

최 종 보 고 서

발간등록번호

11-1543000-000192-01

쌀
소비촉진
가공기술
산업화
연구단

**쌀 소비촉진 가공기술 산업화
연구단**
**(Research Group subjected to
industrialization of rice processing
technology for rice consuming
promotion)**

주 의
(편집순서 8)

(15 포인트 고딕체열)

↑
6cm ↓

농림축산식품부

한국식품연구원

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “쌀 소비촉진 가공기술 산업화에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2013년 7월 29일

주관연구기관명 : 한국식품연구원

주관연구책임자 : 이 현 유

1핵심 세부연구책임자 : 이현유, 금준석,

김근성, 이춘열, 임재각, 최정호, 구경형

2핵심 세부연구책임자 : 하태열, 김인환,

박종대, 채수완

1핵심 위탁연구책임자 : 이영택, 장인석,

은종방

2핵심 위탁연구책임자 : 강호율, 서정숙,

임승택

1핵심 참여 연구원 : 조진호, 정진용, 권기현,

강호진, 최은지, 김동광, 김소희, 김중수,

김성수, 박기재, 김동수, 김경탁, 김형국,

나수영, 이소향, 김은혜, 윤명순, 김미선,

박성용, 구수경, 임성자, 정대운, 김민주,

한재광, 박기범, 장현수, 박승필, 김상균,

김수환, 심수동, 이준경, 이현주, 진중현,

정정환, 유경근, 김정현, 김보름, 김상민,

김영언, 구민선, 이경아, 최은정

2핵심 참여 연구원 : 안지윤, 김현구, 정창화,

권소영, 홍승인, 조정정, 김인환, 노다습,

김민영, 백지연, 최나경, 김성민, 김동만,

김 훈, 이민아, 김창희, 이란숙, 조동화,

최윤경, 김새론별, 홍주연, 최은경,

김선영, 오미라, 정은수

요 약 문

I. 제 목

쌀 소비촉진 가공기술 산업화 연구단

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 소득향상에 따른 소비패턴의 다양화, 서구화로 쌀의 주식 비중이 점점 낮아지고 있어 소비 확대를 위한 전략 시급
- 쌀 가공제품의 중간소재인 쌀가루의 품목별 적정 제분기술 확립으로 쌀 제분비용(500-700 원/kg)을 밀가루 비용(200원/kg)과 유사하게 할 수 있는 건식·습식 혼용 제분기 제작을 위한 기술개발
- 제품 품목별(면류, 제과, 장류 등) 쌀가루의 품질규격화 지표 확립
- 새로운 수요 창출을 위한 쌀 가공제품의 다양화, 고급화 및 고 부가가치 창출이 가능한 고 기능성 쌀카레
 - 쌀된장, 기능성 쌀 과자 및 국수
 - 기능성 배아기름, 고미를 이용한 쌀 그릇, 쓰레기봉투, 보습용 미용팩
- 밥 중심 식생활의 우수성 발굴로 청소년 등 홍보에 필요한 과학적인 자료 확보

III. 연구개발 내용 및 범위

[1핵심]

1-1세부

- 적정 쌀 분말화 기술 확립 및 분쇄시스템의 단위공정 분석
- 특수용도 쌀가루의 가공 제조공정 기술 개발 및 분쇄통합시스템 설계
- 특수용도 쌀가루의 품질향상 및 분쇄통합제조시스템의 국산화
- 일반 쌀가루이외의 찹쌀, 유색미, 현미, 발아현미 쌀가루의 분말화 적성 연구
- 유색미, 현미, 발아현미를 이용한 특수용도 쌀가루의 가공 및 공정기술 개발
- 유색미, 현미, 발아현미를 이용한 특수용도 쌀가루의 제품 가공적성 및 품질향상
- 쌀가공식품 및 관련 산업에 대한 현황 분석과 진단, 소비자 인지도 및 선호도 조사 등을 통해 연구 및 쌀가공식품산업의 발전방안 도출하고 이를 통해 정부 쌀 수급정책 수립에 기여
- 쌀가공식품산업 현황 조사와 발전과정에 대한 시계열적 분석을 수행하고, “복잡계 분석틀”을 이용하여 정부의 정책적 활동과 기업의 경제활동 동간에 불안정성이 확대되는 원인과 경로를 확인하고 이를 차단할 수 있는 정책적 수단과 방법을 제시 및 소비자 인식 및 구입행태 등에 대한 조사연구를 수행
- 쌀가공식품산업 육성여건 분석 및 쌀가공식품에 대한 소비자 인지도 조사 등을 통하여 종합적인 쌀가공식품산업 발전방안 제시

1-2세부

- 종류별 쌀가루의 제분특성, 가공적성 증진 및 표준품질 지표 확립 연구
- 가공적성별 쌀가루 품질지표 설정에 관한 연구
- 품종별에 따른 쌀두부의 가공기술 개발

1-3세부

- 쌀 및 쌀가루의 잠재적 위해 미생물요소 정성 및 정량 분석
- 제분공정 중 미생물 위해요소 monitoring 및 최적 제분공정 조건 확립
- 쌀가루 제품의 저장기간 설정 및 위해 미생물에 대한 기준 규격 제안

1-4세부

- 쌀 반죽 개선 연구, 개선된 쌀가루를 이용한 제품 조직감 및 제품 개발, 개선된 쌀가루를 이용한 제품의 시생산 (2종) 및 개선

1-5세부

- 글루텐 성질을 갖는 쌀가루 개발
- 쌀가루 이용 제품 개발 및 조직감 개선
- 쌀생산공정에 쌀가루 기계적성 규명 및 시제품 제조

1-6세부

- 차별화된 프리미엄급 쌀 가공 편의형 제품 개발 연구
 - 건강 기능성 및 편의성을 고려한 프리미엄급 쌀 가공 제품 선정 및 prototype 제품 개발
 - 프리미엄급 쌀 가공 제품의 시제품 제조
 - 프리미엄급 쌀 가공 제품의 scale up 생산 공정 최적화, 산업화 및 제품 다양화
 - 지적재산권 확보를 통한 핵심기술 보호

1-7세부

- 밀가루 대체 쌀 가공제품의 영양, 기능성, 감각 과학적 품질 특성 탐색
- 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 제시
- 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 확립 및 품질 규격화를 위한 지침 제시

1-8세부

- 2개 핵심과제의 세부과제별 계획대비 진척사항을 체계적으로 관리, 평가 할 수 있는 방법 제시
- 년차 실적 평가 및 차기년도 연구내용 및 연구비 조정업무
- 효율적인 연구업무 지원을 위한 자문위원회와 운영위원회를 두어 사업단의 원활한 운영을 도모 할 것임

[2핵심]

2-1세부

- *in vivo*에서 밥/ 밥중심식사의 효능 검증
 - *in vivo* 밥과 빵의 항고지혈, 항당뇨, 항비만, 항고혈압 효능 비교 분석
 - *in vivo* 밥중심식사의 항고지혈, 항당뇨, 항비만 효능 검증
- 밥이 운동 수행능에 미치는 영향
 - 밥과 빵이 지구성 운동 시 운동수행능력에 미치는 영향
 - 밥위주의 한식단과 고지방/고단백 위주의 서양식단의 섭취가 지구성 운동수행능력과 회복기에 미치는 영향
 - 밥중심 한식단과 서양식단이 운동유발성 근부상 회복과 항피로에 미치는 영향
- 일반성인 및 재택환자를 위한 밥중심 권장 식사 패턴 개발
 - 일반 성인의 밥중심 표준 식사패턴 개발
 - 비만, 당뇨병, 고지혈, 고혈압 환자의 밥중심 권장 식사패턴 개발 및 자료집 제작

2-2세부

- 초임계 유체를 이용 쌀눈유로부터 Vitamin E류 분리 농축
 - 쌀눈유의 에틸 에스터화, 온도 및 압력의 변수에 따른 Vitamin E류의 농축 최적화
- 효소적 방법을 이용 policosanol-conjugated linoleic acid (CLA) ester 합성
- 상업적으로 사용가능한 효소를 이용 policosanol-DHA 상업화 생산 조건의 최적화
- 증류를 이용 합성된 고 DHA 함유 policosanol-DHA 에스테의 분리정제 및 이들의 산화안정성 조사
- 탈산 부산물 (soapstock)로부터 dark 유 제조
- Dark유로부터 감마오리자놀 분리정제

2-3세부

- 쌀 부산물의 회수율 증진 및 반죽물의 물리화학적 특성
- 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면, 미강 음료 및 미용팩의 개발
- 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 최적 유통포장 기술 개발, 고기능성 화장품 소재 및 제품 개발

2-4세부

- 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취가 식후 중성지방과 포도당에 미치는 영향을 평가하기 위한 무작위배정, 교차 임상시험
- 기능성변비를 가진 젊은 여성층을 대상으로 장건강 및 배변기능에 대한 밥중심식사의 유효성 및 안전성을 평가하기 위한 4주간, 공개 인체적용시험

IV. 연구개발결과

[1핵심]

1-1세부

- 현미, 흑미, 찹쌀, 발아전곡미 등 기능성이 높은 쌀을 제분기와 제분방법을 달리하여 건식, 습식, 습식/건식 제분방법에 따라 제분하여 쌀가루로 제조하였으며 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성을 비교 조사하였다. 현미와 흑미와 같은 전곡미 쌀가루의 품질인자로 입자크기(입도)가 중요한 요인이었으며, 쌀가루의 전분손상도는 건식제분 쌀가루가 습식제분에 비해 현저하게 높았으나 습식/건식제분이 그대로 건식제분하는 방법에 비해 입자크기가 미세해지면서 쌀가루의 전분손상도는 줄여줄 수 있는 것으로 나타났다. 찹쌀 현미와 찹쌀 흑미는 일반 멥쌀 현미와 흑미 쌀가루와 이화학적 특성 및 호화특성에서 차이를 보여주었음
- 현미와 흑미의 제분방법과 입도에 의한 분급별 식이섬유함량, 항산화물질 등 유용성분의 차이를 분석하였으며 찹쌀, 유색미, 현미, 발아현미 등 특수용도 쌀가루의 제조공정을 확립하였다. 또한 영양기능성이 우수한 전곡립의 발아이용을 위해 현미와 흑미의 발아과정중 전분 분해효소 활성도 변화를 조사하였으며 식품가공시 효소원으로서의 활용성을 모색하였음
- 현미와 흑미, 발아전곡미를 이용하여 기능성이 향상된 특수용도 쌀가루의 가공적성을 조사하고자 식빵, 국수, 가래떡, 식혜, 맥주 등의 가공식품에 대한 제조 특성을 분석하였다. 또한 현미와 흑미 쌀가루의 저장중 품질변화를 측정하였으며 저장기간중 백미 쌀가루에 비해 저장기간중 이화학적 특성의 변화가 다소 높았으나 저온저장에 의해 그 변화를 줄일 수 있는 것으로 분석되었음
- 쌀가공식품산업은 시계열적으로 살펴본 결과 정부가 추진하고 있는 쌀의 수급과 재고관리 정책방향에 따라 성장과 침체를 반복하는 패턴을 보이고 있음. 이는 쌀가공식품산업이 태생적으로 정부 가격과 관련 정책에 대한 의존성이 매우 높다는 것을 보여주고 있음
- 복잡계 관점의 시스템 진화와 위기 분석 층위별 분석결과 쌀가공식품산업의 불안정성을 초래하는 공통적인 구조적 요인으로는 ① 지나치게 높은 대외(정부정책) 의존도 ② 취약한 쌀가공식품 원료유통 구조 ③ 낮은 제조업체 경쟁력 ④ 미흡한 산업기반 등으로 분석되어 이의 개선이 요구되며 쌀가공식품산업의 대내·외 환경과 여건변화에 능동적 대응을 위한 동태적 관리기능을 강화할 필요
- 쌀가공식품산업이 새로운 식품산업의 발전동력과 정부 쌀 수급정책의 한축으로 제 기능을 담당할 수 있도록 하기 위해서는 급진적이고 일회적인 정책행태를 버리고 거시적이고 지속성을 담보하며 끊임없이 진화하는 산업환경에 능동적으로 대응할 수 있는 제도적 장치를 강구하는 것이 필요. 또한 기업 스스로도 과거와 달리 인지된 불안정성 원인을 토대로 보다 적극적인 해소방안을 모색하고 선순환로 발전할 수 있는 종합적인 해법을 강구할 필요가 있음

1-2세부

- 효소처리를 통한 쌀가루의 제분특성 확립 및 쌀 가공제품의 가공적성 향상
- 쌀가루 종류별에 따른 쌀 가공식품의 품질지표 확립
- 쌀 품종을 달리한 쌀두부 제조

1-3세부

- 쌀가루 제품에 대한 미생물 위해요소별 정량분석방법을 확립한 후 제분용 원료 쌀 및 쌀가루 제품에 대하여 오염 미생물을 정량분석 하였음. 쌀가루 제분 공정 중 위해 세균 오염 최소화를 위한 최적 제분공정 조건을 확립하였음. 쌀가루 제품의 저장기간을 설정하였으며 쌀가루 제품의 위해 미생물 기준 규격안을 제안

1-4세부

- 쌀가루를 이용한 반죽의 물성 개선 연구를 위해 다양한 원료를 이용하였고, 그 중 Gellan LT-100, Carrageenan, LM Pectin을 첨가한 습식쌀가루의 반죽물성이 박력분과 유사한 성질을 나타냈다. 쌀가루를 이용하여 쌀 50% 이상을 첨가한 케이팝(K-pop) 라이스칩을 출시하였고, 더 나아가 쌀가루를 이용한 제품의 시생산을 위해 주셰프 치즈콤보를 출시

1-5세부

- 전분 및 유화제뿐 아니라 볶은콩가루나 호화쌀가루 등의 천연 부재료를 적절히 첨가함으로써 쌀쿠키의 조직감을 어느정도 조절할 수 있는 결과를 도출하였음
- 최종 관능검사를 통하여 선정된 시제품을 제조하여 1046명을 대상으로 한 소비자조사 결과, 쌀쿠키의 맛에 대한 평가(9점 척도)는 Top3가 56%, 구입의향에 대한 평가는 Top3가 40%로 매우 높게 나타나 상품화 가능성이 높은 것으로 판단되었음

1-6세부

- 차별화된 프리미엄급 쌀 가공 편의형 제품 개발 연구 및 산업화
 - 카레 2종, 스프 5종, 짜장 2종 및 떡프리믹스 5종 proto type 개발 및 시제품 제조
 - 즉석스프 2종, 동결건조죽 3종 proto type 개발 및 시제품 제조
 - 제품 별 최적 공정 확립 후 생산 현장에 적용 완료하여 산업화를 위한 여건 확립
 - 카레 2종, 스프 5종, 짜장 2종, 떡프리믹스 5종, 즉석스프 2종의 산업화 완료
 - 핵심기술에 대한 지적재산권 총 3건 확보(특허 등록 2건, 특허 출원 1건)

1-7세부

- 밀가루 대체 쌀 가공제품의 영양, 기능성, 감각 과학적 품질 특성 탐색
 - 각 쌀 가공품의 밀가루 대체 쌀 특성 보다는 첨가물에 의해 물리화학적 특성 및 기능성 성분에 영향을 많이 받는 것으로 판단
 - 우리쌀 스프 5종(쇠고기, 크림, 양송이, 야채, 마늘), 우리쌀 컵스프 2종(콘크림, 포테이토) 및 쌀카레루를 활용한 우리쌀 웰빙 카레여왕 2종(해물, 치즈&코코넛)의 품질 지표 선정
 - 제 1품질 지표 : 글루텐 프리제품, 제 2 품질 지표 : 쌀 특유의 단백한 맛을 강조한 깔끔한 후미의 한국형 향미, 제 3 품질 지표 : 소화율이 높은 쌀 가공제품
- 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 제시
 - 쌀 카레, 쌀 된장, 쌀 고추장, 쌀 스프의 경우 쌀 함량이 전체 배합비의 10-25% 내외로 쌀 원료보다는 다른 성분에 의해 품질 지표가 변화하므로, 쌀 함량이 많은 카레 루(쌀루)를 타겟으로 하여 품질 지표를 선발

- 쌀 품질 지표로 (주) 대상에서 현재 쌀 원료 구입 시하고 있는 육안 검사, 입도 크기, 수분 함량 이외에 쌀가루의 용해도, WHC, RVA 값을 품질 지표를 제시
- 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 확립 및 품질 규격화를 위한 지침 제시
 - 개발하고자하는 동결 건조죽의 품질 특성을 고려하여 팽화도, 용해도 및 보수력 등 조직감 개선에 응용
 - 협동기관인 (주) 대상의 쌀 가공제품은 주로 분말 제품으로 제품의 특성에 따라 품질 규격화를 위한 쌀원료의 선별 기준을 제시하였고, 최적 제조 방법은 업체의 know-how로 각 제품의 공정도와 개발된 제품에 따라 컨셉을 고려한 품질 지표만 제시

[2핵심]

2-1세부

- in vivo에서 밥/밥중심식사의 효능 검증
 - 고지혈증 유도 햄스터에게 밥을 탄수화물급원으로 공급하였을 때 혈중, 간중 중성지방 및 콜레스테롤 농도의 상승이 억제되어 항 고지혈 효능을 나타내었으며 이는 콜레스테롤 합성 및 대사조절 유전자 발현을 조절함으로써 나타났음
 - 밥은 고지방식이유도 비만 마우스의 체중, 지방조직무게, 지방세포크기, 간 지방 축적, 인슐린 저항성을 억제하여 항비만 항당뇨 효과를 나타내었음. 이는 밥이 지방 합성관련 유전자 발현을 억제하고, 지방산 beta산화관련 유전자 발현을 증가시키는 데 기인한 것으로 판단되었음
 - 자연발증 고혈압 쥐(SHR)에서는 밥군이 대조군에 비하여 수축기 혈압 및 heart rate가 감소하여 항 혈압 효과를 나타내었으며 이는 Renin-angiteinsin계를 조절함과 동시에 eNOS의 활성화 시킴으로서 나타난다는 것을 확인하였음.
 - 밥중심식사의 급여는 고지방식이 대조군에 비하여 체중증가 및 혈중/간중 지질농도를 유의적으로 감소시켰음. 이러한 효과는 간중 lipogenic 유전자 (SREBP-1c, FAS, SCD1, ACSL 및 CD36 mRNA) 발현의 감소를 qPCR을 통해 확인하였음.
 - 밥중심 식사의 급여는 혈중 glucose, insulin 농도와 당뇨관련 cytokine의 농도를 감소시키며 insulin sensitivity를 증가시켰고 혈중pro-inflammatory cytokine의 농도를 감소시켰음
 - 밥중심 식사는 비만 및 비만으로 인한 지방간증상을 완화시키고 insulin sensitivity를 상승시키며 당뇨 및 염증의 증상 또한 개선할 뿐 아니라 고지혈 예방에도 효과적인 것으로 나타났음
- 인체에서 밥이 운동 수행능에 미치는 영향
 - 남자대학생에게 밥식사와 빵식사를 무작위로 급여하고 운동수행능력을 비교한 결과, 밥식사가 고강도에서 운동수행 시간이 높게 나타남
 - 밥중심식사는 근육 글리코젠 에너지를 증가시켜 지구성 운동수행능력을 향상시키는 것으로 나타났으며, 근육부상 예방에도 효과적으로 나타남
- 일반성인 및 재택환자를 위한 밥중심 권장 식사 패턴 개발
 - 국민건강영양조사결과로부터 밥중심 식사 및 빵중심 식사의 섭취실태와 대사증후군 위험도와 상관성을 분석하였고 밥과 빵 중심 식사패턴 및 다소비식품을 분석하였음
 - 재택환자들이 일상 식생활에서 쉽게 실천할 수 있는 체중조절, 당뇨환자, 고혈압과 고지혈

중 관리를 위한 밥 중심 권장 식사패턴을 개발하고 식단자료집을 제작하여 보급함

2-2세부

- Vitamin E류 농축정도: 매우 효율적으로 농축 되었음
- Policosanol-CLA 에스터 합성 정도: 90% 이상으로 예상보다 높은 합성을
- Policosanol-DHA 합성도 : 매우 효율적으로 합성
- 분리정제조건의 최적화 및 산화안정성 : 효율적 분리정제 조건 확립 및 매우 우수한 산화안정성이 입증되어 이용도가 매우 높을것으로 사료됨
- 탈산부산물 (soapstock)으로부터 Dark 유 제조
 - 미강유 정제 과정의 하나인 탈산 과정에서 얻어지는 부산물인 soapstock을 지방산 형태인 dark유로 전환하는 최적화 조건 확립 (감마 오리자놀 함량 40%)
- Dark 유로부터 감마오리자놀 분리정제
 - 직접 침전 및 원심분리를 이용한 1차 농축(60%)
 - 1차 농축물로부터 용매 결정법을 이용 고순도 (96%이상) 감마오리자놀 생산

2-3세부

- 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면 시제품 개발 : 미강 10%, 흑미강 5% 첨가 즉석쌀국수 2종, 미강 5%, 흑미 15% 첨가 즉석떡국 2종
- 속미강 추출물을 함유한 화장품 6 종 제품화: 미강 5 % 첨가 (토너, 에센셜 마스크, 수딩 크림, 바디 워시, 바디 로션, 클렌징 폼)

2-4세부

- 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취가 식후 중성지방과 포도당에 미치는 영향을 평가하기 위한 무작위배정, 교차 임상시험
 - 현미밥은 식후 포도당과 인슐린을 가장 적게, 그리고 완만하게 상승시키고 혈당지수가 가장 낮음
 - 백미밥은 식후 포도당을 현미밥 보다 높게 상승시키고 혈당지수도 높은 편이지만 식후 인슐린 상승은 빵에 비하여 훨씬 적게 일어남
 - 흑미밥은 식후 포도당과 혈당지수가 가장 높으나 식후 인슐린 상승은 빵에 비하여 훨씬 적게 일어남
 - 빵 섭취는 식후 포도당과 인슐린을 가장 높이고, 그리고 급하게 상승시키고 장시간 높은 상태로 지속시킴. 또한 밥류와 대조적으로 식후 중성지방을 유의하게 상승시킴
- 기능성변비를 가진 젊은 여성층을 대상으로 장건강 및 배변기능에 대한 밥중심식사의 유효성 및 안전성을 평가하기 위한 4주간, 공개 인체적용시험
 - 현미밥중심식사군의 좌측대장통과시간이 백미밥중심식사군에 비해 유의하게 개선됨
 - 현미밥중심식사군과 밀중심식사군의 전대장통과시간이 백미밥중심식사군에 비해 유의하게 개선
 - 배변 횟수 및 배변무게는 군 간 차이는 없었지만 현미밥중심식사군에서 84%, 백미밥중심식사군에서 82%, 밀중심식사군에서 55%개선됨
 - 단쇄지방산 및 대변 내 효소활성은 현미밥, 백미밥, 밀중심식사군 간 차이 없음
 - 혈중 지질변화는 현미밥중심식사군에서 중성지방 수치가 유의하게 감소함

V. 연구성과 및 성과활용 계획

[1핵심]

1-1세부

- 식품관련학회 전문학술지 논문 3편 게재완료, 학술발표회 포스터 1편 발표
- 신기술은 특허출원 1건 출원중, 가공기술을 생산업체에 기술이전 추진
- 최근 제정된 “쌀가공산업육성 및 쌀 이용촉진에 관한 법률”의 하위법령 제정 및 동 법령에 따라 수립되게 될 “쌀가공산업육성 5개년 계획”수립에 참고자료로 활용
- 언론홍보

1-2세부

- 본 연구에서 얻어진 결과에 대하여 국내·외 11편의 논문의 게재하여 쌀 가공제품의 연구 개발 또는 제품 생산시에 활용할 수 있도록 기여하였음
- 쌀가루의 제분특성 및 가공적성 증진은 호화 쌀가루의 제조방법, 이에 의해 제조된 호화 쌀가루 및 이를 이용한 쌀국수(출원번호 10-2012-0106028)와 쌀두부의 가공기술 개발인 쌀 품종을 달리한 쌀두부 제조(출원번호 10-2011-0035954)로 2건을 특허출원하였음
- 본 연구결과는 한국쌀가공식품협회와의 워크숍을 통해 쌀 가공식품 제조·가공업체와 공유하며 현장을 의견을 반영하여 쌀가루 품질규격 설정 및 등급화를 위한 정책자료로 활용하고자 함

1-3세부

- 본 연구를 통하여 논문 2편을 게재 완료하였으며, 2013년 8월에 논문 2편을 투고 예정이며, 특히 1건을 출원 완료 하였으며, 특히 1건은 2013년 7월에 출원완료 예정임
- 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 기준 규격을 제안함으로써 쌀가루 제조업체의 쌀가루 제분공정용 위생관리지침 및 교육홍보용 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료됨

1-4세부

- 2차년도 과제 실적이었던 케이팝(K-pop) 라이스칩이 경기도청 주관 제5회 쌀가공 제품 품평회에서 장려상을 수상(수상품목명: 오곡칩)한 성과가 있음

1-5세부

- 국내학술지 1편 게재, 3편 투고, 해외학술대회포스터 1편 발표, 국내 11편 발표
- 천연 부재료를 첨가하여 쌀쿠키의 조직감을 특히 바삭거림을 조절할 수있는 연구 결과를 활용하여 상품화로 연계 예정

1-6세부

- 조리용 분말 카레 2종 및 스프 5종의 경우 현재까지 누적 매출량은 254억(카레 154억, 스프 100억)으로 많은 매출을 발생시켰음
- 카레의 경우 2011년 경기도가 개최하는 제 4회 쌀가공 제품 품평회에서 대상으로 선정되었음

- 우리쌀 즉석스프(20억), 분말짜장(18억), 떡 프리믹스(20억) 역시 편의형 시장 내에서 소비자들의 호응을 얻고 있어 향후 추가적인 쌀가공 제품 출시에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 당사(대상 주식회사) 기준으로 자체 쌀사용량이 2009년 사용량(2,030 ton) 대비 약 250% 증가하여(2013년 기준 5,055 ton 예상) 국내 쌀 소비량 증가에도 일조하였으며, 2016년에는 연간 약 10,000 ton 이상 사용할 것으로 예상됨

1-7세부

- 논문게재 : 1건, 학회 발표 : 2건, 특허 출원 : 1건, 홍보 : 기술지 2건
- 쌀 가공 제품 개발을 위한 기초 자료 보유 및 활용 가능성 확대
- 프리미엄급 쌀 가공제품 개발로 밀가루 대체 효과 기대
- 쌀 가공 제품 산업화 과제에 활용

[2핵심]

2-1세부

- 논문게재: 7건, 심사중 3건, 투고예정 3건, 특허 출원: 1건
- 홍보: TV(KBS, MBC, SBS, YTN 등), 신문(동아일보, 중앙일보, 연합뉴스 등) 등 41건 (밥의 고지혈증 예방, 운동수행능, 항 고혈압 등)
- 식단 자료집: 밥중심식사 패킷 e-book 및 웹사이트 개발, 대한지역사회영양학회 식생활정보센터 업로드
- 학회발표: 구두/ 포스터 발표 13건

2-2세부

- 정제 과정 중 손실되는 기능성 성분 (vitamin E류, 옥타코사놀, 감마오리자놀 등)을 품질 저하 없이 최종 정제 현미유에 재첨가하여 보다 기능성이 강화된 현미유를 개발함

2-3세부

- 본 연구에서 얻어진 결과에 대하여 국내·외 5편의 학술발표를 하였으며, 국내·외 및 식품 기술지 등에 7편의 논문을 게재하여 쌀 가공 관련 분야에서 연구 개발 또는 제품 생산시에 활용할 수 있도록 기여하였음
- 본 과제의 쌀가공 부산물을 활용한 시제품 제조기술을 이용하여 5건 특허출원하였으며, 1건 등록되었음
- ‘속미강 추출물의 유효성분을 함유하는 천연 화장품 조성물 및 이를 활용한 미강 화장품 제조’로 케이미강에 기술이전 완료하여 미강 소재 화장품 제조기술을 산업화하였음

2-4세부

- 현미밥은 과도한 인슐린 분비를 막아주고 식후 급격한 혈당상승 및 저혈당 위험을 줄여 줄 수 있으며 혈중지질 개선에도 도움이 되고, 백미밥, 흑미밥과 같은 밥류가 빵 섭취보다는 우리 몸에 이로울 수 있음을 본 연구를 통하여 확인

- 밥중심식사가 밀중심식사에 비해 장건강 및 배변기능 개선에 월등히 효과적임을 증명할 수 없었으나, 현미밥중심식사가 일부 배변기능 면에서 우수함을 확인하여 향후 대규모 인체적용시험을 수행한다면 좋은 결과를 도출할 가능성이 있음을 확인

SUMMARY

I . Title

Research Group subjected to industrialization of rice processing technology for rice consuming promotion

II . Objective and Necessity of Research and Development

- Establishment of milling property and increasing of processing property for rice flour
- Physico-chemical properties of rice flour effected on the quality of processed foods were studied to develop the quality standards of rice flour
- Substantial information should be provided to establish standard specifications for microbial risk factors of rice flour.
- Rice based dietary pattern for the patient with metabolic syndrome.
- The development of high value-added rice products with broken rice, rice bran, other by-products and special rices produced during rice processing.
- Effect of rice by clinical trials.

III . Contents and Scope of Research and Development

[1 핵심]

1-1세부

- Establishment of rice powdering technology and analysis to unit process of grinding systems
- Development of processing technology for special purpose rice flour and system design of grinding process technology
- Improve the quality of special purpose flour and localization development of grinding manufacturing systems
- Investigation of development plan of rice-processing industry through status analysis for rice processed foods and industries, customer's recognition.

1-2세부

- Establishment of milling property and increasing of processing property for rice flour
- Develop the quality standards of rice flour for quality of processed foods
- Development of processing technology for rice-tofu with rice variety

1-3세부

- Establishment of standard quality indices for microbial risk factors of rice flour

1-4세부

- We studied biscuit using improved rice flour such as cracker, cookie, cake, and etc. We developed rice dough improvement study, texture and product development using improved rice flour, and manufacturing the rice product.

1-5세부

- In this research, to develop and manufacture the rice flour, substitute of wheat flour, the effects of manufacturing rice flour, emulsifiers, starches, gums, and natural material(i.e. RSF and pre-gelatinized rice flour) on the rheological properties of rice cookies were studied.

1-6세부

- The purpose of this study is to develop convenience rice food production and to industrialize the productions for increasing consumption of rice.

1-7세부

- Search of quality characteristics for flour replacement rice processed products
- Presentation of quality index in the flour replacement rice processed products
- Establishment of quality index and proposed guidelines for quality standardization for flour replacement rice flour

[2핵심]

2-1세부

- Effects of cooked rice and rice based diet on diet induced obesity, hyperlipidemia, diabetes and hypertension in vivo.
- Effect of cooked rice and rice based diet on exercise performance in human.
- Development of rice based dietary pattern for the patient with metabolic syndrome.

2-2세부

- An efficient process was developed for enrichment of tocopherols from rice germ oil (RGO) using supercritical carbon dioxide (SC-CO₂).
- The aim of this study was to model the lipase-catalyzed esterification of policosanols with conjugated linoleic acid (CLA) in a solvent-free system to produce wax esters which had a lower melting point than that of their corresponding policosanol forms and to optimize the reaction conditions by response surface methodology (RSM).
- In the refining process of rice bran oil, γ -oryzanol is migrated from crude rice bran oil to soapstock as a by-product. Commercial γ -oryzanol can be produced from the

soapstock. γ -Oryzanol in this study was isolated from the soapstock through three step crystallization.

2-3세부

- Promote the recovery of rice by-products and physical and chemical properties of the dough
- The development of functional rice noodle products utilizing rice by-products, rice bran drink and skin care pack
- Functional rice noodle utilizing rice by-products of best distribution and packaging technology development, and product development in high-performance cosmetics

2-4세부

- In 1st study, we carried out to compare the effects of polished rice, brown rice, and black rice on postprandial glucose and lipid profiles in healthy human subjects, using a white bread as a positive control. Fifteen healthy subjects were randomly assigned test meal. The triglyceride, glucose and insulin concentrations were examined from venous blood samples before (0 minute) and 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300, and 360 minutes after each test meal.
- In 2nd study, we carried out controlled diet clinical trial for investigation on functional constipation in young women. Thirty nine subjects were randomly assigned into three groups and had taken polished rice based meal, brown rice based meal and wheat based meal during 4 weeks. After the 4 weeks of meal efficacy(e.g., colonic transit time, fecal frequency, fecal weight, fecal pH, β -glucosidase, β -glucuronidase, Urease, diet) and safety(e.g., adverse events, vital signs and laboratory tests) were evaluated.

IV. Results of Research and Development

[1핵심]

1-1세부

- Waxy rice, brown rice, black rice samples were milled by different milling methods, and the physicochemical properties of the flour samples were tested. Particle size of the whole grain rice flour prepared by dry milling(DM) was lower than that by wet milling using a roll mill(WM). Damaged starch contents in the dry milled whole grain rice flour were significantly higher than those in wet milled samples. The particle size was further reduced by successive dry milling of the flour after wet milling and drying(WM/DM) which resulted in a lower damaged starch(%) than DM, despite reduced flour particle size. Significant differences in some physicochemical properties were observed between normal and waxy rice flour samples.
- Different milling methods and fractionation by particle size could be applied to obtain

physiologically functional materials from whole grain rice samples. Manufacturing process for specialty rice flours from brown rice, black rice, waxy rice, and germinated rice was developed to produce functional food products. Enzymatic activity in germinated cereal grains is important for the saccharification of starch materials, and thus amylolytic activities of germinating whole grain rices were studied. Overall amylolytic activity of germinated black rice was observed to be higher than that of germinated brown rice.

- Replacement of specialty rice flours was tested for the effects on bread, noodle, rice cake(Garaedduk), Sikhye, etc. Whole grain rice flours were stored at 5, 20, and 35°C for 4 months and the changes in flour properties during storage were investigated. Changes in physicochemical properties of whole grain rice flour samples were somewhat higher than those of milled rice flour. However, relatively little changes in flour properties were observed in whole grain rice flour samples stored at lower temperatures.
- Rice processing in the food industry have seen the results of time-series promoted by the government of rice supply and inventory management policies based on the direction of growth and recession that seemed to repeat the pattern. These results inherently rice food processing industry and related government policies on price dependence has shown that very high
- Complex systems perspective, the evolution of the system analysis and risk analysis wibyol layer of rice that causes the instability of food processing industry, common structural factors ① past the high foreign (government policy) ② weak dependence on processed foods raw rice distribution system, insufficient ③ ④ low competitive industrial manufacturers based on the analysis, such as rice processing is required to improve the appeal of the food industry and foreign inward to proactively respond to changes in the environment and conditions for the need to strengthen the dynamic management
- Rice processing industry, food industry, the development of a new food supply power and government rice policy of hanchuk iteoyo can be made responsible for. To do this, a one-time radical and discard the macroeconomic policy behavior and ensure continuity in a constantly evolving industry environment to respond proactively to the institutional arrangements need to take. The companies themselves unlike in the past on the basis of perceived instability causes a more aggressive looking for ways to relieve the virtuous cycle that can be developed into a comprehensive solution needs to be taken.

1-2세부

- Establishment of milling property and increasing of processing property for rice flour by enzyme treatment
- Develop the quality standards of rice flour for quality of processed foods

1-3세부

- Quantitative microbiological profiles of rice and rice flour were determined after the quantitative analytical methods of microbial risk factors were established. The optimal conditions to minimize bacterial contaminations during milling process were sought. The shelf life of rice flour was determined and microbiological standard specifications of rice flour were proposed.

1-4세부

- We studied biscuit using improved rice flour such as cracker, cookie, cake, and etc. We developed rice dough improvement study, texture and product development using improved rice flour, and manufacturing the rice product. For improvement of dough texture, rice dough added to gum such as Gellan LT-100, Carrageenan, and LM Pectin, appeared the similar wheat dough. We launched "K-pop rice chip" using domestic rice flour of upper 50% level and "Joo's chef cheese combo" as a beer snack. "K-pop rice chip" is awarded the participation prize (prize item: "Ogok chip") in the fifth Kyeonggi-do rice product food show.

1-5세부

- The results indicated that not only starches and emulsifiers but also natural material (i.e. RSF and pre-gelatinized rice flour) affect the texture of rice cookies.
- The consumer test was conducted with the products that picked from sensory test, and targeted 1046 of participants. The results showed that women had higher preference and tasting evaluation of rice cookies than men. The age and experience of buying cookies didn't affect the result. The evaluation for the taste of rice cookies showed that Top3 were 56%, and the evaluation for the purchase intention of rice cookies showed that Top3 were 40%. These results indicated that the commercialization of rice cookies has high possibility.

1-6세부

- The development of convenience rice food production for cooking were 2 types of rice curry powder, 5 types of soup powder, 2 types of black bean powder and 5 types of rice cakes premix.
- The development of convenience rice food production for non-cooking were 2 types of rice instant soup powder and 3 types of instant lyophilization gruel.
- To produce of the convenience rice food which developed on this study, we were to establish an optimal manufacturing process and to industrialize the productions.
- To protect of intellectual property, we registered patent on 'the method of making rice curry roux' and 'the method of making rice soup roux'. also, 'the method of making rice cakes premix' was applied.

1-7세부

- Search of quality characteristics for flour replacement rice processed products
 - As this study result, it was effected other ingredients more than flour replacement rice in the physicochemical properties and functional components of rice processed products. The target rice processed products of the first year were rice soup of five kinds(beef, cream, mushroom, vegetables, garlic), cup soup of two kinds(corn, potato) and rice curry(seafood, cheese and coconut). We determined that the first quality index was gluten free products, the second and third index was unique Korean flavor with clean aftertaste, high digestibility, respectively.
- Presentation of quality index in the flour replacement rice processed products
 - In the quality index selection of rice for rice processed products, it was performed to examine physicochemical properties in the stocked rice(cultivated rice at 2006, 2007 and 2010) and extracted rice starch from stocked rice. The rice quality index for processed products was determined by consultation with researcher of Cooperative company. As a results, it was presented quality index such as the solubility of flour, water holding capacity, RVA value with inspection, particle size and moisture content for rice material of rice process products.
- Establishment of quality index and proposed guidelines for quality standardization
 - From these study results, it was applied to improve texture as solubility, water holding capacity and puffing appearance etc. of target rice processed products. The rice processed products developed was mainly powder products in this study. According to rice processed products, it was presented the rice selection index for standardization of products. However manufacture method of rice processed products is the company's know-how, it was presented general quality index of rice processed products considering company position.

[2핵심]

2-1세부

- In this study, we found that the cooked rice as carbohydrate source had health benefits preventing metabolic syndrome such as obesity, diabetes, hyperlipidemia and hypertension, elucidated molecular mechanism of these effects in vivo. We also observed that the rice diet meal was effective in the increase of exercise performance time in comparison of the bread diet in untrained male college students. Furthermore, rice based dietary pattern for the patient with metabolic syndrome and for healthy adults.

2-2세부

- Tocols were efficiently enriched in residue by removal of fatty acid methyl ester from the esterified RGO using SC-CO₂.
- Novozym 435 was selected as a suitable biocatalyst for the reaction. The molar ratio of substrates (policosanols to CLA) was 1:2. A well-fitting quadratic polynomial regression model for the degree of esterification (DE) of policosanols with CLA was established with regard to temperature (35 - 65°C), enzyme loading (1 - 5% of weight of total substrates), and reaction time (10 - 50 min). Optimal reaction conditions were 61.3°C for temperature, 3.7% for enzyme loading, and 34.1 min for reaction time, and the DE was ~ 95 mol% under these conditions. The policosanols and wax esters synthesized under optimal conditions had melting points of 79°C and 57°C, respectively.
- γ -Oryzanol's isolation from the soapstock through three step crystallizations
 - Three steps of precipitation with or without solvent were conducted and optimum conditions at each step were examined.
 - The content of γ -oryzanol in acid oil used was 40.3%.
 - Highly purified γ -oryzanol was obtained by crystallization using a mixture of ethanol and water, and the content of γ -oryzanol of final product was ca. 96%.

2-3세부

- Total 5 posters have been presented in the academic presentation in Korea and overseas publishing 7 research papers in the food science journal contributing to utilize them in the field of rice processing for research and development or production of items.
- In this assignment have been applied 5 patents and 1 is registered.
- The domestic manufacturing technology producing rice bran cosmetics have been commercialized completing the technology transfer to K-Migang company in the name of 'Rice bran extract containing the active ingredient of cosmetic composition, and natural rice bran cosmetic products'.

2-4세부

- In the 1st study, there were significant differences in C_{max} and iAUC_{0-6h} of triglyceride and iAUC_{0-2h} and IGI(Insulinogenic Index) 30min of insulin: Intake of wheat bread resulted in the highest levels. This study showed that brown rice gradually and least increased postprandial glucose and insulin and resulted in the lowest GI(Glycemic index) and lower IGI 30min of Insulin.
- In the 2nd study, there were significant improvements in left and total colonic transit time within brown rice based meal group, but no significant differences compared with wheat based meal. Moreover, brown rice and polished rice based meal were healthy diet composed with balanced ratio of carbohydrate, fat and protein. Especially, brown rice based meal had high level.

V. Performance of Research and Development and Plan for Utilization

[1 핵심]

1-1세부

- Total 1 posters have been presented in the academic presentation in Korea and overseas publishing 3 research papers in the food science journal
- New technology is technology-transfer promotion to a producer under one patent application application and about processing technology
- It utilizes for "five years of rice processing industry training planned" establishment with reference data
- Media public relation

1-2세부

- Total 11 research papers have been published in the academic presentation in Korea and overseas in the food science journal.
- In this assignment have been applied 2 patents
 - Manufacturing method of rice flour, rice flour prepared thereby and rice noodle using the same(10-2012-0106028)
 - Producing method of bean curd containing rice(10-2011-0035954)

1-3세부

- Through this study, two scientific papers have been published and additional two scientific papers will be submitted by August, 2013. One Patent application has been filed and another patent application will be filed by July, 2013. Standard specifications for microbial risk factors of rice flour have been proposed. Therefore, they can be referred by rice flour manufacturers when the manufacturers prepare for the hygienic management guidelines and the training/promotion programs.

1-4세부

- "K-pop rice chip" is awarded the participation prize (prize item: "Ogok chip") in the fifth Gyeonggi-do rice product food show.

1-5세부

- Total 12 posters have been presented in the academic presentation in Korea and overseas publishing 4 research papers in the food science journal.

1-6세부

- Totally sales of rice production which were developed on this study is 304 hundred

million won. In this sales, rice curry powder and soup powder were 254 hundred million won. Black bean powder was 18 hundred million won, rice cakes premix was 12 hundred million won and rice instant soup powder was 20 hundred million won.

- Totally rice consumption of our company rose 250%. (from 2,030 ton/2009 to 5,050 ton/2013)

1-7세부

- Total 2 posters have been presented in the academic presentation in Korea and overseas publishing 3 research papers in the food science journal.
- In this assignment have been applied 1 patents
- Underlying-data possession for the rice processed-products development, and possibility expansion of practical use
- Flour replacement effect expectation by premium class rice processed-products development
- It utilizes for a rice processing product industrialization subject.

[2핵심]

2-1세부

- Total 13 posters have been presented in the academic presentation in Korea and overseas publishing 14 research papers in the food science journal.
- In this assignment have been applied 1 patents
- Media public relation : TV(KBS, MBC, SBS, YTN etc), Newspaper etc. case of 41 (hyperlipidemia prevention of cooked rice based diet, exercise performance, anti-hypertensive etc)
- Diet sourcebook : e-book of rice based dietary pattern and development website upload in www.dietnet.or.kr of The Korean Society of Community Nutrition

2-2세부

- Brown rice oil was developed by re-added in the final purified oil without compromising quality of functional ingredient(vitamin E, γ -oryzanol, octacosanol) in the refining process.

2-3세부

- Total 5 posters have been presented in the academic presentation in Korea and overseas publishing 7 research papers in the food science journal contributing to utilize them in the field of rice processing for research and development or production of items.
- In this assignment have been applied 5 patents and 1 is registered.
- The domestic manufacturing technology producing rice bran cosmetics have been commercialized completing the technology transfer to K-Migang company in the name of 'Rice bran extract containing the active ingredient of cosmetic composition, and

natural rice bran cosmetic products'.

2-4세부

- Brown Rice prevent the excessive secretion of insulin, reduce hypoglycemia and a rapid rise in blood sugar, help to improve blood lipids. so, cooked rice diet meal may be beneficial to the body than bread based diet.
- brown rice and polished rice based meal were healthy diet composed with balanced ratio of carbohydrate, fat and protein. Especially, brown rice based meal had high level.

CONTENTS

Korean summary	3
Summary	13
Contets	23
Chapter 1. Overview of research projects	25
Chapter 2. Status of domestic and foreign technical development	32
Chapter 3. Performance content of research and result	41
1.1	41
1.2	180
1.3	309
1.4	368
1.5	382
1.6	479
1.7	521
2.1	582
2.2	676
2.3	720
2.4	811
Chapter 4 Research goal attainment and contribution to related area	851
Chapter 5 Plan for application of research results	862
Chapter 6 Overseas science technology information	878
Chapter 7 References	897

목 차

제 1장 연구개발과제의 개요	25
제 1절 연구개발의 목적	25
제 2절 연구개발의 필요성	26
제 3절 연구개발의 범위	30
제2장 국내외 기술개발 현황	32
제 1절 국내 연구동향	32
제 2절 해외 연구동향	36
제3장 연구개발 수행내용 및 결과	41
1.1	41
1.2	180
1.3	309
1.4	368
1.5	382
1.6	479
1.7	521
2.1	582
2.2	676
2.3	720
2.4	811
제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	851
제5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	862
제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	878
제7장 참고문헌	897

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적

- 본 연구는 그 동안 정부가 쌀 소비촉진 차원에서 추진해온 정부의 쌀 소비촉진 정책수단과 연계하여 쌀가공식품 및 관련 산업에 대한 현황 분석·진단과 소비자 만족도 조사 등을 통해 연구 및 쌀가공식품산업의 발전방안 도출하고 이를 통해 정부 쌀 수급정책 수립에 기여함을 목적으로 함.
- 쌀가루의 제분특성을 확립하고 물성 증진으로 종류별 쌀 가공제품의 고급화 및 가공적성 향상 시키며 쌀 가공식품의 품질에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표들을 파악하여 쌀가루 종류별 품질의 등급화 및 규격화를 설정하고자 함
- 시장의 쌀은 보통 12-14%의 낮은 수분함량으로 유통되어지는데, 이러한 쌀의 수분함량에서 미생물 성장은 불가능하나, 생존은 가능함
- 현재까지 쌀 함유 식품류로부터 간헐적인 식중독이 발생되었지만, 현재 국 내·외 식품공전 및 CODEX에 쌀가루 품목에 대한 미생물학적 규격이 전무함
- 즉, 현재 쌀가루에 관한 선행 연구의 미흡함과 미생물 위해요소와 관련된 표준품질지표 미 확립으로 쌀가루 (특히 습식쌀가루) 제품에 대한 미생물학적 위해요소들의 오염실태를 monitoring하고, 기준 규격 설정 및 보완에 필요한 기초자료가 시급히 확보되어야 함
- 밀가루 대체 쌀가공 제품의 산업화를 위한 쌀가공 제품의 품질 특성화 과제로 협동 기관인 (주) 대상의 쌀가공 제품 사업화에 맞추어 1차년도에는 쌀카레, 쌀스프, 쌀된장과 쌀 고추장을 대상으로 연구되었고, 2차년도에는 떡프리믹스, 쌀 짜장, 3차년도에는 동결 건조 쌀죽의 상품화에 맞추어 수행되었다.
- 국민 건강과 소비자의 요구, 쌀 소비 확대를 위하여 우리 식단과 밀접한 쌀로 대체된 카레, 스프 등의 프리미엄 쌀 가공 제품을 개발 및 출시하여 국가적인 쌀 촉진 정책에 일조하고자 함
- 쌀눈유에서 초임계 이산화탄소를 이용하여 추출 공정을 최적화하는 것이다. 상대적으로 낮은 압력에서 톨콜을 효율적으로 추출하기 위하여 유지의 형태보다 초임계 이산화탄소에 용해도가 높은 에스테르형태로 유도체화 시켰다. 그리고 톨콜을 농축하기 위하여 초임계 이산화탄소 장치에서 압력과 온도의 조건을 조절함으로써 최적의 농축 조건을 찾고자 함.
- 국내 쌀 가공산업 활성화의 일환으로 도정과정에서 필수적으로 배출되며 영양기능성분이 풍부한 쌀가공 부산물인 파쇄미, 미강 등을 소재화 함으로써 쌀면, 음료, 미용팩 등의 제품으로 개발하고 상품화하여 쌀 소비 촉진에 기여하고자 하였음.
- 쌀에서 추출한 기름의 상품가치를 높이하고자 현미유를 제조하는 과정에서 버려지는 생리활성 물질을 활용하여 고부가가치 상품을 개발하고자 하였고 현미유 제조 부산물 내의 γ -oryzanol의 분리, 정제로 고순도 생리활성 물질을 얻어내고 건강 기능성 물질과 같은 고부가가치 상품을 생산하고자 함.

제2절 연구개발의 필요성

- 최근 쌀 소비는 서구식 식생활이 보편화되면서 감소 추세가 가속화되고 있음. 더구나 지난 몇 년간 지속적인 생산 과잉과 의무수입량 증가 영향으로 재고량이 늘어나고 있음. 이에 따라 쌀 소비를 확대하는 방법으로 쌀 가공식품산업을 육성해야 한다는 요구가 그 어느 때 보다 높아지고 있음.
- 정부는“쌀값 안정 및 수급균형을 위한 쌀 수급안정대책”의 연장선에서“쌀 산업 선진화 및 농업 소득기반 다양화 종합대책 TF”를 구성·운영 중에 있음. 중장기적으로 쌀 생산능가 소득안정, 생산조정 제도화, 쌀 유통시스템 선진화 등에 쌀가공산업 육성을 포함하는 종합 대책을 수립·추진 중에 있음.
- 과거와 달리 추세적 과잉생산의 양정구조에 새롭게 등장하고 있는 소비환경과의 관계에 대하여는 더욱 미진한 수준임. 소득수준의 향상에 따라 소비자의 소비 욕구는 더욱 다양화되고 고급화되고 있고 소비자 소비패턴의 변화는 쌀 소비량 감소로 이어지고 있으며 한편으로는 간편식, Well-Being, LOHAS, 환경과 같은 새로운 소비 패턴을 만들어가고 있음. 소비자의 소비욕구를 면밀히 살펴보고 이에 부합하는 쌀 소비촉진을 위한 전략이 수립되어야 할 것임.
- 따라서 국내 식량수급을 위한 정책적 고려와 쌀가공산업의 활성화라는 산업적 측면 그리고 소비자의 소비패턴에 대한 소비자 환경적 측면 등 종합적인 접근을 통해 중장기적으로 쌀 가공산업의 발전방안의 수립에 기여코자 함
- 쌀은 우리나라에서 약 95%가 주식인 밥의 형태로 소비되고 있으나 사회 전반적인 서구화 현상으로 인한 식생활 패턴의 변화로 연간 쌀 소비량이 지속적으로 감소하는 추세로 쌀의 잉여문제가 심각한 문제점으로 대두되고 있다. 또한 가공식품 제조에 이용되는 쌀은 국내 생산량의 약 6%에 불과해 쌀 가공식품의 활성화를 통한 쌀 소비확대가 절실하게 요구되는 실정임
- 국내 쌀 소비 촉진을 활성화에 기여하며 쌀가루로 만든 가공제품의 품질을 향상시키는 연구의 일환으로 쌀가루를 제조하는 과정에서 쌀과 탄수화물, 단백질, 지방분해 효소를 물에 함께 침지하여 물리적 변성을 통한 쌀가루를 제조하고 이 효소처리 쌀가루를 이용하여 쌀 쿠키, 쌀국수, 쌀머핀, 쌀파운드케이크 등의 제품을 제조함으로써 품질특성을 조사, 두부에 쌀을 첨가하여 쌀 두부의 품질특성을 조사하고 쌀 가공제품의 고급화 및 가공적성을 향상 시키며 쌀가루 품질지표들을 파악하여 쌀가루 종류별 품질의 등급화 및 규격화를 실시하고자 한다.
- 우리나라 국민의 식생활 패턴의 변화에 의해 1인당 연간 쌀 소비량은 132.4 kg('80년)에서, 119.6 kg('90년), 93.9 kg('00년)으로 감소하였고 '09년 말에는 74.4 kg으로 계속 줄어들고 있음. 쌀의 수요량 감소에 따라 이월되는 재고의 문제로 경제적 손실이 크게 발생하고 있으며 이에 대한 대책 마련이 절실히 필요한 실정

- 현재 국내산 쌀 뿐 만 아니라 MMA 등을 통해 가격이 3배나 저렴한 수입쌀 30만 톤을 들여와 매년 국내에서 가공용으로 제공하고 있으나 현재는 10만 톤 밖에 사용되지 못하고 있으며 20만 톤은 재고미로 쌓이고 있는 실정
- 쌀을 많이 소비하는 일본의 경우 1970년대부터 쌀 생산 구조를 개선하는데 노력을 하여 전체 논 면적 (239만 ha)의 36%인 85만 ha에 사료용 쌀, 사료용 벼 등을 심거나 휴정 보조금을 지급해서 쌀 공급을 줄이는 정책과 함께 냉동밥, 레토르트 쌀밥 등 이외 쌀 가공제품 개발로 쌀 소비처를 연구해 오고 있는 실정
- 서구에서 쌀은 밀가루에 알러지가 있는 사람들을 위하여 밀가루의 대체할 수 있는 곡류로 이용되고 있다. 밀가루 알러지에는 설사, 복부경련, 가스 생성 등을 발병하는 셀리악 질병 (celiac disease)을 포함하며, 이는 밀단백질인 글루텐(gluten)중 gliadin에 기인하는 것으로 알려져 있다. 밀가루에 알러지가 있는 사람은 식단에서 밀가루 제품을 피하는 것이 권장되며 글루텐 단백질이 없는 쌀 제품에 대한 소비자의 관심이 증가
- 최근 쌀 가공 프리믹스 등을 통한 일류 기업에서의 쌀 가공 제품 매출확대 노력이 이루어지고 있으나 해당 제품군이 디저트류로서 매출 및 영역확대가 어려우므로 주식 개념의 쌀 가공 제품 개발 및 출시를 통한 쌀 가공 제품의 영역확대를 통한 쌀 소비 촉진을 유도하는 것이 바람직할 것으로 판단
- 쌀의 공급과 수요를 종합적으로 고려할 때 향후 일정수준의 공급과잉이 추세적으로 예상되고 있으며, 이를 극복하기 위해서는 공급측면의 다양한 정책과 더불어 쌀 소비를 진작시키기 위한 정책이 필요하며 그 일환으로 다양한 쌀 가공제품의 개발과 가공제품의 원료로서 쌀의 적합성을 높여 나가기 위한 적극적인 노력이 필요한 실정
- 최근 경제수준이 향상되고 식문화의 국제 교류가 활발해짐에 따라 우리나라 사람들의 식생활 습관 변화로 전통적인 밥 중심 식생활은 감소된 반면 서구화된 식사가 증가되고 있음 (Kang et al 2011). 또한 외식 및 패스트푸드나 인스턴트 음식의 섭취가 증가되고 있어 지방과 동물성 식품의 섭취가 증가하는 추세임. 이러한 식생활은 심혈관계 질환 등 만성질환의 발생 증가와 관련이 있어 문제점으로 부각되고 있음.
- 식생활 패턴이 서구화 됨에 따라 쌀 등 곡류소비의 감소, 육류 섭취의 증가로 성인병의 발병이 급증되고, 이로 인한 의료비 증가 및 삶의 질이 저하되고, 국민 건강이 위협받고 있음. 통계청에 따르면 심혈관질환은 전체 사망 원인 중 2위를 기록하고 있으며 심혈관질환의 위험인자는 이상지질혈증, 고혈압, 당뇨병, 비만 등으로 알려져 이를 관리하기 위한 다양한 대책이 필요한 실정임.
- 쌀의 영양, 기능성에 관한 연구로서는 탄수화물 급원으로서 쌀의 혈중 지질함량 감소 효과, 쌀에서 분리한 쌀단백질의 혈중 지질함량 감소효과, 쌀 추출물의 항돌연변인원성, 쌀 tocopherols의 항산화 효과, 쌀 phytosterol의 혈압상승억제 효과 등을 보고한 바 있음. 또한 미강유, 미강식이섬유를 중심으로 한 콜레스테롤 대사와 당질급원으로서의 당대사에 관한 연구가 발표되어 왔음. 현미를 발아시키면 r-aminobutyric acid(GABA)가 급격히 증가하여

혈압조절에 효과적인 것으로 보고되고 있고 홍국미는 체내 콜레스테롤 생합성을 억제하고 고혈압 환자의 혈압조절에 효과적이라는 보고도 있음.

- 지금까지 쌀의 기능성에 대한 국내 연구는 쌀에 함유되어 있는 기능성분의 분석, 성분 중심의 효능연구로서 주로 미강층에 존재하는 성분에 대한 효능이어서 밥을 직접적으로 대표 할 수 없는 애로점이 있으며, whole grain으로서의 연구가 부족하고 밥 또는 밥중심 식사에 대한 연구가 절실히 요구되고 있음.
- 또한, 국민들에게 밥의 영양에 대한 그릇된 인식을 불식하고 올바른 이해를 위해서는 밥의 기능적 우수성에 대한 객관적, 과학적 근거가 절실함. 특히, 고령화 사회에서 소비자의 식품 선택기준 중 매우 중요한 요소의 하나가 “식품의 기능적 우수성”이라 할 수 있음.
- 곡류의 씨눈은 곡류를 제분하거나 도정하는 공정에서 나오는 부산물인 미강으로 부터 분리 된다. 초임계 추출 기술은 높은 자본금을 필요로 하며, 처리량도 적고 배치형태로 작용한다는 문제점을 가지고 있다. 그러나 초임계 기술 중에 특히 이산화탄소는 경제적이고 폭발성과 독성이 없어서 안전할 뿐만 아니라 최종 산물에서 용매 제거과정이 생략될 수 있기 때문에 유기용매를 대체할 수 있는 물질로서 유용하다.
- 이러한 장점에 의해 환경과 건강 친화적인 기술을 선호하는 소비자의 기호에도 적합한 미래형 기술로서 많은 관심을 받고 있다. 실제로 이 기술이 적용된 예로는 커피에서 카페인 제거, essential oil이나 oleoresin 추출 등이 있다. 또한 팜유, 수수, 미강, 대두와 밀의 씨눈과 같은 식물 원료에 많이 함유되어 있는 토콜을 추출하고 농축하기 위한 기술로서도 응용하기 위한 노력이 행해지고 있다. 그러나 현재까지의 연구로는 상대적으로 높은 압력에서 적용되어 실용성이 부족하고 쌀눈에서 초임계 이산화탄소를 이용하여 토콜을 농축하는 방법에 대하여서는 연구된 바가 없다.
- 쌀을 주식으로 하는 우리나라에서 도정과정에서 필수적으로 배출되는 쌀 부산물은 연평균 150만톤 이상이 생산되고 있음. 벼를 수확하여 가공 포장 할 때 많은 양의 쌀알이 부서지거나 손상되어 파쇄미 등으로 배출되는데, 이는 전립미보다 저렴한 가격으로 파쇄미 자체, 또는 쌀 분말로 사용되어지고 있음. 쌀가공 부산물 중 미강은 영양적으로 우수함에도 불구하고 30% 정도가 미강유 제조에 사용되고 있을 뿐 나머지 70%는 사료나 비료 등의 저가치 물질로 이용되거나 농산 폐기물로 처리되고 있는 실정임. 이에 따라 본 연구에서는, 국내·외 쌀 부산물의 현황을 살펴보고, 향후 부산물을 소재화하기 위한 부산물 원료의 품질 특성을 측정하여 제품 개발을 가능하게 하며, 이를 통하여 쌀 가공업체가 다양한 원료를 선택할 수 있는 기틀을 마련하고자 하였음.
- 쌀의 품종 개발과 재배 기술 발달로 쌀 생산량은 증가(09년은 평년 생산량보다 7.7% 증가)하나, 서구화된 식습관으로 쌀 소비량 감소(성인 쌀 소비량은 95년에 106.5kg에서 09년 74kg)하여 쌀의 재고 증가함. 2015년 쌀 시장 완전 개방으로 국내산 쌀은 위기를 맞고 있고, 이의 대처방안으로 쌀 소비 촉진 및 가공산업 육성으로 쌀의 부가가치 향상이 요구됨.
- 쌀은 당질 함량이 높으며, 이외에도 여러 기능성분(tocols, oryzanol, phenolic compound)이 함유되어 콜레스테롤 저하·항산화·혈압 조절 효과가 있음.

- 하지만, 쌀의 이화학적 특성에 관한 연구가 대부분이며, 이에 관한 전임상 및 임상시험 결과는 부족한 실정임. 기존의 전북대학교 기능성식품임상시험지원센터에서는 쌀 뿐만 아니라 한식, 서양식을 이용한 임상시험이 수행되었으며, 내용은 다음과 같음.
- 이러한 예비연구 결과로서 한식은 성기능 향상 및 당뇨와 비만 등의 질환의 예방에 도움이 될 것으로 사료되며, 피험자 수 증가와 임상시험기간 연장을 통해 보다 장기적인 한식의 유효성 검증이 요구됨.
- 따라서, 위와 같은 임상시험 결과를 보았을 때 쌀의 우수성을 객관적, 과학적인 임상시험을 통해 증명할 수 있을 것으로 보이며, 밥 중심 식생활의 다양한 기능적 우수성을 제시함으로써 쌀의 부가가치를 높이고, 쌀의 소비를 촉진하여 우리나라 농업 발전에 기여할 수 있을 것으로 봄.

제3절 연구개발의 범위

- 쌀가공식품의 현황 및 산업여건을 분석함. 쌀가공식품산업의 이해를 토대로 쌀가공식품산업의 규모와 관련된 통계를 파악하고 쌀가공식품산업 관련 정부지원제도 등을 정리함.
- 쌀가공식품산업의 현황 및 지원제도 등 쌀가공식품산업 일반현황과 쌀가공식품산업의 발전과정에 대한 시계열적 분석을 수행함. 1986년부터 현재까지 쌀가공산업의 발전과정을 5단계로 구분하여 정부 정책의 변화과정과 가공용쌀 소비량, 쌀가공업체 수 등 통계자료를 토대로 분석하고 산업적 시사점을 도출함
- 쌀가공식품산업의 불안정성을 해결하고 안정성을 확보하기 위해 구조적으로 개선해야 할 부분과 동태적으로 관리해 나아가야 할 부분 등 정책적으로 제도화하고 준비해야 할 정책방향과 단위과제를 도출함. 또한 소비자의 쌀가공식품에 대한 소비자 인식 및 구입행태 등에 대한 연구를 병행 수행하여 정책적 시사점을 도출함
- 쌀가공식품가공업체 실태조사 결과를 토대로 분야별 조사결과를 분석하고 쌀가공식품에 대한 소비자 만족도를 조사하므로 정책적 시사점을 도출함.
- 쌀 및 유사 곡류 가루 제품에 오염 가능한 미생물 위해 요소 파악하고 각 미생물 위해요소별 정성, 정량 분석방법 확립, 제분용 원료 쌀별 오염 미생물 정량 분석을 통해 잠재적 위해 미생물 요소 결정 및 정성, 정량 분석방법 확립
- 쌀가루 제분공정별 위해 미생물 monitoring 실시용도별, 쌀가루 제분공정별 critical control point 설정, 각 공정별 위해 세균 오염 최소화 위한 최적 제분공정 조건 확립을 통한 쌀가루 제분공정 중 미생물 위해요소 monitoring과 최적 제분공정 조건 확립
- 용도별 쌀가루 제품의 저장기간 중 위해 미생물 증감 정도 monitoring, 용도별 쌀가루 제품의 저장기간 설정, 용도별 쌀가루 제품의 미생물 위해 요소에 대한 기준 및 규격 확립을 통한 용도별 쌀가루 제품의 저장기간 설정과 위해 미생물에 대한 기준 및 규격 확립
- 밥 및 밥중심 식생활의 기능적 우수성을 발굴하고 밥중심 식사와 건강 영양성과의 관련성을 분석함으로써 밥중심 권장식사패턴 개발함과 동시에 질환 맞춤형 밥중심 식생활을 실천하기 쉽도록 구체적인 식사패턴을 개발하고 이를 보급하기 위한 식단자료집을 제작함으로써 쌀의 소비 증대는 물론 국민건강 증진에도 기여하고자 함.
- 초임계 유체를 이용한 쌀눈유로부터 Vitamin E류의 분리 농축, 효소적 방법을 이용 쌀유래 policosanol과 conjugated linoleic acid (CLA)의 wax ester 합성, 효소적 방법을 이용한 쌀유래 policosanol과 docosahexaenoic acid(DHA)의 wax ester 합성 및 합성 policosanol-DHA 에스터의 산화 안정성
- 효소적 방법을 이용 Policosanol-DHA 에스터 합성 조건의 최적화하고 합성 policosanol-DHA 에

스터의 산화 안정성 조사후 고진공 증류법을 이용한 Policosanol-DHA 분리

- 침전 및 용매 분획법을 이용한 미강유 정제 부산물로부터의 오리지놀의 분리, 정제기술 개발
- 현미밥, 흰쌀밥, 빵류 등의 주식 섭취 후 혈중지질개선(혈당 및 인슐린 포함)을 확인하고자 함, 현미밥, 흰쌀밥, 빵류 등의 주식 섭취 후 변비/비만관련 biomarker 개선여부를 확인하고자 함, 탐색적임상시험을 통해 밥중심식생활의 기능적 우수성에 대한 객관적, 과학적 근거를 제시하고자 함
- 1차년차에 진행된 비임상시험 및 임상시험 결과를 활용하여 혈중지질개선, 변비개선 또는 비만개선 등의 적절한 목표 기능성을 설정하고 그에 관한 확증적 임상시험을 디자인하고 표준화된 식사 또는 식단과 연계하여 장기간 섭취 시 biomarker 개선여부를 확인하고자 함

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 연구동향

- 국내 쌀가공식품산업 관련 연구는 2008년 한국식품연구원(박종대, 장인석 외)은 농협중앙회 「쌀가공사업 진출을 위한 상품화 연구 및 사업화 전략」에서 쌀 가공식품 현황에 대하여 조사한바 있으며, 박동규(2010)는 「쌀가루 수요전망과 공장 건립 타당성 분석」에서 쌀가공식품산업 실태를 분석하고 가공식품용 쌀 소비량이 어떤 요인에 의해 결정되는 지를 계량적으로 분석한바 있음.
- 2010년에 장인석은 본 과제와 연계하여 한국쌀가공식품협회와 국내 쌀가공산업에 대한 「쌀가공식품산업 불안정성 진단과 해법」을 연구를 한바 있고, 「쌀 수출확대를 위한 기술사업화 전략 개발」에서 쌀 수출확대를 위해 해외(대만) 쌀 및 쌀가공식품 수출 상품화 전략에 대한 연구를 하였으며, 농림수산식품 및 쌀가공기업 연찬회에서 「2010 쌀가공식품산업 현황 및 발전방안」을 통해 쌀가공식품산업 전반에 대한 진단과 발전방안에 대한 연구결과를 발표하였으며, 「청립쌀 유래 가공제품 상품화 및 유통 마케팅 전략 수립」 연구를 통해 쌀 가공제품의 시장 중심 상품화 전략 및 유통 마케팅 전략에 관한 연구를 수행한바 있음
- 2011년에 장인석은 「2011 쌀가공식품산업 현황 및 발전방안」을 통해 2010년에 이어 최근 쌀가공식품산업 발전과정과 한계 등 쌀가공식품 전반에 대한 현황진단과 중장기 발전방안에 대하여 발표하였음
- 근래 들어 우리나라 식생활 패턴의 변화에 의해 국내 1인당 연간 쌀 소비량은 2001년 88.9 Kg, 2003년 83.2 Kg, 2007년 76.9 Kg, 2009년 74.4 Kg 등으로 계속 줄어들고 있음. 특히 인구증가에도 불구하고 쌀의 수요량은 늘지 않고 있으며 이월되는 재고량이 증가하여 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정임. 국내에서 소비되는 쌀은 95% 정도가 밥으로 사용되고 쌀 가공식품은 5% 이내에 불과한 실정으로 밥쌀용 외에 가공제품으로 소비의 필요성이 증가하고 있음. 그러나 이웃 일본은 쌀 생산량이 우리나라의 2배에 달하면서도 식량으로 사용되는 양은 83%, 가공량은 약 15% 정도이며 1976년 이후로 연구개발 되어 현재 가공밥류, 쌀 스낵류 등을 포함한 50여종의 다양한 쌀 가공식품이 100여개의 식품업체에서 제조 판매되고 있음.
- 맛별이 부부 증가, 외식 횟수 증가, 아침 식사 결식 횟수 증가 등으로 쌀 소비가 감소되고 있으며, 특히 월 1인당 결식 횟수는 20대가 4.5회로 가장 높으며 남자보다는 여자의 결식율이 높은 것으로 조사되어 밥 대신에 먹을 수 있는 쌀 가공품 개발 및 보급 대책이 필요함.
- 밀가루 식품의 대체 품목으로 국산쌀, 수입쌀, 재고쌀의 경제적인 효용성을 검토하여 소비자가 찾는 최종 쌀 가공제품 개발에 활용할 필요가 있음. 국제 곡물파동, 식량위기 등 급변하는 국내외 환경변화에 신속하게 대응하기 위한 장기적인 쌀 가공산업의 전략이 필요함.

자원과 국토가 적은 우리나라의 현실을 감안할 때 1차 산업의 비중보다는 부가가치를 생산할 수 있는 2차 가공품, 3차 문화서비스 산업의 경쟁력을 확보하는 것이 중요함.

- 쌀 가공식품으로 소비되는 '07년 22만톤 수준의 쌀 소비량 및 약 1조원 규모의 시장을 '15년까지 70만톤 수준의 4조원 규모 시장으로 확대하기 위하여 부가가치가 높은 다양한 쌀 가공제품 개발이 필요함
- 쌀 가공식품 시장 확대에 대한 공감대는 정부의 쌀 가공산업 활성화 방안 발표와 더불어 확인할 수 있으며, 정책 발표 요지인 국내 쌀 가공식품 4조 시장 창출을 위한 기반 R&D 연구사업으로 최종 제품 개발에 적합한 용도별 쌀가루의 제분특성 및 물성증진 기술, 효율적 대량생산 기법 및 기기 국산화 방안, 품목별 표준품질지표 확립 및 표준 공정 개발 등이 요구됨.
- 국내 현황은 태평양물산, 라이스텍, 대두식품, 순쌀나라 등의 주 생산업체 외에 최근에는 연간 2만 4천톤 생산능력의 대선제분도 '08.10월 이후 쌀 30% 첨가한 삼양 쌀라면에 처음으로 쌀가루를 제공하고 있으며, 강점인 유통망을 활용하여 가공식품 다양화에 기여할 것으로 생각됨. 또한, 위의 국내 4사의 쌀가루 생산량 합계는 2007년 약 3,400여톤에 달하며, 한국 쌀가공식품협회에서 제공하는 가공용 쌀을 사용하는 기타 업체들을 감안하면 약 48,000여톤 이상의 시장으로 추정되고 있음.
- 쌀가루를 이용한 가공품의 가장 큰 문제점은 밀가루를 이용한 케익류와 비교하였을 때, 가공 후 쌀 전분의 고유 특성인 노화 진행 속도가 빠른 현상이 있었다. 실제 경시변화 결과 쌀케익의 보습력이 떨어져 경도가 증가하는 현상이 발생 따라서 이러한 쌀가루의 단점을 보완할 연구가 필요함. 가루의 단점을 보완하고자 다양한 전분류, 검류 첨가를 통해 습식쌀가루의 반죽 물성 테스트를 실시하였으며 최적 배합조건을 도출하고자 하였음
- 쌀가루는 체내에서 소화 용이한 장점이 있으나 밀가루에 비해 가공적성이 떨어지므로 단독으로 사용하는 것보다는 전분류, gum류, 효소, 유화제, 호화쌀가루 등을 첨가하여 반죽을 형성시켜 물성을 향상시키는 것이 좀 더 나은 것으로 연구된 바 있음
- 쌀로 만든 스낵이나 크래커와 관련된 논문을 찾아 본 결과, 다양하게 연구가 진행되어 있지 않았다. 대신 최종년도에 시생산할 제품과 연관이 있는 연구내용들로서 일반 쌀크래커, 구운과자의 조직감, 배합에 사용될 수 있는 특수 전분류, 글루텐 프리 크래커와 관련된 것들이 있다.
- 국내산 쌀생산량의 변이성과 한정된 과자류 매출비중에서 쌀을 이용한 비스킷 제품을 개발하여 밀가루 대체 쌀가공 제품기술의 산업화 목적에 부합하도록 해야 한다.
- 더욱이 국내 소비자의 구매욕구가 다양해지면서 프리미엄 제품에 대한 관심도 덩달아 증가하고, 특히 프리미엄제품의 상위개념에 대한 욕구로서 whole grain 형태의 과자에 대한 관심이 아주 커지고 있다. 덜 가공된 자연의 원료 그대로를 강조한 제품을 선호하고 있으며, 구운 스낵타입의 과자의 매출 역시

성장세에 있다. 프리미엄 제품이라면 기존 과자와 비교하여 맛이 밋밋하더라도 구입의향이 있다고 한다. 그리고 통곡물 중에서도 쌀, 옥수수, 타피오카, 귀리 등과 같은 곡물들을 선호하는 것으로 나타나 쌀을 이용한 구운 스낵형 과자의 개발이 향후 더욱 증대될 것이다(The world of food ingredients. 2011. SEP 11).

- 아직 까지 우리나라의 경우 쌀을 활용한 가공식품의 핵심 기술 개발은 많이 미진한 상태이다. 이는 물론 관련 시장의 성장 및 트렌드 변화에 따라 향후 얼마든지 개선되어질 부분으로 판단된다. 향후 국내 쌀가공 편의형 시장은 일본과 마찬가지로 주식 형태의 제품이 시장 내 성장을 할 가능성이 상당히 높다. 이 에 맞춰 원물의 품질을 제어 할 수 있는 원천 기술부터 최종 완성 단계의 기술 확보가 향후 쌀가공 식품 시장 내 상당 부분 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.
- 2007년 하반기 이후 세계 곡물가 급등, 수급 불안으로 밀가루 원가 상승에 대한 압박을 받고 있고, 이러한 경제 여건은 계속될 것으로 여겨져 밀가루를 사용하는 업계에서는 이를 대체할 필요가 요구되고 있었다. 또 가정뿐만 아니라 패스트푸드업계의 건강 지향적이고, 프리미엄급 메뉴 개발, 에스닉 푸드의 확산으로 국내산 농산물을 이용한 제품에 대한 선호도가 급증하고 있어 이에 관한 체계적인 연구가 필요하였다. 2008년도 국내 총 쌀 생산량은 491만톤으로 평년작(457만톤)보다 증가된 반면, 1998년 122.2kg 이었던 1인당 쌀 소비량이 2009년에는 74.4kg까지 줄어들었다.
- 한편 된장은 연간 700억대의 시장 규모로 가정내 사용 비율이 35%대로 고추장 시장에 비하여 낮으나 일본식 미소 된장에 익숙해져 있는 소비자 층을 우리만의 차별화된 쌀이 첨가된 프리미엄급 된장 개발로 소비자 시선을 끌 수 있고, 레토르트 시장의 주력 품목인 카레, 짜장 등의 경우 2000년도 레토르트 전체시장의 58.6%에서 207년 22.7%로 그 비중이 감소되어 소비자들이 다양한 맛의 제품을 요구하는 경향이 강해지고 있었다. 이외에 급속한 노령화와 건강에 관심이 많은 소비층을 대상으로 국내산 쌀이 첨가된 제품 개발은 이들 시장이 더욱 확대될 것으로 여겨져 쌀 가공 식품에 대한 관심을 가지게 되었다.
- 쌀 가공 제품에 대한 국내 연구 현황은 86년부터 농촌진흥청 연구기관과 한국식품개발연구원을 주축으로 많은 연구가 시작되어 쌀국수, 쌀냉면, 쌀쫄면 등은 쌀가공업체에서 시판되고 있다. 이외에 쌀라면, 증숙면, 즉석비빔국수 등의 면류와 즉석 건조쌀밥, 스프가 첨가된 즉석고기덮밥, 즉석쌀죽 등이 있고, 음료의 경우 즉석 식혜, 쌀요구르트, 즉석 미숫가루가 있으며 현미 후레이크, 청결미, 알파미분, 쌀고기 등이 주요 개발 품목이었다.
- 국내 쌀의 영양, 기능성에 관한 연구로서는 주로 탄수화물급원으로서의 당질에 관한 연구와 미강을 중심으로 한 연구가 보고되고 있음. 본 연구팀은 쌀단백질을 분리하여 고지방식을 섭취한 흰쥐에게 급여한 결과 혈액 및 간장중의 콜레스테롤 함량을 감소시킬 뿐만 아니라 중성지방도 유의하게 감소시키는 것으로 보고한 바 있으며 또한 쌀단백질의 가수분해물은 혈압상승관련효소인 ACE의 활성을 저해하는 것으로 보고하였고 쌀 추출물에는 항돌연변인원성이 있는 것으로 보고한 바 있음.
- 또한 쌀에는 다양한 기능성분 예를 들면, tocols, phenolics, phytosyerol, r-oryzanol등이

함유되어 있고, 이는 도정 정도에 따라 다르다고 보고한 바 있으며, 이들 유용물질을 분리하여 생체내 항산화능 및 혈압상승억제효능이 있음을 보고한 바 있음.

- 벼 품종에 따른 미강에 대한 추출 온도를 달리하여 70% 에탄올 추출물의 항산화 성분을 추정하여 최적의 기능성 성분을 활용할 수 있는 추출 온도를 제공함으로써 도정 부산물의 최적 추출조건 및 품종별 쌀의 기초 자료를 제공하기 위한 추출온도에 따른 국내 벼 품종 미강의 항산화 활성 비교(이정희, 2013)에 관한 연구가 발표되었음.
- 흑미 미강 쿠키의 항산화활성 및 품질특성(주신윤, 2012)에서 흑미 미강 분말을 첨가한 쿠키는 기호도 증가와 총 페놀함량, DPPH 라디칼 소거능이 증가하여 쿠키의 가치를 높일 수 있었으며, 7% 흑미 미강 분말의 첨가가 가장 적합한 것으로 관찰되었음.
- 우리가 주식으로 사용하는 쌀은 대부분 백미 상태로 판매·소비되며, 정백미의 품질을 향상시키기 위해 12분도까지의 도정 과정을 거치게 된다. 벼에서 쌀로 도정되는 동안 미강은 물론 쌀눈이 대부분 떨어져 나간다. 이렇게 버려지는 쌀눈과 미강에서도 쌀에서는 부족한 영양 성분들이 존재한다는 사실이 알려지면서 현미나 발아현미, 미강유, 쌀눈이 포함된 쌀 등이 제품으로 출시되고 백미와 함께 섭취하도록 권장되었다. 그러나 제품이 한정되어 있고 크게 상품화 되지 않았으므로 쌀눈과 미강은 아직 버려지는 양이 대부분이므로 이를 잘 활용하기 위한 연구들이 계속 되고 있다.

제2절 해외 연구동향

- 해외 쌀가공식품산업에 대한 연구자료는 해당 국가의 산업동향 및 현황분석에 대한 연구에 국한되는 수준임.
- 일본의 경우 우리와 비슷한 농업환경에 처해있어 쌀가공산업에 대한 다양한 정부 쌀가공식품육성 정책들이 시행되고 있으며 이는 식생활변화와 가공용 수요 변화 등 시장 변화에 쌀생산이 적절히 대응하지 못하여 식량자급률이 저하되고 있는데 주 원인 있는 것으로 파악됨. 문제를 해소하기 위해 일본 정부는 논의 60%를 밥쌀용 쌀 재배에 활용하고 나머지는 밥쌀용 쌀 이외의 작물을 생산하는 방안을 추진하고 있으며. 쌀가루 이용 촉진을 위하여 수입밀의 10%인 50만 톤을 쌀가루로 대체하는 사업을 추진하는 R10 JAPAN PROJECT를 시행하고 있으며 정부 정책의 핵심은 쌀 농업인, 제조업자 등의 제후를 통해 생산·유통·가공 등의 비용을 최소화하여 경쟁력 있는 상품을 공급할 수 있는 체계를 수립하도록 유도하는 것에 있음¹⁾.
- 국제 곡물 가격 상승에 따른 국내 곡물시장 동향을 살펴보면, 한국의 농산물 수입물량은 '02년대 이후 2천 500만톤 내외, 수입금액은 '05년을 예외로 지속적으로 상승하는 추세임. 최근에는 세계 곡물가격의 급등으로 빠르게 증가 추세임. 한국은 세계 5위의 곡물 수입국이며 곡물 자급률이 쌀을 제외 시 5% 미만으로 식량안보 문제 심각함.
- 쌀이 주식인 우리나라와 아시아 대부분의 국가에서 최근 쌀 가공식품의 개발이 활성화되고 관련 시장이 확대되면서 중소기업 중심으로 생산되었던 쌀 제품에 대한 원료 쌀가루 가공특성이 중요한 핵심 기술로 평가받기 시작함.
- 쌀은 다른 식량작물과 달리 먹고 남는 양만 내다파는 시장특성을 지녀 세계생산량의 3~4%만 거래되고 있음. 자포니카는 더욱 거래량이 적어 기후변화에 즉각적인 영향을 받음. 1980년에 냉해가 심해 큰 흉년이 들어 쌀 수급에 어려움을 겪은 적이 있으며, 일본도 1994년 쌀 흉년이 들어 큰 곤욕을 겪기도 했음.
- 국제 곡물가격 파동으로 식량 자급율이 낮은 우리나라는 쌀의 중요성이 다시한번 부각되며 다양한 쌀 제품의 개발 필요성이 제기됨. 특히 수입밀 대체용 식품개발은 자급율이 높은 국내 쌀 활용기술 개발을 요구하고 있으며, 이를 위해서는 우선적으로 쌀가루 원료 가공기술 개발 및 품질규격과 기준에 대한 지표 설정이 시급함.
- 쌀이나 쌀밥 내 잠재적 위해 미생물 요소들을 연구한 10여 편의 연구논문들이 보고되었음 (Int J Food Microbiol 2009 Jan 128(3) 460-6; Food Microbiol 2009 Feb 26(1) 27-31; Int J Food Microbiol 2007 Apr 115(3) 319-24; J Appl Microbiol 2006;100(1) 7-14; Int J Food Microbiol 2005 Jan 98(1) 23-34; Commun Dis Public Health 2002 Dec 5(4) 289-98; J

Food Prot 2000 May 63(5) 620-4; J Food Prot 1999 Aug 62(8) 877-82; Int J Food Microbiol 1994 Sep 23(1) 35-53; Mycopathol Mycol Appl 1971 Jan 43(1) 61-4)

- 밀의 경우, 밀과 밀가루의 위해 미생물 요소들이 현재까지 일부 제한적으로 연구 보고되었음(J Food Prot 2004 Apr 67(4) 772-80; Int J Food Microbiol 2003 Aug 85(1-2) 137-49; Ann Agric Environ Med 2003 Jul 10(2) 223-7)
- 상기 연구에서는 mesophilic bacteria, *Bacillus cereus*와 *B. thuringiensis*, 대장균 및 대장균군, 효모 및 곰팡이 등으로 구분하여 쌀이나 밀 내의 잠재적 미생물 요소들을 monitoring 하였음. 그러나 쌀가루 (특히 습식 쌀가루)의 경우, 위해미생물에 대한 연구는 거의 전무한 실정임
- 최근까지 해외 savory snack 시장은 미국을 중심으로 압출형태의 스낵과 콘칩류의 소비량이 절대적이며 그 뒤를 bundle형태의 칩과 구운 스낵 및 프렛첼이 따르고 있다. 그리고 savory snack 시장 중에서도 가장 큰 카테고리인 정통 감자칩에서 향후 bread 칩, 기타 곡류, 서류, 두류를 이용한 칩류, 크래커와 스낵을 융합시킨 형태의 제품이 성장할 것으로 예상하고 있다. 아시아 컨셉 트렌드로서 식감적인 부분에서 가볍고 puff 타입의 제품, 달콤하고 짭짤한 스틱형태, 쌀크래커, 크래커의 형태에 스낵의 식감을 가진 혼합형 쌀과자 등에 대한 제품이 주목받을 것이다.
- 일본에서 가공용으로 사용되는 쌀은 주종용 약 35%, 모찌용 약 16%로 가공용 쌀의 절반 정도를 차지하는 것으로 보고되고 있다. 그 외 가공용 쌀은 미과류, 가공밥류, 쌀가루 그리고 쌀미소 순으로 사용되고 있다. 특히 편의형 제품군 중 가장 큰 시장을 차지하고 있는 가 곡밥류 시장은 냉동밥류(볶음밥 중심) 및 무균포장밥 제품군이 중심이 되어 소폭이지만 지속적인 성장을 이루고 있다. 특히, 무균포장밥의 경우 시장 출시 후 지속적인 성장세를 나타내어 일본 주식 시장 내 매우 큰 포지션을 차지 하고 있다고 판단된다.
- 무균포장밥은 볶음밥, 주먹밥 형태의 냉동밥과는 다르게 쌀과 취반수만 첨가되어 맨밥 쌀 제품으로 판매되고 있는 실정이다. 무균포장밥의 핵심기술은 무균화 설비이며, 용기에 쌀과 취반수를 첨가 후 취반하면서 무균화 공정을 거쳐 제품의 안전성을 확보하는게 매우 중요한 기술로 볼 수 있다. 현재 국내에서는 CJ, 오뚜기에서 이러한 가공 설비를 투자하여 무균포장밥을 개발, 시판하고 있다. 이러한 무균화 기술은 맨밥 뿐만 아니라 흰쌀 죽에도 적용이 가능하여 소스와 복합 형태로 구성 되어진 제품의 경우 무균화 설비를 통한 죽제품도 개발되어 있다.
- 한편으로는 무균포장밥과 함께 큰 시장을 차지하고 있는 냉동밥의 경우도 많은 기술이 개발되어 제품에 적용이 되고 있다. 냉동밥은 무균포장밥과 다르게 쌀뿐만 아니라 다량한 고형물의 첨가가 가능하여 일체형 주식으로서 기능을 가지고 있다. 일본에서는 냉동밥으로서 대부분 볶음밥 형태로 제품이 출시되어 있으며, 일부 오니기리 형태의 제품도 판매되고 있다. 특히 일본의 냉동볶음밥의 경우 국내 제품과는 다르게 실제로 쌀을 취반한 후 고형물과 유지 원료를 혼합하여 로터리 쿠키(rotary cooker) 설비를 활용하여 볶은 기술을 적

용하고 있다. 이럴 경우 단순히 혼합 후 개별 냉동하는 것보다 훨씬 더 볶음취를 구현할 수 있어 품질이 향상될 수 있을 것으로 판단된다. 이처럼 일본의 경우 냉동밥 및 무균포장 밥 제품에 적용되는 기술 및 설비개발에 집중하여 쌀가공 편의식 제품의 품질을 향상하는

- 중국의 쌀 생산량은 2008년 191,896천톤, 2009년 195,103천톤, 2010년 198,728천톤으로 계속 증가 추세이며 중국 주요 쌀 생산지역은 호남성과 강서성이 전체 생산량의 10%이상을 점유하고 있다(중국농촌통계 연감, 2008. 09, 중화양식망 2010년 예측수치). 중국 1인당 쌀 소비량은 소비 증가와 생산량 증가에 따라 1980년대까지 급격하게 증가하였으나, 중반 이후 곡물 소비는 감소하고 반면 육류와 과채류의 소비 증가가 증가하고 있는 추세이다. 즉 1인당 쌀 소비량은 1980년 118.5kg, 1990년대 111.6kg, 2000년대에 들어서 106kg, 2003년 102kg, 2006년 97kg, 2007년 98kg으로 점차 감소하고 있다고 보고되었다(김경민의 2010. 12). 북경 도매시장의 쌀 가격은 2011년 9월 kg당 4.52-4.5위안으로 2009년 대비 평균 30% 이상 증가하여 가격이 계속 증가하고 있으며, 중국 쌀은 한국, 북한, 일본 등 주변 국가에 가장 많이 수출을 하고 있다. 반면에 중국은 태국, 베트남에서 수입량의 약 99%을 수입하고 있다(중국농촌통계 연감, 2008. 09, 중화양식망 2010년 예측수치).
- 한편 상해 현지 쌀 가공 제품을 조사한 결과, 다양한 쌀 가공 제품은 대부분 일본에서 수입산 쌀과자류와 국내에서 수입한 쌀국수, 쌀이 첨가된 스프, 쌀 떡 믹스 등이 그대로 수입되어 판매되고 있었다. 중국산 제품으로는 쌀과자가 대부분으로 개별 포장후 대형 포장한 제품은 17.50-19.89 위안/한봉지 원으로 환산하면 3,500-4,000원 가량으로 판매되고 있고, 쌀국수의 경우 12.80-19.80위안/kg 가격으로 판매되고 있었으며, 이외에 우리의 동동주 형태의 술이 플라스틱 용기, 병 포장 등으로 대형 매장에서 판매되고 있었다.
- 2008년 기준으로 일본의 가공 쌀밥은 25-30만톤, 쌀과자 생산량은 연간 20만톤, 포장 모찌는 약 5만톤 수준을 유지하고 있으며, 미분용 쌀은 2009년 10-12만톤 수준에서 2011년 25만톤 생산되었다. 일본의 경우 우리와 마찬가지로 식생활의 변화로 1인당 쌀밥 수요의 감소가 계속되어 쌀 가공 식품 개발과 쌀을 이용한 식품소재에 관한 개발이 요구되고 있다. 현재 쌀가루 빵, 쌀가루 스넥, 케익, 쌀가루 함유 인스턴트 라면 등의 쌀가루 이용 제품 판매하고 있고, 학교 급식으로 밥 대신 빵 등의 공급으로 밀가루 대체 쌀빵의 수요가 증가하고 있는 추세이다.
- 일본 쌀의 유통구조를 보면 2010년 기준으로 출하 판매되고 있는 쌀 636만톤은 4단계로 나누어 유통되고 있는데, 첫 번째 농업협동조합(농협)으로 390만톤이 출하되고 이중 303만톤 전국농협협동조합회, 경제농업협동조합연합회로 판매 위탁해서 판매업자 289만톤 주식용 가공업자 등에 14만톤이 유통되고, 390만톤중 87만톤이 소매(13만톤), 도매(64만톤), 외식(2만톤), 일반 소비자(7만톤) 등에 판매가 되고 있다. 두 번째 전국주식집협동조합연합회로 21만톤이 유통해서 이중 8만톤은 전집연판매위탁과 14만톤은 전집연계업자판매로 유통되어 소비되고 있다. 세 번째 기타 업자가 59만톤을 직접 최종 소비자에게 유통 판매하고, 네 번째 생산자 직거래로 165만톤을 소비자까지 유통 판매하고 있다(藤田 あおい, 2012. 쌀 농업사업화의 방향성, Nomura Research Institute).
- 국외에서의 쌀의 영양에 관한 연구는 주로 미강유, 미강식이섬유를 중심으로 한 콜레스테롤 대사와 당질급원으로서의 당대사에 미치는 영향에 관한 연구가 발표되어 왔음. Kahlon등

은 고콜레스테롤 혈증 햄스터에게 미강을 주어 3주간 사육한 결과 혈중 및 간장에서 콜레스테롤 저하효과가 현저하였다고 보고하고 있고 Sharma와 Rumiki은 미강유가 흰쥐에 있어서 고지혈증 개선효과가 있다고 보고하였음. 또한 미강유의 고지혈증 개선효과도 보고되어 있음.

○ 또한 Crapo등은 쌀밥은 서구식사의 탄수화물 급원인 타 빵, 감자들과 비교해 볼 때 식후 혈당상승억제에 효과적이라고 보고하고 있음. 현미를 받아시키면 r-aminobutyric acid(GABA)가 급격히 증가하여 혈압조절에 효과적인 것으로 보고되고 있고 홍국미는 체내 콜레스테롤 생합성을 억제하고 고혈압 환자의 혈압조절에 효과적이라는 보고도 있음. 쌀에는 미백, 피부보습기능이 있는 것으로 보고되어 있음.

○ 미국 노스캐롤라이나 듀크대학교 의과대학에서 라이스 다이어트 프로그램으로 쌀을 활용한 체중조절 프로그램을 적용하였을 때 체중이 크게 감량된 것으로 보고됨(Song 2004). 건강한 성인에게 쌀밥과 감자, 식빵 등을 섭취한 후 혈당 및 인슐린 반응을 확인한 결과 쌀과 옥수수 가장 낮은 혈당 증가를 보임(Crapo et al. 1977).

○ 밥중심의 전통식 식사 그룹과 빵, 면, 피자 등의 섭취가 높은 그룹을 비교한 결과 에너지, 지방과 콜레스테롤 섭취가 전통식 식사 그룹에서 낮게 나타남(Song et al. 2005). 하지만 지나친 탄수화물의 섭취는 혈중 콜레스테롤을 증가시키는 것으로 알려져 전통식 식사패턴에 전곡류, 과일, 계란, 생선, 우유 등의 다양한 식품을 함께 섭취하는 것의 중요성이 강조됨(Song & Joung 2012).

○ 20세기 초반에 운동수행 시 탄수화물의 중요성이 인식되었으며 Christensen & Hansen (1939)이 탄수화물의 섭취가 지구성 운동수행에 미치는 효과가 제시되었음. Hultman & Bergstrom (1967)이 근생검법 (muscle biopsy)을 이용한 연구에서 운동 전 근글리코겐의 저장량이 지구성 운동수행 능력의 중요한 요인이라고 보고하고 있음. 즉, 장시간 운동수행 시 탄수화물은 중요한 에너지로 인정받고 있으며, 적절한 탄수화물의 섭취는 지구성 운동수행 능력을 향상 킨다고 보고되어 있음 (Coggan & Coyle, 1988; Karlsson, Nordesjo, & Saltin, 1974; Sherman et al., 1989).

○ 식사패턴은 단일 식품 섭취 측면이 아닌 음식의 조합인 식사의 경향을 설명할 수 있어 최근 만성질환 또는 건강과의 관계를 파악하는데 의의가 있는 것으로 알려짐.

○ 지중해식 식사패턴은 채소, 콩류, 과일, 견과류 등 다양한 식물성 식품 위주의 식단으로 정제하지 않은 곡류, 중등도의 생선, 소량의 유제품 섭취 등으로 특징지어짐(Willet 등 2006). 이러한 지중해식 식사패턴은 심혈관계질환 및 암의 예방에 도움이 되는 것으로 알려져 건강한 식사패턴의 모델로 인정받고 있음(Serra-Mageim et al. 2006).

○ Prudent diet는 과일, 채소 및 전곡류를 많이 섭취하는 식사패턴으로 붉은 육류, 청량음료,

정제된 곡류, 감자튀김을 많이 섭취하는 식사패턴인 western diet에 비해 대사증후군의 발생이 낮게 나타난 것으로 보고됨(Lutsey et al. 2008).

- DASH diet는 채소, 과일, 저지방 유제품을 충분히 섭취하며 육류, 설탕 등의 음식을 적게 섭취하도록 하는 식사패턴임(Sacks 등 2001).DASH diet는 고혈압과 대사증후군의 발생률을 낮추는데 효과가 있는 것으로 보고됨(Azadbakht et al. 2005).
- 국민건강영양조사 자료에서 한식 식사패턴지수를 적용하여 한국식 식사패턴과 질병 위험성을 평가한 결과 한식 식사패턴지수가 높을수록 식품 섭취의 다양성이 증가되며 식사의 질이 높아지는 것으로 보고됨. 한식 식사패턴 지수가 높아질수록 복부 비만의 발생 위험이 감소되었으며 고지혈증 및 고혈압의 위험도가 낮아지는 것으로 나타남(Lee 2010).

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1핵심[1-1세부]

제 1장. 사이클론 밀을 이용한 멥쌀의 분쇄조건 및 품질특성

제 1 절. 쌀가루 제조 적용 설비 분석 및 Lay-out

1. 분쇄 및 실험 조건

가. 쌀가루 제조를 위한 사이클론 밀 분석

사이클론 밀은 건식 기류 분쇄기이며, 고속 회전 밀과 제트 밀의 중간 특성이 있으며, 분쇄 메커니즘은 공기 등의 매체에 분쇄된 입자들의 충돌에 의한 충격, 마쇄, 전단 등의 분쇄공정이 포함되어 다양한 메커니즘으로 각각 사용용도에 적합하도록 쌀가루 제조가 가능하다. 구조는 서로 마주보는 두 개의 임펠러를 정방향 또는 역방향으로 고속회전 시킴으로써 유체 전단력을 형성하는 방식이며, 특징은 Contamination(오염, 혼합 등)이 적다 즉, 임펠러 회전속도 및 간격에 의한 공기 매체속에서 발생하는 입자들의 충돌에 형성되는 전단력을 이용하기 때문에 가공 공정 중 주변기기와 접촉이 거의 없음. 따라서 오염이 적고 순수 분말 소재를 제조에 적합할 것으로 판단되었다. 또한 건식-반습식- 습식 물성 및 다양한 경도 조건을 가진 시료의 미분쇄가 가능하고 밀 본체가 블로어 흡입력, 임펠러 회전수, 간격 등으로 분급 능력 가지고 있어 별도 분급기가 필요 없는 간단한 구조로 설계 및 제작이 가능하다. 분쇄시 냉각 및 오일을 순환함으로써 자체 발열이 적고 분쇄 시료의 변질이 최소화로 고품질 생산이 가능할 것으로 여겨지며, 따라서 쌀가루 제조설비도 저 탄소 녹색기술의 방향으로 개발 및 설계가 가능하리라 판단된다. Fig은 1은 분쇄 공정과 원리를 나타내었고, Fig 2는 본 연구수행에 사용된 공정과 설비를 나타내었다.

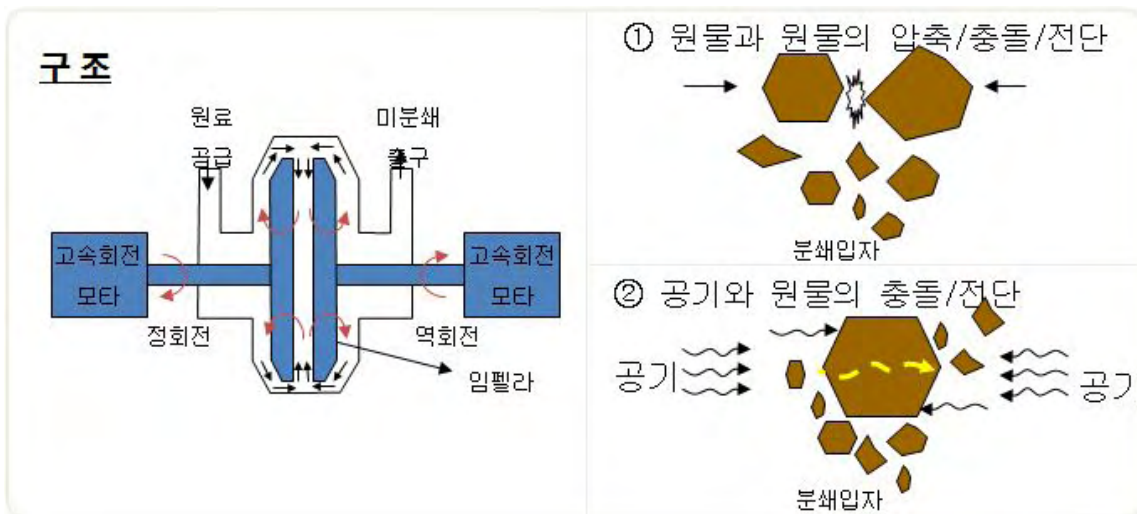


Fig. 1. 사이클론 밀의 분쇄 공정 원리



Fig. 2. 본 연구수행에서 적용된 쌀가루 제조공정 및 설비

나. 건식 및 습식 분쇄의 work index 상당수와 평가 입자경의 관계

건식 및 습식 분쇄에 의한 워크 인덱스(분쇄 일량 지수-분쇄의 어려움) 다양한 인자에서 비교하면 습식이 건식보다 낮은 값을 나타내었고 분쇄성이 향상된다는 것을 알 수 있었으며, 건식분쇄와 습식 분쇄 모두 20 m 부근까지는 분쇄 저항이 일정하지만 이하에서의 미립화가 어려운 것으로 분석되었다. 따라서 충격, 마쇄, 전단 등의 복합 공정과 건식, 반습식, 습식이 가능한 사이클론 밀 방식이 적합할 것으로 판단되었다. 또한 건식 및 습식 분쇄 소비 에너지 비는 $20\mu\text{m}$ (700mesh) - 수 μm 보다 큰 입도 범위에서는 차이가 없으나 습식이 건식에 대한 분쇄 효과가 시료 입도에 따라 변하는 이유는 취성 파괴에서 취성 파괴+변형파괴로 다시 변형파괴로 전도되는 과정에서 미분 영역에서 입자의 소성(열, 압력, 온도, 강도 등)이 변형되기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 건식분쇄 대비 습식분쇄의 에너지 효율은 20~30% 개선되는 것으로 여겨지며, 이 결과 분쇄 방식과 함께 시료의 초기 조건도 매우 중요함을 알 수 있었다. 또한 초미쇄 입도를 얻기 위한 설비 보다는 오염이 적고 운전이 간단하면서 다양한 소재 생산이 가능한 분쇄 메커니즘 즉, 분산작용, 분쇄매체 품질 손실 최소화, 다양한 원곡 처리 등의 분쇄 조건의 제어가 가능한 설비로 판단된다. 본 연구 결과는 건식 및 습식 분쇄의 work index 상당수와 평가 입자경 관계 및 건식 및 습식분쇄에너지의 비와 평가 입자경의 관계를 나타낸 Fig 3, 4와 같이 유사한 결과를 나타내었다.

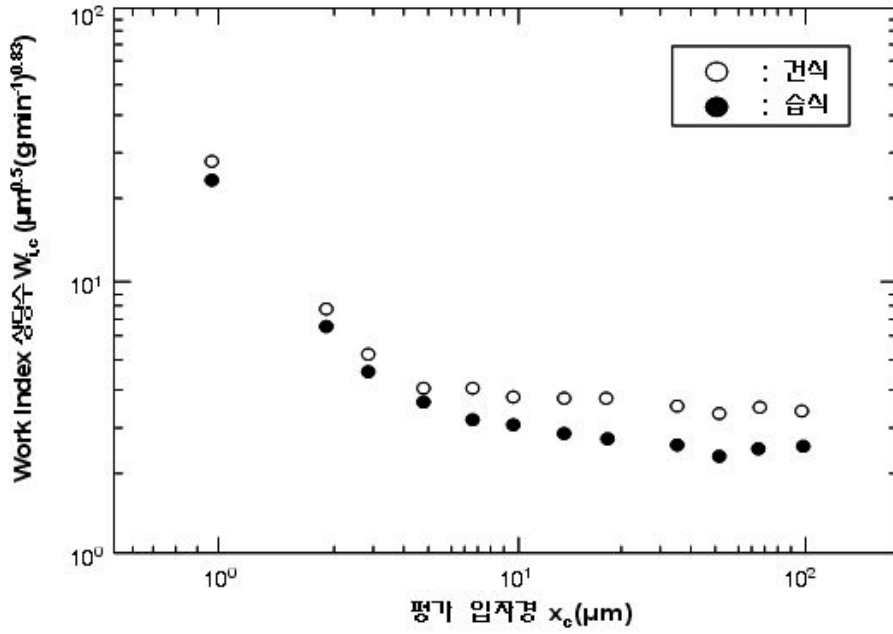


Fig. 3 건식 및 습식 분쇄의 work index 상당수와 평가 입자경 관계

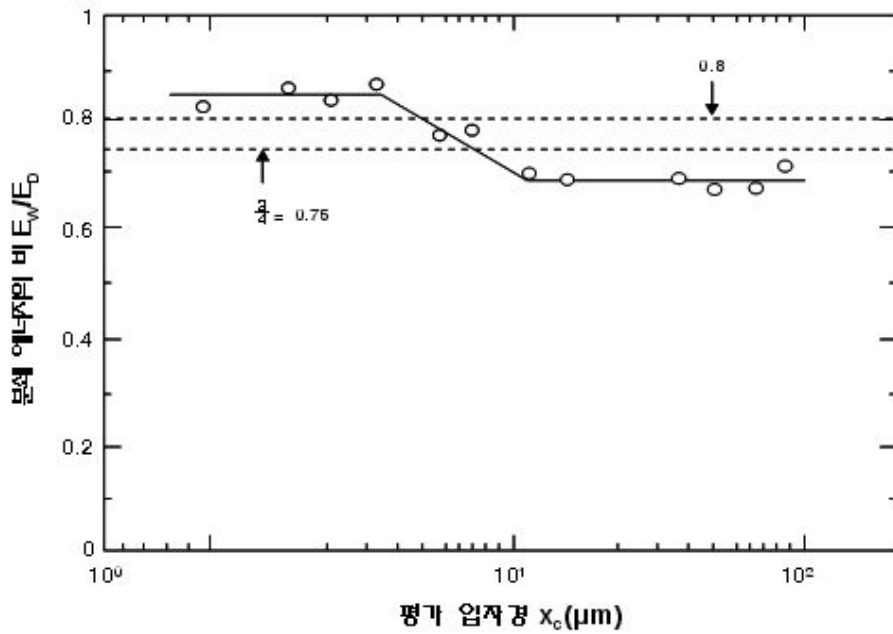


Fig. 4 건식 및 습식분쇄에너지의 비와 평가 입자경의 관계

다. 분쇄 장치 작동시 발생하는 온도변화

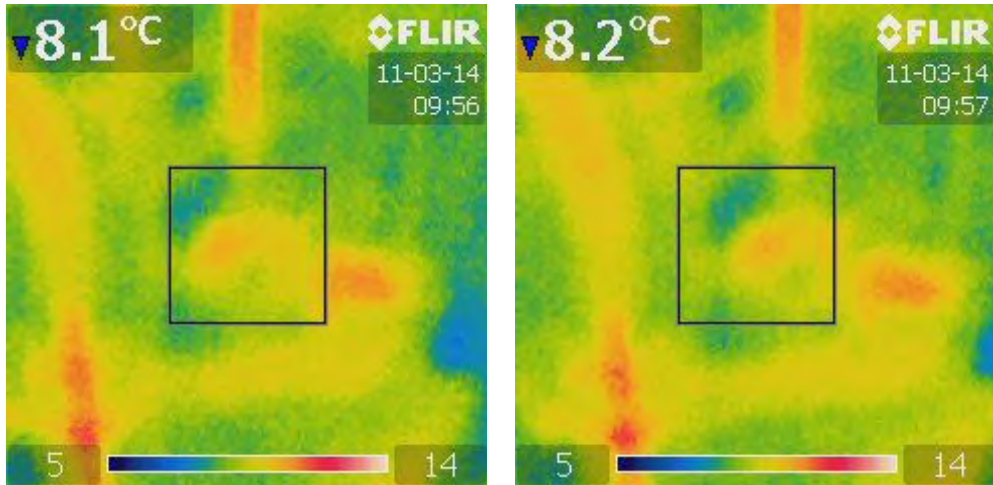
쌀가루 제조시 설비와 가장 밀접한 인자 중 운전 중 열에 의한 변성이다. 특히, 쌀의 경우 전분 손상에 있어서 충격에 의한 변화보다 과열에 의한 손상변화가 큼으로 본 연구 수행을 위해서 개발하고자 하는 쌀가루제조설비는 과열 방지장치 설계와 이를 냉각할 수 있는 순환시스템을 구성하였다, 특히, 임펠러 및 회전축에 의한 열 발생을 최소화 하기위해 임펠러 부분은 냉각수 순환 장치로 설계하였고, 동력부 회전축은 오일냉각 순환방법으로 설계하여 수행하였다. 운전조건은 Table 1, 결과는 Table 2에 나타내었다. Fig 5, 6은 분쇄기 전체와 회전체에서 발생하는 온도를 열화상 카메라로 측정된 것으로 운전조건은 12,000rpm, 투입량 1,000g/hr로 수행되었으며, 온도 상승이 약 8℃에서 최고 13.7℃로 측정되었다. 이는 본 연구실험 장치가 소형인 것과 외부온도가 동절기로 낮은 이유도 있지만 실험장비에 구성되어 있는 냉각수 순환장치가 온도 상승을 억제시키고, 내부 임펠러 회전시 발생하는 풍속과 풍량에 의한 것으로 판단되며, 연속적으로 사용한 결과 비교와 외부온도변화에 따른 대조구 실험을 위해 하절기 실험을 통한 발열온도 측정 및 제어실험이 추가적으로 필요하며, 이를 위해 회전축에 오일 순환장치도 설계·제작할 예정이다.

Table 1. 사이클론 밀 운전조건

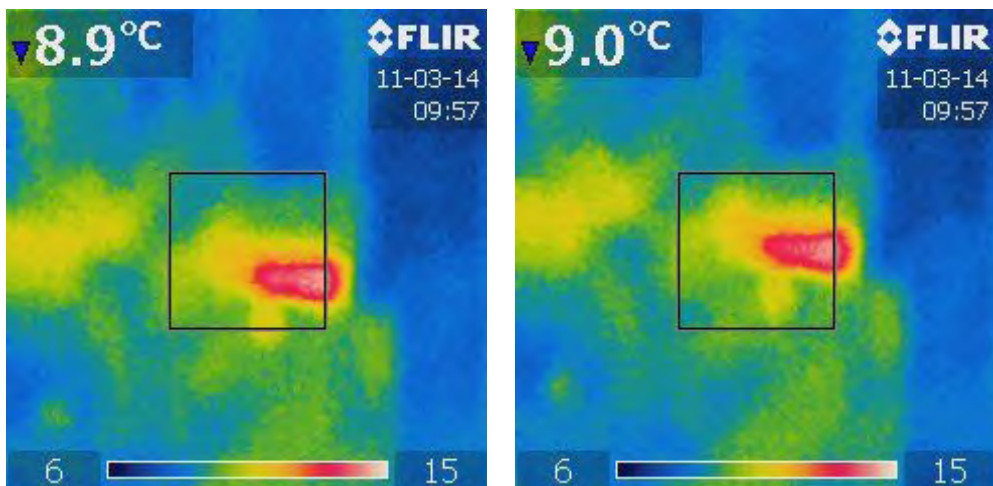
항 목	조 건	비고
풍 속	19.5~21 m/sec	
속 도	12,000 rpm	
투입량	2,000g/hr	

Table 2. 사이클론 밀 운전 중 온도변화

풍속		19.5~21 m/sec
온도	외기 온도	7.2~8.1 ℃
	분쇄기(운영 on)	10.2~11.9 ℃ (가동 초기)
	분쇄기(운영 on)	10.3~13.7 ℃ (가동 중) -상, 하, 전, 후, 측면 유사함-
	분쇄기(운영 off)	9.8~10.5 ℃



< 사이클론 밀 전체 초기 온도 >



< 사이클론 밀 회전중 초기 온도 >

Fig. 5. 사이클론 밀의 운전 전, 후 열화상 변화

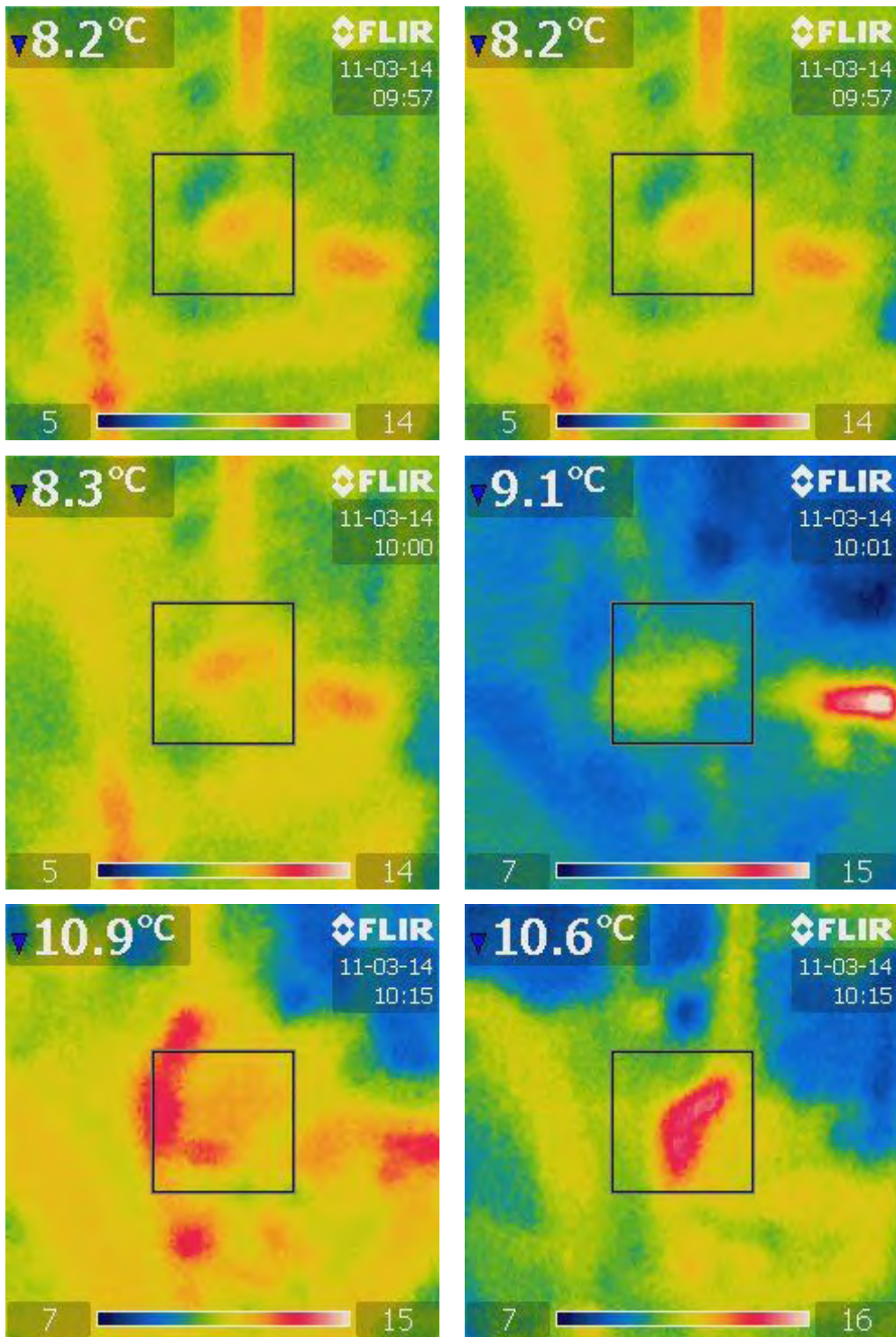


Fig. 6. 사이클론 밀의 운전 시간별 열화상 변화

제 2 절. 분쇄속도에 따른 쌀가루의 이화학적 특징

1. 재료 및 방법

쌀은 경기도 양평 추청 2010년산을 분쇄 당일 구입하여 사용하였다. 쌀가루 제조 공정은 사이클론밀의 상부에 일정량의 시료를 투입하여 임펠러 속도를 제어하여 제조하였으며, 브로워 및 투입속도는 일정하게 하였다. 분쇄장치는 Fig. 7 에 나타내었으며, 제조된 분말은 Fig. 8 에 나타내었다. 제조조건은 Table 3과 같다.



Fig. 7 사이클론 밀

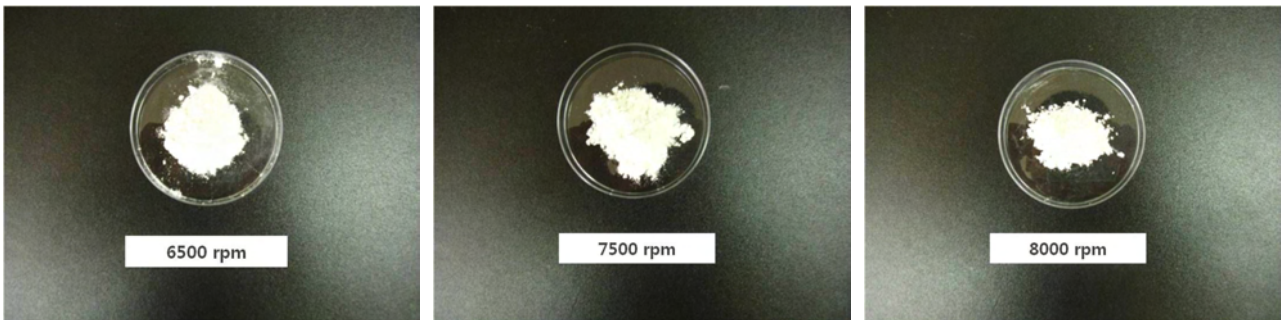


Fig. 8 분쇄속도에 따른 쌀가루

Table 3. 분쇄속도에 따른 쌀가루 분쇄조건

	Milling conditions		
	Impeller speeds (RPM)	Blower speeds (RPM)	Insert speeds (Hz)
6500 RPM	6500		
7500 RPM	7500	2200	15
8000 RPM	8500		

2. 측정 및 분석

가. 원물 분석

(1) 수분함량

쌀의 수분함량은 105℃ 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 항량이 되어진 수기에 쌀 약 5g을 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 항량이 되어질 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

(2) 백도

백도는 시료 중 싸라기, 분상질립, 열손립, 피해립 등 비정상립을 털어낸 후 정립만을 선별하여 백도계로 5회 반복측정하여 최대값과 최소값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 구하였다.

(3) 싸라기율

싸라기율은 100±2 g의 시료중에 포함된 정립 3/4 이하의 싸라기를 수작업으로 선별하여 중량을 측정하고 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{싸라기율}(\%) = \frac{\text{싸라기 중량}(g)}{\text{초기 중량}(g)} \times 100$$

(4) 동할율

동할율은 백미 50립을 미립투시기(동할립특정기)로 동할립을 측정하여 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{동할율}(\%) = \frac{\text{총 측정립수에 포함된 동할립수}}{\text{총 측정립수}} \times 100$$

나. 쌀가루 분석

(1) 입도분석

입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였으며, 분쇄설비와 품종에 따라서 시료를 구별하여 쌀가루의 입도크기를 관찰하였다.

(2) 전분손상도

전분손상도는 AACC method에 의한 damaged starch 측정 원리를 적용한 Starch damaged measurement(SD matic, France)를 이용하여 120mL 증류수에 3g의 붕산과 3g의 요오드칼륨 혼합하여 용해한 후, 티오황산나트륨을 0.1mL 넣어 기기를 통하여 측정하였으며 이때 쌀가루 1g을 적용하였다.

(3) 수분함량 측정

쌀가루의 수분함량은 105℃ 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 향량이 되어진 수기에 분말 약 2g을 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 향량이 될 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

(4) 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

수분흡수지수 및 수분용해지수는 Griffin 등의 방법에 따라 측정하였다. 2.5g의 시료에 40mL의 증류수를 원심분리관에 넣어 분산시키고 incubator에서 10분마다 흔들어주면서 30분간 방치한 다음 10000RPM에서 10분동안 원심분리하였다. 가라앉은 잔사의 무게를 측정하여 수분흡수지수(Water absorption index : WAI)를 산출하였으며 상등액은 열풍건조기(HK-DO1000F, 한국종합기기제작소, 한국)에서 105℃ 상압가열건조법으로 건조 뒤 수분함량과 고형분의 양을 구하여 수분흡수지수(Water solubility index : WSI)를 산출하였다.

$$WAI = \frac{C}{A}$$

$$WSI = \frac{B}{A} \times 100$$

A : 처음 시료의 무게 (g)

B : 원심분리 후 상등액에 용해된 시료의 무게 (g)

C : 원심분리 후 침전물의 무게 (g)

(5) 신속점도측정기에 의한 호화특성

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood, NSW, Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3g(수분함량 14% 기준)을 RVA 시료통에 넣고 증류수를 25g 넣은 다음 0~1분은 50℃, 1~5분은 95℃까지 상승, 5~7분은 95℃유지, 7~11분은 50℃까지 냉각, 11~13분은 50℃를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도 및 peak time을 구하였다. 점도 단위는 Rapid visco Unit(RVU)로 표시하였다.

(6) 표면 색택

색도는 Colory meter(CR200. MInolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L, a, b 값을 측정 한 후 ΔE값을 계산하였다. 표준판은 L'=94.87, a'=-0.58, b'=1.59의 값을 가진 백색판을 사용하였으며, 모든 시료는 각 3회 반복 측정하여 아래 식에 대입하여 평균값을 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

(7) Microphotograph 측정

시료 표면의 형상과 표면의 형태를 Microphotograph(EGVM-35B Video micro scope system, EG-tech Co., Anyang, Korea)를 이용하여 160배로 확대하여 각각의 표면을 관찰하였다.

(8) 주사전자현미경 관찰

전분 미세구조를 조사하기 위하여 분쇄 속도에 따라 시료를 구별하여 주사 전자현미경 (scanning eletron microscope, SEM, S-2380N, Hitachi Ltd., Japan)으로 6500 RPM 150배, 7500 RPM 100배, 8000 RPM 300배로 확대하여 관찰하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 원물의 분석

분쇄 전 원물은 수분함량, 백도, 쓰라기율, 동할율을 분석하였으며, 분석결과는 Fig. 9에 나타내었다. 수분함량은 15.3%이며, 백도 40.8, 쓰라기율은 1.5%, 동할율은 1.2%로 분석되었다.

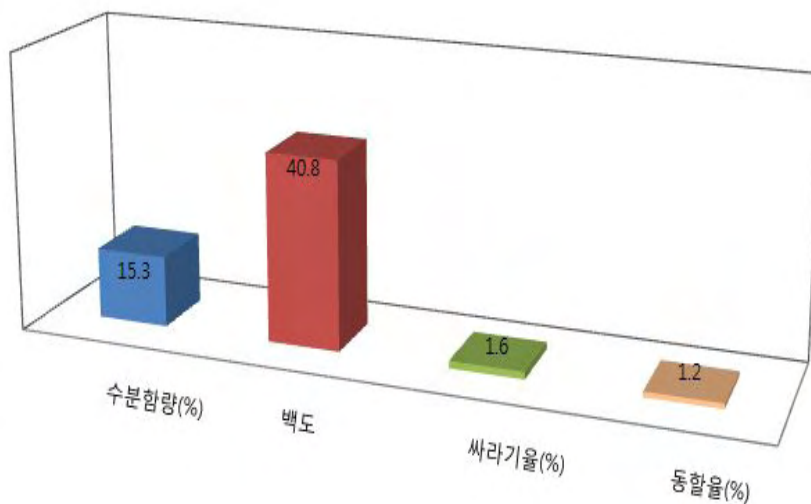


Fig. 9. 분쇄 전 쌀의 품질특성

나. 입도분석 및 전분손상도

Cyclone mills의 분쇄속도에 따른 분말의 입자 크기는 6500 RPM에서 160 mesh, 7500 RPM에서 180 mesh, 8000 RPM일 때 210 mesh 로 분쇄속도가 증가할수록 입자의 크기는 작아졌다. 전분손상도는 6500 RPM 3.13, 7500 RPM 3.91, 8000 RPM 4.30으로 입자의 크기가 작아질수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 이는 제분과정 중 기계적 손상에 인한 것으로 판단된다.



Fig. 10. 분쇄속도에 따른 쌀가루의 입도분포 및 전분손상도

다. 수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Table 2 과 Fig. 5.에 나타내었다. Cyclone mills 분쇄 속도에 따라 6500, 7500, 8000 RPM에서의 분말을 분석한 결과, 각각 12.34, 11.62, 10.93 %로 분쇄속도가 증가할수록 수분함량이 감소하는 경향을 보였다. 6500, 7500, 8000 RPM에서 WAI는 2.22, 2.23, 2.26, WSI는 2.28, 2.34, 2.37로 측정되어 분쇄속도가 증가할수록, 입자크기가 작아질수록 WAI와 WSI가 증가하는 경향을 보였다. 쌀가루는 전분손상도가 높을수록 흡수되는 수분의 양이 증가한다는 보고와 같이 전분손상도가 가장 높은 8000 RPM 처리구에서 수분흡수지수가 가장 높았을 뿐만 아니라, 전분손상의 영향으로 인하여 수분용해도지수 역시 높게 측정되었다.

Table 4. 분쇄속도에 따른 쌀가루의 수분함량, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

	Moisture contents (%)	Water absorption index(WAI)	Water solubility index (WSI)
6500 RPM	12.34	2.22	2.28
7500 RPM	11.62	2.26	2.34
8000 RPM	10.92	2.23	2.35

라. 호화특성

쌀가루의 호화특성 결과는 Table 5에 나타내었다. 호화양상은 전분 입자의 팽윤정도와 팽윤된 입자의 열 및 전달력에 의한 안정성, 입자의 크기와 모양, 입자들의 배열과 결합력, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성비 및 구조차이 등에 의해 결정되며, 입자의 크기가 작을수록 최고점도 및 최저점도는 감소한다는 보고가 있으나 본 실험에 분쇄속도에 따른 쌀가루의 호화특성은 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

Table 5. 분쇄속도에 따른 쌀가루의 호화특성

Sample	Viscosity (RVU)					Peak time(min)	Pasting (℃)
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	Break down	Set back		
6500 RPM	2243	1597	2681	646	1083	6.49	73.2
7500 RPM	2651	1670	2730	980	1060	6.15	69.87
8000 RPM	2287	1521	2628	775	1116	6.38	72.31


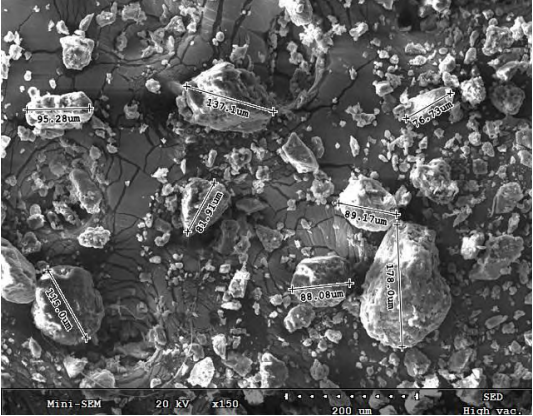

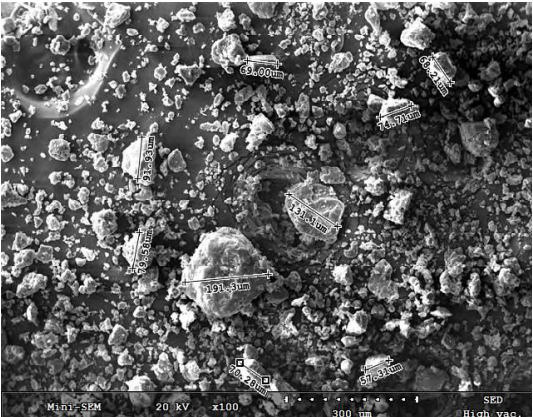

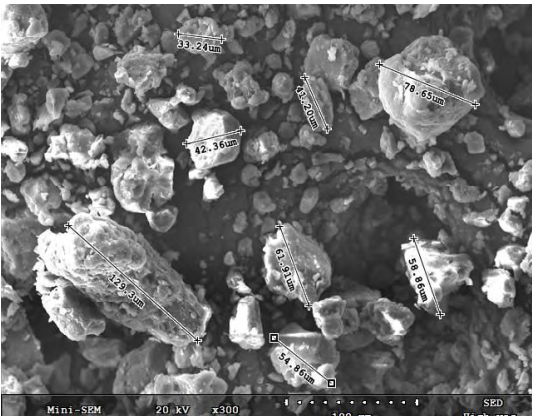
마. 표면색택

분쇄속도별 쌀가루의 색도는 Table 6에 나타내었다. L 값은 6500, 7500, 800 RPM 각각 97.81, 97.99, 97.85이었으며, a 값은 -0.08, -0.05, -0.07, b 값은 3.84m 3.38m 3.42로 측정되어 분쇄속도에 따른 색도의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

Table 6. 분쇄속도에 따른 쌀가루의 색도

Sample	L	a	b	ΔE
6500 RPM	97.81	-0.08	3.84	3.74
7500 RPM	97.99	-0.05	3.38	3.63
8000 RPM	97.85	-0.07	3.42	3.53

바. Microphotograph 측정 및 주사 전자현미경 측정

	Microphotograph	Scanning electron microscope
6500 RPM	 <p>× 160</p>	 <p>× 150</p>
7500 RPM	 <p>× 160</p>	 <p>× 100</p>
8000 RPM	 <p>× 160</p>	 <p>× 300</p>

제 3 절. 분쇄방법에 따른 쌀가루의 이화학적 특징

1. 재료 및 방법

쌀은 경기도 양평쌀로 2010년산을 구입하여 cyclone mill로 분쇄 후 실험에 사용하였으며, 해두루 쌀가루((주)대선제분, 한국)와 씻어나온 쌀가루(라이스텍, 한국)을 구입하여 비교하였다. 쌀가루 제조 공정은 사이클론밀 상부에 일정량의 시료를 투입하여 임펠러 속도6500 RPM, 브로워 2200 RPM, 투입속도 15 Hz로 제조하였으며, (주)대선제분에서 구입한 해두루 쌀가루는 기류식 분쇄기에 의해 분쇄된 쌀가루로서, (주) 라이스텍에서 구입한 씻어나온 쌀가루는 ACM 분쇄방식에 의해 분쇄된 쌀가루로서 구입하여 비교하였다. 시료로 사용된 분말은 Fig. 11에 나타내었다.

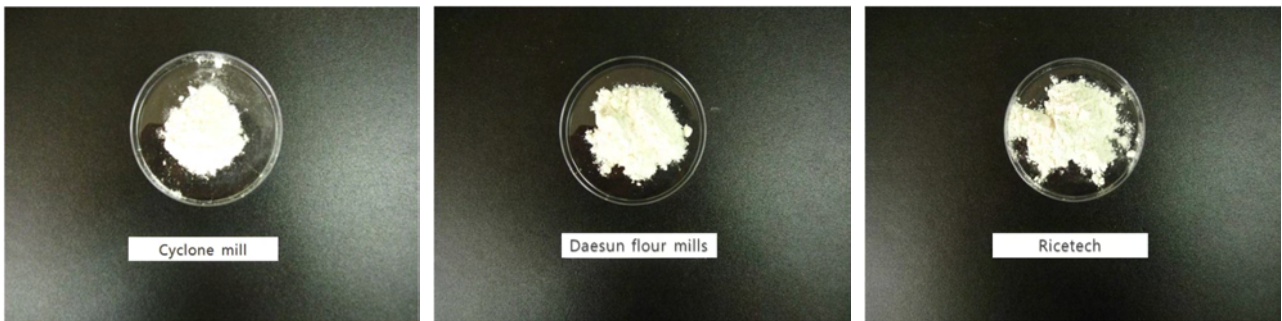


Fig. 11. 분쇄방식에 따른 쌀가루

2. 측정 및 분석

가. 입도분석

입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였으며, 분쇄설비와 품종에 따라서 시료를 구별하여 쌀가루의 입도크기를 관찰하였다.

나. 전분손상도

전분손상도는 AACC method에 의한 damaged starch 측정 원리를 적용한 Starch damaged measurement(SD matic, France)를 이용하여 120mL 증류수에 3g의 붕산과 3g의 요오드칼륨 혼합하여 용해한 후, 티오황산나트륨을 0.1mL 넣어 기기를 통하여 측정하였으며 이때 쌀가루 1g을 적용하였다.

다. 수분함량 측정

쌀가루의 수분함량은 105℃ 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 항량이 되어진 수기에 분말 약 2g을 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 항량이 될 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

라. 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

수분흡수지수 및 수분용해지수는 Griffin 등의 방법에 따라 측정하였다. 2.5g의 시료에 40mL의 증류수를 원심분리관에 넣어 분산시키고 incubator에서 10분마다 흔들어주면서 30분간 방치한 다음 10000RPM에서 10분동안 원심분리하였다. 가라앉은 잔사의 무게를 측정하여 수분흡수지수(Water absorption index : WAI)를 산출하였으며 상등액은 열풍건조기(HK-DO1000F, 한국종합기기제작소, 한국)에서 105℃ 상압가열건조법으로 건조 뒤 수분함량과 고형분의 양을 구하여 수분용해지수(Water solubility index : WSI)를 산출하였다.

$$WAI = \frac{C}{A}$$

$$WSI = \frac{B}{A} \times 100$$

A : 처음 시료의 무게 (g)

B : 원심분리 후 상등액에 용해된 시료의 무게 (g)

C : 원심분리 후 침전물의 무게 (g)

마. 신속점도측정기에 의한 호화특성

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood, NSW,, Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3g(수분함량 14% 기준)을 RVA 시료통에 넣고 증류수를 25g 넣은 다음 0~1분은 50℃, 1~5분은 95℃까지 상승, 5~7분은 95℃유지, 7~11분은 50℃까지 냉각, 11~13분은 50℃를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도 및 peak time을 구하였다. 점도 단위는 Rapid visco Unit(RVU)로 표시하였다.

바. 표면 색택

색도는 Colory meter(CR200, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L, a, b 값을 측정 후 ΔE 값을 계산하였다. 표준판은 $L'=94.87$, $a'=-0.58$, $b'=1.59$ 의 값을 가진 백색판을 사용하였으며, 모든 시료는 각 3회 반복 측정하여 아래 식에 대입하여 평균값을 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

사. Microphotograph 측정

시료 표면의 형상과 표면의 형태를 Microphotograph(EGVM-35B Video micro scope system, EG-tech Co., Anyang, Korea)를 이용하여 160배로 확대하여 각각의 표면을 관찰하였다.

아. 주사전자현미경 관찰

전분 미세구조를 조사하기 위하여 분쇄 속도에 따라 시료를 구별하여 주사 전자현미경(scanning electron microscope, SEM, S-2380N, Hitachi Ltd., Japan)으로 150배로 확대하여 관찰하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 입도분석 및 전분손상도

분쇄 방식에 따른 분말의 입자크기는 cyclone mill 쌀가루 160 mesh, 대선제분(기류식) 쌀가루 221 mesh, 라이스텍(ACM) 쌀가루 170 mesh 로 측정되었다. 전분손상도는 cyclone mill 3.11, 대선제분 쌀가루 0.58, 라이스텍 쌀가루 4.45로 측정되어 대선제분이 가장 낮게 측정되었다. 분쇄방식에 따른 전분손상도는 분말의 입자 크기와 비례하지 않았으며, 대선제분 쌀가루의 전분손상도가 가장 낮게 측정되어 기류식분쇄가 쌀가루 분쇄시 전분의 손상을 가장 적게 나타내는 것으로 판단된다. 전분 입자들은 제분과정 중 기계적 손상을 받게 되고 손상을 받은 전분들은 손상을 받지 않은 전분들과는 여러 가지 면에서 다른 특성을 가지며 밀가루의 경우에는 수분 흡수력, CO2 발생력, 빵의 반죽성, 체적, 색깔 및 조직 등이 손상전분의 양에 의해 영향을 받게 된다. 쌀가루의 경우에도 전분손상도는 제분기의 형태에 의해 달리 영향을 받기 때문에 가공용도에 따라 적절한 제분 방법을 모색해야 할 필요가 있는 것으로 판단된다.

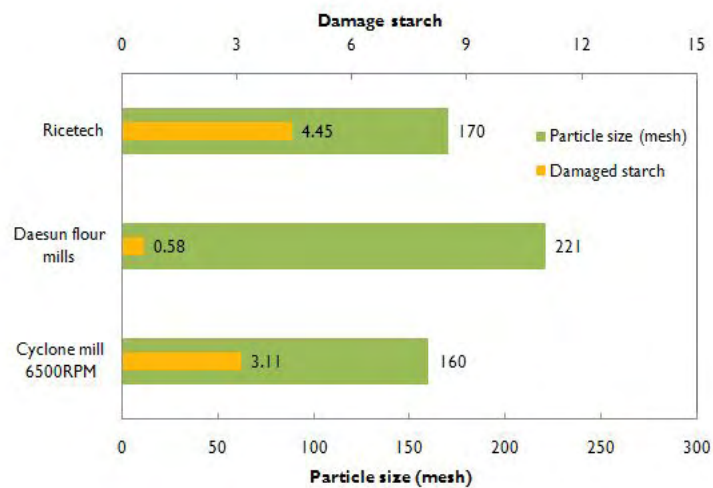


Fig. 12. 분쇄방식에 따른 쌀가루의 입도분포 및 전분손상도.

나. 수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Fig. 13에 나타내었다. 수분함량은 라이스텍 쌀가루가 9.94 %로 가장 낮은 수분함량을 가진 것으로 측정되어 ACM 방식으로 분쇄 시 많은 열이 발생하는 것으로 판단된다. WAI 와 WSI는 대선제분 쌀가루가 가장 낮게 측정되었고, 라이스텍 쌀가루가 가장 높게 측정되었다. 수분을 흡수할 경우 생전분의 직경은 약 10% 증가한 반면 손상전분은 50% 정도 증가하는데, 이는 손상전분입자가 미세다공구조로 변하여 모세관현상에 의해 흡수력 증가, 또는 결정구조가 파괴되어 비결정구조로 되어 물분자와 접촉면적이 넓어 전분의 -H 기와 물분자간의 수소결합이 쉽게 형성되기 때문인 것으로 알려져 있다.

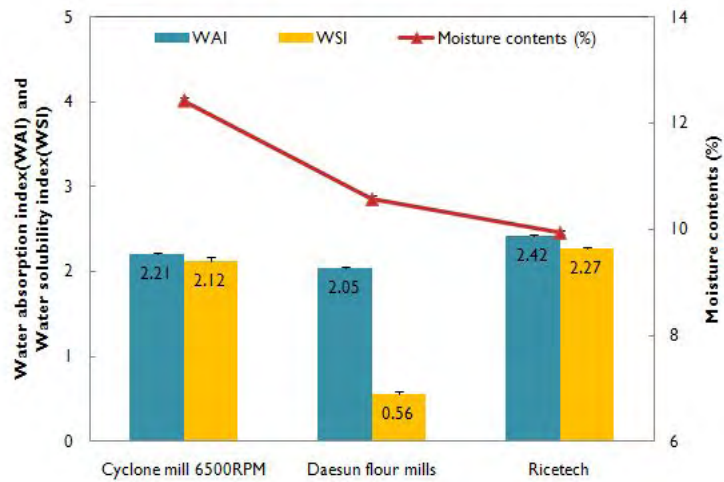


Fig. 13. 분쇄방식에 따른 쌀가루의 수분함량, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

라. 호화특성

호화특성결과 호화개시온도는 cyclone mill 쌀가루가 72.60 °C로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 이는 cyclone mill에 의해 분쇄된 쌀가루가 일찍 호화가 시작되는 것을 의미하며, 입도결과와 비교하였을 때 대선제분 및 라이스텍 쌀가루보다 더 거칠게 분쇄된 cyclone mill 쌀가루의 호화개시온도가 낮은 것은 쌀가루의 입자가 미세하여짐에 따라 전분의 팽윤이 쉽게 일어나 호화개시온도가 낮아진다는 결과와는 상이하게 측정되었다. 최고점도 및 최저점도는 대선제분의 쌀가루가 높게 측정되었다. 호화특성은 전분입자내에 존재하는 긴 직쇄상 분자들에 의해 점도의 안정도가 강화된다고 보고가 되었으며, 또한 점도의 차이가 입자크기, 결정성 정도와 종류, 전분의 이온성 전하, 지방질, 단백질, 전분분자의 가지친 정도에 기인된다고 하였다.

Table 7. 분쇄방식에 따른 쌀가루의 호화특성

Sample	Viscosity (RVU)					Peak time(min)	Pasting (°C)
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	Break down	Set back		
Cyclone mill	2268	1557	2711	666	1109	6.40	72.60
Daesun flour mill	3833	2298	4078	1534	1779	6.00	88.15
Ricotech	2546	1863	3322	683	1459	6.42	85.12

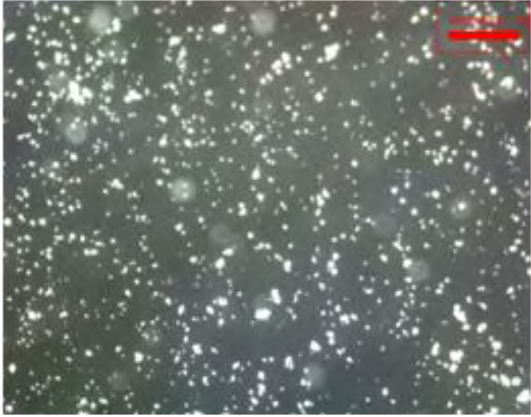
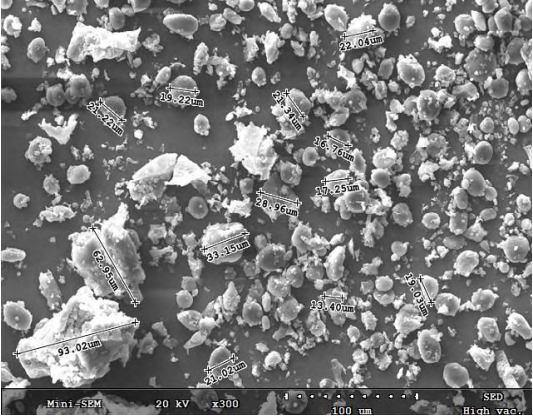

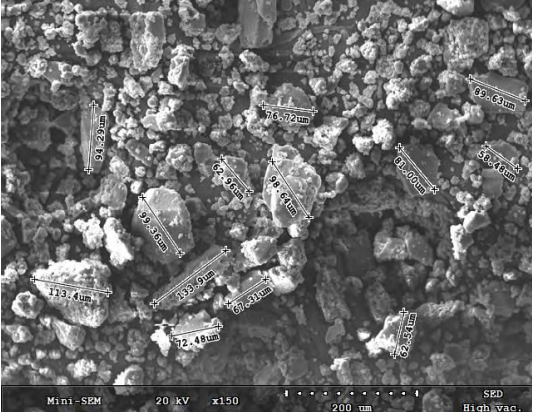

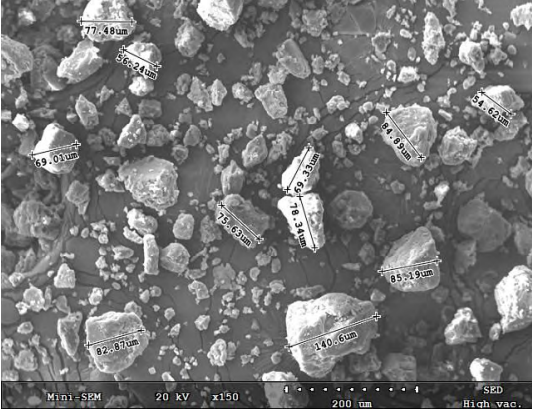
마. 표면색택

분쇄방법별 쌀가루의 색도는 Table 8에 나타내었다. L 값은 cyclone mill, 대선제분, 라이스텍 쌀가루 각각 97.62, 97.09, 98.15 이었으며, a 값은 -0.08, -0.25, -0.19, b 값은 3.84, 3.94, 4.14로 측정되었다. 라이스텍 쌀가루의 L 값이 cyclone mills이나 대선제분 쌀가루보다 약간 높았으며, 라이스텍 쌀가루의 b 값이 높게 측정되었다.

Table 8. 분쇄방식에 따른 쌀가루의 색도

Sample	L	a	b	ΔE
Cyclone mill	97.62	-0.08	3.84	3.59
Daesun flour mill	97.09	-0.25	4.83	3.94
Ricotech	98.15	-0.19	4.07	4.14

바. Microphotograph 측정 및 주사 전자현미경 측정

Sample	Microphotograph	Scanning electron microscope
Cyclone mill	 <p style="text-align: center;">× 160</p>	 <p style="text-align: center;">× 150</p>
Daesun flour mill	 <p style="text-align: center;">× 160</p>	 <p style="text-align: center;">× 150</p>
Ricotech	 <p style="text-align: center;">× 160</p>	 <p style="text-align: center;">× 150</p>

제 4 절. 수분함량에 따른 쌀가루의 이화학적 특징

1. 재료 및 방법

쌀은 경기도 양평 추청쌀로 2010년산을 구입하여 사용하였으며, 수분함량을 15% 이하, 20% 이상으로 침지 및 건조하여 cyclone mill로 분쇄하였다. 쌀가루 제조 공정은 수분함량을 15%, 20%로 조절된 쌀을 사이클론밀 상부에 일정량 투입하여 임펠러 속도 6500 RPM, 브로워 2200 RPM, 투입속도 15 Hz로 제조하였다.

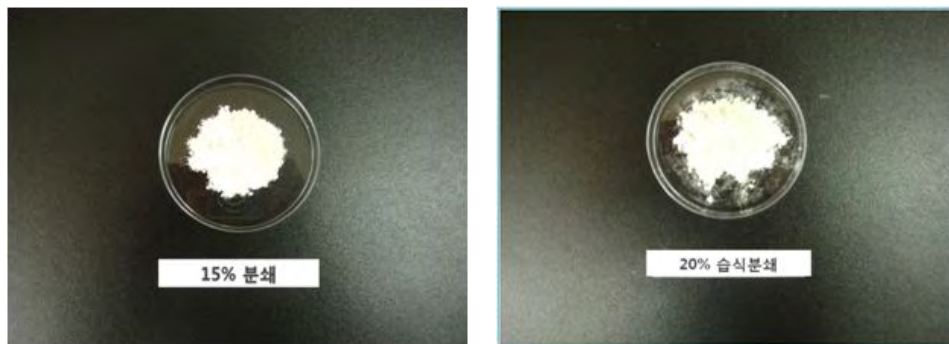


Fig. 14. 수분함량에 따른 쌀가루

2. 측정 및 분석

가. 입도분석

입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였으며, 분쇄설비와 품종에 따라서 시료를 구별하여 쌀가루의 입도크기를 관찰하였다.

나. 전분손상도

전분손상도는 AACC method에 의한 damaged starch 측정 원리를 적용한 Starch damaged measurement(SD matic, France)를 이용하여 120mL 증류수에 3g의 붕산과 3g의 요오드칼륨 혼합하여 용해한 후, 티오황산나트륨을 0.1mL 넣어 기기를 통하여 측정하였으며 이때 쌀가루 1g을 적용하였다.

다. 수분함량 측정

쌀가루의 수분함량은 105°C 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 항량이 되어진 수기에 분말 약 2g을 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 항량이 될 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

라. 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

수분흡수지수 및 수분용해지수는 Griffin 등의 방법에 따라 측정하였다. 2.5g의 시료에 40mL의 증류수를 원심분리관에 넣어 분산시키고 incubator에서 10분마다 흔들어주면서 30분간 방치한 다음 10000RPM에서 10분동안 원심분리하였다. 가라앉은 잔사의 무게를 측정하여 수분흡수지수(Water absorption index : WAI)를 산출하였으며 상등액은 열풍건조기(HK-DO1000F, 한국종합기기제작소, 한국)에서 105℃ 상압가열건조법으로 건조 뒤 수분함량과 고형분의 양을 구하여 수분용해지수(Water solubility index : WSI)를 산출하였다.

$$WAI = \frac{C}{A}$$

$$WSI = \frac{B}{A} \times 100$$

A : 처음 시료의 무게 (g)

B : 원심분리 후 상등액에 용해된 시료의 무게 (g)

C : 원심분리 후 침전물의 무게 (g)

마. 신속점도측정기에 의한 호화특성

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood, NSW,, Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3g(수분함량 14% 기준)을 RVA 시료통에 넣고 증류수를 25g 넣은 다음 0~1분은 50℃, 1~5분은 95℃까지 상승, 5~7분은 95℃유지, 7~11분은 50℃까지 냉각, 11~13분은 50℃를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도 및 peak time을 구하였다. 점도 단위는 Rapid visco Unit(RVU)로 표시하였다.

바. 표면 색택

색도는 Colory meter(CR200, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L, a, b 값을 측정 후 ΔE 값을 계산하였다. 표준판은 $L'=94.87$, $a'=-0.58$, $b'=1.59$ 의 값을 가진 백색판을 사용하였으며, 모든 시료는 각 3회 반복 측정하여 아래 식에 대입하여 평균값을 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

사. Microphotograph 측정

시료 표면의 형상과 표면의 형태를 Microphotograph(EGVM-35B Video micro scope system, EG-tech Co., Anyang, Korea)를 이용하여 160배로 확대하여 각각의 표면을 관찰하였다.

아. 주사전자현미경 관찰

전분 미세구조를 조사하기 위하여 분쇄 속도에 따라 시료를 구별하여 주사 전자현미경(scanning electron microscope, SEM, S-2380N, Hitachi Ltd., Japan)으로 150배로 확대하여 관찰하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 입도분석 및 전분손상도, 수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분 15%의 입자크기는 160 mesh, 수분 20% 분말의 입자크기는 210 mesh로 분석되었으며 쌀가루의 입도분포는 쌀가루의 paste 특성과 gel consistency 등의 이화학적 특성을 변화시킴으로써 최종제품의 품질에 직접적인 영향을 미치는 것으로 정확한 입도분포를 연구하는 것이 중요하다. 전분손상도는 수분 15% 쌀가루가 2.95, 수분 20% 쌀가루는 3.08로 측정되었다. 쌀의 제분시 미세하게 분쇄된 가루는 전분손상도가 높아 가공특성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 수분함량 15%, 20%의 원물을 6500 RPM cyclone mill로 분쇄한 결과 분말의 수분함량은 각각 12.32, 14.90 %이었으며, WAI 및 WSI는 수분함량이 높은 20% 쌀가루가 더 낮게 측정되어 WAI와 WSI에 전분손상도, 입자의 크기보다 분말의 수분함량이 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

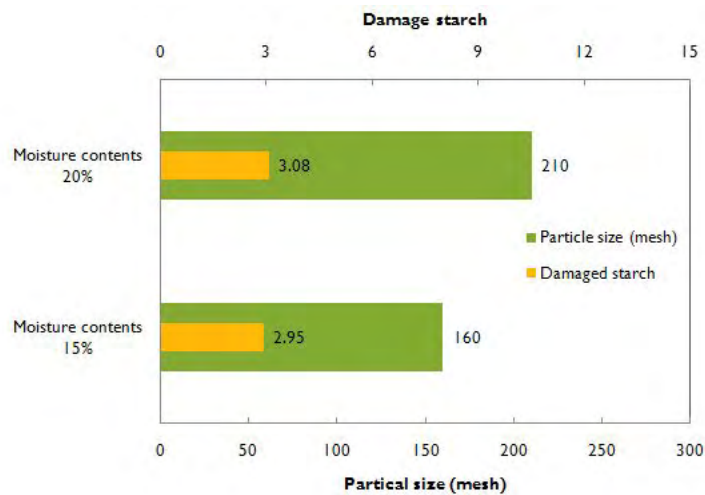


Fig. 15. 수분함량에 따른 쌀가루의 입도분포 및 전분손상도

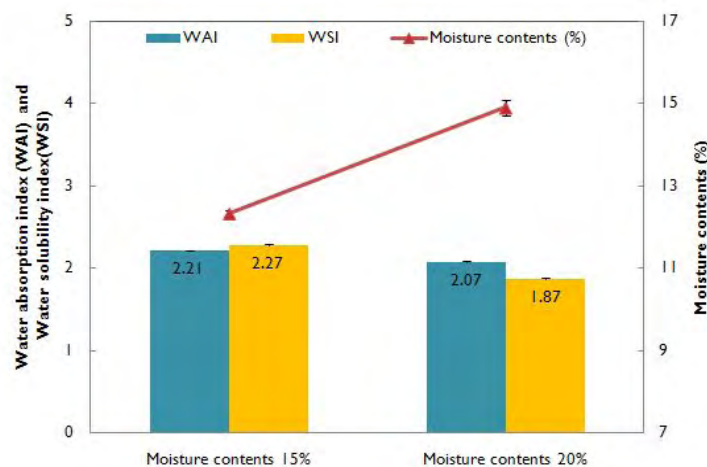


Fig. 16. 수분함량에 따른 쌀가루의 수분함량, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

나. 호화특성

호화개시온도인 pasting temperature는 전분입자가 부풀기 시작하고 부풀어진 전분 입자들이 서로 밀착되어 마찰을 일으켜 전단응력을 만들어내는 최소한의 온도로서, 쌀가루의 입자가 미세할수록 호화개시온도가 낮다는 결과가 있으며 본연구의 결과 또한 수분함량 20% 가 더 낮은 호화개시온도를 나타내었다. 최고점도 또한 수분함량 20% 쌀가루가 높게 나타났는데, 최대 점도는 전분이나 혼합물의 물 응집력 또는 포용력을 나타내며 최종 생산물의 품질을 결정하는 중요한 인자로서 작용한다.

Table 9. 수분함량에 따른 쌀가루의 호화특성

Sample	Viscosity (RVU)					Peak time (min)	Pasting (°C)
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	Break down	Setback		
Moisture contents 15%	2239	1731	2775	508	1044	6.67	74.40
Moisture contents 20%	2409	1574	2750	835	1176	6.42	72.65

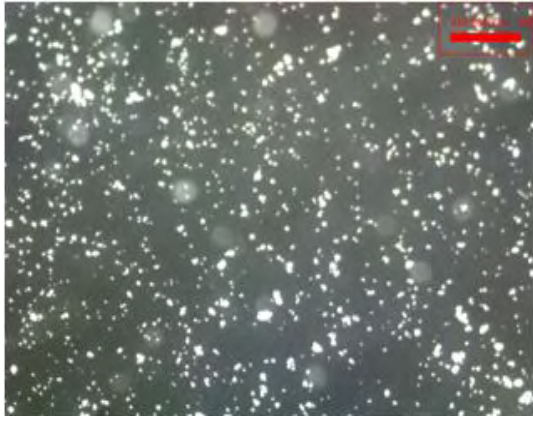
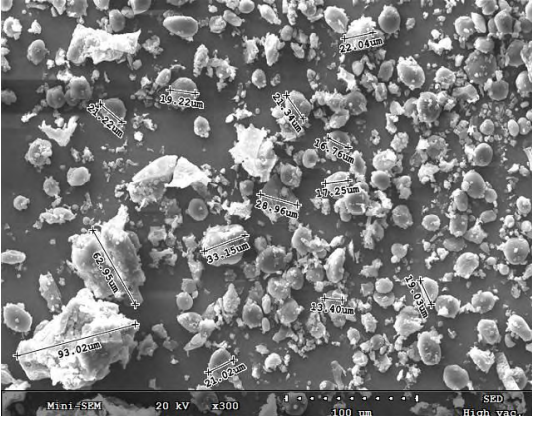

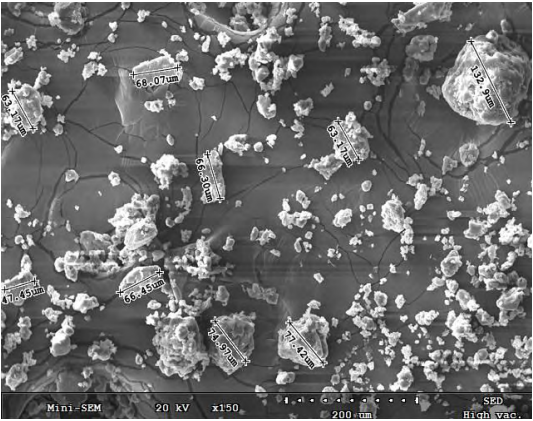
다. 표면색택

분쇄방법별 쌀가루의 색도는 Table 10에 나타내었다. L 값은 수분함량 15% 및 20% 각각 97.83, 97.85 이었으며, a 값은 -0.07, -0.10, b 값은 3.76, 3.514로 측정되어 처리구별 색도는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 10. 수분함량에 따른 쌀가루의 색도

Sample	L	a	b	ΔE
Moisture contents 15%	97.83	-0.07	3.84	3.76
Moisture contents 20%	97.85	-0.10	3.37	3.51

라. Microphotograph 측정 및 주사 전자현미경 측정

Sample	Microphotograph	Scanning electron microscope
Moisture contents 15%	 <p style="text-align: center;">× 160</p>	 <p style="text-align: center;">× 150</p>
Moisture contents 20%	 <p style="text-align: center;">× 160</p>	 <p style="text-align: center;">× 150</p>

제 2 장. 쌀가루 제조 설비 분석 및 제분특성

제 1 절. 쌀가루 제조 적용 설비 분석 및 Lay-out

1. 분쇄 및 실험 조건

가. 쌀가루 제조를 위한 시제품 토네이도 적용 사이클론 밀 분석

사이클론 밀은 건식 기류 분쇄기이며, 고속 회전 밀과 제트 밀의 중간 특성이 있으며, 분쇄 메커니즘은 공기 등의 매체에 분쇄된 입자들의 충돌에 의한 충격, 마쇄, 전단 등의 분쇄공정이 포함되어 다양한 메커니즘으로 각각 사용용도에 적합하도록 쌀가루 제조가 가능하다. Fig. 1은 기존 사이클론밀의 분쇄 공정과 원리를 나타내었고, Fig. 17은 본 연구수행에 사용된 오펙 및 볼록형 임펠러 분쇄 공정 원리를 나타내었다. Fig. 18은 본 연구에 사용된 제조 공정 및 설비를 나타내었다.

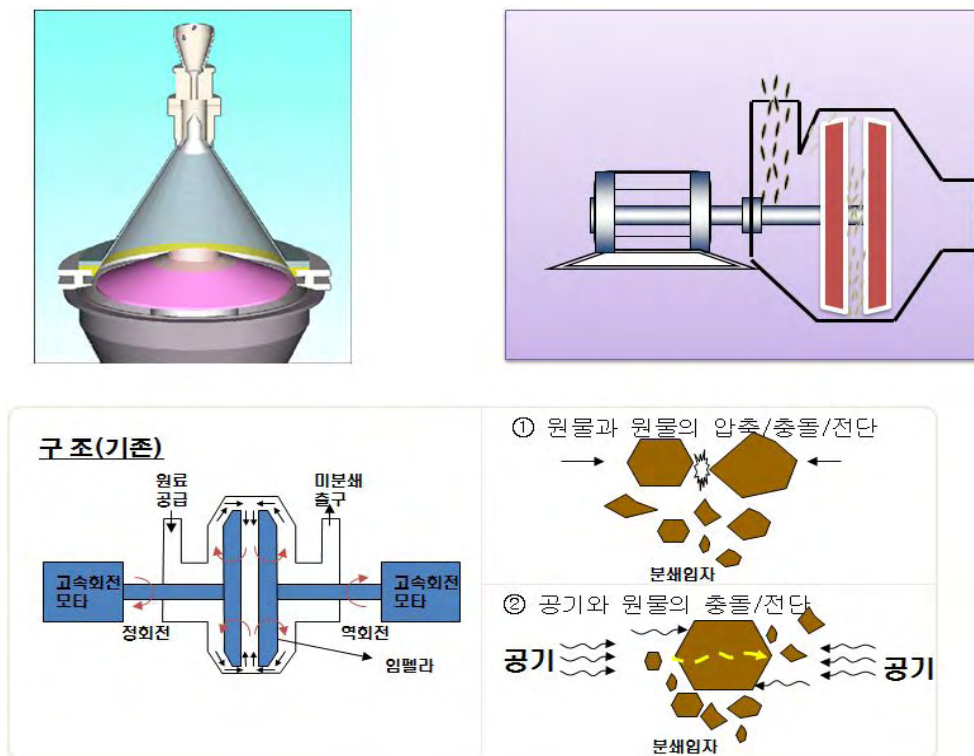


Fig. 17. 사이클론 밀의 분쇄 공정 원리

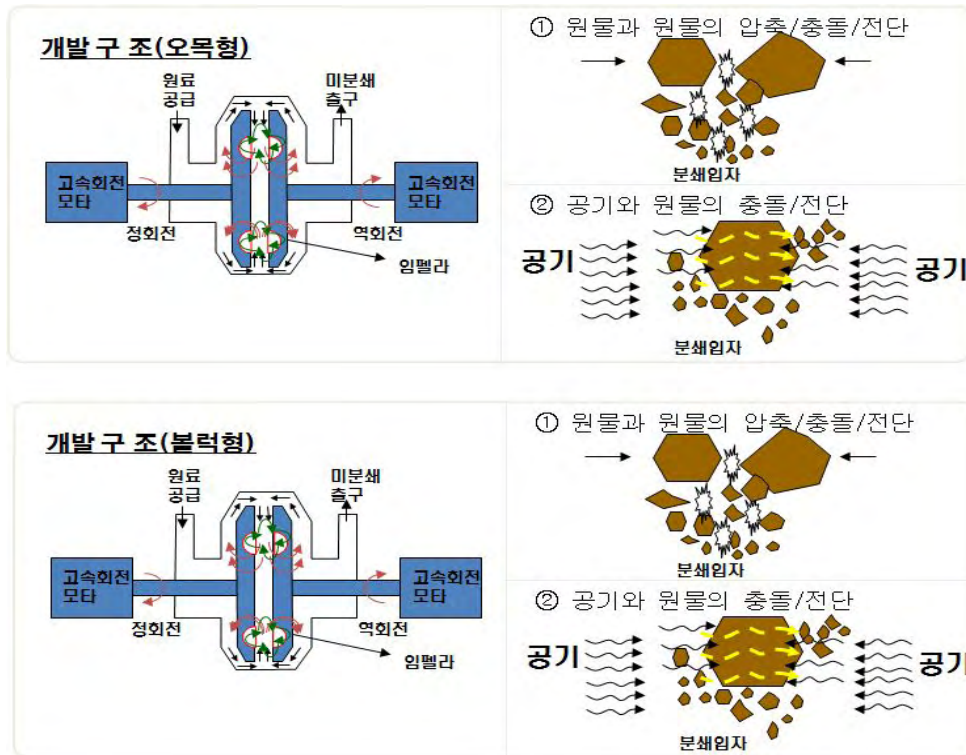


Fig. 18. 본 연구수행에 사용된 오목 및 블록형 임펠러 분쇄 공정 원리

나. 분쇄 장치 작동 시 발생하는 온도변화

쌀가루 제조시 설비와 가장 밀접한 인자 중 운전 중 열에 의한 변성이다. 특히, 쌀의 경우 전분 손상에 있어서 충격에 의한 변화보다 과열에 의한 손상변화가 큼으로 본 연구 수행을 위해서 개발하고자 하는 쌀가루제조설비는 과열 방지장치 설계와 이를 냉각할 수 있는 순환시스템을 구성하였다, 특히, 임펠러 및 회전축에 의한 열 발생을 최소화 하기위해 임펠러 부분은 냉각수 순환 장치로 설계하였고, 동력부 회전축은 오일냉각 순환방법으로 설계하여 수행하였다. 운전조건은 Table 11, 결과는 Table 12, 13에 나타내었다. Fig. 19, 20은 분쇄기 전체와 회전체에서 발생하는 온도를 냉각수 및 냉각오일 순환/비순환 경우를 열화상 카메라로 측정된 것으로 운전조건은 투입속도 15 Hz, 포집속도 2,200 rpm 분쇄속도 7,000 rpm, 투입량 2,000g으로 수행되었다. 온도측정 결과, 냉각수 및 냉각오일을 순환하였을 때 초기온도 14.5℃에서 30분 운전 후 17.6℃로 3.1℃ 증가하였으며, 비순환하였을 때 초기온도 17.0℃에서 30분 후 20.1℃로 순환시와 같이 3.1℃ 온도가 증가하였다. 온도 증가율은 순환 및 비순환에 따른 차이를 나타내지 않았으나, 초기 온도 및 운전 중 온도가 냉각수 및 냉각오일 순환시 더 낮게 측정되었다.

Table 11. 사이클론 밀 운전조건

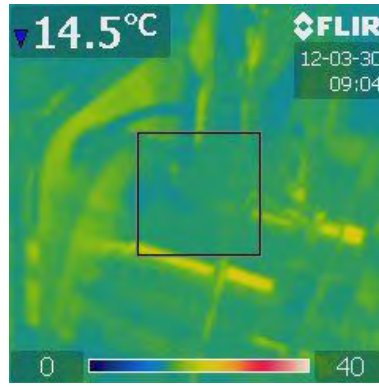
항 목	조 건	비고
투입 속도	15 Hz	
분쇄 속도	7,000 rpm	
포집 속도	2,200 rpm	
투 입 량	2,000g	

Table 12. 사이클론 밀 운전 중 소음 및 풍속

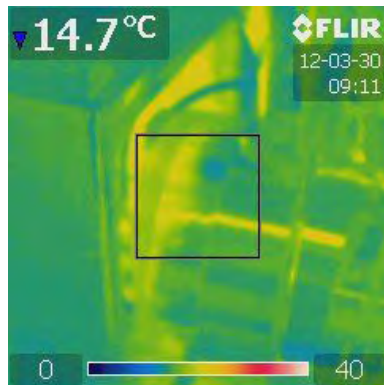
소 음 (dB)	84.7 ~ 85.7
풍 속 (m/s)	5.1 ~ 5.3

Table 13. 사이클론 밀 운전 중 온도변화

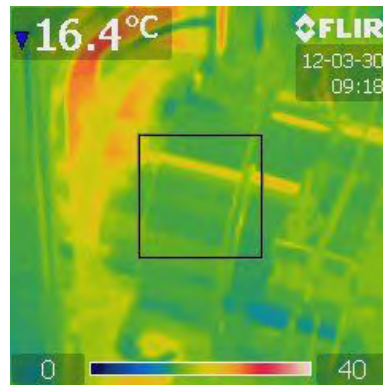
냉각수 및 냉각오일	시간 (min)						
	0	5	10	15	20	25	30
순환시 온도 (℃)	14.5	14.7	16.4	16.4	16.8	17.6	17.6
비순환시 온도 (℃)	17.0	16.9	17.2	17.3	17.9	19.2	20.4



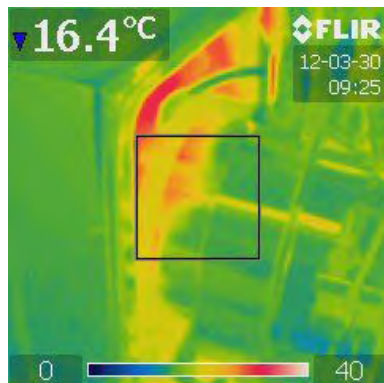
<0 분>



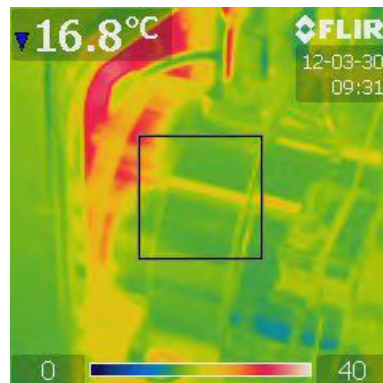
<5분>



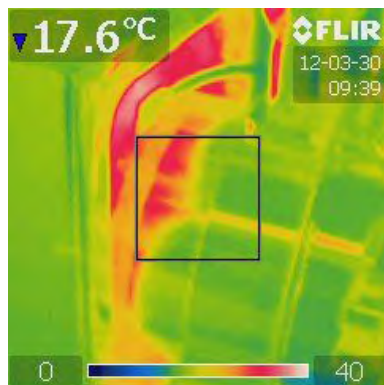
<10분>



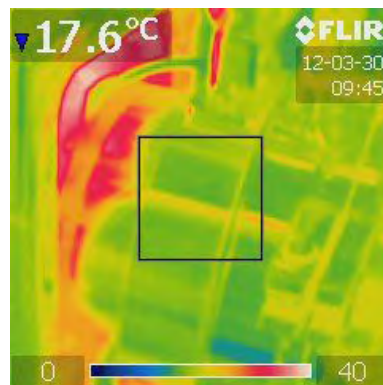
<15분>



<20분>

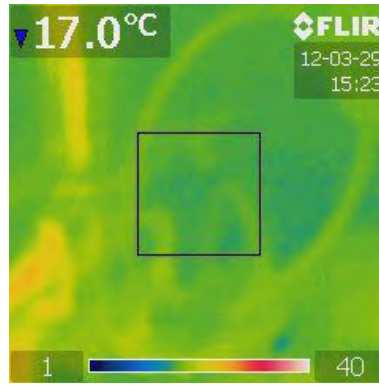


<25분>

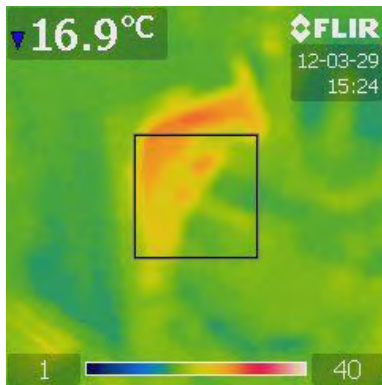


<30분>

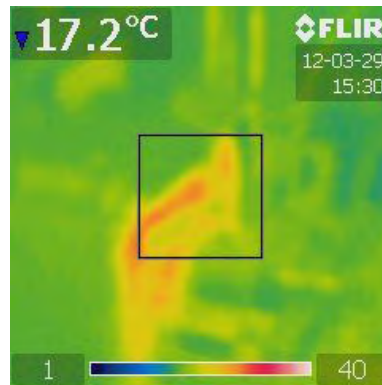
Fig. 19. 사이클론 밀의 운전 시간별 열화상 변화 (순환)



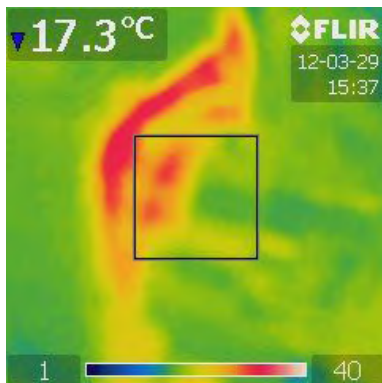
<0 분>



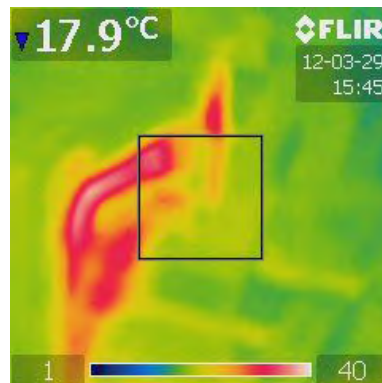
<5분>



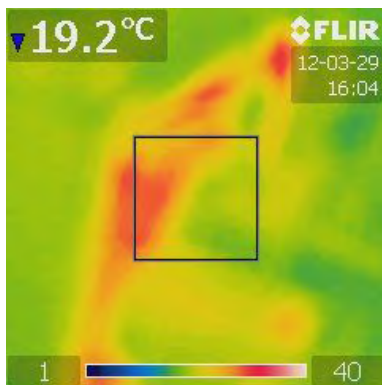
<10분>



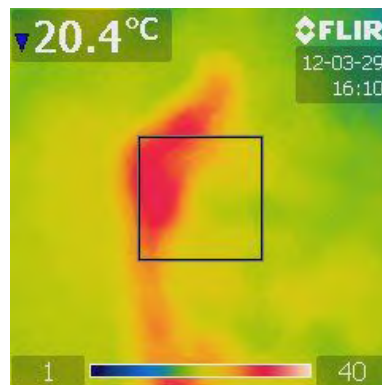
<15분>



<20분>



<25분>



<30분>

Fig. 20. 사이클론 밀의 운전 시간별 열화상 변화 (비순환)

다. 쌀가루 종류 및 임펠러 타입에 따른 분쇄 시 기계 특성

본 연구에서 쌀가루 제조시 사용된 임펠러 타입은 기존의 일본날 및 4날오목, 4날볼록, 6날 총 4가지 타입으로 제작하여 실험하였다. 임펠러 타입은 Fig. 21, 임펠러 타입에 따른 쌀가루 제조 조건은 Table 14, 건식 및 습식 조건에 따른 쌀가루 제조조건은 Table 15 에 나타내었으며, 실험결과는 Table 16에 나타내었다. 임펠러 타입별 생산율은 GBRS~NJ가 93.50~98.00 %로 NJ, GJ, BRJ가 98.00 %로 가장 높은 생산율을 나타내었고, GBRS가 93.50%로 가장 낮은 생산율을 나타내었다. 대체적으로 6날 임펠러의 생산율이 낮았으며, 쌀 종류 중에서는 발아현미의 생산율이 낮았다. D의 경우 생산율은 100%로 투입 및 산출량이 같게 측정되었다. 또한 생산량도 4.59 kg/hr로 가장 높았다. 건식 쌀가루 함량이 줄고 습식 쌀가루 함량이 증가하면서 생산율 및 생산량은 줄어들었다. 생산율은 D6 93.50%, D5 90.75%, D4 86.75%, W는 9.75%로 측정되어 본 실험에 사용된 사이클론밀의 경우 습식 쌀가루의 제분과는 맞지 않는 것으로 판단되며, 습식과 건식 쌀가루 비율이 1:1까지는 90% 이상의 생산율을 나타내 적합한 것으로 판단된다.

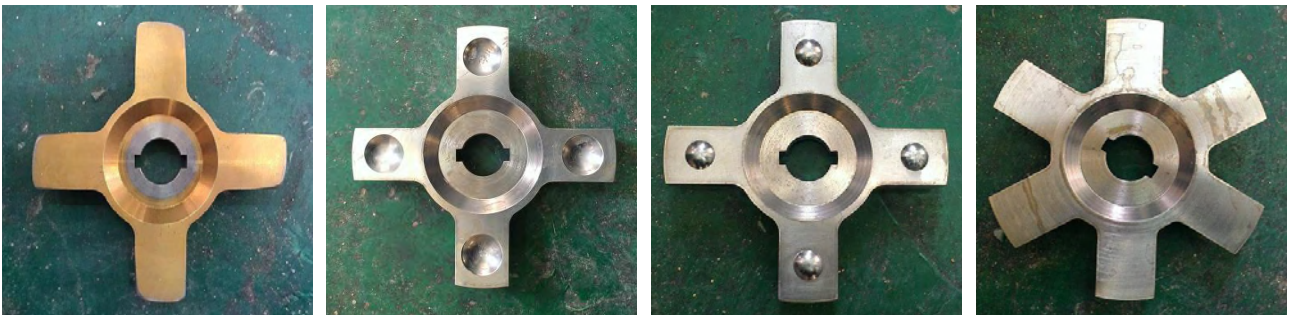


Fig. 21 임펠러 타입 (왼쪽부터 일본날, 4날오목, 4날볼록, 6날)

Table 14 임펠러 타입에 따른 쌀가루 제조조건

	쌀 종류 ²⁾	임펠러타입 ³⁾	투입속도(Hz)	포집속도(RPM)	분쇄속도(RPM)
NJ		일본날(J)			
NC	멥쌀 (N)	4날오목(C)			
NCV		4날볼록(CV)			
NS		6날(S)			
GJ		일본날(J)			
GC	찰쌀 (G)	4날오목(C)			
GCV		4날볼록(CV)			
GS		6날(S)			
BLJ		일본날(J)			
BLC	흑미 (BL)	4날오목(C)	20	2,000	7,000
BLCV		4날볼록(CV)			
BLS		6날(S)			
BRJ		일본날(J)			
BRC	현미 (BR)	4날오목(C)			
BRCV		4날볼록(CV)			
BRS		6날(S)			
GBRJ		일본날(J)			
GBRC	발아현미 (GBR)	4날오목(C)			
GBRCV		4날볼록(CV)			
GBRS		6날(S)			

Table 15. 건식 및 습식 조건에 따른 쌀가루 제조조건

	투입 쌀 조건		임펠러타입	투입속도 (Hz)	포집속도 (RPM)	분쇄속도 (RPM)	
	쌀 종류	건식 ⁴⁾ (g)					습식(g)
D ⁵⁾		2000	0				
D6		1200	800				
D5	멥쌀	1000	1000	4날오목	20	2,000	7,000
D4		800	1200				
W		0	2000				

2) 쌀 종류 : 멥쌀(N: nonglutinous rice), 찰쌀(G: glutinous rice), 흑미(BL: black rice), 현미(BR: brown rice), 발아현미(GBR: germinated brown rice)

3) 임펠러타입 : 일본날(J: japan blade), 4날오목(C: concave-4blade), 4날볼록(CV: convex-4blade), 6날(S: six-blade)

4) 건식 쌀의 수분함량은 14.55 %, 습식 쌀의 수분함량은 28.89 %

5) D:건식쌀 100%, D6:건식쌀60%+습식쌀40%, D5:건식쌀50%+습식쌀50%

Table 16. 기계 특성

	손실률(%)	생산율(%)	생산량(kg/hr)
NJ ⁶⁾	2.00	98.00	5.98
NC	2.00	98.00	5.92
NCV	4.00	96.00	5.96
NS	3.50	96.50	6.13
GJ	2.00	98.00	6.05
GC	3.00	97.00	5.91
GCV	3.00	97.00	6.00
GS	3.50	96.50	5.82
BLJ	3.00	97.00	5.88
BLC	3.00	97.00	6.09
BLCV	4.00	96.00	5.79
BLS	3.50	96.50	5.60
BRJ	2.00	98.00	6.10
BRC	3.50	96.50	5.71
BRCV	2.50	97.50	5.99
BRS	3.50	96.50	5.65
GBRJ	3.70	96.30	5.54
GBRC	4.00	96.00	5.64
GBRCV	1.50	98.50	5.72
GBRS	6.50	93.50	5.26
D ⁷⁾	0.00	100.00	4.59
D6	6.50	93.50	3.92
D5	9.25	90.75	3.90
D4	13.25	86.75	3.41
W	90.25	9.75	0.25

6) Table 14 참조

7) Table 15 참조

제 2 절. 임펠러타입에 따른 멥쌀, 찰쌀, 흑미, 현미 및 발아현미의 제분특성

1. 재료 및 방법

가. 재료

멥쌀(경기도 양평, 2011), 찰쌀(충북 진천, 2011), 흑미(충북 진천, 2011), 현미(강원도 철원, 2011) 및 발아현미(경기도 여주, 2011)를 구입하여 cyclone mil로 분쇄 후 실험에 사용하였으며, 해두루 쌀가루((주)대선제분, 한국) 및 농협 하늘가애 쌀가루(함양농협, 한국)를 구입하여 비교구로 사용하였다.

나. 분말제조

쌀가루 제조 공정은 사이클론밀의 상부에 2,000g의 시료를 투입하여 전부 분쇄될 때까지 하였으며, 분말제조에 사용된 임펠러는 Fig. 21, 분말 제조조건은 Table 14와 같고, 사이클론밀은 Fig. 22. 에 나타내었다.



Fig. 22. 사이클론밀.

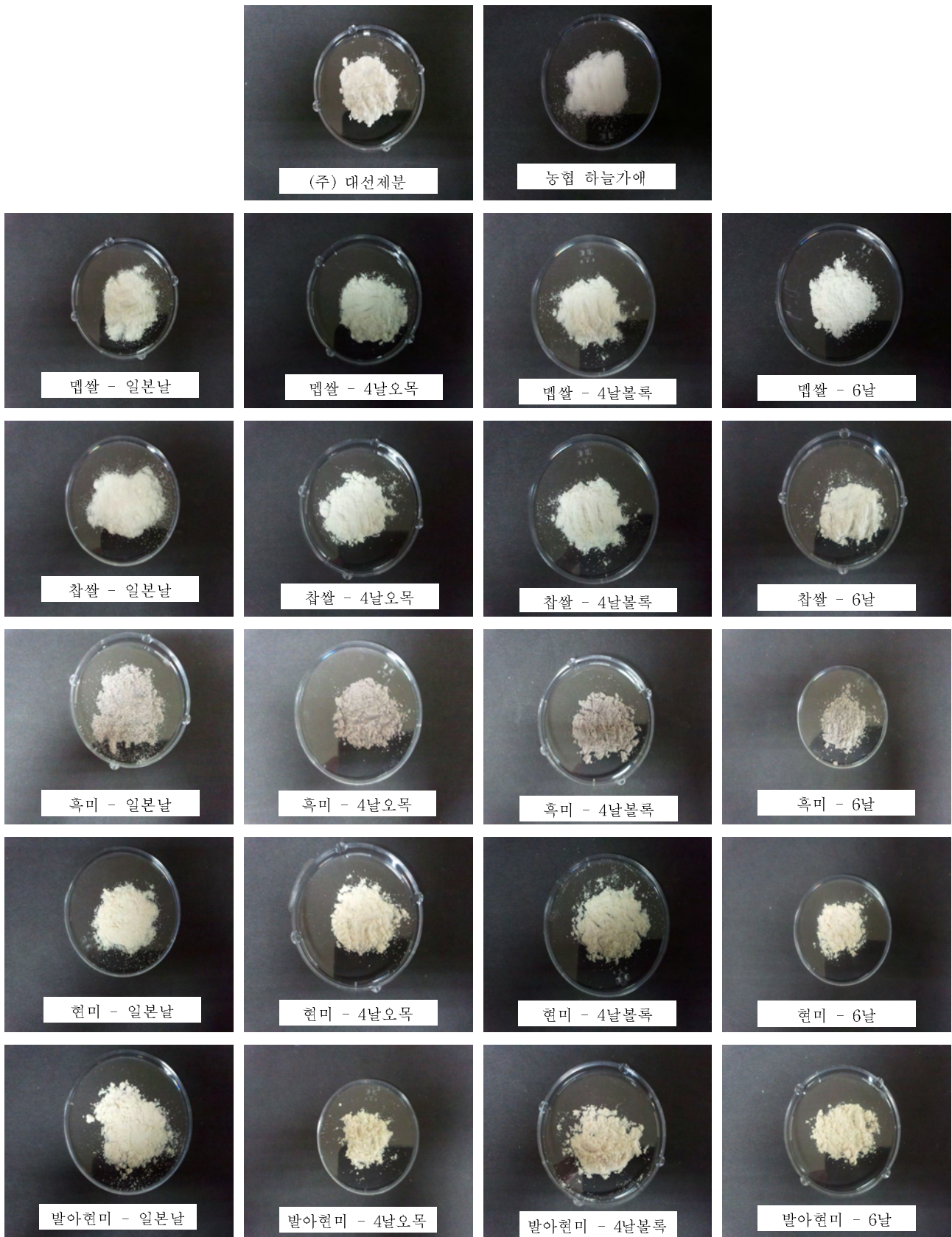


Fig. 23. 임펠러 타입에 따른 쌀가루

2. 측정 및 분석

가. 색도

색도는 Colory meter(CR200. Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L(Lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정 후 ΔE 값을 계산하였다. 표준판은 $L'=96.00$, $a'=-0.04$, $b'=-0.02$ 의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

나. 수분함량 측정

쌀가루의 수분함량은 105°C 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 항량이 된 수기에 분말 약 2g를 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 항량이 될 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

전분손상도

다. 입도분석 및 탁도

입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였으며, 분쇄설비와 품종에 따라서 시료를 구별하여 쌀가루의 입도크기를 관찰하였다. 탁도는 시료 1g에 증류수 20ML를 넣고 끓는 온도에서 30분간 가열 추출한 시료를 10배 희석한 다음 spectrometer를 이용하여 590 nm 흡광도로 측정하였다.

라. 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분흡수지수(Water absorption index, WAI) 및 수분용해지수(Water solubility index, WSI)는 Anderson 등의 방법을 응용하여 측정하였다. 2.5g의 시료에 40ML의 증류수를 원심분리관에 넣어 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 다음 8,000RPM에서 10분 동안 원심 분리하였다. 미리 항량을 구한 수기에 상등액을 넣어 건조하여 얻은 고형분량을 시료(2.5 g)에 대한 백분율로 WSI를 구하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 구하였다. 이때 A는 시료의 무게(g), B는 건조된 고형분의 무게 (g), C는 침전물의 무게(g)이다.

$$WAI(g/g) = \frac{C}{A \times (100 - WSI)} \times 100$$

$$WSI(\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

마. 신속점도측정기에 의한 호화특성

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정기(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood, NSW, Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3g(수분함량 14% 기준)를 RVA 시료통에 넣고 증류수를 25g 넣은 다음 0~1분은 50°C, 1~5분은 95°C까지 상승, 5~7분은 95°C 유지, 7~11분은 50°C까지 냉각, 11~13분은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도 및 pasting temperature를 구하였다. 점도 단위는 Rapid visco Unit(RVU)로 표시하였다.

마. Microphotograph 측정

시료 표면의 형상과 표면의 형태를 Microphotograph(EGVM-35B Video micro scope system, EG-tech Co., Anyang, Korea)를 이용하여 160배로 확대하여 각각의 표면을 관찰하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 색도

쌀가루의 색도는 Table 17에 나타내었다. 색도의 경우 비교구인 대선제분 쌀가루가 가장 높은 L 값 (98.40)을 나타내었으며, 임펠러 타입에 따른 각 쌀가루의 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

Table 17. 제조조건별 쌀가루의 색도

		색도			
		L	a	b	ΔE
(주) 대선제분		98.40	-0.83	4.47	5.15
농협 하늘가래		94.73	-0.47	7.03	7.18
멥쌀	일본날 (NJ) ⁸⁾	95.53	-0.63	6.37	6.43
	4날오목 (NC)	96.53	-0.43	5.73	5.79
	4날볼록 (NCV)	96.53	-0.60	5.53	5.61
	6날 (NS)	95.90	-0.57	5.57	5.61
찹쌀	일본날 (GJ)	95.33	-0.40	6.07	6.13
	4날오목 (GC)	95.87	-0.43	4.90	4.94
	4날볼록 (GCV)	96.50	-0.53	5.23	5.30
	6날 (GS)	96.47	-0.50	5.47	5.53
흑미	일본날 (BLJ)	66.83	2.37	2.33	29.36
	4날오목 (BLC)	67.30	3.10	9.77	30.48
	4날볼록 (BLCV)	66.67	3.27	2.03	29.59
	6날 (BLS)	68.93	2.63	2.20	27.29
현미	일본날 (BRJ)	88.07	1.13	11.03	13.66
	4날오목 (BRC)	90.23	0.90	10.37	11.92
	4날볼록 (BRCV)	90.40	0.87	10.77	12.19
	6날 (BRS)	90.07	0.77	10.77	12.34
발아현미	일본날 (GBRJ)	87.87	1.20	11.23	13.94
	4날오목 (GBRC)	89.40	0.97	11.17	13.03
	4날볼록 (GBRCV)	88.90	1.07	11.40	13.49
	6날 (GBRS)	88.90	1.00	11.50	13.57

8) Table 14 참조

나. 수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Table 18에 나타내었다. 수분함량 결과, 멍쌀과 찹쌀은 4날오목으로 분쇄하였을 때 수분함량이 다른 처리구에 비하여 1~2% 수준 낮아지는 경향을 나타내었으며, 흑미 및 발아현미는 6날 임펠러로 분쇄하였을 때 다른 처리구에 비하여 수분함량이 낮아졌다. 수분함량이 증가할수록 수분흡수지수 및 수분용해지수가 낮아지는 경향을 나타내었다.

Table 18. 제조조건별 쌀가루의 수분함량, 수분흡수지수, 수분용해지수

		수분함량(%)	수분흡수지수(g/g)	수분용해지수(%)
(주) 대선제분		12.30	3.04	0.84
농협 하늘가애		13.11	3.37	1.21
멍쌀	일본날 (NJ)	14.54	3.26	1.85
	4날오목 (NC)	12.94	3.22	1.78
	4날볼록 (NCV)	13.42	3.14	1.86
	6날 (NS)	13.54	3.23	1.63
찹쌀	일본날 (GJ)	11.48	3.33	3.26
	4날오목 (GC)	10.60	3.23	4.59
	4날볼록 (GCV)	11.31	3.23	4.72
	6날 (GS)	11.48	3.26	4.00
흑미	일본날 (BLJ)	11.99	3.45	4.33
	4날오목 (BLC)	11.24	3.22	4.42
	4날볼록 (BLCV)	11.28	3.26	4.61
	6날 (BLS)	10.88	3.24	4.22
현미	일본날 (BRJ)	12.51	3.51	4.04
	4날오목 (BRC)	11.80	3.26	3.84
	4날볼록 (BRCV)	11.49	3.27	3.77
	6날 (BRS)	11.99	3.34	3.68
발아현미	일본날 (GBRJ)	8.81	3.25	3.83
	4날오목 (GBRC)	7.34	3.20	3.50
	4날볼록 (GBRCV)	8.63	3.14	3.98
	6날 (GBRS)	7.29	3.31	3.30

다. 입도 및 탁도

쌀가루의 입도 및 탁도는 Table 19에 나타내었다. 입도는 대선제분이 980 mesh, 현미-일본 낱은 875 mesh로 낮게 측정되었다. 임펠러 타입별로 비교하였을 때, 4날오목이 일본낱과 입도가 비슷하거나 높게 측정되었으며, 6날의 입도가 낮게 측정되었다. 멍쌀 및 찹쌀의 입도가 흑미 및 발아현미의 입도보다 낮게 측정되었다. 탁도 측정결과는 임펠러 타입별 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 흑미, 현미 및 발아현미의 탁도가 멍쌀 및 찹쌀의 탁도보다 높게 측정되었다.

Table 19. 제조조건별 쌀가루의 입도 및 탁도

		입도 (mesh)	탁도
(주) 대선제분		980.00	0.96
농협 하늘가애		1360.00	0.69
멍쌀	일본낱 (NJ)	1650.00	0.78
	4날오목 (NC)	1710.00	0.80
	4날볼록 (NCV)	1490.00	0.77
	6날 (NS)	1585.00	0.91
찹쌀	일본낱 (GJ)	1400.00	0.55
	4날오목 (GC)	1515.00	0.51
	4날볼록 (GCV)	1500.00	0.64
	6날 (GS)	1630.00	0.59
흑미	일본낱 (BLJ)	1215.00	1.08
	4날오목 (BLC)	1228.00	1.20
	4날볼록 (BLCV)	1185.00	1.26
	6날 (BLS)	1100.00	1.14
현미	일본낱 (BRJ)	875.00	1.03
	4날오목 (BRC)	1025.00	1.05
	4날볼록 (BRCV)	1162.00	1.09
	6날 (BRS)	1000.00	1.09
발아현미	일본낱 (GBRJ)	1475.00	0.90
	4날오목 (GBRC)	1570.00	1.03
	4날볼록 (GBRCV)	1650.00	0.97
	6날 (GBRS)	1560.00	1.02

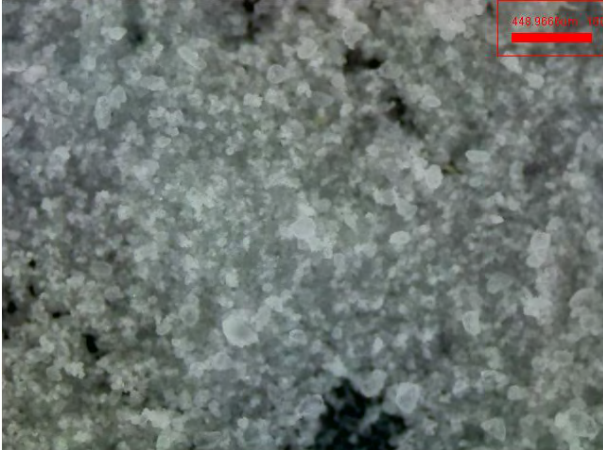

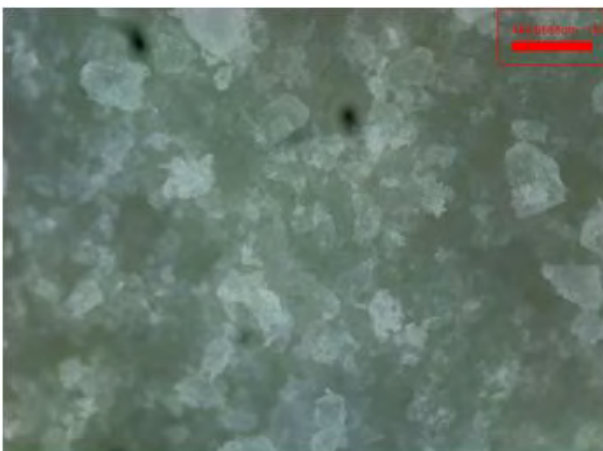
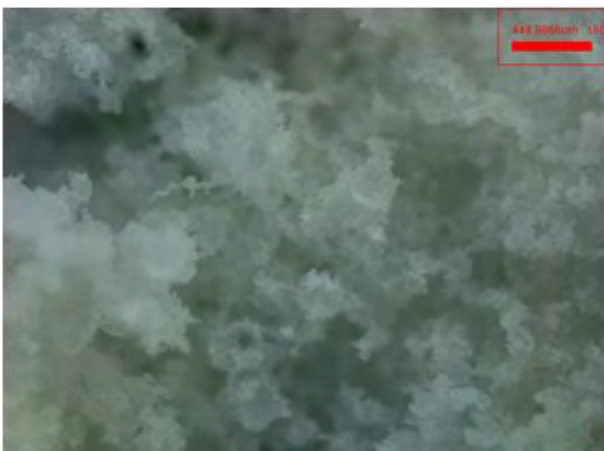

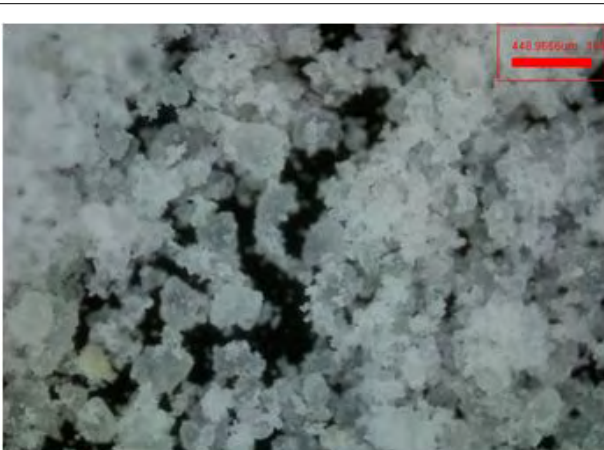
라. 호화특성




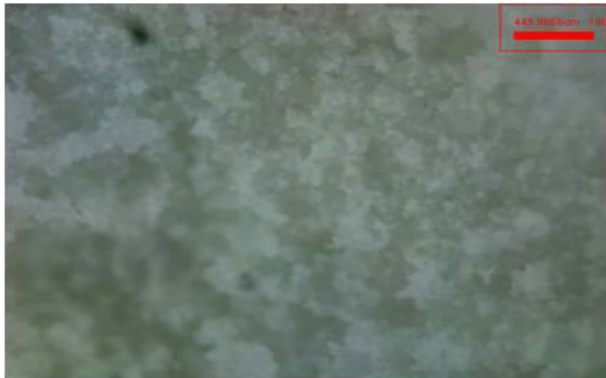
쌀가루의 호화특성 결과는 Table 20 에 나타내었다. 보고된 바에 따르면 호화개시온도는 입자크기가 작을수록 호화개시온도가 감소하였다고 하였는데, 본 실험에서도 입자크기가 작은 멥쌀 및 찹쌀의 호화 개시온도가 낮게 측정되었다. 찹쌀가루는 최고점도, 최저점도 및 최종점도에서 다른 처리구에 비하여 낮게 측정되었으며, 임펠러 타입과는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 호화특성결과, 임펠러 타입에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 쌀가루 종류에 따른 차이를 나타내었다.





Table 20. 호화특성


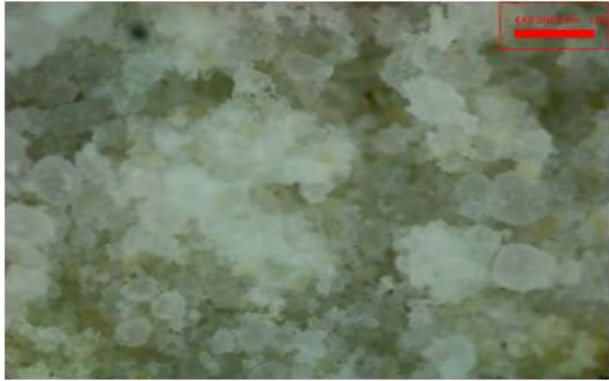
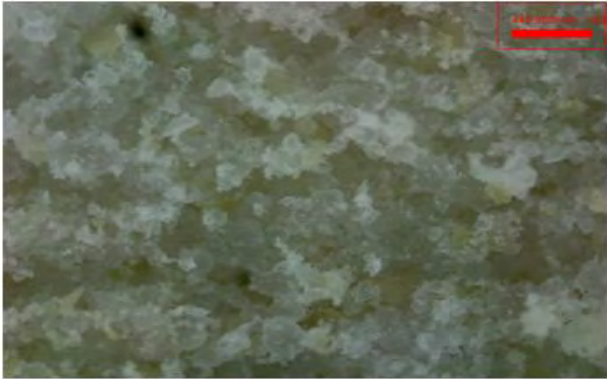

	Viscosity (RVU)			Pasting temperature °C	
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity		
(주) 대선제분	3017.00	2176.00	3720.00	71.75	
농협 하늘가래	3199.00	2000.00	3420.00	71.85	
멥쌀	일본날 (NJ)	2232.00	1451.00	2711.00	69.35
	4날오목 (NC)	2239.00	1372.00	2608.00	69.50
	4날볼록 (NCV)	2222.00	1328.00	2548.00	69.35
	6날 (NS)	2271.00	1539.00	2780.00	69.15
찹쌀	일본날 (GJ)	883.00	265.00	385.00	68.50
	4날오목 (GC)	947.00	271.00	382.00	67.75
	4날볼록 (GCV)	866.00	247.00	350.00	66.55
	6날 (GS)	944.00	260.00	375.00	68.60
흑미	일본날 (BLJ)	1186.00	563.00	1357.00	72.60
	4날오목 (BLC)	1295.00	625.00	1490.00	72.65
	4날볼록 (BLCV)	1224.00	506.00	1209.00	72.70
	6날 (BLS)	1226.00	612.00	1464.00	72.55
현미	일본날 (BRJ)	1838.00	1077.00	2612.00	69.35
	4날오목 (BRC)	1875.00	1167.00	2680.00	69.25
	4날볼록 (BRCV)	1741.00	1174.00	2722.00	70.15
	6날 (BRS)	1766.00	1106.00	2598.00	69.45
발아현미	일본날 (GBRJ)	1282.00	181.00	1241.00	71.05
	4날오목 (GBRC)	1219.00	616.00	1452.00	71.10
	4날볼록 (GBRCV)	1386.00	114.00	1336.00	71.00
	6날 (GBRS)	1127.00	543.00	1320.00	71.10





마. Microphotograph 측정(×160)

(주) 대선제분	농협 하늘애가
	
멤 썬	
일본날 (NJ)	4날오목 (NC)
	
4날볼록 (NCV)	6날 (NS)
	

참 찰	
일본날 (GJ)	4날오목 (GC)
	
4날볼록 (GCV)	6날 (GS)
	

후 미	
일본날 (BLJ)	4날오목 (BLC)
	
4날볼록 (BLCV)	6날 (BLS)
	

현 미	
일본날 (BRJ)	4날오목 (BRC)
	
4날볼록 (BRCV)	6날 (BRS)
	

발 아 현 미	
일본날 (GBRJ)	4날오목 (GBRC)
	
4날볼록 (GBRCV)	6날 (GBRS)
	

제 3 절. 건식 및 습식 쌀가루 비율에 따른 쌀가루 이화학적 특성

1. 재료 및 방법

쌀은 경상남도 사천 쌀로 2011년산을 구입하여 cyclone mil로 분쇄 후 실험에 사용하였으며, 해두루 쌀가루((주)대선제분, 한국)를 구입하여 비교구로 사용하였다. 쌀가루 제조 공정은 사이클론밀의 상부에 2,000g의 시료를 투입하여 전부 분쇄될 때까지 하였으며, 분말제조조건은 Table 15와 같고, 분쇄에 사용한 임펠러(4날오목)는 Fig. 24에 나타내었다.



Fig. 24. 임펠러 전면(왼쪽), 후면(오른쪽)

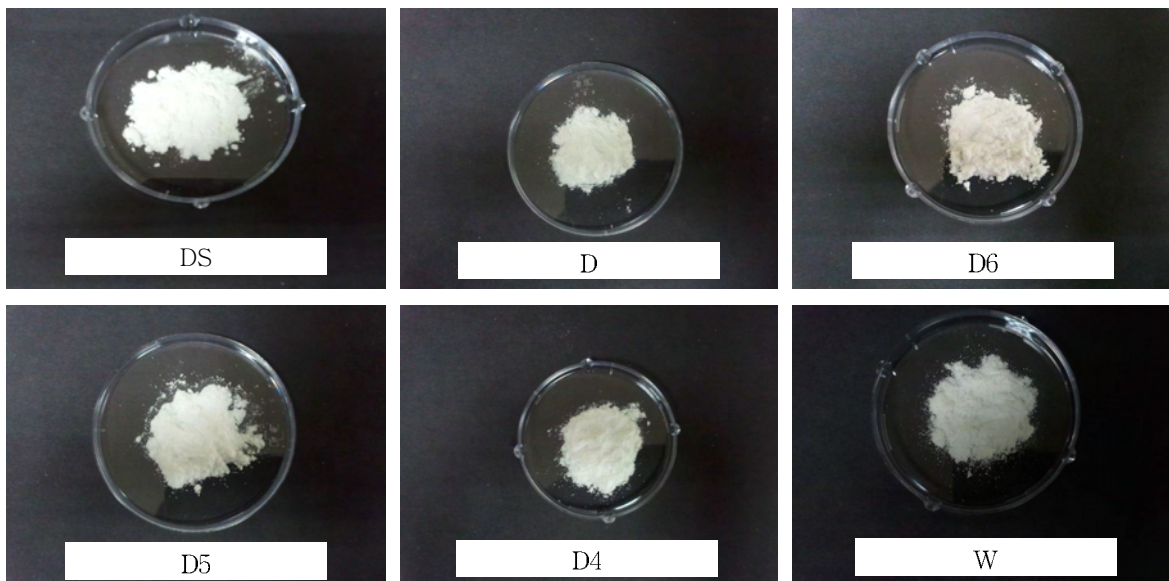


Fig. 25. 건식-습식 비율에 따른 쌀가루

2. 측정 및 분석

가. 색도

색도는 Colory meter(CR200. MInolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L(Lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정 한 후 ΔE 값을 계산하였다. 표준판은 $L'=96.00$, $a'=-0.04$, $b'=-0.02$ 의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$$

나. 수분함량 측정

쌀가루의 수분함량은 105°C 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 항량이 된 수기에 분말 약 2g를 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 항량이 될 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

전분손상도

다. 입도분석 및 탁도

입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였으며, 분쇄설비와 품종에 따라서 시료를 구별하여 쌀가루의 입도크기를 관찰하였다. 탁도는 시료 1g에 증류수 20ML를 넣고 끓는 온도에서 30분간 가열 추출한 시료를 10배 희석한 다음 spectrometer를 이용하여 590 nm 흡광도로 측정하였다.

라. 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분흡수지수(Water absorption index, WAI) 및 수분용해지수(Water solubility index, WSI)는 Anderson 등의 방법을 응용하여 측정하였다. 2.5g의 시료에 40ML의 증류수를 원심분리관에 넣어 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 다음 8,000RPM에서 10분 동안 원심 분리하였다. 미리 항량을 구한 수기에 상등액을 넣어 건조하여 얻은 고형분량을 시료(2.5 g)에 대한 백분율로 WSI를 구하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 구하였다. 이때 A는 시료의 무게(g), B는 건조된 고형분의 무게 (g), C는 침전물의 무게(g)이다.

$$WAI(g/g) = \frac{C}{A \times (100 - WSI)} \times 100$$

$$WSI(\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

마. 신속점도측정기에 의한 호화특성

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific pty, Ltd., Warriewood, NSW,, Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3g(수분함량 14% 기준)를 RVA 시료통에 넣고 증류수를 25g 넣은 다음 0~1분은 50°C, 1~5분은 95°C까지 상승, 5~7분은 95°C유지, 7~11분은 50°C까지 냉각, 11~13분은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도 및 pasting temperature를 구하였다. 점도 단위는 Rapid visco Unit(RVU)로 표시하였다.

마. Microphotograph 측정

시료 표면의 형상과 표면의 형태를 Microphotograph(EGVM-35B Video micro scope system, EG-tech Co., Anyang, Korea)를 이용하여 160배로 확대하여 각각의 표면을 관찰하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 색도, 수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수

건·습식 쌀가루 함량별 쌀가루의 색도는 Table 21 에 나타내었다. 색도의 경우 비교구인 대선제분 쌀가루가 가장 높은 L 값 (98.40)을 나타내었으며, 실험에 사용된 건·습식 혼합 쌀가루의 경우 94.77~95.12의 값을 나타내 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 수분함량, 수분흡수지수 및 수분용해지수는 Table 22 에 나타내었다. 수분함량이 증가할수록 수분흡수지수 및 수분용해지수가 낮아지는 경향을 나타내었다. 수분흡수지수 및 수분용해지수는 수분함량이 증가할수록 낮아지며, 입자크기가 작을수록 높아진다는 연구결과 보고와 일치하였다.

Table 21. 제조조건별 쌀가루의 색도

	L	a	b	ΔE
DS ⁹⁾	98.40	-0.83	4.47	5.15
D ¹⁰⁾	94.77	-0.50	4.24	4.45
D6	95.11	-0.41	3.61	3.75
D5	95.03	-0.44	3.81	3.97
D4	95.12	-0.45	3.85	3.99
W	94.95	-0.54	3.98	4.16

Table 22. 제조조건별 쌀가루의 수분함량, 수분흡수지수, 수분용해지수

	수분함량 (%)	수분흡수지수 (g/g)	수분용해지수
DS	12.30	3.04	0.84
D	11.87	2.31	1.91
D6	13.99	2.17	1.76
D5	15.60	2.16	1.54
D4	17.16	2.14	1.36
W	23.99	1.80	0.58

9) (주) 대선제분 해두루 쌀가루

10) Table 5 참조

다. 입도 및 탁도

쌀가루의 입도 및 탁도는 Table 23 과 Fig. 26 에 나타내었다. 입도는 D6, D5, D4 가 각각 1080, 1090, 1100 mesh로 측정되었으며, DS 및 D 의 경우 700, 900 mesh로 W는 870 mesh다른 처리구에 비하여 높게 측정되었다. 탁도의 경우 DS는 0.96 으로 가장 높게 측정되었다. 각 처리구들은 0.67, 0.70, 0.70, 0.68, 0.59로 측정되어 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

Table 23. 제조조건별 쌀가루의 입도 및 탁도

	입도 (mesh)	탁도
DS	700.00	0.96
D	900.00	0.67
D6	1080.00	0.70
D5	1090.00	0.70
D4	1100.00	0.68
W	870.00	0.59

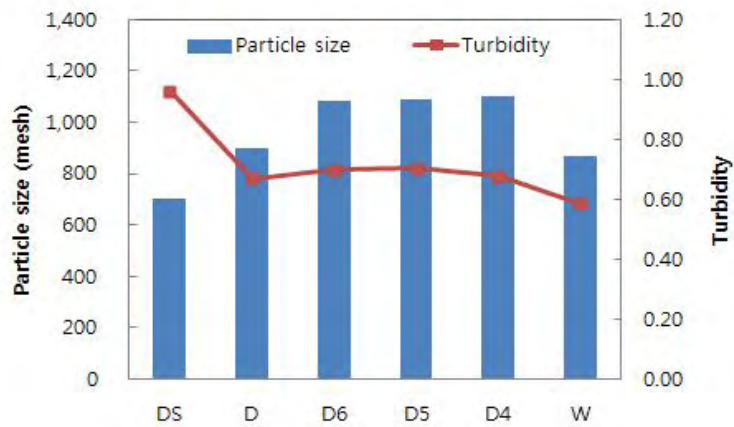


Fig. 26. 제조조건별 쌀가루의 입도 및 탁도

라. 호화특성

쌀가루의 호화특성 결과는 Table 24 및 Fig. 27 에 나타내었다. 호화온도는 각각 72.33, 70.27, 69.37, 69.83, 69.20, 69.65 °C로 측정되었다. 호화개시온도 측정 결과 RVA 호화양상에서 입자크기가 작을수록 호화개시온도가 감소하였다는 보고와 유사한 경향을 나타내었으며, 이는 쌀가루의 입자가 미세하여짐에 따라 전분의 팽윤이 빨리 일어나 낮아지게 된 것으로 생각된다. 최고점도는 전분이나 혼합물의 물 응집력 또는 포용력을 나타내며 최종 생산물의 품질을 결정하는 중요한 인자이다. 본 실험 측정 결과, DS, D, D6, D5, D4, W 각각 2994.50, 4401.67, 4130.33, 4502.67, 4791.33, 4972.33 RVU로 DS를 제외한 모든 처리구에서 최고 점도는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 최고점도는 입자크기가 작아짐에 따라 증가하며 호화개시온도는 최대점도와 역의 상관관계가 있는 것으로 나타났다는 보고, 입자크기가 크고 거칠수록 점도가 낮아져 thickening agent로 사용할 수 있다는 보고와 유사하였다.

Table 24. 호화특성

	Viscosity (RVU)			Pasting Temp (°C)
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	
DS	2994.50	2082.00	3881.00	72.33
D	4401.67	2754.33	4298.67	70.27
D6	4130.33	2566.67	4077.00	69.37
D5	4502.67	2833.00	4408.67	69.83
D4	4791.33	2929.00	4531.33	69.20
W	4972.33	3058.67	4825.67	69.65

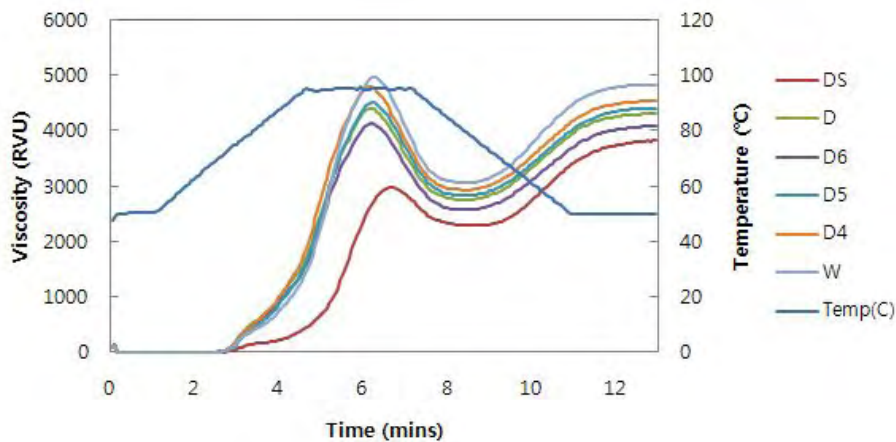
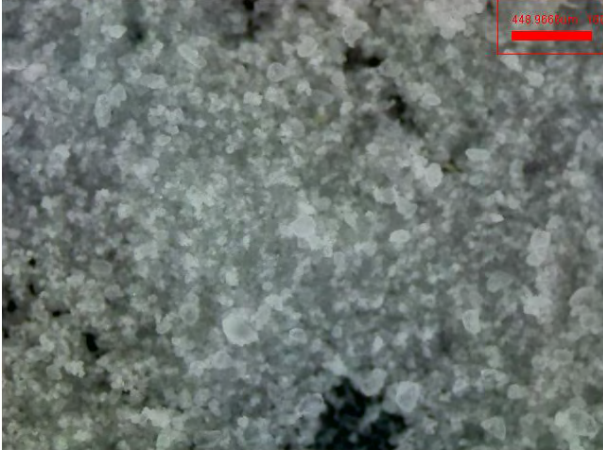
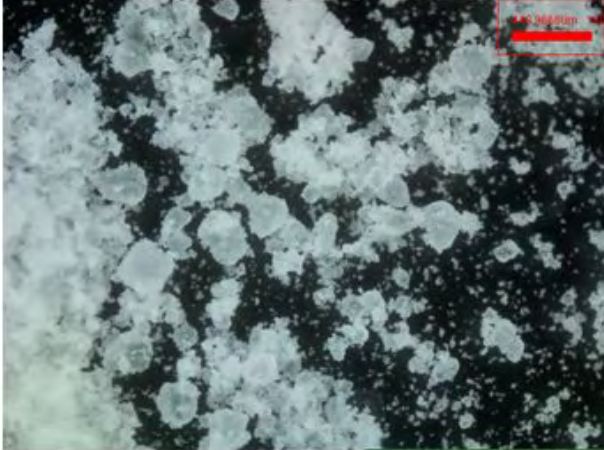
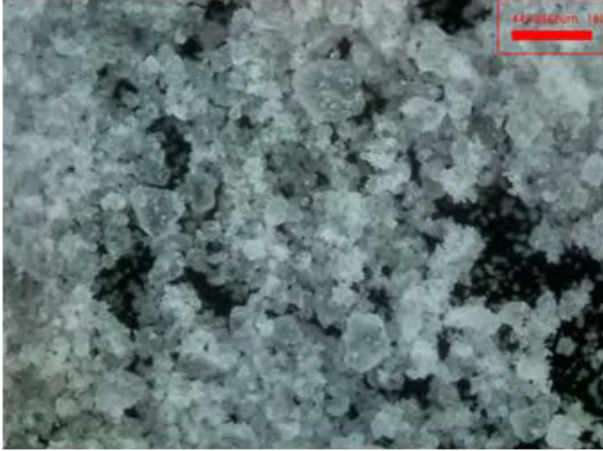
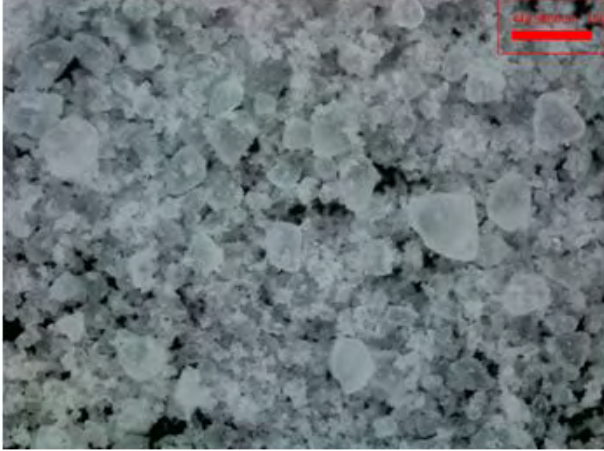
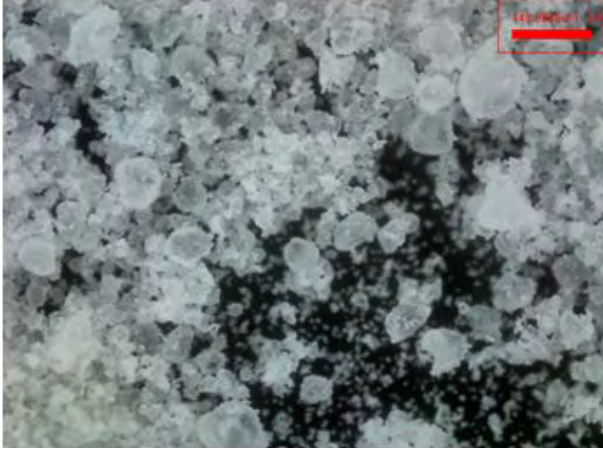
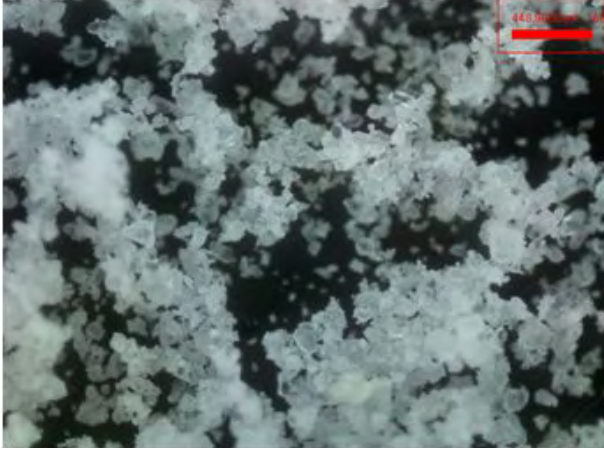


Fig. 27 처리구별 호화특성

마. Microphotograph 측정(×160)

DS	D
	
D6	D5
	
D4	D3
	

제 4 절. 사이클론밀을 이용한 멥쌀, 현미, 청보리, 흑미의 제분특성

1. 재료 및 방법

실험에 사용된 재료는 청보리, 멥쌀, 현미, 흑미 총 4가지 종류를 사용하였으며, 고창에 제조된 cyclone mil로 분쇄 하였다. 분말 제조는 사이클론 밀의 상부에 일정량의 시료를 투입하여 임펠러 속도 400 RPM, 브로워 55 Hz의 조건으로 제조하였다. 분쇄 후 분말은 체를 통과시킨 1차 분말과 체를 통과하지 못한 2차 분말로 분리하여 실험에 사용하였으며, 사이클론밀은 Fig 27 에 나타내었다.



Fig. 28 사이클론밀.

2. 측정 및 분석

가. 입도

입도분석은 입도분석기(CILAS 1064, France)를 사용하여 측정하였으며, 분쇄설비와 품종에 따라서 시료를 구별하여 쌀가루의 입도크기를 관찰하였다.

나. 색도

색도는 Colory meter(CR200. Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L (Lightness) 값, a (redness) 값, b (yellowness) 값, ΔE 값을 측정하였다. 이때 표준색은 L'=96.00, a'=-0.04, b'=-0.02의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

다. 수분함량 측정

쌀가루의 수분함량은 105℃ 상압수분건조법을 이용하였으며, 각 처리구별로 항량이 되어진 수기에 분말 약 2g을 취하여 Dry oven(한국종합기기제작소, 한국)을 이용하여 건조를 실시하였다. 항량이 될 때까지 건조를 반복한 후 평균값을 구하였다.

라. 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

수분흡수지수 및 수분용해지수는 Anderson의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료2.5g에 40mL의 증류수를 원심분리관에 넣어 혼합하여 실온에서 30분간 반응 시킨 후 8,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 미리 항량을 구한 수기에 상등액을 넣어 건조하여 얻은 고형분량을 시료(2.5 g)에 대한 백분율로 WSI를 구하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 구하였다. 이때 A는 시료의 무게(g), B는 건조된 고형분의 무게 (g), C는 침전물의 무게(g)이다.

$$WAI (g/g) = \frac{C}{A \times (100 - WSI)} \times 100$$
$$WSI (\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

마. 탁도

탁도는 시료 1g에 증류수 20mL를 넣고 끓는 온도에서 30분간 가열추출한 시료를 10배 희석한 다음 spectrometer를 이용하여 590 nm 흡광도로 측정하였다.

바. 신속점도측정기에 의한 호화특성

쌀가루의 호화특성은 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood, NSW, Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3g(수분함량 14% 기준)을 RVA 시료통에 넣고 증류수를 25g 넣은 다음 0~1분은 50℃, 1~5분은 95℃까지 상승, 5~7분은 95℃유지, 7~11분은 50℃까지 냉각, 11~13분은 50℃를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고점도(peak), 최저점도(trough), 최종점도 및 peak time을 구하였다. 점도 단위는 Rapid visco Unit(RVU)로 표시하였다.

사. 온도변화 측정

사이클론밀의 분쇄과정, 이송 및 분리, 시료의 온도변화를 열화상카메라 (FLIR systems AB, Dandryd, Sweden)를 이용하여 측정하였다.

아. Microphotograph 측정

시료 표면의 형상과 표면의 형태를 Microphotograph(EGVM-35B Video micro scope system, EG-tech Co., Anyang, Korea)를 이용하여 160배로 확대하여 각각의 표면을 관찰하였다.

3. 연구결과 및 고찰

가. 분쇄 장치 작동 시 발생하는 온도변화

분쇄시 발생하는 온도변화를 살펴보기 위하여 분쇄속도는 400 RPM, 포집속도는 55 HZ로 하였다. Fig. 29, 30, 31, 32는 분쇄기, 이송관 및 시료에서 발생하는 온도는 분쇄시간별로 측정 한 것으로, 분쇄 10분 후 16.1℃, 20분 후 25.7℃, 30분 후 37.1℃로 분쇄기의 온도가 분쇄 시간이 증가함에 따라 급격하게 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 이송 및 저장공정에서도 분쇄 시간이 증가함에 따라 9.2℃, 19.0℃, 19.8℃로 증가하였으며, 이 때의 온도는 시료의 온도에 의해 이송 및 저장장치의 온도가 함께 증가한 것으로 판단 할 수 있다.



Fig. 29 분쇄기 온도변화 (왼쪽부터 10, 20, 30분 후)

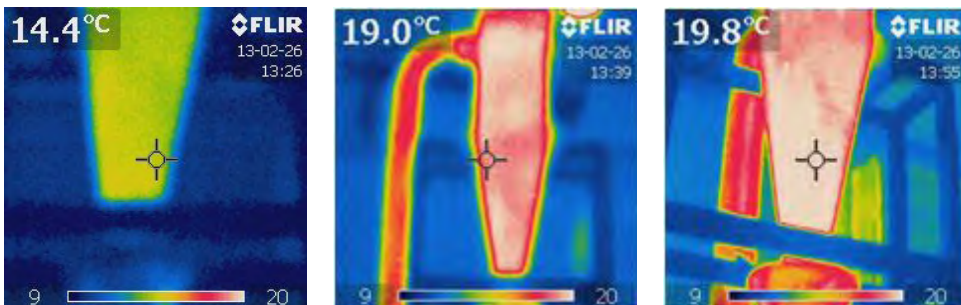


Fig. 30 이송관 온도변화 (왼쪽부터 10, 20, 30분 후)

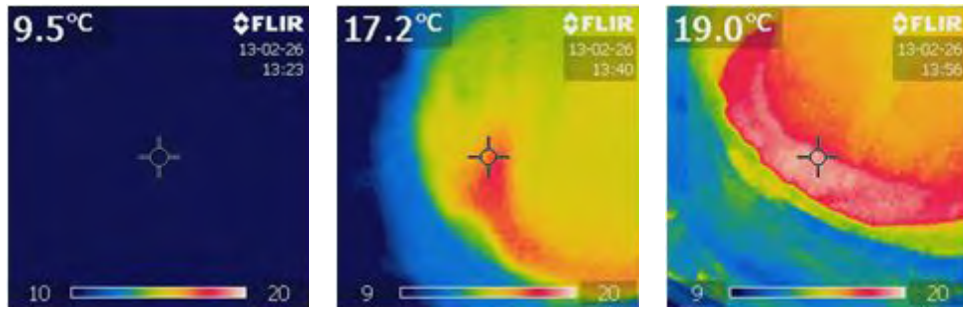


Fig. 31 1단시료 온도변화 (왼쪽부터 10, 20, 30분 후)

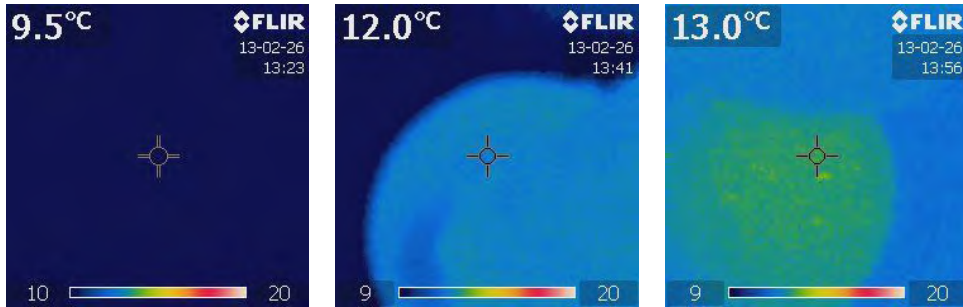


Fig. 32 2단 시료 온도변화 (왼쪽부터 10, 20, 30분 후)

나. 손실율 (%), 생산율(%), 입도

생산율 및 손실율은 Table 25 에 나타내었다. 생산율은 멥쌀, 흑미, 현미가 90.0%로 동일하게 측정되었으며, 손실율은 청보리가 6.75%로 낮게 측정되었다. 손실율의 경우 청보리 분말제조 조건 사이클론밀에 남아있던 분말이 섞이게 되면서 손실율이 다른 시료보다 약간 낮게 측정된 것으로 판단된다. 분말 1단계의 입도 측정 결과는 표 2에 나타내었으며, 청보리 50.14 μm , 멥쌀 16.42 μm , 현미 15.62 μm , 흑미 20.96 μm 로 측정되었다. 동일 조건에서 분쇄시 현미 및 멥쌀의 분말이 가장 곱게 분쇄되었고 청보리가 제일 거칠게 분쇄되었다.

Table 25. 제조조건별 쌀가루의 생산율 및 생산량

	손실율(%)	생산율(%)	입도 (mesh)
청보리	6.75	92.5	50.14
멥쌀	9.75	90.0	16.42
현미	9.99	90.0	15.62
흑미	9.96	90.0	20.96

다. 색도 및 수분함량

청보리, 멥쌀, 현미는 1단의 L값이 각 92.46, 94.67, 90.68로 원물의 72.90, 68.03, 62.26보다 높게 측정되었으며, 흑미는 원물, 1단, 2단의 L값이 37.08, 64.37, 66.06으로 분쇄 후 L 값은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 청보리의 b 값은 원물 및 청보리2단에서 각각 19.75 및 14.54로 측정되었고, 청보리 1단은 7.30으로 측정되었다.

수분함량 측정결과, 각 원물의 수분함량은 청보리 11.76 %, 멥쌀 14.56 %, 현미 14.38 %, 흑미 13.49 %로 측정되었고, 청보리 2단 및 멥쌀 2단의 수분함량은 12.52 %, 13.70%로 측정되어, 청보리는 원물보다 약 1 % 수분함량이 증가, 멥쌀은 약 1 % 수분함량이 감소하였다. 청보리 및 멥쌀의 2단 분말은 1단 분말과 비교하여 매우 굵어 원물과 비슷한 수분함량을 나타내는 것으로 판단되며, 다른 분말들은 분쇄공정에 의해 수분함량이 감소되는 결과를 나타내었다.

Table 26. 조건별 쌀가루의 색도 및 수분함량

	색도			수분함량
	L	a	b	
청 보 리	72.90	0.26	19.75	11.76
청보리1단	92.46	-0.34	7.30	10.08
청보리2단	83.50	-0.32	14.54	12.52
멥 쌀	68.03	-0.90	9.91	14.56
멥쌀1단	94.67	-0.34	3.56	9.26
멥쌀2단	82.57	-1.03	9.15	13.70
현 미	62.26	1.56	15.66	14.38
현미1단	90.68	-0.30	7.34	9.07
현미2단	90.95	-0.36	6.61	9.24
흑 미	37.08	0.37	-0.70	13.49
흑미1단	64.37	4.47	-0.83	8.09
흑미2단	66.06	4.60	-0.92	8.79

라. 수분흡수지수, 수분용해지수 및 탁도

수분흡수지수 및 수분용해지수는 표 3에 나타내었다. 수분함량이 증가할수록 수분흡수지수 및 수분용해지수가 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 이전의 연구결과 보고와 일치하였다.

탁도 측정 결과, 청보리 1단 0.13, 2단 0.14, 멥쌀 1단 0.44, 멥쌀 2단 0.10, 현미 1단 0.58, 현미 2단 0.48, 흑미 1단 0.67, 흑미 2단 0.68로 측정되었으며, 멥쌀을 제외한 청보리, 현미, 흑미의 탁도는 1, 2단이 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 멥쌀은 1단이 2단에 비하여 높은 탁도 결과를 나타내었다.

Table 27 . 제조조건별 쌀가루의 수분흡수지수, 수분용해지수, 입도 및 탁도

	Water Absorb Index (WAI)	Water Soluble Index (WSI)	탁도 (Abs 590nm)
청보리1단	2.79	7.46	0.13
청보리2단	2.44	2.66	0.14
멥쌀1단	2.54	3.28	0.44
멥쌀2단	1.91	0.61	0.10
현미1단	2.32	5.02	0.58
현미2단	2.25	4.74	0.48
흑미1단	2.27	6.25	0.67
흑미2단	2.40	6.37	0.68

마. RVA에 의한 호화특성

4 종류 분말의 호화특성은 표 28 및 그림 29, 30, 31, 32에 나타내었다. 호화 온도는 청보리 2단이 90.2℃로 가장 높았으며, 청보리 및 멥쌀 1단은 2단 보다 호화온도가 낮았으며, 이는 입자 크기가 작을수록 호화개시온도가 감소한다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 최고점도는 청보리 1단이 1148.0 RVU로 가장 높았으며, 청보리 2단은 79.5 RVU로 가장 낮았다. 최고점도는 입자크기가 크고 거칠수록 점도가 낮으며, 입자의 크기가 작아짐에 따라 증가하여 호화개시온도와는 역의 상관관계가 있는 것으로 나타났다는 보고와 유사하였다.

Table 28. RVA에 의한 분말의 호화특성

	Viscosity (RVU)			Pasting Temp (℃)
	Peak viscosity	Trough	Final viscosity	
청보리 1단	1612.5	1148.0	1789.0	67.7
청보리 2단	112.0	79.5	470.5	90.2
멥 쌀 1단	1752.0	1017.0	1993.5	67.7
멥 쌀 2단	193.5	128.0	919.5	74.3
현 미 1단	1291.0	664.5	1794.0	70.2
현 미 2단	858.5	441.5	1513.5	72.2
흑 미 1단	929.0	606.0	1320.5	71.0
흑 미 2단	544.0	395.0	1062.0	71.8

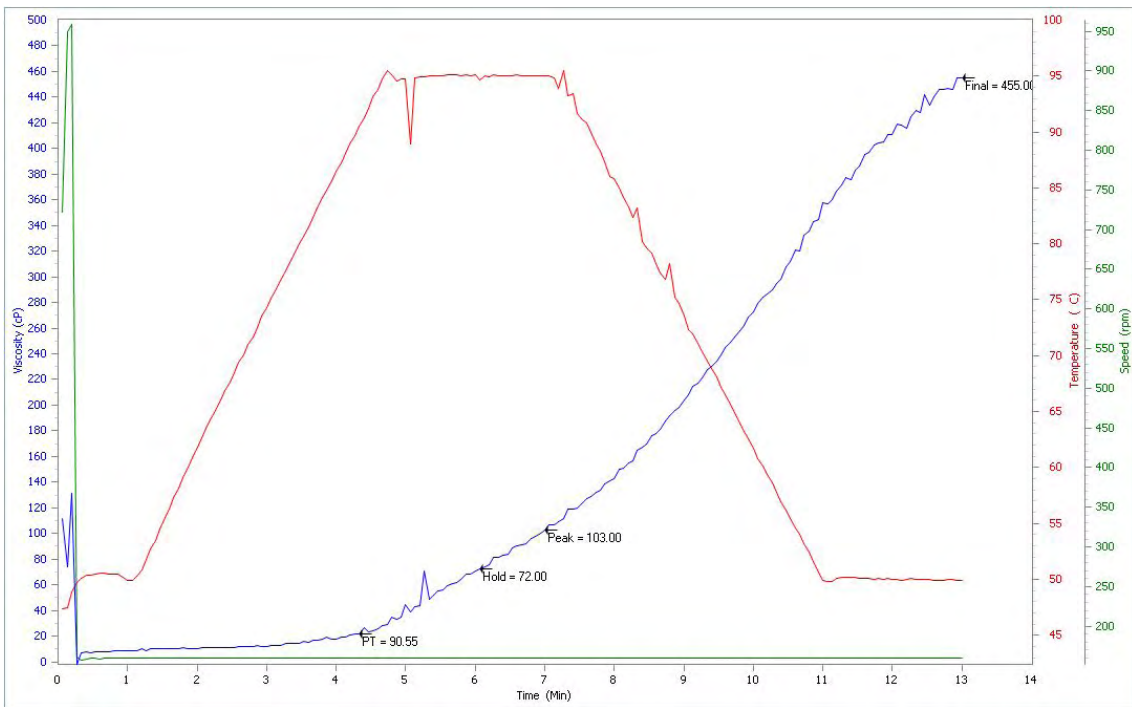
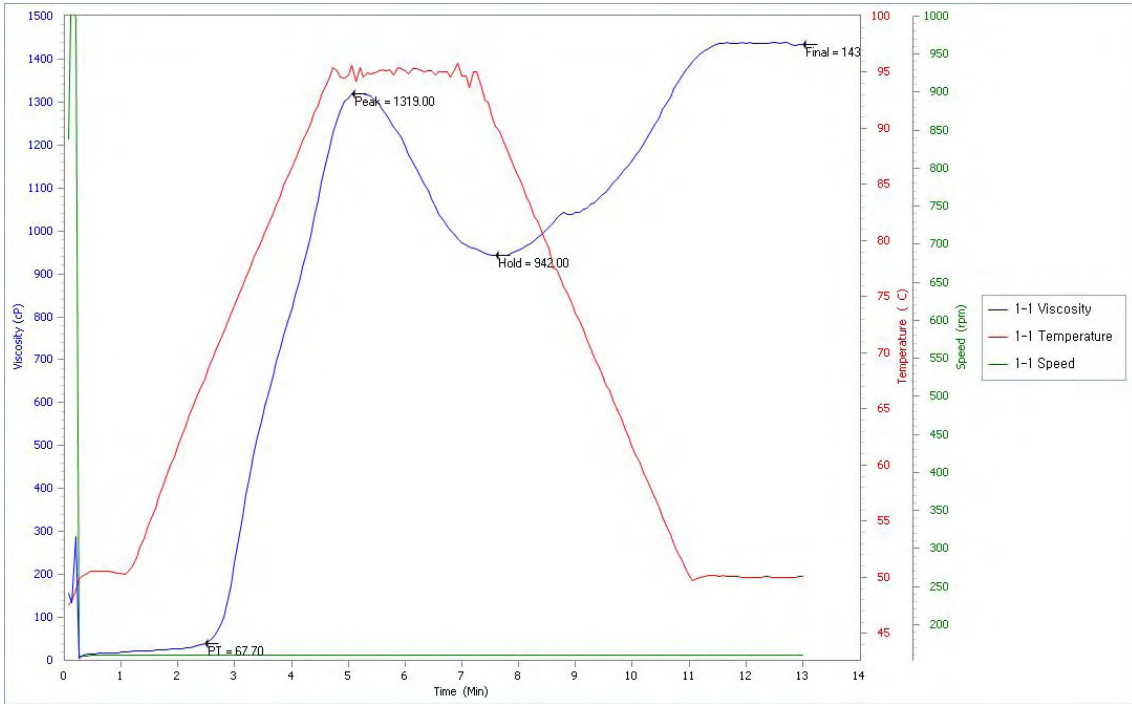


그림 33. 청보리 1단(위) 및 청보리 2단(아래) 분말의 호화특성

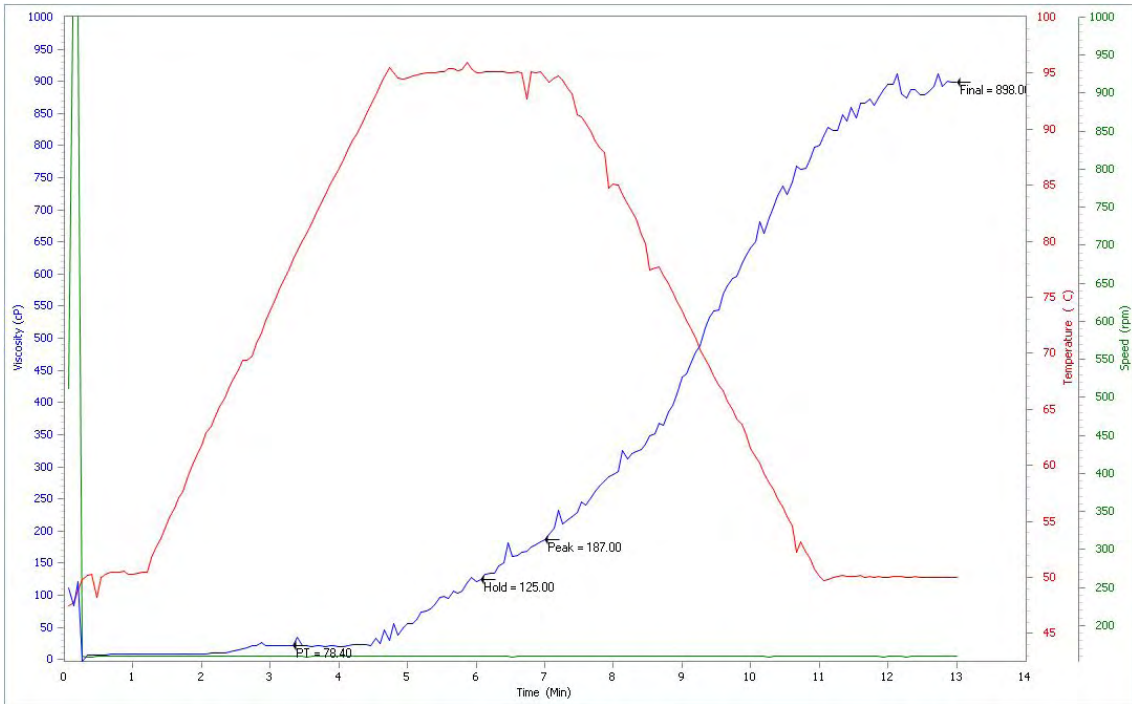
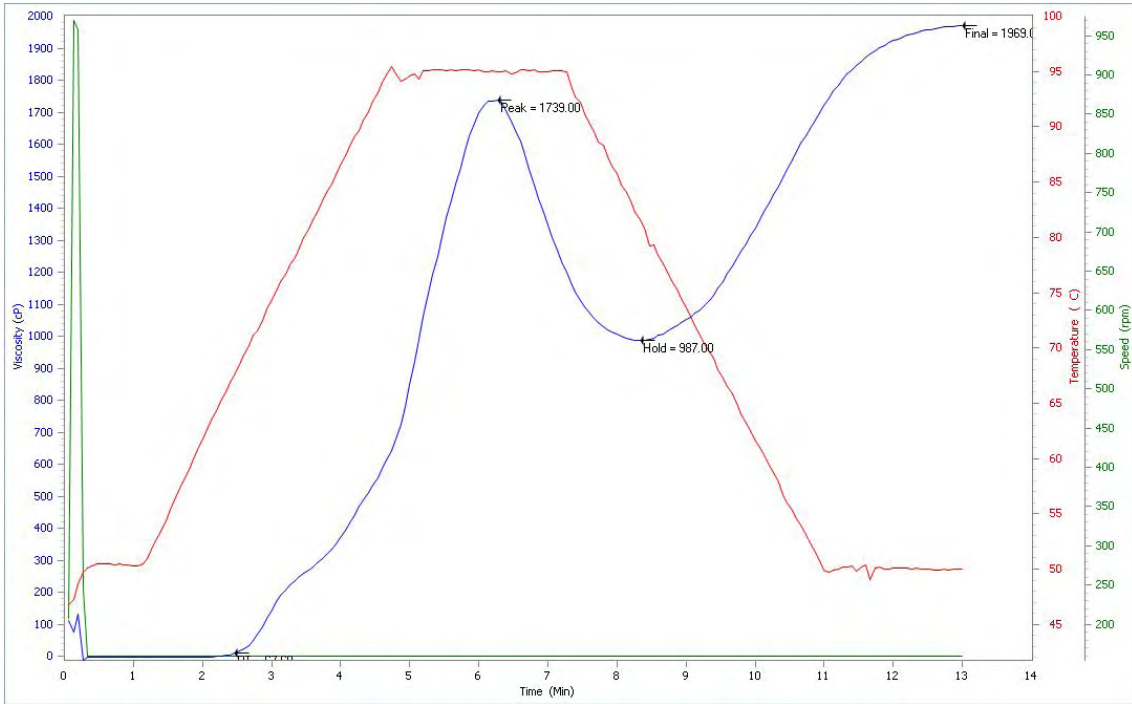


그림 34. 멤살 1단(위) 및 멤살 2단(아래)의 호화특성

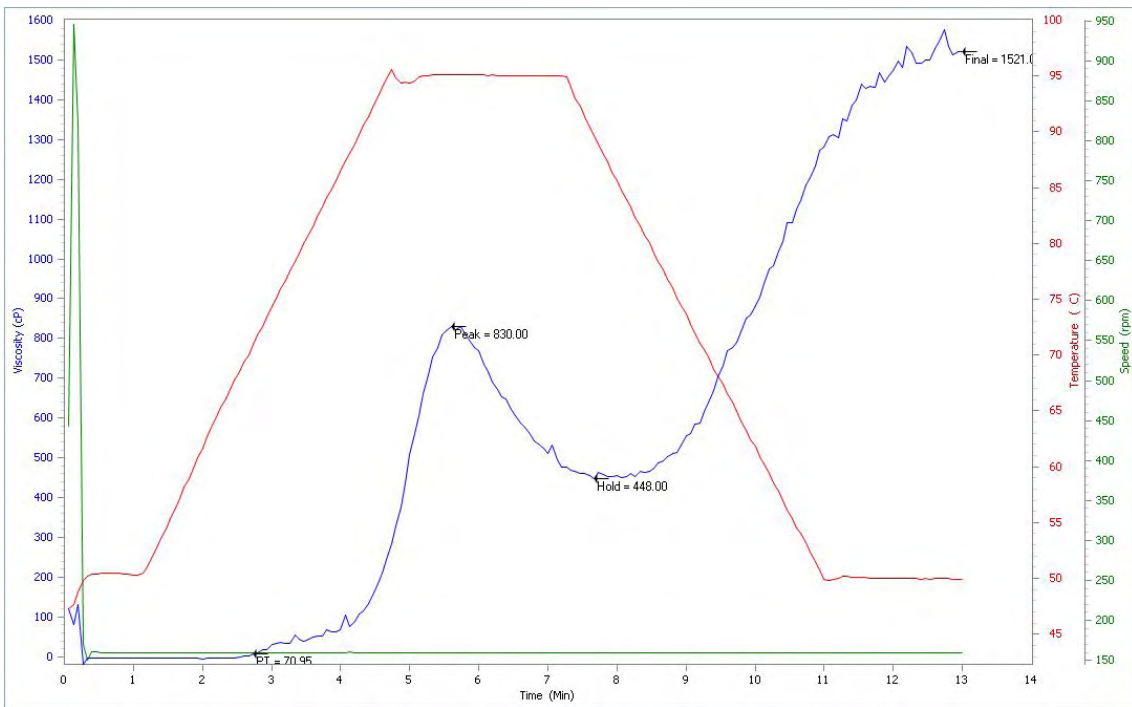
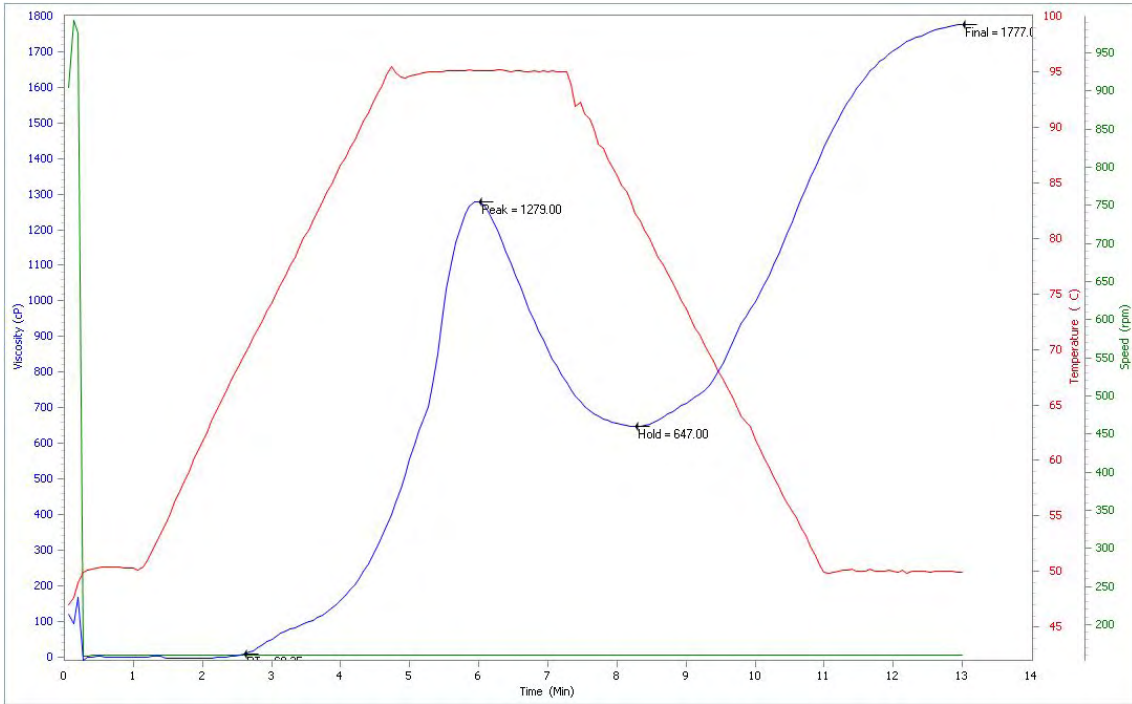


그림 35. 현미 1단(위) 및 현미 2단(아래)의 호화특성

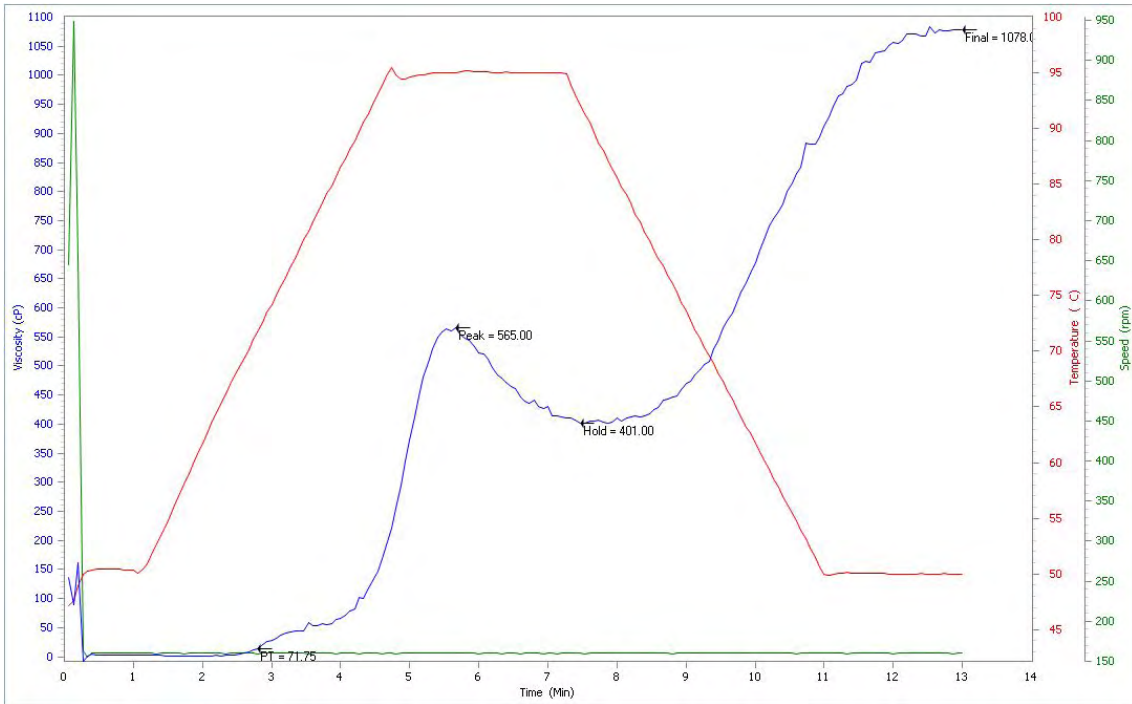
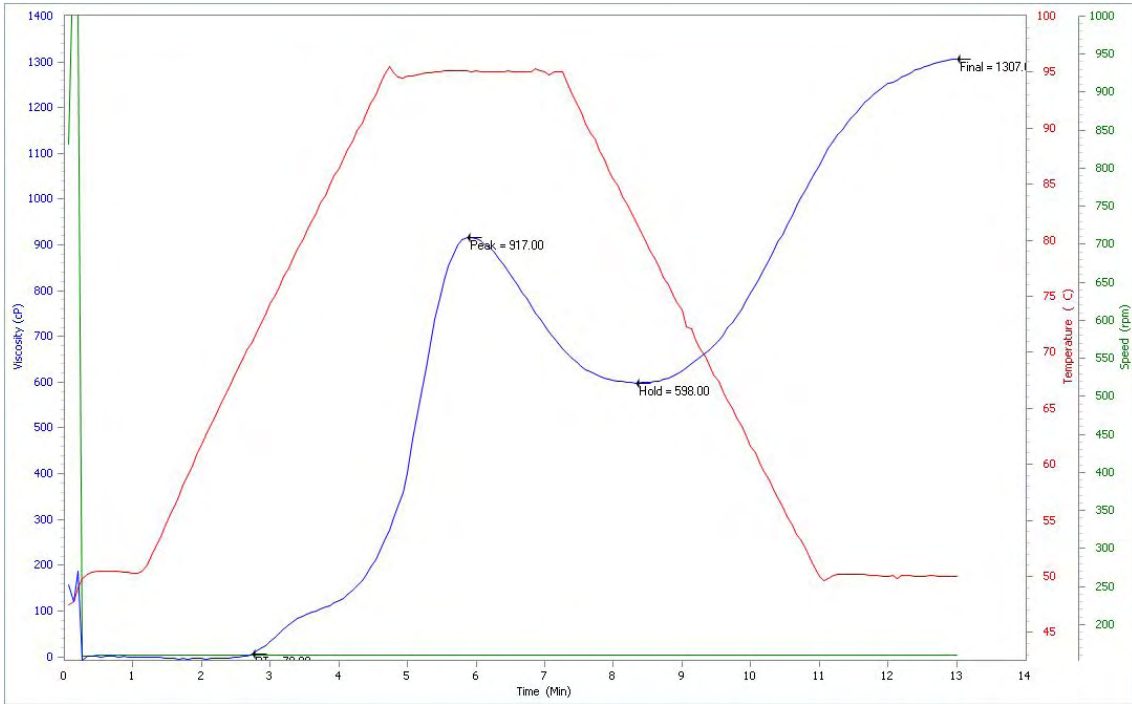
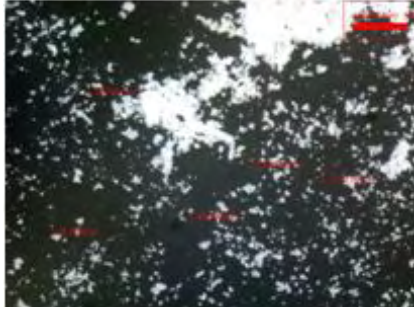
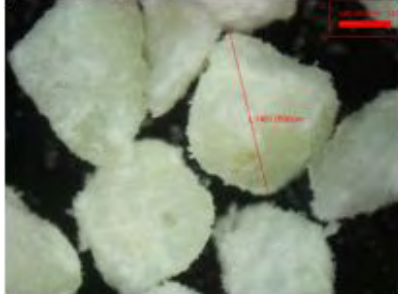

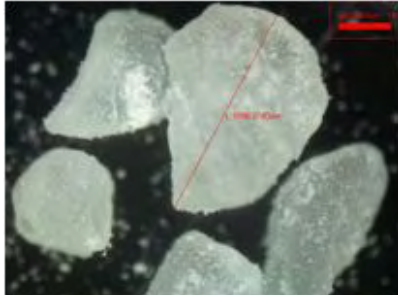

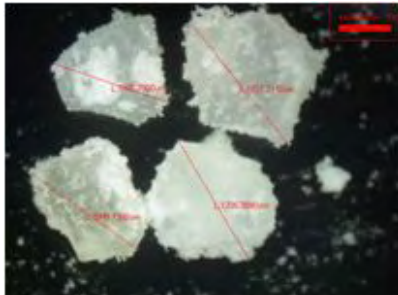




그림 36. 흑미 1단(위) 및 흑미 2단(아래)의 호화특성

바. Microphotograph(X160)

현미경 촬영 결과는 아래와 같으며, 현미경으로 시료의 직경을 측정하였다. 그 결과 청보리 1단 31.97 μm , 청보리 2단 1461.09 μm , 멥쌀 1단 40.3 μm , 멥쌀 2단 1898.37 μm , 현미 1단 29.98 μm , 현미 2단 1167.38 μm , 흑미 1단 43.11 μm , 흑미 2단 1013.43 μm 로 측정되었다.

	1단	2단
청보리		
멥쌀		
현미		
흑미		

1-1세부-위탁1

고품질 특수용도 쌀가루의 가공기술 개발

1. 재료 및 방법

가. 재료

실험에 사용된 백미, 현미, 흑미는 일반 멥쌀과 찹쌀로 농협(서울, 양재)에서 구입하여 4℃에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

나. 실험방법

(1) 입도분포

쌀가루의 입도분포는 sieve shaker(HAVER EML 200 digital plus, Oelde, Germany)에 표준망체 60~325 mesh size (250~45 μm)를 이용하여 측정하였다. 즉, 쌀가루 100 g을 2.5 mm의 amplitude로 60초 간격으로 interval을 주어 2분간 체질 한 후 각 표준망체에 잔류한 쌀가루의 무게를 측정하여 입도분포를 나타내었다.

(2) Amylose 함량 및 전분손상도

Amylose 함량은 (Juliano)등에 의한 iodine colorimetry 방법에 의해 측정하였다. 쌀가루의 전분손상도는 AACC 방법(76-31)에 따라 starch damage assay kit(Megazyme Pty, Ltd., Ireland)를 사용하여 측정하였다.

(3) 색도, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도지수(WSI)

쌀가루의 색도는 색도계(CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 L(lightness)값을 측정하였으며, 수분흡수지수(WAI)와 수분용해도지수(WSI)는 Anderson의 방법(1982)에 의해 측정하였다.

(4) Rapid Visco-Analyzer(RVA) 측정

쌀가루의 호화양상을 신속점도측정계(Rapid Visco-Analyzer, Newport Scientific, Sydney, Australia)로 점도변화를 측정하였다.

(5) 식이섬유 함량

쌀가루의 식이섬유 함량은 Prosky 등(1988)의 방법에 따라 측정하였다.

(6) Anthocyanin 함량 및 항산화력 측정

시료의 총안토시아닌 함량의 측정은 spectrophotometric pH differential protocol을 이용하여

측정하였으며, 항산화력은 Blois *et al* (1958)의 방법을 변형한 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical 소거능 측정에 의해 평가하였다.

(7) 수침중 수분흡수율

쌀의 수분흡수율은 1 g의 쌀을 50 mL의 증류수에 넣고 30℃에서 24시간 수침시키면서, 일정시간 간격으로 꺼내 여과지에 걸러 표면수를 제거한 다음 무게의 증가량을 측정하여 수분흡수율(%)을 산출하였다.

(8) 발아현미와 흑미의 제조

정선된 현미와 흑미를 상온(25℃)에서 24시간 침지한 후 각각 20℃, 30℃의 항온기에서 1~3 일동안 발아시켰다. 발아과정중의 현미와 흑미를 동결건조기를 사용하여 48시간 동결건조시킨 후 coffee grinder로 60 mesh를 통과하도록 분쇄하여 분석을 위한 시료로 사용하였다.

(9) 전분분해 효소활성 측정

α -Amylase 활성은 α -amylase assay kit(Megazyme, Ireland)를 사용하여 McCleary와 Sheehan(1987)의 Ceralpha 방법으로 측정하였으며, β -Amylase 활성은 β -amylase assay kit(Megazyme, Ireland)를 사용하여 McCleary와 Codd(1989)의 Betamyl 방법으로 측정하였다. 발아현미와 흑미의 Diastatic Power는 AACC방법(2000) 22-16에 준하여 측정하였다.

(10) 제빵 및 제빵특성

밀가루(강력분)에 전곡미가루를 20% 대체한 복합분을 사용하여 직접반죽법(straight-dough method : AACC 10-10A)에 준하여 빵을 제조하였다. 식빵의 무게(g)는 baking 후 1시간 동안 방랭 시킨 후 측정하였고, 부피(cc)는 종자치환법(rape seed displacement)으로 측정하였으며, 이로부터 빵의 비체적(cc/g)을 구하였다. 빵의 윗면(top crust)과 빵을 절단한 내부(crumb)의 색을 색차계(Minolta CR-200, Japan)을 사용하여 측정하였다.

(11) 제면 및 제면특성

200 g 밀가루(중력분)에 전곡미가루를 20% 대체한 복합분을 혼합기(Atlas, Macato OCM, Italy)에 넣고 소금 4 g과 증류수를 80 mL를 첨가한 후 10분간 반죽하였다. 반죽을 지퍼백에 넣고 밀봉하여 25℃ incubator에서 1시간 휴지시킨 후 roll 간격을 3단계(4.5 mm, 3.0 mm, 2.0 mm)로 조절하여 dough sheet를 형성하였으며 폭이 4.0 cm, 두께가 2.0 mm인 국수로 제조하였다. 국수의 중량은 생면 50 g을 500 mL의 끓는 물에 넣고 6분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 후 10분간 물을 뺀 무게로 계산하였다. 국수의 부피는 50 g의 국수를 500 mL의 증류수를 담은 1 L의 mass cylinder에 담근 후 증가하는 물의 부피로 계산하였다. 조리면의 함수율은 삶아서 건져낸 국수를 10분간 물기를 제거한 후 측정된 국수의 중량에서

생면의 중량을 빼고 다시 생면의 중량으로 나누어 준 후 100을 곱하여 구하였다. 조리가 끝난 국물의 탁도는 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Japan)를 사용하여 675 nm에서 흡광도로 나타내었다. 국수의 색도는 생면과 조리한 국수를 세절한 후 표면 색도를 색차계를 사용하여 측정하였다.

(12) 가래떡의 제조 및 특성

떡의 제조는 쌀가루(300 g)의 수분 함량에 따라 가수량을 조정(33%)하여 찜기에 20분간 증자한 후 녹즙기((주)동아오스카 DO-9990)을 이용하여 떡을 제조하였다. 습식제분한 백미가루에 전곡미가루를 0~60% 대체하여 가래떡으로 제조하였다. 가래떡의 중량은 가래떡 50 g을 500 mL의 끓는 물에 넣고 10분간 삶은 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 후 체에 건져 떡 표면의 물기를 제거한 후 떡의 중량을 계산하였으며, 가래떡의 부피는 500 mL의 메스실린더에 300 mL의 증류수를 채운 다음 일정 무게의 시료를 넣고 증가한 부피로 측정하였다. 가래떡의 고형물 용출량은 가래떡 끓인 물 50 mL를 알루미늄 용기에 담아 105℃ 건조기에서 10시간 건조하여 수분을 완전히 제거한 후 무게를 측정하여 고형물 용출량을 측정하였다. 가래떡의 텍스처는 길이 2.0 cm 크기로 자른 후 Texture analyzer(model TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 측정하였다. 가래떡의 관능평가는 10명의 패널을 구성하여 떡의 외관, 향미, 맛, 텍스처, 종합적기호도의 평가항목에 대해 9점 기호척도를 평가하도록 하였다. 각 항목에 대한 바람직한 정도인 기호도는 1로 갈수록 낮고 9로 갈수록 큰 것으로 나타내었다.

(13) 발아전곡미의 가공특성

발아현미와 발아흑미를 효소원으로 사용을 검토하기 위해 옛기름(보리맥아)에 발아전곡미가루를 일부 대체하여 사용하는 효과를 조사하였다. 옛기름에 발아전곡미가루를 20~60%의 대체하여 식혜를 제조하였으며 당화과정중에 시간별로 당화액을 경시적으로 채취하여 당함량, pH, 탁도를 분석하였다. 또한 맥아에 발아전곡미가루를 20~60%의 대체하여 맥주를 제조하였으며 당화 및 양조에 따른 맥즙과 맥주의 특성을 분석하였다.

(14) 쌀가루의 저장방법 및 저장성 분석

백미, 현미, 유색미 쌀가루를 1 kg 단위로 지퍼백에 2중 포장한 다음 5, 25, 35℃ 항온기에서 4개월간 저장하면서 1개월 간격으로 저장성을 분석하였다. 저장중 쌀가루의 수분, 색도, 산가, 호화특성을 분석하였다.

2. 연구결과

가. 특수용도 쌀가루의 분말화

(1) 찹쌀, 유색미, 현미 쌀가루의 제분방법 검토

쌀을 가공원료로 이용하기 위해서는 대부분 쌀가루로의 제조가 선행되어야 하며, 쌀가루의 제조시 쌀의 종류, 품종에 따른 특성차이 등의 요인과 아울러 사용되는 제분기의 종류 및 제분 방법들이 쌀가루의 기능성에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 현미, 흑미, 찹쌀, 발아 전곡미 등 기능성이 높은 쌀을 pin mill, roller mill, air-flow type mill 등 제분기를 달리하여 제분하였으며 건식, 습식, 습식/건식 제분방법에 따라 쌀가루를 제조하였다.

건식제분 쌀가루(DM)는 현미, 흑미, 찹쌀(멥쌀)을 Pin mill에 의해 제분하여 제조하였다. 습식제분 쌀가루의 제조를 위해 현미, 흑미, 찹쌀(멥쌀)을 4~6시간 동안 침지한 후 수화된 현미, 흑미, 찹쌀을 체반에 건져 60분간 탈수하였다. 이를 roll mill(경창기계, 경기도 광주)에 통과시킨 다음 50℃에서 열풍건조기를 사용하여 건조하여 습식제분 쌀가루(WM)로 제조하였다. 습식제분한 쌀가루는 다시 Pin mill로 재분쇄하여 습식/건식 쌀가루(WM/DM)를 제조하였다 (Fig. 1).

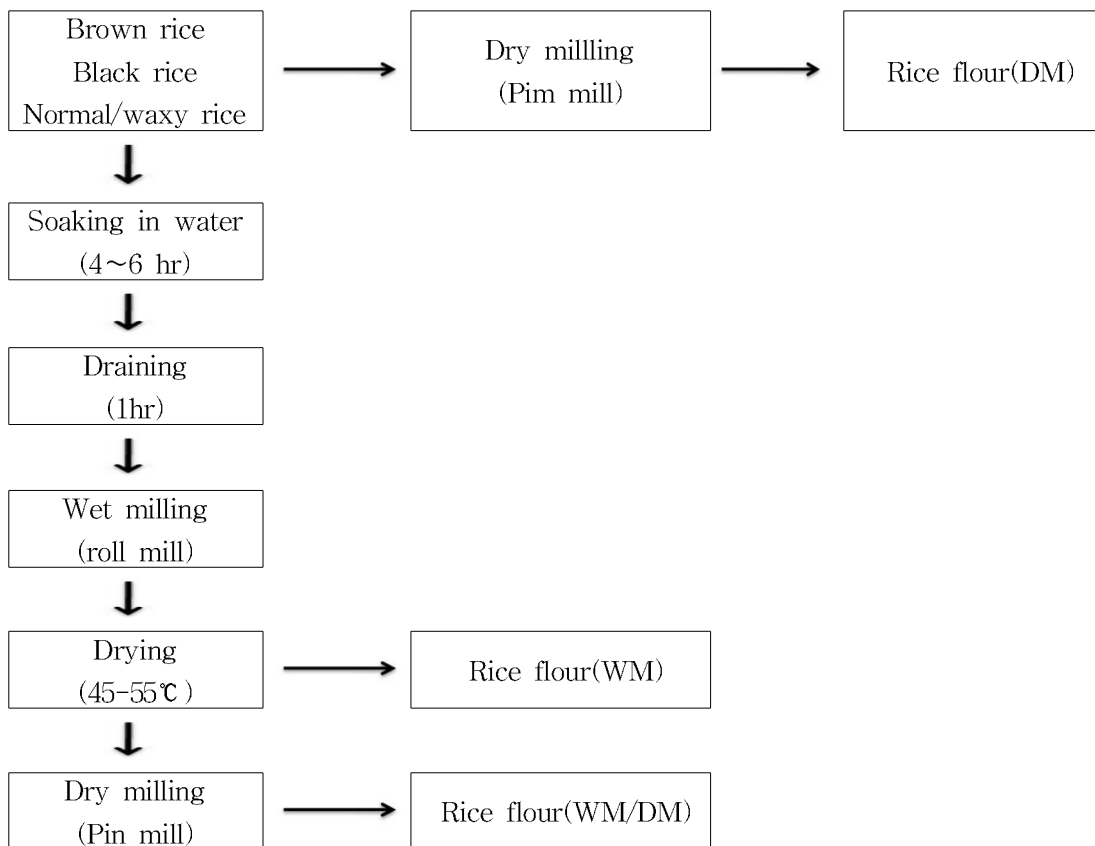


Fig. 1. Procedures for preparation of brown and black rice flours by different milling methods.

(2) 특수용도 쌀가루의 가공조건 검토

(가) 건식분쇄 가공처리

쌀가루의 제조방법에는 건식과 습식제분 방법이 있는데 쌀을 그대로 분쇄하는 건식제분은 공정이 간단하고 시간이 절약되는 장점이 있다. 건식제분 방법에 따라 제조한 쌀가루의 입도분포를 sieve shaker로 분석한 결과는 Table 1에 나타나 있다. 제분기의 공기 분급속도가 증가함에 쌀가루의 입자크기가 감소하였다. 쌀가루의 수분함량, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도 지수(WSI)를 측정하였으며 쌀가루의 수분흡수지수는 습식제분 쌀가루에서 높은 반면 수분용해도지수는 입자크기가 작아질수록 증가하는 경향을 주었다(Table 2).

Table 1. Particle size of rice flours prepared by different milling methods using a sieve shaker

Milling method	Mesh size									
	+50	+70	+100	+120	+140	+170	+200	+230	+270	
Commercial flour (wet milling)	0.13	1.92	4.69	16.59	66.31	9.69	0.02	0.60	0.05	
Dry milling										
Rotor speed	120	0.00	0.05	0.10	0.15	64.20	4.75	20.87	9.57	0.31
	250	0.02	0.11	0.11	0.20	57.72	6.51	28.55	6.69	0.09
	400	0.00	0.13	0.47	0.59	50.27	4.82	34.53	8.99	0.20

* Values are means of duplicate determinations.

Table 2. Moisture content, water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI) of rice flours prepared by different milling methods

Milling method	Moisture (%)	WAI (g/g)	WSI (%)
Commercial flour	11.07	2.13	1.52
Dry milling			
Rotor speed	120	9.57	2.07
	250	9.88	2.04
	400	9.12	2.12

* Values are means of duplicate determinations.

(나) 습식분쇄 가공처리

습식제분은 수침, 분쇄, 건조 등의 과정을 거치며 수침과정에서 쌀 곡립 성분과 수분과의 상

호 작용에 따라 쌀가루의 입자크기, 손상전분, 호화 양상 등에 변화를 주어 쌀가루의 성질이 건식제분과 다른 것으로 알려져 있다. 습식제분시 쌀은 품종, 아밀로오스/아밀로펙틴 비율에 따른 멍쌀과 찰쌀, 그리고 수침과정중 수침시간 또는 수침온도에 따라 쌀가루의 특성에 영향을 줄 수 있다. 특수용도 쌀가루로 현미와 흑미의 쌀가루 제조시 수침중(30℃) 수분흡수율을 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다. 백미의 수분흡수는 1~2시간 내에 평형상태를 유지하게 되지만 현미는 외피로 인해 수분 침투가 느려 평형상태에 도달하는데 걸리는 시간이 긴 것으로 나타났다. 일반 멍쌀 현미는 1시간에서 3시간 사이에 일정한 수분흡수율을 보이며 약 24~25%의 수분흡수율을 나타냈고, 그 이후에도 지속적인 수분흡수율 증가를 보였으며 찰쌀 현미가 멍쌀 현미에 비해 수분 흡수력이 높은 것으로 나타났다.

일반 멍쌀 흑미와 찰흑미의 수침에 따른 수분흡수율은 수침 5시간까지 유사하게 증가하였고 그 이후부터 찰흑미의 수분흡수율이 멍쌀 흑미에 비해 약간 높았으며 수침 24시간 멍쌀 흑미와 찰흑미의 수분흡수율은 각각 35.9%와 39.63%이었다. 또한 흑미는 현미보다 수화속도가 좀 더 느리고 수분 흡수율이 높은 것으로 나타났다.

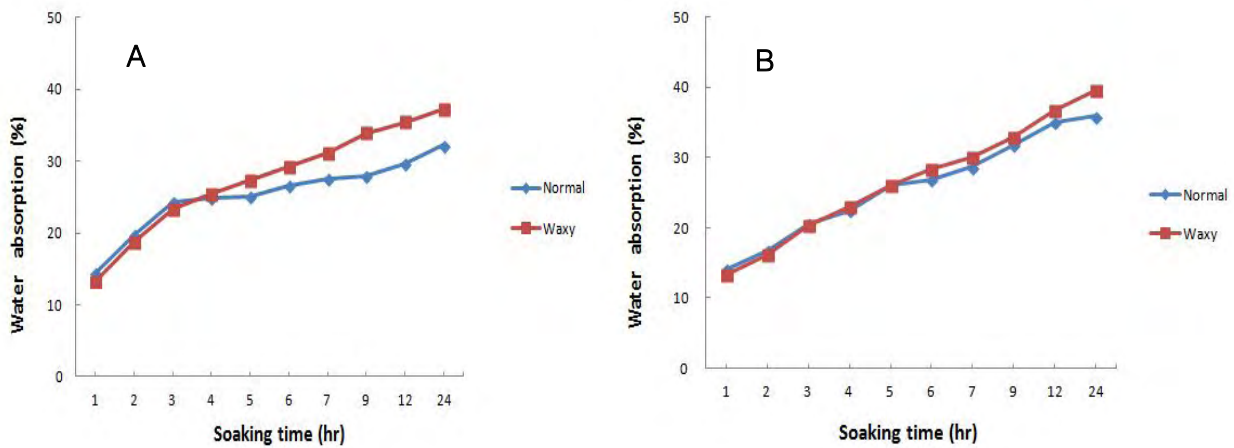


Fig. 2. Changes in water absorption of brown rice (A) and black rice (B) during soaking in water.

유통기간이 짧은 습식 쌀가루의 유통 및 저장의 편의성을 증진하기 위하여 습식 쌀가루를 열풍건조하였으며 건조온도별 건조시간에 따른 수분함량을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 습식제분후 현미, 흑미 쌀가루의 건조온도는 45~55℃ 정도가 적합한 것으로 판단되었다.

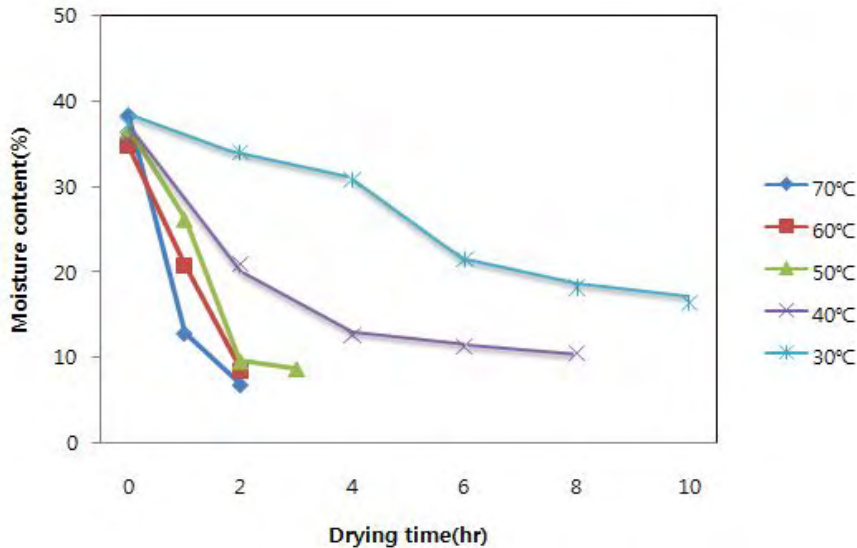


Fig. 3. Moisture content of wet-milled brown rice flour during drying at different temperatures.

(3) 제분방법별 특수용도 쌀가루의 이화학적 특성

(가) 제분방법별 현미 쌀가루의 이화학적 특성

아밀로오스 함량에 차이가 있는 일반 멍쌀 현미와 찰현미를 제분방법을 달리하여 현미가루로 제조한 후 그 입도분포를 sieve shaker를 사용하여 측정한 결과는 Table 3과 같다. 멍쌀 현미와 찰현미 모두에서 pin mill로 건식제분한 현미가루의 입자크기가 roll mill에 의해 습식제분한 현미가루에 비해 작았다. 한편 roll mill로 습식제분한 후 건조한 다음 2차로 pin mill로 재 분쇄하는(습식/건식) 방식으로 제조한 현미가루의 입자크기가 가장 작은 것으로 분석되었다. 아밀로오스 함량이 다른 일반 멍쌀 현미와 찰현미에서 각각의 제분방법별 현미가루의 입도분포간에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 측정되었다.

Table 3. Particle size distribution(%) of normal and waxy brown rice flours prepared by different milling methods

Brown rice flour	Milling method ¹⁾	Mesh size						
		+60	+100	+140	+200	+230	+325	-325
Normal	DM	33.26	35.24	28.51	2.93	0.02	0	0
	WM	62.75	10.61	11.76	8.63	3.31	1.40	0.04
	WM/DM	24.91	32.83	33.99	6.77	0.45	0.03	0
Waxy	DM	32.53	33.04	31.13	2.55	0.11	0	0
	WM	73.22	8.74	13.19	2.75	0.75	0.06	0
	WM/DM	17.42	33.81	32.77	14.25	1.02	0.04	0

¹⁾DM, dry milling with a pin mill; WM, wet milling with a roll mill; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

제분방법별로 분쇄하여 제조한 현미가루의 전분손상도를 분석한 결과는 Table 4에 나타나 있다. 현미가루의 전분손상도는 건식제분한 현미가루가 각각 일반 현미 15.6, 찰현미 14.6%로 가장 높았고 습식제분한 현미가루가 4.2, 4.8%로 가장 낮았으며 습식/건식제분한 현미가루가 8.4, 10.8%로 분석되었다. 습식제분한 현미가루에 비해 건식제분 현미가루의 전분손상도가 약 10% 이상 높아 현미가루의 가공적성에 서로 큰 차이가 있을 것으로 예상되었다. 한편 습식후 건식으로 분쇄하여 제조한 현미가루는 건식제분 현미가루에 비해 입자크기가 감소함에도 불구하고 전분손상도가 훨씬 낮은 것으로 나타났다. 이는 현미의 제분시 습식제분후 2차로 건식 제분쇄하는 방식이 그대로 건식제분하는 방식에 비해 전분의 기계적 손상도를 줄일 수 있는 방법으로 여겨졌다. 제분방법에 따른 현미 쌀가루의 전분손상도의 차이가 가공적성에 영향을 주기 때문에 현미가루를 이용한 가공용도에 적합한 다양한 제분방법을 모색할 필요가 있는 것으로 사료되었다.

Table 4. Amylose and damaged starch of normal and waxy brown rice flours prepared by different milling methods

Brown rice flour	Milling method ¹⁾	Moisture (%)	Amylose (%)	Damaged Starch (%)
Normal	DM	9.28 ²⁾	20.6	15.56
	WM	8.56	19.8	4.20
	WM/DM	10.53	19.8	8.38
Waxy	DM	9.34	7.6	14.61
	WM	11.93	6.6	4.77
	WM/DM	10.30	7.6	10.81

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values are means of duplicate determinations.

제분방법에 따른 현미가루의 색도, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도지수(WSI)를 측정된 결과는 Table 5에 나타나 있다. 현미가루의 색도는 수침후 습식제분한 현미가루의 L값이 건식제분한 현미가루에 비해 약간 높아 밝아지는 경향을 보여주었다. 또한 습식/건식제분한 현미가루에서 L값이 가장 높게 나타났는데 이는 현미가루의 입자크기가 감소하여 색상이 밝아지기 때문으로 현미가루의 색상은 쌀의 수침에 따라 L값이 증가하고 쌀가루의 입도가 미세해질수록 L값의 증가를 보인다는 이전의 결과와 유사하였다.

현미가루의 수분흡수지수(WAI)는 건식과 습식제분에서 큰 차이를 보이지 않았으며 습식/건식 현미가루에서 가장 낮은 수치를 주었다. 현미가루의 수분용해도지수(WSI)는 건식, 습식/건식, 그리고 습식제분순으로 높았다. 한편 습식/건식 제분한 현미가루는 입자크기가 감소하였지만 건식 현미가루에 비해 수분용해도지수가 낮게 분석되었다. 찹쌀 현미가루의 수분용해도지수는 건식제분 또는 습식/건식제분한 경우 멍쌀 현미가루에 비해 다소 높게 분석되었다.

Table 5. Color, water absorption index(WAI), and water solubility index(WSI) of normal and waxy brown rice flours prepared by different milling methods

Brown rice flour	Milling method ¹⁾	L ²⁾ value	WAI (g/g)	WSI (%)
Normal	DM	87.46 ³⁾	2.34	5.61
	WM	90.98	2.13	3.09
	WM/DM	91.1	1.96	3.28
Waxy	DM	88.38	2.20	9.61
	WM	88.83	2.35	2.95
	WM/DM	89.50	1.97	4.46

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾L: lightness.

³⁾Values are means of duplicate determinations.

현미가루의 호화특성을 신속점도측정계(RVA)를 사용하여 측정된 결과 아밀로오스 함량에 따른 현미의 종류 및 제분방법에 따라 호화양상에 차이가 있음을 알 수 있다(Table 6, Fig. 4). 건식제분한 현미가루의 호화개시온도는 일반 현미 74.1°C로 찹쌀 현미 71.0°C에 비해 높았으며 이는 찹쌀 현미가루가 멍쌀 현미가루에 비해 호화개시온도가 낮다고 한 결과와 유사하였다. 한편 습식제분한 현미가루의 호화개시온도는 찹쌀 현미가루가 일반 멍쌀 현미가루에 비해 높게 나타났다. 제분방법별 멍쌀 현미가루의 평균 최고점도, trough, breakdown, 최종점도는 각각 236.84, 149.86, 86.98, 284.96 RVU로 찹쌀 현미가루의 60.17, 32.00, 28.17, 44.47에 비해 훨씬 높았다. 일반 멍쌀 현미가루는 습식제분 또는 습식/건식제분이 건식제분보다 최고점도가 낮고 최고점도와 trough 점도의 차이로서 가공중의 안정도와 관련있는 breakdown이 낮게 나타났다. 찹쌀 현미가루의 경우 습식제분한 현미가루는 건식제분에 비해 최고점도와 breakdown이 감소하고 setback은 증가한 반면, 습식/건식에서는 최고점도와 breakdown, setback에 별 차이가 없었던 것으로 나타났다. 50°C 냉각점도는 paste를 냉각시 무질서한 상태로 존재하던 아밀로오스 분자들이 나란

히 배열되어 분자간의 보다 많은 수소결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가되어 setback 값이 클수록 노화가 쉽게 일어난다고 하였다. 일반 멍쌀 현미에 비해 찹쌀 현미가루에서 전분의 노화정도를 반영하는 setback 점도가 현저하게 낮아 전분의 노화가 서서히 진행될 수 있음을 예측할 수 있다.

Table 6. RVA pasting properties of brown rice flours with different milling methods

Brown rice flour	Milling method	Pasting temp(°C)	Viscosity(RVU)				
			Peak	Trough	Breakdown	Final Visc	Setback
Normal	DM	74.1	251.17	138.25	112.92	268.34	17.17
	WM	61.1	232.42	149.04	83.38	285.71	53.30
	WM/DM	71.0	226.92	162.30	64.63	300.84	73.92
Waxy	DM	71.0	73.21	34.42	38.79	46.00	-24.21
	WM	66.6	40.25	32.34	7.92	46.38	6.13
	WM/DM	66.6	67.04	29.25	37.79	41.04	-26.00

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Trough = minimum viscosity after the peak, breakdown = peak viscosity minus trough viscosity, setback = final viscosity minus peak viscosity.

³⁾Values are means of duplicate determinations.

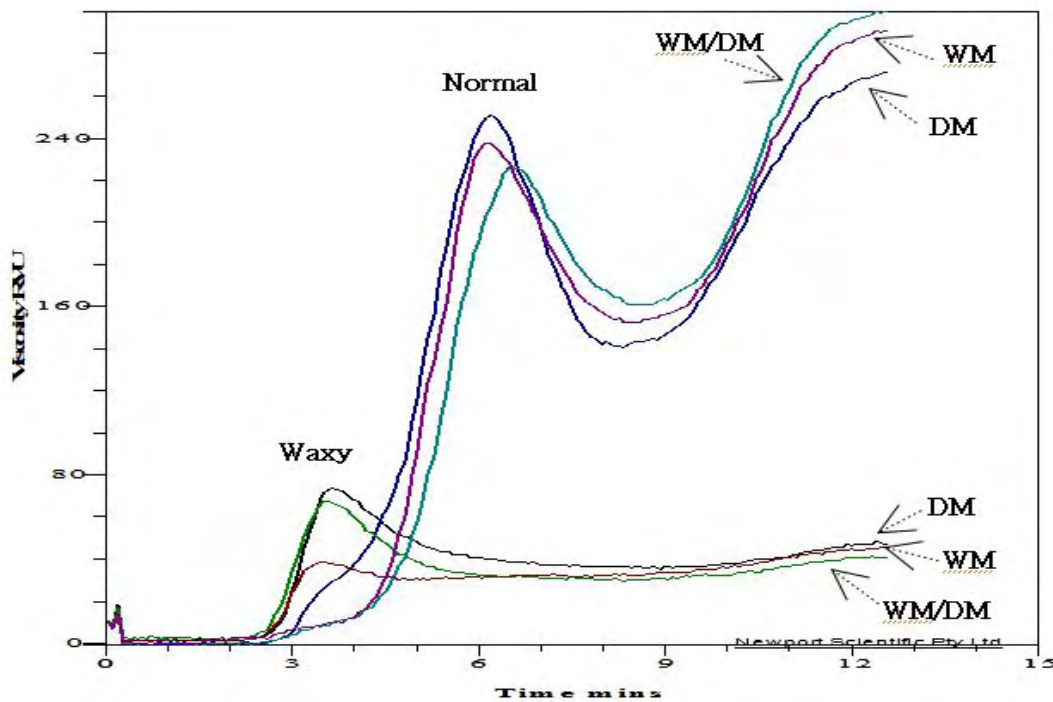


Fig. 4. RVA pasting properties of normal and waxy brown rice flours by different milling methods.

(나) 제분방법별 흑미 쌀가루의 이화학적 특성

일반 멍쌀 흑미와 찹쌀 흑미의 제분방법별 입도분포를 측정한 결과는 Table 7과 같다. 흑미는 pin mill로 건식제분한 흑미가루의 입자크기가 roll mill에 의해 습식제분한 흑미가루에 비해 작게 나타났다. 이는 본 실험의 흑미가루에서 roll mill에 의한 습식제분시 입자크기가 크게 나타난 것은 건식과 습식제분시 제분기의 종류 차이와 roll mill로 습식제분시 roll의 간격에 차이가 있었기 때문으로 판단되었다. 습식제분하여 건조한 후 2차로 pin mill로 재 분쇄하는(습식/건식) 방식으로 제조한 흑미가루의 경우 입자크기가 건식제분과 유사하거나 작은 것으로 나타났다. 또한 찹쌀 흑미는 습식제분 또는 습식 건식방법에서 멍쌀 흑미 쌀가루에 비해 입자크기가 약간 작은 것으로 나타났다. 쌀가루의 입도분포는 쌀가루의 전분손상도, 수분흡수력, paste 특성과 gel consistency 등의 이화학적 특성을 변화를 주어 흑미 쌀가루의 입자크기도 가공제품의 품질에 직접적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 7. Particle size distribution of black rice flours with different milling methods

Black rice flour	Milling ¹⁾ method	Mesh size						
		+60	+100	+140	+200	+230	+325	-325
Normal	DM	28.75	27.24	37.94	5.59	0.19	0.01	0
	WM	76.36	8.00	6.95	5.65	1.72	0.49	0
	WM/DM	31.36	35.26	29.98	2.36	0.16	0.01	0
Waxy	DM	24.33	34.97	33.86	5.36	0.21	0	0
	WM	73.61	8.50	7.16	6.84	2.16	1.21	0.01
	WM/DM	19.82	34.23	33.26	11.58	0.37	0	0

¹⁾DM, dry milling with a pin mill; WM, wet milling with a roll mill; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

제분방법에 따른 흑미가루의 아밀로오스 함량 및 전분손상도를 분석한 결과는 Table 8에 나타나 있다. 건식제분한 흑미가루의 아밀로오스 함량은 멍쌀 및 찹쌀 흑미가 각각 17.4%, 7.0%로 나타났다. 쌀은 아밀로오스 함량에 따라 waxy(1~2%), very low(2~9%), low(10~20%), intermedeate(20~25%) 그리고 high(25~33%)로 구분되며, 이에 따르면 찹흑미와 일반 흑미는 각각 very low, low amylose 함량 범위에 있는 것으로 나타났다.

흑미가루의 전분손상도는 건식제분한 멍쌀 흑미와 찹쌀 흑미 가루에서 각각 16.2, 14.2%로 가장 높은 반면 습식제분한 흑미 쌀가루는 2.7, 5.9%로 가장 낮게 나타났으며 제분방법이 흑미가루의 가공적성에 서로 큰 차이가 줄 수 있는 것으로 예상되었다. 한편 습식후 건식으로 분쇄하여 제조한 흑미가루는 건식제분 흑미가루에 비해 입자크기가 비슷하지만 전분손상도가 8% 정도로 훨씬 낮게 나타났다. 이는 습식분쇄 처리후 건식분쇄를 병용한 쌀가루에서 전분의 손상도가 건식분쇄기만을 사용한 경우보다 낮다는 결과와도 유사하며 흑미의 제분시에도 습식제분후 2차로 건식 재분쇄하는 방식이 한번에 건식제분하는 방식에 비해 흑미 전분의 제분기에 의한 물리적 손상을 감소시킬 수 있는 방법으로 나타났다. 제분방법

에 따른 흑미가루의 전분손상도의 차이는 흑미 가공제품의 가공적성에 영향을 줄것으로 예상되어 가공용도에 적합한 제분방법이 모색되어야 할 필요가 있는 것으로 사료되었다.

Table 8. Amylose, damaged starch of normal and waxy black rice flours with different milling methods

Black rice flour	Milling method ¹⁾	Amylose(%)	Damaged Starch(%)
Normal	DM	17.4 ²⁾	16.20
	WM	15.0	2.68
	WM/DM	17.6	8.42
Waxy	DM	7.0	14.17
	WM	6.2	5.85
	WM/DM	6.8	8.58

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values are means of duplicate determinations.

제분방법에 따른 멥쌀 흑미와 찰흑미 쌀가루의 색도, 수분흡수지수(WAI) 및 수분용해도지수(WSI)를 측정된 결과는 Table 9에 나타나 있다. 색차계를 사용하여 흑미 쌀가루의 색도를 측정된 결과 습식제분한 멥쌀 흑미 쌀가루의 L값이 건식제분에 비해 약간 낮아진 반면 찰흑미 쌀가루는 L값이 건식제분에 비해 증가하여 밝게 나타나는 경향을 보여주었다. 흑미 쌀가루의 수분흡수지수(WAI)는 건식과 습식 제분에서 큰 차이가 없었으며 습식/건식 처리한 흑미 쌀가루에서 가장 낮은 수치를 주었다. 흑미 쌀가루의 수분용해도지수(WSD)는 건식제분, 습식/건식, 그리고 습식제분 순으로 높았다. 한편 습식/건식 제분한 흑미 쌀가루는 습식제분 흑미 쌀가루 보다 수분용해도지수가 약간 증가하였지만 입자크기가 유사한 건식 흑미 쌀가루에 비해 수분용해도지수가 낮았다. 찰흑미 쌀가루의 수분용해도지수는 건식, 습식 또는 습식/건식 모두에서 멥쌀 흑미가루에 비해 높게 분석되었다.

Table 9. Color values of black rice flours with different milling methods

Sample	Milling method ¹⁾	L ²⁾ value	WAI (g/g)	WSI (%)
Normal black rice	DM	62.47 ³⁾	2.54	4.94
	WM	56.64	2.23	3.20
	WM/DM	59.64	2.10	3.67
Waxy black rice	DM	70.64	2.30	10.19
	WM	75.74	2.34	3.33
	WM/DM	70.80	2.08	5.57

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾L: lightness.

³⁾Values are means of duplicate determinations.

흑미 쌀가루의 호화특성을 신속점도측정계(RVA)를 사용하여 측정한 결과 아밀로오스 함량이 다른 흑미의 종류와 제분방법이 흑미 쌀가루의 호화양상에 차이가 주는 것으로 나타났다(Table 10, Fig. 5). 멥쌀 흑미 쌀가루의 호화개시온도는 제분방법에 따라 72~75℃로 찰흑미 쌀가루의 69℃에 비해 높았으며 이는 아밀로펙틴 함량이 많은 전분 입자가 보다 쉽게 팽윤하기 때문으로 여겨졌다. 최고점도는 멥쌀 흑미 쌀가루가 123~156 RVU 범위로 찰흑미 쌀가루의 45~62 RVU에 비해 높았다. 또한 아밀로오스 함량이 낮은 찰흑미 쌀가루는 최고점도, trough, breakdown, 최종점도가 각각 45~62, 19~27, 20~37, 29~39 RVU 범위로 멥쌀 흑미 쌀가루의 123~156, 55~83, 40~78, 136~175 RVU에 비해 상당히 낮았으며 setback 수치 역시 낮게 나타났다. 이는 찰흑미 쌀가루 paste의 최고점도, trough, breakdown, 최종점도, setback이 일반 흑미 쌀가루에 비해 낮다는 결과와 일치하였다. 제분방법에 따라 멥쌀 및 찰흑미 쌀가루는 습식제분시 최고점도가 가장 낮았지만 trough 점도가 상대적으로 높아 최고점도와 trough 점도의 차이로서 가공중의 안정도와 관련있는 breakdown이 가장 낮게 나타났다. 또한 습식제분한 흑미 쌀가루는 최종점도가 가장 높아 setback은 증가하였다.

Table 10. RVA pasting properties of black rice flours with different milling methods

Black rice flour	Milling method ¹⁾	Pasting temp(℃)	Viscosity(RVU) ²⁾				
			Peak	Trough	Breakdown	Final Visc	Setback
Normal	DM	74.1 ³⁾	138.59	55.38	53.21	136.13	-2.46
	WM	75.3	123.05	83.08	39.96	174.75	51.71
	WM/DM	72.1	156.25	78.67	77.59	170.04	13.79
Waxy	DM	68.8	61.75	26.46	35.29	37.25	-24.50
	WM	68.8	45.34	25.67	19.67	38.63	-6.71
	WM/DM	68.8	55.71	18.75	36.96	28.71	-27.00

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Trough = minimum viscosity after the peak, breakdown = peak viscosity minus trough viscosity, setback = final viscosity minus peak viscosity.

³⁾Values are means of duplicate determinations.

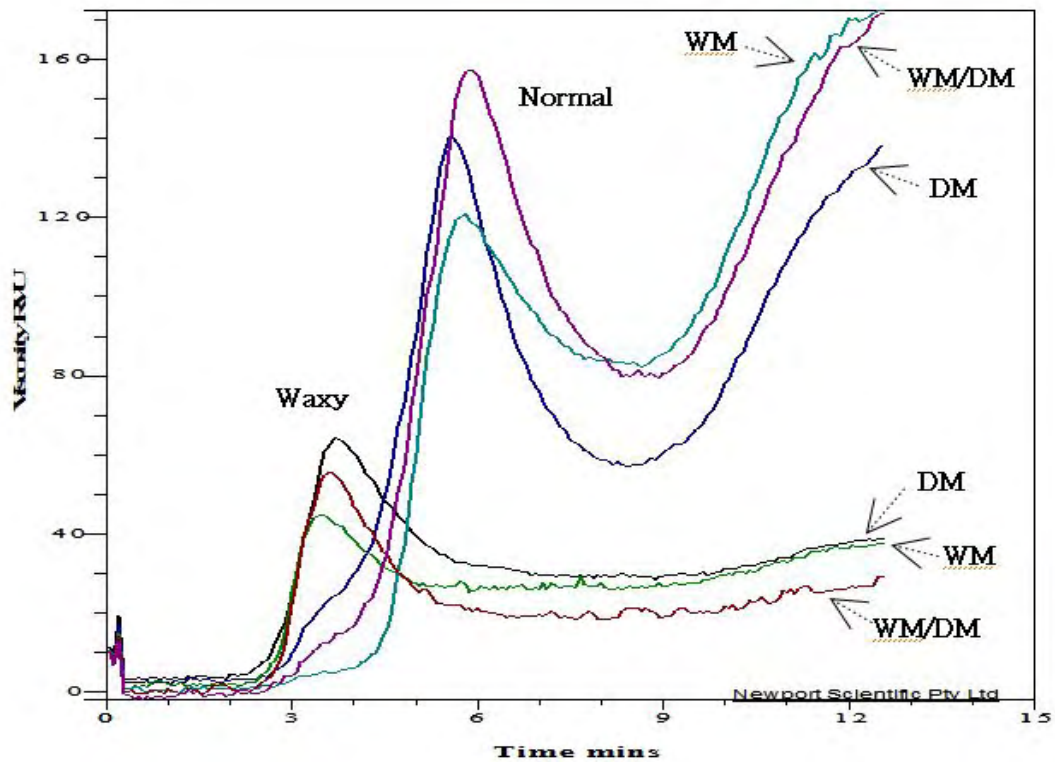


Fig. 5. RVA pasting properties of normal and waxy black rice flours by different milling methods.

(다) 제분방법별 찹쌀가루의 이화학적 특성

제분방법에 따른 쌀가루의 색도를 측정된 결과 쌀가루의 명도를 나타내는 L 값에서 찹쌀가루의 L, a, b값은 멥쌀가루와 별 차이가 없었다. 수침 후 제분한 습식제분이 건식제분에 비해 L값이 높았으며 이는 수침에 의해 원료쌀 표면의 세척효과로 인해 건식 쌀가루에 비해 색상이 밝아지는 것으로 판단되었다.

Table 11. Color values of normal and waxy rice flours with different milling methods

Rice flour	Milling method ¹⁾	Color		
		L	a	b
Normal milled rice	DM	93.20 ²⁾	-15.34	42.26
	WM	94.64	-15.89	41.94
	WM/DM	93.81	-15.95	41.25
Waxy milled rice	DM	92.97	-15.61	41.68
	WM	94.42	-15.79	41.87
	WM/DM	94.53	-15.94	41.78

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values are means of duplicate determinations.

찰쌀가루의 입도분포를 분석한 결과 건식제분한 찰쌀가루의 입자크기가 습식제분한 찰쌀가루에 비해 작게 나타났으며 멍쌀과 찰쌀가루의 입도분포에는 서로 별 차이를 보이지 않았다.

Table 12. Particle size distribution of rice flours with different milling methods

Rice flour	Milling ¹⁾ method	Mesh size						
		+60	+100	+140	+200	+230	+325	-325
Normal milled rice	DM	15.01	19.92	34.63	24.57	5.6	0.14	0
	WM	59.78	10.78	12.77	10.58	3.85	0.88	0
	WM/DM	3.96	17.77	31.54	25.78	16.6	2.66	0.02
Waxy milled rice	DM	17.8	20.52	32.12	22.85	4.85	0.07	0
	WM	59.2	14.18	15.07	5.01	3.74	1.36	0.04
	WM/DM	9.10	17.15	25.15	18.80	13.78	14.03	0.79

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

찰쌀가루의 전분손상도는 건식제분에서 17.1~18.1%로 가장 높았고 습식제분이 5.5~5.6%로 가장 낮았으며 습식제분후 2차로 건식제분한 흑미가루가 9.6~10.9%로 나타나 수침처리에 의해 전분손상의 정도를 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 찰쌀가루의 수분흡수지수와 수분용해도지수는 건식제분한 찰쌀가루에서 높게 분석되었다.

Table 13. Amylose, damaged starch, WAI and WSI of rice flours with different milling methods

Rice flour	Milling method	Amylose(%)	Damaged Starch(%)	WAI (g/g)	WSI (%)
Normal milled rice	DM	19.6 ¹⁾	17.07	2.15	2.66
	WM	18.0	5.60	2.29	0.89
	WM/DM	20.2	10.88	2.02	2.11
Waxy milled rice	DM	7.8	18.11	2.94	8.34
	WM	6.6	5.52	1.90	0.70
	WM/DM	9.2	9.61	1.82	1.46

¹⁾Values are means of duplicate determinations.

신속점도측정계(RVA)에 의한 찰쌀가루의 호화특성에서 찰쌀가루가 멍쌀가루 보다 최고점도, trough, breakdown, 최종점도가 낮았으며, set-back 또한 낮게 나타나 전분의 노화가 느리게 진행될 수 있음을 시사해 주었다(Table 14, Fig. 6).

Table 14. RVA pasting properties of rice flours with different milling methods

Sample	Milling ¹⁾ method	Pasting temp(°C)	Viscosity(RVU) ²⁾				
			Peak	Trough	Breakdown	Final Visc	Setback
Normal milled rice	DM	72.1 ³⁾	326.08	164.83	161.25	279.33	-46.75
	WM	71.0	301.75	165.46	136.29	278.09	-23.67
	WM/DM	69.9	268.42	161.13	107.3	268.04	-0.38
Waxy milled rice	DM	67.7	120.71	58.25	62.46	73.84	-46.88
	WM	68.8	174.71	75.75	98.96	97.17	-77.54
	WM/DM	66.5	148.71	64.38	84.34	83.29	-65.42

¹⁾DM, dry milling; WM, wet milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Trough = minimum viscosity after the peak, breakdown = peak viscosity minus trough viscosity, setback = final viscosity minus peak viscosity.

³⁾Values are means of duplicate determinations.

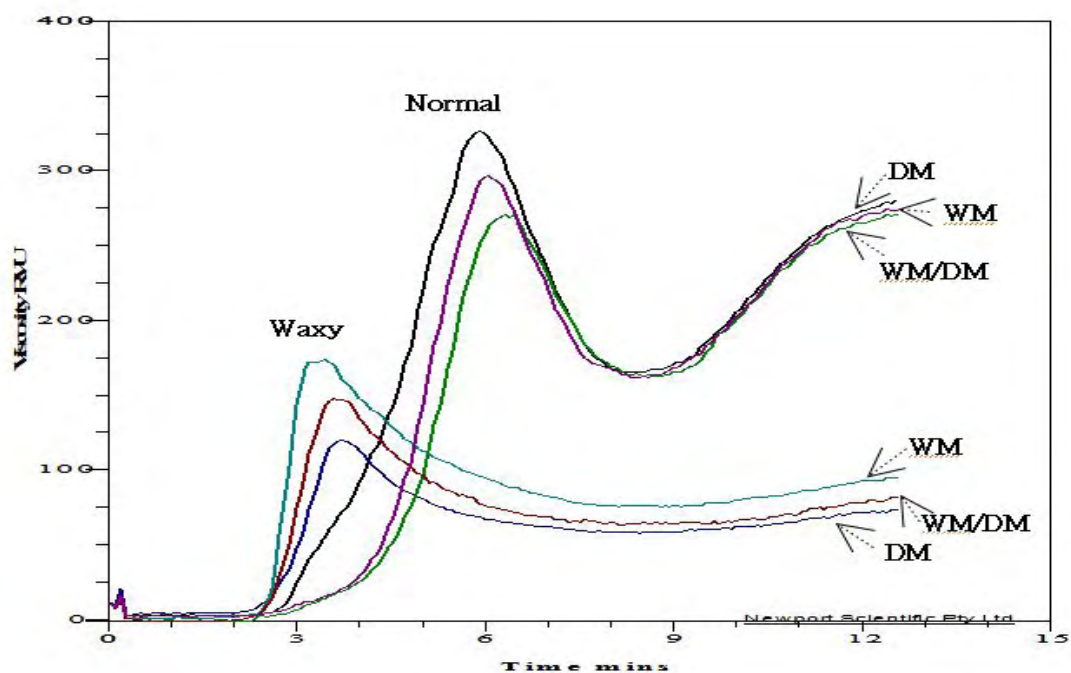


Fig. 6. RVA pasting properties of waxy rice flours by different milling methods compared with normal rice flours.

(라) 발아현미가루의 이화학적 특성

발아현미를 건식으로 분쇄하여 제조한 발아현미가루의 색상과 입도분포는 메성과 찰성 발아현미간에 크게 차이가 없는 것으로 나타났다.

건식제분에 의해 분쇄한 발아현미가루의 아밀로오스 함량은 멥쌀 현미 19.6% 찰쌀 현미가 7.8%로 분석되었다. 손상전분함량과 수분흡수지수(WAI)는 멥쌀과 찰쌀 발아현미간에 별 차이가 없었으며 수분용해도지수(WSI)는 찰쌀 발아현미가루가 멥쌀에 비해 높게 나타났다.

Table 15. Amylose, damaged starch, WAI and WSI of germinated brown rice flours

Germinated brown rice flour	Amylose(%)	Damaged Starch(%)	Color ¹⁾ (L value)	WAI (g/g)	WSI (%)
Normal	19.6 ²⁾	15.01	86.51	2.53	4.31
Waxy	7.8	14.81	87.57	2.28	9.78

¹⁾L: lightness.

²⁾Values are means of duplicate determinations.

발아현미가루의 호화양상을 신속점도측정기(RVA)로 측정한 결과 발아현미가루는 원곡 현미가루에 비해 점도가 현격히 낮았으며 찰쌀 발아현미가루의 점도는 아주 미미한 수준으로 분석되었다. 이는 찰쌀 발아현미가루의 전분 효소활성도가 멥쌀 발아현미가루에 비해 높다는 것을 제시해 주었다.

Table 16. RVA pasting properties of germinated rice flours

Germinated brown rice flour	Pasting temp(°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final Visc	Setback
Normal	75.3 ¹⁾	146.92	47.42	99.5	104.13	-42.79
Waxy	74.1	13.29	5.33	7.96	9.29	-4

¹⁾Values are means of duplicate determinations.

나. 특수용도 쌀가루의 가공 및 공정기술 개발

(1) 제품용도에 적합한 특수용도 쌀가루의 가공

(가) 제분방법에 따른 현미가루의 식이섬유 함량

제분방법에 따른 현미가루의 식이섬유 함량을 측정한 결과 건식제분한 현미가루의 수용성, 불용성 및 총식이섬유 함량은 각각 0.60, 6.73, 7.88%였으며 습식/건식제분한 현미가루는 1.35, 6.68, 8.03%로 수침처리과정을 거친 습식제분에서 수용성 식이섬유의 함량이 증가하여 총식이섬유함량이 약간 증가하는 결과 (Table 17)를 보여주었다.

Table 17. Soluble, insoluble and total dietary fiber content of brown rice flours with different milling methods

Milling ¹⁾ method	Dietary fiber		
	Soluble	Insoluble	Total
DM	0.60 ²⁾	6.73	7.88
WM/DM	1.35	6.68	8.03

¹⁾DM, dry milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values are means of duplicate determinations.

제분기 screen size별로 분말화한 현미가루에서 입자크기 분포에 차이가 있었으며 (Table 18) 현미가루를 입자크기에 따라 분획한 획분별 현미가루의 식이섬유 함량에 다소 차이를 나타내는 것으로 조사되었다.

Table 18. Particle size distribution of brown rice flours milled with different screen size

Sample	Screen size	Mesh size						
		+60	+100	+140	+200	+230	+325	-325
Normal brown rice	100	6.53	56.62	26.65	8.37	0.46	0.01	0
	120	17.55	60.42	20.41	0.53	0.07	0.01	0
	160	25.85	43.38	28.27	1.74	0.03	0	0
Waxy brown rice	100	22.88	58.44	17.79	0.23	0	0	0
	120	26.64	57.15	15.41	0.32	0	0	0
	160	24.42	45.71	26.96	2.29	0.02	0	0

(나) 유색미를 이용한 기능성 쌀가루의 가공

습식제분은 수침과정에 의한 작용으로 인해 쌀가루의 성질이 건식제분과 다르며 건식제분 쌀가루에 비해 수분흡수력, 호화특성, 반죽의 물성 등 쌀가루의 기능적 특성에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 흑미의 쌀겨층에 존재하는 자홍색 색소인 anthocyanin은 cyanidin-3-glucoside, malvidin-3-glucoside와 같은 배당체를 주성분으로 구성되어 있으며 항산화활성, 항균활성, 항변이원성, 혈전용해 활성, 노화방지 효과 등 다양한 생리활성이 있으며 알려져 있다.

흑미의 수침중에 수침시간이 경과함에 따라 다른 흑미의 색과 안토시아닌의 함량을 분석한

결과는 각각 Table 19, 20과 같다. 수침전 흑미 원곡은 멥쌀 흑미의 L값(62)이 찰흑미(72)에 비해 낮아 보다 어두운 것으로 나타났는데 이는 멥쌀 흑미의 안토시아닌 함량이 217 mg/100 g으로 찰흑미의 110 mg/100 g에 비해 약 2배 가량 높은 것과 직접적인 관련이 있는 것으로 여겨졌다. 본 실험에 사용한 흑미는 흑미의 총안토시아닌 함량을 110~257 mg/100g으로 분석한 이전의 결과와 거의 일치하였으며 흑미의 안토시아닌은 bran 층에 밀집되어 있다고 하였다. 흑미는 수침중에 수침시간이 경과함에 따라 L값이 증가하여 밝아졌으며 이는 수침중 안토시아닌 색소가 용출되어 수침후의 총안토시아닌 함량은 감소하기 때문으로 확인되었다.

Table 19. Color(L value) of black rice during soaking in water

Black rice sample	Soaking time (hr)					
	0	3	6	9	12	24
Normal	62.22	63.76	64.72	65.18	65.70	65.56
Waxy	71.66	72.47	73.35	73.63	74.14	74.75

멥쌀 흑미는 수침 3시간후 173 mg/100g, 6시간후 148 mg/100g로 감소하였고 찰흑미는 수침 3시간후 85 mg/100g, 6시간후 66 mg/100g로 감소하였으며 그 이후부터는 안토시아닌의 함량에 큰 변화가 없었다. 습식 흑미가루의 안토시아닌 함량은 건식에 비해 안토시아닌 함량이 상당히 낮게 나타났으며 수침중 상당량의 안토시아닌이 용출되기 때문이었다.

Table 20. Anthocyanin content and Electron donating activity(EDA) of black rice during soaking in water

Black rice sample	Soaking time (hr)					
	0	3	6	9	12	24
Normal						
Total anthocyanin (mg/100g)	216.99	173.05	148.21	148.20	244.86	146.95
EDA (%)	75.54	64.96	64.70	62.01	60.97	57.51
Waxy						
Total anthocyanin (mg/100g)	109.80	85.16	65.75	63.04	62.62	50.31
EDA (%)	29.41	28.17	26.88	16.83	10.38	3.12

* Values are means of duplicate determinations.

제분기 screen size별로 분말화한 흑미가루를 체질에 의해 mesh size별로 분급한 후 가루 획분의 색도를 측정한 결과(Table 21) 흑미가루 획분별 L값에 다소 차이가 있어 안토시아닌 함량에 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 22).

Table 21. Color(L value) of black rice flour fractionated by different mesh

Black rice flour	Mesh size				
	+40	+60	+100	+140	+200
Normal	61.61	61.60	60.57	60.53	63.78
Waxy	73.64	72.09	69.94	71.08	73.10

Table 22. Anthocyanin content (mg/100g) of black rice flour fractionated by different mesh

Black rice flour	Mesh size			
	+40	+60	+100	+140
Normal	201.92	161.57	150.30	195.80
Waxy	43.01	53.02	60.53	36.32

(다) 발아전곡미의 제조 가공

곡류는 발아에 의해 종실에 생화학적, 이화학적 변화를 초래하여 소화율을 향상시키고 생리 활성이 높아진다. 곡류의 발아에 따른 주요한 변화중 하나가 hydrolytic enzyme의 합성이며 이는 곡류의 주성분인 전분을 분해하는 당화에 관여하는데 이에 따라 곡류의 발아 이용은 식품, 주류 등의 가공에 널리 이용되고 있다. 따라서 영양기능성이 우수한 전곡립인 현미와 흑미를 이용하여 식품가공시 효소원으로서의 활용성을 모색하기 위한 제조가공 조건을 조사하였다.

1) 제조조건에 따른 발아현미의 제조

현미의 발아에 따른 전분분해효소 활성(amylolytic activity)을 측정하여 가공제품에 효소원으로 활용성을 조사하였다. 20℃와 30℃ 발아온도에서 발아중 일반 멥쌀 현미와 찹쌀 현미의 α-amylase 활성을 측정한 결과는 Fig. 7A에 나타나 있다. 발아전의 현미에는 α-amylase의 활성이 거의 없으나 발아가 진행됨에 따라 증가하는 추세를 나타냈는데 20℃ 보다 30℃ 발아 조건에서 효소활성이 높았으며 멥쌀 현미가 찹쌀 현미에 비해 α-amylase의 활성이 낮은 경향이였다.

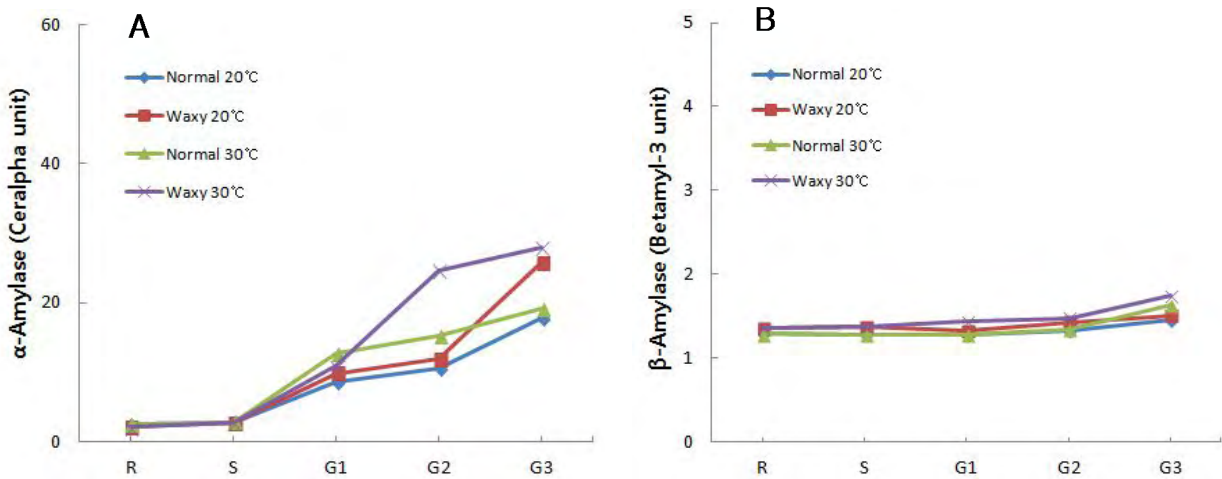


Fig. 7. Amylase activities of normal and waxy brown rice germinated at different germination conditions. (A) α -amylase, (B) β -amylase, R = raw, S = after steeping, G = germination(day).

20°C와 30°C 발아온도에서 발아중 현미의 β -amylase 활성을 나타낸 결과는 Fig. 7B와 같다. 현미는 발아중에 β -amylase 활성이 아주 미미하게 증가하였으며, 찹쌀 현미가 멥쌀 현미에 비해 활성이 약간 높게 나타났다.

발아조건별 현미에 대해 전분의 분해에 따른 당의 환원력을 측정하여 나타낸 발아현미의 당화력(DP)은 Table 23과 같다. 발아곡립에서 당화에 관여하는 효소의 활성도를 당화력(diastatic power)이라 하며 이는 주로 β -amylase와 α -amylase에 기인하는 것으로 알려져 있다. 발아온도 20°C에서 1~3일 사이에 발아현미의 당화력을 측정된 결과 멥쌀 현미는 2.3에서 13.8 °L로 증가하였으며 찹쌀 현미의 경우 9.2에서 16.1 °L로 증가하여 찹쌀 현미의 당화력이 다소 높게 나타났다. 30°C 발아온도에서는 멥쌀 현미가 4.6에서 18.4 °L, 찹쌀 현미가 13.8에서 18.4 °L로 증가하여 발아온도 30°C가 20°C에 비해 당화력이 증가함을 알 수 있었다.

Table 23. Diastatic power(DP, °L) of brown rice germinated at different germination conditions

	Raw	After steeping	Germination time (day)		
			1	2	3
20°C germination					
Normal	2.3±1.1 ¹⁾	4.6±1.6	5.8±1.0	11.5±1.9	13.8±1.8
Waxy	6.9±2.7	9.2±1.9	9.2±2.2	13.8±3.7	16.1±0.9
30°C germination					
Normal	2.3±1.1	6.9±1.9	9.2±1.1	13.8±1.6	18.4±1.3
Waxy	2.3±2.7	6.9±1.9	13.8±0.7	16.1±0.8	18.4±1.4

¹⁾Values are means±SD of triplicate analyses.

현미 원곡과 발아조건별 메성 현미와 찰현미 가루의 호화양상을 신속점도측정기(RVA)로 측정한 결과는 Table 24, 25에 나타나 있다. 원곡 현미가루의 호화개시온도는 찰현미 보다 일반 메성 현미에서 높았다. 또한 현미 원곡의 최고점도, breakdown, 최종점도 등 전체적인 RVA 호화점도가 찰현미 보다 메성 현미에서 현저히 높게 나타났다. 전곡립 분말은 가열에 의해 주성분인 전분의 호화에 따른 점도가 상승하지만 전분 slurry의 가열에 의해 전분호화뿐 만 아니라 동시에 발아현미에 생성된 효소활성으로 전분을 분해하여 점도는 감소하게 된다. 발아조건에 따른 발아현미의 RVA 점도는 발아기간이 1~3일 경과함에 따라 감소하였으며 30℃ 발아현미가 20℃ 발아현미 보다 점도가 낮게 나타났다(Figs 8). 이에 따라 발아현미의 효소활성도가 증가함에 의해 RVA의 점도감소를 확인할 수 있었다. 또한 발아 찰현미가 메성 발아현미에 비해 점도의 감소 폭이 큰 것으로 나타났으며 이는 찰현미의 전분분해 효소활성이 메성 보리에 비해 약간 높게 나타난 이전의 결과와 일치하는 것으로 확인되었다.

Table 24. RVA pasting properties of normal brown rice during 3-day germination period

Normal brown rice	Pasting temp(℃)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Trough	Break down	Final Viscosity	Setback	
Raw	74.15 ¹⁾	200.17	129.67	70.50	258.83	58.66	
20℃	G1 ²⁾	71.70	187.33	72.75	114.58	145.50	-41.83
	G2	70.95	110.17	24.58	85.58	58.42	-51.75
	G3	70.90	76.17	10.75	65.42	31.17	-45.00
30℃	G1	71.80	100.92	23.33	77.58	61.92	-39.00
	G2	73.35	44.67	2.25	42.42	13.33	-31.34
	G3	73.35	29.25	0.33	28.92	5.50	-23.75

¹⁾Values are means of duplicate analyses.

²⁾G = germination(day).

Table 25. RVA pasting properties of waxy brown rice during 3-day germination period

Waxy brown rice	Pasting temp(℃)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Trough	Break down	Final Viscosity	Setback	
Raw	70.25 ¹⁾	84.33	42.17	42.17	56.83	-27.50	
20℃	G1 ²⁾	67.70	32.42	3.92	28.50	8.08	-24.34
	G2	69.40	15.42	1.42	14.00	3.83	-11.59
	G3	63.50	8.17	0.25	7.92	0.75	-7.42
30℃	G1	70.15	9.83	2.08	7.75	3.83	-6.00
	G2	70.25	6.25	0.08	6.17	1.25	-5.00
	G3	50.30	2.75	0.25	2.50	0.50	-2.25

¹⁾Values are means of duplicate analyses.

²⁾G = germination(day).

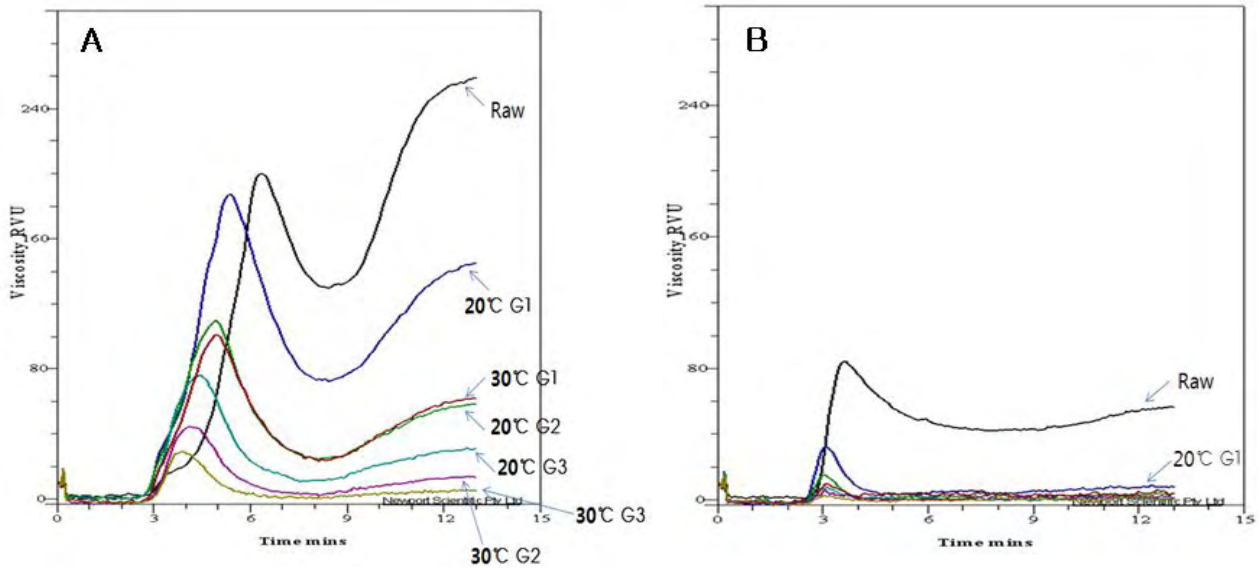


Fig. 8. RVA pasting properties of normal(A) and waxy(B) brown rice during 3-day germination period. (20°C G1= 20°C 1 day germination, 20°C G2= 20°C 2 day germination, 20°C G3= 20°C 3 day germination, 30°C G1= 30°C 1 day germination, 30°C G2= 30°C 2 day germination, 30°C G3= 30°C 3 day germination).

2) 제조조건에 따른 발아흑미의 제조

발아흑미 역시 각종 영양기능성 성분 뿐 만 아니라 효소들의 활성화로 인해 가공제품에 그 활용도를 모색하고자 하였으며, 발아흑미를 가공제품의 효소원으로 활용하기 위한 방안으로 발아조건에 따른 전분분해효소 활성도 변화를 조사하였다. 20°C와 30°C 발아온도에서 발아중 일반 멍쌀 흑미와 찹쌀 흑미의 α -amylase 활성을 측정된 결과는 Fig. 9A에 나타나 있다. 발아전의 흑미 원곡은 α -amylase 활성이 아주 미미 하였으며 3일간의 발아중에 흑미의 α -amylase 활성은 증가하였다. 멍쌀 흑미는 20°C 발아온도에서 발아 1일 10.7에서 발아 3일 38.0 Ceralpha Unit로 증가하였으며 30°C 발아온도에서는 발아 1일 12.4에서 발아 3일 87.9 Ceralpha Unit로 보다 급격히 증가하였다. 찹쌀 흑미의 경우 발아초기에는 멍쌀 흑미와 α -amylase 활성이 유사 하였으나 발아가 진행됨에 따라 멍쌀 흑미 보다는 활성의 증가가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 흑미의 경우에는 발아현미와 달리 멍쌀 흑미가 찹쌀 흑미에 비해 발아과정중 α -amylase의 활성이 높았다.

20°C와 30°C 발아온도에서 발아중 일반 멍쌀 흑미와 찹쌀 흑미의 β -amylase 활성변화를 Fig. 9B에 나타내었다. 흑미 원곡은 β -amylase 활성이 아주 미미하였고 수침후 그리고 발아 1일까지 활성이 미약하였으나 발아 2일경부터 증가하는 추세를 보여주었다. 흑미는 발아가 진행됨에 따라 β -amylase 활성이 증가하는 경향으로 30°C 발아온도가 20°C에 비해 활성이 높았으며, 찹쌀 흑미가 멍쌀 흑미에 비해 발아중 활성의 증가가 높게 나타났다.

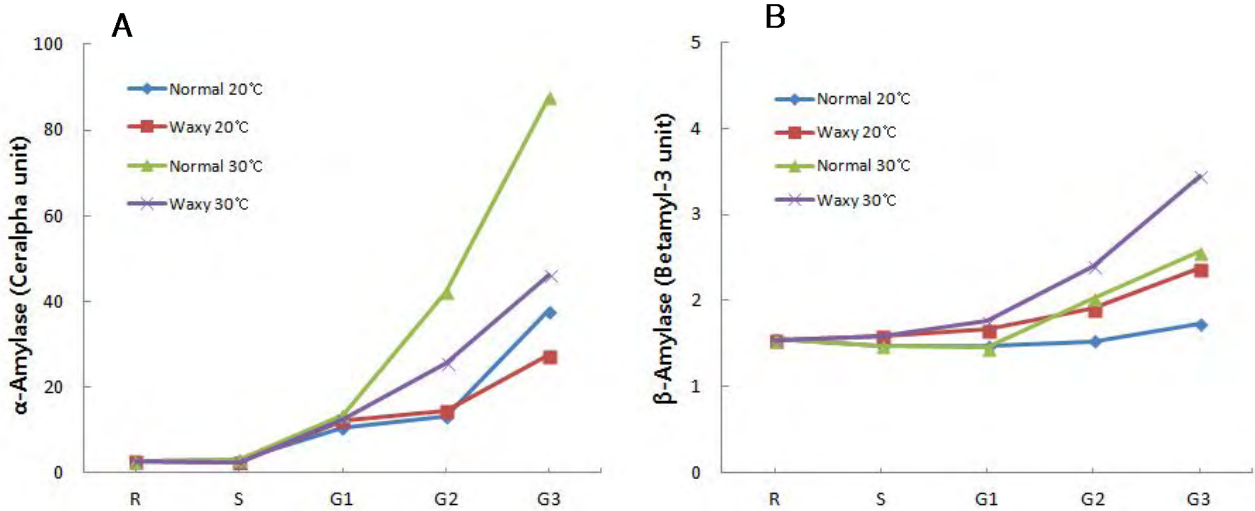


Fig. 9. Amylase activities of normal and waxy black rice germinated at different germination conditions. (A) α -amylase, (B) β -amylase, R = raw, S = after steeping, G = germination(day).

발아과정중의 발아흑미의 당화력(DP)은 Table 26과 같다. 흑미 원곡의 당화력은 6.9 °L이었고 수침후 흑미의 9.2 °L로 증가하기 시작하여 20°C 발아 1~3일 사이에 멍쌀 흑미는 11.5에서 18.4 °L로 증가하였으며 찹쌀 흑미는 16.1에서 20.7 °L로 증가하여 찹쌀 흑미의 당화력이 다소 높은 것으로 분석되었다. 30°C 발아 1~3일 사이에서는 멍쌀 흑미가 13.8에서 18.4 °L로, 찹쌀 흑미가 13.8에서 25.3 °L로 증가하여 발아온도 30°C가 20°C에 비해 당화력이 증가함을 보여주었다. 앞서 발아 현미와 비교해 볼 때 같은 발아조건에서 흑미의 발아중 당화효소 활성도가 현미 보다 약간 높게 나타남을 알 수 있었다. 그러나 흑미 역시 발아보리에 비해서는 당화력이 낮은 것으로 나타났으며, 발아흑미를 효소원으로 활용하기 위해서는 발아보리 이용시에 일부 대체하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

Table 26. Diastatic power(DP, °L) of black rice germinated at different germination conditions

	Raw	After steeping	Germination time (day)		
			1	2	3
20°C germination					
Normal	6.9±1.9 ¹⁾	9.2±1.8	11.5±0.7	13.8±4.5	18.4±1.8
Waxy	6.9±1.2	9.2±1.9	16.1±1.2	18.4±1.7	20.7±1.9
30°C germination					
Normal	6.9±1.9	9.2±1.8	13.8±1.4	16.1±0.6	20.7±2.5
Waxy	6.9±1.2	9.2±1.9	13.8±1.1	20.7±1.6	25.3±2.6

¹⁾Values are means±SD of triplicate analyses.

한편 발아현미에서와 마찬가지로 발아흑미에서도 발아기간이 증가함에 따라 효소활성도가 증가하여 RVA 점도가 감소함을 확인하였다. 그러나 발아흑미는 발아현미에 비해 RVA 점도가 현저히 낮았으며

발아에 따른 발아흑미의 점도가 현격히 감소하여 신속점도측정기가 측정하여 기록하기에도 너무 낮은 것으로 나타났다. 전반적으로 발아흑미가 동일한 발아조건에서 발아현미에 비해 hydrolytic activity가 높은 것으로 분석되어 식품가공용 당화과정에 유리할 것으로 판단되었으며, 제빵, 양조 등에 일반적으로 사용되는 발아보리(맥아)에 일부 부분적인 대체가 가능할 것으로 생각되었다.

(2) 특수용도 쌀가루의 가공공정

일반 쌀가루 이외의 유색미(흑미), 현미, 발아전곡미 등 기능성이 높은 쌀의 분말화 가공조건을 검토하여 특수용도 쌀가루의 전체적인 가공공정을 요약하였다(Fig. 10).

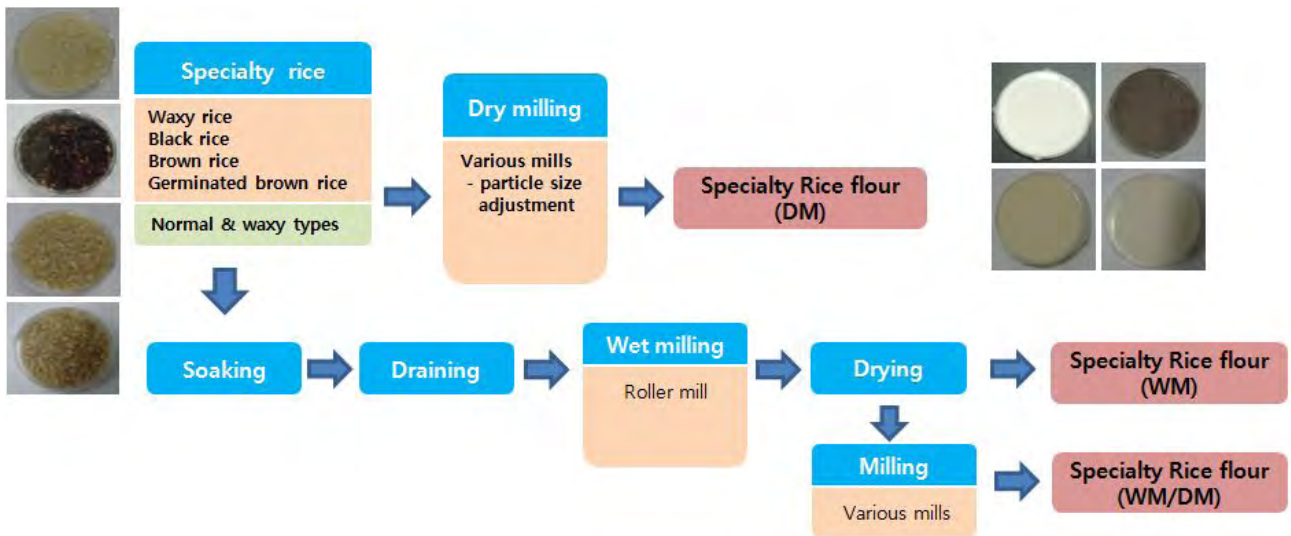


Fig. 10. Milling process for specialty rice flour.

다. 특수용도 쌀가루의 가공적성 및 품질향상

(1) 특수용도 쌀가루를 이용한 식빵의 품질특성

(가) 현미가루를 첨가한 식빵의 품질특성

현미가루의 제빵적성을 조사하기 위하여 밀가루(강력분)에 멍쌀 및 찰쌀 현미가루의 첨가수준을 조사하였으며 제분방법별 현미가루를 20% 첨가한 복합분에 대하여 제빵특성을 분석하였다(Table 27). 100% 밀가루로 만든 식빵(Control)에 비해 현미가루의 첨가는 전반적으로 식빵의 체적을 감소시키는 결과를 주었으나 건식제분한(DM) 현미가루가 습식/건식제분한(WM/DM) 현미가루에 비해 식빵의 비체적이 높게 나타났다. 한편 건식제분의 경우 찰성 현미가루의 비체적이 높았으며 식빵의 경도가 멍쌀 현미가루에 비해 낮은 것으로 나타났다.

Table 27. Baking properties of breads containing brown rice flours prepared by different milling methods

Milling method ¹⁾	Loaf volume (cc)	Loaf weight (g)	Specific loaf volume (cc/g)	Color(L)	
				Crust	Crumb
Control	790.0 ²⁾	174.7	4.52	49.39	75.29
DM					
Normal	567.5	179.1	3.16	50.03	74.98
Waxy	687.5	173.8	3.96	50.83	72.62
WM/DM					
Normal	547.5	175.5	3.12	56.02	72.57
Waxy	541.3	176.8	3.06	55.35	71.83

¹⁾DM, dry milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values represent the mean of six loaves.

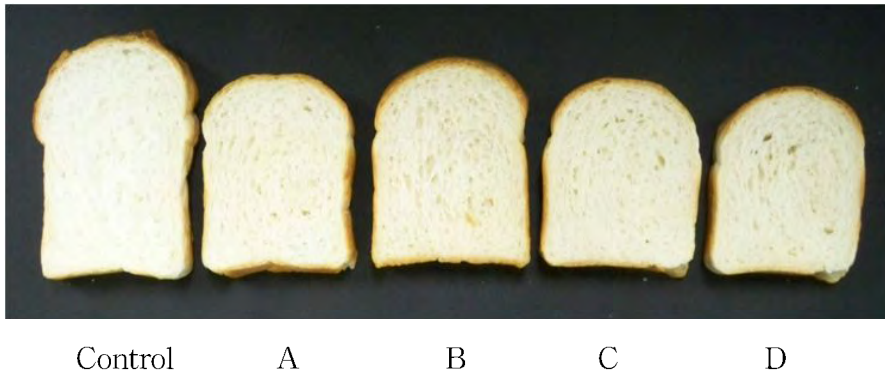


Fig. 11. Internal appearance of breads containing brown rice flours prepared by different milling methods. DN; dry milling/normal rice, DW; dry milling/waxy rice, WN; wet milling/waxy rice, WW; wet milling/waxy rice.

(나) 흑미가루를 첨가한 식빵의 품질특성

흑미는 주로 밥에 혼용하는 잡곡의 형태 이외에도 식빵, 케이크, 쿠키, 떡, 국수 등 흑미가루를 이용한 다양한 가공식품에 적용 할 수 있다. 제분방법에 따라 제조한 멥쌀 및 찹쌀 흑미가루의 부분적인(10~30%) 첨가가 식빵의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 식빵의 부피는 밀가루로만 제조한 100% 밀가루(Control)에 비해 흑미가루의 첨가수준이 증가함에 따라 점차 감소하였으며 흑미가루를 첨가한 식빵의 내부색은 흑미의 어두운 색상에 의해 L값이 현저히 감소하여 어두워졌으며 적색도는 증가하고 황색도는 약간 감소하였다. 흑미 쌀가루를 밀가루에 20% 대체한 복합분에 대하여 제빵특성을 분석한 결과(Table 28) 건식제분한 쌀가루가 습식/건식제분한 쌀가루에 비해 빵의 비체적이 높게 나타났으며 멥쌀 및 찹쌀 흑미가루의 부피와 비체적에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 28. Baking properties of breads containing black rice flours prepared by different milling methods

	Loaf volume (cc)	Loaf weight (g)	Specific loaf volume (cc/g)	Color(L)	
				Crust	Crumb
Control	810.0	170.8	4.74	52.89	74.25
DM					
Normal	587.5	174.8	3.36	39.29	47.33
Waxy	620.0	174.8	3.55	44.03	56.07
WM/DM					
Normal	557.5	177.7	3.14	41.90	40.47
Waxy	556.3	177.5	3.13	45.09	51.95

¹⁾DM, dry milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values represent the mean of six loaves.

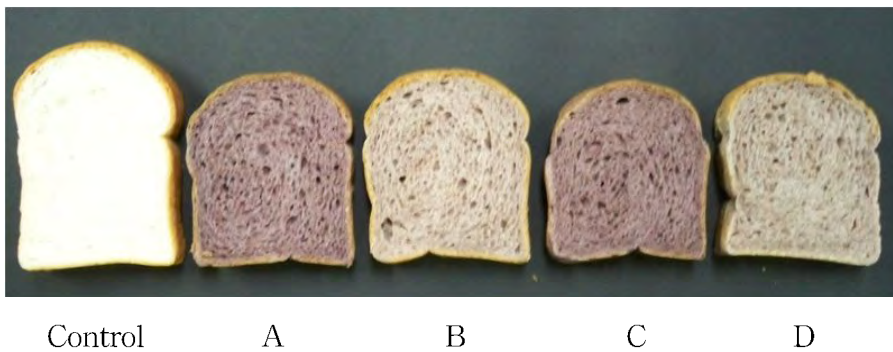


Fig. 12. Internal appearance of breads containing black rice flours prepared by different milling methods. DN; dry milling/normal rice, DW; dry milling/waxy rice, WN; wet milling/waxy rice, WW; wet milling/waxy rice.

(2) 특수용도 쌀가루를 이용한 국수의 품질특성

(가) 현미가루를 첨가한 국수의 품질특성

백미에 비해 식이섬유 등 생리활성물질들을 풍부히 함유하고 있는 현미가루를 첨가한 국수의 품질특성을 조사하였다. 밀가루(중력분)에 현미가루를 20% 첨가하여 국수를 제조하였으며 그 품질특성을 조사하였다(Table 29). 현미가루를 첨가하여 제조한 국수는 조리특성에서 대조구(100% 밀가루)에 비해 국수 조리후의 체적, 중량, 함수율, 고형분 용출량이 낮게 나타났다. 멥쌀 현미가루가 찹쌀 현미가루에 비해 그 수치가 높게 나타났으며 국수의 품질특성면에서 보다 우수한 것으로 분석되었다.

Table 29. Cooking properties of noodles containing brown rice flours prepared by different milling methods

Milling method ¹⁾	Cooked weight (g)	Cooked volume (mL)	Moisture absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color (L value)	
					Raw	Cooked
Control	85.16 ²⁾	80.0	70.14	0.15	82.35	74.15
DM						
Normal	81.63	75.0	63.06	0.24	84.22	72.42
Waxy	79.40	70.0	58.79	0.23	83.99	71.74
WM/DM						
Normal	81.39	70.0	62.43	0.20	85.08	73.64
Waxy	80.54	70.0	60.45	0.20	83.33	70.72

¹⁾DM, dry milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values are means of triplicate determinations.

(나) 흑미가루를 첨가한 국수의 품질특성

흑미에는 polyphenols, flavonoids, anthocyanins, γ -oryzanol 등 생리활성 성분들이 함유되어 있으며 이들은 생체에서 항산화 기능을 나타내는 것으로 알려져 있다. 밀가루(중력분)에 항산화효능 등 생리활성이 높은 흑미가루를 첨가한 국수의 품질특성을 조사하였다(Table 30). 흑미가루를 첨가한 국수는 100% 밀가루 국수(대조구)에 비해 조리시의 체적, 중량, 함수율, 고형분 용출량이 낮게 나타났으며, 멥쌀과 찹쌀 흑미가루에서는 별 차이가 없는 것으로 분석되었다.

Table 30. Cooking properties of noodles containing black rice flours prepared by different milling method

Milling method ¹⁾	Cooked weight (g)	Cooked volume (mL)	Moisture absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color (L value)	
					Raw	Cooked
Control	86.70 ²⁾	72.5	70.14	72.78	82.60	74.67
DM						
Normal	82.41	75.0	63.06	64.61	41.79	35.21
Waxy	83.09	75.0	58.79	66.15	53.85	42.30
WM/DM						
Normal	82.64	75.0	62.43	67.96	42.98	34.68
Waxy	86.83	75.0	60.45	73.37	54.60	45.66

¹⁾DM, dry milling; WM/DM, wet milling, followed by dry milling.

²⁾Values are means of triplicate determinations.

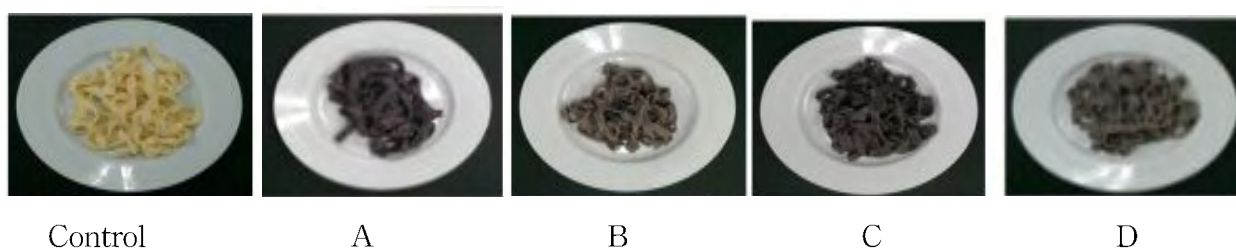


Fig. 13. Appearance of cooked noodles containing black rice flours prepared by different milling methods. DN; dry milling/normal rice, DW; dry milling/waxy rice, WN; wet milling/waxy rice, WW; wet milling/waxy rice.

(3) 특수용도 쌀가루를 이용한 가래떡의 품질특성

현미가루 첨가 가래떡의 제조를 위해 백미가루에 현미가루를 0~60% 대체하여 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 31과 같다. 대조구인 멥쌀 백미가루의 호화개시 온도는 68.8℃ 이었으며 현미가루 60% 첨가 쌀가루의 호화개시온도는 71.0℃이고, 찹쌀 현미가루 60%를 첨가한 처리구는 65.8℃로 나타났다. 한편 일반 현미첨가 쌀가루의 평균 최고점도, trough, breakdown 및 최종점도는 각각 279.97, 199.97, 80.00, 316.39 및 36.41 RVU로 찹쌀 현미가루 첨가 쌀가루의 평균 17.92, 129.11, 42.81, 206.52 및 34.61에 비해 훨씬 높았으며, 대조구 310.92, 223.00, 87.92, 335.33 및 24.41보다는 낮은 값을 보였다. 현미가루 첨가량이 증가함에 따라 최고점도가 감소하였고 trough와 breakdown 역시 감소하였으며 찹쌀 현미가루 첨가구에서 그 감소폭이 큰 것으로 나타났다.

Table 31. Rapid visco-analyzer(RVA) pasting properties of rice flour substituted with different levels of brown rice flour

	%	Pasting temp(℃)	Viscosity(RVU) ¹⁾				
			Peak	Trough	Break down	Final viscosity	Setback
Control		68.8 ²⁾	310.92	223.00	87.92	335.33	24.41
Normal brown rice flour	20	67.3	308.17	222.25	85.92	338.25	30.08
	40	70.3	277.42	197.58	79.83	315.42	38.00
	60	71.0	254.33	180.08	74.25	295.50	41.17
Waxy brown rice flour	20	68.8	222.00	160.25	61.75	256.83	34.83
	40	70.3	201.25	151.83	49.42	240.75	39.50
	60	65.8	92.50	75.25	17.25	122.00	29.50

¹⁾Trough = minimum viscosity after the peak, breakdown = peak viscosity minus trough viscosity, setback = final viscosity minus peak viscosity.

²⁾Values are means of duplicate determinations.

현미가루 첨가 가래떡의 조리 전과 조리 후의 외관 및 색도를 측정된 결과 대조구 가래떡의 색은 맑고 불투명한 흰색으로 외형상 단단한 밀도감을 주어 가래떡이 갖는 고유한 탄력감과 조직감을 보여주었다. 이와 마찬가지로 현미가루 첨가 가래떡은 대조구와 비슷한 질감을 보여주었으

며, 색은 첨가량이 많아질수록 베이지색의 농도가 진해지는 것으로 나타났다. 반면 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡의 색의 변화는 일반 현미가루 첨가 가래떡과 같았으나, 현미가루의 첨가량이 많아질수록 가래떡이 갖는 고유의 탄력감과 조직감이 떨어지며 표면이 거칠고 가늘어지는 것으로 보여졌다. 일반 현미가루와 찹쌀 현미가루 첨가량에 따라 L값은 다소 감소하여 색상은 점차 어두워졌으며, a, b값은 다소 감소하는 경향을 보여 적색도와 황색도가 증가 후 감소하는 것으로 나타났다 (Table 32).

현미가루 첨가 가래떡의 조리특성을 조사한 결과는 Table 32에 나타나 있다. 일반 현미가루를 20~60%를 첨가한 가래떡의 무게는 각각 52.35, 53.02 및 52.55g으로 대조구 51.84과 비교하여 약간 증가하는 경향이 있었다. 한편 찹쌀 현미가루를 20~40% 첨가한 가래떡의 무게에서는 각각 53.95, 42.95로 20%현미가루 첨가 가래떡에서는 무게가 증가하였으나, 찹쌀 현미가루의 함량이 많아질수록 무게가 급속히 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 찹쌀 현미가 일반 현미에 비해 수분흡수력이 높고 떡을 제조하였을 때의 탄력감이 없이 질어지기 때문으로 사료되었다.

가래떡의 부피에서도 대조구와 현미가루 첨가 가래떡의 부피는 대조구와 유사하거나 약간 증가하였으며 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡은 20% 수준까지 증가 후 급격히 감소하는 것을 볼 수 있었다. 국물에 고형물 용출량을 측정된 결과 전체적으로 일반 현미가루 첨가 처리구는 대조구의 용출량 3.79 g에 비해 고형물 용출량이 적은 것으로 분석되었다. 그중에서 가장 적은양의 용출량을 나타낸 것은 40% 현미가루 첨가 가래떡의 2.30g으로 나타났다. 반면 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡은 가루의 첨가량이 증가 할수록 용출량이 현저히 증가하는 것으로 분석되었다. 전체적인 데이터를 분석해 볼 때 일반 현미 가래떡의 고형물 용출량은 일정하게 나왔으나 찹쌀 현미가루 40% 첨가 가래떡에서 고형물 용출량이 10.65 g으로 가장 많았다. 이로 인해 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡의 조리 특성이 양호하지 못한 것으로 판단되었다.

Table 32. Cooking properties of *Garaedduk* added with different levels of brown rice flour

	%	Cooked weight (g)	Cooked volume (mL)	Moisture absorption (%)	Soluble solid (g)	Color (L value)	
						Raw	Cooked
Control		51.84 ¹⁾	42.5	2.21	3.79	78.07 ¹⁾	71.88
Normal brown rice flour	20	52.35	42.5	3.67	3.32	76.80	70.49
	40	53.02	42.5	5.03	2.30	73.58	69.22
	60	52.55	45.0	4.43	3.44	70.48	69.06
Waxy brown rice flour	20	53.95	45.0	4.92	1.62	68.71	67.82
	40	42.10	35.0	-18.42	10.65	73.76	67.69

¹⁾Values are means of duplicate determinations.

현미가루 첨가 가래떡을 제조하여 조리 전에 측정된 조직감을 분석한 결과는 Table 33에 나타나 있다. 가래떡의 경도는 대조구(현미가루 0%) 311.5 g에서 현미가루의 첨가량에 따라 302 ~ 409 g 사이로 다소간의 차이를 보여주었다. 20% 현미가루 첨가 가래떡의 경도가 409.0으로 가장 높았고, 40% 현미가루 첨가 가래떡은 대조구 보다 다소 떨어지는 301.5로 나타났다. 반면 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡은 첨가량이 증가할수록 경도가 현저하게 감소하였다. 이처럼 찹쌀 현미의 수분결합력이 일반 현미에 비해 높아 가래떡 제조시 찹쌀 현미가루의 함량을 높일수록 경도가 떨어지는 것을 알 수 있었다.

Table 33. Texture characteristics of uncooked Garaedduk added with different levels of brown rice flour

	%	Hardness	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Chewiness
Control		311.5 ¹⁾	0.86	152.37	0.52	-58.20	175.17
Normal brown rice flour	20	409.0	0.88	207.82	0.51	-144.78	187.28
	40	301.5	0.88	152.82	0.44	-66.80	134.84
	60	341.1	0.88	175.06	0.52	-94.46	154.40
Waxy brown rice flour	20	294.2	0.82	155.88	0.56	-433.28	136.98
	40	176.5	0.85	113.87	0.64	-436.07	96.56

¹⁾Values are means of five measurements.

현미가루 첨가 가래떡을 제조하여 조리 후의 조직감을 분석한 결과 Table 34와 같다. 조리 전의 가래떡 대조구와 비교했을 때 조리 후의 경도가 약간 높은 것으로 나타났으며, 일반 현미가루 첨가 가래떡의 조리 후 경도도 372~451 g 범위로 대조구 가래떡의 경도 보다 높은 것으로 분석되었다. 일반 현미가루 첨가 가래떡을 제조하여 측정된 가래떡의 부착성은 대조구 (현미가루 0%) -58.20이었으며 현미가루 첨가 가래떡에서 부착성이 높게 나타났다. 40% 현미가루 첨가 가래떡 -66.80로 대조구와 근접한 값을 보였고, 20% 현미가루 첨가 가래떡이 가장 낮은 -144.78을 나타냈으며, 특히 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡은 부착성이 현저히 높게 분석되어 가래떡의 끈적임이 높아짐을 알 수 있었다. 조리 후의 부착성은 대조구와 유의적으로 적은 차이를 보였고, 현미가루의 첨가량에 따라 부착성이 높은 것으로 분석되어, 가루의 첨가량이 많아질수록 조리 후 가래떡을 제조했을 때와 달리 질어지는 경향이 나타났다. 따라서 조리 후 종합적으로 물성을 측정된 결과 일반 현미가루 40% 첨가수준까지 가래떡의 텍스처가 양호한 것으로 분석되었다.

Table 34. Texture characteristics of cooked Garaedduk added with different levels of brown rice flour.

	%	Hardness	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Chewiness
Control		339.7 ¹⁾	0.84	167.30	0.49	-106.35	132.66
Normal brown rice	20	371.6	0.86	182.03	0.49	-108.96	156.02
	40	450.8	0.86	214.58	0.48	-127.57	185.36
	60	386.7	0.83	197.86	0.51	-187.90	165.02
Low amylose brown rice	20	468.1	0.82	230.13	0.49	-341.23	188.17
	40	121.2	0.78	57.72	0.48	-147.55	44.90

현미가루 첨가 가래떡의 관능적 특성을 분석한 결과는 Fig. 14에 나타나 있다. 향과 맛의 평가에서는 일반 뽕쌀 현미가루 20% 첨가 가래떡이 각각 7.4, 7.2로 나타났으며, 전체적인 식미에서도 가장 높은 점수를 받았다. 현미가루 첨가 가래떡의 관능평가에서 색과 질감의 선호도면에서 일반 현미가루 40% 첨가 가래떡이 각각 6.2, 7.6로 가장 높은 점수를 보였으며, 반면 찹쌀 현미가루 첨가 가래떡은 가루의 함량이 작아질수록 관능적 기호도가 급격히 떨어지는 것으로 평가되었다. 이는 대조구 가래떡과 비교했을 때 끈적거림이 너무 높고 맛과 색, 향기 면에서도 저조한 평가를 받았기 때문으로 사료된다.

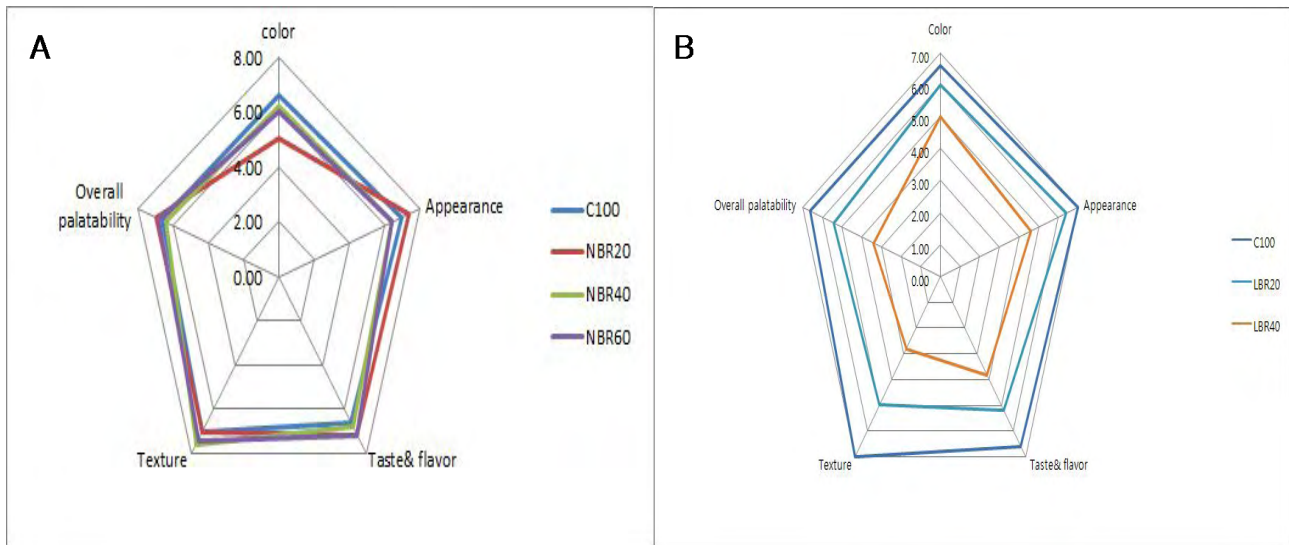


Fig. 14. Sensory scores of cooked Garaedduk added with different levels of normal(A) and waxy(B) brown rice flour.

(4) 발아전곡미가루를 이용한 가공제품의 제조특성

(가) 발아전곡미 가루를 이용한 식혜의 제조

엿기름의 일부를 발아흑미가루로 대체한 식혜의 당화과정중 식혜의 당도, pH 및 탁도에 미치는 영향을 조사하였다. 엿기름만을 사용한 대조구 식혜의 당화과정중 당함량은 증가하여 당화 6시간후 10.6 Bx로 증가하였다. 엿기름을 발아흑미가루로 20~60% 대체하여 제조한 식혜의 당도는 대조구 식혜에 비해 약간 낮게 나타났다. 당화가 진행됨에 따라 발아흑미가루를 첨가한 식혜 당화액의 pH와 탁도는 약간 감소하는 경향이였다.

Table 35. Sweetness, pH, and turbidity of Sikhe prepared with germinated black rice flour during saccharification

		Saccharifying time (hr)						
		0	1	2	3	4	5	6
Brix(%)	Control	1.9	3.6	6.9	7.6	8.8	9.6	10.6
	20	1.3	5.0	6.2	7.2	8.3	9.4	10.2
	40	1.3	3.6	6.2	7.4	8.2	10.0	10.2
	60	1.2	3.0	6.0	7.0	8.5	9.0	9.7
pH	Control	5.91	5.69	5.73	5.75	5.72	5.76	5.82
	20	5.90	5.74	5.78	5.78	5.78	5.79	5.84
	40	5.80	5.63	5.65	5.67	5.67	5.68	5.76
	60	5.73	5.69	5.74	5.72	5.74	5.75	5.87
Turbidity (OD ₆₀₀)	Control	0.022	0.016	0.009	0.004	0.003	0.004	0.010
	20	0.021	0.009	0.011	0.011	0.008	0.018	0.007
	40	0.020	0.011	0.012	0.003	0.005	0.011	0.008
	60	0.019	0.011	0.005	0.010	0.005	0.035	0.008

* Values are means of duplicate analyses.

엿기름의 일부를 발아현미가루로 대체한 식혜의 당화과정중 식혜의 당도, pH 및 탁도를 측정 한 결과는 Table 36과 같다. 엿기름을 발아현미가루로 20~60% 대체하여 식혜의 당함량 역시 엿기름 식혜에 비해 낮게 나타났으며 발아흑미가루 보다 당도가 약간 낮은 경향을 나타내어 당화 효소력가가 발아흑미에 비해 낮다는 결과를 확인할 수 있었다.

Table 36. Sweetness, pH, and turbidity of Sikhe prepared with germinated brown rice flour during saccharification

		Saccharifying time (hr)						
		0	1	2	3	4	5	6
Brix(%)	Control	1.8	3.3	5.2	6.6	7.8	8.7	9.8
	20	1.8	4.6	4.9	5.9	7.5	8.0	9.1
	40	2.0	3.8	4.3	6.4	7.3	8.1	9.3
	60	1.7	2.9	4.1	4.8	6.2	7.4	8.6
pH	Control	5.98	5.64	5.66	5.65	5.64	5.69	5.69
	20	5.56	5.49	5.42	5.43	5.44	5.43	5.46
	40	5.37	5.36	5.30	5.32	5.32	5.34	5.34
	60	5.35	5.38	5.34	5.33	5.33	5.35	5.41
Turbidity (OD ₆₀₀)	Control	0.019	0.018	0.025	0.018	0.011	0.011	0.016
	20	0.022	0.016	0.020	0.016	0.016	0.015	0.012
	40	0.019	0.022	0.021	0.012	0.015	0.022	0.014
	60	0.021	0.023	0.025	0.017	0.020	0.018	0.014

* Values are means of duplicate analyses.

(나) 발아전곡미 가루를 이용한 맥주의 제조

발아흑미는 맥주제조에서 맥주의 색을 향상시킬수 있는 원료로 사용될 가능성이 있다. 발아흑미가루를 맥아에 0~60% 대체하여 맥즙과 맥주를 제주한 후 품질을 평가한 결과는 Table 37과 같다. 발아흑미가루를 대체하여 제조한 맥즙과 맥주의 pH는 맥아만을 사용한 대조구과 차이가 없었으며 맥주의 색도는 L값이 약간 감소하여 어두운 색상을 나타냈다.

Table 37. Characteristics of wort and beer prepared form malt substituted different levels of germinated black rice flour.

	Germinated black rice flour (%)			
	Control	20	40	60
pH				
Wort	6.05	5.97	6.03	6.05
Beer	4.86	4.87	4.9	4.93
Color(Wort)				
L	48.9	48.7	49.18	48.6
a	-9.19	-9.22	-8.72	-8.96
b	24.69	24.11	25.13	23.72
Color(Beer)				
L	52.88	50.96	52.47	49.5
a	-9.84	-9.77	-9.72	-9.37
b	25.57	24.46	24.87	23.78

* Values are means of duplicate analyses.

(5) 전곡미 쌀가루의 저장중 특성

쌀가루는 저장중에 저장조건에 따라 이화학적 특성에 영향을 주어 쌀가루의 품질에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며 특수용도 쌀가루의 저장중 이화학적 특성 변화를 조사하였다.

(가) 쌀가루의 저장중 수분함량

현미가루와 흑미가루를 4개월간 저장온도를 달리하여 저장하면서 수분함량의 변화를 측정한 결과는 Table 38과 같다. 전곡미 쌀가루의 수분함량은 저장중 감소하는 경향을 보여주었으며 저장온도가 5℃에서 35℃로 높아짐에 따라 수분의 감소 효과가 큰 것으로 나타났다.

Table 38. Changes in moisture content (%) of specialty rice flours during storage

Rice flour	Storage temp.	Storage period (month)				
		0	1	2	3	4
Milled rice	5℃	11.62	11.44	11.88	11.35	10.18
	20℃	11.62	11.02	11.39	11.30	9.70
	35℃	11.62	10.78	10.67	10.05	9.99

Brown rice	5℃	9.80	10.08	9.82	9.41	8.33
	20℃	9.80	9.86	10.31	10.29	8.63
	35℃	9.80	9.23	8.77	8.66	8.30
Black rice	5℃	9.98	9.72	9.80	9.83	8.91
	20℃	9.98	9.65	9.88	9.43	8.69
	35℃	9.98	9.95	9.39	8.81	8.44

* Values are means of duplicate analyses.

(나) 쌀가루의 저장중 색의 변화

저장조건에 따른 백미가루, 현미가루 및 흑미가루의 색의 변화를 조사한 결과는 Table 39와 같다. 전곡미 쌀가루의 L값은 저장기간에 따라 약간 증가하여 밝아지는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었고 a값은 (-)수치로 녹색도를 보여주었으며 b값은 (+)값으로 황색도를 보여주었다.

Table 39. Changes in color of specialty rice flour during storage

Storage temp.	Storage period (month)				
	0	1	2	3	4
Milled rice					
5℃	92.52	92.72	93.21	93.23	93.44
20℃	92.52	93.36	93.48	92.66	93.41
35℃	92.52	93.43	93.78	92.80	93.27
Brown rice					
5℃	87.38	87.95	87.12	87.47	87.91
20℃	87.38	88.45	88.55	87.90	88.36
35℃	87.38	88.82	88.66	87.32	88.36
Black rice					
5℃	61.15	61.91	61.74	61.73	61.79
20℃	61.15	61.91	62.04	61.01	61.80
35℃	61.15	62.16	62.85	61.72	62.33

* Values are means of duplicate analyses.

(다) 쌀가루의 저장중 산가

쌀가루의 저장중 산가는 증가하였으며 백미에 비해 현미가루, 흑미가루의 산가가 다소 높게 나타났으며 저장온도가 증가함에 따라 증가하였다.

Table 40. Changes in acid value of specialty rice flours during storage

Rice flour	Storage temp.	Storage period (month)				
		0	1	2	3	4
Milled rice	5℃	0.90	0.45	2.47	2.69	1.85
	20℃		0.51	3.31	3.64	2.13
	35℃		0.67	4.27	2.47	3.25
Brown rice	5℃	0.90	1.23	2.53	3.14	2.41
	20℃		1.32	2.86	3.48	4.10
	35℃		1.63	2.92	3.71	4.10
Black rice	5℃	1.12	1.18	2.69	4.04	3.09
	20℃		1.21	4.49	4.04	2.97
	35℃		1.91	3.42	4.04	4.38

* Values are means of duplicate analyses.

(라) 쌀가루의 저장중 호화양상

쌀가루의 저장중 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 41~43에 나타나 있다. 현미와 흑미 쌀가루의 RVA 최고점도는 5℃ 저장시에 가장 낮았으며 저장온도가 높아짐에 따라 증가하였다. 5℃에서는 저장 2개월까지, 20℃와 35℃에서는 저장 3개월까지 최고점도가 현저하게 증가하였으나 4개월에는 다시 약간 감소하는 경향이였다. 현미와 흑미 쌀가루의 trough 점도 역시 저장 2~3개월까지 증가하다 4개월에는 다시 감소하는 추세를 보여주었다. 따라서 breakdown 점도 역시 저장기간중에 증가하다 저장후기에 다시 감소함을 보여주었다. 5℃ 저장시 final 점도는 저장에 따라 최고점도와 비슷한 증감을 보여 setback 점도가 저장중 크게 차이나지 않았으나 35℃ 저장에서는 최고점도의 증가폭이 커짐에 따라 setback 점도가 저장중 크게 증가함을 보여주었다.

Table 41. Changes in RVA pasting properties of milled rice rice flour during storage

Storage temp.	Storage period (month)	Viscosity(RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
5℃	0	297.00	169.96	127.05	282.17	-14.83
	1	315.46	183.79	131.67	299.13	-16.33
	2	316.83	182.46	134.38	298.50	-18.33
	3	320.63	166.13	154.50	292.67	-27.96
	4	300.88	176.92	123.96	296.09	-4.79
20℃	1	324.75	179.38	145.38	304.84	-19.91

	2	328.92	178.58	150.34	306.13	-22.79
	3	381.75	172.00	209.75	325.79	-55.96
	4	320.00	193.88	126.13	320.08	-0.08
35°C	1	355.38	186.63	168.75	318.25	-37.13
	2	364.88	177.29	187.59	326.09	-38.79
	3	312.50	200.92	111.58	318.63	6.13
	4	413.25	178.63	234.63	333.42	-79.83

* Values are means of duplicate analyses.

Table 42. Changes in RVA pasting properties of brown rice flour during storage

Storage temp.	Storage period (month)	Viscosity(RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
	0	194.88	108.38	86.50	199.58	4.70
5°C	1	209.21	116.33	92.88	230.33	21.12
	2	214.08	118.96	95.13	240.88	18.92
	3	240.75	143.42	97.33	318.50	77.55
	4	203.17	120.42	82.75	260.09	56.92
20°C	1	214.71	123.59	91.13	269.17	54.46
	2	227.75	131.34	96.42	294.42	66.67
	3	280.50	181.92	98.58	391.75	111.25
	4	224.09	142.71	81.38	327.92	103.83
35°C	1	254.46	144.92	109.54	329.04	74.58
	2	255.75	164.50	91.25	364.55	108.8
	3	222.29	124.67	97.63	257.75	35.46
	4	291.46	181.00	110.46	403.21	111.75

Table 43. Changes in RVA pasting properties of black rice flour during storage

Storage temp.	Storage period (month)	Viscosity(RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
	0	145.50	72.25	73.25	158.67	13.17
5°C	1	158.67	82.63	76.05	182.04	23.37
	2	160.17	84.75	75.42	188.30	28.13
	3	174.63	93.92	80.71	245.00	70.37
	4	154.63	76.21	78.42	191.71	37.08
20°C	1	163.13	81.80	81.34	201.71	38.58

	2	170.59	87.00	83.58	223.38	52.79
	3	224.34	135.59	88.75	336.63	112.29
	4	173.71	98.46	75.25	254.96	81.25
35 °C	1	198.75	115.38	83.38	296.38	97.63
	2	220.13	136.50	83.63	328.63	108.5
	3	157.88	81.83	76.04	190.38	32.50
	4	229.09	140.25	88.84	350.71	121.62

1-1세부 위탁2

쌀가공 식품산업현황 분석 및 발전방안 연구

제1장 쌀가공식품산업 현황 및 관련 정책 조사(1차년도)

1. 쌀가공식품산업 현황

가. 쌀가공식품 쌀 소비량

- 쌀가공식품용 쌀 소비량에는 떡류 소비에서부터 음료 및 주정용까지를 포함한 것으로 제품군별로 매우 다양함.

<표 1-2> 음식료품 제조업 쌀 소비량

업종명	2008년(톤)	2009년(톤)		
		계	국내산	수입산
소비량	413,432	349,372	184,450	164,922
곡물가공품, 전분 및 전분가공품	12,911	12,358	7,278	5,080
기타 곡물가공품 제조업	9,049	9,229	6,400	2,829
전분제품 및 당류 제조업	3,862	3,129	878	2,251
기타 식품 제조업	210,231	215,964	165,448	50,516
떡류 제조업	115,957	121,875	88,123	33,752
빵류 제조업	2,451	5,021	4,877	144
코코아 제품 및 과자류 제조업	9,124	8,803	4,363	4,440
면류, 마카로니 및 유사식품 제조업	9,856	13,273	4,048	9,225
천연 및 혼합조제 조미료 제조업	28,337	19,230	18,573	657
차류 가공업	1,891	2,586	1,657	929
도시락 및 식사용 조리제품 제조업	42,615	45,176	43,807	1,369
음료 제조업	190,290	121,050	11,724	109,326
탁주 및 약주제조업	22,771	24,525	6,778	17,747
청주 제조업	19,714	11,328	0	11,328
주정 제조업	144,715	81,843	2,762	79,081
소주 제조업	1,287	1,402	616	786
기타 증류주 및 합성주 제조업	718	871	549	322
비알콜 음료 제조업	1,085	1,081	1,019	62

* 자료: 박동규. 쌀가루 수요전망과 공장 건립 타당성 분석. 2010. 농촌경제연구원

- 이 중에서 도시락 및 식사용 조리제품 제조업은 가공식품에 포함하는 것이 적절한지에 대한 논란의 소지가 있음.¹¹⁾
- '09년도 기준 음식료품 제조업 쌀소량은 국내산 쌀이 184,450톤으로 수입산 164,922톤 보다 더 많이 사용되는 것으로 보임. 떡류와 도시락 및 식사용 조리제품류, 천연 및 혼합조제 조미료 등에서 수입쌀에 비해 국내산 쌀의 사용량이 상대적으로 많은 것으로 보임.¹²⁾

11) 현재 우리나라는 “가공용쌀 공급 및 관리지침”에 의거 포함되지 않으나 일본의 경우 쌀가공식품 생산량 중 가공밥 비중이 25% 이상을 차지하고 있음.

12) 상기 통계에 반영되는 가공용쌀은 시중에 유통되는 국내산 쌀, 정부가 관리하는 정부양곡(재고 비축미)과 수입쌀(MMA)로 구성됨

(2) 정부 수급표상의 가공용쌀 규모

- 농림수산식품부는 「양정자료」에서 <표 1-3>에 보는 바와 같이 “전체 쌀 수급 및 전망”을 발표하면서 가공용으로 공급되는 가공용쌀의 규모를 적시하고 있음.
 - 공급량은 전년 이월량, 생산량 및 수입량으로 결정되며 수요량은 식량용, 가공용, 종자용, 수출용, 대북지원용, 기타 감모량으로 구별 적시
 - 수요량은 식량용 수요량, 가공용 수요량, 대북지원용 수요량, 종자용 수요량, 기타 감모량 등으로 구분
- 우리나라의 쌀 소비 형태를 살펴보면 전체 쌀 생산의 95% 이상이 밥으로 소비되고 가공이용률은 5% 내외에서 머물렀으나, 2000년 이후 쌀 가공시장은 점차 확대되어 2010년(전망) 12%로 큰 폭으로 증가된 것을 나타내고 있음.
- 가공용쌀 중 주정용쌀¹³⁾은 통상 전체 수요량 중 공급실적을 감안하여 당해년도말 기준으로 식량 수요량, 대북지원 수요량, 가공식품 원료 수요량, 기타 감모 수요량을 예측하여 차년도 이월 기말재고량을 감안하여 최종적으로 결정하여 공급됨.
 - 가공용 쌀 중 주정용으로 공급되는 가공용쌀은 통상 가공식품용 쌀보다 저렴한 가격에 연말 재고관리 차원에서 처분함¹⁴⁾. 따라서 쌀가공식품산업의 활성화는 이처럼 주정용으로 공급하는 과정에 발생하는 결손을 해소하는데 일조할 수 있음.

<표 1-3> 전체 쌀 수급 및 전망 : '10. 2월

(단위 : 천톤)

양곡연도		2004	2005	2006	2007	2008	2009잠정	2010전망
공급량	전년이월	920	850	830	695	686	686	846
	생 산	4,451	5,000	4,768	4,680	4,408	4,843	4,802
	수 입	193	192	238	246	258	257	276
	소 계	5,568	6,042	5,838	5,756	5,361	5,787	5,924
수요량	식 량	3,952	3,815	3,860	3,789	3,755	3,684	3,568
	가 공	335	324	373	424	436	410	550
	대북지원	105	309	168	173	-	-	-
	감모, 종자,기타	326	762	607	675	483	697	699
	소 계	4718	5,210	5,008	5,061	4,685	4,792	4,817
기말재고량		846	1,107	830	685	686	995	1,107
1인당 연간소비량(kg)		82.0	80.7	78.8	76.9	75.8	74.0	73.0
자급률(%)		96.5	102.0	98.5	95.8	94.3	101.2	99.7

* 주 : 1) 2009양곡연도는 전망치, 2010년 이후는 추정치로 일부 변경된 사항 반영
 2) 자급률은 가공용이 포함된 수치임.
 3) 감모와 종자는 2009년 추정치를 동일하게 적용.

* 자료 : 주요업무자료 2010. 3 농림수산식품부.

13) 정부가 공급하는 가공용쌀은 가공식품 원료 수요량과 주정용 처분량으로 구분함.

14) 주정제조 시 타피오카의 대체가격 기준으로 공급하며 공급가격은 kg에 170원 수준임.

- 상기 자료에 의하면 '09년 기준으로 예상되는 가공용쌀 수요량은 410천톤 규모로 통계청에서 조사한 349천톤에 비해 61천톤 정도가 많음.
- (표 1-4)와 (표 1-5)의 연도별 MMA 쌀 수급계획에 적시된 내용과 주정용 처분 실적을 토대로 살펴보면, '09년도 기준으로 가공용쌀 소비량은 밥쌀용 63천톤 및 재고량 71천톤을 제외하고 가공식품용 145천톤 및 주정용 88천톤을 합한 233천톤 규모로 추정됨.¹⁵⁾
- 상기 정부 가공용쌀 소비량 이외에 통상 흔히 떡집에서 사용되는 가공용쌀의 규모가 약 88천톤¹⁶⁾ 규모가 별도로 쌀가공식품 시장에 존재하고 있으므로 이를 감안하면 전체적으로 321천톤 규모로 파악됨, 그러나 이 중에서도 주정용 88천톤을 제하면 순수 쌀가공식품용으로 소비되는 쌀소비량은 233천톤 규모로 파악됨. 따라서 전체 쌀소비량(4,817천톤)중 쌀가공식품산업으로 소비되는 비율은 약 5% 내외로 보임.

<표 1-4> 연도별 MMA 쌀 수급 계획('10. 2월)

(단위 : 천톤)

구분	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	
수입량	238	246	229	287	307	327	348	368	388	409	
소비량	밥쌀용	22	34	47	63	80	98	104	110	117	123
	가공식품용	96	102	115	145	160	160	160	160	160	160
	주정용기타	168	198	135	80	65	65	80	100	110	206
재고	227	140	71	71	73	77	81	79	80	0	

* 자료 : 주요업무자료 2010. 3 농림수산식품부

- 정부가 그 동안 수요량 중 가공용 중 연말 시점에 주정용으로 처분한 주정처분 및 대북지원용으로 지급되었던 현황은 다음과 같음.

<표 1-5> 연도별 주정용 처분 및 대북지원 현황

(단위 : 천톤)

구분	'91	'92	'93	'94	'00	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
주정처분	58	136	149	117	-	-	21	10	116	171	250	146	88	65
대북지원	-	-	-	-	30	400	400	400	500	100	400	-	-	5
계	58	136	149	117	30	400	421	410	516	271	650	146	88	70

* 자료 : 농림부 연도별 양정자료 참고 발생년별로 자체 편집

나. 쌀가공식품산업 규모

(1) 쌀가공식품산업 시장규모

15) 이 수치는 통계청 자료 198천톤과도 다소 차이가 있음.

16) 정부 가공용쌀보다는 당해년도 햅쌀을 중심으로 소비되는 시장으로 약 88천톤('09년도 기준) 규모로 추정됨. 쌀가공식품협회.

- 쌀가공식품산업 시장규모에 대한 연구자료에 따르면 '08년 기준으로 약 1조 8천억원 규모로 추정됨.

<표 1-8> 국내 쌀가공식품산업 시장규모

년도		시장규모(억원)
총 시장규모		1,8315
밥류	총 규모	1,600
	무균밥	1,200
	냉동밥	400
떡류	총 규모	11,000
	일반떡	8,738
	떡볶이떡, 떡국떡	2,262
면류	총 규모	1,165
	생면	50
	건면	115
	베트남 국수	1,000
과자류		400
죽류		1,400
음료류		380
주류		1,870
쌀가루		500

* 자료 : 한국식품연구원, 한국쌀가공식품협회, 농림수산식품부, 전자공시, 뉴스, 업계종합, 알앤디비즈 응용예측.

* 주 1) 각사 매출액 집계 방식 적용

쌀음료 시장 - 웅진 '아침햇살', 한국야쿠르트 '비락식혜' 제품 매출액

즉석밥 시장 - CJ, 오뚜기, 동원, 농심 즉석밥 매출액 기준

* 주 2) 떡면류 통계는 (사)한국떡류식품가공협회와 한국쌀가공식품협회 인터뷰 결과를 토대로 가공용 수입쌀과 국산쌀을 사용하는 일반가공업체와 즉석제조업체의 쌀 사용량을 추정한 금액임.

* 주 3) 떡면류, 쌀과자, 쌀음료, 쌀가루, 즉석밥, 즉석죽, 주류 시장기준 (기타 가공식품 시장 제외)

- 최근 정부는 쌀소비촉진의 일환으로 쌀가공식품산업 활성화를 위한 다양한 정책을 추진 중에 있으며 그중 R10 Project Korea를 추진하고 있음. 이는 최근 소비자의 Well-being 트렌드에 맞추어 주로 빵류와 면류 시장을 겨냥한 시도로 보여짐.

(2) 제조업체 현황

- 최근 정부의 쌀가공식품산업 활성화 정책에 힘입어 '08년 이후 일반가공식품 및 주류 업체가 늘어나는 추세임. 더구나 과거와는 달리 농심, CJ, 대상, SPC, 오뚜기 등 대기업군에 속하는 식품제조업체들이 쌀가공식품산업으로 뛰어들어 전반적인 산업기반이 견고해지고 있음.
- 그러나 최근 참여한 대기업군을 제외하고는 대체적으로 10인 미만의 근로자를 고용하는 영세업체가 약 60%이상을 차지하고 있음.

<표 1-9> 쌀가공식품 제조업체 현황

(단위 : 개)

년도	일반 가공식품	주류			주정	즉석 판매	전통 식품	계
		계	탁약주	청주 등				
1990	27	7	5	2				34
1991	75	427	423	4	12			514
1992	102	539	534	5	12			653
1993	199	624	616	8	12			835
1994	290	638	630	8	12			940
1995	287	550	550					837
1996	232	426	426					658
1997	212	227	227					439
1998	201	210	210					411
1999	224	183	183					407
2000	230	166	166					396
2001	244	180	180			63	8	495
2002	287	194	194			59	10	550
2003	314	196	196		9	65	12	596
2004	329	201	201		9	68	12	619
2005	304	197	187	10	9	67	11	588
2006	287	194	183	11	9	63	10	563
2007	294	191	179	12	9	59	12	565
2008	301	181	170	11	9	59	13	563
2009	351	207	181	12	9	61	20	648
2010	405	244	228	16	9	63	22	743

* 자료 : 한국쌀가공식품협회, 2010. 10월 현재

2. 쌀가공식품산업 지원제도

가. 정부 가공용쌀 유통구조

- 쌀가공식품산업에서 사용되는 원료곡은 주로 정부가 관리하는 ① 가공용 수입쌀(MMA 쌀) ② 가공용 정부양곡(재고미) 및 일반 시중에 유통되는 ③ 국내산 쌀로 대별할 수 있음.
- 국내산 쌀의 유통은 일반 유통구조를 통해 유통되므로 가공쌀 수입쌀과 가공용 정부양곡(재고미) 유통구조를 살펴봄
- 가공용 수입쌀(MMA 쌀)은 주무부처인 농림수산식품부와 시·군, 보관창고 관련협회와 수요업체 등 각각의 관리 및 수요 주체가 일련의 절차를 거쳐 공급됨.
- 가공용 정부양곡(재고미)의 경우도 주무부처인 농림수산식품부와 시·군, 보관창고 관련협회와 수요업체 등 각각의 관리 및 수요 주체가 일련의 절차를 거쳐 공급됨. 주요대상 품목별 업체는 현행 농림수산식품부 “가공용쌀 공급 및 관리지침”에 적시하고 있는 일반제조가공업, 주류제조업체 및 즉석판매업자로 함.
- 그러나 상기 절차에 의해 공급되는 가공용 수입쌀(MMA 쌀)과 정부양곡(재고미)은 관련

참여주체가 많아 의사결정 구조가 복잡하고 창고별 재고과약이 용이치 않음. 통상 1개월 단위로 실시되는 시·군별 혹은 보관창고별 재고관리 시스템으로는 수요업체의 수요를 신속하게 대처하기에는 구조적으로 한계가 있음.

- 따라서 원활한 가공용 수입쌀(MMA 쌀)과 정부양곡(재고미)의 유통을 통한 수요업체의 요구에 대응하기 위해서는 재고관리와 재고과약이 빠른 시일 내에 이루어질 수 있어야 하며 관련 정보가 참여주체들에게 실시간으로 제공될 수 있도록 유통시스템의 전산화에 대한 검토가 요구됨.

나. 정부 가공용쌀 할인 공급제도

- 정부는 쌀가공식품산업 활성화를 위해 그동안 지속적으로 정부공급 가공용쌀에 쌀에 대한 가격을 인하하여 왔음.
- 정부 가공용 수입쌀(MMA 쌀) 할인공급 시범사업과는 달리 전반적인 쌀 가공식품업체의 원료비 부담을 완화하고 쌀가공식품산업을 활성화하기 위해 정부 가공용 정부양곡(재고미)에 대한 할인공급정책을 추진하고 있음.

<표 1-11> 가공용 정부양곡(재고미) 할인 공급가격

(단위 : 원)

년 산	포장 단위	국산쌀	국산현미
2006	40kg	38,400	37,440
	20kg	19,450	
2005	40kg	30,720	29,960
	20kg	15,610	

자료 : 농림수산식품부 주요업무자료, 2010. 3.

다. 쌀가공식품 가공업체 시설자금 융자지원 제도

- 정부는 쌀가공제품 생산업체의 시설·개보수 자금 등의 지원을 통한 쌀가공식품산업 기반을 조성. 특히 쌀가루 공장과 같은 대규모 시설이 필요한 생산업체들의 경영개선을 위해 시설자금, 운영자금 및 원료 구매자금 등을 융자지원하고 있음.

<표 1-12> 쌀가공산업지원자금 제정 투입계획

(단위 : 원)

구 분	'08	'09	'10	'11	'12	'13-' 14	'15
사업비	30	100	600	600	600	3,000	4,930

자료 : 농림수산식품부 주요업무자료, 2010. 3

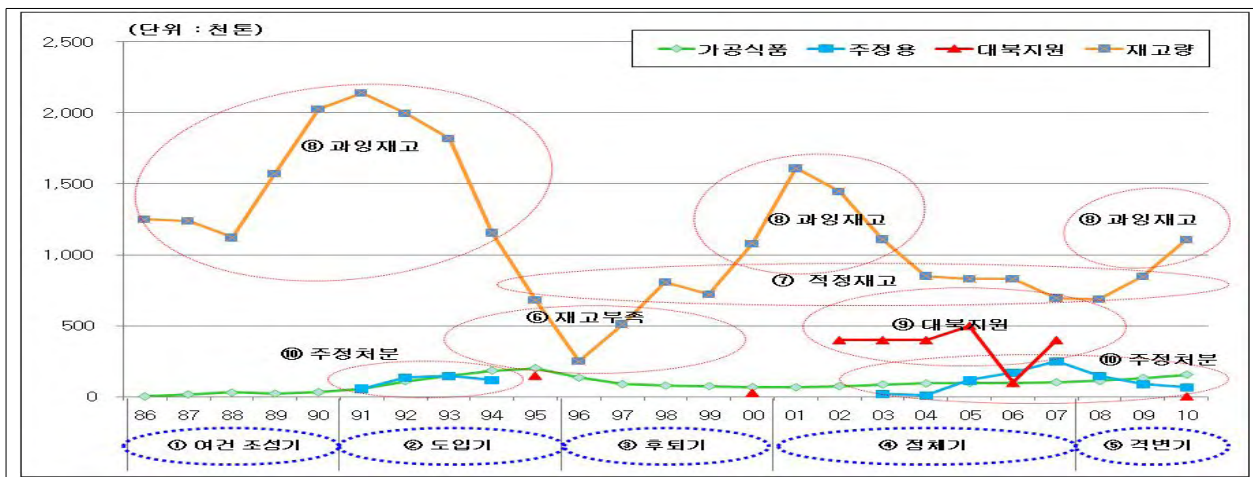
- 융자지원 조건은 개소당 50억원 한도에서 연금리 3.0%로 융자지원함. 상환조건은 자금이 따라 다르며 시설자금은 3년 거치 10년 상환, 개보수자금은 3년 거치 7년 상환, 운영자금 및 원료구매자금은 2년 이내 상환을 조건으로 함

제2절 쌀가공식품산업 발전과정 분석 및 시사점(1차년도)

1. 쌀가공식품산업 발전과정 총괄

- 국내 쌀가공식품산업은 정부 근대 양정사와 함께 패를 같이 함. 소비자의 기호보다는 생산규제와 완화, 원료가격 인상과 인하, 혼·분식장려와 폐지, 과잉재고와 재고부족 및 대북지원과 처분 등 등 각종 억제책과 완화책이 반복되는 과정에 발전해왔다고 할 수 있음.
- 일반적으로 수급상황에 따라 재고부담이 가중하면 지원책을, 재고가 부족하면 규제책을 반복하였으며 대북지원과 같은 정치적 상황에 따라 가공원료 수급이 영향을 받아 창업과 폐업이 반복되었음.
- 시계열 적으로 쌀가공식품산업의 변천과정을 살펴보면 크게 쌀가공식품산업 ① 여건조성기 ② 도입기, ③ 후퇴기 ④ 정체기 ⑤ 격변기로 구분할 수 있음.

<그림 2-1> 쌀가공식품산업의 변천과정



2. 단계별 발전과정 분석

가. 여건 조성기(1986~1990)

- 소득수준의 향상에 따른 식생활의 서구화로 1인당 쌀소비량은 계속 감소¹⁷⁾한 반면, 쌀 생산량은 안정되어 쌀생산 자급률이 100%를 넘기면서 재고량의 급격한 증가로 보관비 및 관리비용 지출의 증가가 새로운 정책적 부담이 되었던 시기임.
- 따라서 정부는 과잉재고 부담을 완화하고 공급과잉에서 수급균형을 유지하기 위해 재고미의 조기 처분의 필요성이 제기되고 처분에 따른 새로운 소진기반의 조성이 요청되던 시기임.
- 기본적으로 쌀을 가공식품 원료로 사용을 억제하되 과거와는 달리 쌀을 가공원료로 사용할 수 있도록 쌀 이용에 관한 규제조치들이 부분적으로 폐지되었음.

17) '80(132 kg) → '85(128kg) → '90(119kg)

- 이 시기에 가장 큰 정부정책의 변화는 ① 가공용쌀 가격 인하('86. 4) ② 10% 혼식 의무 비율 폐지('86. 11) ③ 정부미 10분도 규정 해제('89. 5) ④ 쌀막걸리 제조 허용('90.11)등으로 각종 규제완화와 더불어 제조업체들의 참여가 늘고 쌀가공식품산업이 출현할 수 있는 토대가 되었던 시기라 할 수 있음.

나. 도입기(1991~1995)

- 이 시기는 1986년부터 폐지해오던 쌀의 이용에 관한 각종 규제들을 완전히 폐지하고 이용 촉진을 위한 종합적인 지원정책을 추진하면서 쌀가공식품산업이 외형을 갖추고 성장이 이루어진 시기.
- 그러나 전체적으로 제조업체의 생산시설 및 제품개발 능력이나 소비기반은 아직 취약한 실정임. 다만 쌀을 주식 중심의 양정에 가공 원료개념의 정책적 지원 의지가 정부 정책에 포함되고 산업육성을 위한 다양한“쌀 가공식품 육성시책”들이 발표되었음.
- 이 시기에 가장 큰 정부정책의 변화로 발표된 쌀가공식품 육성시책들은 ① 시설현대화자금 285억원(39개업체) 지원('88-91) ② 한국식품개발연구원내 쌀 전문 연구부서“쌀이용연구센터”설립('91. 1) ③ 증류시 소주제조에 대한 쌀 사용 허용('91. 9.) ③ 쌀가격 인하(20,000원/80kg)로 정부의 적극적인 부양책이 시도됨.
- 전폭적인 쌀가공식품 육성시책에 힘입어 86년 14개이던 가공업체가 '90년에는 837개사로 대폭 늘어나고 소비량도 33천톤 규모에서 200천톤 규모로 증가하면서 외형이 급격히 확대됨
- 그러나 정부는 과잉재고에 대한 부담경감을 위해 가공식품 육성시책과 연계 주정용으로'91년 58천톤에서 출발하여 '94년까지 4년에 걸쳐 460천톤을 특별처분하고'95년 150천톤을 대북지원하는 종합적인 재고소진 정책을 추진하였으나 전체적으로 쌀가공식품산업의 산업적 성장세에 따른 수요물량 예측과 소진정책간 연계가 미약하고 조직화되지 못했던 시기임.

다. 후퇴기(1996~2000)

- 이시기는 가공식품산업 육성을 위한 종합적인 지원시책 추진과 동시에 주정용, 대북지원 등 과잉재고 소진을 위한 과도한 전방위 양곡정책 추진 결과 발생된 적정재고 미달사태 등으로 인해 다시 쌀가공식품산업이 일정기간 쇠퇴기에 접어든 시기임.
- '93년부터 계속된 기상재해로 인해 생산량이 매년 감소함에도 불구하고 정부는'93년과'94년 두 해에 걸쳐 266천톤을 주정용으로 처분하고'95년에는 예상치 못했던 대북지원 소요물량 150천톤이 소진되면서 '95년부터 '96년에 걸쳐 재고부족사태 발생.
- 이 시기에 정부정책의 변화로는 ①쌀가공식품산업 육성기조에서 쌀가공식품산업 관리기로 다시 전환 ② “가공용쌀 공급 및 관리강화 방안”수립 ③ 가공용쌀 원료 가격 인상 (20,000원/80kg) → 84,700원/80kg) ④ 가공용쌀 원료고급 물량 조절 ⑤ 가공용 MMA쌀 용도 식용으로까지 범위 확대 등 쌀가공식품산업 억제.
- 일련의 쌀가공식품산업 관리기조는 실물경제에 그대로 반영되어 '94년 940개 사에 이르

던 쌀가공식품 제조업체가 '00년도 말에는 407개사로 533개사가 폐업하고 쌀소비량도 67천톤 대폭 감소하여 전체적으로 쌀가공식품산업기반이 붕괴상태에 있었던 시기임

- 이러한 급격한 쌀가공식품산업기반의 붕괴는 쌀 공급가격 인상과 원료의 안정조달체계의 붕괴에 따른 것이었음. 업계에서는 원료쌀 가격 인상에 따른 자구책으로 쌀 대신에 찌쌀, 짜라기 쌀을 사용하거나 다시 밀가루¹⁸⁾를 원료로 하는 생산조건 및 생산시설을 조정하는 방향으로 추진됨. 또한 부득이한 경우 생산비중을 낮추거나 폐업으로 연결되는 상황을 낚게 되었으며 이는 다시 쌀 소비기반을 붕괴시키는 악순환의 원인으로 작용하게 됨.

라. 정체기 (2001~2007)

- 이 시기는 전체적으로 쌀가공식품산업이 하양침체기라고 할 수 있음. 쌀 소비 관리기에 따라 이미 쌀 가공식품산업 기반이 붕괴된 상황에서 국내 쌀 생산량에 비해 쌀 소비량이 지속적으로 감소 추세에 있음
- 또한 소득수준 향상에 따라 소비자의 눈높이가 높아지면서 고품질의 완전립 비율이 높은 쌀들의 유통¹⁹⁾이 활발해지고 쌀에 기능성을 부여하는 다양한 기능성쌀이 출시되기 시작한 시기이기도 함.
- 이 시기에 정부정책의 변화로는 ①'00. 12월 이후 매년 1차래씩 3차에 걸친 가공용쌀 가격 인하(84,700원/80kg) → 44,468원/80kg) ② 대북지원 ③ 주정용 처분²⁰⁾ 등 과잉재고 처분을 위한 다양한 정책 시도되었으나 가격인하 이외에는 쌀가공식품산업 지원을 위한 별다른 정책적 지원책은 없었던 시기임.
- 이 시기에 나타난 특징 중 하나는 재고소진을 위해 대북지원과 주정용 처분이 적극적으로 활용되었다는 점임. 90년대 초 과잉재고 상황에서 재고조정을 위해 추진했던 주정용 처분정책이 이 시기에 와서는 적정 재고관리를 위한 제도적 장치로 정착되어 지속적으로 추진되고 있다는 점.
- 또한 이 시기는 차관형태로 쌀을 북한에 지원하는 방안이 새로운 재고관리 정책으로 등장한 시기임. 간헐적으로 정치적 판단에 의해 진행되어 오던 대북 쌀 지원이 남북관계 개선으로 인해 상당기간 정례화되면서 순쉬운 과잉재고 처분방안으로 자리잡게 됨.
- 결국 이 시기는 쌀가공식품산업이 우리 양정사에 정부 정책적 대안으로 평가받지 못하고 '90년대 초 경험해 본 주정용 처분정책과 새로 등장한 대북지원정책에 힘입어 '90년대 초 실시되었던 가격인하 이외에 별다른 정책적 보완책이 나오질 못하고 다시 한번 근근이 명맥을 유지해가던 시기라고 할 수 있음.

마. 격변기 (2001~2007)

- 지난 몇 년간('08~'09) 지속적인 생산과잉과 의무수입량 증가 영향으로 재고량이 늘어나

18) 쌀가루 가격은 당시 밀가루 가격이 1kg에 439원인 반면 쌀가루가 1,059원인 것을 감안하면 가공비를 포함하면 밀가루에 비해 4배 이상 비싼 실정이었음

19) 완전립 비율이 높아지면서 발생하는 “짜라기쌀”은 주로 가공용으로 유통되어 가공원료화 됨.

20) 처분시 공급가격은 타피오카 수입가와 연계된 가격은 kg당 170원임.

고 있는데 반해 쌀소비량은 지속적으로 떨어지고 있는 상황임. 특히 과거 대북지원과 주정용처분에 의존하던 재고관리정책에 남북관계 경색이라는 변수가 더해지면서 재고관리 구조에 근본적인 조정이 필요했던 시기임

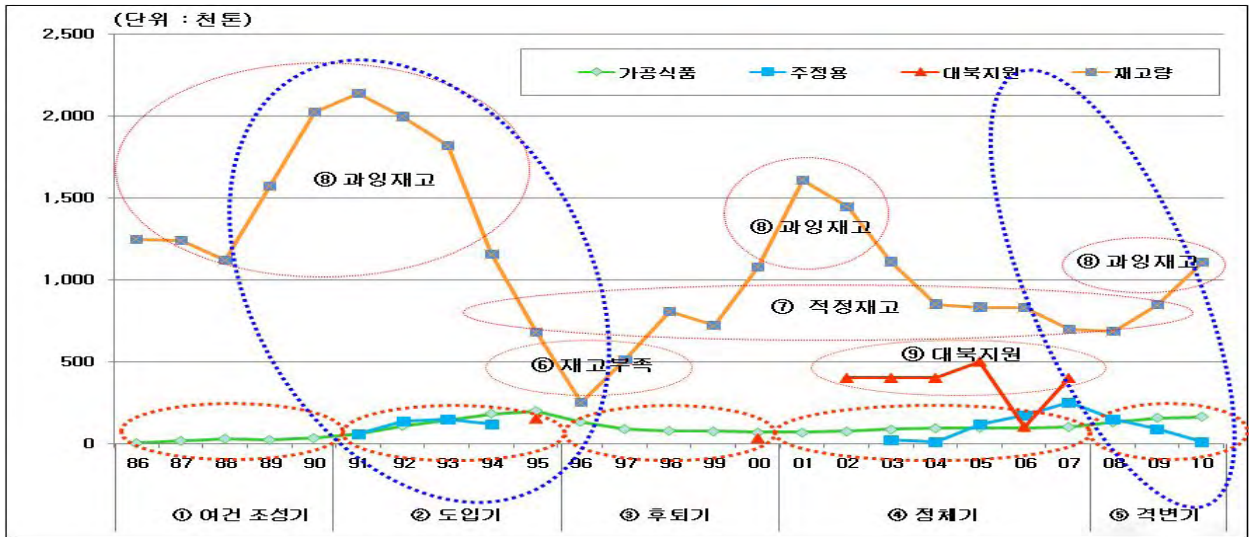
- 특히 이명박정부 들어 정부조직 개편에 따라 농업과 식품이 결합하게 되면서 식품산업 육성의 필요성이 대두되면서 쌀가공식품산업이 다시 한번 쌀소비 및 재고관리를 위한 정책적 대안으로 검토되기 시작함.
- 또한 소득향상에 따른 외식인구의 증가와 소비지향적 소비패턴, 관광과 레저의 증가, LOHAS/Well-being trend의 확산과 더불어 편리성, 기능성, 안전한 먹거리에 대한 소비자 소비욕구의 변화 등 한층 다양하고 복잡한 시장과 소비환경을 경험하게 되면서 과거와는 다른 쌀소비정책과 재고관리정책이 요구되고 있는 상황임.
- 다시 한번 쌀가공식품산업에 대한 관심이 집중되고 있는 시점임. 이 시기에 정부정책의 변화로는 ① 쌀가공식품산업과 연계한 다양한 활성화 정책 발표('08. 11) ② 제품군별 쌀소비 촉진효과를 감안하여 용도별로 가격을 차등 인하²¹⁾ ③ 쌀가공식품기업(신규창업 포함)시설자금 지원(1,600억원) ④ 연구예산지원(30억원) ⑤ 소비자 단체를 중심으로 쌀가루 소비촉진 및 국민건강 증진을 위한 범국민 R10 Korea Project 전국 조직망 구축 및 운영 ⑥ 떡볶이, 막걸리 등 주력품목 중심의 지원 및 홍보 등 쌀 소비촉진 및 재고관리 정책과 쌀가공식품산업 육성정책을 연계한 다양한 형태의 활성화 정책이 활발히 진행되고 있음.
- 일련의 쌀가공식품산업 활성화 정책은 실물경제에 그대로 반영되어'10년 10월말 현재 가공업체 수가 '94년 최고조로 달했던 940개소에는 못 미치지만 743개로 크게 늘어나고 쌀소비량도 18만 1천톤('10. 12월 추정) 규모로 90년대 중반 최고조에 달했던 20만톤 규모에 근접하고 있음. 특히 농심, CJ, SPL, 대상 등 대기업의 참여가 활발하고 기존 제조업체의 경우도 막대한 시설 및 운영자금 융자지원에 힘입어 활로를 모색하고 있음.

3. 시사점 : 쌀가공식품산업의 불안정성 노출

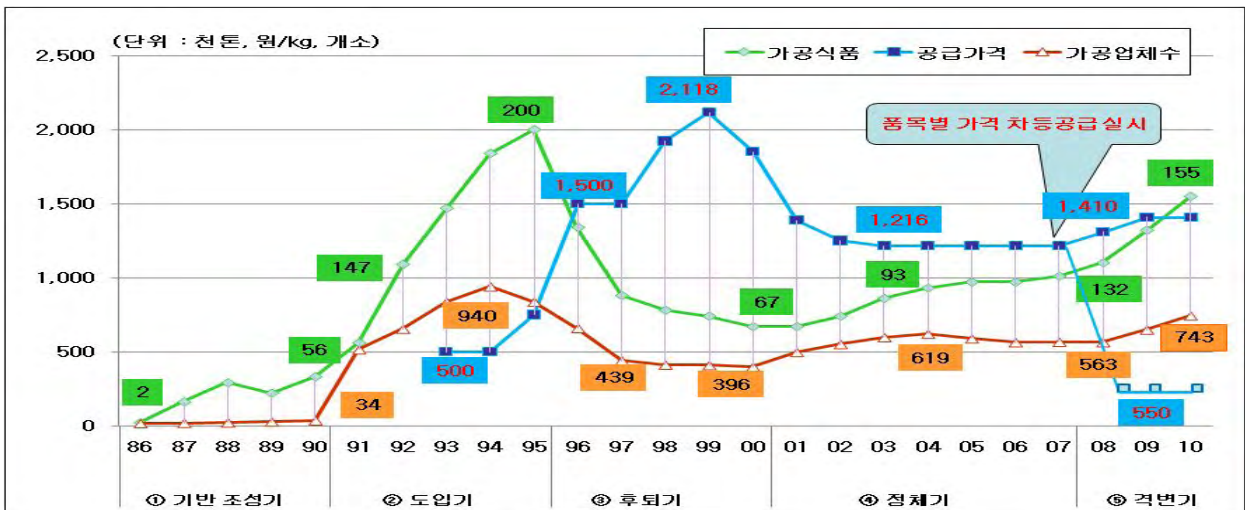
- 국내 쌀가공식품산업은 시계열적으로 살펴본 결과 정부가 추진하고 있는 쌀의 수급과 재고관리 정책방향에 따라 일련의 패턴을 보이고 있는 것으로 보임. 생산량 증가에 따른 과잉재고 부담이 있을 경우 정부는 대북지원 혹은 단기처분 등의 소진정책과 병행하여 여러 정책대안 중 하나의 대안으로 쌀가공식품산업이 고려되고 육성되었다는 것임.
- 또한 이들 육성방안도 ① 가격인하 ② 가공용 쌀 방출 ③ 시설자금 등 자금지원 ④ 연구비 지원 ⑤ 다양한 소비홍보 등 일련의 지원책들이 비슷하게 추진되어 왔음.
- 패턴을 정리하여 보면“과잉재고 우려 → 정부 쌀가공산업육성정책시행 → 기업의 설비투자 및 신규 참여기업 증가 → 쌀소비량 증가”로 이어지는 일련의 형태를 갖고 있음.

21) 가공용쌀의 경우 면류 및 쌀가루용의 경우 kg 355원, 기타 떡,과자류 등은 709원, 재고미는 재고 년산에 따라 768원, 960원 등 다소 차등 인하하였으며 주정용 처분의 경우에는 170원.

<그림 3-1> 과잉재고와 정부 쌀소비촉진정책과의 관계



<그림 3-2> 가공용쌀 가격인하, 소비량 및 제조업체 수의 관계



- 또한 그림에서 보이는 바와 같이 이러한 변화는 시계열적으로 나타나고 있음. 정부의 가격인하 정책은 제조업체 수 증가 → 가공용쌀 소비량 증가로 이어지고 있으며 그 반대로 정부의 가격인상 정책은 제조업체 수 감소 → 가공용쌀 소비량 감소로 나타나고 있음.
- 이는 쌀가공식품산업이 태생적으로 정부 가격과 관련 정책에 대한 의존성이 매우 높다는 것을 보여주고 있음. 또한 그림에서 보는 바와 같이 패턴별 유사성을 살펴보면 '08년부터 지금까지의 정부지원정책으로 촉발된 쌀가공식품산업을 둘러싼 상황은 '90년대 초 쌀가공식품산업을 둘러싼 상황과 매우 흡사한 모습을 보여주고 있음.
- 현재의 상황은 '90년대와 같이 일련의 쌀가공식품산업에 대한 지원정책이 국내의 쌀 수급 상황과 연계하여 주정용 처분과 같은 소진정책이 병행 추진되고 있고 대북지원과 같은 대외변수가 현존하고 있음에도 불구하고 쌀가공식품기업의 증가나 기업간의 투자규모의 확대 등이 지속적으로 이루어지고 있는 상황임.

- 따라서 과거와 같이 정부의 쌀수급정책을 소진정책 중심으로 추진할 경우 지금의 상황은 '90년 중반에 경험한 바와 같이 쌀가공식품산업기반이 붕괴되고 제조업체의 연쇄도산에 따른 산업기반이 붕괴되는 상황이 재현될 수도 있다고 할 수 있음.
- 이제는 보다 거시적인 안목에서 과거의 경험을 토대로 쌀가공식품산업이 안고 있는 이러한 불안정성을 심도있게 진단하고 이에 대한 해법을 찾는 데 노력해야 할 것으로 보임.
- 최근 정부는 지나게 높은 대외(정부정책) 의존도, 취약한 쌀가공식품 원료유통 구조, 낮은 제조업체 경쟁력 및 미흡한 산업기반의 한계 극복을 위한 정책을 계획 중에 있음. 그러나 비록 과거와는 달리 정부의 식품산업 육성이라는 정책적 필요성, 소비시장의 변화를 인지, 대기업의 참여 등 일련의 과정들이 진행되고 있기는 하나 정부 지원정책의 일관성, 기업의 수용능력 및 대외 변수의 관리능력 등과 관련하여 여전히 불안정성을 내포하고 있음.
- 따라서 쌀가공식품산업이 새로운 식품산업의 발전 동력으로 그리고 정부 쌀 수급정책의 한축으로 제 기능을 담당할 수 있도록 하기 위해서는 급진적이고 일회성으로 점철되는 과거의 행태를 버리고 보다 거시적이고 지속성을 담보하면서도 끊임없이 진화하는 산업 환경에 능동적으로 대응할 수 있는 제도적 장치를 강구할 필요가 있음. 또한 기업 스스로도 과거와 달리 인지된 불안정성 원인을 토대로 보다 적극적인 해소방안을 모색하고 성장루프(선순환)로 발전할 수 있는 종합적인 해법을 강구할 필요가 있음.
- 변화하는 소비자의 니즈에 충족하고 관련 분야에 종사하는 수많은 산업인력에 대한 안정적인 산업기반을 조성이라는 보다 거시적 관점에서도 재조명할 필요가 있음.

제3절 쌀가공식품산업 진단 및 시사점(2차년도)

1. 쌀가공식품산업 진단 모델

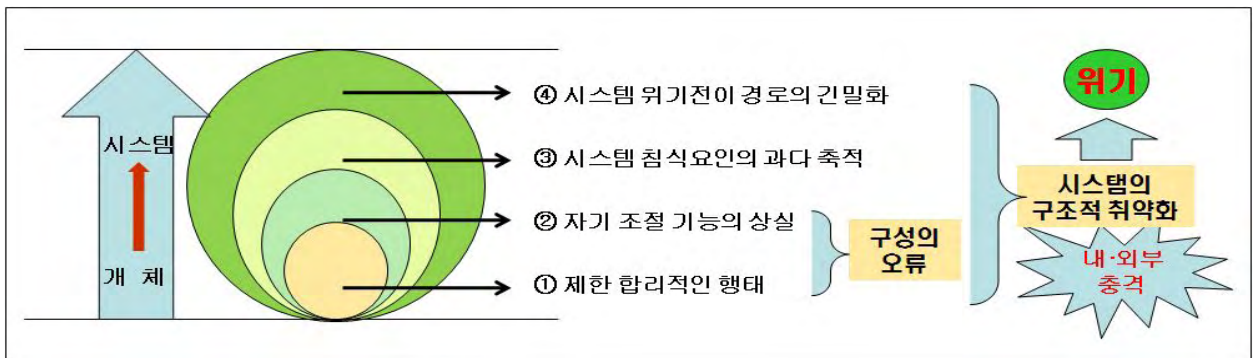
가. 새로운 분석틀의 필요성

- 그간 정부 원료가격 인하 정책과 업계의 노력으로 쌀가공식품산업이 외형적으로는 크게 성장하고 있음에도 불구하고 산업구조가 여전히 취약하고 지역적 불균형이 심화되고 있음을 알 수 있음.
- 따라서 정부의 적극적인 개입에 의한 정부 쌀가공산업 육성 및 활성화 정책에 따른 쌀가공식품산업 및 업계현황에 대한 정확한 진단과 실효성 대안 모색을 위해서는 현황진단이나 통상적인 요인분석의 한계를 보완하는 새로운 분석틀이 필요하다 하겠음.
- 통상적인 요인분석은 개별 요인을 찾는 데에는 효과적이거나 요인간의 동태적 관계, 균형상태의 변화를 파악하는 데는 한계가 있음. 따라서 개별요인에 초점을 맞춘 진단과 대책 보다는 쌀가공식품산업을 둘러싼 내외부적인 환경과 구조변화에 따른 효과 등을 종합적으로 분석하고 대안을 모색할 필요가 있음.

나. 복잡계 분석틀의 정의

- 복잡계 분석의 기본틀은 개체 수준에서 시스템 수준에 이르기까지 4가지 층위에서 시스템 불안요인의 전개 과정과 구체적 문제점을 파악하게 되는데 복잡계 관점의 시스템 진화와 위기(해소) 분석 층위는 다음과 같음.

<그림 3-1> 복잡계 관점의 시스템 진화와 위기분석 층위



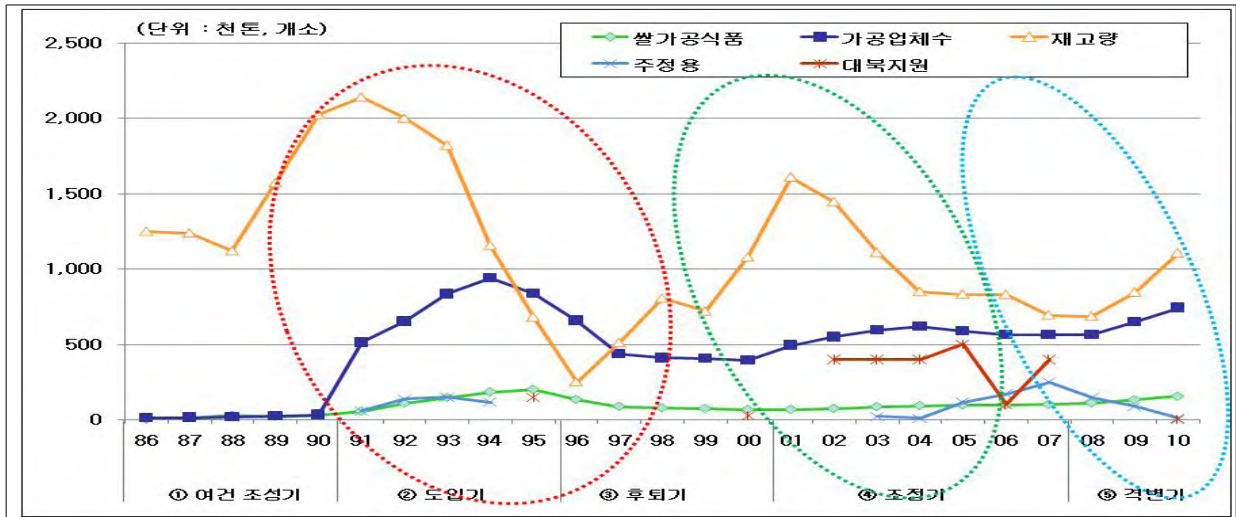
다. 사례분석 표본 선정

- 1차년도 연구결과 쌀가공식품산업의 발전과정을 시계열적으로 분석한 결과를 토대로 쌀가공식품산업의 불안정성이 농후했던 사례 3개를 선정하였음.

- ① 사례 1 : '90년대 전반으로 쌀가공식품산업의 도입기와 쇠퇴기가 동시에 진행되었던 시기 (1991~2000)

- ② 사례 2 : '00년 전반으로 쌀가공식품산업의 쇠퇴이후 전반적으로 침체상태에서 대북 지원 및 주정처리 등 특별 소진정책 추진되던 시기(2001~2007)
- ③ 사례 3 : 마지막으로 국제 곡물시장 불확실성, 국내 과잉재고와 쌀소비량 감소, MMA쌀 수입 증가, 이상기온 변화 등 다수의 외부변수가 혼존하는 상황에서 쌀가공식품산업이 처해 있는 불안정한 시기.(2008~현재)

<그림 3-2> 쌀가공식품산업 불안정 사례



- 각각의 사례는 판단기준에 따라 불안정성 정도의 차이가 있을 수 있지만 중장기적인 해법 모색 및 대안 수립을 위한 논리적 근거를 제시한다는 측면에서 일정 패턴을 고려하여 3가지 사례를 임의 선정하였음.
- 선정된 불안정성 사례별 특징들을 살펴보면 다음과 같음. 불안정성 사례별로 ① 불안정성의 발생여부 ② 불안정상태의 촉발계기 ③ 불안정성의 파급시장 ④ 시스템의 주요 주체 등으로 구분하여 그 특징과 현상을 파악함.

<표 3-1> 쌀가공식품산업 불안정 사례별 특징

특 징	① 도입·후퇴기 불안정	② 정체기 불안정	③ 격변기 불안정
불안정 발생 여부	위기	사실상 불안정 상태	사실상 불안정 상태
불안 촉발계기	외부충격 (재고부족)	외부충격 (특별처분)	외부충격 (과잉재고)
불안 파급 시장	쌀가공식품산업	쌀가공식품산업	쌀가공식품산업
시스템 주요주체	정부, 제조업체	정부, 제조업체	정부, 제조업체

- 불안정성 촉발계기는 ① '90년대 도입·후퇴기 불안정은 재고부족으로 ②'00년대 조정기 불안정은 과잉재고 상태에서 대북지원 및 주정처분 등 특별소진 정책으로 ③'00년대 말 격변기 불안정은 곡물시장 불확실성, 국내 과잉재고와 쌀소비량 감소, MMA쌀 수입 증가, 이상기온 변화, 특별소진 정책의 개연성 등 외부변수의 혼존으로 시스템의 불안정성이 노출됨.

3. 쌀가공식품산업 불안정성 분석 결과 및 시사점

가. 분석(사례) 결과

- 3가지 사례분석을 종합 비교하여 공통점과 차이점을 도출함으로써 쌀가공식품산업의 불안정성 해소를 위해 요인별로 철저한 대응방안을 강구할 필요가 있음.

(1) 제한 합리적 행태 수준

- 쌀가공식품산업의 불안정의 3가지 사례 모두 개별 주체의 합목적적인 행위가 환경변화에 따라 불안요인으로 전환되었다는 공통점이 있음.

<표 3-2> 사례별 제한 합리적 행태의 수준에서의 공통점과 차이점

구 분		① 도입·후퇴기 불안정	② 정체기 불안정	③ 격변기 불안정
공통점	시스템	개별 주체의 합목적적 행위가 시스템 불안정 요인으로 전환		
차이점	정부	과잉재고에 따른 수급관리 차원에서 육성·의지 표명	과잉재고에도 불구하고 소극적 의지표명(가격인하)	과잉재고에 따른 수급관리 차원에서 육성·의지 표명
	기업	정부 적극적 의지 표명, 매출 증대와 수익성 향상에 따른 경쟁적 확대 성장	정부 소극적 의지 표명에 투자를 최소화하고 내실 위주의 경영	정부 적극적 의지 표명, 매출 증대와 수익성 향상 기대로 경쟁적 확대 성장

- 다만, 도입·후퇴기와 격변기 불안정은 정부가 재고관리 차원에서 쌀가공식품산업을 활성화하거나 육성하기 위해 강력한 의지표명과 각종 정책 수단들이 동원되었고 기업은 경쟁적으로 경영에 반영하여 확대 성장기반으로 활용하려 하였던 것에 반해
- 정체기 불안정은 과잉재고에도 불구하고 정부가 쌀가공식품산업을 재고처분을 위한 정책 수단으로 보지 않고 특별처분과 같은 별도의 정책적 수단을 우선시함으로써 산업적으로 새로운 성장원동력을 확보하지 못하고 침체상태가 지속되는 불안정 상황을 야기하였다는 점에서 차이가 있음.

(2) 자기조절 상실 수준

- 쌀가공식품산업의 불안정의 3가지 사례 모두 기업들의 자율적 조절 메카니즘이 제대로 구축되지 않는 상태에서 일련의 정부의 규제완화 및 지원정책이 전격적으로 추진됨으로써 자기조절 기능 상실을 가속화

<표 3-3> 사례별 자기조절 상실 수준에서의 공통점과 차이점

구 분		① 도입·후퇴기 불안정	② 정체기 불안정	③ 격변기 불안정
공통점	정부	자기조절 기능상실을 고려하지 않는 규제 완화 및 지원정책		
차이점	기업	투자여력 확보로 사업 확장 및 활발한 신규창업 추진 등 높은 자기조절 능력	정부 의존형 사업경영으로 최소한의 사업추진 등 정부에 대한 높은 의존성	투자여력 확보로 사업 확장 및 활발한 신규창업 추진 등 높은 자기조절 능력

- 특히 밀가루 식품에 길들여진 가공식품시장의 특성상 가공원료 및 원료 가격에 대한 정부의 의존성이 높을 수 밖에 없는 쌀가공식품기업의 한계를 도외시하고 수급조절 및 재고관리 차원의 단기처방적 경기 부양정책은 시스템적으로 선순환 구조로 이행되기에는 한계
- 정체가 불안정의 경우 과거 도입·후퇴기 불안정 상황을 경험한 학습효과에도 불구하고 정부 지원정책에 대한 의존성이 심화
 - 특별처분과 같은 정치적 재고관리정책의 정책적 한계에 기초하여 재차 정부가 적극적인 쌀가공식품산업 육성을 위한 의지표명이 있을 것으로 기대하고
 - 기업 스스로 적극적인 경영혁신을 통한 산업 활성화를 위한 노력을 도외시함으로써 불안정 상태를 심화시킴
- 격변기 불안정의 경우 '8년 이후 정부의 추가적인 육성의 표명이 기업들의 수익성 제고와 경쟁력 강화로 이어질 수 있도록 추진될 수 있을 것인지에 대한 기대와 우려가 존재함.

(3) 침식요인의 과다 축적 수준

- 도입·후퇴기와 격변기 불안정기의 경우 정부의 규제완화 및 지원정책에 힘입어 신규 사업 확장, 시설투자, 신규 창업 등 산업기반확대는 비슷하나 격변기 불안정기의 경우 시장으로부터 평가나 검증이 진행되고 있고 기업의 수익성과 경쟁력 확보여부도 아직 판단하기 이른 상황으로 불안요인이 누적되고 있음.
 - 도입·후퇴기 불안정기에는 규제 일변도의 급격한 정책변화로 안정적 원료조달에 대한 불안정성 심화되고 이로 인해 기업경쟁력이 취약해짐.
 - 특히 기업 스스로도 원료조달의 불안정성 해소를 위한 안정적 원료 조달시스템 구축 및 품질향상을 통한 소비자 Needs 확대 등과 같은 자구 노력은 회피하고 정부정책 의존적으로 사업을 추진함으로써 불안정 요인을 심화시킴.

<표 3-4> 사례별 침식요인의 과다 축적 수준에서의 차이점

구 분		① 도입·후퇴기 불안정	② 정체가 불안정	③ 격변기 불안정
차이점	시스템	원료공급 제한, 가격인상 등 규제정책으로 산업발전 한계 → 수익성 저하로 경쟁력 약화	과잉재고에도 불구하고 정부와 기업간 시스템적으로 연계 전략 부재상태 지속	안정공급, 가격인하 등 지원책 추진에 대한 산업발전 및 제품의 시장평가 시기상조 → 시설확충 등 수익 구조개선 한계
	정부	수급조절 기능상실과 재고부족 사태발생에도 불구하고 특별처분 병행 추진	과잉재고에도 불구하고 특별처분 위주의 정책 지속 추진	과잉재고 이기는 하나 쌀 수입개방, 대북지원 등 정치적 상황이 상존 → 신규지원책 추진
	기업	급격한 원료수급 상황 악화로 대체원료 활용 등 자구책 모색 한계로 자립화 기능 상실 → 침식요인 영향 확대 → 자구책 회피	지나친 수세적 경영으로 산업 경쟁력 취약하고 자립화 기반조성 의욕 상실 → 침식요인 영향 제한 → 자구책 회피	사업확장과 신규창업등이 확대되고 있으나 기업 및 산업 경쟁력 확보에는 한계 → 침식요인 영향 제한 → 자구책 고려

- 정체기 불안정의 경우 정부 의존성의 심화로 수세적 경영을 지속함. 쌀 대신에 찌쌀, 싸라기 쌀을 사용하거나 밀가루로 대체하는 변신을 시도하나 이는 극히 소극적인 대응책으로 전략적 부채상태가 지속되었다는 점에서 쌀가공식품산업 전반에 불안요인이 누적되었음.
- 시스템적 연계상태는 도입·후퇴기와 격변기의 경우 매우 긴밀한 상태로 직접적 불안정성에 대한 침식요인으로 작용하나 정체기 불안정기에는 오히려 느슨한 연계 시스템으로 인한 쌀가공식품산업 전반에 대한 불안정성을 초래하는 상황이 지속됨.

(4) 위기 전이경로 긴밀화 수준

<표 3-5> 사례별 위기 전이경로 긴밀화 수준에서의 공통점과 차이점

구 분		① 도입·후퇴기 불안정	② 정체기 불안정	③ 격변기 불안정
공통점	국내 부문간	정부 규제 및 지원정책 → 쌀가공식품산업에 과도한 충격		
차이점	국내 부문간	경로 긴밀성 : 높음 정부정책 → 기업 부실 경로 강화	경로 긴밀성 : 낮음 정부정책 → 기업 부실 경로 흡수	경로 긴밀성 : 낮음 정부정책 → 기업 부실 경로 일부 흡수

- 과잉재고에 대한 정부정책의 서로 다른 형태의 급격한 정책변화로 인해 쌀가공식품산업이 요동치는 국내 부문 간 위기 전이경로는 3가지 사례 모두에서 공통적으로 확인됨.
 - 도입·후퇴기 불안정기의 경우 각종 지원정책이 추진되고 기업은 신규투자 및 신규참여가 확대되었으나 재고부족에 따른 급격한 정책변화가 이루어짐. 급격한 정책변화로 인한 불안정성 심화로 기업의 수익구조가 취약지고 경쟁력이 약화되면서 '94년 940개사에 이르던 기업체 수가 '99년에는 407개로 급감하고 이로 인해 가공용쌀 소비량도 74천톤으로 대폭 감소되면서 전체적으로 쌀가공식품산업 기반이 붕괴됨.
 - 정체기 불안정기의 경우 재고관리를 대북지원과 주정처분 등을 번갈아 가면서 처분하는 특별처분 정책으로 정착시킴으로써 기업들이 스스로 수세적 경영을 진행하면서 충격이 제한적으로 나타나기는 하였으나 전체적으로 이미 쌀가공식품산업 기반이 붕괴된 상태임.
 - 격변기 불안정기의 경우 비록 과거와는 달리 정부의 식품산업 육성이라는 정책적 필요성, 소비시장의 변화인지, 대기업의 참여 등 일련의 과정들이 진행되고 있기는 하나 정부 지원정책의 일관성, 기업의 수용능력 및 대외 변수의 관리능력 등과 관련하여 여전히 불안정성을 내포하고 있음. 따라서 기업 스스로도 인지된 불안정성 원인을 토대로 보다 적극적인 해소방안을 모색하고 성장루프(선순환)로 발전할 수 있는 종합적인 해법을 강구할 필요가 있음.

나. 시사점

(1) 산업 구조적 요인 개선

① 지나게 높은 대외(정부정책) 의존도

- 시스템 위기 전이 긴밀화 문제와 관련해서는 대내적 전이경로가 과거와 달리 점점 개선되고

있으나 정부정책의 급격한 변화의 전이경로를 통한 불안요인은 거의 개선되지 않고 있음.

- 그간 정부는 재고부담이 가중되면 쌀가공산업 지원을 위한 지원책을 추진하고 재고가 부족하면 소비를 억제하는 규제책을 추진해 왔음. 특히 과잉구조 상태에서도 대북지원과 주정용 처분과 같은 정치적 소진정책을 병행 추진함으로써 단지 쌀가공식품산업을 재고관리를 위한 정책적 대안 중 하나로 간주해 옴.

<그림 3-12> 복잡계 분석을 통해 본 공통 구조요인



○ 쌀가공식품산업은 정부가 보관하고 있는 재고물량을 감안해 정책적으로 제시되는 가격과 물량에 의존하는 극히 취약한 산업구조하에 놓여왔음.

- 앞으로는 쌀가공식품산업의 지나치게 높은 대외(정부정책) 의존도를 개선하거나 최소화하여 외부 충격을 완화할 수 있는 전략을 수립할 필요가 있음

② 취약한 쌀가공식품 원료유통 구조 및 ③ 낮은 제조업체 경쟁력

○ 시스템 침식요인의 과다 축적 문제와 관련해서 살펴보면 취약한 쌀가공식품 원료 유통 시스템과 기업 역량이 침식(불안)요인을 선제적으로 제거하지 못하고 있음을 나타내고 있음. 특히 사후 불안요인의 해소과정에서도 경쟁력 확보의 어려움으로 악순환을 완화하지 못하고 있음.

- 쌀가공식품은 밀가루 중심의 소비자 소비패턴과 쌀가루가 갖고 있는 가공적성 상의 한계로 인하여 쌀은 가격적으로나 가공원료 적합성 측면에서 밀가루에 비해 경쟁력이 취약한 상황임
- 따라서 부득이 가공식품 원료의 품질향상 및 원활한 유통관리를 위한 시스템 개선이 요구되며, 기업 스스로도 경영개선을 통한 글로벌 역량을 제고하는 등 경쟁력 확보를 위한 노력이 요구됨.

④ 미흡한 산업기반

○ 개별주체의 자기조절 기능 상실 문제와 관련해서는 정부의 적절한 지원 및 감독을 통한 조절기능이 제대로 작동되지 못하고 있음.

- 쌀가공식품산업 기반조성과 연계하여 추진되는 정부지원사업이 개별 기업의 기업 역량을 고려하지 않고 진행될 경우 과잉투자로 이어져 쌀가공식품산업 전체적인 측면에서 과잉경쟁으로 인한 부작용으로 나타날 수 있음.
- 따라서 정부 지원정책 및 지원사업은 개별 기업의 지속 불가능한 수익추종 형태의

사업진출 여부를 제어할 수 있는 규제장치를 마련하고 실효성을 확보할 있는 범위 내에서 체계적으로 진행될 필요가 있음.

- 특히 가공용 원료쌀의 원료적 한계에 대한 보완 없이 개별주체의 자기조절 기능에 맡길 경우 기능 상실을 심화시킬 개연성이 높으므로 이를 개선하기 위해 가공원료 자체의 경쟁력 제고를 위한 노력(R&D)이 요구됨.

○ 개별주체의 합리적 의사결정을 통한 이익추구 행위는 가치중립적인 부분이라는 점에서 그 자체를 지나치게 억제하는 것은 경제 전체의 활력을 약화시킬 수 있는 가능성이 높다는 점을 고려할 필요가 있음.

- 다만 개별기업이 자율적 조직화를 통한 의사결정 구조에 합리성을 확보하고 산업 기반 강화에 기여할 수 있도록 관련 협회나 단체의 기능을 활성화하여 활발히 논의되고 개선될 수 있도록 하는 노력이 병행되어야 할 것임.

(2) 동태적 관리기능 강화

○ 층위별 문제분석에 더 나아가 쌀가공식품산업의 동태적 관리기능을 마련할 필요가 있음.

○ 사례에서 도출한 구조요인 개선에만 주력하는 방법은 향후 또 다른 형태로 진화할 쌀가공식품산업의 불안정성을 예방하는 데는 한계가 있음.

- 주어진 제약조건하에서 개별 주체들의 새로운 모색과 실험이 누적되어 변형된 형태의 수익모델이 개발되면 정태적 접근만 가지고는 다시 무력화 될 개연성이 매우 큼

○ 쌀가공식품산업을 둘러싼 대·내외 환경과 여건이 과거와 달리 급변하고 있고 앞으로도 지속적으로 변화할 것임. 이상기후로 인한 세계 곡물가격과 국내 수급상황의 불확실성, 쌀수입 개방으로 인한 유통시장의 혼란, 지속적인 쌀소비량 감소와 식량자급률 제고, 웰빙과 로하스 등 소비패턴의 변화 등 현존하는 상황과 예측되는 상황에 대한 올바른 진단과 해법은 지속적인 관찰과 대안모색의 토대 위에 확보될 수 있을 것임.

○ 쌀가공식품산업의 동태적 관리 기능 증진을 통해 탄력성 강화에 초점을 둔 제도 개선이 요구됨.

- 먼저 시스템의 침식요인을 선제적으로 감지·해소하고, 불안확대에 따른 쇠퇴루프 작동시 억제조절 기능을 작동하는 장치를 마련해야 함.
- 먼저 시스템의 침식요인을 선제적으로 감지·해소하고, 불안확대에 따른 쇠퇴루프 작동시 억제조절 기능을 작동하는 장치를 마련해야 함

○ 최근 정부는 지나치게 높은 대외(정부정책) 의존도, 취약한 쌀가공식품 원료유통 구조, 낮은 제조업체 경쟁력 및 미흡한 산업기반의 한계 극복을 위한 정책을 계획 중에 있음

○ 그러나 쌀가공식품산업이 새로운 식품산업의 발전동력으로 그리고 정부 쌀 수급정책의 한축으로 제 기능을 담당할 수 있도록 하기 위해서는 급진적이고 일회성으로 짐철되는 과거의 행태를 버리고 보다 거시적이고 지속성을 유지하면서도 끊임없이 진화하는 산업환경에 능동적으로 대응할 수 있는 제도적 장치를 보완할 수 있어야 할 것임.

3. 쌀가공식품산업 안정성 확보방안

○ 이러한 원칙과 개선부문에 기초하여 쌀가공식품산업의 불안정성 해소를 위한 7대 정책방향과 12개 정책과제, 23개 세부과제를 제시함.

<표 4-1> 쌀가공식품 불안정성 해소를 위한 정책방향 및 주요 정책과제

부 문	정책방향	주요 정책과제	단위과제
구조요인 개선	4대 방향	7개 정책	16개 과제
동태적 관리 개선	3대 방향	5개 정책	7개 과제
계	7대 방향	12개 정책	23개 과제

<표 4-2> 부문별 정책방향 및 주요 정책과제

부 문	정책방향	주요 정책과제	단위과제
구조요인 개선부문	1. 대외 의존도 안정적 관리	① 가격 안정성 확보	1) 대체원료 가격 연동제 제도화
		② 원료 안정성 확보	2) 정부 가공용쌀 안정 공급체계 구축 3) 가공용 쌀 전용 재배단지 조성 4) 맞춤형 벼품종 개발
	2. 원료 유통관리 시스템 개선	③ 품질 안정성 확보	5) 쌀가루(가공원료) 안정 공급체계 구축 6) - 가공용쌀 정부도정공장 운용 개선 - 가공용수입쌀 합성미 공급방식 개선
		④ 시스템 안정성	7) 가공용쌀 유통관리시스템 전산화
	3. 제조업체 경쟁력 제고	⑤ 글로벌 역량 확보	8) 제조업체 경영·애로기술 개선을 위한 컨설팅 제도 등 운영
			9) 직원·연구원 교육프로그램 운영 10) 가공용쌀 전용 재배단지 및 RPC 연계 연관기업 집적화 단지 조성 11) 쌀가공제품 조세감면 추진 12) 쌀제품 연계 외식산업 육성
	4. 산업기반 공고화	⑥ R&D 기능 강화	13) 현장중심 연구과제 개발 및 지원 시스템 도입 14) 고부가가치 신규 R&D 분야 발굴 및 지원(대형과제 발굴)
		⑦ 연구기관주체 전문화	15) 연구기관 전문성 제고 16) 협회, 학회 등 연관 단체 전문화
동태적 관리 개선부문	5. 산업적 불안정성 제거	⑧ 조기 경보 시스템 마련	17) 조기경보체계 연계 정기적인 쌀가공 식품산업 발전계획 수립
		⑨ 법률적 근거 마련	18) 쌀가공식품산업 육성을 위한 법률 제정
	6. 활성화 기반조성	⑩ 산업 통계망 구축 등	19) 쌀가공식품산업 통계조사 정례화 20) R10 Project 실천 및 확대방안 21) 공공수요 제도화 및 유통채널 다양화
		⑪ 교육 콘텐츠 개발 및 보급	22) - 밥중심의 식문화 교육프로그램 - 유청소년 대상 주식교육프로그램
	7. 교육 및 홍보 강화	⑫ 홍보 콘텐츠 다양화	23) - 유소년 교육용 애니메이션 제작 - 이벤트 연계 스타상품 개발 및 마케팅 지원 - R10 연계 주력 스타 상품 개발 - 쌀제품 우수성 소비자 홍보 강화

제4절 쌀가공식품산업 소비자 인식 및 구입행태 조사(2.3차년도)

1. 쌀가공식품 소비자 인식 및 구입행태 현황

가. 2007년도의 쌀가공식품 소비자 인식 및 구입행태 현황

- 우선 최근(2010. 8.31) 정부가 쌀가공산업육성을 위한 제반 지원방안들을 강구하기 이전인 2007년을 기준으로 쌀가공식품에 대한 소비자 인식 및 구입행태와 관련된 조사연구 결과를 살펴보면 다음과 같음
- 1순위로 구입하는 쌀가공식품군을 연령대 별로 살펴보면 20대 경우 떡 67.5%, 쌀과자 9.9%, 즉석밥 5.5%의 순으로 나타나고 기타 11.6%를 보이고 있음. 30대의 경우 떡류의 구입 비율이 77%로 더욱 높은 것으로 나타남. 응답자 특성별로 연령이 높을수록 떡을 구입하는 비율이 높게 나타났음. 특히 연령이 낮을수록 떡 구입비율이 줄어드는 대신 쌀과자와 즉석밥의 구입 비율이 높은 것으로 나타나고 있어 전체적으로 쌀가공식품에 대한 소비자 소비행태가 전통적인 쌀가공식품이라 할 수 있는 떡 중심으로 편중되고 있음을 알 수 있음.

<표 2-1> 쌀가공식품 구입 1순위 제품군

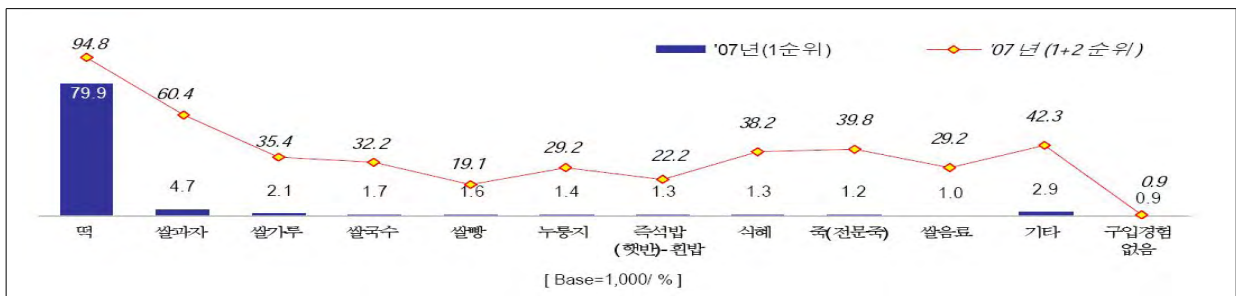
(단위:%)

구분	응답자수	떡	쌀과자	쌀가루	쌀국수	쌀빵	누룽지	즉석밥 (햇반) - 흰밥	식혜	기타	구입 경험 없음	
전체	(1000)	79.9	4.7	2.1	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	5.0	0.9	
권역별	수도권	(493)	77.3	3.0	2.5	2.3	3.0	0.9	2.1	1.4	7.4	0.0
	지방광역시	(405)	81.1	7.5	1.7	1.1	0.3	1.7	0.3	1.4	2.7	2.2
	중소도시	(102)	88.2	1.9	1.5	1.3	0.0	2.9	1.5	0.0	2.8	0.0
주부 연령별	20대 후반	(71)	67.5	9.9	1.6	1.6	0.0	0.7	5.5	0.0	11.6	1.6
	30대	(298)	77.1	4.0	1.9	1.6	3.1	2.1	1.9	1.1	6.2	1.1
	40대	(330)	83.1	3.7	2.1	1.7	1.4	1.3	0.7	1.4	4.0	0.7
연평균 가구소득	50대 이상	(302)	82.3	5.3	2.4	1.9	0.8	1.1	0.4	1.5	3.6	0.8
	2천 미만	(92)	84.8	5.4	2.5	0.0	0.0	1.8	0.0	2.5	0.5	2.5
	2천~3천	(332)	76.3	4.8	2.2	1.2	2.1	1.5	1.2	3.1	6.7	1.0
	3천~4천	(338)	76.9	5.0	2.7	3.0	1.4	1.6	2.2	0.0	6.3	1.0
4천 이상	(239)	87.4	3.9	1.0	1.4	1.9	1.0	0.7	0.0	2.8	0.0	

* 자료: 농수산물유통공사. 2007 주요 식량작물 소비패턴 (2007)

- 쌀가공식품 중 소비자가 구입하는 제품군으로는 1순위와 2순위를 합한 경우 떡류가 94.8%로 가장 높았으며 다음으로 쌀과자 60.7%, 즉 39.8%, 식혜 38.2%, 쌀가루 35.4% 순으로 나타났음.

<그림 2-1> 쌀가공식품 1순위 및 2순위 구입 제품군

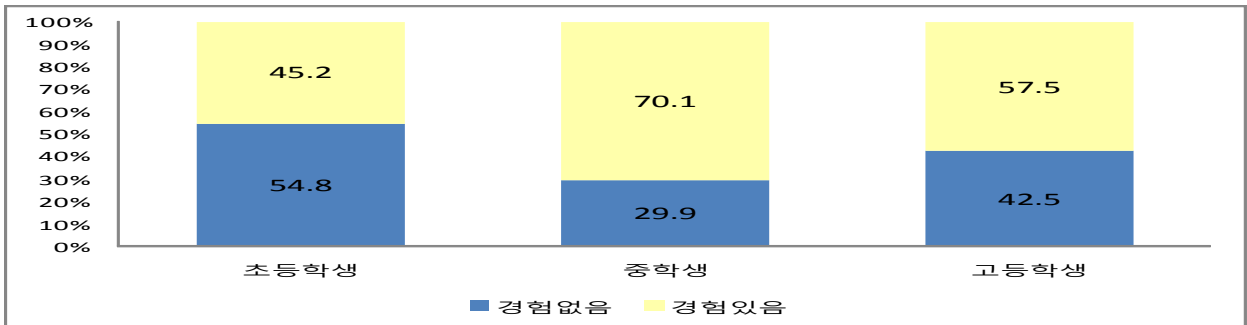


* 자료: 농수산물유통공사. 2007 주요 식량작물 소비패턴 (2007)

나. 2012년도의 쌀가공식품 소비자 인식 및 구입행태 현황

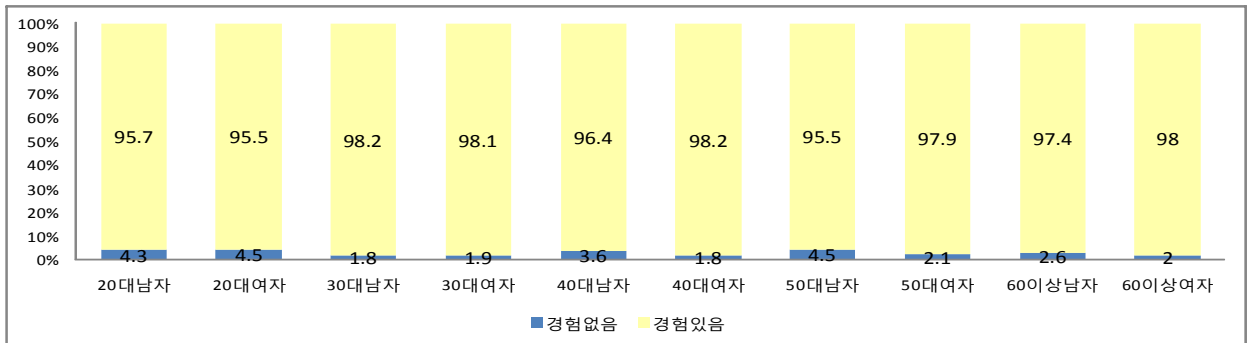
- 2007년 쌀가공식품 구입현황 자료를 참고하여 2012년 5월 8일부터 11일까지(4일 동안) 킨텍스에서 개최된 서울국제식품사업대전에 내방한 참관인 중 초·중·고등학생 306명, 20대 이상 성인 490명을 대상으로 구조화된 설문지를 이용하여 현장 설문조사를 실시하였음.
- 쌀가공식품을 구입해 본 경험이 있는 학생은 초등학생의 경우 전체 84명 중 54.8%인 38명, 중학생의 경우는 144명 중 70.1%인 101명이며 고등학생의 경우 78명 중 57.5%인 45명으로 나타남. 전체적으로 보면 초·중·고등학생의 경우 쌀가공식품의 구입경험은 생각보다 낮은 편이나 최근 쌀떡볶이 및 쌀라면 등과 다양한 쌀과자 제품의 출시 등의 영향으로 점차 구매경험이 확대될 것으로 예상됨.

<그림 2-2> 초·중·고등학생 쌀가공식품 구입경험



- 20대 이상 성인의 경우 초중고등학생의 쌀가공식품 구입 경험치에 비해 상대적으로 매우 높은 편이며 연령대와 관계없이 거의 한번씩은 쌀가공식품을 구입해본 경험이 있는 것으로 나타남.

<그림 2-3> 20대 이상 성인 쌀가공식품 구입 경험



- 쌀가공식품을 구입해본 경험이 있는 학생 중 가장 많이 구매하는 제품순으로 순위를 파악해본 결과 초등학교 학생(38명)의 경우 쌀과자, 쌀떡볶이, 떡 순으로 나타났으며, 중학생(101명)의 경우 떡, 떡라면, 쌀과자 순으로 나타났음. 그리고 고등학생(45명)의 경우 떡, 쌀라면 다음으로 식혜제품을 구입하는 것으로 나타내고 있음. 이는 2007년의 경우 떡 중심의 구입행태에서 전체적으로 떡, 라면, 과자, 식혜 등 제품군이 다양하고 제품군 별로 구입비율도 상당히 분산되고 있음을 나타내고 있음

<표 2-2> 쌀가공제품 구입순위

구 분	초등학생(%)	중학생(%)	고등학생(%)
1순위	쌀과자 (34.2)	떡 (23.8)	떡 (24.7)
2순위	쌀떡볶이 (23.7)	쌀라면 (14.9)	쌀라면 (24.7)
3순위	떡 (18.4)	쌀과자 (12.9)	식혜 (13.5)
기 타	기타 (23.7)	기타 (48.5)	기타 (13.5)

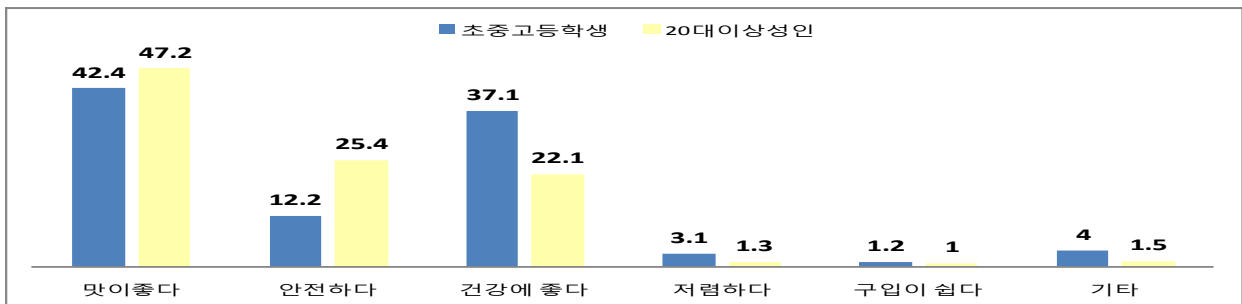
○ 20대 이상 성인의 경우 1순위에 매우 큰 변화가 있음을 알 수 있음. 2007년 조사의 경우 대부분 떡이 1순위를 차지하였으나 이번 조사결과 40대, 50대, 60이상 성인남성의 경우 쌀막걸리가 1순위를 차지하고 있으며, 20대 및 30대 남성의 경우도 2순위에 해당하는 것을 볼 수 있음. 또한 20대와 40대 여성의 경우 쌀떡볶이가 2순위를 차지하고 있으며 이는 최근 쌀막걸리와 떡볶이 열풍에 힘입어 소비자들의 과거 떡 중심의 쌀가공식품 소비 패턴에서 쌀막걸리, 쌀떡볶이 등 쌀가공식품의 소비를 매우 다양한 제품군으로 확대하고 있음을 보여 주고 있음.

<표 2-3> 쌀가공식품제품 구입순위

구 분	20대		30대		40대		50대		60대 이상	
	남	여	남	여	남	여	남	여	남	여
1순위	떡 (20.4)	떡 (35.6)	떡 (33.6)	떡 (51.7)	쌀막걸리 (35.6)	떡 (58.9)	쌀막걸리 (42.1)	떡 (54.5)	쌀막걸리 (47.1)	떡 (56.1)
2순위	쌀막걸리 (15.8)	쌀떡볶이 (16.6)	쌀막걸리 (26.1)	쌀국수 (15.3)	떡 (22.5)	쌀막걸리 (9.2)	떡 (18.7)	누룽지 (10.9)	떡 (28.8)	쌀막걸리 (10.1)
3순위	쌀과자 (11.3)	쌀과자 (14.3)	죽 (14.9)	쌀라면 (7.7)	쌀과자 (9.4)	쌀떡볶이 (7.4)	식혜 (7.0)	식혜 (8.7)	누룽지 (10.5)	누룽지 (6.1)
기 타	기타 (52.3)	기타 (33.5)	기타 (25.4)	기타 (25.3)	기타 (32.5)	기타 (24.5)	기타 (32.2)	기타 (25.9)	기타 (13.6)	기타 (27.1)

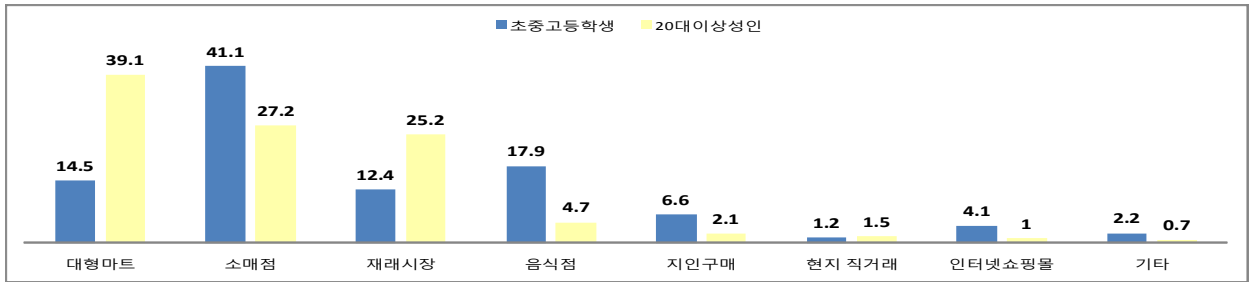
○ 쌀가공제품을 선호하는 이유는 전체적으로 맛이 좋다, 건강에 좋다, 안전하다 순으로 나타났다.

<그림 2-4> 쌀가공식품을 선호하는 이유



○ 쌀가공식품을 구입하는 경로는 성인의 경우 대형마트, 소매점, 재래시장, 음식점, 지인소개 등으로 나타났고, 미성년의 경우 소매점, 음식점, 대형마트, 재래시장, 지인구매, 인터넷쇼핑몰 등을 통해 구입하는 것으로 나타났다. 미성년의 경우 음식점을 통해 구입하는 경우가 상대적으로 높게 나타나는 이유는 쌀떡볶이 등 쌀가공식품을 취급하는 분식점이 증가하면서 나타나는 현상으로 보임.

<그림 2-5> 쌀가공식품 구입경로



○ 1주일당 쌀가공식품의 구입회수는 미성년은 평균 1.9회이고 20대이상 성인은 1.36회 정도로 나타남

<표 2-4> 주당 쌀가공식품 구입 회수

구 분	미성년			20대		30대		40대		50대		60대 이상	
	초	중	고	남	여	남	여	남	여	남	여	남	여
회수/주	1.83	1.96	1.91	1.24	1.42	1.22	1.47	1.24	1.26	1.34	1.32	1.65	1.47

다. 시사점

○ 결과적으로 2007년 쌀가공식품 소비자 구입행태와 비교하여 2012년 조사는 조사대상 및 범위의 제약으로 상대비교를 통한 결론 도출에는 다소 한계가 있다고는 하나 과거와 달리 떡제품 중심의 쌀가공식품 구입행태에서 쌀막걸리, 쌀떡볶이 등 새로운 제품군에 대한 구입 등 보다 다양한 형태의 소비패턴으로 발전하고 있음을 보여주고 있음.

2. 쌀가공식품 소비자 인지도 및 선호도 조사

○ 2012년에 이어 2013년 5월 14일부터 17일까지(4일 동안) 킨텍스에서 개최된 서울국제식품사업대전에 내방한 참관인 10대 15명, 20대 25명, 30대 78명, 40대 128명, 60대 이상 54명 등 총 300명을 대상으로 구조화된 설문지를 이용하여 현장 설문조사를 실시하였음.

○ 쌀가공식품에 대한 종합적인 설명을 전제로 평소 쌀가공식품에 대한 인지도 조사결과 “쌀가공식품을 알고 있다”고 하는 응답인원은 273명, 91.0%에 해당함. 설문인원의 대부분이 쌀가공식품에 사전에 인지하고 있는 것으로 나타나 쌀가공식품이 가공식품으로 상당히 대중화 되어있다는 것을 알 수 있었음

<표 2-4> 쌀가공식품 인지도

구 분	알고있다		모르고 있다	
	명	%	명	%
인지도(300)	273	91.0	27	9.1

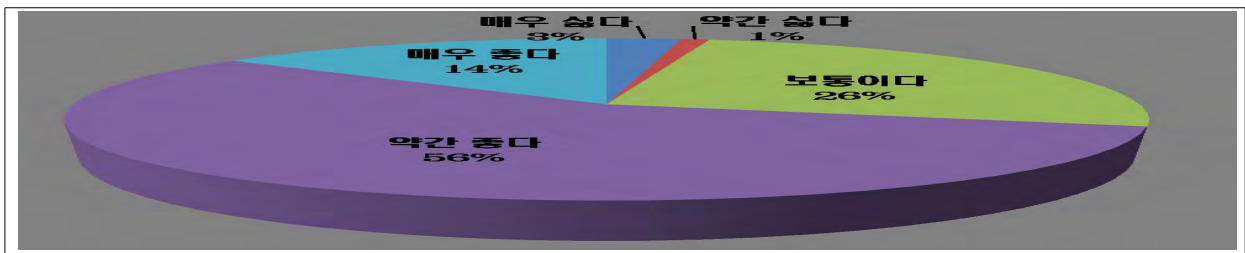
○ 쌀가공식품 제품군별 인지도는 전체적으로 쌀가공제품 군 전반에 대해 인지도가 매우 높은 편으로 나타났음.

<표 2-4> 쌀가공식품 제품군별 인지도

품목	떡류	면류	과자류	빵류	음료	밥류	죽류	주류	조미식품	쌀가루	
인지도 (300)	명	253	209	201	191	132	185	71	164	48	130
	%	84.3	69.7	69.0	63.7	44.0	61.7	23.7	54.6	16.0	43.3

- 쌀가공식품에 대한 선호도를 묻는 질문에는 “매우 좋다”가 14%, “약간 좋다”가 56%로 나타나 쌀가공식품에 대한 선호도도 매우 높은 것으로 나타났다.

<그림 2-4> 쌀가공식품 선호도



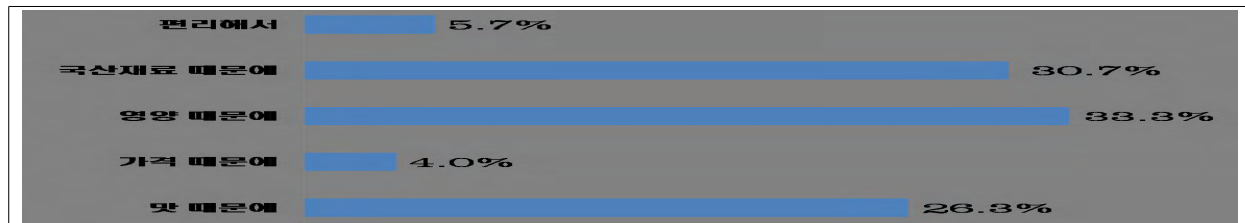
- 쌀가공식품 중 제품군별 선호도를 묻는 질문에 떡류, 면류, 과자류, 빵류, 밥류 순으로 나타났다 상대적으로 전통적인 떡류와 면류에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났다

<표 2-4> 쌀가공식품 제품군별 선호도

품목	떡류	면류	과자류	빵류	음료	밥류	죽류	주류	조미식품	쌀가루	
선호도 (300)	명	278	226	197	192	65	176	119	68	17	55
	순위	1	2	3	4	8	5	6	7	10	9

- 전체 설문조사 인원 300명중 쌀가공식품을 구입해본 경험이 있는 소비자 284명을 대상으로 쌀가공식품을 구입하는 이유를 질문한 결과 쌀가공식품은 영양 때문에 구입하는 경우가 33.3%로 가장 높고, 국산재료 때문이 30.7%, 맛 때문이 26.3% 순으로 나타나 밀가루 식품에 비해 쌀가공식품은 영양학적으로 소비자가 높게 평가하고 있는 것으로 나타났다. 특히 국산재료 때문이라 응답한 응답 소비자 까지를 고려하며 전체적으로 소비자들은 국산재료의 쌀제품이라는 점에서 점수를 많이 주고 있는 것으로 나타났다.

<그림 2-4> 쌀가공식품 구입이유



- 쌀가공식품을 구입해본 경험이 있는 소비자 284명을 대상으로 1개월 기준으로 제품군별 쌀가공식품을 구입한 회수를 물어본 결과, 떡류의 경우 1~3회 정도가 183명으로 가장 높고, 4~6회가 31명, 7~15회가 12명 정도로 나타났고, 면류의 경우는 1~3회 정도가

132명으로 가장 높고, 4~6회가 28명, 7~15회가 3명 정도로 나타나 떡류와 면류의 경우 1~3회정도 구입하는 경우가 상대적으로 높은 것으로 나타났음.

- 죽류와 주류의 경우 7~15회 정도 구입해본 경험이 있다는 경우가 각각 64명과 76명으로 나타나 상대적으로 구입 회수가 높은 것으로 나타나 이는 죽전문점의 확대와 막걸리 소비확대에 기인한 것으로 알 수 있음
- 또한 밥류 제품의 경우 1개월에 16회 이상 구입하는 것으로 나타나 이런 결과는 최근 소비가 확대되고 있는 무균포장밥 및 냉동밥류의 상품화에 기인한 것으로 보임

<표 2-4> 쌀가공식품 구입회수(1개월 기준)

품 목	떡류	면류	과자류	빵류	음료	밥류	죽류	주류	조미식품	쌀가루
1~3회	183	132	99	107	54	65	57	52	27	33
4~6회	31	28	34	26	11	14	9	8	2	10
7~15회	12	3	7	5	3	9	64	76	1	1
16회 이상	2	2	4	4	-	12	1	2	-	-

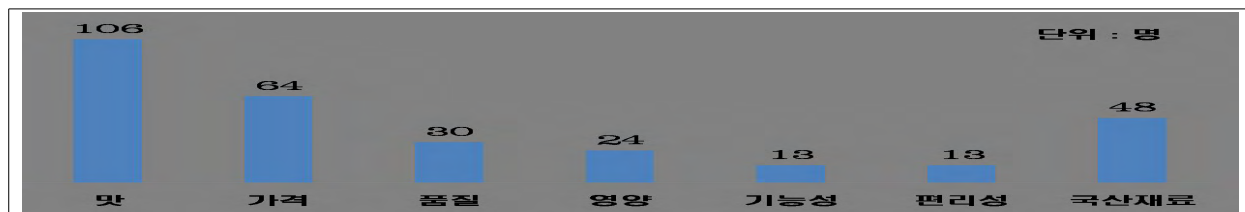
- 쌀가공식품을 구입해본 경험이 있는 소비자를 대상으로 1개월 기준으로 제품군별 쌀가공식품을 구입계획을 물어본 결과, 떡류의 경우 1~3회 정도가 166명으로 가장 높고, 4~6회가 30명, 7~15회가 12명 정도로 나타났고, 면류의 경우는 1~3회 정도가 117명으로 가장 높고, 4~6회가 29명, 7~15회가 6명 정도로 나타나 떡류와 면류의 경우 1~3회정도는 지속적으로 구입할 의향이 있는 것으로 나타났음
- 특히 주류와 밥류 제품의 경우 1개월에 1~3회정도 구입한 경험이 있는 소비층이 7~15회 정도 구입하겠다는 층으로 이동하는 현상이 나타나 상대적으로 주류와 밥류제품에 대한 소비자의 구입의향이 크게 향상되고 있는 것으로 나타남.

<표 2-4> 쌀가공식품 구입회수(1개월 기준)

품 목	떡류	면류	과자류	빵류	음료	밥류	죽류	주류	조미식품	쌀가루
1~3회	166	117	93	96	56	55	51	44	26	34
4~6회	30	29	25	20	8	15	8	12	2	6
7~15회	12	6	9	11	2	11	24	7	-	-
16회 이상	5	2	1	3	-	10	2	1	1	-

- 쌀가공식품에 대한 개선점을 묻는 질문에 전체 298명중 제품의 맛을 개선해야한다는 경우가 106명으로 가장 높고 다음이 가격인하 64명, 국산재료 이용 48명, 품질개선 30명 순으로 나타난 것으로 제품의 맛을 개선하는 노력이 요구된다 하겠음

<그림 2-4> 쌀가공식품 개선이 필요한 부분



제5절 쌀가공식품산업 육성을 위한 종합 발전방안(3차년도)

1. 쌀가공식품산업 육성 여건 분석

가. 쌀가공식품업체 현황 등 통계기반 구축 22)

- 쌀가공식품업체 17,380개 업체 중 면류, 가공밥, 쌀과자, 쌀가루, 쌀음료, 조미식품류의 경우 규모화된 법인형태 운영이 대부분임

< 전체 쌀가공업체 자영업/법인기업 분포현황 : '11년 기준 >

(단위 : 개, %)

구분	자영업	법인	총계
총 계(떡류)	16,417(16,417)	963(179)	17,380(16,596)

< 쌀가공식품업체 현황 : '11년 기준>

지역	떡류	면류	가공밥류	쌀과자	쌀가루	쌀음료	주류	조미식품	기타	전체
전체	16,596	39	10	135	75	19	291	81	134	17,380
서울	2,553	2	0	1	6	2	14	2	6	2,601
부산	1,097	1	2	5	2	1	8	2	4	1,139
대구	927	3	0	1	2	0	6	1	3	983
인천	676	4	1	1	1	0	6	4	1	702
광주	600	1	0	1	0	1	4	0	1	617
대전	469	2	0	3	1	0	7	1	6	494
울산	339	2	0	2	1	0	2	0	0	357
경기	2,906	7	3	39	34	2	34	16	42	3,104
강원	599	2	0	10	2	0	20	2	5	643
충북	672	1	3	13	7	3	22	10	8	743
충남	990	4	0	9	8	3	15	11	12	1,062
전북	1,002	5	1	13	3	2	19	19	16	1,098
전남	1,124	1	0	11	3	4	27	4	6	1,186
경북	1,339	3	0	12	1	0	52	4	10	1,426
경남	1,112	1	0	14	4	1	52	5	10	1,250
제주	191	0	0	0	0	0	3	0	4	206

22) 본 자료는 농림축산식품부 주관으로 ㈜코리아데이네트워크가 쌀가공업체 중 일반업체 및 한국쌀가공식품협회 회원업체 등에 대하여 유무선 및 면담 조사를 통하여 확보된 자료로 가공밥류 업체 중정부양곡을 지원받지 못하는 도시락 및 김밥 제조업체를 제외한 국내 쌀가공업체 수로 연구자 개인 의견임

< 쌀가공식품산업 현황 : '11년 기준 >

제품군	산업 현황
① 떡류	○ 가공업체 16,596개소(자영업자 16,417, 법인 179) ○ 쌀사용량 203천톤(자영업자 106, 법인 96) → 전체 50.9% ○ 매출규모 140백억원(자영업자 120백억원, 법인 20백억원) → 전체 42.5% ○ 전통떡은 자영업자, 떡볶이용·떡국용 떡은 법인에서 주로 생산
② 주류	○ 가공업체 291개소, 쌀사용량 66천톤 → 전체 16.8% ○ 매출규모는 1조1천8백억원 → 전체 35.8% ○ 청주, 탁·약주용으로 주로 사용, 탁주용으로 수입쌀 위주
③ 조미식품	○ 가공업체 81개소, 쌀사용량 25천톤 → 전체 6.3% ○ 매출규모는 28백억원 → 전체 8.4% ○ 쌀 고추장, 물엿, 올리고당 조미용 식품
④ 가공밥류	○ 가공업체 10개소, 쌀사용량 19천톤 → 전체 4.7% ○ 매출규모는 22백억원 → 전체 6.8%, 국산쌀 위주 사용 ○ 무균밥, 냉동밥 등 즉석밥 위주, 도시락 및 삼각김밥은 제외
⑤ 쌀과자류	○ 가공업체 135개소, 쌀사용량 15천톤 → 전체 3.8% ○ 매출규모는 14백억원 → 전체 4.2% ○ 주로 수입쌀을 이용, 수출 유망품목
⑥ 쌀가루류	○ 가공업체 75개소, 쌀사용량 56천톤 → 전체 14.0% ○ 매출규모는 5백억원 → 전체 1.4%(저가공급 정책) ○ 떡볶이·떡국용 및 면용도의 B2B 제품 위주(밀가루 대체원료)
⑦ 면류	○ 가공업체 39개소, 쌀사용량 7천톤 → 전체 1.8% ○ 매출규모는 1백억원 → 전체 0.3% ○ 소면(쌀가루 포함), 쌀국수(용기형), 쌀라면 등
⑧ 음료·기타	○ 가공업체 153개소, 쌀사용량 8천톤 → 전체 2.0% ○ 매출규모는 2백억원 → 전체 0.5% ○ 쌀음료, 선식, 죽 등 기타 제품

나. (법적 기반조성) 쌀가공식품산업 육성을 위한 법률적 근거 마련

- 쌀가공산업육성 및 쌀 이용촉진에 관한 법률의 제정으로 쌀 가공산업을 체계적으로 육성하고, 쌀 이용 촉진에 필요한 지원과 농업과의 연계를 법적으로 뒷받침 하도록 5년마다 쌀가공산업 육성 및 쌀 이용 촉진에 관한 기본계획을 수립·시행토록 하는 등 법적·제도적 장치가 마련 됨.²³⁾

다. (쌀 가공산업 외형확대) 시장규모, 소비량, 가공업체수 등 증가

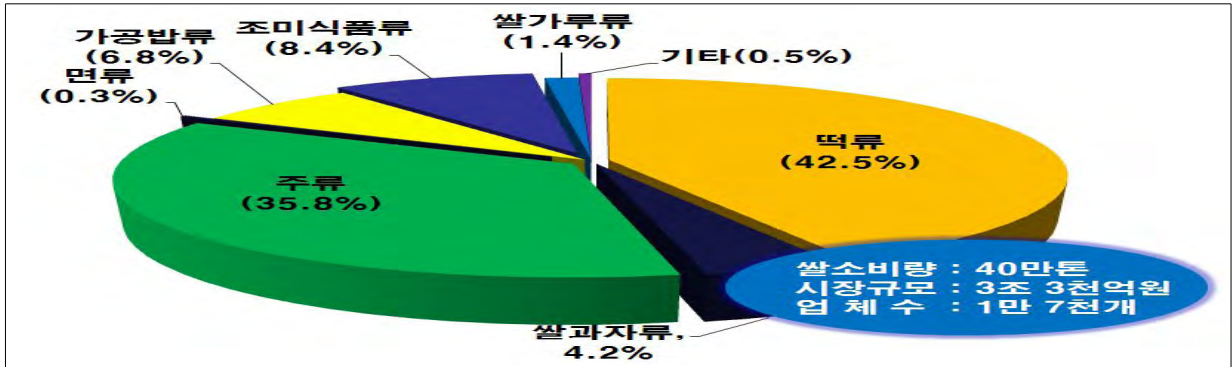
- (시장규모) 쌀가공식품산업의 시장규모가 '08년 1.8조원에서 '11년 3.3조원 규모로 약 58.1%이상 성장한 것으로 짧은 기간에 괄목할 만한 성장을 이루고 있다고 하겠음.
- (가공용 쌀 소비량 증가) 2011년 기준으로 쌀 소비량은 398천톤으로 이는 최근 3년 평균 18.9% 이상 신장하여 2008년 226천톤 대비하면 약 56.8%이상 신장하였으며 전체 쌀 생산량 (4,220천톤 : '11)의 9.4% 수준임

23) 「쌀가공산업육성 및 쌀 이용 촉진에 관한 법률 제5조(기본계획의 수립)」 농림수산물식품부장관은 쌀가공산업의 육성과 쌀 이용의 촉진을 위하여 5년마다 쌀가공산업 육성 및 쌀 이용 촉진에 관한 기본계획을 수립·시행하여야 하며, 쌀가공산업 육성 기본방향, 가공용 쌀의 안정적 공급, 쌀가공산업과 농업 연계강화 등 7개 분야를 기본계획에 포함하도록 규정함.

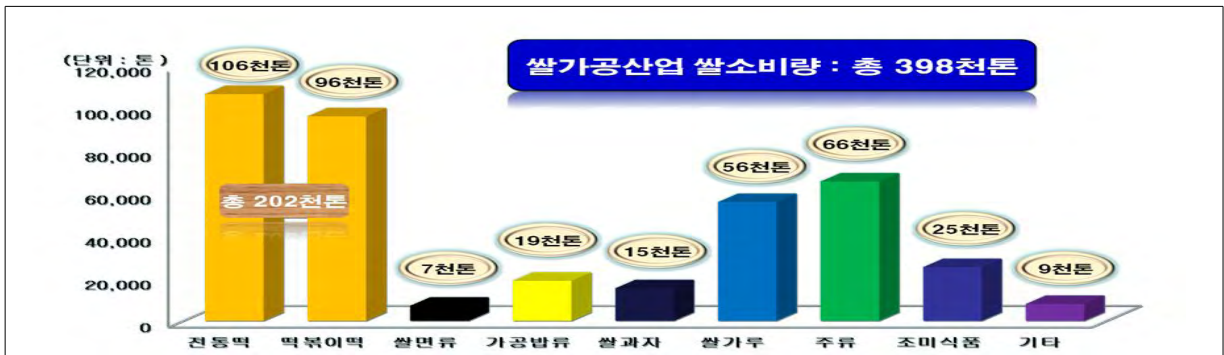
< 쌀가공식품산업 년도별 쌀소비량(2011 기준) >

구분	2008	2009	2010	2011	비고
소비량(천톤)	226	222	304	398	'08년 대비 43.2% 증가
증가율(%)	-	-	36.9	30.9	3개년 평균 증가율 : 15.1%

< 쌀가공식품산업 제품군별 시장규모(2011 기준) >



< 쌀가공식품산업 제품군별 쌀소비량 규모(2011 기준) >



○ (업체수 증가) 쌀가공업체 중 규모화된 법인업체의 증가폭이 큼

- 법인기업의 경우 '08년 554개소에서 '11년 963개소로 3년내 409개소가 증가하여 '08년 대비 약 73.8% 증가한 것으로 나타나고 있음. 다만, 떡류 제조업체의 경우, 전체 업체수는 16,596개소로 이중 자영업자 16,417개소(법인 179)로 98.9%로 영세한 수준임. 그러나 전체적으로 가공용쌀 소비량 증가와 더불어 쌀가공식품산업의 외형 및 산업기반이 지속적으로 강화되고 있는 것을 보여준다 하겠음

라. 소비자 인식의 변화 및 품목 다양화 됨

- (소비자 인식변화) 2011년도 제품군별 소비량을 2008년과 비교하여 제품군별 증가폭을 살펴보면, 조미식품류²⁴⁾가 4,063톤에서 25,207톤으로 594.2% 신장하여 성장세가 가장 크고, 그 다음으로 쌀가루 제품이 10,509톤에서 55,794톤으로 430.8%로 신장하였으며 주류의 경우도 막걸리 열풍에 힘입어 20,048톤에서 65,464톤으로 226.5%이상 성장한 것으로 나타나 제품군별 다양성이 확대되고 있음을 알 수 있음.

24) 당류(쌀엿, 조청), 식초, 미림 등

< 2008년 대비 쌀가공 제품군별 성장 현황('11년 기준) >

구분	떡면류	주류	쌀과자	쌀가루	조미식품	무균밥 등	총계
2011	209,633	65,464	15,264	55,794	25,207	26,641	398,003
2008	157,487	20,048	7,252	10,509	4,063	16,765	216,124
성장률	33.1	226.5	110.5	430.8	594.2	59.8	84.2

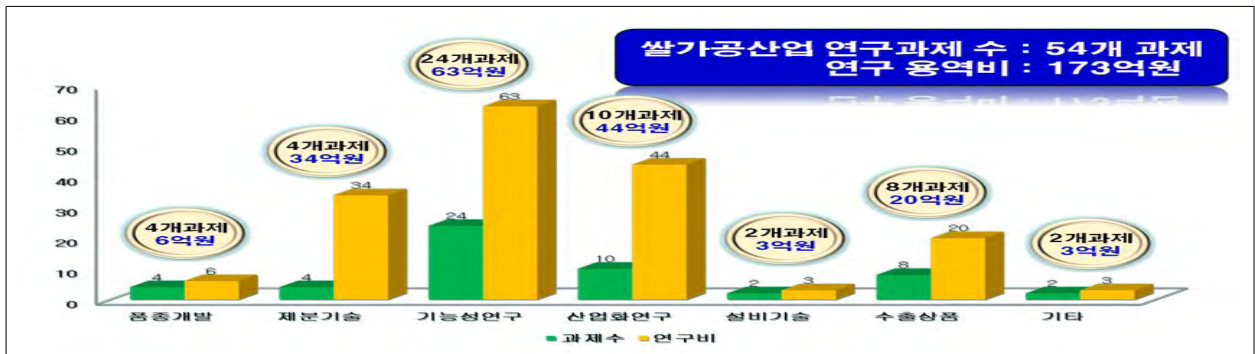
* 당류(쌀엿, 조청), 식초, 미림 등

마. R&D 성과 확대

○ 대형과제 발굴·추진 및 R&D 종합조정·지원체계 구축을 위한 협의회 구성·운영등 시범 추진하고 기술전문, 대표조직, 가공기업 관계자 등이 참여하는 “쌀 연구개발 협의회” 구성·운영을 통해 R&D Contral Tower 기능 수행

- '12년까지 추진 중인 쌀 가공식품기술 개발 연구과제는 총 54개 과제 173억원

< 쌀가공식품관련 R&D 추진 현황 >



바. 원료 공급기반 다양화

○ MMA쌀, 재고미 등 정부 의존 일변도의 원료조달에서 수요자와 생산농가 간 계약재배 시범사업(2011~2012년, 2회) 추진 등 제도적 장치 마련



2. 쌀가공식품산업 경쟁력 분석 및 전망

가. 산업기반 측면 : 영세성, 노령화, 정부 의존형, 인프라 미비

○ (영세성) 쌀 소비능력 1천톤 이상인 업체는 62개사로 전체 0.78%에 불과함

- * 전체 17,380개 업체 중 자영업(16,417개) 비중이 94.5%이며 법인기업(963개사)은 5.5%에 불과
- * 법인기업 855개사('11) 조사기준, 100톤 이하인 업체가 720개사로 68%이상

< 가공용 쌀 소비량 현황('11년 한국쌀가공식품협회 소속기업 기준) >

구 분		계	10톤이하	11~100	100~500	501~1,000	1,000~2,000	2,001톤 이상
업체 수	개소	855	285	435	31	42	39	23
	%	100	33.3	35.2	19.3	4.9	4.6	2.7
사용량	톤	234,125	13,219	34,087	11,290	30,251	53,777	101,134
	%	100	5.6	15.0	4.8	12.9	23.0	43.2

○ (정부 의존성) 전체 쌀 소비량 398천톤 중 정부 공급량은 234천톤으로 전체 쌀소비량의 58.8%에 달함. 특히 햅쌀사용량은 '08) 116천톤 → '09) 90 → '10) 124 → '11) 164로 감소하나 정부양곡 사용량은 매년 '08) 110천톤 → '09) 132 → '10) 180 → '11) 234로 증가하고 있어 쌀가공식품산업의 정부 의존성이 심화되고 있음을 알 수 있음. 이는 정부 공공비축미의 가격인하 정책으로 쌀가공식품산업기반을 조성하려는 정책적 목표에 의한 결과라 볼 수도 있으나, 반대로 생각하면 쌀가공식품시장이 고가원료 중심의 시장에서 저가원료 중심의 시장으로 변화되고 있는 것은 아닌가 하는 우려를 낳고 있음

○ (고령화 및 산업기반) 고령화가 심화되고 산업육성 인프라 미비

- 쌀 가공업체 대표자 평균 연령 58세 이상이고 청년사업가 비중이 낮아 중장기적으로 전문 인력수급 한계가 있으며 쌀 가공산업 유통 및 수요 통계 미흡으로 효과적 정책수립 한계

나. 제품원가(원료·가공·유통) 경쟁력 측면 : 고비용

- (원료가격 경쟁력 취약) 원료 쌀 가격은 대체원료인 밀가루에 대비한 가격 경쟁력 확보에 한계가 있음 특히 밀의 국제가격 상승에도 불구하고, 쌀 가격이 밀에 비해 높은 상황
 - 시설의 영세성, 자동화 설비 미비에 따른 인건비 부담 등 원가 상승요인으로 제품가격 경쟁력에 한계가 있으며 국산쌀 사용 시에도 높은 원가부담으로 저가미 위주 사용
- (가공비용 경쟁력 취약) 가공제품 생산의 주원료인 쌀가루의 가공비용도 밀가루보다 2배 이상 높은 상황²⁵⁾

다. 제조기술·유통(수출)·R&D 경쟁력 측면 : 미흡

- (가공적성의 한계) 쌀은 반죽, 성형, 팽화(부풀림) 등 제조공정상 가공적성이 밀가루에 비해 떨어짐으로 인하여 가공적성을 높이기 위해 밀, 글루텐, 전분 등 다른 원료를 혼합하여 가공하므로 가공과정이 복잡하고 비용 추가 소요

25) 가공비용 : 밀가루 200~300원/kg, / 쌀가루(습식) 500~700원/kg

- (제조기술의 한계) 소화 흡수율이 높은(쌀 98%, 밀 86%) 쌀의 장점을 가공제품에 충분히 반영되지 못함
술개발 노력으로 쌀함량 비율이 높아지는 추세이나 대부분 50% 이하²⁶⁾
- (유통기간 및 수출의 한계) 쌀빵, 떡 등은 경화(굳는 정도)가 빨라 밀가루 제품에 비해 유통기간이 짧아 취급 및 수출에 어려움이 많은 실정임. 특히 밀빵의 경우 유통기한이 약 7일인데 비해 쌀빵은 약 3일에 불과함. 따라서 제품관리 및 보관의 어려움으로 일반 소매매장에서의 취급을 확대가 어렵고 해외 수출 등 장기 유통이 불가능함
- (R&D 수행체계 미비) R&D 종합 관리체계 부재로 기초, 개발 및 산업화 분야 등 시급·경중을 고려한 R&D 계획·수행 한계를 안고 있음. 특히 연구주체별 쌀 관련 R&D의 종합적 관리·지원체계가 부재하고 가공제품 적합형 품종·생산설비·유통기한 연장·부산물의 기능성과 고부가성 연구 등 분야별 중장기 연구 로드맵 미비

라. 전후방(농업·외식)산업 연계 : 연계체계 미흡

- (농업과의 연계한계) 쌀 가공업체가 대부분의 서울, 경기 등 수도권·대도시에 집중되어 현지 쌀 생산자와의 연계강화에 한계
 - 쌀가공업체 전체 17,380소 중 수도권 및 대도시 소재 기업이 12,633개소로 쌀 가공업체의 72.7%가 수도권·대도시에 집중되어 있고 지역 기반형 쌀 가공산업 및 가공업체 지원 위한 지원체계 미흡
 - 특히 가공용 쌀 전용 재배단지 조성사업 미정착으로 농업·농촌과 쌀 가공업체간 상생협력모델이나 쌀 가공산업 체험교육 등 쌀 가공산업의 종주국 지위 회복 기반을 농업·농촌 활용방안 부재
- (외식과의 연계한계) 외식산업 확대에 대응 쌀 가공제품의 안정 소비기반 및 소비자 접점확대를 위한 제도적인 준비가 미흡함. 따라서 특히 외식업소의 쌀 가공제품 취급비율 확대를 위한 쌀 가공제품 중심 외식업 창업지원 등 실효성 있는 유인제도 발굴이 요구되며 외식업소에서 취급이 용이한 다양한 제품 및 메뉴 개발 등을 위한 맞춤형 지원체계 구축할 필요가 있음

라. 소비자 인식 및 소비 촉진 측면 : 인식전환 필요

- (소비자 인식의 한계) 쌀 가공식품 소비자 선호도는 “제품 자체의 차별성 및 우수성”보다는 “쌀 소비에 기여”라는 감성적 인식에 기초한 경우가 많고 과거 밀가루 소비촉진을 위한 정부의 정책추진은 떡, 막걸리, 식혜, 죽 등 우리 고유의 쌀 가공식품에 대한 인식 왜곡. 따라서 수입쌀을 이용한 가공시 소비자의 부정적 인식 극복에 어려움
- (소비자 인식전환의 한계) 쌀 가공식품의 종주국 지위를 회복하고 쌀 가공식품 산업분야 세계 1등 국가로 발전가치가 부재함. 떡, 막걸리, 쌀과자 등 쌀가공식품 종주국 지위 회복을 통한 수출 상품화 전략 수립 등 쌀 가공산업 선진화 목표를 강화할 필요가 있음

26) 밀에 포함된 글루텐 성분은 체내 소화불량, 알러지를 유발

- (홍보 수단 및 여건의 한계) 쌀 가공업체의 영세성으로 인하여 효과적인 제품 홍보, 유통망 확보에 한계. 정부차원의 품평회, 전시회, 페스티벌 등 각종 행사의 권위부재로 실효성의 한계가 있고 대형 유통업체등과 연계 쌀 가공제품 전용매장 개설·지원등과 같은 쌀가공식품 취급 및 노출비율 확대를 위한 실효성 있는 정책이나 사업을 발굴하는 등 다각적인 노력이 요구됨

3. 쌀가공식품산업 육성을 위한 발전방안

- 쌀가공식품산업 육성을 위한 종합 발전방안은 다음과 같이 정리할 수 있다.

< 쌀가공식품산업 육성을 위한 종합 발전방안 >

주요 정책방향	발전방안
1. 산업활성화 기반조성	- 가공용 쌀 전용 재배단지 조성 등 원료의 안정공급체계 구축 → 가공용 쌀의 생산부터 판매까지 일관체계 구축으로 안정성 확보, 원가절감 등을 통한 지속가능한 공급체계 도모
	- 가공용쌀 소비량 예측결과와 연계, 공급량 사전 예시체계 구축 → 쌀 가공산업 성장 및 가공용쌀 소비량 예측결과를 토대로 공급량을 사전 예시 하되, 가공업체의 수요량을 감안하여 신축적 대응
	- 쌀 가공업체 경영개선 지원 → 쌀 가공업체 시설확충, 품질 및 경영개선 등을 위한 융자지원 확대 → 쌀가공업체 현장 애로기술 및 경영문제 개선을 위한 컨설팅 강화
	- 쌀가공산업 인적기반 구축 → 위생관리, 제품개발, 영업 및 마케팅 등 분야별 전문인력 부족으로 품질 고급화, 경쟁력 확보를 위해 연구구자, 생산관리자, 경영자 및 현장 종사자 등에 대해 제품개발, 신규창업, 위생관리 등 분야별로 필요교육 실시
	- 쌀가공산업 통계·정보 제공체계 구축 → 통계청 쌀 소비량 조사와 연계 정기적으로 쌀가공산업 실태조사를 병행 추진하여 쌀 가공산업 전반 통계기반 구축
2. 산업경쟁력 강화	- 쌀가공식품 품질 향상 → 내실 있는 쌀가공제품 품평회(TOP 10 지정) 개최 등으로 생산업체에게는 신제품 개발과 품질 향상을 유도, 소비자에게는 우수 쌀가공제품 구매기회 확대 제공 → 수상 제품의 업체 사후관리 강화 및 인센티브 부여로 실효성 확보
	- 쌀가공식품 상품화 및 수출 촉진 → 떡류, 밥류, 주류, 과자류, 면류, 쌀 소스류 등 수출 유망품목 선정하고 해외 시장조사 및 마케팅 지원 등 체계적인 지원체계 구축
	- 소비촉진을 위한 홍보강화 → 쌀 가공식품에 대한 소비자 선호도는 “제품 자체의 차별성·우수성”보다는 “쌀 소비에 기여”라는 감성적 인식에 기초하는 측면이 강함로 쌀 및 쌀 가공식품의 우수성·기능성 연구사업 등을 지속 추진, 건강식으로서 쌀 가공식품의 우수성을 확산
	- 쌀가공식품 공공수요 확대 → 총리 또는 해당부처 훈령 등으로 군급식, 학교급식 등 공공부문 쌀 제품 이용 및 소비 확대

	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공식품 전용매장 설치 → 쌀가공식품 소비자 접점을 확대하고 판매 촉진을 위해 대형 유통업체와 전략적 제휴 및 쌀 가공식품 전문 판매장 설치
	<ul style="list-style-type: none"> - 떡산업을 대물림이 가능한 산업군으로 육성 → 영세한 떡제조업을 규모 및 조건에 따라 맞춤형 지원을 통한 대물림이 가능한 미래 직업군으로 육성
3. 농업과의 연계강화	<ul style="list-style-type: none"> - 시군단위 쌀가공식품 특화산업체 육성·지원 → 생산중심의 쌀 산업에서 가공 산업으로 확장을 위해 시·군단위로 쌀가공업 맞춤형 사업 및 쌀가공식품업체 육성을 단계별 추진
	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공 산업단지 조성 → 가공용쌀 전용재배단지와의 연계한 “쌀가공산업단지”를 조성, 쌀 가공식품의 체계적 지원 체계 구축
	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공식품 외식업체 창업지원 → 쌀가공식품 소비자 접점확대 및 사업화 지원을 위해 국내·외 쌀 가공제품 중심 외식업소 창업 등 패키지 지원체계 구축
	<ul style="list-style-type: none"> - 농업경영체(RPC)와 쌀가공기업의 융복합 추진 → 비용절감, 품질향상 등의 이점을 고려하여 농협 통합RPC 등 대규모 RPC를 대상으로 가공시설 설치 지원을 통한 RPC를 쌀 가공식품 생산주체로 육성·추진
	<ul style="list-style-type: none"> - 생산자 참여형 융복합 쌀가공기업 육성 → 가공용쌀 생산농가와 가공 및 마케팅 능력을 갖춘 쌀가공업체가 공동 출자 또는 제휴한 융복합형 농·공·상 쌀가공기업 육성지원
4. R&D 지원 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀 가공식품 R&D 투자 확대 → 쌀 가공산업 시장규모 확대에 부합하는 1.0% 수준(민간포함)의 국가 R&D 투자 확대
	<ul style="list-style-type: none"> - 가공용 쌀 신제품 개발·보급 확대 → 저렴한 원료 공급용, 제분비용 30% 절감 및 가공품의 품질향상을 위한 1품종 1제품 등 맞춤형 품종개발 및 원료 쌀의 안정적 수급기반 마련
	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공식품의 품질개선 → 수입 밀가루 대체 및 웰빙 쌀 가공식품 등 쌀가공식품 품질개선 연구 강화
	<ul style="list-style-type: none"> - 설비 국산화 및 수출제품 개발 → 가공밥 생산시스템 등 쌀가공제품 생산을 위한 핵심공정 제어 기술개발 보급
	<ul style="list-style-type: none"> - 연구성과의 산업화 지원시스템 구축 → 연구성과의 산업화지원을 위해 정보제공, 사업지원 및 산업화 후속기술 발굴·지원을 강화

제6절 결론

1. 요약 및 결론

- 최근 쌀 소비는 서구식 식생활이 보편화되면서 감소 추세가 가속화되고 있음. 더구나 지난 몇 년간 지속적인 생산 과잉과 의무수입량 증가 영향으로 재고량이 늘어나고 있음. 이에 따라 쌀 소비를 확대하는 방법으로 쌀 가공식품산업을 육성해야 한다는 요구가 그 어느 때 보다 높아지고 있음.
- 본 연구는 1차년도에 쌀가공식품산업의 현황 및 지원제도 등 쌀가공식품산업 일반현황과 쌀가공식품산업의 발전과정에 대한 시계열적 분석을 수행하고, 2차년도에는 1차년도 연구결과를 토대로, “복잡계 분석틀”을 이용하여 정부의 정책적 활동과 기업의 경제활동기간에 불안정성이 확대되는 원인과 경로를 확인하고 이를 차단할 수 있는 정책적 수단과 방법을 제시하며 아울러 소비자 쌀가공식품에 대한 소비자 인식 및 구입행태 등에 대한 조사연구를 수행함. 3차년도에는 1~2차년도 연구결과 2012년 쌀가공식품가공업체 실태조사결과를 토대로 쌀가공식품산업 육성여건 분석 및 쌀가공식품에 대한 소비자 인지도 조사등을 통하여 종합적인 쌀가공식품산업 발전방안을 도출코자 하였음.
- 쌀가공식품산업은 시계열적으로 살펴본 결과 정부가 추진하고 있는 쌀의 수급과 재고관리 정책방향에 따라 성장과 침체를 반복하는 패턴을 보이고 있음. 쌀가공식품산업은 생산량 증가에 따른 과잉재고 부담이 있을 경우 정부는 대북지원 혹은 단기처분 등의 소진정책과 병행하여 여러 정책대안들 중 하나의 대안으로 고려되고 육성되었다는 것임.
- 쌀가공식품산업관련 육성정책으로는 ① 가격인하 ② 가공용쌀 방출 ③ 시설자금 등 자금지원 ④ 연구비 지원 ⑤ 다양한 소비홍보 등으로 구성됨.
- 패턴을 정리하여 보면 “과잉재고 우려 → 정부 쌀가공산업육성정책 시행 → 기업의 설비투자 및 신규 참여기업 증가 → 쌀소비량 증가”로 이어지는 일련의 형태를 가지고 있으며 정부 가격인하 정책은 제조업체 수 증가 → 가공용쌀 소비량 증가로 이어지고 있으며 그 반대로 정부의 가격인상 정책은 제조업체 수 감소 → 가공용쌀 소비량 감소로 나타나고 있음.
- 이는 쌀가공식품산업이 태생적으로 정부 가격과 관련 정책에 대한 의존성이 매우 높다는 것을 보여주고 있음. 또한 그림에서 보는 바와 같이 패턴별 유사성을 살펴보면 ‘08년부터 지금까지의 정부지원정책으로 촉발된 쌀가공식품산업을 둘러싼 상황은 ‘90년대 초 쌀가공식품산업을 둘러싼 상황과 매우 흡사한 모습을 보여주고 있으며 ‘90년 중반에 경험한 바와 같이 쌀가공식품산업기반이 붕괴되고 제조업체의 연쇄도산에 따른 산업기반이 붕괴되는 상황이 재현될 수 있는 개연성을 무시할 수 없을 것임.
- 1차년도 연구결과와 연계하여 각 사례에 대한 복잡계 관점의 시스템 진화와 위기 분석 층위별 분석결과 쌀가공식품산업의 불안정성을 초래하는 공통적인 구조적 요인으로는
 - ① 지나치게 높은 대외(정부정책) 의존도 ② 취약한 쌀가공식품 원료유통 구조 ③ 낮은

제조업체 경쟁력 ④ 미흡한 산업기반 등으로 분석되어 이의 개선이 요구되며

- 아울러 쌀가공식품산업을 둘러싼 대내·외 환경과 여건이 급변하고 있고, 앞으로도 지속적인 변화가 예상되고 진화할 것으로 예견되는 바 이러한 변화에 능동적으로 대응하기 위한 동태적 관리기능을 강화할 필요가 있다 하겠음.

○ 1차년도 및 2차년도 연구결과 도출된 정책방향 및 정책과제에 대한 세부적인 단위과제의 실행방안으로 우선 쌀가공식품산업의 구조적인 요인 개선부문은

① 가격 및 가공원료 확보 면에서 지나치게 높은 대외 의존도를 해소하고 중장기적인 대안을 모색하기 위한 측면에서 (단위과제 1) 대체원료 가격 연동제 제도화, (단위과제 2) 정부 가공용쌀 안정 공급체계 활성화, (단위과제 3) 가공용쌀 전용 재배단지 조성, (단위과제 4) 맞춤형 벼품종 개발

② 가공용 쌀의 품질 및 관리시스템 안정화를 위한 대안 모색을 위한 부문 측면에서 (단위과제 5) 쌀가루 안정 공급시스템 구축, (단위과제 6) 가공용쌀 정부도정공장 운영 개선, (단위과제 7) 가공용쌀 유통·관리시스템 전산화

③ 제조업체 스스로 글로벌 경쟁력 제고를 통한 경쟁력 확보 부문에서는 (단위과제 8) 제조업체 경영 및 애로기술 개선을 위한 컨설팅 제도 운영, (단위과제 9) 제조업체 직원 및 연구인력에 대한 교육프로그램 운영, (단위과제 10) 가공용쌀 전용 재배단지 및 통합 RPC 등과 연계 쌀가공식품 집적화 단지 조성, (단위과제 11) 쌀가공제품 조세감면 추진, (단위과제 12) 쌀제품 연계 외식사업 육성

④ 산업기반 공고화를 위한 R&D 기능강화와 연관 주체들의 조직화 및 전문화 방안 모색에 관한 부문으로는 (단위과제 13) 현장 중심 연구과제 개발 및 지원시스템 도입, (단위과제 14) 고부가치 신규 R&D 분야 발굴 및 지원, (단위과제 15) 연구기관 전문성 제고, (단위과제 16) 협회 및 학회 등 연관 단체의 전문성 제고

○ 또한 동태적 관리 개선부문으로는 주로 급변하는 쌀가공식품산업의 주변 환경에 능동적으로 대응하고 중장기적인 소비기반 확보를 위한 것으로

① 앞에서 제시된 구조요인 개선부문의 주요 정책 및 과제의 지속성 및 실효성 확보를 위한 제도화 방안과 쌀가공식품산업 활성화를 위해 (단위과제 17) 조기경보체계 연계 정기 쌀가공식품산업 발전 종합계획 수립, (단위과제 18) “쌀가공식품산업 육성 및 이용촉진에 관한 법률“ 제정에 따른 후속사업 발굴

② 소비 활성화 기반조성을 위해서는 (단위과제 19) 쌀가공식품산업 및 소비 환경 등에 대한 통계조사 체계 구축 및 정례화, (단위과제 20) R10 Project 성공 추진 및 확대, (단위과제 21) 공공수요 제도화 등 유통채널 다양화

③ 장기적으로 지속적인 소비기반 확대를 위한 교육·홍보 강화 관련 부문으로는 (단위과제 22) 밥중심의 식문화 교육 및 청소년 대상 주식교육프로그램 개발 및 교육, (단위과제 23) 소비자 참여형 스타 상품 발굴 및 이슈화

<표 5-1> 중장기 쌀가공식품산업 발전방안 개념도



- 최근 정부는 수급정책의 일환으로 쌀가공식품산업의 산업적 비중을 확대하고 산업경쟁력 확보를 위해 다양한 정책을 시행하고 있음. 그 결과 외형이나 산업기반 자체는 크게 성장되었고 신규업체의 참여 및 제품 다양화 등 업계의 반응 또한 매우 긍정적으로 나타나고 있으며, 과거 사례들과는 달리 정부의 식품산업 육성이라는 정책적 의지, 소비시장의 변화 인지, 대기업의 참여 등 일련의 과정들이 상호 시너지 효과를 내며 긍정적인 상황으로 호전되고 있으나 정부 지원정책의 일관성, 기업의 수용능력 및 대외 변수의 관리능력 등과 관련해서는 여전히 불안정성을 내포하고 있음.
- 그러나 2007년 기존 쌀가공식품에 대한 소비자 인식 및 소비행태에 관한 선행연구를 토대로 2012년을 기준으로 소비자의 쌀가공식품에 대한 인식, 소비행태 및 구입경로 등을 조사한 결과 과거 떡중심의 소비행태에서 쌀막걸리, 쌀떡볶이 등에 대한 소비자의 구입 경험 및 의지가 매우 강한 것을 확인하였음.
- 또한 쌀가공식품에 대한 소비자 인지도 및 선호도 조사의 경우에도 대부분이 쌀가공식품을 사전에 인지(91%)하고 있는 것으로 나타났고 선호도 또한 “매우 좋다”가 14%, “약간 좋다”가 56%로 나타나 쌀가공식품이 가공식품으로 상당히 대중화 되어있다는 것을 알 수 있었으며 이는 2010년 이후 정부의 쌀가공식품산업에 대한 다양한 활성화 정책의 추진과 쌀가공업체의 제품 다양화 및 품질 개선 등의 노력결과라 할 수 있음
- 쌀가공식품산업이 새로운 식품산업의 발전 동력으로 그리고 정부 쌀 수급정책의 한축으로 제 기능을 담당할 수 있도록 하기 위해서는 급진적이고 일회성으로 점철되는 과거의 행태를 버리고 보다 거시적이고 지속성을 담보하면서도 끊임없이 진화하는 산업 환경에 능동적으로 대응할 수 있는 제도적 장치를 강구할 필요가 있음. 또한 기업 스스로도 과거와 달리 인지된 불안정성 원인을 토대로 보다 적극적인 해소방안을 모색하고 성장루프(선순환)로 발전할 수 있는 종합적인 해법을 강구할 필요가 있음.

2. 연구한계

- 정부 쌀가공식품산업 육성 의지에 따라 쌀가공식품산업의 시장규모, 가공용쌀 소비량, 가공업체 수 등 외형적 확대가 이루어 지고 있음. 그러나 쌀가공업체의 원료 소비구조가 햅쌀보다는 공공비축미 중심으로 확대되면서 쌀가공식품산업의 정부 의존성이 심화되고 일부 규모화된 기업중심 시장확대 및 농업과의 연계성이 약화등 문제점이 새롭게 드러나고 있음.
- 따라서 쌀가공식품산업이 새로운 식품산업의 발전 동력으로 그리고 정부 쌀 수급정책의 한축으로 제 기능을 담당할 수 있도록 하기 위해서는 급진적이고 일회적인 관심과 정책 수립 행태를 버리고 거시적이고 지속성을 담보하면서도 끊임없이 진화하는 산업 환경에 능동적으로 대응할 수 있는 제도적 장치를 강구하는데 노력해야 할 것임.

[1-2세부]

제 1절 종류별 쌀가루의 제분특성, 가공적성 증진 및 표준품질 지표 확립 연구

1. 종류별 효소전처리 쌀가루의 제분특성

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용된 재료는 단립종(경기미), 장립종을 사용하였고, 효소제품은 β -amylase#1500s, Bakezyme BXP5000BG, Bakezyme P500, Spezyme LT300, GC 199, Rohament CL로 총 6가지와 *Lactobacillus*를 (주)비전바이오켄으로부터 제공받아 사용하였다.

(2) 제조

효소처리 쌀가루를 제조하기 위해 쌀은 단립종과 장립종으로 분류하고 효소를 물에 희석하여 쌀과 함께 25°C에서 3시간 침지하였다. 탈수 후 roll mill을 이용하여 1차 분쇄하였고, 60°C 열풍건조기에서 수분함량이 10 ~ 11 %가량 될 때까지 건조하였다. 이를 제분기종류에 따라 Roll mill, Pin mill, Air crusher를 이용하여 2차 분쇄를 하여 효소처리 쌀가루를 얻었으며, 이는 폴리에틸렌 용기에 담아 냉장 보관하여 시료로 사용하였다.

표 1. 분쇄 전처리 방법 및 종류별 효소 처리에 따른 쌀가루의 분류

Grain type	Milling method	Classification of Enzyme	Enzyme	Sample
Long	Air crusher	β -amylase#1500s	β -amylase	LBA-AC
		Spezyme LT300	Bacterial α -amylase	LAA-AC
		Rohament CL	Cellulase 외 복합효소	LCM-AC
		Lactobacillus		LLB-AC
Short	Roll mill	β -amylase#1500s	β -amylase	BA-RM
		Bakezyme BXP5000BG	Hemicellulase & xylanase	HX-RM
		Bakezyme P500	Fungal α -amylase	FA-RM
		Spezyme LT300	Bacterial α -amylase	AA-RM
		GC 199	Glucose oxidase	GO-RM
		Rohament CL	Cellulase 외 복합효소	CM-RM
	Pin mill	Pin mill	β -amylase#1500s	β -amylase
Bakezyme BXP5000BG			Hemicellulase & xylanase	HX-PM
Bakezyme P500			Fungal α -amylase	FA-PM
Spezyme LT300			Bacterial α -amylase	AA-PM
GC 199			Glucose oxidase	GO-PM
Air crusher	Air crusher	Rohament CL	Cellulase 외 복합효소	CM-PM
		Lactobacillus		LB-AC

나. 실험방법

(1) 색도

색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 표준백판 L : 99.47, a : -0.09, b : -0.14이다.

(2) 입도분포

쌀가루의 입도분포는 입도분석기(Laser Particle size analyzer, CILAS 1064 Liquid, CILAS, France)를 이용하여 분석하였다.

(3) RVA 호화특성

쌀가루의 호화특성을 AACC Method 61-02에 의하여 RVA(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific, RVA-Super4, Australia)를 이용하여 측정하였다. 각 시료는 건물 기준으로 14% 농도가 되도록 제조하였으며, 측정온도는 1분간 50℃를 유지하고 95℃까지 12℃/min의 속도로 온도를 상승시킨 후 2분 30초 동안 95℃를 유지, 12℃/min의 속도로 50℃까지 온도를 하강시킨 후 50℃에서 2분간 유지하여 점도곡선을 얻었다. 얻어진 점도 곡선으로부터 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(minimum viscosity), 최종점도(final viscosity)를 측정하고 이들 측정치로부터 breakdown, setback 값을 구하였다.

(4) 전분손상도

쌀가루의 전분손상도는 전분손상도 측정 장치(Starch Damaged Measurement, SD matic, Chopin Technologies, Villeneuve-la-Garene, France)를 이용하여 측정하였다.

다. 연구결과

(1) 전분 분해 효소종류에 따른 장립종의 제분 특성

3 종류 효소로 전처리를 한 장립종을 Air crusher를 이용하여 쌀가루로 제분하고 그에 따른 품질특성을 조사하였다. 효소처리 장립종 쌀가루의 수분함량은 10.41 ~ 13.05 %로 나타났다. 명도를 나타내는 L 값은 비효소처리 쌀가루에 비해 효소처리 장립종 쌀가루가 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며, a 값과 b 값은 비효소처리 쌀가루에 비해 낮은 값을 나타내었으나 효소종류에 따른 쌀가루의 차이를 나타내지 않았다(표 2).

표 2. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀가루의 수분함량 및 색도

Sample ¹⁾	Moisture(%)	Color value		
		L	a	b
LBA-AC	13.05 ± 0.19 ²⁾	97.05 ± 0.04	-0.12 ± 0.01	2.99 ± 0.13
LAA-AC	12.41 ± 0.72	97.27 ± 0.17	-0.12 ± 0.03	2.89 ± 0.31
LCM-AC	12.59 ± 0.18	96.70 ± 0.56	-0.14 ± 0.03	2.83 ± 0.13
Control ³⁾	12.75 ± 0.36	97.61 ± 0.17	-0.22 ± 0.02	3.22 ± 0.01

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음.

²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control : Long rice flour of non-enzyme treatment.

Particle size analyser를 이용하여 측정한 효소처리 장립종 쌀가루의 입도분포는 표 3과 같이 17.73 ~ 24.84 μm의 분포로 나타났으며 비효소처리 쌀가루가 24.84 μm로 시료간에 유의적으로 큰 입자 크기를 나타내었으며, 효소종류에 따라서 입자크기가 LCM-AC > LBA-AC >

LAA-AC 순으로 나타났다.

표 3. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀가루의 입도분포

Sample ¹⁾	Particle size (μm)			
	Diameter at 10.00%	Diameter at 50.00%	Diameter at 90.00%	Mean Diameter
LBA-AC	2.93 \pm 0.32 ²⁾	12.06 \pm 0.07	51.54 \pm 1.18	20.06 \pm 0.39
LAA-AC	2.82 \pm 0.06	9.77 \pm 0.10	45.60 \pm 0.66	17.73 \pm 1.02
LCM-AC	3.26 \pm 0.05	13.19 \pm 0.05	53.59 \pm 0.79	21.60 \pm 0.28
Control ³⁾	3.19 \pm 0.01	16.29 \pm 0.14	59.35 \pm 0.08	24.84 \pm 0.09

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean \pm SD (n=3). ³⁾ Control : Long rice flour of non-enzyme treatment.

표 4는 효소처리 장립종 쌀가루의 전분손상도 측정 결과를 나타내었다. 전분손상도 측정기 (SD matic)를 이용하여 측정한 것으로 밀가루의 전분손상도 표준범위는 4 ~ 9로 나타나있으나 쌀가루에 대한 전분손상도 표준범위가 측정되어 있지 않아 시료간의 전분손상도 차이를 상대적으로 비교하는 것에 의미를 두며, AI는 요오드 흡수율로서 측정값이 높게 나올수록 전분 손상도가 큰다는 것을 의미한다. AI는 다른 시료에 비해 LBA-AC가 낮은 값을 나타내었으며 LAA-AC, LCM-AC와 비효소처리 쌀가루 시료간의 차이는 나타나지 않았다. AI를 환산한 값인 AACC 76-31은 LRC > LCM-AC > LAA-AC > LBA-AC 순으로 차이를 나타내었다.

표 4. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀가루의 전분손상도

Sample ¹⁾	AI(%)	AACC76-31 ³⁾
LBA-AC	92.51 \pm 0.15 ²⁾	3.88 \pm 0.09
LAA-AC	93.30 \pm 0.02	4.36 \pm 0.01
LCM-AC	93.39 \pm 0.15	4.42 \pm 0.10
Control ⁴⁾	93.45 \pm 0.10	4.49 \pm 0.02

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean \pm SD (n=3).

³⁾ AACC 76-31 : 전분손상도 측정기를 이용하여 측정된 AI(%)를 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값임. ⁴⁾ Control : Long rice flour of non-enzyme treatment.

효소처리 장립종 쌀가루의 호화특성은 표 5에 나타내었다. 호화개시온도는 아밀로오스 함량 및 무정형부분에서 분자간의 화합 정도 등이 영향을 미치며 전분 입자의 내부구조가 치밀할수록 가열시 느리게 팽윤되어 높은 호화 온도를 갖는다. 효소처리 장립종 쌀가루는 비효소처리 쌀가루에 비해 낮은 호화개시 온도를 나타내어 효소처리에 의해서 쌀가루의 전분 입자 내부구조가 분해된 것으로 사료된다. 최고 점도는 전분입자의 팽윤정도 및 열이나 전단에 대한 팽윤된 입자의 저항정도를 나타내는 값으로 효소처리 장립종 쌀가루의 최고점도는 LAA-AC가 489.62 cP로 가장 낮은 점도를 나타내었다. Breakdown은 전분립이 깨어지는 정도를 나타내어 호화액의 안정성을 나타내는 값으로 효소처리 장립종 쌀가루는 비효소처리 쌀가루에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며 이는 효소처리 장립종 쌀가루가 전분의 노화 저항력이 큰 것으로 사료된다. 팽윤된 입자사이의 마찰 또는 팽윤된 입자와 가용성 전분과의 응집성으로 전분의 노화특성을 나타내는 Setback은 LAA-AC가 가장 낮은 값(322.47 cP)으로 전분의 노화가 가장 적게 일어날 것으로 사료된다.

표 5. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀가루의 RVA 호화특성

Sample ¹⁾	Pasting Temp (°C)	Viscosity(cP)				
		Peak	Trough	Final Viscosity	Breakdown	Setback
LBA-AC	87.22 \pm 0.64 ²⁾	1859.00 \pm 26.51	1588 \pm 38.16	3257.33 \pm 13.58	271.00 \pm 19.67	1669.33 \pm 50.08
LAA-AC	86.22 \pm 0.37	489.62 \pm 34.50	195.92 \pm 10.78	518.89 \pm 25.20	296.25 \pm 24.10	322.47 \pm 14.23
LCM-AC	86.47 \pm 0.19	2007.42 \pm 25.69	1695.23 \pm 8.89	3492.86 \pm 19.27	312.19 \pm 17.12	1798.12 \pm 11.00
Control ³⁾	88.30 \pm 0.11	2687.33 \pm 1.53	2174.00 \pm 2.00	3818.33 \pm 3.06	515.67 \pm 1.53	1647.00 \pm 4.00

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음.
²⁾ Values are mean±SD (n=3).
³⁾ Control : Long rice flour of non-enzyme treatment.

(2) 전분 분해 효소종류에 따른 단립종의 제분 특성

6 종류의 전분분해 효소를 사용한 단립종을 Roll mill과 Pin mill로 제분조건을 달리하여 제조한 후 효소처리 단립종 쌀가루의 제분 특성을 조사하였다. Roll mill로 제분한 효소처리 단립종 쌀가루의 수분함량은 표 6과 같이 10.94 ~ 11.69 %의 범위로 나타났으며, Pin mill로 제분한 경우에는 10.51 ~ 10.95 %의 범위로 나타났다. 색도 측정 결과 L 값은 Roll mill과 Pin mill을 이용한 경우 효소에 따른 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으며, 비효소처리 쌀가루에 비해 밝게 나타났다. a 값과 b 값은 Roll mill 처리에 비해 Pin mill 처리구에서 (-)값이 크게 나타났다. Roll mill과 Pin mill 처리구에서 GO(Glucose oxidase 효소처리)는 L 값이 유의적으로 작게 나타났으며, a 값과 b 값은 크게 나타났다.

표 6. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀가루의 수분함량 및 색도

Sample ¹⁾	Moisture(%)	Color value		
		L	a	b
BA-RM	11.03 ± 0.10 ²⁾	97.97 ± 0.35	-0.19 ± 0.01	2.16 ± 0.37
HX-RM	10.94 ± 0.04	97.88 ± 0.06	-0.16 ± 0.02	2.15 ± 0.02
FA-RM	11.15 ± 0.36	97.72 ± 0.36	-0.17 ± 0.01	2.05 ± 0.10
AA-RM	11.69 ± 0.03	97.91 ± 0.07	-0.15 ± 0.02	2.19 ± 0.03
GO-RM	11.06 ± 0.80	97.45 ± 0.14	-0.10 ± 0.02	2.78 ± 0.08
CM-RM	11.69 ± 0.20	97.58 ± 0.41	-0.17 ± 0.01	2.25 ± 0.08
BA-PM	10.06 ± 0.15	97.36 ± 0.11	-0.25 ± 0.02	2.99 ± 0.07
HX-PM	10.59 ± 0.39	97.93 ± 0.04	-0.20 ± 0.02	2.34 ± 0.05
FA-PM	10.51 ± 0.05	97.90 ± 0.10	-0.21 ± 0.02	2.52 ± 0.16
AA-PM	10.95 ± 0.01	97.53 ± 0.15	-0.23 ± 0.03	3.01 ± 0.02
GO-PM	10.51 ± 0.04	97.29 ± 0.09	-0.16 ± 0.02	3.12 ± 0.07
CM-PM	10.78 ± 0.05	97.59 ± 0.12	-0.25 ± 0.03	2.79 ± 0.01
Control ³⁾	12.73 ± 0.28	95.52 ± 0.08	-0.12 ± 0.01	3.37 ± 0.13

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Control : Short rice flour of non-enzyme treatment.

효소처리 단립종 쌀가루의 입도분포를 측정하여 표 7에 나타내었다. 제분조건이 Roll mill의 경우, HX-RM가 28.82 μm로 유의적으로 큰 입자크기를 나타내었으나 AA-RM은 17.97 μm로 작은 크기를 나타내었다. Pin mill로 제분한 경우, 33.03 μm의 입자크기를 나타낸 HX-PM를 제외하고는 16.36 ~ 21.21 μm의 입자크기로 Roll mill보다 작은 입자크기를 나타내었다.

표 7. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀가루의 입도분포

Sample ¹⁾	Particle size (μm)			
	Diameter at 10.00%	Diameter at 50.00%	Diameter at 90.00%	Mean Diameter
BA-RM	2.50 \pm 0.01 ²⁾	9.83 \pm 0.32	55.94 \pm 2.00	20.51 \pm 0.73
HX-RM	3.31 \pm 0.01	19.38 \pm 0.26	68.18 \pm 0.008	28.82 \pm 0.10
FA-RM	2.81 \pm 0.00	12.51 \pm 0.09	59.22 \pm 0.25	23.05 \pm 0.13
AA-RM	2.32 \pm 0.01	7.66 \pm 0.08	51.56 \pm 0.33	17.97 \pm 0.02
GO-RM	2.73 \pm 0.00	12.43 \pm 0.08	61.16 \pm 0.68	23.28 \pm 0.24
CM-RM	2.80 \pm 0.01	13.32 \pm 0.14	54.97 \pm 0.33	22.10 \pm 0.16
BA-PM	2.31 \pm 0.04	7.89 \pm 0.08	46.00 \pm 2.91	16.36 \pm 0.75
HX-PM	3.44 \pm 0.06	18.69 \pm 0.34	83.47 \pm 4.31	33.03 \pm 1.21
FA-PM	2.73 \pm 0.05	10.19 \pm 0.31	58.55 \pm 0.59	21.21 \pm 0.35
AA-PM	2.34 \pm 0.06	7.84 \pm 0.15	55.58 \pm 1.53	18.66 \pm 0.27
GO-PM	2.59 \pm 0.02	9.90 \pm 0.06	58.60 \pm 0.76	20.81 \pm 0.18
CM-PM	2.71 \pm 0.06	10.32 \pm 0.33	53.05 \pm 0.23	19.83 \pm 0.17
Control ³⁾	3.21 \pm 0.04	15.86 \pm 0.11	39.73 \pm 0.48	19.00 \pm 0.06

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean \pm SD (n=3). ³⁾ Control : Short rice flour of non-enzyme treatment.

제분조건을 Roll mill과 Pin mill로 달리하여 효소처리 단립종 쌀가루의 전분손상도는 표 8과 같이 효소 처리한 단립종의 쌀가루가 비효소처리 쌀가루에 비해 낮은 전분손상도를 나타내었다. Roll mill로 제분한 경우, HX-RM과 AA-RM은 다른 효소처리에 비해 높은 AACC 76-31 값을 나타내었으며, BA-RM은 가장 낮은 값을 나타내었다. Pin mill로 제분한 경우, HX-PM이 3.44로 높은 값을 나타내었으며 BA-RM이 2.37로 낮은 값을 나타내었으나 Roll mill로 제분한 처리구에 비해 낮은 전분손상도를 나타내었다.

표 8. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀가루의 전분손상도

Sample ¹⁾	AI(%)	AACC76-31 ³⁾
BA-RM	91.03 \pm 0.08 ²⁾	3.04 \pm 0.04
HX-RM	92.26 \pm 0.06	3.69 \pm 0.15
FA-RM	91.67 \pm 0.10	3.38 \pm 0.06
AA-RM	92.09 \pm 0.02	3.62 \pm 0.01
GO-RM	91.35 \pm 0.07	3.20 \pm 0.04
CM-RM	91.75 \pm 0.07	3.44 \pm 0.02
BA-PM	89.72 \pm 0.08	2.37 \pm 0.04
HX-PM	92.57 \pm 0.57	3.44 \pm 0.03
FA-PM	90.82 \pm 0.15	2.91 \pm 0.08
AA-PM	89.84 \pm 0.21	2.46 \pm 0.10
GO-PM	90.08 \pm 0.07	2.55 \pm 0.04
CM-PM	91.36 \pm 0.14	3.22 \pm 0.08
Control ⁴⁾	93.16 \pm 0.15	4.27 \pm 0.09

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean \pm SD (n=3). ³⁾ AACC 76-31 : 전분손상도 측정기를 이용하여 측정된 AI(%)를 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값. ⁴⁾ Control : Short rice flour of non-enzyme treatment.

표 9는 제분조건을 달리한 효소처리 단립종 쌀가루의 호화특성을 나타내었다. Roll mill과 Pin mill로 제분한 효소처리 단립종 쌀가루들의 호화개시온도는 비효소처리 쌀가루에 비해 유의적으로 높은 온도를 나타내었다. Roll mill로 제분한 경우, AA-RM의 호화개시온도가 78.83 $^{\circ}\text{C}$ 로 낮았으며 HX-RM은 87.10 $^{\circ}\text{C}$ 로 높은 온도를 나타내었다. AA-RM은 최고점도, breakdown, setback이 가장 낮게 나타나 bacterial α -amylase 처리 시 노화의 저항력이 커지는 것으로 사료된다. Pin mill로 제분한 경우, HX-PM과 AA-PM은 최고점도, breakdown, setback이 유의적으로 낮게 나타나 다른 효소처리 단립종 쌀가루에 비해 전분의 노화가 적게 일어날 것으로 사료된다.

표 9. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀가루의 RVA 호화특성

Sample ¹⁾	Pasting Temp (°C)	Viscosity (cP)				
		Peak	Trough	Final Viscosity	Breakdown	Setback
BA-RM	86.43 ± 0.03 ²⁾	2733.67 ± 29.40	1807.67 ± 28.94	3244.67 ± 14.64	926.00 ± 58.03	1437.00 ± 20.52
HX-RM	87.10 ± 0.95	2383.67 ± 30.99	1612.67 ± 101.67	2807.00 ± 66.30	771.00 ± 82.53	1194.33 ± 43.47
FA-RM	86.52 ± 0.08	2585.33 ± 33.08	1570.33 ± 52.21	2926.33 ± 68.13	1015.00 ± 19.16	1356.00 ± 18.08
AA-RM	78.83 ± 0.92	591.00 ± 3.61	67.00 ± 2.65	212.00 ± 7.81	524.00 ± 1.73	145.00 ± 5.20
GO-RM	86.48 ± 0.08	2756.33 ± 30.01	1873.67 ± 81.21	3127.00 ± 73.00	882.67 ± 72.67	1253.33 ± 9.87
CM-RM	86.52 ± 0.03	2845.33 ± 75.45	1899.67 ± 76.74	3278.67 ± 82.08	945.67 ± 6.66	1379.00 ± 7.00
BA-PM	86.85 ± 0.44	2737.67 ± 18.04	1772.00 ± 13.14	3040.67 ± 43.47	965.67 ± 37.23	1268.67 ± 11.15
HX-PM	88.40 ± 0.44	1727.00 ± 9.17	1129.00 ± 97.32	2010.33 ± 80.25	598.00 ± 91.15	881.33 ± 18.56
FA-PM	86.78 ± 0.49	2504.67 ± 13.58	1546.67 ± 33.50	2738.67 ± 26.03	958.00 ± 41.33	1192.00 ± 9.85
AA-PM	83.30 ± 0.05	755.00 ± 14.00	158.00 ± 7.94	409.33 ± 7.37	597.00 ± 19.47	251.33 ± 0.58
GO-PM	86.72 ± 0.42	2753.00 ± 12.12	1916.67 ± 102.55	3055.67 ± 93.83	836.33 ± 90.51	1139.00 ± 8.72
CM-PM	86.80 ± 0.43	2729.33 ± 37.81	1811.67 ± 51.81	3034.33 ± 40.46	917.67 ± 66.73	1222.67 ± 13.87
Control ³⁾	72.97 ± 0.42	2626.33 ± 14.19	1758.33 ± 125.29	3081.33 ± 109.92	868.00 ± 114.67	1323.00 ± 17.09

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Control : Short rice flour of non-enzyme treatment.

(3) 발효미생물에 따른 쌀가루의 제분 특성

발효미생물 *Lactobacillus*로 처리하고 Air crusher로 제분하여 쌀가루의 특성은 표 10과 같이 발효미생물 처리 쌀가루의 수분함량은 단립종 쌀가루가 10.63 %, 장립종 쌀가루가 10.99 %로 나타났다. 단립종 쌀가루의 L, a, b 값은 장립종 쌀가루에 비해 높게 나타났으며, 발효미생물 처리 쌀가루는 비발효미생물 처리 쌀가루에 비해 밝기를 나타내는 L값이 적게 나타났으며 a 값과 b 값은 크게 나타나 발효미생물 처리는 쌀가루의 색도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 10. Air crusher를 이용한 발효미생물처리 장립종 및 단립종 쌀가루의 수분함량 및 색도

Sample ¹⁾	Moisture(%)	Color value		
		L	a	b
LB-AC	10.63 ± 0.46 ²⁾	76.90 ± 5.28	7.62 ± 0.65	47.72 ± 15.34
LLB-AC	10.99 ± 0.20	75.93 ± 0.61	6.16 ± 0.40	35.99 ± 0.51
Control 1 ³⁾	12.73 ± 0.28	95.52 ± 0.08	-0.12 ± 0.01	3.37 ± 0.13
Control 2 ⁴⁾	12.75 ± 0.36	97.61 ± 0.17	-0.22 ± 0.02	3.22 ± 0.01

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Control 1 : Shot rice flour of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour of non-microzyme treatment.

발효미생물 처리 쌀가루의 입도분포는 표 11과 같다. 단립종 쌀가루의 입자크기는 15.68 μm 로 장립종 쌀가루의 입자크기에 비해 약 5.5배 크게 나타났으며, 비발효미생물 처리 쌀가루의 경우 단립종 쌀가루보다 장립종 쌀가루가 1.3배 크게 나타났다.

표 11. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 및 단립종 쌀가루의 입도분포

Sample	Particlesize (μm)			
	Diameter at 0.00%	Diameter at 50.00%	Diameter at 90.00%	Mean Diameter
LB-AC	2.61 ± 0.01	8.77 ± 0.08	36.76 ± 0.35	15.68 ± 0.27
LLB-AC	3.36 ± 2.03	18.09 ± 1.35	349.48 ± 15.84	85.66 ± 7.84
Control 1 ³⁾	3.21 ± 0.04	15.86 ± 0.11	39.73 ± 0.48	19.00 ± 0.06
Control 2 ⁴⁾	3.19 ± 0.01	16.29 ± 0.14	59.35 ± 0.08	24.84 ± 0.09

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Control 1 : Shot rice flour of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour of non-microzyme treatment.

발효미생물 처리 쌀가루의 전분손상도는 장립종 쌀가루가 3.33으로 0.5인 단립종 쌀가루에

비해 전분손상도가 큰 것으로 나타났으나(표 12), 비발효미생물 처리 쌀가루에 비해 낮게 나타나 발효미생물 처리가 전분손상도를 경감시키는 것으로 사료된다.

표 12. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 및 단립종 쌀가루의 전분손상도

Sample ¹⁾	AI(%)	AACC76-31 ³⁾
LB-AC	83.98 ± 0.37 ²⁾	0.50 ± 0.07
LLB-AC	91.58 ± 0.01	3.33 ± 0.01
Control 1 ⁴⁾	93.16 ± 0.15	4.27 ± 0.09
Control 2 ⁵⁾	93.45 ± 0.10	4.49 ± 0.02

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ AACC 76-31 : 전분손상도 측정기를 이용하여 측정된 AI(%)를 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값.

⁴⁾ Control 1 : Shot rice flour of non-microzyme treatment. ⁵⁾ Control 2 : Long rice flour of non-microzyme treatment.

표 13은 발효미생물 처리 쌀가루의 RVA 호화특성을 나타내었다. 발효미생물 처리 단립종과 장립종 쌀가루의 최고점도, breakdown, setback은 비발효미생물 처리 쌀가루에 비해 낮게 나타나 *Lactobacillus* 처리가 전분의 노화에 대한 저항력을 크게 하여 노화를 적게 일어나게 하는 것으로 사료된다.

표 13. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 및 단립종 쌀가루의 RVA 호화특성

Sample ¹⁾	Pasting Temp (°C)	Peak time (min)	Viscosity(cP)			
			Trough	Final Viscosity	Breakdown	Setback
LB-AC	87.33 ± 0.83 ²⁾	2403.00 ± 11.53	1400.33 ± 46.54	2483.67 ± 41.63	1044.67 ± 58.35	1076.33 ± 6.66
LLB-AC	88.53 ± 0.38	1292.00 ± 19.70	1203.00 ± 14.42	2548.33 ± 0.58	88.33 ± 5.03	1351.00 ± 15.72
Control 1 ³⁾	72.97 ± 0.42	2626.33 ± 14.19	1758.33 ± 125.29	3081.33 ± 109.92	868.00 ± 114.67	1323.00 ± 17.09
Control 2 ⁴⁾	88.30 ± 0.11	2687.33 ± 1.53	2174.00 ± 2.00	3818.33 ± 3.06	515.67 ± 1.53	1647.00 ± 4.00

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Shot rice flour of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour of non-microzyme treatment.

2. 종류별 쌀가루의 가공적성 및 효소쌀가루를 이용한 쿠키

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용된 재료는 효소처리쌀가루, 설탕(정백당, 제일제당), 무염버터(서울우유), 베이킹파우더, 계란을 사용하였다.

(2) 제조

(가) 배합비

쌀 쿠키의 제조를 위해 AACC method 10-50D의 방법에 따라 예비실험을 실시하였고, 가공적성에 맞게 제조방법을 변형하여 사용하였다. 배합비는 쌀가루 130g, 버터 50g, 설탕 40g, 노른자 30g, 베이킹 파우더 1g과 같다.

(나) 쿠키 제조법

각 재료를 계량하고 볼에 버터를 넣은 다음 반죽기를 이용하여 2분간 크림 화시키고 볼 벽에 있는 것을 고무주걱으로 깨끗하게 긁어내고 설탕을 넣은 다음 다시 2분간 크림상태가 될 때까지 혼합하였다. 고무주걱으로 벽을 깨끗하게 긁어낸 다음 난황을 넣고 다시 1분간 혼합하였다. 미리 계량한 믹스를 넣고 2분간 반죽하였다. 반죽을 지퍼팩에 넣어 -18℃ 냉동실에 하루밤 방

치 후 지름 34 mm, 두께 0.8 mm인 둥근 모양으로 성형하였다. 이것을 밑불 150℃, 윗불 170℃ 오븐에서 22분간 구운 후 실온에서 1시간 식힌 다음 시료로 사용하였다.

나. 실험방법

(1) 반죽의 밀도 및 pH

쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL을 넣은 후 5 g의 반죽을 넣었을 때 늘어난 높이, 즉 부피와 반죽의 무게로 구하였다(g/mL). pH는 비이커에 반죽 5 g과 증류수 45 mL을 넣고 균질화 시킨 후 pH meter(520A, ORION, USA)로 상온에서 측정하였다.

(2) 쿠키의 수분 및 지방함량

수분함량은 105℃ 건조법으로 측정하였고, 지방함량은 sohxlet추출법에 따라 측정하였다.

(3) 쿠키의 색도

앞의 쌀가루 색도 측정 방법과 같으며 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02이다.

(4) 쿠키의 퍼짐성

쿠키의 퍼짐성 지수(Spread factor)는 AACC method 10-5D를 사용하여 구하였다. 퍼짐성 지수는 너비(mm)에 대한 쿠키 6개의 높이(mm)의 비를 나타낸 값으로 아래 식을 이용하여 나타내었다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{Width of a cookie (mm)}}{\text{Height of 6 cookies (mm)}} \times 10$$

(5) 쿠키의 텍스처

텍스처는 오븐에서 구워낸 후 1시간 방냉시킨 후 Texture Analyser(TX XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 경도(hardness)와 부서짐성(crispness)을 측정하였다. 측정조건은 표 15와 같다. 경도는 그래프 중 최고 피크점을 기준으로 하여 나타내었고, 부서짐성은 그래프에 나타난 피크의 개수를 측정하여 나타내었다. 측정 조건은 Pluger type : 2mm cylinder probe, Test speed : 1.0 mm/s, Pre-test speed : 3.0 mm/s, Post-test speed : 5.0 mm/s, Distance : 10.0 mm 이다.

(6) 관능평가 및 기호도 평가

평가는 9점 척도로 이루어졌으며 1점에 가까울수록 강도가 약함, 5점에 가까울수록 강도가 적당함, 9점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다. 관능평가 항목은 고소한 향(savory aroma), 쿠키표면의 균열정도(crack), 갈색정도(brownness), 고소한 맛(savory flavor), 경도(hardness), 바삭함(crispness)이었다.

기호도 평가를 위해 일반 성인 20명을 대상으로 실시하였다. 기호도 평가는 9점척도를 이용하여 표시하도록 하였으며 1점으로 갈수록 '매우 싫다'에서 9점에 가까울수록 '매우 좋다'를 표시하도록 하였다. 평가항목은 냄새(aroma), 외관(appearance), 맛(flavor), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall acceptability)이었다.

다. 연구결과

(1) 종류별 전분 분해 효소처리 장립종 쌀가루를 이용한 쿠키 품질 특성

3종류의 효소로 전처리 한 장립종을 Air crusher로 제분하여 만든 쌀가루로 쿠키를 제조하고

품질특성을 조사하였다. 밀도의 경우 비효소처리 쌀가루 및 밀가루와 효소처리 쌀가루들 간의 유의적인 차이는 보이지 않았으며, pH의 경우 밀가루의 pH에 비해 효소처리 장립종 쌀가루와 비효소처리 쌀가루의 pH가 높게 나타내어 효소처리가 밀도와 pH에 영향을 주지 않은 것으로 나타났다(표 14).

표 14. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀 쿠키 반죽의 밀도 및 pH

Sample ¹⁾	Density(g/mL)	pH
LBA-AC	1.19 ± 0.03 ²⁾	8.33 ± 0.02
LAA-AC	1.22 ± 0.03	8.60 ± 0.03
LCM-AC	1.21 ± 0.04	8.23 ± 0.02
Control 1 ³⁾	1.22 ± 0.03	8.74 ± 0.01
Control 2 ⁴⁾	1.22 ± 0.03	7.75 ± 0.04

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Long rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

표 15는 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 수분 함량, 조지방 함량 및 색도변화를 나타내었다. 밀가루 쿠키 및 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 수분함량은 3.13 ~ 4.69 %의 범위로 유의차를 나타내지 않았으며 비효소처리 쌀 쿠키의 수분은 5.39 %로 유의적으로 높게 낮게 나타났다. 비효소처리 및 효소처리 장립종 쌀가루와 밀가루를 이용한 쿠키의 지방함량은 23.35 ~ 23.79로 유의차를 나타내지 않았다. 색도 측정 결과 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 L 값과 b 값은 비효소처리 쌀 쿠키에 비해 낮은 값을 나타내어 약간 어두운 색을 나타내었다.

표 15. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 수분 함량, 조지방 함량 및 색도변화

Sample ¹⁾	Moisture(%)	Crude Fat(%)	Color value		
			L	a	b
LBA-AC	3.54 ± 0.14 ²⁾	23.79 ± 0.53	80.88 ± 0.17	4.92 ± 0.29	33.20 ± 0.60
LAA-AC	3.13 ± 0.38	23.35 ± 0.80	76.68 ± 0.67	8.24 ± 0.51	35.03 ± 1.08
LCM-AC	3.98 ± 0.35	23.64 ± 0.67	79.99 ± 1.11	5.31 ± 0.66	34.48 ± 0.87
Control 1 ³⁾	5.29 ± 0.13	23.71 ± 0.43	86.15 ± 0.11	4.12 ± 0.13	23.78 ± 0.21
Control 2 ⁴⁾	4.69 ± 0.09	23.67 ± 0.33	81.52 ± 1.53	3.70 ± 1.58	31.76 ± 1.58

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Long rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

효소처리 장립종 쌀 쿠키의 퍼짐성 및 조직감은 표 16에 나타내었다. 퍼짐성의 경우 지름은 비효소처리 및 효소처리 장립종 쌀 쿠키간의 유의차는 나타나지 않았으며, 두께는 효소종류에 따른 차이를 나타내지 않았으나 비효소처리 쌀가루와 밀가루를 이용한 쿠키에 비해 낮게 나타났다. Hardness 경우 비효소처리 쌀쿠키와 LAA-AC 쌀쿠키는 유의차를 나타내지 않았으며 LBA-AC와 LCM-AC 쌀쿠키도 비슷한 수치를 나타내었다.

표 16. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 퍼짐성 및 조직감

Sample ¹⁾	Spreadability			Hardness(g)
	Widthness(mm)	Thickness(mm)	Spread factor	
LBA-AC	51.03 ± 0.06 ²⁾	11.27 ± 0.47	7.56 ± 0.30	1229.36 ± 119.02 ³⁾
LAA-AC	51.00 ± 1.32	11.93 ± 0.51	7.13 ± 0.36	1088.28 ± 54.05
LCM-AC	52.83 ± 1.77	11.47 ± 0.25	7.68 ± 0.40	1239.80 ± 88.80
Control 1 ⁴⁾	51.02 ± 0.26	14.48 ± 0.45	5.87 ± 0.15	1089.86 ± 29.10
Control 2 ⁵⁾	53.30 ± 0.20	15.30 ± 0.61	5.81 ± 0.24	1659.69 ± 113.52

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Values are mean±SD (n=5).

⁴⁾ Control 1 : Long rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁵⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

표 17은 효소처리 장립종 쌀가루를 이용해 제조한 쿠키의 강도검사 결과를 나타내었다. 고소한 향의 강도(Savory aroma)는 효소처리 장립종 쌀쿠키와 Control 간의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 표면의 균열에 대한 강도(Crack)는 LAA-AC가 유의적으로 높게 나타났다. 고소한 맛의 강도(Savory flavor)는 시료간의 유의차를 보이지 않았으며, 경도(Hardness)와 바삭함(Crispness)은 효소처리 장립종 쌀쿠키들이 비효소처리 쌀쿠키에 비해 유의적으로 높게 평가되었다.

표 17. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 관능평가(강도검사)

Sample ¹⁾	Intensity					
	Savory aroma	Crack	Brownness	Savory flavor	Hardness	Crispness
LBA-AC	6.00 ± 1.26 ²⁾	3.67 ± 1.21	4.83 ± 0.75	5.83 ± 1.33	4.50 ± 1.05	4.17 ± 0.75
LAA-AC	5.67 ± 1.21	4.83 ± 1.47	5.67 ± 0.82	5.50 ± 0.55	5.33 ± 0.52	5.33 ± 0.52
LCM-AC	5.50 ± 1.22	3.83 ± 1.17	4.33 ± 0.52	5.50 ± 0.84	4.67 ± 1.51	4.67 ± 1.51
Control 1 ³⁾	5.33 ± 1.37	4.50 ± 1.05	3.33 ± 0.82	5.00 ± 0.00	3.67 ± 1.21	3.50 ± 0.55
Control 2 ⁴⁾	5.83 ± 1.47	3.00 ± 1.41	5.33 ± 1.03	5.67 ± 1.03	6.50 ± 1.22	6.50 ± 1.05

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=12).

³⁾ Control 1 : Long rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

효소처리한 장립종 쌀가루를 이용해 제조한 쿠키의 향, 외관, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에 대해 평가하여 표 18에 나타내었다. 향(Aroma)은 LBA-AC가 6.67 점으로 가장 높은 점수를 나타내었으며 LCM-AC가 6.17 점을 나타내었다. 외관(Appearance)과 향(Flavor)은 비효소처리 및 효소처리 장립종 쌀 쿠키간의 차이를 나타내지 않았으나 조직감(Texture)에서 control 1과 2에 비해 유의적으로 낮게 나타나 전체적인 기호도(Overall acceptability)에서도 효소처리 장립종 쌀 쿠키가 낮은 점수를 나타내었다.

표 18. Air crusher를 이용한 효소처리 장립종 쌀 쿠키의 관능평가(기호도)

Sample ¹⁾	Acceptability				
	Aroma	Appearance	Flavor	Texture	Overall acceptability
LBA-AC	6.67 ± 1.03 ²⁾	6.17 ± 1.47	6.00 ± 1.41	4.50 ± 1.38	5.33 ± 1.21
LAA-AC	5.67 ± 1.21	6.00 ± 0.63	5.83 ± 0.41	4.83 ± 0.41	5.17 ± 0.41
LCM-AC	6.17 ± 0.98	6.33 ± 1.21	5.83 ± 0.75	4.83 ± 1.17	5.67 ± 1.21
Control 1 ³⁾	6.00 ± 0.89	6.00 ± 0.82	6.00 ± 0.63	6.00 ± 1.55	6.00 ± 1.51
Control 2 ⁴⁾	6.00 ± 1.41	7.00 ± 1.41	6.50 ± 0.84	6.33 ± 0.82	6.67 ± 1.03

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=12).

³⁾ Control 1 : Long rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

(2) 종류별 전분 분해 효소처리 단립종 쌀가루를 이용한 쿠키 품질 특성

6종류의 전분분해 효소를 사용한 단립종 쌀을 Roll mill 과 Pin mill로 제분조건을 달리하여 만든 쌀가루로 쿠키를 제조하고 품질 특성을 조사하였다. 효소처리 단립종 쿠키 반죽의 밀도 및 pH 측정 결과는 표 19에 나타내었다. 밀도의 경우 1.19 ~ 1.22 g/mL로 제분조건(Roll mill 과 Pin mill)따른 유의차는 나타내지 않았다. pH의 측정 결과, Glucose oxidase 처리 쌀가루를 이용한 쿠키(GO-RM과 GO-PM)는 다른 효소처리 단립종 쌀가루에 비해 낮은 pH를 나타내었으며 이는 control 2와 비슷한 수준의 pH를 나타내었다. 효소처리 단립종 쌀 쿠키의 pH는 비효소처리 쌀 쿠키에 비해 낮게 나타났다.

표 19. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쿠키 반죽의 밀도 및 pH

Sample ¹⁾	Density(g/mL)	pH
BA-RM	1.22 ± 0.03 ²⁾	8.31 ± 0.06
HX-RM	1.19 ± 0.03	8.47 ± 0.05
FA-RM	1.20 ± 0.03	8.42 ± 0.04
AA-RM	1.19 ± 0.03	8.60 ± 0.03
GO-RM	1.22 ± 0.03	7.91 ± 0.03
CM-RM	1.19 ± 0.03	8.20 ± 0.02
BA-PM	1.19 ± 0.03	8.30 ± 0.03
HX-PM	1.20 ± 0.02	8.47 ± 0.04
FA-PM	1.21 ± 0.02	8.42 ± 0.03
AA-PM	1.19 ± 0.03	8.61 ± 0.02
GO-PM	1.19 ± 0.03	7.93 ± 0.04
CM-PM	1.21 ± 0.02	8.21 ± 0.02
Control 1 ³⁾	1.21 ± 0.05	8.73 ± 0.04
Control 2 ⁴⁾	1.22 ± 0.03	7.75 ± 0.04

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

효소처리 단립종 쌀 쿠키의 수분 함량, 조지방 함량 및 색도변화는 표 20에 나타내었다. Roll mill과 Pin mill로 제분한 효소처리 단립종 쌀 쿠키의 수분은 2.89 ~ 4.12 %의 범위로 나타났으며 비효소처리 쌀 쿠키의 수분함량(5.39 %)보다 낮게 나타났다. 효소처리 단립종 쌀 쿠키들과 control(1, 2)의 조지방함량은 23.29 ~ 23.91 %로 나타났다. 색도 변화는 Roll mill로 제분한 경우, GO-RM의 L 값이 다른 효소처리 단립종 쌀 쿠키에 비해 높은 값으로 밝게 나타났으며 AA-RM은 가장 낮은 값을 나타내었다. Pin mill로 제분한 경우, 효소처리 단립종 쌀 쿠키의 밝기(L 값)는 비효소처리 쌀 쿠키에 비해 어둡게 나타났다. AA-PM의 L값이 유의적으로 낮게 나타났으며 a, b 값은 높은 값을 나타내었다.

표 20. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쿠키의 수분 함량, 조지방 함량 및 색도변화

Sample ¹⁾	Moisture(%)	Crude Fat(%)	Color value		
			L	a	b
BA-RM	3.64 ± 0.95 ²⁾	23.38 ± 0.24	83.68 ± 1.11	3.02 ± 0.55	23.58 ± 1.00
HX-RM	3.19 ± 0.18	23.77 ± 0.19	83.79 ± 0.86	3.44 ± 0.45	24.35 ± 1.08
FA-RM	3.92 ± 0.07	23.68 ± 0.31	84.22 ± 0.67	3.93 ± 0.44	24.50 ± 1.03
AA-RM	4.00 ± 0.12	23.73 ± 0.23	82.56 ± 0.40	4.42 ± 0.21	24.86 ± 0.84
GO-RM	3.23 ± 0.30	23.29 ± 0.31	86.18 ± 0.83	2.28 ± 0.40	23.05 ± 1.36
CM-RM	4.01 ± 0.38	23.81 ± 0.20	84.53 ± 0.72	3.96 ± 0.20	24.86 ± 0.84
BA-PM	3.20 ± 0.27	23.69 ± 0.41	78.91 ± 0.31	6.58 ± 0.41	31.84 ± 0.64
HX-PM	2.89 ± 0.09	23.83 ± 0.30	81.73 ± 1.06	5.14 ± 0.72	28.59 ± 0.67
FA-PM	4.12 ± 0.04	23.91 ± 0.13	81.53 ± 0.39	5.15 ± 0.35	28.96 ± 0.61
AA-PM	3.90 ± 0.04	23.80 ± 0.30	76.71 ± 1.86	7.93 ± 1.25	32.75 ± 1.04
GO-PM	3.79 ± 0.11	23.66 ± 0.20	81.25 ± 0.84	4.43 ± 0.58	29.32 ± 0.47
CM-PM	3.88 ± 0.04	23.39 ± 0.26	80.38 ± 0.38	5.75 ± 0.19	29.96 ± 0.44
Control 1 ³⁾	5.39 ± 0.32	23.49 ± 0.26	85.33 ± 0.60	3.08 ± 0.36	24.80 ± 0.58
Control 2 ⁴⁾	4.69 ± 0.09	23.67 ± 0.33	81.52 ± 1.53	3.70 ± 1.58	31.76 ± 1.58

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

표 21은 제분조건을 Roll mill과 Pin mill로 달리하여 효소처리 단립종 쌀 쿠키의 퍼짐성 및 조직감을 측정된 결과를 나타내었다. 지름(Widthness)과 두께(Thickness)를 측정된 결과 Roll

mill로 제분한 쌀가루에 비해 Pin mill로 제분한 쌀가루를 이용하여 쿠키를 제조하였을 때 지름과 두께가 크게 나타났으며, 퍼짐성 지수(Spread factor)는 Roll mill로 제분한 경우 HX-RM과 FA-RM이 유의적으로 높게 나타났으며, Pin mill로 제분한 경우 6.16 ~ 6.88로 효소종류에 따른 차이를 나타내지 않았으나 비효소처리 쌀쿠키와 밀가루 쿠키의 퍼짐성에 비해서는 높은 수치를 나타내었다.

효소처리 단립종 쌀쿠키의 hardness가 비효소처리 쌀쿠키에 비해 높게 나타났다. Roll mill로 제분한 경우 CM-RM은 2047.69g으로 가장 높은 hardness를 나타내었으나 BA-RM은 1292.76g으로 가장 낮은 값을 나타내었으며, HX-RM, FA-RM, GO-RM은 밀가루 쿠키와 유의적으로 비슷한 hardness를 나타내었다. Pin mill로 제분한 경우 BA-PM, GO-PM, CM-PM의 hardness가 밀가루 쿠키와 비슷한 수치를 나타내었다. hardness RC값이 WF값에 비해 729.86 ± 61.84 값으로 낮게 측정되었는데 효소처리를 한 쌀가루의 경우 WF값과 같이 가장 낮은 값인 BA-RM이 1292.76 ± 116.96 인 것처럼 모두 높은 값으로 측정이 되었다.

표 21. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀가루의 퍼짐성 및 조직감

Sample ¹⁾	Widthness(mm)	Thickness(mm)	Spread factor	Hardness(g)
BA-RM	$49.03 \pm 1.05^{2)}$	13.80 ± 0.26	5.92 ± 0.18	$1292.76 \pm 116.96^{3)}$
HX-RM	49.70 ± 0.36	9.93 ± 0.90	8.38 ± 0.71	1737.91 ± 141.51
FA-RM	49.07 ± 0.60	11.50 ± 0.50	7.12 ± 0.27	1698.67 ± 391.91
AA-RM	48.50 ± 0.50	13.20 ± 0.26	6.12 ± 0.09	1500.42 ± 188.93
GO-RM	47.90 ± 0.66	13.57 ± 0.45	5.89 ± 0.28	1745.82 ± 230.17
CM-RM	48.47 ± 2.00	12.23 ± 0.25	6.60 ± 0.16	2047.69 ± 318.28
BA-PM	52.35 ± 0.30	13.53 ± 0.45	6.45 ± 0.25	1671.30 ± 3335.03
HX-PM	50.83 ± 0.29	12.80 ± 0.10	6.62 ± 0.03	1611.19 ± 122.41
FA-PM	50.83 ± 0.71	12.33 ± 0.42	6.88 ± 0.31	1388.18 ± 210.18
AA-PM	52.98 ± 0.03	14.07 ± 0.06	6.28 ± 0.02	1534.86 ± 192.80
GO-PM	52.43 ± 0.16	13.83 ± 0.38	6.32 ± 0.19	1701.26 ± 113.70
CM-PM	51.77 ± 0.19	14.00 ± 0.00	6.16 ± 0.02	1700.05 ± 148.29
Control 1 ⁴⁾	51.02 ± 0.26	14.48 ± 0.45	5.87 ± 0.15	729.86 ± 61.84
Control 2 ⁵⁾	53.30 ± 0.20	15.30 ± 0.61	5.81 ± 0.24	1659.69 ± 113.52

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Values are mean±SD (n=5).

⁴⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁵⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

표 22는 효소처리 단립종 쌀가루를 이용해 제조한 쿠키의 향, 외관, 맛, 조직감에 대해 강도검사 결과를 나타내었다. Roll mill로 제분한 경우 향(Savory aroma)은 HX-RM, AA-RM, GO-RM이 비효소처리 쌀쿠키와 비슷한 강도를 나타내었으나, 표면의 균열 강도(Crack)는 효소처리 단립종 쌀 쿠키들의 균열이 심한 것으로 나타났다. 갈색의 강도(Brownness)와 맛(Savory flavro)은 GO-RM을 제외하고 비효소처리 쌀쿠키보다 보다 강한 것으로 나타났다. 조직감(Hardness)과 바삭함(Crispness)은 효소처리 단립종 쌀 쿠키가 비효소처리 쌀 쿠키에 비해 높은 수치를 나타내었으며, HX-RM과 FA-RM의 조직감과 바삭함은 밀가루 쿠키와 유의적으로 비슷한 것으로 나타났다.

Pin mill로 제분한 경우 향과 표면 균열의 강도는 HX-PM를 제외한 나머지 효소처리 단립종 쌀 쿠키에서 적당한 것으로 나타났다. 갈색의 강도는 BA-PM과 GO-PM이 비효소처리 쌀 쿠키에 비해 높게 나타났으며 맛은 BA-PM, FA-PM, GO-PM이 밀가루 쿠키와 유의적으로 비슷하게 나타났다. 조직감과 바삭함은 비효소처리 쌀 쿠키에 비해 높은 강도를 나타내었다.

표 22. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀 쿠키의 관능평가(강도검사)

Sample ¹⁾	Intensity					
	Savory aroma	Crack	Brownness	Savory flavor	Hardness	Crispness
BA-RM	5.50 ± 0.84 ²⁾	5.67 ± 1.03	4.00 ± 1.10	5.17 ± 0.41	4.50 ± 0.75	5.17 ± 0.98
HX-RM	4.67 ± 0.52	6.33 ± 1.03	4.17 ± 1.17	5.67 ± 1.51	6.83 ± 0.74	6.50 ± 0.84
FA-RM	4.83 ± 0.41	7.00 ± 0.89	4.00 ± 0.63	5.67 ± 1.21	6.00 ± 1.41	6.17 ± 0.75
AA-RM	4.50 ± 1.05	6.50 ± 1.97	4.33 ± 1.03	5.17 ± 0.75	4.67 ± 0.52	4.83 ± 0.75
GO-RM	4.67 ± 0.82	6.17 ± 0.98	3.33 ± 0.52	4.33 ± 0.82	4.67 ± 1.21	5.00 ± 1.55
CM-RM	5.00 ± 0.00	7.83 ± 0.41	4.50 ± 1.05	4.83 ± 0.75	5.33 ± 0.82	5.33 ± 0.52
BA-PM	5.33 ± 0.52	5.33 ± 0.82	5.33 ± 1.51	5.83 ± 0.75	5.00 ± 0.63	5.17 ± 0.41
HX-PM	3.67 ± 0.82	6.33 ± 0.82	4.50 ± 0.84	5.17 ± 0.75	5.17 ± 1.33	4.50 ± 1.05
FA-PM	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	4.17 ± 0.41	5.33 ± 0.82	4.67 ± 0.82	4.33 ± 0.52
AA-PM	4.67 ± 0.82	5.00 ± 0.89	4.50 ± 0.84	4.33 ± 1.37	5.00 ± 0.63	5.67 ± 0.82
GO-PM	5.33 ± 0.82	5.17 ± 0.41	6.83 ± 0.98	5.67 ± 1.37	5.83 ± 0.75	5.83 ± 0.75
CM-PM	5.00 ± 0.63	5.33 ± 0.82	4.67 ± 1.03	4.83 ± 0.41	5.33 ± 0.82	5.17 ± 1.17
Control 1 ³⁾	4.83 ± 0.75	5.50 ± 1.05	3.83 ± 0.98	5.00 ± 0.00	3.67 ± 1.21	3.50 ± 0.55
Control 2 ⁴⁾	5.83 ± 1.47	3.00 ± 1.41	5.33 ± 1.03	5.67 ± 1.03	6.50 ± 1.22	6.50 ± 1.05

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=12).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

효소처리한 단립종 쌀가루를 이용해 제조한 쿠키의 향, 외관, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에 대해 평가하여 표 23에 나타내었다. Roll mill로 제분한 경우 BA-RM은 밀가루 쿠키보다 높은 향의 기호도를 나타내었으며, CM-RM은 향, 맛에서 좋은 기호도를 나타내었다. GO-RM은 외관, 맛 그리고 조직감의 기호도에서 비교적 좋은 점수를 나타내어 전반적인 기호도가 Roll mill로 제분한 효소처리 쌀 쿠키 중에서 높은 기호도를 나타내었다.

Pin mill로 제분한 경우 AA-PM은 향(6.67), 외관(6.17), 맛(6.67), 조직감(6.50)으로 가장 높은 점수를 받았으며 전체적인 기호도가 7.00점으로 비효소처리 쌀 쿠키 보다 월등히 좋았으며 밀가루 쿠키의 전체적인 기호도(6.67)과 비교시 뒤떨어지지 않음을 나타내었다. BA-PM은 향(7.00), 외관(6.17), 맛(6.50)의 기호도와 함께 전체적인 기호도(6.00)가 높게 나타났다.

Roll mill과 Pin mill로 제분한 효소처리 단립종 쌀 쿠키는 비효소처리 쌀 쿠키보다 비교적 높은 점수를 나타내었으며, 효소처리 단립종 쌀가루를 이용해 쿠키를 제조할 경우 비효소처리 쌀 쿠키보다 관능적인 측면에서 우수할 것으로 사료된다.

표 23. Roll mill 및 Pin mill을 이용한 효소처리 단립종 쌀 쿠키의 관능평가(기호도)

Sample ¹⁾	Acceptability				
	Aroma	Appearance	Flavor	Texture	Overall acceptability
BA-RM	6.17 ± 1.17 ²⁾	4.33 ± 0.52	5.67 ± 1.03	5.00 ± 0.89	5.00 ± 1.67
HX-RM	5.17 ± 1.60	3.67 ± 0.82	5.33 ± 1.21	5.00 ± 1.41	4.67 ± 1.37
FA-RM	5.67 ± 1.03	4.17 ± 2.40	5.50 ± 0.55	4.67 ± 1.51	4.67 ± 1.03
AA-RM	5.00 ± 0.63	4.17 ± 1.17	5.00 ± 1.26	4.33 ± 1.51	4.33 ± 1.03
GO-RM	5.50 ± 1.05	5.17 ± 2.14	5.83 ± 0.74	4.83 ± 1.47	5.17 ± 1.33
CM-RM	6.00 ± 1.55	3.83 ± 0.98	5.83 ± 1.60	4.83 ± 0.98	5.00 ± 1.41
BA-PM	7.00 ± 0.83	6.17 ± 1.47	6.50 ± 0.84	5.50 ± 1.22	6.00 ± 1.10
HX-PM	5.17 ± 1.47	5.00 ± 0.63	5.50 ± 0.84	4.83 ± 1.33	5.00 ± 1.10
FA-PM	5.33 ± 0.52	5.83 ± 0.98	6.00 ± 1.67	5.33 ± 1.37	5.83 ± 1.72
AA-PM	6.67 ± 1.03	6.17 ± 1.33	6.67 ± 1.51	6.50 ± 1.52	7.00 ± 1.55
GO-PM	5.17 ± 0.75	5.50 ± 1.05	5.67 ± 0.52	6.00 ± 0.89	5.33 ± 1.37
CM-PM	5.83 ± 0.75	5.83 ± 1.47	5.67 ± 1.03	6.00 ± 1.10	5.83 ± 0.98
Control 1 ³⁾	5.17 ± 0.75	4.67 ± 1.03	5.17 ± 1.17	4.17 ± 0.75	4.33 ± 0.82
Control 2 ⁴⁾	6.00 ± 1.41	7.00 ± 1.41	6.50 ± 0.84	6.33 ± 0.82	6.67 ± 1.03

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=12).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-enzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Wheat flour cookie of non-enzyme treatment.

(3) 발효미생물 처리 쌀가루를 이용한 쿠키의 품질 특성

발효미생물 *Lactobacillus*로 처리하고 Air crusher로 제분한 쌀가루를 이용해 쿠키를 제조하고 품질 특성을 조사하였다. 발효미생물 처리 쌀 쿠키 반죽의 밀도 및 pH 측정 결과는 표 24에 나타내었다. 발효미생물 처리 쌀 쿠키 반죽의 밀도는 단립종 쌀 쿠키 반죽이 1.20 g/mL, 장립종 쌀 쿠키 반죽이 1.21 g/mL로 나타났다. pH는 단립종 쌀 쿠키 반죽이 8.50, 장립종 쌀 쿠키 반죽이 8.49로 비발효미생물 처리 반죽에 비해 약간 낮은 값을 나타내었다.

표 24. Air crusher를 이용한 발효미생물 처리 장립종 및 단립종 쌀 쿠키 반죽의 밀도 및 pH

Sample ¹⁾	Density(g/mL)	pH
LB-AC	1.20 ± 0.02 ²⁾	8.50 ± 0.01
LLB-AC	1.21 ± 0.01	8.49 ± 0.02
Control 1 ³⁾	1.21 ± 0.05	8.73 ± 0.04
Control 2 ⁴⁾	1.22 ± 0.03	8.74 ± 0.01

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour cookie of non-microzyme treatment.

표 25와 같이 발효미생물 처리 쌀 쿠키의 수분함량은 단립종 쌀 쿠키가 3.22 %, 장립종 쌀 쿠키가 4.22 %로 비발효미생물 처리 쿠키군(5.29 ~ 5.39 %)에 비해 낮은 수분함량을 나타내었다. 비발효미생물 쌀 쿠키들과 발효미생물 처리 쌀 쿠키의 지방함량은 23.49 ~ 23.71 %로 서로 간의 유의차는 나타나지 않았다. 색도는 발효미생물 처리 쌀 쿠키의 L 값이 비발효미생물 처리 쿠키들에 비해 낮게 나타났으며 a 과 b 값은 높은 수치를 나타내었다. 이는 쌀가루 자체의 색도가 어둡게 나타났던 결과와 같은 결과이다. *Lactobacillus* 처리는 쌀가루를 가공에 적용시킬시 색도에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

표 25. Air crusher를 이용한 발효미생물 처리 장립종 및 단립종 쌀 쿠키의 수분 함량, 조지방 함량 및 색도변화

Sample ¹⁾	Moisture (%)	Crude Fat (%)	Color value		
			L	a	b
LB-AC	3.22 ± 0.17 ²⁾	23.62 ± 0.93	74.90 ± 0.89	7.62 ± 0.65	36.32 ± 36.32
LLB-AC	4.22 ± 0.13	23.50 ± 0.85	75.93 ± 0.61	6.16 ± 0.40	35.99 ± 0.51
Control 1 ³⁾	5.39 ± 0.32	23.49 ± 0.26	85.33 ± 0.60	3.08 ± 0.36	24.80 ± 0.58
Control 2 ⁴⁾	5.29 ± 0.13	23.71 ± 0.43	86.15 ± 0.11	4.12 ± 0.13	23.78 ± 0.21

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour cookie of non-microzyme treatment.

발효미생물 처리 쌀 쿠키의 퍼짐성 및 조직감은 표 26과 같다. 장립종 쌀 쿠키에 비해 단립종 쌀 쿠키의 지름(Widthness)이 유의적으로 크게 나타났으나, 두께(Thickness)는 발효미생물 처리 쌀 쿠키가 비발효미생물 처리 쌀 쿠키에 비해 낮은 수치를 나타내었다. 퍼짐성 지수(Spread factor)는 발효미생물 처리 쌀 쿠키가 유의적으로 높은 수치를 나타내었다.

Hardness는 발효미생물 처리 단립종 쌀 쿠키가 2196.39 g, 장립종 쌀 쿠키가 2242.36 g으로 비발효미생물 처리 쌀 쿠키에 비해 약 3배정도 단단하게 나타났다.

표 26. Air crusher를 이용한 발효미생물 처리 장립종 및 단립종 쌀 쿠키의 퍼짐성 및 조직감

Sample ¹⁾	Widthness(mm)	Thickness(mm)	Spread factor	Hardness(g)
LB-AC	53.63 ± 0.96 ²⁾	10.06 ± 0.05	8.89 ± 0.20	2196.39 ± 79.08 ³⁾
LLB-AC	51.18 ± 1.05	10.03 ± 0.15	8.50 ± 0.17	2242.36 ± 82.40
Control 1 ³⁾	51.02 ± 0.26	14.48 ± 0.45	5.87 ± 0.15	729.86 ± 61.84
Control 2 ⁴⁾	50.42 ± 0.16	14.13 ± 0.12	5.67 ± 0.31	1089.86 ± 29.10

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=3). ³⁾ Values are mean±SD (n=5).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour cookie of non-microzyme treatment.

표 27은 발효미생물 처리 쌀가루를 이용해 제조한 쿠키의 향, 외관, 맛, 조직감에 대해 강도 검사 결과를 나타내었다. 향(Savory aroma)의 강도는 단립종 쌀 쿠키에 비해 장립종 쌀 쿠키가 높게 나타났다. 발효미생물 처리 쌀 쿠키의 표면 균열 정도(Crack)는 비발효미생물 처리 쌀 쿠키에 비해 낮은 것으로 나타났으며 갈색의 강도(Braownness)는 발효미생물 처리 쌀 쿠키가 강한 것으로 나타났다. 경도(Hardness)와 바삭함(Crispness)은 비발효미생물 처리 쌀 쿠키에 비해 발효미생물 처리 쌀 쿠키가 유의적으로 높은 강도를 나타냈다.

표 27. Air crusher를 이용한 발효미생물 처리 장립종 및 단립종 쌀 쿠키의 관능평가(강도검사)

Sample ¹⁾	Intensity					
	Savory aroma	Crack	Browness	Savory flavor	Hardness	Crispness
LB-AC	4.67 ± 1.03 ²⁾	4.17 ± 1.47	6.50 ± 0.84	5.50 ± 1.05	7.17 ± 0.75	7.33 ± 0.52
LLB-AC	5.33 ± 1.37	4.50 ± 1.05	6.67 ± 0.82	6.00 ± 0.89	7.17 ± 0.75	7.17 ± 0.98
RC	4.83 ± 0.75	5.50 ± 1.05	3.83 ± 0.98	5.00 ± 0.00	3.67 ± 1.21	3.50 ± 0.55
LRC	5.03 ± 1.21	5.03 ± 0.02	3.47 ± 0.02	5.10 ± 0.20	3.42 ± 0.68	3.12 ± 0.13

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=12).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour cookie of non-microzyme treatment.

효소처리한 단립종 쌀가루를 이용해 제조한 쿠키의 향, 외관, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도에 대해 평가하여 표 28에 나타내었다. 발효미생물 처리 단립종과 장립종 쌀 쿠키의 향(Aroma), 외관(Appearance), 맛(Flavor), 조직감(Texture), 전체적인 기호도(Overall acceptability)가 비발효미생물 처리 쌀 쿠키에 비해 좋은 점수를 나타내었으며, 장립종 쌀 쿠키에 비해 단립종 쌀 쿠키가 좋은 점수를 나타내었다.

표 28. Air crusher를 이용한 발효미생물 처리 장립종 및 단립종 쌀 쿠키의 관능평가(기호도)

Sample ¹⁾	Acceptability				
	Aroma	Appearance	Flavor	Texture	Overall acceptability
LB-AC	5.83 ± 0.98 ²⁾	6.33 ± 1.37	6.33 ± 1.21	5.67 ± 2.07	5.33 ± 1.51
LLB-AC	6.00 ± 0.89	6.33 ± 0.82	6.00 ± 0.63	6.00 ± 1.55	5.67 ± 1.51
RC	5.17 ± 0.75	4.67 ± 1.03	5.17 ± 1.17	4.17 ± 0.75	4.33 ± 0.82
LRC	5.67 ± 0.89	5.61 ± 0.82	5.20 ± 0.41	5.00 ± 0.20	4.72 ± 0.52

¹⁾ 표 1에 약어 표시하였음. ²⁾ Values are mean±SD (n=12).

³⁾ Control 1 : Short rice flour cookie of non-microzyme treatment. ⁴⁾ Control 2 : Long rice flour cookie of non-microzyme treatment.

□ 요약

- 쌀은 단립종과 장립종으로 사용하였고 효소는 β -amylase, Hemicellulase & xylanase, Fungal α -amylase, Bacterial α -amylase, Glucose oxidase, Cellulase 외 복합효소, Lctobacillus로 총 7 종류를 사용하였으며, 제분조건을 Roll mill, Pin mill, Air crusher로 나누어 쌀가루를 제분하고 품질특성을 조사하였음
- Roll mill과 Pin mill의 조건에 따라 전분분해 효소를 이용하여 제조한 쌀가루 중에서 β -amylase, Bacterial α -amylase, Cellulase 외 복합효소를 이용한 쌀가루의 RVA 호화특성이 다른 쌀가루에 비해 상이한 호화특성을 나타내었다. 효소 처리 쌀가루는 호화개시 온도, 최고 점도, breakdown, setback 등의 변화로 쌀가루의 가공 시 전분의 호화와 노화에 다른 영향을 미칠 것으로 사료되었음
- 전분분해효소 처리 쌀가루를 이용한 쿠키의 품질 특성 결과 Bacterial α -amylase, β

-amylase, Cellulase 외 복합효소를 이용한 쌀가루로 쿠키를 제조하는 것이 일반 쌀가루보다는 관능적인 측면(목 넘김)에서 매우 우수하였음

- 발효미생물 처리 쌀가루를 이용한 쿠키의 품질 특성 결과 장립종 보다는 단립종을 이용한 쌀쿠키가 관능적인 측면에서 좋게 나타났음

3. 가공적성별 쌀가루 품질지표 설정에 관한 연구

[위탁-농협식품안전연구원, 홍성희]

가. 쌀가루에 대한 이화학적 품질평가항목 및 방법 확립

(1) 품질평가항목 선정

- 평가방법의 공인성, 제품품질 예측성, 평가결과의 재현성 등을 고려하여 선정
- 수분, 단백질, 아밀로스, 입도, 손상전분, 전분호화 특성(RVA, Mixolab) 등 선정

(2) 품질평가방법 확립

- 수분 : 식품공전, 105℃ 상압건조법
- 단백질 : 식품공전, Micro-kjeldahl법
- 아밀로즈 : AACC 61-03, 요오드 반응법
- 입도 : 분석기기(Malvern Mastersizer) 표준방법 적용
- 손상전분 : AACC 76-33, 요오드 흡수법(SDmatic, Chopin)
- RVA : 분석기기(Newport Scientific) 표준방법 적용
 - 시료량 3.5g(14% 수분기준), 물 25ml
 - 온도조건 : 0-1분 50도 유지, 1-4.8분 95도 가열, 4.8-7.3분 95도 유지, 7.3-11.0분 50도 냉각
- Mixolab : 분석기기(Chopin) 표준방법 개선 적용
 - Mixing speed :120rpm, Water absorption : 70%, Dough weight : 75g,
 - 온도조건 : 시작온도(30℃, 8분유지), 가열온도(90℃까지 4℃/min 가열, 7분유지), 냉각온도(50℃까지 -4℃/min 냉각, 10분유지)

측정치	정의	적용가능성
C1	가수후 30℃ 혼합 시 최고 토크(Nm)	
C2	90℃까지 가열 중 최저 토크	쌀가공제품 제조공정 관리지표로
C3	90℃까지 가열 중 최고 토크	사용 가능
C4	90℃ 가열유지 중 최저 토크	
C5	50℃까지 냉각유지 중 최고 토크	최종 완제품 품질지표로 사용 가능

<Mixolab 측정 그래프 및 품질지표>

나. 시중 유통 쌀가루에 대한 품질현황 분석

(1) 목적 : 국내 쌀가루 품질실태 파악을 통한 본 실험용 쌀가루 제조조건 확립

(2) 시료 수 : 총 17개(5개 업체)

- 쌀가루용도 : 제과용(2), 제빵용(4), 면용(5), 떡용(2), 무표시(4)
- 쌀원료타입 : 자포니카타입(15), 인디카타입(2)
- 쌀원산지 : 국산(14), 수입산(3)
- 분쇄방식 : 건식(3), 반습식(1), 습식(13)
- 품질평가항목 : 수분, 단백질, 아밀로즈, 입도, 손상전분, RVA, Mixolab 등

(3) 실험결과

- 수분 : 10.0~15.0%
- 단백질 : 5.7~7.3%

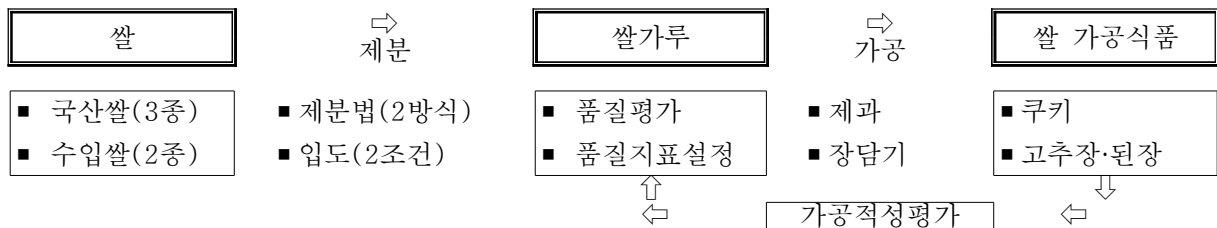
- 아밀로즈 : 12.8~31.3%
- 입도 : 16.4~125.4 μ m(Dv0.5), 56.2~249.7 μ m (Dv0.9)
- 손상전분 : 0.3~9.7%
- RVA : 2,672~6,645cP(Peak), 3,147~6,988cP(Final)
- Mixolab : 0.56~2.57Nm(C1), 0.16~1.96Nm(C2), 0.78~2.71Nm(C3), 0.67~2.03Nm(C4), 1.86~2.74Nm(C5)

(4) 결과고찰

- 수분은 원료 쌀의 수분함량 및 제분조건에 따라 차이가 남
- 단백질 함량은 쌀 재배 시 시비조건에 따라 차이가 남
- 아밀로즈 함량은 쌀 타입(자포니카, 인디카 등)에 따라 크게 구분이 됨
- 입도와 손상전분은 제분방식 및 제분조건에 따라 차이가 남
- RVA와 Mixolab의 상기 여러 변수가 종합적으로 작용하여 차이를 나타냄
- 따라서 품질특성을 실험자가 선택, 조정할 수 있는 품종 선택과 제분방법 선정을 통해 아밀로즈 함량과 입도분포가 다양한 쌀가루를 본 실험시료로 제조하여 사용하기로 함

다. 본 실험용 쌀가루 제조

(1) 1차년도 실험 디자인



(2) 쌀 시료 선정 완료

- 가공용으로 사용할 가능성이 높은 국산 및 수입산 쌀 5품목 선정
 - 국산 : 재고미(2006년산), 추청미(2010년산), 안다미(2010년산) 등 3품목
 - 수입 : 장립종(2009년산), 중립종(2009년산) 등 2품목
- 한국쌀가공식품협회를 통해 가공용 쌀을 배정 받아 서울시로부터 구매

(3) 제분방법 선정 완료

- 현재 쌀가루 제조에 가장 많이 사용하는 2가지 제분방법 적용
 - 건식 : 쌀을 충격식 분쇄기를 통해 바로 분쇄함
 - 습식 : 쌀을 세척 침지한 후 물밀과 기류식 분쇄기를 통해 분쇄함
- 쌀가루 제분업체 : 대가파우더시스템

(4) 쌀가루 입도분포 조정

- 쌀 시료별로 분쇄방법에 따라 2가지(고운, 거친) 입도분포를 가지게 쌀가루 제조
- 입도조정(거친, 고운)은 앞서 실험한 시중 유통 쌀가루에 대한 입도를 고려하여 조정함

라. 가공적성 평가방법 확립

(1) 고추장 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

(가) 배합비

원료명	메주가루	고춧가루	정제염	쌀가루	엿기름 물	계
배합비율(%)	7.0	14.0	8.0	21.0	50.0	100.0
중량(g)	140	280	160	420	1,000	2,000

(나) 제조방법

1. 쌀가루 420g(14% 수분함량 기준)을 달아 쌀가루 무게 대비 35%의 엿기름물을 부어 주면서 제빵용 반죽믹서에서 1단에서 1분, 2단에서 1분간 혼합함
- ※ 엿기름물 제조방법
 엿기름 500g을 정제수 4L에 1시간 침지시켜 여과한 후 30분간 정치하여 윗물만 사용함
2. 물과 혼합된 쌀가루를 체에 친 후 김이 오른 찜 솥에서 25분간 증숙함
3. 증숙한 쌀가루의 무게를 1,420g(쌀가루+엿기름 물)에서 빼서 추가로 넣어 줄 엿기름물량을 계산하고 쟀 후 정제염 160g을 넣어 녹임
4. 증숙된 쌀가루와 소금을 첨가한 엿기름물을 혼합하여 잘 저어준 후 10분간 방치함
5. 여기에 메주가루와 고춧가루를 넣어 잘 섞은 후 용기에 담아 숙성함

(다) 품질평가항목

- 수분, 색도, 염도
- 점도 : forward/backword extrusion test(Texture Analyzer)
 - probe diameter 35mm, sample height 40mm, test speed 1.0mm/sec, post test speed 5.0mm/sec, compression distance 30mm
- 아미노태질소 : 포르몰태질소 측정법
- 유리당 : HPLC법

(2) 된장 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

(가) 배합비

원료명	된장 제공품	정제염	쌀가루	엿기름 물	계
배합비율(%)	50.0	3.5	18.0	28.5	100.0
중량(g)	1,000	70	360	570	2,000

(나) 제조방법

1. 쌀가루 360g(14% 수분함량 기준)을 달아 쌀가루 무게 대비 35%의 엿기름물을 부어 주면서 제빵용 반죽믹서에서 1단에서 1분, 2단에서 1분간 혼합함
- ※ 엿기름물 제조방법
 엿기름 500g을 정제수 4L에 1시간 침지시켜 여과한 후 30분간 정치하여 윗물만 사용함
2. 물과 혼합된 쌀가루를 체에 친 후 김이 오른 찜 솥에서 25분간 증숙함
3. 증숙한 쌀가루의 무게를 930g(쌀가루+엿기름 물)에서 빼서 추가로 넣어 줄 엿기름물량을 계

산하고 잔 후 정제염 70g을 넣어 녹임

4. 증숙된 쌀가루와 소금을 첨가한 엿기름물을 혼합하여 잘 저어준 후 10분간 방치함

5. 여기에 된장 제품품 1,000g 넣어 잘 섞은 후 용기에 담아 숙성함

- 된장 제품품은 지평농협 된장공장에서 생산된 동일 lot 제품 사용

(다) 품질평가항목

- 고추장의 품질측정방법과 동일한 항목과 방법 적용
- 수분, 색도, 염도· 점도, 아미노태질소, 유리당

(3) 쿠키 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

(가) 배합비(baker's formula 표시방법 적용)

원료명	쌀가루	마가린	분당	유유	계란	계
배합비율(%)	100.0	30.0	60.0	20.0	10.0	
중량(g)	100	30	60	20	10	220

(나) 제조방법

1. 마가린, 분당, 계란을 혼합하여 크림화 함
2. 여기에 체를 친 쌀가루와 우유를 넣고 반죽을 만듦
3. 반죽을 냉장고에 10분간 넣어 반죽을 휴지시킴
4. 반죽을 직경 40mm인 원통형 틀에 넣은 후 냉동고에서 20분간 성형시킴
5. 원통형 모양으로 성형된 반죽을 10mm 두께로 절단한 후 오븐에서 170℃ 25분간 구움
6. 실온으로 냉각한 후 비닐봉지에 밀봉한 후 시료로 사용함

(다) 품질평가항목

- 수분 : 105℃ 상압건조법
- 퍼짐성 : 쿠키 높이 및 직경 측정(mm, 버어니어캘리퍼스)
- 경도 : puncture test(Texture Analyzer)
 - probe diameter 4mm, compression distance 5mm, test speed 1.0mm/sec, post test speed 5.0mm/sec

마. 쌀가루의 품질특성

(1) 쌀 시료의 이화학적 특성

- 단백질 함량은 5.9~7.5%를 나타냄
- 아밀로즈 함량은 11.9~27.6%를 나타냄

쌀 시료	재고미 (2006년산)	추청미 (2010년산)	안다미 (2010년산)	수입미 (중립종, 2009년산)	수입미 (장립종, 2009년산)
단백질(%)	5.9	6.6	7.2	6.0	7.5
아밀로즈(%)	11.9	14.3	17.2	15.1	27.6

(2) 쌀 시료의 수분, 손상전분, 입도결과

- 쌀가루의 수분함량은 9.5~14.7%를 나타냄
- 손상전분함량은 0.2~7.7%를 나타냄, 같은 분쇄방식에선 입도가 거칠수록 손상전분함량이 낮게 나타남
- 부피비로 50%를 차지하는 쌀가루 입자크기는 80~112 μ m(건식, 거친입도)에서 15~22 μ m(습식, 고은입도) 분포를 나타냄
- RVA 측정값은 2863~5238cP(Peak), 3071~5862체(Final)의 분포를 나타냄
- Mixolab 결과는 1.31~4.46Nm(C1), 0.50~1.40Nm(C2), 1.76~2.62Nm(C3), 1.25~1.99Nm(C4), 1.85~2.86Nm(C5)를 나타냄

제분 방식	입도	시료	수분 (%)	손상전분 (%)	입도(μ m)		
					D(v, 0.5)	D(v, 0.9)	D(v, 1.0)
건식	거친	일반2006	13.7	0.2	80	130	191
		추청2010	13.5	0.3	89	175	259
		안다2010	13.6	1.1	78	162	259
		수입중립2009	14.1	0.2	97	182	259
		수입장립2009	13.1	0.5	112	224	302
		일반2006	9.5	7.1	23	61	121
	고은	추청2010	10.6	6.4	30	115	259
		안다2010	12.0	5.1	37	85	141
		수입중립2009	11.9	6.4	33	100	191
		수입장립2009	10.5	7.3	36	99	222
		일반2006	14.7	4.7	38	74	121
		추청2010	11.6	4.5	32	71	121
습식	거친	안다2010	13.0	5.9	35	66	104
		수입중립2009	14.1	4.1	34	69	121
		수입장립2009	11.9	6.2	32	73	141
		일반2006	12.3	6.7	18	38	66
		추청2010	11.7	6.2	22	51	89
		안다2010	11.0	7.7	19	44	76
	고은	수입중립2009	11.5	6.3	18	37	66
		수입장립2009	12.9	7.5	15	35	56

제분 방식	입도	시료	RVA(cP)				
			Peak V.	Trough V.	Breakdown	Final V.	Setback
건식	거친	일반2006	5238	2420	2818	4208	1788
		추청2010	3586	2149	1437	3598	1449
		안다2010	4330	2369	1962	4280	1912
		수입중립2009	4840	2491	2350	4045	1555
		수입장립2009	4202	2871	1331	5603	2732
		일반2006	4925	2564	2362	4650	2086
	고은	추청2010	3688	2229	1459	3774	1546
		안다2010	4464	2215	2249	4228	2013
		수입중립2009	4947	2437	2510	4250	1813
		수입장립2009	4823	2917	1906	5862	2945
		일반2006	4311	2768	1543	4438	1670
		추청2010	4089	2653	1436	4195	1542
습식	거친	안다2010	3989	2589	1400	4249	1660
		수입중립2009	4396	2741	1656	4279	1538
		수입장립2009	4056	2767	1289	5089	2323
		일반2006	3651	2494	1157	4003	1509
		추청2010	2890	1954	936	3072	1118
		안다2010	2863	1727	1137	3099	1372
	고은	수입중립2009	3914	2502	1412	3957	1455
		수입장립2009	4188	2940	1248	5175	2235

제분 방식	입도	시료	Mixolab(Nm)				
			c1	c2	c3	c4	c5
건식	거친	일반2006	0.21	0.13	2.29	1.54	2.23
		추청2010	0.31	0.24	1.78	1.25	1.85
		안다2010	0.14	0.06	2.62	1.59	2.35
		수입중립2009	0.29	0.20	2.33	1.58	2.11
		수입장립2009	0.52	0.37	2.38	1.99	2.86
	고은	일반2006	2.38	0.82	2.09	1.45	2.06
		추청2010	2.40	0.77	1.76	1.28	1.87
		안다2010	1.42	0.63	2.48	1.56	2.38
		수입중립2009	2.23	0.79	2.18	1.48	2.19
		수입장립2009	1.31	0.50	2.05	1.82	2.49
습식	거친	일반2006	2.85	0.67	1.79	1.35	1.88
		추청2010	2.94	0.72	1.86	1.39	2.02
		안다2010
		수입중립2009	2.80	0.69	1.85	1.37	1.98
		수입장립2009	3.61	0.90	1.96	1.73	2.44
	고은	일반2006	3.56	0.89	2.08	1.55	2.22
		추청2010	3.96	1.16	1.80	1.35	2.05
		안다2010	4.46	1.40	1.88	1.44	2.19
		수입중립2009	3.42	0.95	2.08	1.55	2.22
		수입장립2009	4.27	0.76	1.94	1.75	2.42

(3) 쌀가루 품질특성간 상관관계 분석

- 단백질함량은 아밀로즈함량, RVA의 setback, pasting temperature, Mixolab의 C4, C5와 정의 상관관계를 나타냄
- 아밀로즈함량은 RVA의 Final viscosity, setback과 Mixolab의 C4, C5와 정의 상관관계를 나타내 아밀로즈함량이 높을수록 RVA, Mixolab 모두 쌀가루 호화 후 50℃로 냉각했을 때의 최종점도는 높게 나타남
- 손상전분함량은 입도 D(v 0.5), D(v 0.9), D(v 1.0) 등과 부의 상관관계를 나타내어 쌀가루 입자크기가 작을수록 손상전분함량은 높게 나타남
- 입도 D(v 0.5)는 Mixolab의 C1, C2와 부의 상관관계를 나타내어 입도가 고을수록 가수 직후 최고점도가 높게 나타나 동일한 가수량에서는 입자가 고을수록 쌀가루 반죽의 점도가 높은 것으로 나타남. 따라서 Farinograph의 수분 흡수율과 같이 일정한 반죽점도를 나타내기 위해서는 입도가 고은 쌀가루는 가수량을 더 높여 주어야 함
- RVA의 Final viscosity와 Setback은 Mixolab의 C4, C5와 정의상관관계를 나타냄

바. 고추장의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

(1) 쌀 품종별 고추장 품질특성

- 건식제분 고은 쌀가루 5개 시료를 사용하여 고추장의 품질을 비교함
- 제조 후 1일 경과된 고추장 품질특성
 - 고추장의 수분, 염도, 아미노태질소, 색도 등은 시료별로 품질 차이가 없었음
 - 고추장의 점도는 안다미와 수입장립종으로 만든 것이 높게 나타남
- 7일 숙성한 고추장의 유리당 분석결과 시료별로 큰 차이가 없는 것으로 나타남

시료	수분 (%)	염도 (%)	아미노태질소 (mg%)	색도			
				L	a	b	a/b
일반2006	54.3	8.8	124	36.0	15.3	13.7	1.1
추청2010	54.7	8.8	112	37.8	16.5	15.1	1.1
안다2010	53.9	8.7	113	36.6	16.0	14.3	1.1
수입중립2009	54.3	8.8	120	37.1	15.9	15.0	1.1
수입장립2009	54	8.8	129	37.4	16.6	15.1	1.1

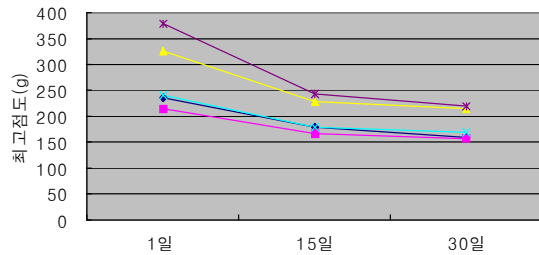
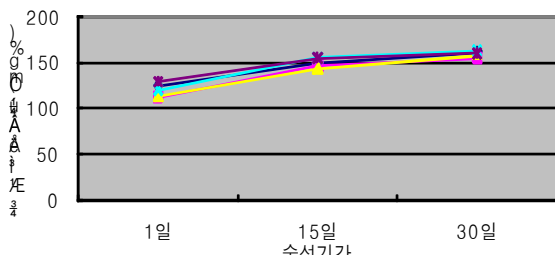
시료	점도			총 유리당 (7일숙성, %)
	면적(g·sec)	최고점도(g)	부착력(g)	
일반2006	5,774	235	-217	14.9
추청2010	5,394	215	-197	13.9
안다2010	7,848	325	-297	15.4
수입중립2009	5,799	241	-189	13.9
수입장립2009	8,964	380	-341	13.7

- 숙성기간별 고추장 품질변화

- 숙성기간에 따라 염도와 수분함량은 큰 차이가 없는 것으로 나타남
- 숙성기간이 증가함에 따라 고추장의 L값은 증가하고, a값과 b값은 감소하는 경향을 나타냄
- 숙성기간이 증가함에 따라 아미노태질소함량은 모두 증가하는 경향을 보였으며 시료 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타남
- 숙성기간이 증가함에 따라 고추장의 점도차이는 줄어들어 1개월 숙성 시 일반미, 추청미, 수입중립종으로 만든 고추장의 점도가 차이가 없는 것으로 나타났으며 안다미와 장립종 만든 고추장의 점도가 또한 차이가 없는 것으로 나타남

- 이상의 결과 고추장의 품질에 영향을 주는 쌀가루의 주요 품질지표는 쌀 품종에 의해 영향을 받는 아밀로즈 함량인 것으로 나타남

시료	L			a			b		
	1일	15일	30일	1일	15일	30일	1일	15일	30일
일반2006	36.0	36.9	37.4	15.3	13.9	13.9	13.7	11.8	12.2
추청2010	37.8	37.0	38.0	16.5	15.3	14.8	15.1	13.5	13.2
안다2010	36.6	36.1	37.1	16.0	14.3	13.9	14.3	12.2	12.1
수입중립2009	37.1	37.5	38.1	15.9	15.0	14.7	15.0	13.5	13.4
수입장립2009	37.4	37.2	38.2	16.6	15.0	14.7	15.1	13.4	13.2



● 일반2006 ■ 추청2010 ▲ 안다2010
 ◆ 수입중립2009 * 수입장립2009

● 일반2006 ■ 추청2010 ▲ 안다2010
 ◆ 수입중립2009 * 수입장립2009

(2) 쌀가루 입도별 고추장 품질특성

- 일반미 2006년산과 수입 장립종 2009년산 쌀을 각각 건식 및 습식 제분한 4개 시료를 선정하여 고추장 품질에 대한 쌀가루 입도의 영향을 비교함
 - 상기 시료는 쌀가루의 입도와 아밀로즈 함량 전 범위를 포함하는 시료임
- 제조 후 1일 경과된 고추장에 대한 점도비교 결과
 - 건식제분 거친 입도의 쌀가루로 제조한 고추장의 점도가 습식제분 고은 입도를 가진 쌀가루 보다 고추장 점도가 높게 나타남
 - 동일한 제분조건에서 일반미 보다 장립종이 고추장의 점도가 높게 나타남
 - 상관관계분석결과 고추장의 최고점도는 Mixolab의 C5(50℃ 최종점도)와 정의상관관계가 있는 것으로 나타나(n=9, r=0.7434, p<0.05) Mixolab 측정결과가 고추장의 점도예측에 사용될 수 있으리라 사료됨

제분 방식	입도	시료	점도			Mixolab
			면적(g·sec)	최고점도(g)	부착력(g)	C5(Nm)
건식	거친	일반2006	5,970	254	-227	2.23
		수입장립2009	7,999	346	-310	2.86
습식	고은	일반2006	4,286	172	-158	2.22
		수입장립2009	6,536	272	-252	2.42

사. 된장의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

(1) 쌀 된장 품질특성

- 건식제분 고은 쌀가루 5개 시료를 사용하여 된장의 품질을 비교함
- 제조 후 1일 경과된 된장 품질특성
 - 된장의 수분, 염도, 아미노태질소, 색도 등은 시료별로 품질 차이가 없었음
 - 된장의 점도는 고추장과 같이 안다미와 수입장립종으로 만든 것이 높게 나타남
- 7일 숙성한 된장의 유리당 분석결과 시료별로 큰 차이가 없는 것으로 나타남

시료명	수분 (%)	염도 (%)	아미노태질소 (mg%)	색도			
				L	a	b	a/b
일반2006	60.8	9.9	323	39.0	4.8	13.8	0.3
추청2010	60.8	10.1	305	43.2	4.6	14.1	0.3
안다2010	60.5	10.0	296	41.4	4.6	13.3	0.3
수입중립2009	60.6	9.8	318	41.9	4.6	13.9	0.3
수입장립2009	60.4	10.0	323	41.4	4.9	14.2	0.3

시료	점도			총 유리당 (7일숙성, %)
	면적(g·sec)	최고점도(g)	부착력(g)	
일반2006	4,775	191	-166	9.0
추청2010	4,718	197	-167	8.2
안다2010	5,469	222	-208	11.4
수입중립2009	5,026	202	-185	9.1
수입장립2009	6,419	280	-243	7.5

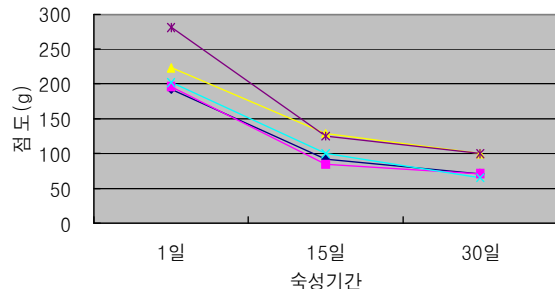
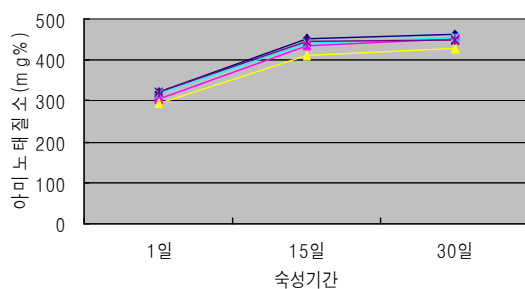
- 숙성기간별 된장 품질변화

- 숙성기간에 따라 염도와 수분함량은 큰 차이가 없는 것으로 나타남
- 숙성기간에 따른 된장의 L, a, b값은 뚜렷한 경향을 나타내지 않음
- 아미노태질소함량은 숙성기간이 증가함에 따라 모두 증가하는 경향을 보였으며 시료간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타남
- 숙성기간이 증가함에 따라 된장의 점도는 줄어 들었으며 1개월 숙성 시 일반미, 추청미, 수입중립종으로 만든 된장의 점도가 차이가 없는 것으로 나타났으며 안다미와 장립종 만든 된장의 점도가 또한 차이가 없는 것으로 나타남

(2) 쌀가루 품질지표

- 이상의 결과 된장의 품질에 영향을 미치는 쌀가루의 주요 품질지표는 고추장과 같이 아밀로즈 함량인 것으로 나타났음

시료	L			a			b		
	1일	15일	30일	1일	15일	30일	1일	15일	30일
일반2006	39.0	42.5	39.3	4.8	5.6	4.5	13.8	15.0	12.9
추청2010	43.2	43.0	41.3	4.6	5.9	5.2	14.1	15.9	14.5
안다2010	41.4	41.4	38.9	4.6	5.3	4.8	13.3	14.2	12.6
수입중립2009	41.9	42.9	44.7	4.6	5.6	5.1	13.9	15.4	15.0
수입장립2009	41.4	43.8	42.3	4.9	5.8	5.1	14.2	16.2	14.4



● 일반2006 ■ 추청2010 ▲ 안다2010
 ◆ 수입중립2009 * 수입장립2009

● 일반2006 ■ 추청2010 ▲ 안다2010
 ◆ 수입중립2009 * 수입장립2009

아. 쿠키의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

(1) 쌀 쿠키의 품질특성

- 건식제분 쌀가루 10개 시료를 대상으로 쿠키를 제조하여 그 품질특성을 비교함
- 쿠키의 수분함량은 3.0~3.8%를 나타냄
- 거친 입도의 쌀가루로 제조한 쿠키가 고운 쌀가루로 만든 것보다 쿠키직경이 크게 나타나 퍼짐성이 높은 것으로 나타남
- 쿠키의 경도는 고운 쌀가루로 만든 것이 높게 나타남
- 입도가 큰 쌀가루는 입도가 고운 쌀가루보다 쌀가루 전체 표면적이 작아 동일한 양의 유지와 우유 등으로 반죽을 만들 때 쌀가루 입자표면에 부착되는 양이 상대적으로 많게 되어 쿠키를 구울 때 열을 받아 흐를 확률이 높아지게 되기 때문에 이러한 현상이 일어난 것으로 사료됨

- 습식제분한 쌀가루를 가지고 건식제분한 쌀가루와 동일한 배합비에서 쿠키를 만들면 반죽이 잘 형성되지 않아 유지나 우유를 더 첨가해 주어야 하는 것으로 나타나 쿠키반죽 형성에는 쌀가루 입도가 큰 영향을 주는 것으로 나타남
- 따라서 쌀가루로 쿠키를 제조하기 위해서는 쌀가루별로 쿠키반죽을 형성할 수 있는 적정 유지함량 또는 가수량 등을 설정할 필요가 있으며 이에 대한 보완실험을 실시할 계획임

분쇄 방식	입도	시료	수분 (%)	직경, d (mm)	높이, h (mm)	d/h	중량, w (g)	d/hw (1/g)	경도 (g)
건식	거친	일반2006	3.6	44.0	11.1	4.0	10.4	0.38	1,920
건식	거친	추청2010	3.8	51.8	11.1	4.7	12.6	0.37	2,229
건식	거친	안다2010	3.3	47.9	11.1	4.3	12.1	0.36	2,132
건식	거친	수입중립2009	3.4	46.0	11.3	4.1	11.3	0.36	3,109
건식	거친	수입장립2009	3.4	47.4	12.3	3.9	12.9	0.30	2,113
건식	고은	일반2006	3.3	40.3	12.1	3.3	12.6	0.27	4,342
건식	고은	추청2010	3.0	38.7	11.3	3.4	11.4	0.30	4,023
건식	고은	안다2010	3.0	40.9	11.0	3.7	11.0	0.34	3,229
건식	고은	수입중립2009	3.6	42.4	11.7	3.6	12.4	0.29	3,216
건식	고은	수입장립2009	3.6	42.6	11.9	3.6	12.5	0.29	2,913

가. 찹두부 제조 공정

제 2절의 찹두부 제조 공정도와 동일한 방법으로 찹두부를 제조하였다.

나. 찹 품종 및 응고제를 달리하여 제조한 찹두부의 품질특성 조사

(1) 일반성분 분석

수분함량은 대조군과 비교하였을 때 유의적으로 차이가 있었다. 조단백질의 경우 찹 품종을 달리하여 제조한 두부에서는 유의적인 차이가 없었다. 찹 품종을 달리하여 제조한 두부에 비해 대조군이 상대적으로 높게 나타났으며, 그 중 황산칼슘 응고제를 넣어 제조한 두부가 13.114로 가장 높았으며 하야미 품종으로 염화마그네슘 응고제를 넣어 제조한 두부가 1.040으로 가장 낮았다. 조지방은 대조군과 비교했을 때 하야미 품종과 추청 품종에서 유의적 차이를 보였으며, 응고제의 경우 GDL응고제와 염화마그네슘 응고제에서는 유의적 차이가 없었다. 황산칼슘을 첨가한 모든 두부에서 상대적으로 높은 값을 나타냈으며 그 중 대조군이 7.393으로 가장 높았으며, 찹 품종에서는 영안벼 품종이 높았으며 그 중 GDL 응고제를 넣은 두부가 5.273으로 높게 나타났다. 조회분은 대조군과 비교했을 때 하야미 품종과 추청 품종에서 유의적 차이를 보였으며, 응고제의 경우 GDL응고제와 염화마그네슘 응고제에서는 유의적 차이가 없었다. 황산칼슘을 첨가한 모든 두부에서 높게 나타났으며 그 중 대조군이 1.012로 가장 높게 나타났다. 일반적으로 조지방의 함량이 높을수록 조회분의 함량이 높게 나타났다.

Table 1. Proximate composition of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

Samples ¹⁾	Proximate composition (%)				
	Moisture content	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate
CG	83.266±0.398 ^{cB}	9.504±0.000 ^{aB}	4.889±0.058 ^{aA}	0.442±0.033 ^{aB}	1.899
CC	76.794±0.315 ^{cC}	13.114±0.000 ^{aA}	7.393±0.054 ^{aB}	1.012±0.019 ^{aA}	1.687
CM	83.769±0.228 ^{cA}	9.549±0.000 ^{aB}	4.960±0.050 ^{aA}	0.701±0.037 ^{aB}	1.021
HHG	83.053±0.391 ^{aB}	1.424±0.041 ^{bB}	3.328±0.029 ^{dA}	0.406±0.026 ^{bB}	11.789
HHC	84.013±0.161 ^{aC}	1.422±0.047 ^{bA}	3.804±0.039 ^{dB}	0.646±0.019 ^{bA}	10.115
HHM	83.155±0.257 ^{aA}	1.425±0.043 ^{bB}	3.686±0.010 ^{dA}	0.603±0.023 ^{bB}	11.131
HIG	82.382±0.321 ^{bB}	1.046±0.010 ^{bB}	4.136±0.035 ^{cA}	0.470±0.053 ^{abB}	11.966
HIC	82.618±0.529 ^{bC}	1.127±0.035 ^{bA}	4.458±0.032 ^{cB}	0.710±0.049 ^{abA}	11.087
HIM	82.048±0.493 ^{bA}	1.047±0.048 ^{bB}	4.472±0.032 ^{cA}	0.617±0.048 ^{abB}	11.816
HCG	82.046±0.584 ^{bB}	1.048±0.000 ^{bB}	3.754±0.027 ^{dA}	0.543±0.002 ^{bB}	12.609
HCC	82.602±0.509 ^{bC}	1.145±0.057 ^{bA}	4.093±0.017 ^{dB}	0.736±0.002 ^{bA}	11.424
HCM	82.097±0.588 ^{bA}	1.040±0.000 ^{bB}	3.832±0.025 ^{dA}	0.567±0.027 ^{bB}	12.464
HYG	82.788±0.052 ^{aB}	1.303±0.002 ^{bB}	5.273±0.066 ^{aA}	0.406±0.020 ^{abB}	10.230
HYC	83.943±0.086 ^{aC}	1.216±0.002 ^{bA}	4.946±0.021 ^{bB}	0.687±0.052 ^{abA}	9.208
HYM	83.792±0.194 ^{aA}	1.305±0.000 ^{bB}	4.488±0.085 ^{bA}	0.613±0.010 ^{abB}	9.802

^{a-d}. Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different ($p < 0.05$)

^{A-C}. Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different ($p < 0.05$)

¹⁾CG: tofu using GDL coagulant CC: tofu using CaSO₄ coagulant CM: tofu using MgCl₂ coagulant

HHG: tofu added with gelatinized Hiami rice flour 10% using GDL coagulant HHC: tofu added with gelatinized Hiami rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HHM: tofu added with gelatinized Hiami rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

HIG: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using GDL coagulant HIC: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HIM: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

HCG: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant HCC: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HCM: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant

HYG: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using GDL coagulant HYC: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HYM: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using MgCl₂ coagulant²⁾ 색도와 수율

(2) 색도

색도의 조사결과, L* 값은 모든 쌀 품종과 응고제에서 유의적인 차이를 보였다. GDL 응고제를 넣은 모든 두부가 다른 응고제에 비해서 낮은 값을 보였으며, 대조군이 쌀 품종을 달리하여 제조한 두부보다 높은 값을 나타냈다. 쌀 품종 중에서는 추청 품종으로 제조한 두부 중 GDL 응고제를 넣은 L* 값이 81.77로 낮게 나타났다. a* 값은 L* 값과 반대로 GDL 응고제를 넣은 두부가 높은 값을 보였으며, 황산칼슘과 염화마그네슘 응고제에서는 유의적인 차이가 없었다. 상대적으로 대조군에 비해 쌀 품종을 달리하여 제조한 두부에서 높은 값을 보였으며, 그 중 추청 품종에서 GDL 응고제를 넣은 두부가 1.19로 가장 높게 나타났다. b* 값은 쌀 품종과 응고제에서 유의적인 차이를 보였다. GDL 응고제를 넣은 두부에서 낮은 값을 보였는데 그 중 추청 품종에서 16.50으로 가장 낮게 나타났다. 수율은 쌀 품종과 응고제에 따라 유의적인 차이를 보였으며, GDL 응고제를 넣은 두부가 가장 높았으며, 황산칼슘과 염화마그네슘 순으로 낮게 나타났다. 이는 높은 수율로 두부를 제조하기 위해 응고가 천천히 진행되어야 하는데, GDL은 gluconic acid로 전환되는 과정에서 두부의 응고가 서서히 균일하게 일어나므로 두부의 함유 수율이 높아짐에 따라 수율이 증가하는 것으로 판단된다.

Table 2. Color and yield of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

Samples ¹⁾	L*	a*	b*	Yield (%)
CG	84.61±0.03 ^{aC}	0.47±0.01 ^{cA}	15.00±0.03 ^{cC}	210.00±3.33 ^{dA}
CC	84.57±0.02 ^{aB}	0.28±0.01 ^{cB}	16.05±0.02 ^{cB}	206.67±3.33 ^{dB}
CM	85.26±0.02 ^{aA}	0.17±0.03 ^{cB}	15.56±0.03 ^{eA}	200.00±8.82 ^{dC}
HHG	83.39±0.02 ^{bC}	0.84±0.01 ^{bA}	17.43±0.02 ^{bC}	303.33±5.77 ^{aA}
HHC	84.32±0.03 ^{bB}	0.33±0.01 ^{bb}	17.49±0.01 ^{bb}	300.00±3.33 ^{aB}
HHM	84.21±0.03 ^{bA}	0.27±0.01 ^{bb}	18.27±0.01 ^{bA}	290.00±3.33 ^{aC}
HIG	82.00±0.02 ^{dC}	1.11±0.02 ^{aA}	18.44±0.02 ^{aC}	290.00±5.77 ^{bA}
HIC	84.53±0.01 ^{dB}	0.51±0.01 ^{ab}	18.82±0.01 ^{ab}	286.67±3.33 ^{bB}
HIM	83.73±0.03 ^{dA}	0.38±0.02 ^{ab}	18.76±0.01 ^{aA}	280.00±5.77 ^{bC}
HCG	81.77±0.04 ^{eC}	1.19±0.02 ^{aA}	16.50±0.02 ^{dC}	283.33±3.33 ^{eA}
HCC	83.70±0.02 ^{eB}	0.44±0.02 ^{ab}	16.56±0.01 ^{dB}	280.00±6.67 ^{eB}
HCM	83.80±0.03 ^{eA}	0.32±0.02 ^{ab}	16.99±0.01 ^{dA}	273.33±5.77 ^{eC}
HYG	83.38±0.02 ^{cC}	0.57±0.01 ^{cA}	17.08±0.01 ^{cC}	296.67±5.77 ^{bcA}
HYC	84.21±0.03 ^{cB}	0.13±0.01 ^{cB}	17.39±0.02 ^{cB}	283.33±3.33 ^{bcB}
HYM	83.97±0.01 ^{cA}	0.24±0.01 ^{cB}	17.32±0.03 ^{eA}	270.00±11.55 ^{bcC}

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different (p<0.05)

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different (p<0.05)

¹⁾CG: tofu using GDL coagulant CC: tofu using CaSO₄ coagulant CM: tofu using MgCl₂ coagulant

HHG: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using GDL coagulant HHC: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HHM: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

HIG: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using GDL coagulant HIC: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HIM: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

HCG: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant HCC: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HCM: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant

HYG: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using GDL coagulant HYC: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HYM: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

(3) pH

pH 조사결과, 대조군과 비교하였을 때, 추청 품종을 제외한 나머지 품종에서 유의적인 차이를 보였으며, 응고제에서도 유의적 차이를 나타냈다. 염화마그네슘 응고제를 첨가한 모든 두부에서 높게 나타났으며 영안벼 품종에서 6.37로 가장 높게 나타났다. 상대적으로 GDL 응고제를 넣은 모든 두부에서 낮게 나타났으며 그 중 하이아미 품종에서 4.65로 가장 낮은 결과를 보였다. 쌀 품종 중에서는 영안벼 품종으로 제조한 두부가 모든 응고제에서 가장 높은 결과를 나타냈다. 이는 두유에 균일하게 용해되어 gluconic acid로 되므로 pH가 낮게 나타난 것으로 판단된다.

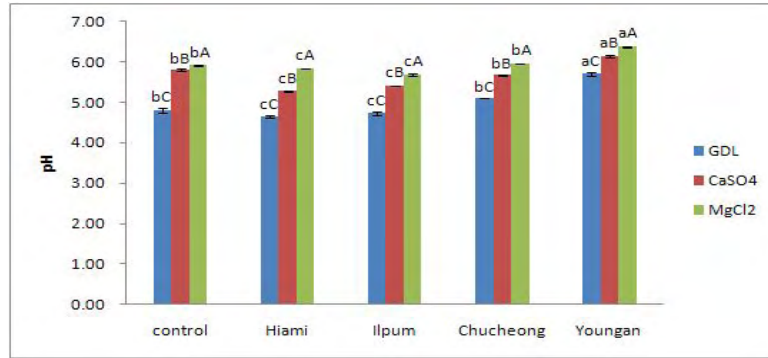


Fig. 1. pH of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

^{a-d}: Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different ($p < 0.05$)
^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different ($p < 0.05$)

Control: tofu with different coagulants

Hiami: tofu added with gelatinized Hiami rice flour 10% using different coagulants

Ilpum: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using different coagulants

Chucheong: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using different coagulants

Youngan: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10 using different coagulants

(4) 산도

pH와 달리, 산도는 대조군과 비교하였을 때 일품 품종을 제외한 다른 쌀 품종에서 유의적 차이를 보였으며, 응고제에서도 유의적인 차이를 나타냈다. 영안벼 품종에서 GDL 응고제를 넣은 두부는 0.135, 황산칼슘 응고제에서 0.084, 염화마그네슘 응고제는 0.102로 다른 쌀 품종에 비해 낮은 값을 나타냈다. 전체적으로 GDL 응고제를 넣은 두부가 높은 값을 나타냈고 그 중 하이아미 품종이 0.216으로 가장 높았으며, 황산칼슘 응고제를 넣은 두부 중 영안벼 품종이 0.102로 가장 낮은 결과를 보였다.

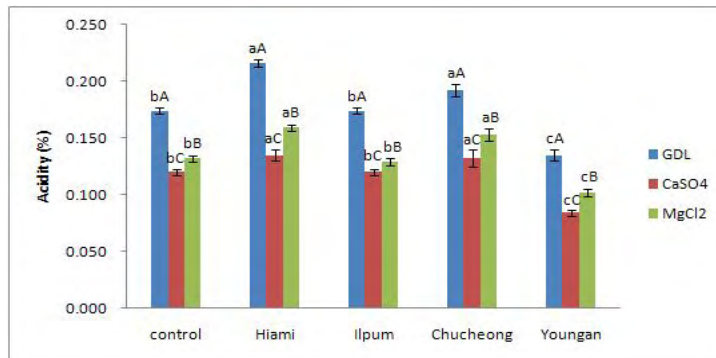


Fig. 2. Acidity of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different ($p < 0.05$)
^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different ($p < 0.05$)

Control: tofu with different coagulants

Hiami: tofu added with gelatinized Hiami rice flour 10% using different coagulants

Ilpum: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using different coagulants

Chucheong: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using different coagulants

Youngan: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10 using different coagulants

(5) 탁도

탁도는 대조군과 비교하였을 때, 모든 쌀 품종에서 유의적인 차이를 보였으며 하이아미와 일품 품종사이에서는 유의적 차이가 없었다. 대조군에 비해 하이아미와 일품, 추청품종은 낮게 나타났으며 상대적으로 영안벼 품종에서 높게 나타났다. 영안벼 품종을 제외한 나머지 샘플에서는 GDL 응고제를 넣은 두부가 상대적으로 낮게 나타났습니다. 전체적으로 영안벼 품종이 다른 쌀 품종에 비해 높게 나타났으며, 염화마그네슘 응고제를 넣은 0.312로 가장 높았다.

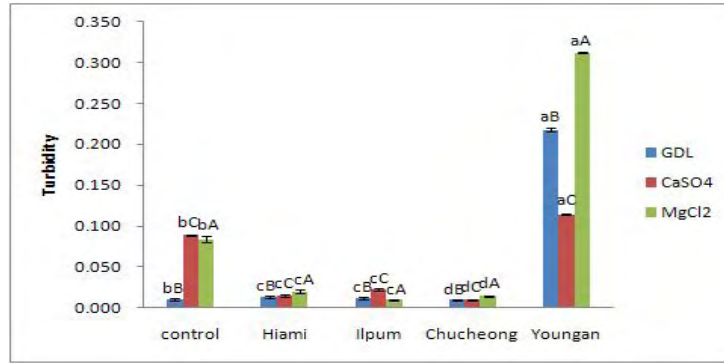


Fig. 3. Turbidity of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

^{a-d}: Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different ($p < 0.05$)

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different ($p < 0.05$)

Control: tofu with different coagulants

Hiami: tofu added with gelatinized Hiami rice flour 10% using different coagulants

Ilpum: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using different coagulants

Chucheong: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using different coagulants

Youngan: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10 using different coagulants

(6) 조직감

조직감 조사결과, 경도, 탄력성, 응집성, 점착성, 씹힘성 모두 쌀 품종에서 유의적인 차이를 보였다. 대조군과 비교하였을 때, 경도는 염화마그네슘 응고제를 넣은 영안벼 품종으로 제조한 두부가 653.38로 가장 비슷한 결과를 보였으며, Lee *et al*(1997)은 응고제별 두부의 견고성에서 CaCl_2 , MgCl_2 이 가장 높게 나타났다고 보고하였는데 이와 일치하였다. 탄력성의 경우 GDL 응고제를 넣은 각각의 두부에서 높은 결과를 얻었으며 그 중 일품 품종으로 제조한 두부에서 0.55로 높은 값을 보였다. 응집성은 다른 품종과 비교했을 때, 추청 품종과 영안벼 품종에서 유의적 차이를 보였으며, 응고제에서는 유의적 차이가 없었다. 점착성은 하이아미 품종과 영안벼 품종으로 제조한 두부가 대조군과 가장 비슷하였으며, GDL 응고제를 넣은 두부가 전반적으로 높게 나타났다. 씹힘성의 경우 대조군과 비교하였을 때 모든 품종에서 유의적 차이를 보였으며, 쌀 품종을 달리하여 제조한 두부에서 유의적 차이가 없었다. 대조군에 비해서 모든 품종이 낮은 결과를 보였다.

Table 3. Texture of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

Samples ¹⁾	Properties				
	Hardness (g)	Springiness (mm)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Chewiness (g/s)
CG	461.55±26.23 ^{aA}	0.63±0.11 ^{aAB}	0.29±0.01 ^{aB}	201.79±12.61 ^{aA}	173.81±12.03 ^{aB}
CC	743.43±28.99 ^{aA}	0.78±0.03 ^{aA}	0.34±0.01 ^{aA}	362.08±11.27 ^{aA}	343.00±16.72 ^{aA}
CM	652.31±26.84 ^{aB}	0.79±0.01 ^{aB}	0.35±0.01 ^{aAB}	174.07±10.54 ^{aB}	152.47±13.22 ^{aC}
HHG	382.78±15.89 ^{cA}	0.43±0.06 ^{aAB}	0.36±0.02 ^{aB}	152.36±4.65 ^{bA}	29.92±8.92 ^{bB}
HHC	241.91±15.80 ^{cA}	0.34±0.02 ^{bcA}	0.32±0.01 ^{aA}	75.63±6.38 ^{bA}	26.27±2.27 ^{bA}
HHM	460.00±14.01 ^{cB}	0.25±0.01 ^{dB}	0.32±0.01 ^{aAB}	129.97±6.44 ^{bB}	32.53±2.01 ^{bC}
HIG	224.43±8.24 ^{cA}	0.55±0.01 ^{bAB}	0.33±0.01 ^{aB}	122.36±4.24 ^{cA}	32.54±2.63 ^{bB}
HIC	161.21±8.55 ^{cA}	0.51±0.02 ^{bA}	0.36±0.01 ^{aA}	56.20±3.58 ^{cA}	25.18±2.24 ^{bA}
HIM	387.75±6.09 ^{eB}	0.42±0.02 ^{bB}	0.33±0.01 ^{aAB}	71.27±3.10 ^{cB}	37.85±3.21 ^{bC}
HCG	241.73±11.23 ^{dA}	0.38±0.10 ^{cAB}	0.33±0.02 ^{bB}	77.47±3.50 ^{dA}	32.11±1.27 ^{bB}
HCC	229.19±10.96 ^{dA}	0.35±0.03 ^{cA}	0.31±0.02 ^{bA}	69.47±2.46 ^{dA}	36.49±2.67 ^{bA}
HCM	364.37±15.08 ^{dB}	0.33±0.02 ^{cB}	0.28±0.02 ^{bAB}	70.93±2.99 ^{dB}	29.52±2.32 ^{bC}
HYG	256.94±21.90 ^{bA}	0.31±0.03 ^{dAB}	0.24±0.02 ^{bB}	181.45±6.62 ^{bA}	56.02±4.50 ^{bB}
HYC	478.61±19.50 ^{bA}	0.29±0.01 ^{dA}	0.27±0.01 ^{bA}	114.41±6.10 ^{bA}	35.10±2.03 ^{bA}
HYM	653.38±28.08 ^{bB}	0.30±0.02 ^{dB}	0.30±0.01 ^{aAB}	65.55±4.96 ^{bB}	15.79±1.27 ^{bC}

^{a-d}: Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different ($p < 0.05$)

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different ($p < 0.05$)
¹⁾CG: tofu using GDL coagulant CC: tofu using CaSO₄ coagulant CM: tofu using MgCl₂ coagulant
 HHG: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using GDL coagulant HHC: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HHM: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using MgCl₂ coagulant
 HIG: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using GDL coagulant HIC: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HIM: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using MgCl₂ coagulant
 HCG: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant HCC: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HCM: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant
 HYG: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using GDL coagulant HYC: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HYM: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

(7) 관능검사

관능검사 조사결과, 향미를 제외한 모든 쌀 품종에서 유의적 차이가 나타나지 않았지만, 외관, 맛, 색, 향미, 조직감, 전체적인 기호도에서 응고제에 따른 유의적 차이는 각각 나타났다. 외관, 맛, 향미에서는 염화마그네슘 응고제를 넣은 영안벼 품종으로 제조한 두부에서 높은 결과를 보였다. 조직감은 염화마그네슘을 넣은 모든 두부에서 높은 결과를 나타냈다. 전체적인 기호도는 염화마그네슘을 넣은 영안벼 품종과 하이아미 품종에서 5.4로 가장 높은 값을 보였다. 결론적으로 관능검사 결과로 볼 때, 염화마그네슘을 넣은 영안벼 품종에서 가장 높은 결과를 나타냈다.

Table 4. Sensory evaluation of rice-tofu made with different rice varieties and coagulants

Samples ¹⁾	Sensory properties					Overall acceptability
	Appearance	Taste	Color	Flavor	Texture	
CG	5.0±1.2 ^{aB}	3.5±1.2 ^{aC}	5.4±1.0 ^{aB}	4.8±1.0 ^{aB}	4.1±1.3 ^{aC}	4.0±1.3 ^{aC}
CC	4.7±1.3 ^{aA}	4.2±1.3 ^{aB}	5.0±1.1 ^{aA}	5.1±1.0 ^{aA}	4.0±1.2 ^{aB}	4.5±1.2 ^{aB}
CM	5.5±1.2 ^{aA}	5.1±1.3 ^{aA}	5.2±1.1 ^{aA}	5.1±0.9 ^{aA}	5.4±1.3 ^{aA}	5.0±1.3 ^{aA}
HHG	4.8±1.3 ^{aB}	3.5±1.2 ^{aC}	5.0±1.1 ^{aB}	4.5±1.2 ^{aB}	4.0±1.2 ^{aC}	4.1±1.2 ^{aC}
HHC	5.2±1.2 ^{aA}	4.7±1.2 ^{aB}	5.2±1.2 ^{aA}	4.8±1.0 ^{aA}	4.5±1.2 ^{aB}	4.9±1.2 ^{aB}
HHM	5.0±1.1 ^{aA}	4.9±1.3 ^{aA}	5.2±1.0 ^{aA}	4.7±1.0 ^{aA}	4.8±1.3 ^{aA}	5.4±1.2 ^{aA}
HIG	4.2±1.2 ^{aB}	3.2±1.3 ^{aC}	4.7±1.3 ^{aB}	4.3±1.1 ^{aB}	3.9±1.3 ^{aC}	3.3±1.1 ^{aC}
HIC	4.8±1.1 ^{aA}	4.8±1.2 ^{aB}	5.0±1.0 ^{aA}	5.1±1.0 ^{aA}	4.8±1.0 ^{aB}	5.2±1.3 ^{aB}
HIM	4.5±1.0 ^{aA}	4.9±1.2 ^{aA}	5.1±1.1 ^{aA}	5.0±1.0 ^{aA}	4.8±1.0 ^{aA}	5.3±0.8 ^{aA}
HCG	4.4±1.2 ^{aB}	3.4±1.2 ^{aC}	5.1±1.1 ^{aB}	4.2±1.0 ^{bB}	4.0±1.2 ^{aC}	3.5±1.2 ^{aC}
HCC	5.0±1.0 ^{aA}	4.8±1.1 ^{aB}	5.1±0.8 ^{aA}	4.8±1.0 ^{bA}	4.5±1.2 ^{aB}	5.1±1.3 ^{aB}
HCM	5.0±1.2 ^{aA}	5.0±1.0 ^{aA}	5.2±0.8 ^{aA}	4.6±0.8 ^{bA}	4.8±1.1 ^{aA}	5.3±1.1 ^{aA}
HYG	5.3±1.1 ^{aB}	5.1±1.3 ^{aC}	4.3±1.4 ^{aB}	4.4±1.2 ^{abB}	4.0±1.4 ^{aC}	3.8±1.5 ^{aC}
HYC	5.2±1.1 ^{aA}	4.8±1.1 ^{aB}	5.5±1.2 ^{aA}	5.3±0.8 ^{abA}	4.7±1.4 ^{aB}	5.2±1.1 ^{aB}
HYM	5.3±1.1 ^{aA}	5.1±1.3 ^{aA}	5.4±1.0 ^{aA}	5.2±1.0 ^{abA}	5.1±1.1 ^{aA}	5.4±1.2 ^{aA}

^{a-b}: Means followed by different superscript alphabets in each rice varieties are significantly different ($p < 0.05$)
^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants are significantly different ($p < 0.05$)
¹⁾CG: tofu using GDL coagulant CC: tofu using CaSO₄ coagulant CM: tofu using MgCl₂ coagulant
 HHG: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using GDL coagulant HHC: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HHM: tofu added with gelatinized Hiam rice flour 10% using MgCl₂ coagulant
 HIG: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using GDL coagulant HIC: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HIM: tofu added with gelatinized Ilpum rice flour 10% using MgCl₂ coagulant
 HCG: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant HCC: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HCM: tofu added with gelatinized Chucheong rice flour 10% using GDL coagulant
 HYG: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using GDL coagulant HYC: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using CaSO₄ coagulant HYM: tofu added with gelatinized Youngan rice flour 10% using MgCl₂ coagulant

제 2절 종류별 쌀가루의 제분특성, 가공적성 증진 및 표준품질 지표 확립 연구

1. 단백질분해효소 종류별 효소전처리 쌀가루의 제분특성

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용된 재료는 파쇄미, 재고미(2006년), 일반미(2011년)를 사용하였고, 효소제품은 Protex 6L, Protex 7L, Maxazyme NNP DS로 총 3가지를 (주)비전바이오켄으로부터 구입하여 사용하였다.

(2) 제조

효소처리 쌀가루를 제조하기 위해 쌀은 파쇄미, 재고미, 일반미로 분류하고 효소를 물에 희석하여 쌀과 함께 25℃에서 3d시간 침지하였다. 탈수 후 60℃ 열풍건조기에서 수분함량이 10 ~ 11 %가량 될 때까지 건조하였다. 이를 Pin mill을 이용하여 1차 분쇄를 하여 단백질분해 효소처리 쌀가루를 얻었으며, 이를 호화시키기 위해 Drum dry와 Extrusion을 이용하여 최종적으로 호화시킨 단백질분해 효소처리 쌀가루를 얻었다. 이는 폴리에틸렌 용기에 담아 냉장 보관하여 시료로 사용하였다. Drum dry의 운전 조건은 회전속도 1rpm, 롤러 간격 0.1mm, 압력 80±3lb/in²이며, Extrusion의 운전 조건은 스크류회전속도 1800rpm, L/D 비율 10.4, 토출구 크기(직경) 8mm, 바렐길이 100cm이다.

Table 1. 쌀의 종류, 효소 종류별, 물리적 처리 조건에 따른 쌀가루의 분류

Grain type	Enzyme	Classification of Enzyme	Concentration	physical modification		
				Non treatment	Drum dry	Extrusion
Broken rice	Bacterial protease	Protex 6L	0.1%	BN6	DBN6	EBN6
			0.3%	BM6	DBM6	EBM6
		Protex 7L	0.1%	BN7	DBN7	EBN7
			0.5%	BM7	DBM7	EBM7
		Maxazyme NNP DS	0.1%	BND	DBND	EBND
			0.5%	BMD	DBMD	EBMD
Rice stock	Bacterial protease	Protex 6L	0.1%	SN6	DSN6	ESN6
			0.3%	SM6	DSM6	ESM6
		Protex 7L	0.1%	PN7	DPN7	EPN7
			0.5%	PM7	DPM7	EPM7
		Maxazyme NNP DS	0.1%	SND	DSND	ESND
			0.5%	SMD	DSMD	ESMD
Rice	Bacterial protease	Protex 6L	0.1%	RN6	DRN6	ERN6
			0.3%	RM6	DRM6	ERM6
		Protex 7L	0.1%	RN7	DRN7	ERN7
			0.5%	RM7	DRM7	ERM7
		Maxazyme NNP DS	0.1%	RND	DRND	ERND
			0.5%	RMD	DRMD	ERMD

나. 실험방법

(1) 색도

색도는 색차계를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 이때 표준백판은 L : 93.32, a : -5.36, b : -7.46이다.

(2) 미세구조관찰

각 시료를 주사 전자현미경(Scanning electron microscope)으로 800배 확대하여 쌀가루의 구조를 관찰하였다.

(3) RVA 호화특성

제조된 쌀가루의 호화특성을 AACC Method 61-02에 의하여 RVA(Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific, RVA-Super4, Australia)를 이용하여 측정하였다. 각 시료는 건물 기준으로 14% 농도가 되도록 제조하였으며, 측정온도는 1분간 50℃를 유지하고 95℃까지 12℃/min의 속도로 온도를 상승시킨 후 2분 30초 동안 95℃를 유지, 12℃/min의 속도로 50℃까지 온도를 하강시킨 후 50℃에서 2분간 유지하여 점도곡선을 얻었다. 얻어진 점도 곡선으로부터 호화개시 온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(minimum viscosity), 최종점도(final viscosity)를 측정하고 이들 측정치로부터 breakdown, setback 값을 구하였다.

(4) 전분손상도

쌀가루의 전분손상도는 전분손상도 측정 장치(Starch Damaged Measurement, SD matic, Chopin Technologies, Villeneuve-la-Garene, France)를 이용하여 측정하였다.

(5) 물 결합능력

물 결합능력은 Medcalf와 Gilles방법에 의해 측정하였다. 50mL 원심분리관에 시료 0.5g과 증류수 20mL을 넣고 실온에서 1시간 동안 분산시켰다. 이 현탁액을 원심분리기로 3000rpm에서 30분 동안 원심분리한 후 상정액을 제거하고 침전된 쌀가루 무게를 측정하여 처음 시료와의 중량비로부터 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{물 결합능력 (\%)} = \frac{\text{침전된 시료의 무게 (g)} - \text{처음 시료의 무게 (g)}}{\text{처음 시료의 무게 (g)}} \times 100$$

(6) 팽윤력과 용해도

팽윤력과 용해도는 Schoch 방법에 의해 65~90℃ 범위에서 10℃ 간격으로 측정하였다. 쌀가루 0.25g과 증류수 20mL을 50mL 원심분리관에 넣고 일정온도를 유지하면서 30분 동안 교반시킨 후 바로 찬 물로 냉각시켰다. 이 원심관은 3000rpm에서 40분간 원심분리한 후 상정액은 미리 항량하여 건조시킨 은박접시에 취하여 105℃에서 건조시킨 후 다음 식으로 용해도를 계산하였고, 팽윤력은 침전된 시료의 무게로부터 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{용해도 (\%)} = \frac{\text{상정액의 건조 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (g)}} \times 100$$

$$\text{팽윤력} = \frac{\text{침전된 쌀가루의 무게 (g)}}{\text{시료의 무게 (g)} \times (100 - \% \text{용해도})} \times 100$$

다. 연구결과

(1) 단백질분해효소처리 쌀가루의 품질 특성

3 종류의 단백질분해효소를 농도를 달리하여 파쇄미, 재고미, 일반미로 나누어 전처리하고 쌀가루로 제분하여 그에 따른 품질 특성을 조사하였다.

(가) 파쇄미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 품질 특성

파쇄미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 색도는 Table 2와 같이 명도는 90.24~90.59로 효소처리구 BMD 쌀가루가 비효소처리 쌀가루와 비슷한 값을 나타내었다. a 값은 -4.95~-5.08로 효소처리구 BND 쌀가루가 유의적으로 큰 값을 나타내었고, b 값은 9.21~9.69로 효소처리구 BM7, MN6 쌀가루가 각각 9.21, 9.27로 비효소처리 쌀가루에 비해 낮은 값을 나타내었다.

Table 2. Color value of broken rice flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	BC ²⁾	BM6	BM7	BMD	BN6	BN7	BND
L	90.24±0.08 ³⁾⁴⁾	90.55±0.09 ^a	90.56±0.16 ^a	90.25±0.12 ^b	90.52±0.10 ^a	90.59±0.11 ^a	90.59±0.10 ^a
a	-5.03±0.03 ^b	-5.08±0.03 ^c	-5.01±0.03 ^{ab}	-5.05±0.03 ^{bc}	-5.03±0.03 ^{bc}	-5.01±0.04 ^{ab}	-4.95±0.02 ^a
b	9.69±0.05 ^a	9.46±0.13 ^b	9.21±0.07 ^c	9.64±0.09 ^a	9.27±0.06 ^c	9.56±0.04 ^{ab}	9.58±0.07 ^{ab}

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ BC : Broken rice flour of non-enzyme treatment

³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).

Fig. 1.은 파쇄미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 800배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 단백질분해효소 Protex 6L을 0.3%의 농도보다 0.1%의 농도를 사용하여 제조한 쌀가루는 쌀가루의 집합체로부터 미세입자들이 비교적 매끈하게 떨어져 나간 것을 확인할 수 있었으며, 비효소처리구 BC 쌀가루에 비해 효소처리군인 BM7, BN7, BMD, BND 쌀가루에서 미세입자들이 집합체 표면에서 떨어져 나오지 않고 그대로 남아있는 것을 확인할 수 있었다.

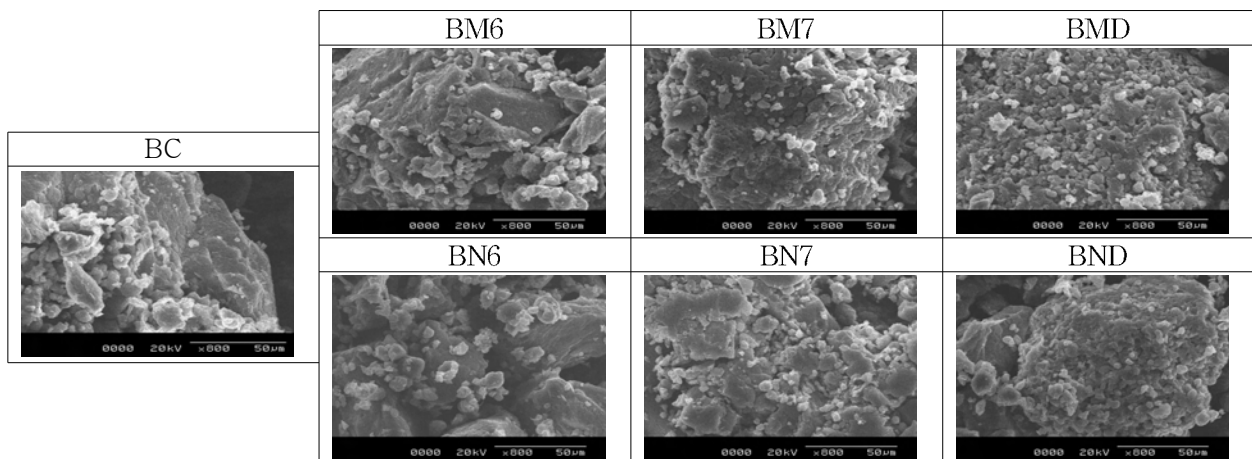


Fig. 1. Scanning electron microphotograph (X800) of broken rice flour as affected by protease treatment

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. BC : Broken rice flour of non-enzyme treatment)

파쇄미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 호화특성은 Table 3에 나타내었다. 호화개시온도는 71.78~73.30℃로 비효소처리 쌀가루와 효소처리군 BMD, BND 쌀가루가 유의적으로 낮은 호화개시 온도를 나타낸 반면 Protex 6L과 Protex 7L 효소를 이용한 쌀가루는 높은 호화 개시

온도를 나타내어 전분의 호화가 지연되는 것을 알 수 있었다. 최고점도는 효소처리군 쌀가루가 비효소처리 쌀가루에 유의적으로 낮게 나타났다. Breakdown은 효소처리군 BM6과 BM7 그리고 BN7 쌀가루에서 유의적으로 낮은 값을 나타내어 전분의 호화가 지연되면서 전분사슬의 구조변화가 덜 일어나는 것으로 판단되었다. 노화정도 또는 냉각과정에서 겔화로 인해 구조가 형성되는 정도를 예측할 수 있는 setback은 효소처리군이 비효소처리구에 비해 낮은 점도를 나타내었으며 효소처리군 BM7 쌀가루의 경우 19.88 RVU로 가장 낮은 점도를 나타내 전분의 노화를 지연시키는 효과가 있는 것으로 판단되었다

Table3. Pasting characteristics of broken rice flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	Pasting Temperature (°C)	Viscosity(RVU)			
		Peak 1	Breakdown	Final Viscosity	Setback
BC ²⁾	71.98±0.32 ^{3)c4)}	220±0.77 ^a	81.80±10.78 ^a	256.83±10.25 ^a	117.75±1.30 ^a
BM6	73.30±0.14 ^a	155.67±0.83 ^c	50.00±0.24 ^b	191.17±1.65 ^d	85.50±0.59 ^c
BM7	72.93±0.53 ^{ab}	59.96±0.06 ^e	44.13±1.12 ^b	35.71±1.47 ^f	19.88±0.29 ^e
BMD	71.78±0.11 ^c	196.59±2.60 ^c	71.17±3.54 ^a	221.84±2.71 ^c	96.42±1.77 ^c
BN6	72.20±0.64 ^{bc}	215.25±1.06 ^b	79.55±3.36 ^a	239.25±4.60 ^b	103.55±0.18 ^b
BN7	72.38±0.25 ^{bc}	138.58±0.71 ^f	54.25±2.59 ^b	149.13±1.24 ^c	64.79±0.65 ^f
BND	71.88±0.18 ^c	185.67±1.06 ^d	75.71±1.24 ^a	201.34±3.06 ^d	91.38±0.77 ^d

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ BC : Broken rice flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

Table 4는 파쇄미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 전분손상도 측정 결과로 전분손상도 측정기(SD matic)를 이용하여 측정하였다. 밀가루의 전분손상도 표준범위는 4 ~ 9로 나타나었으나 쌀가루에 대한 전분손상도 표준범위가 측정되어 있지 않아 시료간의 전분손상도 차이를 상대적으로 비교하는 것에 의미를 두며, AI는 요오드 흡수율로서 측정값이 높게 나올수록 전분 손상도가 큰다는 것을 의미한다. AI는 효소처리군 BMD, BN7, BND 쌀가루가 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며 AI를 환산한 값인 AACC 76-31 역시 효소처리군 BMD, BN7, BND 쌀가루가 낮게 나타났다.

Table 4. Damaged starch of broken rice flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	BC ²⁾	BM6	BM7	BMD	BN6	BN7	BND
AI(%)	90.11±0.33 ^{3)a4)}	89.91±0.09 ^a	89.88±0.57 ^a	86.80±0.59 ^c	88.71±0.52 ^b	87.61±0.25 ^c	87.15±0.59 ^c
AACC 76-31 ⁵⁾	2.56±0.17 ^a	2.46±0.04 ^a	2.46±0.28 ^a	1.23±0.19 ^c	1.94±0.22 ^b	1.50±0.09 ^c	1.34±0.20 ^c

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ BC : Broken rice flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).
⁵⁾ AACC 76-31 : 전분손상도 측정기를 이용하여 측정된 AI(%)를 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값임.

파쇄미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 수분용해지수 및 수분흡수지수는 Fig. 2과 같이 효소처리군 BM7 쌀가루가 4.17%로 수분용해지수(WSI)가 유의적으로 높은 값을 나타내었으나 BM6 쌀가루는 0.72%로 가장 낮은 수분용해지수를 나타내었다. 수분흡수지수(WAI)는 효소처리하지 않은 BC 쌀가루와 효소처리군 BN6, BND 쌀가루는 2.39~2.51g/g로 유의적인 차이는 나타나지 않았다(Fig. 3).

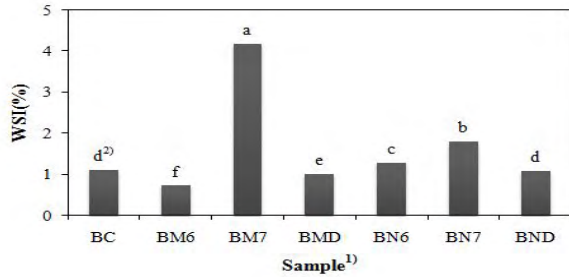


Fig. 2. Water solubility index(WSI) of broken rice flour as affected by protease treatment

¹⁾Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾Values with Different letter within a same column(a-f) differ significant (p<0.05).

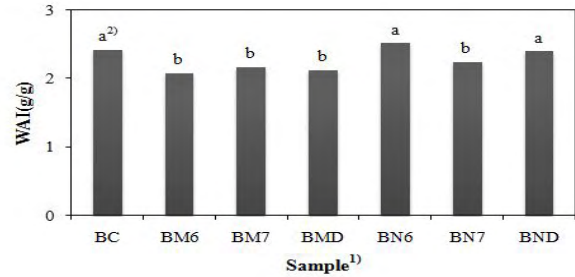


Fig. 3. Water absorption index(WAI) of broken rice flour as affected by protease treatment

¹⁾Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾Values with Different letter within a same column(a-b) differ significant (p<0.05).

Fig. 4는 파쇄미에 단백질분해 효소 처리하여 제조한 쌀가루의 팽윤력과 용해도를 나타내었다. 팽윤력을 측정한 결과 효소처리구 BM6 쌀가루를 제외한 다른 시료들은 64~95℃에서 팽윤력이 서서히 증가하였다. BM6 쌀가루의 팽윤력은 85℃에서 급격히 증가하였으나 95℃에서는 감소하였다.

쌀가루의 용해도는 효소처리구 BM6 쌀가루와 팽윤력과 같은 경향으로 나타났으며 비효소처리구 BC와 효소처리구 BN6, BN7 쌀가루는 85℃에서 용해도가 급격히 낮아지는 것으로 나타났다. BM7 쌀가루의 용해도는 18.8~21.6℃로 가열온도가 증가함에 따라 용해도 증가량이 매우 작게 나타났다.

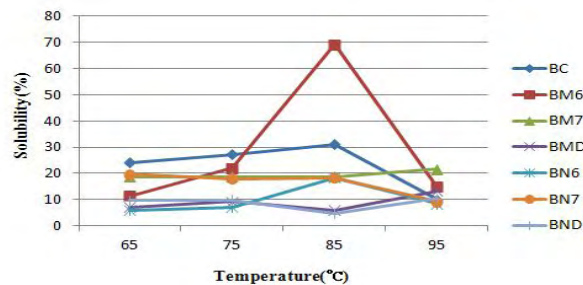
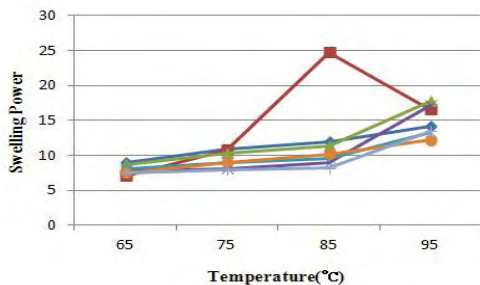


Fig. 4. Swelling power and Solubility of broken rice flour as affected by protease treatment
 (BC, BM6, BM7, BMD, BN6, BN7, BND : Table 1에 약어 표시하였음.)

(나) 재고미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 품질 특성

Table 5는 2006년도산 재고미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 색도 측정 결과이다. 명도를 나타내는 L 값은 비효소처리구 RC 쌀가루가 89.39로 효소처리군인 쌀가루의 L 값(90.15~91.12)보다 유의적으로 낮게 나타나 재고미에 단백질분해효소를 처리하면 쌀가루의 색이 밝아지는 것을 알 수 있었다. a 값은 -4.80~-5.04로 나타났으며 황색도 b 값은 효소처리군 SM6, SM7, SN6, SN7, SND 쌀가루가 9.98~10.12로 유의적으로 높게 나타났다.

Table 5. Color value of rice stock flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	SC ²⁾	SM6	SM7	SMD	SN6	SN7	SND
L	89.39±0.10 ^{3)f4)}	90.24±0.07 ^{de}	90.67±0.08 ^b	91.02±0.04 ^a	90.15±0.04 ^e	90.51±0.05 ^c	90.35±0.08 ^d
a	-4.80±0.05 ^a	-5.01±0.04 ^b	-5.03±0.05 ^c	-5.04±0.02 ^c	-4.95±0.02 ^b	-5.03±0.04 ^c	-4.97±0.02 ^b
b	9.11±0.10 ^c	9.98±0.04 ^a	10.01±0.05 ^a	9.84±0.02 ^b	10.05±0.01 ^a	10.12±0.08 ^a	10.06±0.05 ^a

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾ SC : Rice stock flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3).
⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-e) differ significant (p<0.05).

Fig. 5는 재고미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 800배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 효소처리군 SM6 쌀가루를 제외한 다른 효소처리군 쌀가루의 집합체 표면은 비효소처리군 SC 쌀가루에 비해 미세입자들이 밀착되어서 표면에 거칠고 일부 홈이 파여 있는 것을 알 수 있었다. 위의 선행연구결과에서 파쇄미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 미세구조와 비교하였을 때(Fig 1) 재고미를 이용한 쌀가루의 입자크기가 파쇄미를 이용한 쌀가루의 입자크기에 비해 비교적 큰 것을 확인할 수 있었다.

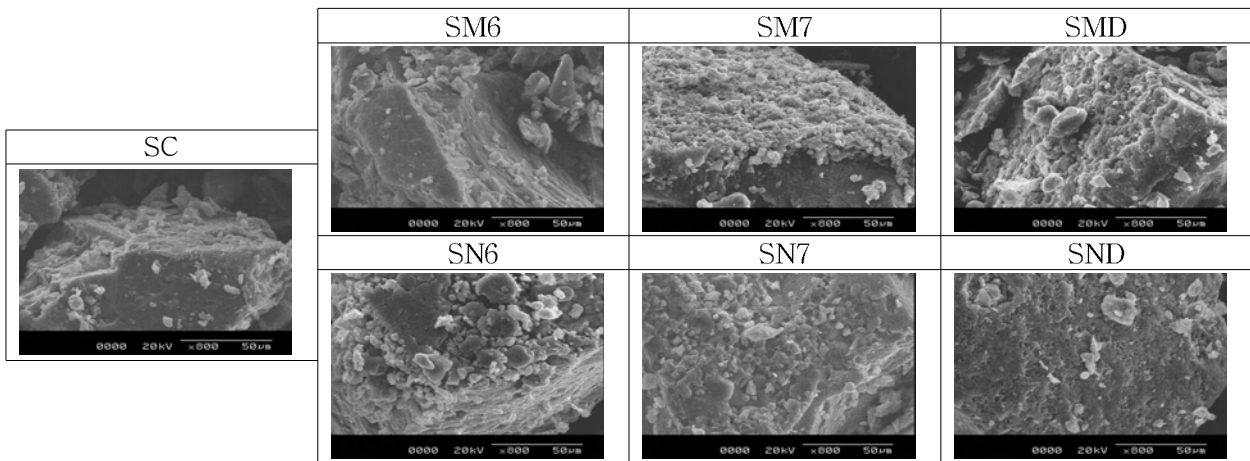


Fig. 5. Scanning electron microphotograph (X800) of rice stock flour as affected by protease treatment
⁽¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. SC : Rice stock flour of non-enzyme treatment)

재고미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루를 RVA를 이용하여 측정된 호화특성은 Table 6과 같다. 호화개시온도는 69.68~70.68℃로 나타났으며 효소처리의 유무에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 최고점도는 비효소처리군 SC 쌀가루와 효소처리군 SND 쌀가루가 가장 높게 나타났으나 효소처리군 SM7 쌀가루는 74.09RVU로 최고점도가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 위의 파쇄미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 RVA 측정 결과와 비교하면 재고미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 호화개시온도가 파쇄미에 효소 처리한 것보다 낮게 나타났으며, 최고점도는 재고미에 효소 처리한 쌀가루에서 높은 점도를 나타내어 단백질분해효소를 파쇄미에 처리하였을 때 전분입자의 결정도가 낮아 호화가 지연되는 것으로 사료되었다.

Breakdown은 비효소처리군 SC 쌀가루와 효소처리군 SND 쌀가루가 유의적인 높은 점도를 나타내었으며 효소처리군 SM6 쌀가루는 가장 낮은 점도를 나타내었다. 효소처리군 SM7과 SN7 쌀가루의 breakdown은 효소 농도에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 최종점도는 비효소처리군 SC 쌀가루(303.29RVU)가 가장 높은 점도를 나타내었고 효소처리군 SM7 쌀가루(39.45RVU)는 가장 낮은 점도를 나타내었다. 최종점도가 최저점도와 차이를 나타내는 Setback은 비효소처리 SC 쌀가루가 가장 높은 점도를 나타내고 효소처리군 SM7 쌀가루가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었는데 이러한 경향은 최종점도와 같은 경향을 나타내었으며 Protex 7L(0.5%)의 단백질분해효소를 이용할 경우 전분의 노화가 지연되는 것을 알 수 있었다.

Table 6. Pasting characteristics of rice stock flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	Pasting Temperature (°C)	Viscosity(RVU)			
		Peak 1	Breakdown	Final Viscosity	Setback
SC ²⁾	70.68±0.25 ^{3)a4)}	252.92±3.89 ^a	89.21±2.88 ^a	303.29±1.125 ^a	139.59±0.12 ^a
SM6	69.98±0.67 ^a	171.38±0.53 ^d	44.58±5.30 ^d	215.54±4.30 ^e	88.75±1.53 ^e
SM7	70.63±0.11 ^a	74.09±0.47 ^f	57.59±0.47 ^c	39.75±0.24 ^g	23.25±0.24 ^g
SMD	69.85±0.07 ^a	243.75±0.71 ^b	76.38±2.18 ^b	273.92±0.23 ^c	106.54±1.71 ^c
SN6	69.70±0.57 ^a	218.46±0.65 ^c	69.54±4.30 ^b	248.17±0.12 ^d	99.25±3.78 ^d
SN7	69.68±0.74 ^a	147.34±0.12 ^e	56.50±3.07 ^c	169.75±1.53 ^f	78.92±1.41 ^f
SND	70.43±0.60 ^a	256.50±0.59 ^a	91.63±6.19 ^a	285.33±2.47 ^b	120.46±3.13 ^b

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ SC : Rice stock flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

Table 7은 전분손상도 측정결과로 재고미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 AI가 86.86~89.56%로 나타났으며 비효소처리군 SC 쌀가루와 효소처리군 SM7 쌀가루의 AI는 유의적으로 높은 값을 나타내었다. AI를 환산한 값인 AACC 73-31은 효소처리군에 비해 비효소처리군 쌀가루가 유의적으로 높은 전분손상도를 나타내었다.

Table 7. Damaged starch of rice stock flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	SC ²⁾	SM6	SM7	SMD	SN6	SN7	SND
AI(%)	89.77±0.13 ^{3)a4)}	88.42±0.33 ^{bc}	89.56±0.21 ^a	89.00±0.13 ^{ab}	86.86±0.68 ^e	87.90±0.17 ^{cd}	87.50±0.47 ^{de}
AACC 76-31 ⁵⁾	2.40±0.06 ^a	1.81±0.13 ^{cd}	2.30±0.10 ^{ab}	2.05±0.06 ^{bc}	1.25±0.22 ^f	1.61±0.06 ^{de}	1.46±0.17 ^{ef}

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ SC : Rice stock flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-f) differ significant (p<0.05).
⁵⁾ AACC 76-31 : 전분손상도 측정기를 이용하여 측정된 AI(%)를 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값임.

Fig. 6은 재고미에 단백질분해효소 처리한 쌀가루의 수분용해지수(WSI) 측정 결과로서 효소처리군 SM7 쌀가루가 3.50%로 가장 높게 나타났으며 SND 쌀가루가 유의적으로 가장 낮은 수분용해지수를 나타내었다. 수분흡수지수(WAI)는 2.09~2.48g/g로 효소처리군 SN7과 SND 쌀가루가 높은 값을 나타내었으나 유의차는 없었다.

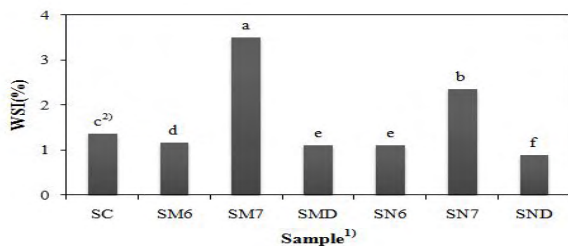


Fig. 6. Water solubility index(WSI) of rice stock flour as affected by protease treatment

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾ Values with Different letter within a same column(a-f) differ significant (p<0.05).

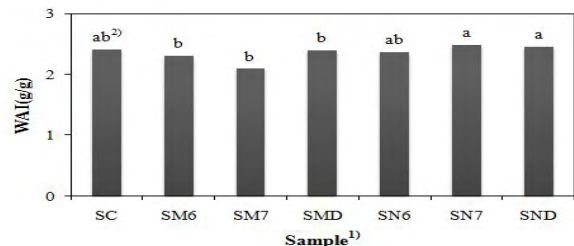


Fig. 7. Water absorption index(WAI) of rice stock flour as affected by protease treatment

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾ Values with Different letter within a same column(a-b) differ significant (p<0.05).

재고미에 단백질 분해 효소 처리하여 제조한 쌀가루의 팽윤력 및 용해도를 Fig. 8에 나타내었다. 쌀가루의 팽윤력은 7.72~13.26°C로 효소처리군 SN7 쌀가루가 가장 높고 SM6 쌀가루가 가장 낮은 값

을 나타내었다. 비효소처리구 SC 쌀가루와 효소처리구 SN6 쌀가루를 제외한 각 시료들은 85℃ 이후에 팽윤력이 급격히 증가하는 것으로 나타났으며 95℃에서의 팽윤력은 14.93~17.19℃로 나타났다.

65℃에서의 용해도는 효소처리구 SN7 쌀가루가 46.8℃로 가장 높게 나타났으며 SM6 쌀가루는 8.4℃로 가장 낮은 용해도를 나타내었다. 효소처리구 SM7 쌀가루는 65~85℃사이에서 용해도가 감소하였으나 95℃에서는 급격히 증가하여 가장 높은 용해도를 나타내었다. 효소처리구 SM7 쌀가루에 비해 다른 시료들은 10.80~14.80℃로 낮은 용해도를 나타내었다.

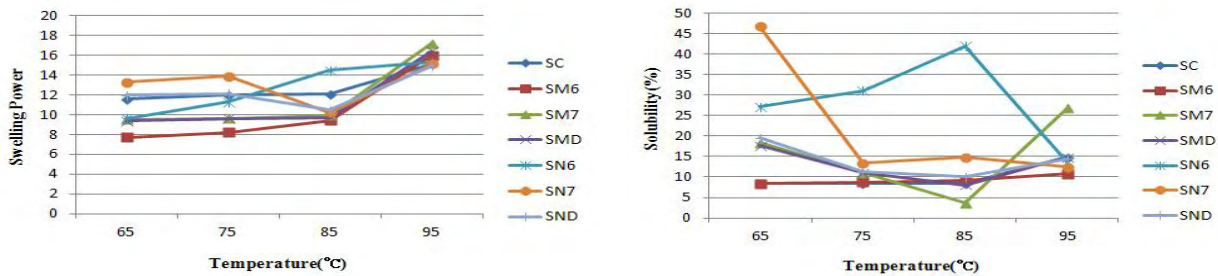


Fig. 8. Swelling power and Solubility of rice stock flour as affected by protease treatment (SC, SM6, SM7, SMD, SN6, SN7, SND : Table 1에 약어 표시하였음.)

(다) 일반미에 단백질분해효소를 처리한 쌀가루의 품질 특성

2011년도산 일반미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 색도 측정 결과를 Table 8에 나타내었다. 명도 L 값은 효소처리구 SM6 쌀가루가 90.50으로 유의적으로 높게 나타났으며 RMD 쌀가루의 L 값은 89.70으로 낮은 값을 나타내었다. a 값은 효소처리군에 비해 비효소처리구 RC 쌀가루가 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 황색도 b 값은 L 값이 가장 높게 나타났던 효소처리구 SM6 쌀가루에서 낮게 나타났으며 RND의 b 값도 낮게 나타났다. 비효소처리구 RC의 쌀가루 b 값이 9.89로 높은 경향을 나타내었다.

Table 8. Color value of rice flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	RC ²⁾	RM6	RM7	RMD	RN6	RN7	RND
L	90.10±0.04 ^{3)abc4)}	90.50±0.06 ^a	90.01±0.01 ^{bc}	89.70±0.53 ^c	90.26±0.06 ^{ab}	90.21±0.16 ^{ab}	90.31±0.11 ^{ab}
a	-5.06±0.03 ^a	-5.00±0.01 ^{ab}	-4.94±0.01 ^{abc}	-4.99±0.05 ^{abc}	-4.93±0.03 ^{bc}	-5.02±0.05 ^{cd}	-4.96±0.04 ^d
b	9.89±0.04 ^a	9.41±0.02 ^d	9.60±0.02 ^c	9.85±0.05 ^a	9.54±0.08 ^c	9.74±0.08 ^b	9.36±0.05 ^d

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾ RC : Rice flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3).
⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-d) differ significant (p<0.05).

Fig. 9는 일반미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 800배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 효소처리구 RM6 쌀가루의 표면구조는 집합체에서 떨어져 나와 미세입자들이 밀착되어 있는 형태로 나타났으나 비효소처리구 RC 쌀가루와 효소처리군 RN6, RN7, RMD, RND 쌀가루는 집합체 표면에 미세입자들이 떨어져나가지 않고 붙어있어 거칠게 나타났다. 효소처리군 RN6과 RN7 쌀가루의 표면은 다른 처리구에 비해 비교적 미세입자들이 깨끗하게 떨어져 나가 매끄러운 경향을 나타내었다. 위의 선행연구결과(Fig. 1과 Fig. 6)와 비교해보면 파쇄미와 재고미를 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 표면구조는 미세입자들이 밀착되어 표면이 매끄럽지 못한 반면에 일반미에 효소처리한 쌀가루의 표면구조는 비교적 매끄러운 것을 알 수 있었다.

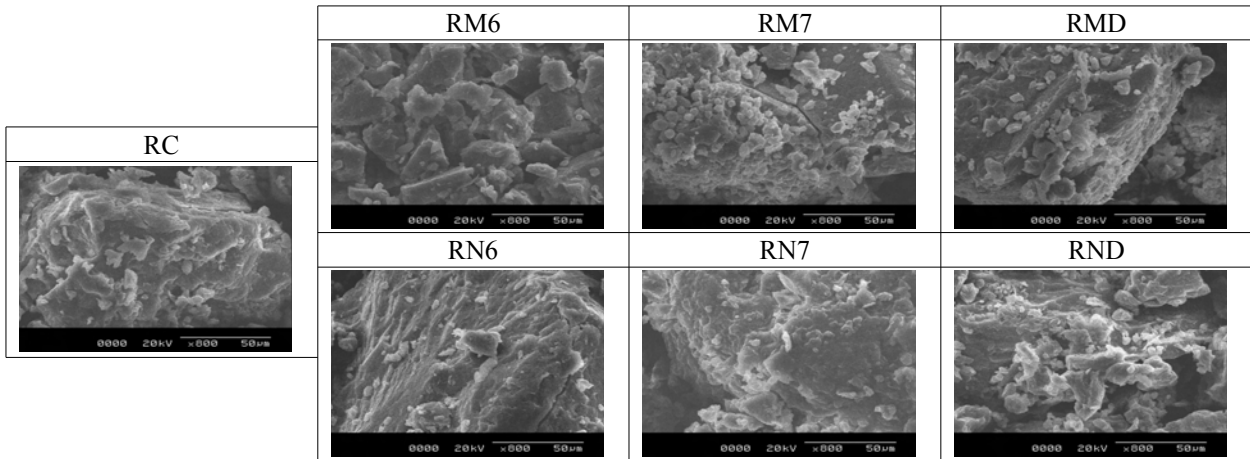


Fig. 9. Scanning electron microphotograph (X800) of rice flour as affected by protease treatment

(¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. RC : Rice flour of non-enzyme treatment)

일반미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 RVA 호화특성을 측정한 결과는 Table 9과 같다. 호화개시온도는 효소처리군 RM7 쌀가루가 70.78°C로 높게 나타났으며 비효소처리군 RC 쌀가루와 효소처리군 RM6, RN6 쌀가루의 호화개시온도는 유의차를 나타내지 않았다. 최고점도는 비효소처리군 RC 쌀가루가 효소처리군에 비해 유의적으로 높은 점도를 나타내었으며 효소처리군에서는 RM7<RN7<RM6<RN6<RMD<RND 순으로 단백질분해효소 종류에 따라 높은 농도에서 낮은 점도를 나타내었다. 호화 중에 열 및 전단(shear)에 대한 저항성을 나타내는 breakdown은 최고점도와 유사한 경향으로 효소처리군의 쌀가루에 비해 비효소처리군의 쌀가루에서 가장 높은 점도를 나타내었으며 효소처리군 RM6과 RN6 쌀가루의 breakdown이 47.25RVU, 56.59RVU로 낮은 점도를 나타내어 단백질분해효소 Protex 6L은 전분의 shear thinning 현상을 억제하는 기능이 있는 것을 알 수 있었다. 최종점도는 비효소처리군 RC 쌀가루가 249.42RVU로 가장 높은 점도를 나타내었으나 효소처리군 RM7 쌀가루가 34.96RVU로 가장 낮은 점도를 나타내었다. 전분의 노화 경향을 나타내는 setback은 비효소처리군 RC 쌀가루에 비해 효소처리군 RM7과 RN7 쌀가루에서 낮은 점도를 나타내어 단백질분해효소 Protex 7L이 전분의 노화를 지연시키는 것을 알 수 있었으며 단백질분해효소 Protex 6L 또한 전분의 노화를 지연시키는데 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

Table 9. Pasting characteristics of rice flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	Pasting Temperature (°C)	Viscosity(RVU)			
		Peak 1	Breakdown	Final Viscosity	Setback
RC ²⁾	69.75±0.28 ^{3)ab4)}	217.88±2.18 ^a	76.04±3.59 ^a	249.42±0.714 ^a	107.58±2.12 ^a
RM6	70.15±0.49 ^{ab}	151.88±1.59 ^c	47.25±1.77 ^d	193.58±0.71 ^d	88.96±0.88 ^c
RM7	70.78±1.03 ^a	75.79±0.65 ^b	62.08±4.41 ^{bc}	34.96±3.13 ^f	21.25±1.06 ^c
RMD	69.30±0.21 ^b	196.38±5.24 ^c	60.55±11.14 ^{bc}	236.63±3.12 ^b	100.79±2.77 ^b
RN6	69.60±0.35 ^{ab}	179.29±1.12 ^d	56.59±5.78 ^{cd}	221.00±0.24 ^c	98.29±4.89 ^b
RN7	69.30±0.14 ^b	121.17±0.47 ^f	63.21±0.18 ^{abc}	119.88±1.59 ^c	61.92±0.94 ^d
RND	69.20±0.14 ^b	209.25±0.11 ^b	73.46±4.65 ^{ab}	240.71±4.19 ^b	104.92±0.35 ^{ab}

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ RC : Rice flour of non-enzyme treatment

³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

Table 10는 일반미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 전분손상도 측정 결과이다. AI는 효소처리군 RND 쌀가루가 90.60%로 가장 높은 값을 나타내었으나 RMD 쌀가루와 비효소처리군

RC 쌀가루는 가장 낮은 AI를 나타냈으며 효소처리에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. AACC 76-31 값 역시 AI와 비슷한 경향을 나타내었으며 단백질분해효소 Maxazyme NNP DS를 0.5% 농도로 이용하여 쌀가루를 제조할 경우 효소처리를 하지 않은 쌀가루와 전분 손상도가 비슷한 것을 알 수 있었다. 또한 단백질분해효소 Protex 7L을 이용하여 쌀가루를 제조하는 것이 Protex 6L을 이용하여 쌀가루를 제조하는 것보다 쌀가루의 전분손상도가 작게 나타나는 것을 알 수 있었다.

Table 10. Damaged starch of rice flour as affected by protease treatment

Sample ¹⁾	SC ²⁾	SM6	SM7	SMD	SN6	SN7	SND
AI(%)	86.48±0.47 ³⁾⁴⁾	89.83±0.16 ^{ab}	89.10±0.21 ^b	86.60±0.55 ^d	89.35±0.24 ^b	87.95±0.30 ^c	90.60±0.12 ^a
AACC 76-31 ⁵⁾	1.12±0.14 ^c	2.43±0.08 ^b	2.10±0.09 ^c	1.19±0.21 ^e	2.21±0.11 ^{bc}	1.63±0.12 ^d	2.81±0.06 ^a

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ RC : Rice flour of non-enzyme treatment
³⁾ Values are mean±SD (n=3). ⁴⁾ Values with Different letter within a same column(a-e) differ significant (p<0.05).
⁵⁾ AACC 76-31 : 전분손상도 측정기를 이용하여 측정된 AI(%)를 AACC 76-31에 근거하여 환산한 값임.

Fig. 10은 일반미에 단백질분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 수분용해지수(WSI) 측정 결과이다. 비효소처리군 RC 쌀가루의 수분용해지수는 효소처리군에 비해 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었으며 효소처리군 RM7 쌀가루는 3.67%로 가장 높은 수분용해지수를 나타내었다. Fig. 11에서와 같이 수분흡수지수(WAI)는 2.21~2.42g/g의 범위로 나타났으며 가장 높은 수분용해지수를 나타낸 RM7 쌀가루에서 가장 낮은 수분흡수지수를 나타내었다.

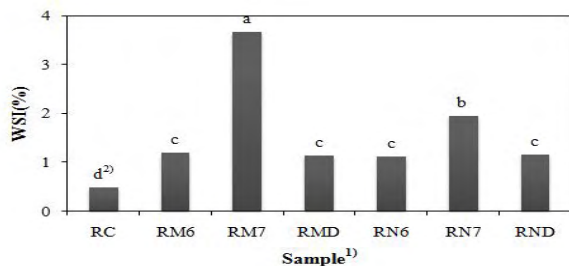


Fig. 10. Water solubility index(WSI) of rice flour as affected by protease treatment

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾ Values with Different letter within a same column(a-f) differ significant (p<0.05).

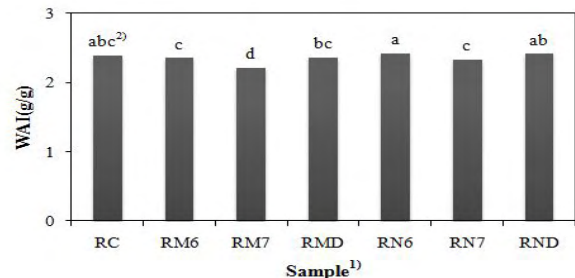


Fig 11. Water absorption index(WAI) of rice flour as affected by protease treatment

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.
²⁾ Values with Different letter within a same column(a-b) differ significant (p<0.05).

Fig. 12는 일반미에 단백질 분해 효소 처리하여 제조한 쌀가루의 팽윤력과 용해도를 측정된 결과이다. 비효소처리군과 효소처리군 모두 가열 온도가 65~95℃로 증가함에 따라 팽윤력이 증가하는 것으로 나타났으며 효소처리군 RMD 쌀가루는 95℃에서 팽윤력이 급격히 증가하여 가장 높은 값을 나타내었다.

쌀가루의 용해도 측정 결과, 효소처리군 RMD와 RND는 가열온도가 증가함에 따라 용해도가 증가하는 경향을 나타내었으며 비효소처리군 RC와 효소처리군 RM7 쌀가루는 85℃까지 용해도가 증가하였으나 95℃에서 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

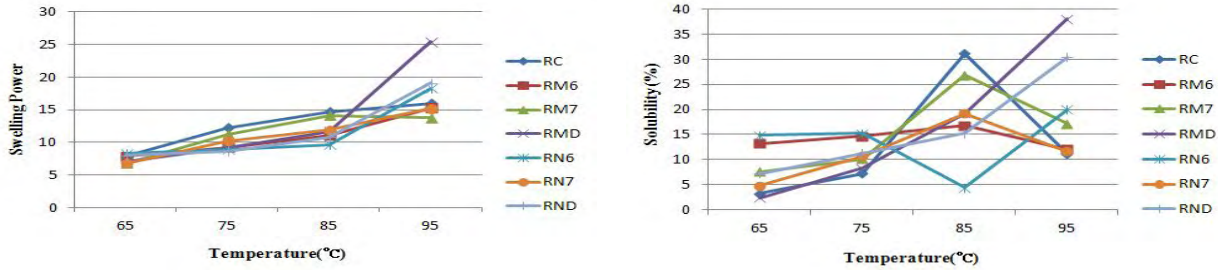


Fig. 12. Swelling power and Solubility of rice flour as affected by protease treatment (RC, RM6, RM7, RMD, RN6, RN7, RND : Table 1에 약어 표시하였음.)

(2) 물리적 변성에 의한 단백질 분해 효소처리 쌀가루의 품질 특성

3 종류의 단백질분해효소를 농도를 달리하여 파쇄미, 재고미, 일반미로 나누어 전처리한 쌀가루를 물리적 처리(Drum dry와 Extrusion)과정을 거쳐 제조한 쌀가루의 품질 특성을 조사하였다.

(가) 파쇄미에 단백질 분해 효소를 처리한 후 물리적 변성에 의한 쌀가루의 품질 특성

파쇄미에 단백질 분해효소를 처리한 후 Drum dry와 Extrusion로 호화처리를 거쳐 제조한 쌀가루의 색도 측정결과를 Table 11에 나타내었다. Drum dry를 이용하여 호화시킨 쌀가루의 L 값은 효소처리구 DBM6 쌀가루가 94.34로 가장 높은 값을 나타내었으나 DBM7 쌀가루의 L 값은 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 적색도 a 값은 -4.82~-5.30으로 나타났으며 효소처리의 유무에 따른 차이를 나타내지 않았다. 황색도 b 값은 효소처리구 DBM7 쌀가루가 가장 높은 값을 나타내었으며 DBN6 쌀가루가 가장 낮은 b 값을 나타내었다.

Extrusion을 이용하여 호화시킨 쌀가루의 L 값은 효소처리구 EBMD 쌀가루에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으나 EBND 쌀가루에서 가장 낮은 L 값을 나타내었다. a 값은 -4.27~-5.49로 나타났으며 b 값은 12.43~14.95로 L 값이 가장 낮은 EBND 쌀가루에서 b값이 가장 높은 값을 나타내었으며 L 값이 가장 높은 EBMD 쌀가루의 b 값이 가장 낮게 나타났다. Drum dry와 Extrusion을 이용하여 호화시킨 쌀가루의 색도는 Drum dry를 이용하여 호화시킨 쌀가루의 L 값이 크고 b 값이 작게 나타나 쌀가루의 밝기가 Extrusion을 이용하여 호화시킨 쌀가루보다 더 밝은 것으로 나타났다.

Table 11. Color value of broken rice flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	L	a	b
Drum dry	DBC ²⁾	92.05±0.01 ^{4)e5)}	-5.10±0.01 ^b	12.25±0.01 ^d
	DBM6	94.34±0.01 ^a	-5.30±0.01 ^e	11.74±0.01 ^e
	DBM7	91.42±0.01 ^g	-4.83±0.01 ^a	13.83±0.01 ^a
	DBMD	93.49±0.01 ^b	-5.15±0.01 ^c	12.56±0.01 ^c
	DBN6	91.88±0.01 ^f	-5.09±0.01 ^c	10.83±0.02 ^g
	DBN7	92.36±0.01 ^d	-5.19±0.01 ^d	13.05±0.01 ^b
	DBND	93.04±0.01 ^c	-5.17±0.01 ^c	11.51±0.01 ^f
Extrusion	EBC ³⁾	91.59±0.00 ^{4)b5)}	-4.52±0.01 ^c	13.94±0.01 ^e
	EBM6	91.49±0.09 ^c	-5.49±0.02 ^g	14.50±0.01 ^c
	EBM7	90.52±0.07 ^d	-4.76±0.01 ^d	14.91±0.01 ^b
	EBMD	92.35±0.02 ^a	-5.23±0.01 ^f	12.43±0.01 ^g
	EBN6	91.50±0.01 ^c	-5.02±0.02 ^e	13.37±0.00 ^f
	EBN7	89.36±0.01 ^e	-4.27±0.01 ^a	14.95±0.00 ^a
	EBND	88.64±0.01 ^f	-4.31±0.01 ^b	14.24±0.01 ^d

¹⁾ Table 2, 3에 약어 표시하였음.

²⁾ DBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using drum drying

³⁾ EBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using extrusion

⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

파쇄미에 단백질분해효소처리를 한 후 Drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루의 RVA 호화특성을 측정된 결과(Table 12), 호화개시온도는 47.13~47.85°C의 범위로 단백질분해효소 처리의 유무에 따른 유의차를 나타내지 않았다. 최고점도는 효소처리군 DBM6과 DBMD 쌀가루에서 유의적으로 가장 높게 나타났으며 DBM6 쌀가루는 높은 breakdown, 낮은 setback을 나타내어 이를 이용하여 가공식품에 활용할 경우 식미가 양호할 것으로 판단된다. DBM7 쌀가루는 17.92RVU로 다른 처리구에 비해 가장 낮은 최고점도, 낮은 Breakdown을 나타내어 이 쌀가루는 전분의 노화가 지연되며 가공적성의 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.

Extrusion을 이용하여 호화시킨 쌀가루의 RVA 호화특성 측정결과 호화개시온도와 setback은 효소 처리의 유무에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루에 비하여 최고점도, breakdown, 최고점도, setback 값의 차이가 크게 나타났다. 효소처리군 EBMD 쌀가루에서 최고점도, breakdown 값이 크고, setback 값이 낮아 가공식품에 활용하는 경우 식미가 양호할 것으로 판단된다.

Table 12. Pasting characteristics of broken rice flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	Pasting Temperature (°C)	Viscosity(RVU)			
			Peak 1	Breakdown	Final Viscosity	Setback
Drum dry	DBC2)	47.30±0.64 ^{4)a5)}	204.05±5.83 ^c	111.84±5.42 ^d	187.04±2.53 ^a	94.87±2.95 ^a
	DBM6	47.13±0.46 ^a	249.84±5.78 ^a	192.71±4.42 ^a	106.54±1.00 ^e	49.42±0.35 ^d
	DBM7	47.85±1.63 ^a	17.92±1.41 ^f	13.17±1.41 ^f	14.38±1.94 ^f	9.63±1.94 ^e
	DBMD	47.33±0.74 ^a	243.92±1.18 ^a	169.50±1.65 ^b	133.21±0.88 ^c	58.79±1.36 ^c
	DBN6	47.60±0.57 ^a	187.00±7.42 ^d	120.17±6.48 ^d	116.42±1.41 ^d	49.59±2.35 ^d
	DBN7	47.25±0.85 ^a	147.17±3.06 ^e	91.83±11.31 ^e	101.38±5.37 ^e	46.04±2.88 ^d
	DBND	47.68±0.04 ^a	215.55±0.88 ^b	141.42±3.66 ^c	148.17±2.24 ^b	74.05±0.53 ^b
Extrusion	EBC3)	47.58±0.74 ^{4)a6)}	11.63±0.18 ^{ab}	4.75±0.11 ^{ab}	9.79±0.76 ^{ab}	2.92±0.71 ^a
	EBM6	49.20±1.27 ^a	11.25±1.41 ^{ab}	3.13±1.35 ^b	11.67±0.00 ^a	3.54±0.06 ^a
	EBM7	47.55±0.07 ^a	13.17±2.83 ^{ab}	6.84±2.60 ^{ab}	8.58±0.71 ^b	2.25±0.95 ^a
	EBMD	48.90±3.18 ^a	16.42±1.41 ^a	9.88±0.53 ^a	9.29±1.47 ^b	2.42±0.59 ^a
	EBN6	47.45±1.34 ^a	13.92±3.54 ^{ab}	7.21±3.83 ^{ab}	9.96±1.47 ^{ab}	3.25±1.17 ^a
	EBN7	49.75±2.55 ^a	9.79±4.30 ^b	3.83±3.54 ^{ab}	9.46±0.41 ^{ab}	3.50±1.17 ^a
	EBND	47.23±0.11 ^a	10.29±0.30 ^{ab}	4.25±0.47 ^{ab}	8.42±0.12 ^b	2.38±0.06 ^a

¹⁾ Table 2, 3에 약어 표시하였음. ²⁾ DBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using drum drying
³⁾ EBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using extrusion. ⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).
⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-f) differ significant (p<0.05).
⁶⁾ Values with Different letter within a same column(a-b) differ significant (p<0.05).

수분용해지수(WSI)와 수분흡수지수(WAI) 측정결과는 Table 13에 나타내었다. 파쇄미에 단백질분해효소처리를 한 후 Drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루에서 효소처리군 DBM7 쌀가루의 수분용해지수가 27.72%로 다른 처리구에 비해 약 9~13배정도 크게 나타났으며 수분흡수지수는 가장 낮게 나타났다. Extrusion을 이용해 호화시킨 쌀가루의 수분용해지수는 21.88~27.56%로 drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루의 수분용해지수보다 높게 나타났으며 수분흡수지수는 4.56~4.95g/g로 나타났다.

Table 13. Water solubility index(WSI) and Water absorption index(WAI) of broken rice flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	WSI(%)	WAI(g/g)
Drum dry	DBC ²⁾	2.73±0.01 ^{4)g5)}	7.10±0.01 ^c
	DBM6	3.48±0.01 ^d	8.71±0.01 ^a
	DBM7	2.72±0.01 ^a	6.15±0.01 ^g
	DBMD	3.44±0.01 ^c	8.13±0.01 ^b
	DBN6	3.75±0.01 ^c	7.29±0.01 ^d
	DBN7	4.48±0.01 ^b	6.55±0.01 ^f
	DBND	3.24±0.01 ^f	7.69±0.01 ^c
	Extrusion	EBC ³⁾	22.49±0.01 ^{4)h5)}
EBM6		23.03±0.02 ^d	4.70±0.01 ^d
EBM7		22.61±0.01 ^c	4.70±0.00 ^d
EBMD		21.88±0.01 ^g	4.56±0.00 ^c
EBN6		23.21±0.01 ^c	4.79±0.03 ^c
EBN7		26.12±0.01 ^b	4.95±0.01 ^a
EBND		27.56±0.01 ^a	4.86±0.00 ^b

¹⁾ Table 2, 3에 약어 표시하였음. ²⁾ DBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using drum drying
³⁾ EBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using extrusion⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).
⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

Fig. 13은 과쇄미에 단백질 분해 효소 처리한 후 drum dry에 의해 제조된 쌀가루의 팽윤력 및 용해도를 측정하여 나타낸 결과이다. 비효소처리군 DBC 쌀가루의 팽윤력은 85℃까지 서서히 감소하였으나 95℃에 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 효소처리군은 가열 온도가 증가함에 따라 팽윤력이 서서히 증가하는 경향을 나타내었고 DBM7 쌀가루의 팽윤력이 다른 시료군에 비해 높은 것으로 나타났다.

효소처리군 DBM7 쌀가루의 용해도는 다른 시료들에 비해 가장 높게 나타나 용출되는 전분 분자가 가장 많은 것을 알 수 있었으며 DBM7 쌀가루를 제외한 다른 시료들의 용해도는 가열 온도가 증가함에 따라 미미하게 증가하는 것으로 나타났다.

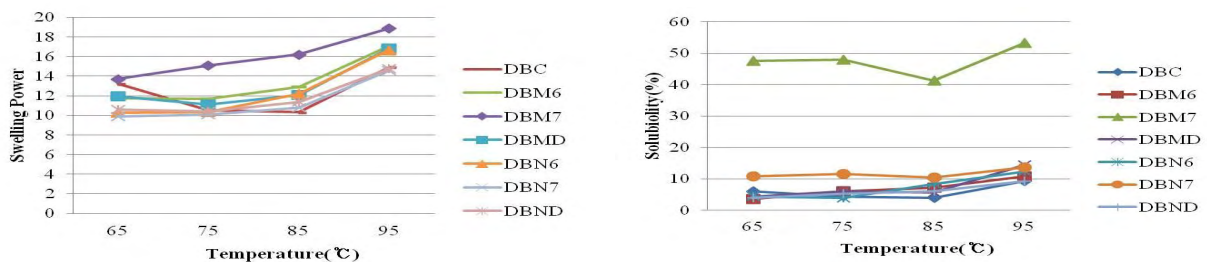


Fig. 13. Swelling power and Solubility of broken rice flour as affected by drum drying after protease treatment

(DBC, DBM6, DBM7, DBMD, DBN6, DBN7, DBND : Table 2에 약어 표시하였음.)

과쇄미에 단백질분해효소 처리 후 Extrusion을 이용하여 제조한 쌀가루의 팽윤력과 용해도는 Fig. 14과 같다. 비효소처리군 및 효소처리군의 팽윤력은 가열온도가 증가함에 따라 서서히 증가하는 경향을 나타내었으며 EBND 쌀가루의 팽윤력이 높게 나타났다.

효소처리군 EBM6 쌀가루의 용해도는 가장 낮은 용해도를 나타내었으며 용출되는 전분분자의 적은 것을 알 수 있었다.

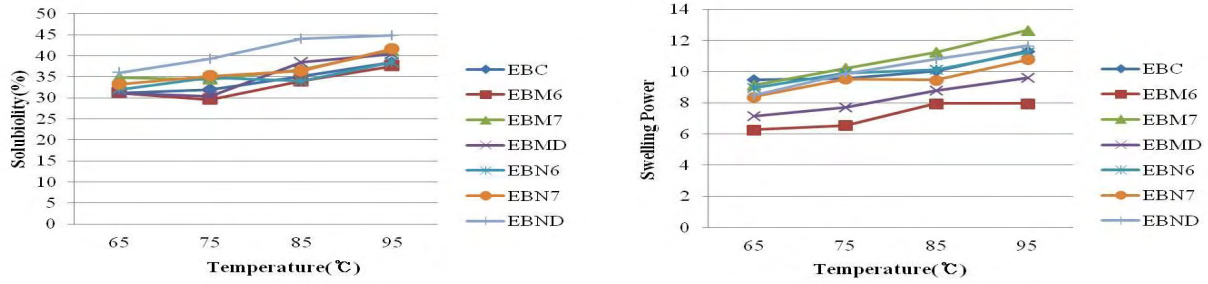


Fig. 14. Swelling power and Solubility of broken rice flour as affected by extrusion after protease treatment

(EBC, EBM6, EBM7, EBMD, EBN6, EBN7, EBND : Table 3에 약어 표시하였음.)

Fig. 15는 파쇄미에 단백질분해효소를 처리한 후 Drum dry를 이용하여 호화시킨 쌀가루의 미세구조를 주사전자현미경으로 800배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 800배로 확대하여 관찰한 결과 비효소처리구 DBC 쌀가루와 효소처리구 DBM6 쌀가루의 표면구조는 매끄러운 반면에 다른 효소처리구는 표면에 홈이 파여 있고 표면이 거친 경향을 보였다.

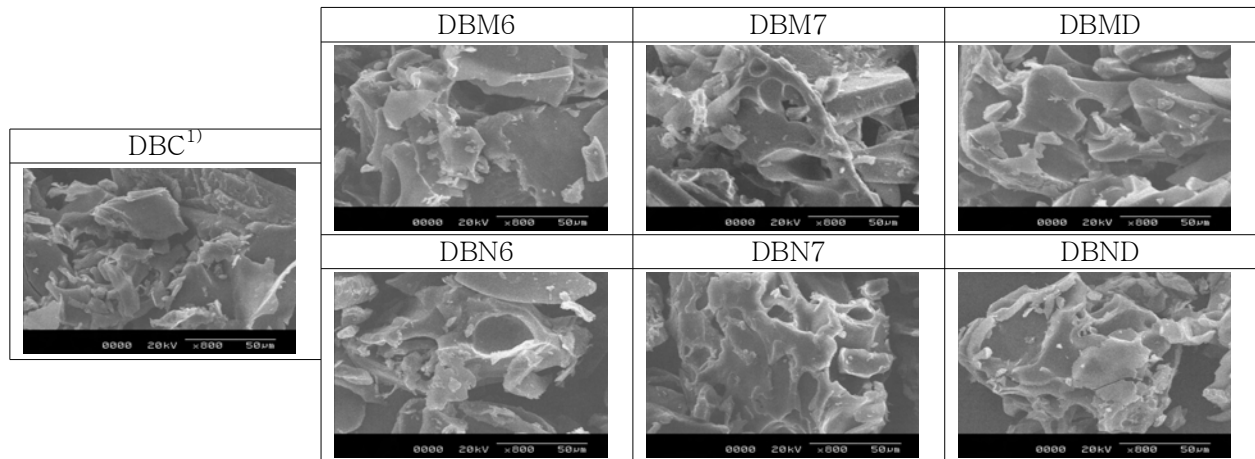


Fig. 15. Scanning electron microphotograph (X800) of broken rice flour as affected by drum drying after protease treatment

(¹⁾ Table 2에 약어 표시하였음. DBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using drum drying)

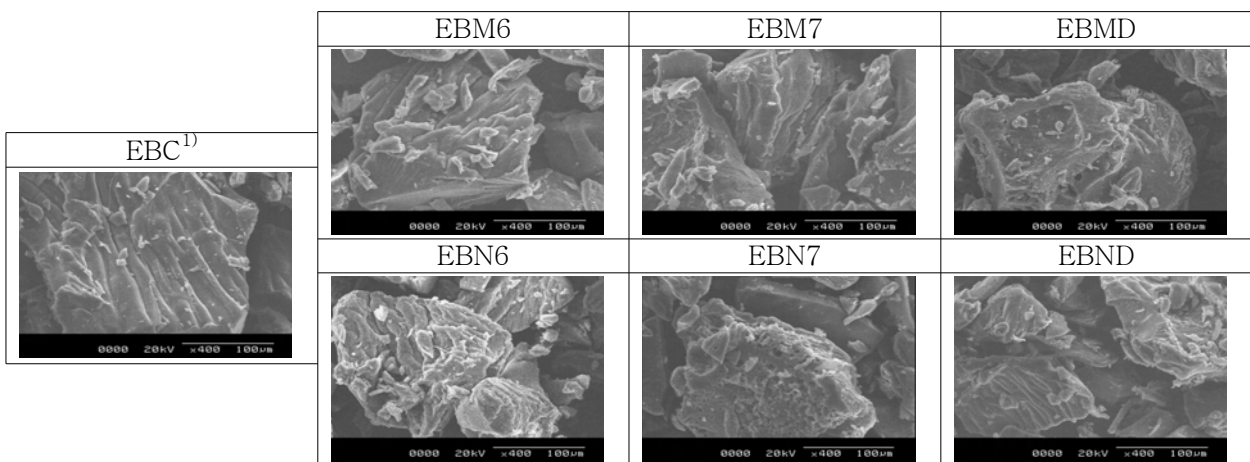


Fig. 16. Scanning electron microphotograph (X400) of broken rice flour as affected by Extrusion after protease treatment

(¹⁾ Table 3에 약어 표시하였음. EBC : Broken rice flour of non-enzyme treatment using extrusion)

(나) 재고미에 단백질분해효소를 처리한 후 물리적 변성에 의한 쌀가루의 품질 특성

재고미에 단백질 분해효소를 처리한 후 호화처리를 거쳐 제조한 쌀가루의 색도 측정결과를 Table 14에 나타내었다. Drum dry를 이용한 쌀가루의 L 값은 효소처리군 DSND 쌀가루가 94.41로 가장 높은 값을 나타냈으며 DSN7 쌀가루가 91.47로 낮은 값을 나타내었다. a 값은 비효소처리군이 -4.77을 나타내어 효소처리군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. b 값은 10.97~13.01로 DSND 쌀가루가 가장 높은 값을 나타내었다.

Extrusion을 이용하여 제조한 쌀가루의 L 값은 효소처리군 쌀가루가 비효소처리 쌀가루의 L 값보다 유의적으로 낮은 값을 나타내어 효소처리 후 extrusion을 이용하여 호화쌀가루를 제조하면 쌀가루의 밝기가 어두워지는 경향을 나타내었다. a 값은 -4.07~5.19의 범위로 나타났으며 b 값은 비효소처리군 쌀가루가 11.93으로 낮게 타나났으며 drum dry를 이용한 쌀가루에 비해 extrusion을 이용한 쌀가루의 황색도 값이 높게 나타났다.

Table 14. Color value of rice stock flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	L	a	b
Drum dry	DSC ²⁾	91.66±0.01 ^{4)e5)}	-4.77±0.01 ^a	11.02±0.03 ^f
	DSM6	92.46±0.01 ^d	-5.16±0.01 ^d	11.51±0.01 ^d
	DSM7	93.17±0.01 ^c	-5.10±0.01 ^c	12.29±0.01 ^b
	DSMD	93.38±0.01 ^b	-5.27±0.01 ^f	12.22±0.01 ^c
	DSN6	93.37±0.01 ^b	-5.23±0.01 ^e	11.27±0.02 ^e
	DSN7	91.47±0.01 ^f	-5.02±0.01 ^b	13.01±0.01 ^a
	DSND	94.41±0.00 ^a	-5.33±0.01 ^g	10.97±0.01 ^g
Extrusion	ESC ³⁾	93.03±0.02 ^{4)a5)}	-5.19±0.00 ^g	11.93±0.01 ^g
	ESM6	91.66±0.00 ^e	-4.76±0.01 ^c	13.72±0.01 ^c
	ESM7	89.16±0.00 ^g	-4.07±0.02 ^a	15.11±0.00 ^a
	ESMD	92.47±0.00 ^c	-4.87±0.01 ^d	13.03±0.01 ^d
	ESN6	92.87±0.01 ^b	-5.09±0.01 ^f	12.76±0.01 ^e
	ESN7	90.18±0.02 ^f	-4.40±0.01 ^b	14.30±0.01 ^b
	ESND	91.73±0.01 ^d	-4.98±0.01 ^e	12.68±0.01 ^f

¹⁾ Table 2, 3에 약어 표시하였음.

²⁾ DSC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using drum drying

³⁾ ESC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using extrusion

⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

호화시킨 쌀가루의 RVA 호화특성을 측정하여 Table 15에 나타내었다. 호화개시온도는 물리적 변성 즉 drum dry와 extrusion을 이용한 쌀가루에서 46.25~48.55℃ 범위로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. drum dry를 이용한 쌀가루의 최고점도는 효소처리군 DSM6과 DSMD 쌀가루가 가장 높은 점도를 나타내었으며 breakdown에서도 두 쌀가루가 유의적으로 가장 높은 점도를 나타내었고 setback도 작은 값을 나타내어 이 효소처리 쌀가루는 전분의 노화가 지연시키는 효과가 있어 가공식품에 활용할 수 있을 것으로 판단되었다. Extrusion을 이용한 쌀가루 중 효소처리군 ESND 쌀가루에서 높은 최고점도, 높은 breakdown, 낮은 setback을 나타내었으나 drum dry를 이용한 쌀가루의 값보다 비교적 낮은 값을 나타내었다.

Table 15. Pasting characteristics of rice stock flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	Pasting Temperature (°C)	Viscosity(RVU)			
			Peak 1	Breakdown	Final Viscosity	Setback
Drum dry	DSC ²⁾	46.78±0.95 ^{4)a5)}	148.75±3.54 ^c	58.21±0.30 ^d	167.67±3.30 ^a	77.13±0.06 ^a
	DSM6	46.93±0.67 ^a	222.63±0.18 ^a	151.29±0.30 ^a	124.91±1.41 ^c	53.59±1.53 ^c
	DSM7	47.55±0.49 ^a	48.21±4.65 ^e	42.38±5.24 ^d	14.30±0.53 ^e	8.46±0.06 ^d
	DSMD	47.23±0.81 ^a	240.00±1.53 ^a	155.42±2.12 ^a	146.79±2.88 ^b	62.21±0.76 ^c
	DSN6	47.35±1.06 ^a	183.17±17.91 ^b	103.88±17.97 ^b	147.50±4.00 ^b	68.21±3.95 ^{ab}
	DSN7	47.35±0.21 ^a	127.79±4.65 ^d	82.05±4.77 ^c	86.79±0.30 ^d	41.05±0.18 ^{bc}
	DSND	47.50±0.42 ^a	169.92±4.60 ^b	81.67±3.30 ^c	164.08±4.60 ^a	75.84±3.30 ^a
Extrusion	ESC ³⁾	46.93±1.17 ^{4)a5)}	15.00±2.36 ^{ab}	10.71±2.06 ^{ab}	6.75±0.11 ^{ab}	2.46±0.41 ^a
	ESM6	46.25±0.14 ^a	11.92±0.71 ^{bc}	5.54±0.41 ^{cd}	11.42±2.00 ^a	5.05±2.30 ^a
	ESM7	47.28±0.32 ^a	13.42±1.77 ^{ab}	8.67±0.59 ^{bc}	8.58±2.12 ^{ab}	3.84±0.94 ^a
	ESMD	48.55±1.27 ^a	6.79±4.30 ^c	3.34±2.24 ^d	5.04±3.83 ^b	1.58±1.77 ^a
	ESN6	47.45±0.99 ^a	12.21±1.12 ^{abc}	7.38±1.70 ^{bcd}	8.79±0.30 ^{ab}	3.96±0.30 ^a
	ESN7	48.53±0.67 ^a	12.46±0.65 ^{ab}	8.25±0.35 ^{bc}	9.04±1.71 ^{ab}	4.84±2.00 ^a
	ESND	47.28±1.24 ^a	17.67±2.24 ^a	12.92±2.60 ^a	8.17±1.65 ^{ab}	3.42±1.29 ^a

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.

²⁾ DSC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using drum drying

³⁾ ESC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using extrusion

⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-d) differ significant (p<0.05).

Table 16은 재고미에 물리적 변성을 다르게 처리하여 제조한 단백질분해효소처리 쌀가루의 수분용해지수(WSI)와 수분흡수지수(WAI)를 측정 한 결과를 나타낸 것이다. drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루의 수분용해지수는 비효소처리구 DSC 쌀가루가 27.40%로 가장 높은 값을 나타내었으나 수분흡수지수는 낮은 값을 나타내었다. Extrusion을 이용한 쌀가루의 경우 효소처리구 ESN6 쌀가루의 수분용해지수 높게 나타났으며 수분흡수지수는 비효소처리구 ESC 쌀가루가 높게 나타났다.

Table 16. Water solubility index(WSI) and Water absorption index(WAI) of rice stock flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	WSI(%)	WAI(g/g)
Drum dry	DSC ²⁾	3.61±0.01 ^{4)e5)}	7.01±0.01 ^c
	DSM6	3.63±0.01 ^d	7.75±0.01 ^b
	DSM7	27.40±0.01 ^a	5.62±0.01 ^g
	DSMD	3.67±0.01 ^c	7.92±0.01 ^a
	DSN6	3.68±0.01 ^c	7.34±0.04 ^c
	DSN7	6.37±0.01 ^b	6.71±0.01 ^f
	DSND	3.53±0.01 ^f	6.88±0.02 ^e
Extrusion	ESC ³⁾	23.52±0.01 ^{4)e5)}	7.82±0.00 ^a
	ESM6	21.81±0.01 ^g	4.99±0.00 ^b
	ESM7	22.57±0.01 ^f	4.46±0.00 ^f
	ESMD	24.37±0.01 ^d	4.87±0.01 ^c
	ESN6	28.29±0.01 ^a	4.76±0.00 ^e
	ESN7	25.96±0.01 ^b	4.86±0.00 ^d
	ESND	24.41±0.01 ^c	4.87±0.00 ^c

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.

²⁾ DSC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using drum drying

³⁾ ESC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using extrusion

⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-d) differ significant (p<0.05).

Fig. 17은 재고미에 단백질 분해 효소 처리 후 drum dry를 이용해 제조한 쌀가루의 팽윤력과 용

해도 측정 결과이다. 팽윤력은 모든 시료가 65~95℃에서 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 용해도는 효소처리구 DSM7 쌀가루가 가장 높은 값을 나타내어 용출되는 전분분자의 양이 많은 것으로 나타났으며 DSN7 쌀가루의 용해도는 가열온도가 증가함에 따라 미미하게 증가하는 것으로 나타났다.

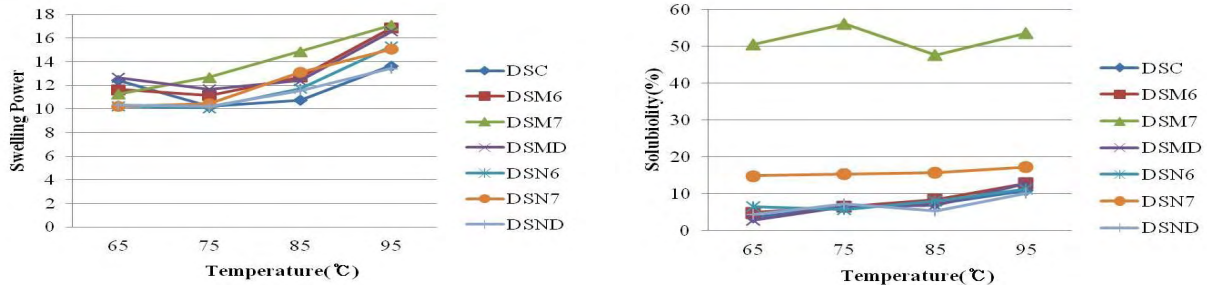


Fig. 17. Swelling power and Solubility of rice stock flour as affected by drum drying after protease treatment

(DSC, DSM6, DSM7, DSMD, DSN6, DSN7, DSND : Table 2에 약어 표시하였음.)

Fig. 18은 Extrusion을 이용해 제조한 쌀가루의 팽윤력과 용해도를 10℃간격으로 65~95℃에서 측정된 결과이다. 비효소처리구 및 효소처리구의 팽윤력과 용해도는 가열온도 65℃에서 95℃까지 서서히 상승하였다.

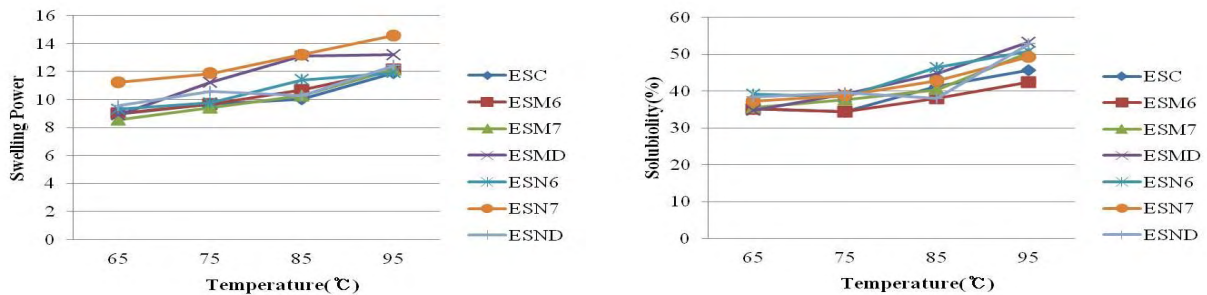


Fig. 18. Swelling power and Solubility of rice stock flour as affected by extrusion after protease treatment

(ESC, ESM6, ESM7, ESMD, ESN6, ESN7, ESND : Table 3에 약어 표시하였음.)

Fig. 19는 재고미에 단백질분해효소를 처리한 후 drum dry를 이용하여 호화시킨 쌀가루의 미세구조를 주사전자현미경으로 800배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 800배로 확대하여 미세구조를 관찰한 결과 비효소처리구 DSC 쌀가루의 입자표면에는 큰 홈이 파여 있으며 미세한 입자보다는 하나의 작은 집합체로 있는 것을 알 수 있었다. 효소처리구 DSM6 쌀가루의 입자표면은 날카로운 모양의 입자를 가진 DSN6 쌀가루에 비해 매끄럽고 모서리부분이 다소 부드러운 것을 알 수 있었다. DSN7 쌀가루의 표면입자는 미세한 입자가 붙어있지 않으며 비교적 날카로운 듯 한 집합체로 이루어져 있음을 알 수 있었다. DSND 쌀가루의 미세구조는 집합체에 큰 홈이 파여 있으며 미세입자가 붙어 있는데 DSMD 쌀가루의 표면입자는 큰 집합체 하나에 여러 홈이 있으나 DSND 쌀가루에 비해 부드러운 표면을 가진 것을 알 수 있었다.

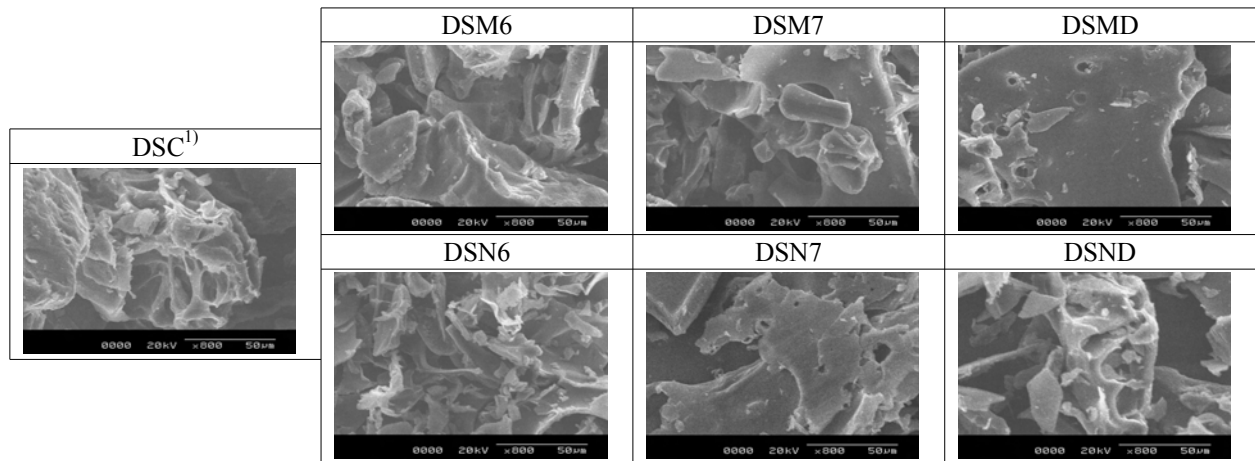


Fig. 19. Scanning electron microphotograph (X800) of rice stock flour as affected by drum drying after protease treatment

(¹⁾ Table 2에 약어 표시하였음. DSC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using drum drying)

Fig. 20은 extrusion을 이용하여 제조한 단백질분해효소처리 쌀가루의 미세구조를 관찰한 결과이다. 800배로 확대하여 관찰한 결과 drum dry를 이용한 효소처리쌀가루에 비해 extrusion을 이용한 효소처리 쌀가루의 입자표면은 물줄기 흐름과 같은 모양으로 표면이 쪼개져 있으며 쌀가루의 집합체가 비교적 큰 것으로 보인다. 효소처리군 ESN6, ESM7, ESND 쌀가루의 입자표면이 비슷한 모양을 가진 것을 알 수 있었다.

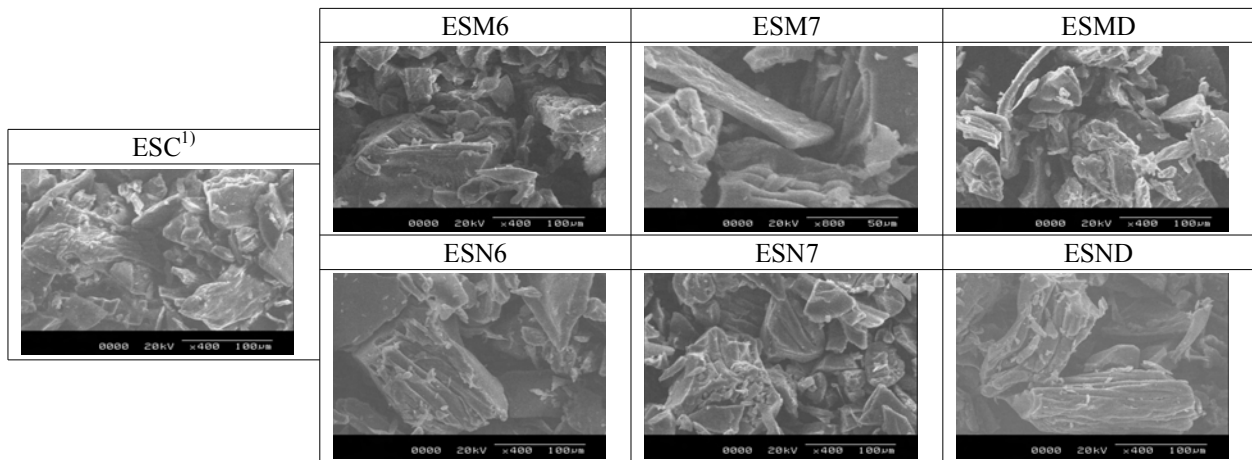


Fig. 20. Scanning electron microphotograph (X80, X400) of rice stock flour as affected by extrusion after protease treatment

(¹⁾ Table 3에 약어 표시하였음. ESC : Rice stock flour of non-enzyme treatment using extrusion)

(다) 일반미에 단백질분해효소를 처리한 후 물리적 변성에 의한 쌀가루의 품질 특성

Table 17은 일반미에 단백질분해 효소를 처리한 후 물리적 변성(Drum dry와 Extrusion)을 달리하여 제조한 쌀가루의 색도를 측정하여 나타낸 결과이다. drum dry를 이용한 쌀가루의 L 값은 효소처리군 쌀가루에 비해 비효소처리 쌀가루의 값이 낮게 나타났으며 효소처리군에서 DSM7 쌀가루의 L 값이 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. a 값은 -5.03~-5.36으로 나타났으며 b 값은 효소처리군 DSM6 쌀가루의 값이 크게 나타났으며 비효소처리군의 b 값이 효소처리군에 비해 낮은 것으로 나타나 drum dry를 이용하여 쌀가루를 제조할 경우 쌀가루의 밝기가 감소하는 것으로 판단되었다.

Table 17. Color value of rice flour as affected by physical modification after protease

treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	L	a	b
Drum dry	DRC ²⁾	93.73±0.01 ^{4)a5)}	-5.36±0.01 ^c	10.43±0.01 ^f
	DRM6	93.02±0.01 ^d	-5.03±0.01 ^a	12.41±0.01 ^a
	DRM7	91.86±0.01 ^g	-5.29±0.01 ^b	11.23±0.03 ^c
	DRMD	92.53±0.01 ^f	-5.35±0.03 ^c	11.35±0.01 ^b
	DRN6	92.87±0.00 ^e	-5.34±0.02 ^c	10.82±0.01 ^d
	DRN7	93.09±0.01 ^c	-5.28±0.01 ^b	10.84±0.01 ^d
	DRND	93.59±0.01 ^b	-5.35±0.01 ^c	10.47±0.01 ^e
Extrusion	ERC ³⁾	91.61±0.02 ^{4)d5)}	-5.28±0.01 ^d	12.53±0.01 ^b
	ERM6	92.50±0.03 ^a	-5.41±0.01 ^f	11.73±0.01 ^g
	ERM7	92.38±0.00 ^b	-5.15±0.02 ^b	12.83±0.01 ^a
	ERMD	91.82±0.01 ^c	-4.99±0.02 ^a	12.39±0.01 ^d
	ERN6	90.68±0.02 ^f	-5.39±0.01 ^f	11.90±0.01 ^f
	ERN7	91.59±0.02 ^d	-5.24±0.02 ^c	12.03±0.01 ^e
	ERND	90.77±0.01 ^e	-5.32±0.02 ^e	12.48±0.01 ^c

1) Table 1에 약어 표시하였음.
 2) DRC : Rice flour of non-enzyme treatment using drum drying
 3) ERC : Rice flour of non-enzyme treatment using extrusion
 4) Values are mean±SD (n=3).
 5) Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

Fig. 21은 일반미에 단백질분해효소를 처리한 후 drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 400배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 400배로 확대하여 관찰한 결과, 효소처리의 유무에 상관없이 입자표면에 큰 홈이 파여져 있으며 입자자체의 모양이 거친 것을 알 수 있었다. 위의 선행연구 결과(Fig. 15와 Fig. 21)와 비교하면 drum dry를 이용하여 쌀가루를 제하면 일반미 > 파쇄미 > 제고미 순으로 입자형태가 거칠고 패어진 홈으로 입자의 크기가 불규칙한 것을 알 수 있었다.

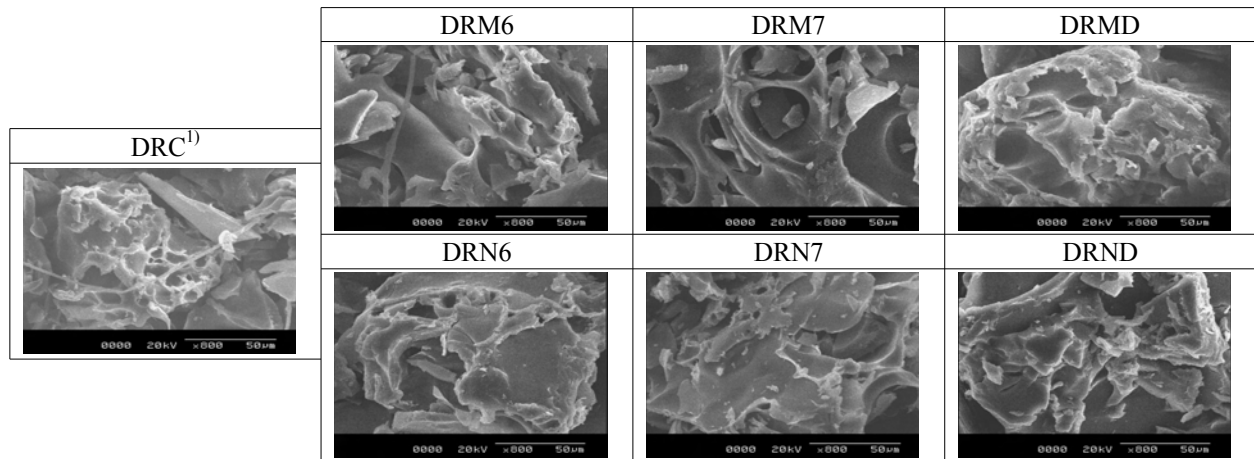


Fig. 21. Scanning electron microphotograph (X400) of rice flour as affected by drum drying after protease treatment.

(¹⁾ Table 2에 약어 표시하였음. DRC : Rice flour of non-enzyme treatment using drum drying)

Fig. 22는 단백질분해효소와 extrusion을 이용하여 제조한 쌀가루의 미세구조를 관찰하여 나타낸 결과이다. 비효소처리구 및 효소처리군의 쌀가루 표면이 매끄럽지 못하고 등고선처럼 무늬가 나타나는 것을 알 수 있었으며 효소처리시 낮은 농도로 처리하여 쌀가루를 제조하는 경우 쌀가루의 입자형태가 분할된 조직체를 이루고 있으나 높은 농도로 처리하는 경우 큰 집합체로 표면에 미세입자들이 붙어 있는 것을 알 수 있었다. drum dry를 이용한 쌀가루의 경우 입자형태가 크고 기공이 많은 반면에 extrusion을 이용한 쌀가루의 집합체는 입자들이 밀착되어 있거나 표면에 물결무늬가 있는 것을 알 수 있었다.

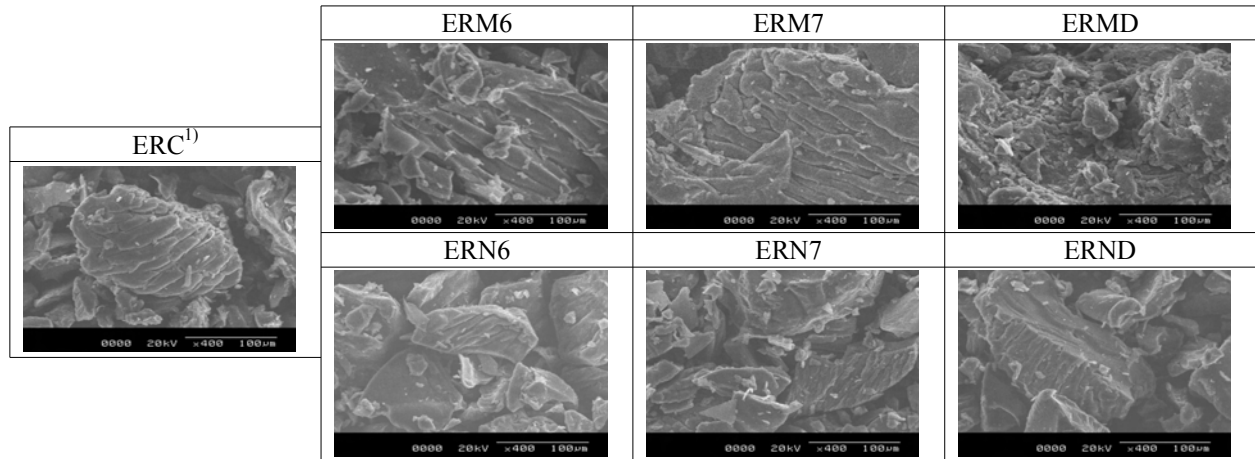


Fig. 22. Scanning electron microphotograph (X400) of rice flour as affected by Extrusion after protease treatment

¹⁾ Table 3에 약어 표시하였음. ERC : Rice flour of non-enzyme treatment using extrusion)

일반미에 단백질분해효소처리를 한 후 물리적 변성(Drum dry와 Extrusion)을 이용하여 제조한 쌀가루의 RVA 호화특성을 Table 18에 나타내었다. Drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루의 호화개시온도는 47.53~48.60℃이고 Extrusion을 이용하여 제조한 쌀가루의 호화개시온도는 46.83~48.28℃로 처리구간의 유의적인 차이는 나타내지 않았다. drum dry 처리한 쌀가루에서 호소처리구 DRM6이 높은 최고점도, 높은 breakdown, 낮은 setback을 나타내어 전분의 노화를 지연시키는 효과가 있을 것으로 판단되었다.

Extrusion을 이용한 쌀가루에서 최고점도는 시료간의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 breakdown은 ERM6 쌀가루가 19.21RVU로 유의적으로 높은 값을 나타내었고 setback은 1.54RVU로 낮은 값을 나타내었다. Extrusion을 이용한 쌀가루의 경우 drum dry를 처리한 쌀가루의 최고점도, breakdown, setback에 비해 작은 값을 나타냈다.

Table 18. Pasting characteristics of rice flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	Pasting Temperature (°C)	Viscosity(RVU)			
			Peak 1	Breakdown	Final Viscosity	Setback
Drum dry	DRC ²⁾	47.60±0.14 ^{4)abc)}	204.79±9.14 ^a	133.047±6.77 ^b	139.46±3.01 ^a	67.71±0.65 ^{ab}
	DRM6	47.55±0.14 ^a	241.25±20.86 ^a	180.59±22.15 ^a	113.25±1.77 ^c	52.59±0.47 ^{ab}
	DRM7	48.60±1.84 ^a	28.29±7.37 ^c	23.75±7.67 ^d	14.38±2.89 ^e	9.83±3.18 ^b
	DRMD	47.53±0.04 ^a	198.46±9.02 ^a	127.88±9.37 ^b	136.71±2.53 ^a	66.13±2.18 ^a
	DRN6	47.63±0.39 ^a	185.17±2.83 ^a	115.42±3.77 ^b	128.50±0.11 ^b	58.75±1.06 ^{ab}
	DRN7	47.88±0.32 ^a	103.25±2.01 ^b	82.88±3.60 ^c	44.30±0.88 ^d	23.92±0.71 ^{ab}
	DRND	47.55±0.42 ^a	195.79±7.13 ^a	123.09±6.95 ^b	139.75±1.17 ^a	67.04±1.36 ^{ab}
Extrusion	ERC ³⁾	46.85±0.07 ^{4)abc)}	10.55±4.77 ^a	6.63±3.12 ^a	6.46±3.48 ^{bc}	2.54±1.82 ^{bc}
	ERM6	48.28±2.93 ^a	22.88±21.39 ^a	19.21±21.16 ^a	5.21±0.65 ^c	1.54±0.41 ^c
	ERM7	47.55±0.64 ^a	19.75±0.35 ^a	14.17±1.65 ^a	9.00±1.88 ^{bc}	3.42±0.59 ^{bc}
	ERMD	46.83±0.04 ^a	12.17±2.95 ^a	4.79±2.42 ^a	17.38±2.18 ^a	10.00±1.65 ^a
	ERN6	47.45±0.85 ^a	16.30±4.07 ^a	9.96±1.24 ^a	11.63±1.94 ^b	5.30±0.88 ^b
	ERN7	47.55±0.57 ^a	11.50±1.30 ^a	7.00±1.06 ^a	9.63±2.41 ^{bc}	5.13±2.18 ^{bc}
	ERND	47.93±1.94 ^a	16.54±0.41 ^a	11.92±2.35 ^a	6.84±3.30 ^{bc}	2.21±1.36 ^{bc}

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음.

²⁾ DRC : Rice flour of non-enzyme treatment using drum drying

³⁾ ERC : Rice flour of non-enzyme treatment using extrusion

⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-e) differ significant (p<0.05).

Table 19는 일반미에 단백질분해효소를 처리한 후 물리적 변성(Drum dry와 Extrusion)을 이용하여 제조한 쌀가루의 수분용해지수(WSI)와 수분흡수지수(WAI)를 측정하여 나타낸 결과이다. Drum dry를 이용하여 제조한 쌀가루의 수분용해지수는 효소처리구 DRM7 쌀가루가 28.65% 가장 높은 값을 나타내었으며 수분흡수지수는 5.68로 낮은 값을 나타내었다.

Extrusion 처리한 쌀가루의 수분용해지수는 21.81~34.88%로 drum dry를 이용한 쌀가루의 WSI에 비해 큰 값을 나타내었고 효소처리구 ERM6과 ERM7 쌀가루의 수분흡수지수가 높게 나타났다.

Table 19. Water solubility index(WSI) and Water absorption index(WAI) of rice flour as affected by physical modification after protease treatment

Physical Modification	Sample ¹⁾	WSI(%)	WAI(g/g)
Drum dry	DRC ²⁾	3.61±0.01 ^{4)e5)}	7.52±0.05 ^c
	DRM6	4.01±0.01 ^c	8.56±0.05 ^a
	DRM7	28.65±0.01 ^a	5.68±0.00 ^f
	DRMD	2.84±0.01 ^g	7.23±0.02 ^e
	DRN6	3.72±0.01 ^d	7.42±0.02 ^d
	DRN7	10.37±0.01 ^b	7.73±0.01 ^b
	DRND	3.56±0.01 ^f	7.58±0.01 ^c
Extrusion	ERC ³⁾	31.72±0.01 ^{4)c5)}	4.86±0.00 ^b
	ERM6	29.32±0.01 ^e	5.01±0.00 ^a
	ERM7	29.16±0.01 ^f	5.01±0.01 ^a
	ERMD	21.81±0.01 ^g	4.85±0.01 ^b
	ERN6	29.44±0.01 ^d	4.64±0.01 ^e
	ERN7	34.88±0.01 ^a	4.71±0.00 ^d
	ERND	31.89±0.01 ^b	4.75±0.00 ^c

¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. ²⁾ DRC : Rice flour of non-enzyme treatment using drum drying

³⁾ ERC : Rice flour of non-enzyme treatment using extrusion⁴⁾ Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾ Values with Different letter within a same column(a-g) differ significant (p<0.05).

Fig. 23은 일반미에 단백질 분해 효소 처리 후 drum dry를 이용해 제조한 쌀가루의 팽윤력과 용해도를 측정한 결과이다. 가열온도가 65~95℃까지 증가함에 따라 쌀가루의 팽윤력은 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 효소처리구 DRM7 쌀가루의 용해도는 52.80~55.60%로 다른 시료들에 비해 가장 높게 나타났다. ERN7 쌀가루의 용해도는 26.60~31.60%로 ERM7 쌀가루의 용해도보다 약 50% 작게 나타났다. 위의 선행 연구 결과와 비교해보면 쌀의 종류에 관계없이 단백질 분해 효소 Protex 7L을 0.5%의 농도로 사용하여 하고 Drum dry로 물리적 변성을 주어 제조한 쌀가루의 경우 높은 용해도를 나타내며 이는 용출되는 전분분자가 가장 많음을 알 수 있었다.

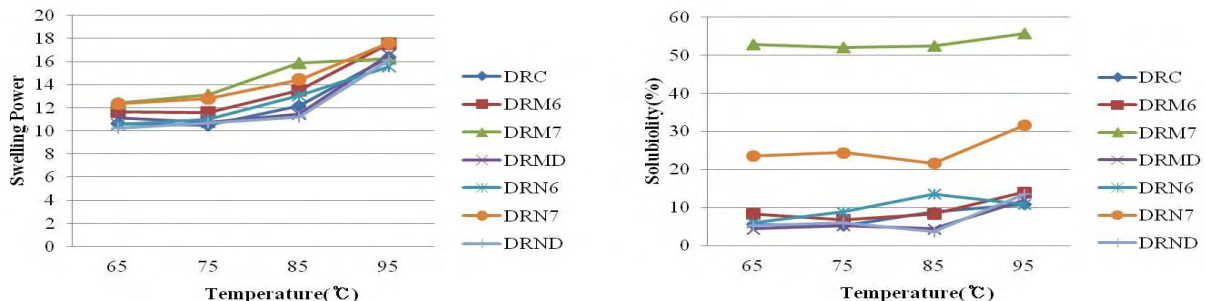


Fig. 23. Swelling power and Solubility of rice flour as affected by drum drying after protease treatment (DRC, DRM6, DRM7, DRMD, DRN6, DRN7, DRND : Table 2에 약어 표시하였음.)

Fig. 24는 Extrusion에 의해 처리된 단백질 분해효소처리 쌀가루(일반미)의 팽윤력과 용해도

를 측정된 결과이다. 비효소처리구 및 효소처리구는 가열온도가 증가함에 따라 팽윤력과 용해도가 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 효소처리구 ERND 쌀가루는 85℃까지 팽윤력이 증가하였으나 95℃에서 급격히 감소하였으며 용해도는 팽윤력과 반대의 경향을 나타내었다. ERMD 쌀가루의 용해도는 다른 처리구에 비해 낮은 값을 나타내었다.

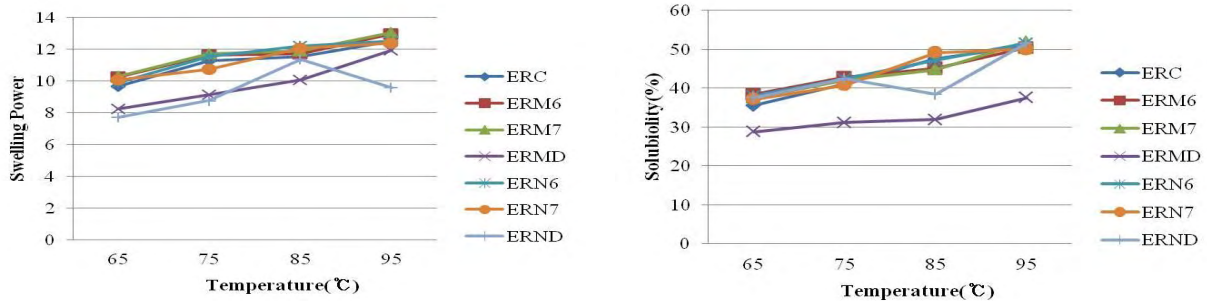


Fig. 24. Swelling power and Solubility of rice flour as affected by extrusion after protease treatment (ERC, ERM6, ERM7, ERMD, ERN6, ERN7, ERND : Table 3에 약어 표시하였음.)

2. 종류별 쌀가루의 가공적성 및 효소쌀가루를 이용한 쌀국수

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용된 재료는 쌀가루(대선제분), 효소 처리한 쌀가루, 정제염(한주소금)을 사용하였다.

(2) 제조

쌀가루 150g과 제조된 효소처리 쌀가루 150g을 섞고 소금 6g을 증류수 150g에 녹인 후에 첨가하고 15분간 반죽하였다. 반죽은 폴리에틸렌 백에 넣고 실온에서 1시간 숙성시킨 후 제면기를 이용하여 두께 1mm, 너비 2mm, 길이 30cm의 면을 제조하고 5분간 증숙시켜 제조하였다. 제조된 면은 지퍼백에 포장한 후 4℃에 저장하면서 이화학적 품질특성을 분석하였다.

Table 20. 쌀국수의 분류

Physical Modification	Enzyme	Classification of Enzyme	Concentration	Grain type	Sample
Durm dry	Bacterial protease	Protex 7L	0.5%	Broken rice	DBM7
				Rice stock	DSM7
				Rice	DRM7
Extrusion	Bacterial protease	Protex 6L	0.3%	Broken rice	DBM6
		Maxazyme NNP DS	0.5%	Rice stock	DSMD
				Rice	DRMD

나. 실험방법

(1) 쌀국수의 수분, 색도 측정

앞선 쌀가루의 수분 및 색도 측정 방법과 같다. 표준백판은 L : 93.33, a : -5.38, b : 7.46이다.

(2) 쌀국수의 조리특성 측정

조리면은 끓은 증류수 400mL에 생면 20g을 넣고 3분간 삶은 후 30초간 흐르는 물에 헹구고, 기름망에 올려 2분간 물기를 빼어 마련하였다. 조리특성은 조리 전후의 중량, 수분흡수율, 부피, 국물의 탁도를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 생면을 삶아낸 국물의 탁도는 생면을 삶은 후 국물을 실온에서 냉각한 후 분광광도계(Spectrophotometer)를 사용하여 파장 675nm에서 흡광도를 측정하였다. 조리면의 수분흡수율 계산식은 아래와 같다.

$$\text{수분흡수율(\%)} = \frac{\text{조리후면의 중량(g)} - \text{생면의 중량(g)}}{\text{생면의 중량(g)}} \times 100$$

조리면의 부피는 생면을 삶아 물을 뺀 후 500mL 메스실린더에 300mL의 증류수를 채워 삶은 국수를 넣어 증가하는 물의 부피를 측정하여 구하였다.

(3) 쌀국수의 조직감 측정

국수 20 g을 조리특성 분석에 제시된 조건대로 삶은 후 Texture Analyzer(TX XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 TPA(texture profile analysis)특성을 6회 반복 측정하여 평균치를 구하였다. “조리면의 제조 및 조리특성 측정”에서 제시된 조건대로 삶은 조리면을 5 cm 길이로 자른 5가닥의 국수를 plate에 평행하게 배열시켜 올려놓고 측정하였다. Texture Analyzer의 측정 조건은 pre-test speed 2mm/sec, test speed 0.5mm/sec, post-test speed 0.5mm/sec 그리고 strain deformation은 50%로 하였다.

(4) 쌀국수의 관능평가 및 기호도 평가

평가는 9점 척도로 이루어졌으며 1점에 가까울수록 강도가 약함, 5점에 가까울수록 강도가 적당함, 9점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다. 관능평가 항목은 향(Aroma), 맛(Taste), 쫄깃한 정도(Chewiness)였다.

기호도 평가를 위해 일반 성인 10명을 대상으로 실시하였다. 기호도 평가는 9점척도를 이용하여 표시하도록 하였으며 1점으로 갈수록 ‘매우 싫다’에서 9점에 가까울수록 ‘매우 좋다’를 표시하도록 하였다. 평가항목은 냄새(Aroma), 맛(Flavor), 경도(Hardness), 씹힘성(Chewiness), 탄력성(Springiness), 전반적 기호도(overall acceptability)이었다.

다. 연구결과

(1) Drum dry에 의한 단백질 분해 효소 처리 쌀가루로 제조한 쌀국수의 품질 특성

쌀국수의 수분함량 및 조리특성을 Table 21에 나타내었다. 재고미, 파쇄미, 일반미에 단백질 분해 효소 처리한 후 이를 Drum dry에 의해 제조한 쌀가루로 쌀국수를 제조한 결과 수분함량이 31.95~35.01%의 범위로 나타났다. 삶은 후의 쌀국수 중량은 비효소처리군 DSC, DBC, DRC의 쌀국수에서 높게 나타났으며, 수분흡수율(Water absorption)은 중량변화와 같이 효소처리군에 비해 비효소처리군이 낮은 값을 나타내었다. 삶은 면의 부피는 22~25mL로 나타났으며 국수 국물의 탁도는 국수를 끓이는 동안 일어나는 국수 중 고형분, 특히 전분이 국수를 끓이는 물속으로 유실되는 정도를 나타내는 지표가 된다. cooking water의 탁도는 효소처리군에서 높은 값을 나타내어 끓이는 동안 손실되는 전분의 용출량이 많은 것으로 판단되었다.

Table 21. Moisture contents and Cooking qualities of rice noodles

Sample ¹⁾	Moisture content (%)	Cooked noodle			Cooking water Turbidity(O.D. ³⁾)
		Weight(g)	Water absorption(%)	Volume(mL)	
NDBC ²⁾	34.53±0.38 ⁵⁾	6.88±0.11	33.35±0.01	22±0.01	2.21±0.01
NDBM7	32.83±0.32	4.38±0.02	20.89±0.03	25±0.00	2.92±0.00
NDSC ³⁾	35.01±0.81	7.54±0.02	36.94±0.02	22±0.00	2.45±0.01
NDSM7	31.95±2.40	5.59±0.01	27.10±0.11	23±0.01	2.77±0.01
NDRC ⁴⁾	34.82±0.27	6.73±0.08	32.40±0.02	25±0.00	2.77±0.04
NDRM7	32.50±1.39	5.48±0.03	27.10±0.10	22±0.01	3.50±0.00

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.
²⁾ NDBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by drum drying
³⁾ NDSC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by drum drying
⁴⁾ NDRC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by drum drying
⁵⁾ Values are mean±SD (n=3).

쌀국수의 조리전(생면)과 조리면의 색도를 측정 한 결과는 Table 22와 같다. 단백질분해효소처리 파쇄미 쌀가루를 이용한 쌀국수는 조리하지 않은 생면의 명도가 비효소처리 쌀국수에 비해 낮게 나타났으며 b 값은 높게 나타났다. 효소처리한 재고미, 일반미의 쌀가루를 이용한 쌀국수는 효소처리구의 L 값이 높게 나타나 면이 밝은 것으로 나타났다. 조리된 면의 L 값은 생면의 L 값에 비해 다소 어두웠으며 생면과 같이 비효소처리구의 명도가 높은 것으로 나타났다.

Table 22. Color values of rice noodles

Sample ¹⁾	Raw(fresh) noodle			Cooked noodle		
	L	a	b	L	a	b
NDBC ²⁾	75.18±0.97 ⁵⁾	-4.29±0.15	10.94±0.17	63.21±0.25	-4.77±0.03	6.37±0.14
NDBM7	72.60±0.64	-3.84±0.02	12.78±0.16	61.26±0.05	-4.47±0.02	5.87±0.18
NDSC ³⁾	73.89±0.39	-4.05±0.08	10.14±0.014	60.41±0.76	-4.52±0.03	4.72±0.17
NDSM7	76.66±0.45	-4.29±0.06	11.75±0.23	59.87±0.12	-4.71±0.04	4.77±0.21
NDRC ⁴⁾	75.17±0.14	-4.71±0.03	10.35±0.07	62.69±0.32	-4.91±0.02	5.58±0.15
NDRM7	77.03±0.40	-4.63±0.02	10.97±0.04	62.22±0.18	-5.00±0.02	4.84±0.10

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.
²⁾ NDBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by drum drying
³⁾ NDSC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by drum drying
⁴⁾ NDRC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by drum drying
⁵⁾ Values are mean±SD (n=3).

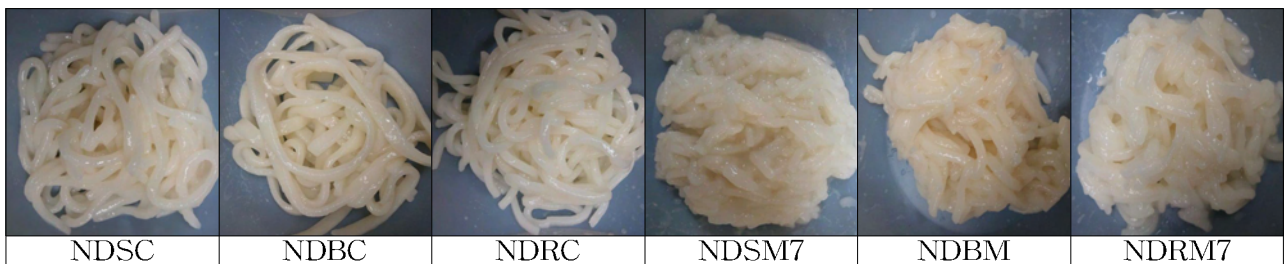


Fig. 25. Cooked rice noodle

조리면의 조직감 특성은 Table 23과 같다. 조리면의 경도는 효소처리군의 쌀국수가 비효소처리군의 쌀국수에 비해 낮은 값을 나타내었으며 효소처리 쌀가루를 이용한 쌀국수는 NDBM7>NDSM7>NDRM7 순으로 높은 경도를 나타내었다. 탄력성은 효소처리 NDBM7 쌀국수가 가장 높게 나타났으며 NDRM7 쌀국수의 탄력성이 가장 낮게 나타났다. 검성 및 씹힘성 또한 비효소처리군에 비해 효소처리군 쌀국수가 낮은 값을 나타내었다.

Table 24. Textural properties of cooked rice noodles

Sample ¹⁾	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
NDBC ²⁾	1652.90±273.76 ⁵⁾	-50.41±11.50	0.92±0.04	0.74±0.01	1226.26±190.51	1124.87±197.49
NDBM7	621.22±66.03	-58.86±10.59	0.96±0.03	0.68±0.03	424.39±44.96	405.37±39.71
NDSC ³⁾	1485.35±135.09	-55.25±12.09	0.94±0.03	0.73±0.04	1086.93±91.44	1019.16±110.39
NDSM7	480.29±46.80	-42.34±18.94	0.94±0.06	0.68±0.03	327.30±22.41	306.27±30.60
NDRC ⁴⁾	1288.47±124.20	-46.16±12.69	0.92±0.01	0.70±0.02	885.66±104.84	830.03±90.08
NDRM7	357.78±41.93	-29.55±8.00	0.89±0.04	0.65±0.02	232.47±21.27	206.09±14.52

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.
²⁾ NDBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by drum drying
³⁾ NDSC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by drum drying
⁴⁾ NDRC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by drum drying
⁵⁾ Values are mean±SD (n=6).

Fig. 26는 drum dry에 의해 제조한 단백질 분해 효소 처리 쌀가루를 이용하여 제조한 쌀국수의 관능평가 결과이다. 쌀국수의 색은 파쇄미를 이용한 쌀국수에서 보통의 강도를 나타내었고, 쌀국수에 느껴지는 쌀의 향에 대한 강도는 효소를 처리하지 않은 NDSC, NDBC, NDRC 쌀국수에서 높게 나타났으며 쌀국수의 쫄깃함 역시 효소를 처리한 쌀국수보다 효소를 처리하지 않은 쌀국수에서 쫄깃함이 강한 것으로 나타났다.

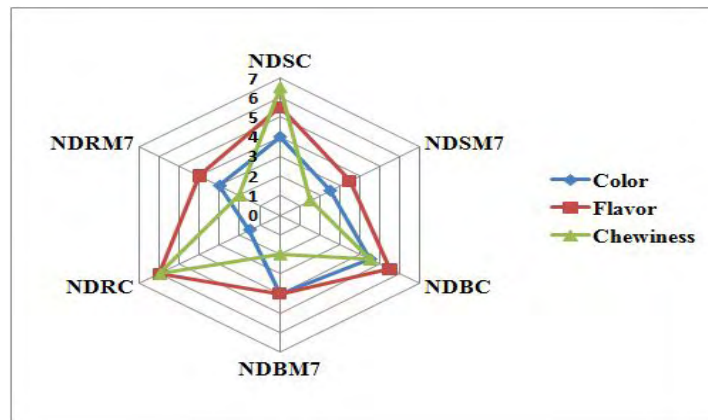


Fig. 26. Sensory evaluation of rice noodle

쌀국수의 기호도 평가 결과는 Table 25에 나타내었다. 향, 맛, 경도, 씹힘성, 탄력성에 대한 기호도는 효소 처리 하지 않은 쌀국수가 좋은 점수를 나타냈으며 쌀의 종류에 따라서 파쇄미가 좋은 기호도를 나타내었다.

Table 25. Sensory characteristic properties of cooked rice noodles

Sample ¹⁾	Acceptability					
	Aroma	Flavor	hardness	Chewiness	Springiness	Overall acceptability
NDBC ²⁾	5.00±0.00 ⁵⁾	6.00±1.41	7.00±0.00	7.00±0.00	7.00±0.00	7.00±0.00
NDBM7	3.00±0.00	4.50±0.71	1.50±0.71	1.50±0.71	1.50±0.71	1.50±0.71
NDSC ³⁾	4.50±0.71	4.00±0.00	4.00±1.41	4.00±1.41	4.00±1.41	4.00±1.41
NDSM7	4.50±0.71	2.00±0.00	2.00±0.00	1.50±0.71	1.50±0.71	1.50±0.71
NDRC ⁴⁾	5.50±0.71	5.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	5.50±0.71
NDRM7	4.00±0.00	2.00±0.00	1.00±0.00	1.50±0.71	1.50±0.71	1.50±0.71

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.
²⁾ NEBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion
³⁾ NESC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by extrusion
⁴⁾ NERC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion
⁵⁾ Values are mean±SD (n=20).

(2) Extrusion에 의한 단백질 분해 효소 처리 쌀가루로 제조한 쌀국수의 품질 특성

Table 26은 파쇄미, 재고미, 일반미에 단백질 분해 효소 처리한 후 이를 Extrusion에 의해 제조한 쌀가루로 쌀국수를 제조한 결과 수분함량이 31.45~34.86%로 나타났다. 조리된 면의 중량은 파쇄미를 이용한 쌀국수에서는 효소처리에 따른 차이가 나타나지 않았으나 재고미와 일반미를 이용한 쌀국수에서는 효소처리한 NESM7과 NERM7 쌀국수의 중량이 크게 나타났다. 수분흡수율은 효소처리한 쌀국수에서의 흡수율이 높게 나타났으며 조리된 쌀국수의 부피는 25~27mL로 나타났다. 탁도는 효소처리한 쌀국수에서 높게 나타났다.

Table 26. Moisture contents and Cooking qualities of rice noodles

Sample ¹⁾	Moisture content (%)	Cooked noodle			Cooking water
		Weight(g)	Water absorption(%)	Volume(mL)	Turbidity(O.D. ³⁾)
NEBC ²⁾	31.70±0.25 ⁵⁾	8.43±0.04	40.94±0.11	27±0.00	2.75±0.05
NEBMD	34.86±0.31	8.68±0.03	43.25±0.13	25±0.01	2.69±0.13
NESC ³⁾	34.41±0.24	5.86±0.01	28.61±0.20	25±0.01	2.12±0.05
NESM6	32.50±0.10	8.17±0.00	40.57±0.12	26±0.01	2.29±0.03
NERC ⁴⁾	32.10±0.24	7.66±0.15	37.57±0.11	24±0.01	2.77±0.02
NERMD	31.45±0.83	10.68±0.11	51.03±0.21	27±0.00	2.79±0.03

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.

²⁾ NEBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

³⁾ NESC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁴⁾ NERC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁵⁾ Values are mean±SD (n=3).

Table 27은 쌀국수의 조리전(생면)과 조리면의 색도 측정된 결과를 나타내었다. 파쇄미를 이용한 쌀국수의 L 값은 NEBC 쌀국수와 효소처리구 NEBM7 쌀국수간의 차이를 나타내지 않았으며 재고미와 일반미를 이용한 쌀국수의 경우 효소처리구의 밝기가 감소하는 것으로 나타났다. 조리된 쌀국수 면의 색도는 생면에 비해 L 값이 감소하는 것으로 나타났다.

Table 27. Color values of rice noodles

Sample ¹⁾	Raw(fresh) noodle			Cooked noodle		
	L	a	b	L	a	b
NEBC ²⁾	73.10±1.00 ⁵⁾	-3.73±0.17	12.26±0.26	59.87±0.12	-4.43±0.01	6.79±0.05
NEBMD	73.99±0.60	-4.43±0.05	12.30±0.11	59.35±0.25	-4.78±0.01	6.70±0.07
NESC ³⁾	75.59±0.02	-4.59±0.03	10.91±0.07	59.79±0.13	-4.70±0.02	5.32±0.05
NESM6	73.88±1.86	-4.14±0.16	12.21±0.12	59.52±0.21	-4.59±0.01	6.13±0.02
NERC ⁴⁾	75.56±0.49	-4.45±0.04	11.59±0.17	59.23±0.64	-4.83±0.04	5.51±0.09
NERMD	74.98±0.85	-4.44±0.02	10.86±0.10	59.47±0.66	-4.79±0.02	4.36±0.09

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.

²⁾ NEBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

³⁾ NESC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁴⁾ NERC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁵⁾ Values are mean±SD (n=3).

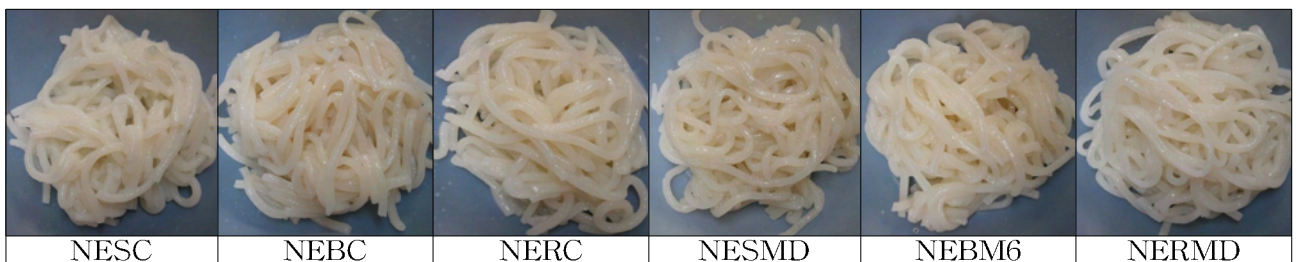


Fig. 27. Cooked rice noodle

Table 28은 Texture Analyzer를 이용하여 쌀국수의 조직감 측정결과를 나타내었다. 효소처리 쌀국수의 조리된 면에 대한 경도(hardness)는 비효소처리군의 쌀국수 조리면과 비교적 큰 차이를 나타내지 않았으며 이는 Drum dry에 의해 제조된 효소처리 쌀가루로 제조한 쌀국수의 경도와 비교하면 extrusion을 이용하였을 때 경도가 2배 이상 커지는 것으로 나타났다. 파쇄미를 이용한 쌀국수의 탄력성은 효소처리한 쌀국수에서 증가한 것으로 나타났으나 일반미를 이용한 쌀국수에서는 효소처리시 탄력성, 검성, 씹힘성이 낮아지는 것으로 나타났다.

Table 28. Textural properties of cooked rice noodles

Sample ¹⁾	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
NEBC ²⁾	1020.35±450.00 ⁵⁾	-36.00±6.40	0.89±0.06	0.66±0.04	782.36±73.88	716.89±62.78
NEBMD	1280.44±180.98	-27.23±8.34	0.93±0.04	0.67±0.01	854.03±116.87	793.75±132.64
NESC ³⁾	1232.82±146.66	-33.40±17.69	0.93±0.07	0.72±0.04	832.82±145.27	869.42±75.94
NESM6	1087.40±72.50	-43.97±19.51	0.93±0.01	0.71±0.01	752.65±66.91	708.63±69.54
NERC ⁴⁾	1639.42±202.05	-40.74±11.91	0.92±0.02	0.67±0.02	1108.68±169.61	1021.44±134.98
NERMD	1275.52±106.83	-23.68±6.45	0.88±0.09	0.65±0.03	831.16±107.27	729.66±128.26

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.

²⁾ NEBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

³⁾ NESC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁴⁾ NERC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁵⁾ Values are mean±SD (n=6).

Fig. 28은 Extrusion에 의해 제조된 단백질 분해 효소 처리 쌀가루로 쌀국수를 제조하여 색(Color), 향(Flavor), 씹힘성(Chewiness)의 강도를 측정된 결과이다. 색의 강도는 일반미에 효소처리한 쌀가루를 이용한 쌀국수 NERMD와 효소처리를 하지 않은 NERC 쌀국수에서 높게 나타났으며 향의 강도는 NEBM6과 NEBC 쌀국수를 제외하고 나머지 처리구는 쌀의 향이 강한 것으로 나타났다. 쫄깃함의 경우 색의 강도와 비슷한 경향으로 NERMD와 NERC 쌀국수에서 쫄깃함이 강한 것으로 나타났으며 이는 기계적 조직감 측정결과에서의 Chewiness와 비슷한 양상을 나타내었다.

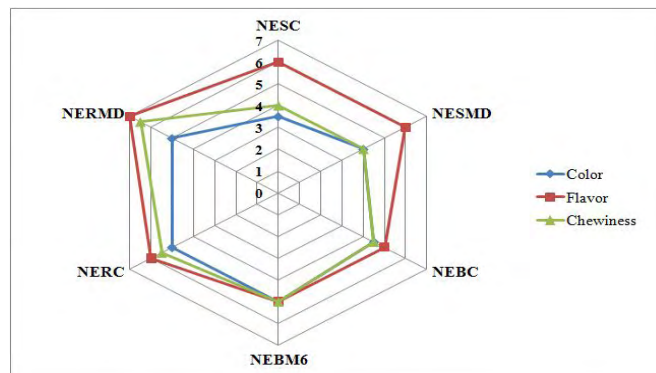


Fig. 28. Sensory evaluation of rice noodle

Extrusion에 의해 제조된 단백질 분해 효소 처리 쌀가루로 쌀국수를 제조하여 향, 맛, 경도, 씹힘성, 탄력성, 전반적인 기호도를 평가하여 Table 29에 나타내었다. 향의 기호도는 파쇄미와 일반미를 이용한 쌀국수에서 중간 점수를 나타내었고 맛의 기호도는 일반미를 이용한 쌀국수 NERC와 NERMD에서 높은 점수를 나타내었다. 기계적인 조직감 측정결과에서는 씹힘성과 탄력성 등이 비교적 낮은 값을 나타내었으나 관능적인 측면에서는 경도, 씹힘성, 탄력성에서 NERMD 쌀국수가 좋은 기호도를 나타내었고 전반적인 기호도에서도 NERMD 쌀국수가 좋은 점수를 나타내었다.

Table 29. Sensory characteristic properties of cooked rice noodles

Sample ¹⁾	Acceptability					
	Aroma	Flavor	hardness	Chewiness	Springiness	Overall acceptability
NEBC ²⁾	5.00±1.41 ⁵⁾	4.50±2.12	3.50±2.12	3.50±2.12	3.50±2.12	3.50±2.12
NEBMD	5.50±0.71	5.00±1.41	3.50±0.71	3.50±0.71	3.00±1.41	3.50±0.71
NESC ³⁾	3.50±0.71	2.50±0.71	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
NESM6	4.50±0.71	4.00±0.00	3.50±0.71	4.00±0.00	4.00±0.00	3.50±0.71
NERC ⁴⁾	5.50±0.71	6.00±1.41	3.50±2.12	3.50±2.12	3.50±2.12	3.50±2.12
NERMD	6.50±0.71	6.50±1.41	6.00±0.00	6.00±0.00	5.50±0.71	6.00±0.00

¹⁾ Table 23에 약어 표시하였음.

²⁾ NEBC : Rice noodle containing broken rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

³⁾ NESC : Rice noodle containing rice stock flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁴⁾ NERC : Rice noodle containing rice flour of non-protease treatment prepared by extrusion

⁵⁾ Values are mean±SD (n=20).

3. 효소 처리 쌀가루를 이용한 쌀국수의 품질 개선

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용된 재료는 쌀가루(대선제분), 효소 처리한 쌀가루(효소 Maxazyme NND DS), HPMC(hydroxy propyl methyl cellulose, (주)케미넥스), 잔탄검(CP KELCO, U.S.A), 구아검(CP KELCO, U.S.A), 정제염(한주소금)을 사용하였다.

(2) 제조

(가) 배합비

실험에 쓰인 쌀국수는 표 30와 같은 배합비로 제조하였으며 쌀국수의 제조는 앞선 쌀국수의 제조방법과 동일한 방법으로 제조하였다.

Table 30. Formulation of rice noodles

Material	Sample		
	Control	0.1% HPMC	10% HPMC
Rice flour	100	100	100
Rice flour of protease treatment	100	100	100
Salt	4	4	4
HPMC	0	0.2	20
Xanthan Gum	0.2	0.2	0.2
Guar Gum	0.2	0.2	0.2
Water	100	100	100

나. 실험방법

(1) 쌀국수의 수분, 색도 측정

앞선 쌀국수의 수분 및 색도 측정 방법과 같으며, 표준백판은 L : 93.31, a : -5.38, b : 7.46이다.

(2) 쌀국수의 조리특성 측정

앞선 쌀국수의 조리특성 측정 방법과 같다.

(3) 쌀국수의 조직감 측정

앞선 쌀국수의 조직감 측정 방법과 같다.

(4) 쌀국수의 관능평가 및 기호도 평가

앞선 쌀국수의 관능평가 및 기호도 평가 방법이 같다.

다. 연구결과

(1) HPMC 첨가량을 달리하여 제조한 쌀국수의 품질 특성

위의 선행연구 결과 Maxazyme NND DS 효소 0.5%로 침지 후 Extrusion을 이용하여 제조하였고 이 효소처리 쌀가루를 이용하여 제조한 쌀국수의 품질이 좋게 나타났으며 더 나아가 쌀국수의 쫄깃함 및 씹힘성을 개선시키고자 품질 개선제(HPMC)를 첨가하여 쌀국수를 제조하고 이의 품질특성을 조사하였다.

(가) HPMC 첨가량을 달리한 쌀국수의 조리 특성

HPMC를 0.1%와 10%로 첨가하여 제조한 쌀국수의 수분함량 및 조리특성은 Table 31과 같이 HPMC를 첨가한 쌀국수의 수분함량이 32.88~32.91%로 control에 비해 높게 나타났다. 삶은 후의 쌀국수 중량 변화는 0.1%의 HPMC를 첨가한 쌀국수에서 유의적으로 낮게 나타났으며 수분흡수율은 HPMC 첨가량이 10%일때 52.67%로 가장 높게 나타났다.

삶은 후의 쌀국수 부피 변화량은 control과 10% HPMC 쌀국수간에 유의차를 나타내지 않았다. 국수 국물의 탁도는 control에 비해 HPMC 첨가군에서 낮은 값을 나타내어 HPMC 첨가는 국수를 끓이는 동안 물속으로 유실되는 전분의 용출량이 적은 것으로 나타났으며 0.1%의 HPMC를 첨가한 쌀국수가 10%의 HPMC를 첨가한 쌀국수보다 용출되는 전분이 적은 것으로 나타났다.

Table 31. Moisture contents and Cooking qualities of rice noodles with added 0.1% HPMC and 10% HPMC

Sample	Moisture content (%)	Cooked noodle			Cooling water
		Weight(g)	Water absorption(%)	Volume(mL)	Turbidity(O.D ³⁾)
Control	30.00±0.77 ¹⁾²⁾	10.04±0.07 ^a	49.76±0.16 ^b	26.50±0.71 ^b	0.71±0.01 ^a
0.1% HPMC	32.88±0.42 ^a	9.44±0.11 ^b	47.01±0.30 ^c	24.75±0.35 ^a	0.42±0.01 ^c
10% HPMC	32.91±0.19 ^a	10.22±0.02 ^a	52.67±0.10 ^a	27.25±0.35 ^b	0.51±0.01 ^b

¹⁾ Values are mean±SD (n=3).

²⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).

쌀국수의 조리전(생면)과 조리면의 색도를 측정한 결과(Table 32), 생면은 HPMC의 첨가량이 높을수록 L 값이 높아 면이 밝은 것으로 나타났으나 조리후 쌀국수의 L 값은 control에 비해 HPMC 첨가한 쌀국수의 밝기가 어두워지는 것으로 나타났다. 황색도인 b값은 조리 전보다 조리후에 낮은 값을 나타내었다.

Table 32. Color values of rice noodles with added 0.1% HPMC and 10% HPMC

Sample	Raw(fresh) noodle			Cooked noodle		
	L	a	b	L	a	b
Control	69.61±0.57 ¹⁾²⁾	-4.23±0.08 ^a	10.82±0.11 ^c	58.76±0.23 ^a	-4.66±0.01 ^c	5.56±0.15 ^a
0.1% HPMC	72.44±0.40 ^b	-4.33±0.03 ^{ab}	11.38±0.10 ^a	58.15±0.21 ^b	-4.59±0.03 ^b	5.41±0.05 ^a
10% HPMC	74.52±0.48 ^a	-4.41±0.04 ^b	11.08±0.16 ^b	55.33±0.31 ^c	-4.42±0.03 ^a	3.89±0.03 ^b

¹⁾ Values are mean±SD (n=3).

²⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).

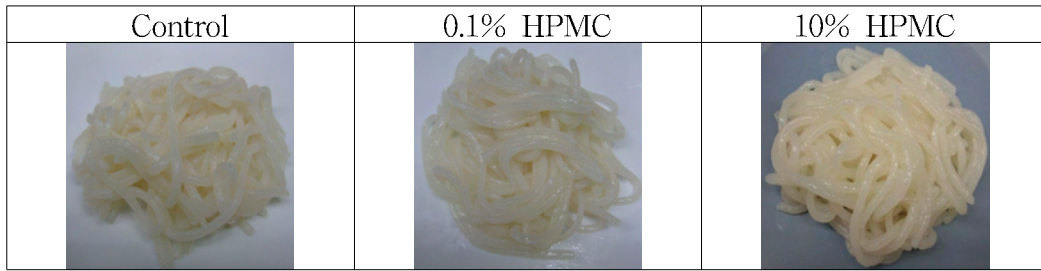


Fig. 29. Uncooked Raw(fresh) rice noodle and Cooked rice noodle

Table 33은 HPMC를 0.1%, 10% 첨가한 쌀국수의 기계적 조직감을 측정하여 나타낸 결과이다. Hardness, Gumminess, Chewiness는 control에 비해 HPMC를 첨가한 쌀국수에서 유의적으로 높은 값을 나타내었으며 Cohesiveness는 10% HPMC를 첨가한 쌀국수에 높게 나타났다.

Table 33. Texture properties of rice noodles with added 0.1% HPMC and 10% HPMC

Sample	Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Control	1012.71±176.57 ¹⁾⁶²⁾	-10.80±5.20 ^a	0.96±0.02 ^a	0.69±0.03 ^b	701.94±134.74 ^b	670.90±127.90 ^b
0.1% HPMC	1560.99±94.88 ^a	-35.77±5.87 ^b	0.93±0.03 ^a	0.70±0.01 ^b	1095.27±68.08 ^a	1016.24±83.67 ^a
10% HPMC	1618.54±58.00 ^a	-92.22±8.95 ^c	0.94±0.02 ^a	0.73±0.01 ^a	1175.68±36.31 ^a	1103.04±53.14 ^a

¹⁾ Values are mean±SD (n=3).

²⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).

Table 34는 0.1%와 10%의 HPMC를 효소처리 쌀가루에 첨가하여 제조한 쌀국수의 색(color), 향(Flavor), 씹힘성(Chewiness)의 강도를 측정하여 나타낸 결과이다. 색과 향의 강도는 HPMC를 첨가한 쌀국수가 control에 비해 높은 것으로 나타났으며 씹힘성은 control 쌀국수가 HPMC를 첨가한 쌀국수에 비해 낮은 강도를 나타내었고 10% HPMC를 첨가한 쌀국수의 씹힘성 강도가 높은 것으로 나타났다.

Table 34. Sensory evaluation of rice noodles with added 0.1% HPMC and 10% HPMC

Sample	Intensity		
	Color	Flavor	Chewiness
Control	4.17±1.60 ¹⁾⁶²⁾	4.33±1.75 ^b	4.00±0.63 ^c
0.1% HPMC	5.00±1.10 ^b	5.33±0.52 ^a	5.83±0.41 ^b
10% HPMC	5.33±0.52 ^a	5.50±0.55 ^a	6.50±0.55 ^a

¹⁾ Values are mean±SD (n=3).

²⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).

HPMC를 첨가하여 제조한 쌀국수의 기호도 평가 결과를 Table 35에 나타내었다. 색, 향, 경도, 씹힘성, 탄력성, 전반적인 기호도를 평가한 결과 전반적으로 control에 비해 HPMC를 첨가한 쌀국수의 점수가 높은 것으로 나타났으며 맛의 기호도에서는 control과 0.1% HPMC를 첨가한 쌀국수가 차이를 나타내지 않았으며 10% HPMC 첨가 쌀국수가 유의적으로 높은 점수를 나타내었다.

경도, 씹힘성, 탄력성은 0.1% HPMC 첨가 쌀국수에 비해 10% HPMC 첨가 쌀국수가 높은 점수를 나타내어 전반적인 기호도 역시 10% HPMC를 첨가한 쌀국수에서 높게 나타나 Maxazyme NND DS 효소 0.5%를 이용하고 Extrusion으로 제조한 쌀가루로 쌀국수를 만들었을 때 10% HPMC를 첨가하면 쌀국수의 씹힘성과 쫄깃함을 증진시켜 관능적인 측면에서 좋은 기호도를 나타내었다.

Table 35. Sensory evaluation of rice noodles with added 0.1% HPMC and 10% HPMC

Sample	Acceptability					
	Flavor	Taste	hardness	Chewiness	Springiness	Overall acceptability
Control	5.17±0.41 ¹⁾⁶²⁾	4.50±0.55 ^b	3.67±1.21 ^b	3.83±0.98 ^b	3.67±1.03 ^b	3.83±0.75 ^c
0.1% HPMC	5.17±0.41 ^b	4.83±0.75 ^b	4.83±1.72 ^{ab}	5.00±1.41 ^{ab}	4.67±1.21 ^b	5.50±1.38 ^b
10% HPMC	5.83±0.41 ^a	6.33±0.52 ^a	6.33±0.82 ^a	6.17±0.75 ^a	6.33±0.52 ^a	6.83±0.41 ^a

¹⁾ Values are mean±SD (n=3).

²⁾ Values with Different letter within a same column(a-c) differ significant (p<0.05).

□ 요약

- 쌀은 파쇄미, 재고미(2006년), 일반미(2011년)으로 사용하였고, 효소는 단백질분해효소 Protex 7L, Protex 6L, Maxazyme NNP DS로 총 3 종류를 사용하였으며, 물리적 변성을 Drum dry와 Extrusion으로 나누어 쌀가루를 제조하고 품질특성을 조사하였음
- 단백질분해효소 처리하여 제조한 쌀가루는 파쇄미, 재고미, 일반미에서 Protex 6L과 Protex 7L을 이용한 쌀가루에서 전분의 노화를 지연시키는 것으로 나타났음
- Drum dry를 이용한 물리적 변성에 의한 단백질분해효소 처리 쌀가루는 재고미, 파쇄미, 일반미에서 Protex 6L과 Protex 7L의 효소를 이용하여 가공식품에 활용할 경우 식미 등이 양호할 것으로 판단되었음
- Extrusion을 이용한 물리적 변성에 의한 단백질분해효소 처리 쌀가루는 재고미, 파쇄미, 일반미에서 Maxazyme NNP DS 효소를 이용하여 제조한 쌀가루가 전분의 노화를 지연시켜 가공식품 활용에 이용할 수 있을 것으로 판단되었음
- 물리전 변성에 의해 제조한 단백질 분해 효소 처리한 쌀가루를 이용한 떡류의 품질 특성 결과 제품으로서의 형태가 매우 어려움. 따라서 떡류의 적용보다 면류 적용에 적합함.
- 물리전 변성에 의해 제조한 단백질 분해 효소 처리한 쌀가루를 이용한 쌀국수의 품질 특성 결과, 파쇄미에 Protex 7L 효소 0.5%를 처리하고 drum dry로 제조한 쌀가루를 이용한 쌀국수가 관능적인 측면에서 좋은 것으로 나타났음
- 일반미에 Maxazyme NNP DS 효소 0.5%를 처리하여 Extrusion으로 제조한 쌀가루를 이용한 쌀국수는 향, 맛과 경도, 씹힘성, 탄력성이 효소를 처리하지 않은 쌀국수보다 우수한 것으로 나타났음
- ERMD쌀가루(Maxayme NNP DS 0.5%, Extrusion)에 HPMC, 구아검, 잔탄검을 첨가하여 제조한 쌀국수에서 10%의 HPMC를 첨가하였을 때 경도 및 씹힘성 등에서 좋은 기호도를 나타냈음

4. 가공적성별 쌀가루 품질지표 설정에 관한 연구 [위탁-농협식품안전연구원, 홍성희]

(가) 쌀가루 품질관리 실태조사 결과

- 중소기업 품질관리 실태
 - 농협 떡공장 및 쌀 가공협회 회원사인 중소규모 떡 및 면류 제조업체에서는 과학적, 객관적 품질관리 방법을 적용하여 제품 품질관리를 할 수 있는 여건이 안 되기 때문에 주로 오랜 경험을 갖고 있는 숙련된 떡 및 면 제조 기술자의 경험에 의존하고 있는 실정임. 따라서 이들 전문가의 경험을 표준화하고 객관화하는 것이 본 연구의 목표임
 - 떡의 경우 가장 보편적인 품질관리 방법은 수분함량을 조정하는 것으로 대부분 쌀가루 보다 쌀을 물에 침지하여 롤밀 분쇄를 한 후 일부 물을 첨가하여 적정 가수량을 결정하기 때문에 실제적인 가수량 변화가 크지 않아 일정한 제품을 만들 수 있음
 - 즉 국내 쌀은 육종할 때부터 밥쌀로 개발되어 아밀로즈함량과 쌀의 수분흡수율이 거의 비슷하기 때문에 떡 제조 시 가수량에 있어 큰 편차를 나타내지 않고 떡을 제조할 수 있음
 - 또한 떡은 그 제조공정상 찌는 떡을 제외하고는 치는 떡, 지지는 떡 등은 호화된 쌀가루를 짓이기거나 지지는 공정이 있기 때문에 어느 정도의 품질차이는 수용이 가능함
 - 쌀가루를 이용하여 떡 및 면을 만드는 산업의 활성화를 위해서는 이들 제품을 만드는 기술 (art)의 과학화가 절실히 필요한 실정임
- 대기업 품질관리 실태
 - 대기업 떡 및 면 제조업체의 경우 자체 연구소를 보유하고 있고 전문 연구인력도 보유하고 있어 과학적 품질관리를 하고 있었음
 - 하지만 품질관리 방법을 살펴보면 대부분 밀가루의 품질평가 방법을 적용하고 있어 쌀가루의 품질을 평가하는데는 한계가 있었음
 - 현재 쌀가루 제분업체는 태평양, 대두식품, 농심 등을 제외하면 기존의 밀가루 제분업체가 밀가루 소비의 정체성 또는 일부 감소추세에 따라 생산품목 다변화를 위해 쌀가루 공장을 운영하기 때문에 밀가루의 품질관리 방법을 주로 적용하여 관리하고 있음
 - 품질관리에 이용하는 방법으로는 Amylograph, Rapid Visco-Analyzer(RVA), Farinograph, 입도분석, 일반 성분분석 등임
 - Amylograph, RVA : 이 방법은 고수분 상태에서의 호화특성을 관찰하는 방법으로 상대적으로 저수분인 떡, 면 등의 호화특성과 비교하는데는 한계가 있음
 - Farinograph : 이 방법은 밀가루 글루텐의 양과 질을 평가하는 방법으로 글루텐이 없는 쌀가루의 품질을 평가하는데는 한계가 있음
- 검토의견
 - 쌀가루를 이용하여 만드는 가공식품의 가공적성 및 품질을 적합하게 평가하기 위해서는 제품품질에 영향을 많이 미치는 가수량을 예측하는 방법의 개발과 상대적으로 저 수분 상태에서의 호화특성을 비교, 관찰할 수 있는 쌀가루에 적합한 품질평가방법의 개발이 절실히 필요한 실정임
 - 1차 년도에 실험한 Mixolab의 경우 저 수분 상태에서의 호화특성을 비교할 수 있어 현재까지 개발된 측정 장비 중에서는 가장 쌀가루의 품질을 평가하는데 적합한 방법이라 사료되어 본 실험에서 Mixolab을 이용한 가수량 측정방법 개발을 시도해 보기로 계획함

(나) 쌀가루에 대한 이화학적 품질평가

- 쌀가루의 품질평가방법 및 결과는 1차년도 연구결과를 활용함

(다) 쌀가루 시료 선정

- 쌀 시료 선정 - 가공용으로 사용할 가능성이 높은 국산 및 수입산 쌀 3품목 선정
 - 국산 : 추청미(2010년산), 안다미(2010년산)
 - 수입 : 장립종(2009년산)
- 제분방법 - 현재 쌀가루 제조에 가장 많이 사용하는 2가지 제분방법 적용
 - 건식 : 쌀을 충격식 분쇄기를 통해 바로 분쇄함
 - 습식 : 쌀을 세척 침지한 후 롤밀과 기류식 분쇄기를 통해 분쇄함
- 쌀가루 제분업체 : 대가파우더시스템
- 쌀가루 입도분포 조정
 - 쌀 시료별로 분쇄방법에 따라 2가지(고운, 거친) 입도분포를 가지게 쌀가루 제조
 - 입도조정(거친, 고운)은 앞서 실험한 시중 유통 쌀가루에 대한 입도를 고려하여 조정함

(라) 쌀 제품 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

- 백설기 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립
- 배합비 ※ 설탕과 정제염의 양은 쌀가루와 정제수 무게를 합한 무게를 기준으로 계산함

원료명	쌀가루	정제수	설탕	정제염
배합비율(%)	100	50~65	10	1
중량(g)	500	250~325	75~82.5	7.5~8.25

- 제조방법

1. 쌀가루 500g을 달아 쌀가루 무게 대비 50~60%의 물에 소금을 넣어 녹인 후 쌀가루에 넣어 주면서 손으로 혼합함
2. 물과 혼합된 쌀가루를 롤 밀을 통과시킨 후 30분간 숙성시킴
3. 숙성한 쌀가루를 체를 통과시킨 후 설탕을 혼합하여 백설기 성형 틀에 넣음
4. 백설기 성형 틀을 증숙기에 넣고 10분간 증숙함
5. 증숙한 백설기를 틀에서 꺼내 표면이 상온으로 냉각시킨 후 물성측정에 사용함

- 품질평가항목

- 중량 : 전자저울
- 물성 : TPA, probe diameter 35mm, strain 30%, test speed 1.0mm/sec

▪ 가래떡 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

- 배합비

원료명	쌀가루	정제수	정제염
배합비율(%)	100	45~55	0.9
중량(g)	2,000	900~1,100	26.1~27.9

- 제조방법

1. 쌀가루 2,000g을 달아 쌀가루 무게 대비 45~55%의 물에 소금을 넣어 녹인 후 쌀가루에 넣어 주면서 손으로 혼합함
2. 물과 혼합된 쌀가루를 롤 밀을 통과시킨 후 30분간 숙성시킴
3. 숙성한 쌀가루를 증숙기에 넣고 10분간 증숙함
4. 증숙한 쌀가루를 가래떡 성형기를 3번 통과시킴
5. 가래떡을 냉장고에서 48시간 노화를 시킨 후 5mm 두께로 절단함
6. 절단한 가래떡을 진공포장한 후 냉장고에 보관하면서 시료로 사용함

- 품질평가항목

- 물성 : TPA test(Texture Analyzer), strain 30%, test speed 1.0mm/sec
- 탁도 : 가래떡 50g을 증류수 500ml에 넣고 100℃에서 3분간 조리한 후 물을 상온으로 냉각한 후 Spectrophotometer를 사용하여 675nm에서 흡광도를 측정함

▪ 압출면 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

- 배합비(baker's formula 표시방법 적용)

원료명	쌀가루	정제수	정제염
배합비율(%)	100	45~55	1
중량(g)	1,000	450~550	14.5~15.5

- 제조방법

1. 쌀가루 1,000g을 달아 쌀가루 무게 대비 45~55%의 물에 소금을 넣어 녹인 후 쌀가루에 넣어 주면서 손으로 혼합함
2. 물과 혼합된 쌀가루를 30분간 숙성시킴
3. 숙성한 쌀가루를 제면기에 넣어 120℃ 가열조건에서 압출면을 제조함
4. 제조한 압출면은 상온에서 냉각시킨 후 냉장고에서 24시간 노화를 시킨 후 진공포장하여 냉장고에 보관하면서 시료로 사용함

※ 압출면 제조기계

- 제조회사 : (주)보림이앤지
- 모델명 : R-101
- 제면능력 : 15kg/hr
- 구성
 - 원료·투입부
 - 가온·압출부
 - 국수성형·냉각부



- 품질평가항목

- 물성 : TPA test(Texture Analyzer)
- 탁도 : 가래떡 50g을 증류수 500ml에 넣고 100℃에서 2분간 조리한 후 물을 상온으로 냉각한 후 Spectrophotometer를 사용하여 675nm에서 흡광도를 측정함

(마) 쌀가루의 품질특성

- 쌀 시료의 이화학적 특성
- 단백질 함량은 5.9~7.5%이고, 아밀로즈함량은 11.9~27.6%를 나타냄

쌀 시료	추청미(2010년산)	안다미(2010년산)	수입미(장립종, 2009년산)
단백질(%)	6.6	7.2	7.5
아밀로즈(%)	14.3	17.2	27.6

- 쌀 시료의 수분, 손상전분, 입도결과
- 쌀가루의 수분함량은 10.5~13.6%이고, 손상전분함량은 0.3~7.7%를 나타냄
 - 같은 분쇄방식에선 입도가 거칠수록 손상전분함량이 낮게 나타남
- 부피비로 50%를 차지하는 쌀가루 입자크기는 78~112 μ m(건식, 거친입도)에서 15~22 μ m(습식, 고은입도) 분포를 나타냄
- RVA 측정값은 2863~5238cP(Peak), 3071~5862체(Final)의 분포를 나타냄

제분 방식	입도	시료	수분 (%)	손상전분 (%)	입도(μ m)		
					D(v, 0.5)	D(v, 0.9)	D(v, 1.0)
건식	거친	추청2010	13.5	0.3	89	175	259
		안다2010	13.6	1.1	78	162	259
		수입장립2009	13.1	0.5	112	224	302
	고은	추청2010	10.6	6.4	30	115	259
		안다2010	12.0	5.1	37	85	141
		수입장립2009	10.5	7.3	36	99	222
습식	거친	추청2010	11.6	4.5	32	71	121
		안다2010	13.0	5.9	35	66	104
		수입장립2009	11.9	6.2	32	73	141
	고은	추청2010	11.7	6.2	22	51	89
		안다2010	11.0	7.7	19	44	76
		수입장립2009	12.9	7.5	15	35	56

제분 방식	입도	시료	RVA(cP)				
			Peak V.	Trough V.	Breakdown	Final V.	Setback
건식	건친	추청2010	3586	2149	1437	3598	1449
		안다2010	4330	2369	1962	4280	1912
		수입장립2009	4202	2871	1331	5603	2732
	고은	추청2010	3688	2229	1459	3774	1546
		안다2010	4464	2215	2249	4228	2013
		수입장립2009	4823	2917	1906	5862	2945
습식	거친	추청2010	4089	2653	1436	4195	1542
		안다2010	3989	2589	1400	4249	1660
		수입장립2009	4056	2767	1289	5089	2323
	고은	추청2010	2890	1954	936	3072	1118
		안다2010	2863	1727	1137	3099	1372
		수입장립2009	4188	2940	1248	5175	2235

(바) 백설기의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

- 백설기 가수량
- 가수량은 쌀 품종에 따라 큰 차이가 없는 것으로 나타남
- 건식제분 쌀가루는 품종에 관계 없이 50% 가수율을 나타냄
- 습식제분 쌀가루가 건식제분 쌀가루 보다 가수량이 높게 나타남

▪ TPA test 결과

- 경도는 장립종으로 만든 백설기가 제일 높게 나타남
 - 추청, 안다, 장립종 모두 습식 제분한 거친 입도의 쌀가루가 경도가 낮게 나타남
 - 부착력은 추청, 안다, 장립종 순으로 높게 나타나 아밀로즈 함량의 영향을 받은 것으로 사료됨
- ☞ 백설기 품질이 우수한 쌀가루는 습식 제분한 추청, 안다 품종의 거친 입도 쌀가루로 나타남

제분 방식	입도	시료	가수량(%)	Hardness(g)	Adhesiveness(g)
건식	거친	추청2010	50	1,759	-286
		안다2010	50	1,148	-224
		수입장립2009	50	2,531	-31
	고은	추청2010	50	1,340	-226
		안다2010	50	1,193	-198
		수입장립2009	50	2,045	-78
습식	거친	추청2010	63	922	-213
		안다2010	69	718	-100
		수입장립2009	64	1,412	-31
	고은	추청2010	55	926	-269
		안다2010	63	809	-182
		수입장립2009	64	1,679	-18

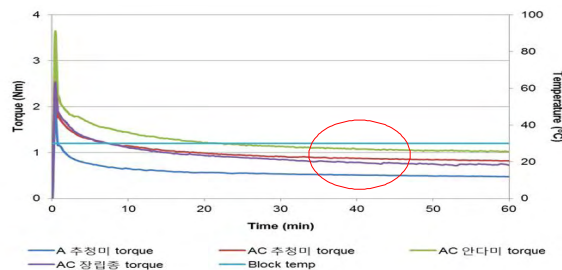
▪ 쌀가루 입도에 따른 쌀가루 표면적 계산

- 가정
 - 쌀가루 입자는 구(球) 형태임
 - 쌀가루 입자는 수분을 흡수하지 않음
- 구의 표면적 계산 공식 : $4\pi r^2$ (r : 구의 반지름)
- 가설 : 쌀가루 입자분포에 따라 가수량이 달라짐
 - 입자가 고을수록 표면적이 증가함
 - 쌀가루 입자에 동일한 두께의 수분 막을 입힐 경우 표면적이 증가할수록 가수량이 많이 필요함
 - 따라서 입자가 고을수록 가수량이 많아짐
- 쌀가루 표면적 계산
 - 쌀가루의 입도분포도를 기준으로 계산한 쌀가루 표면적은 건식 쌀가루 보다 습식 쌀가루가 높게 나타남
 - 가장 표면적이 큰 쌀가루는 습식 고은 입도의 쌀가루로 나타남
 - 가장 표면적이 작은 쌀가루는 건식 거친 입도의 쌀가루로 나타남

▪ Mixolab을 이용한 쌀가루 흡수율 예측방법 개발

- Mixolab 실험조건

- Water absorption : 80%
- Mixing time : 60 min
- Mixing speed : 80 rpm



- 흡수율 예측 조건 선정

- Mixing을 1시간 했을 때 어느 정도 consistency가 일정해지는 구간이 관찰됨
- 40분 교반 시 0.8 Torque가 되는 가수량을 쌀가루 흡수율로 정함

- 실험결과

- Mixolab 흡수율은 쌀가루 제분방법에 의해 영향을 받는 것으로 나타남

건식제분 거친 입도의 쌀가루가 흡수율이 가장 작게 나타남

습식제품 고은 입도의 쌀가루가 흡수율이 가장 높게 나타남

- 실험에 사용된 쌀가루 시료는 제분방법에 따라 입도분포가 달라 Mixolab 흡수율은 쌀가루의 입도분포에 영향을 받은 것으로 사료됨

제분 방식	입도	시료	백설기 가수량 (%)	표면적 (cm ² /cc)	Mixolab 흡수율 (%)
건식	거친	추청2010	50	2,069	62
		안다2010	50	2,427	65
		수입장립2009	50	1,507	61
	고은	추청2010	50	4,277	72
		안다2010	50	3,106	70
		수입장립2009	50	3,400	65
습식	거친	추청2010	63	4,009	70
		안다2010	69	3,248	75
		수입장립2009	64	3,899	75
	고은	추청2010	55	5,078	80
		안다2010	63	5,414	85
		수입장립2009	64	6,393	80

- 쌀가루 표면적과 Mixolab 흡수율과의 회귀분석결과 r=0.8893으로 높은 정의 상관관계를 나타냄. 회귀분석결과 Mixolab 흡수율을 예측하는 회귀식은 다음과 같음

$$\text{Mixolab 흡수율(\%)} = 0.0048 \times \text{쌀가루 표면적} + 53.85 \quad (r^2=0.7909, p=0.01)$$

☞ 따라서 Mixolab 흡수율은 쌀가루 표면적을 예측하는 수단으로 사용 가능한 것으로 나타남

- 백설기 가수량과 Mixolab 흡수율과의 상관관계 분석결과 r=0.5350으로 정의 상관관계를 나타냈으나 유의적인 관계를 보이지 않음 회귀분석결과 백설기의 가수량을 예측하는 회귀식은 아래와 같음

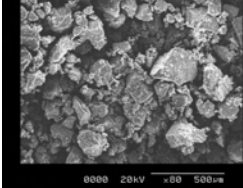
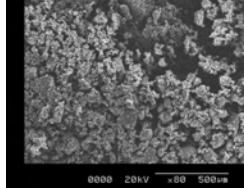
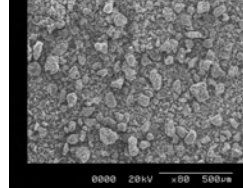
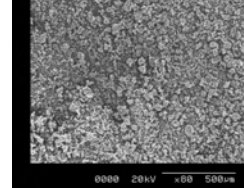
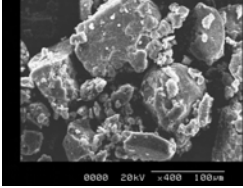
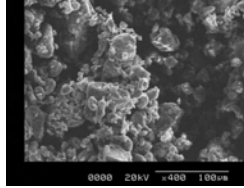
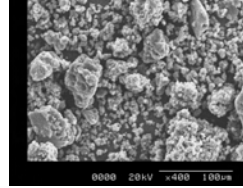
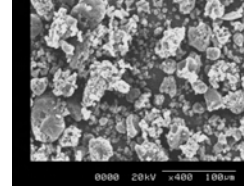
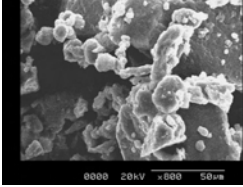
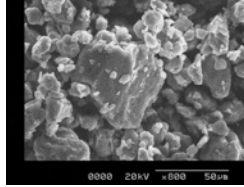
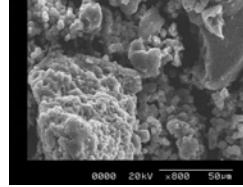
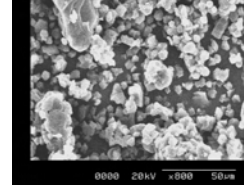
$$\text{백설기 가수량(\%)} = 0.0028 \times \text{쌀가루 표면적} + 46.05 \quad (r^2=0.2862, p=0.07)$$

▪ 쌀가루에 대한 전자현미경(SEM) 사진

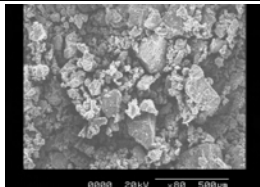
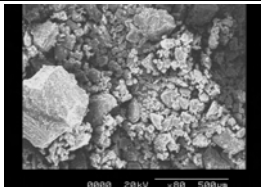
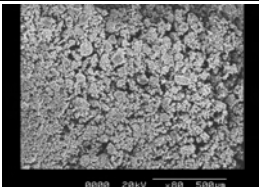
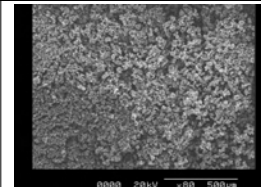
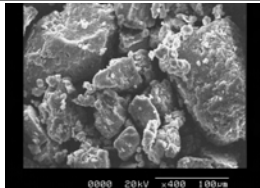
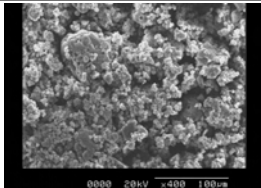
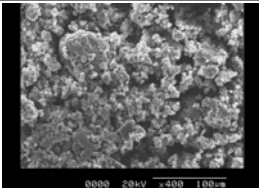
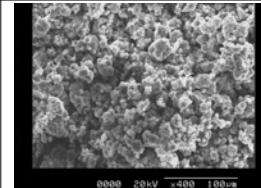
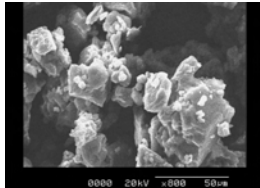
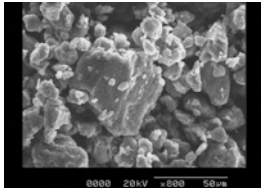
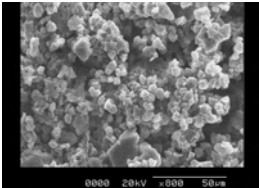
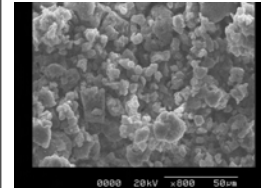
- 쌀가루에 대한 전자현미경 관찰결과

- 입도분석자료와 동일하게 추청, 장립종 모두 습식제분한 쌀가루가 입자 크기가 작은 것으로 나타남
- 건식 쌀가루는 절단면이 매끄럽고 입자 크기가 크고 표면적이 작아 수분흡수가 지연될 것으로 관찰됨
- 습식 쌀가루는 입자가 작고 균일하고 표면적이 넓어 수분흡수가 건식 쌀가루보다 용이할 것으로 관찰됨

- SEM 사진 : 추청

쌀가루	건식 거친	건식 고은	습식 거친	습식 고은
x 80				
x 400				
x 800				

- SEM 사진 : 장립중

쌀가루	건식 거친	건식 고은	습식 거친	습식 고은
x 80				
x 400				
x 800				

(사) 가래떡의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

- 가수량
 - 가수량은 쌀 품종에 따라 큰 차이가 없는 것으로 나타남
 - 습식제분 쌀가루가 건식제분 쌀가루 보다 가래떡 제조시 가수량이 높게 나타남
- TPA test 결과
 - 경도는 건식제분 및 습식제분 모두 장립중, 안다, 추청 순으로 높게 나타나 품종의 영향을 받는 것으로 나타나 아밀로즈 함량이 영향을 준 것으로 사료됨

- 동일 품종에선 건식 제분한 쌀가루가 경도가 높게 나타남
 - 부착력은 제분방법과 품종에 따라 차이가 없는 것으로 나타남
 - 탁도
 - 장립종 쌀가루로 만든 가래떡의 탁도가 낮게 나타남
 - 동일 품종에선 습식제분한 거친 입도의 쌀가루가 대체로 탁도가 낮게 나타남
 - 고찰
 - 장립종으로 제조한 쌀가루는 탁도는 낮으나 경도가 높아 가래떡 품질은 떨어지는 것으로 나타남
 - 건식 제분한 쌀가루는 습식 제분한 쌀가루보다 경도와 탁도가 높아 가래떡 품질이 떨어지는 것으로 나타남
- ☞ 따라서 가수량, 경도, 탁도 결과를 종합해 보면 습식 제분한 추청, 안다 품종의 거친 입도 쌀가루가 가래떡 품질이 우수한 것으로 나타남

제분 방식	입도	시료	가수량 (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (g)	탁도
건식	거친	추청2010	50	681	-24	0.7596
		안다2010	40	815	-28	0.9607
		수입장립2009	45	1,284	-31	0.5478
	고은	추청2010	59	743	-51	0.9049
		안다2010	50	892	-12	1.1087
		수입장립2009	59	1,234	-10	0.7625
습식	거친	추청2010	64	475	-63	0.6507
		안다2010	65	486	-13	0.8416
		수입장립2009	59	1,015	-14	0.4518
	고은	추청2010	64	396	-32	1.1508
		안다2010	65	527	-55	0.7877
		수입장립2009	64	918	-26	0.7095

(아) 쌀 압출면의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

- 가수량
 - 본 실험에 사용한 압출면 기계로 쌀구수를 제조할 때 가수량이 조금 적거나 많아도 국수를 제조하는 데는 문제가 없어 건식과 습식 제분한 쌀가루별로 일정량의 가수량을 적용하여 쌀국수를 제조하여 그 품질을 비교하였음
 - 예비실험을 통해 쌀가루 반죽의 일정한 촉촉함을 나타내는 가수량을 결정함
 - 건식 제분 쌀가루 가수량 : 40%
 - 습식 제분 쌀가루 가수량 : 55%
- TPA test
 - 경도는 동일 제분조건에서 장립>안다>추청 순으로 높게 나타남
 - 부착력은 장립종 쌀가루로 만든 국수가 낮게 나타남
- 무게증가율/부피증가율
 - 삶은 국수의 무게증가율과 부피증가율은 시료별로 차이가 없는 것으로 나타남
- 탁도
 - 탁도는 대체로 건식 제분한 거친 입도의 쌀가루로 만든 쌀국수가 낮게 나타남

- 품종에 따른 탁도 변화는 그 경향을 찾지 못했음
- 추가 실험을 통해 그 경향을 재 확인할 예정임

제분 방식	입도	시료	가수량 (%)	Hardness (g)	Adhesiveness (g)	무게 증가율 (%)	부피 증가율 (%)	탁도
건식	거친	추청2010	40	285.1	-10.3	164	110	1.4303
		안다2010	40	576.5	-47.3	155	109	1.4625
		수입장립2009	40	505.8	-4.8	174	112	1.4292
	고은	추청2010	40	306.2	-13.3	158	112	0.9706
		안다2010	40	476.0	-37.7	150	109	1.1095
		수입장립2009	40	442.7	-7.1	167	110	0.9623
습식	거친	추청2010	55	289.4	-26.0	152	109	1.2508
		안다2010	55	244.0	-18.7	154	109	1.9287
		수입장립2009	55	433.5	-5.4	162	110	1.4504
	고은	추청2010	55	174.9	-17.4	162	112	1.9436
		안다2010	55	385.5	-27.0	153	109	2.0797
		수입장립2009	55	404.1	-6.3	159	110	1.5661

(자) 실험고찰

- 좋은 품질의 떡용 쌀가루란?
 - 떡용 쌀가루 품질규격 설정을 위해서는 좋은 품질의 떡용 쌀가루에 대한 정의가 필요함
 - 정의

항목	백설기용	가래떡용
가 수 량 → 높은 수율	- 높은 가수량	- 높은 가수량
가공적성 → 짧은 작업시간	- 빠른 수화	- 빠른 수화 - 빠른 경화(노화)
제품특성 → 좋은 맛	- 부드러우면서 탄력 있는 조직감 - 부피감 있는 - 느린 경화(노화)	- 부드러우면서 쫄깃한 조직감 - 매끄러운 표면 - 낮은 전분 용출

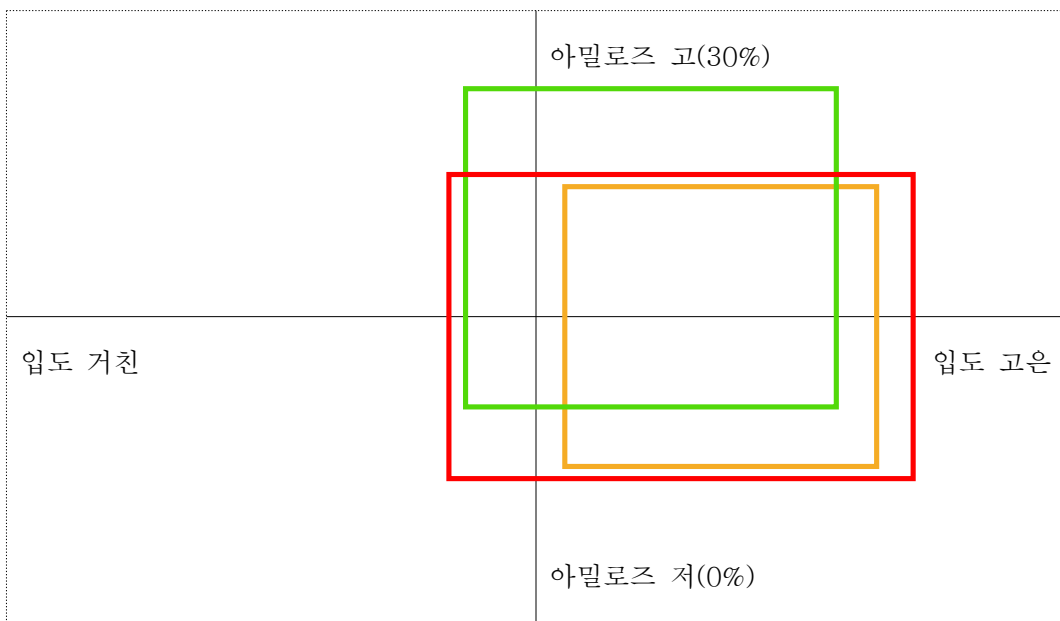
- 좋은 품질의 면용 쌀가루란?
 - 면용 쌀가루 품질규격 설정을 위해서도 좋은 품질의 면용 쌀가루에 대한 정의가 필요함
 - 쌀국수는 제조방법에 따라 그 품질이 많이 영향을 받기 때문에 제조방법을 우선 표준화한 후 품질을 비교하여야 함
 - 본 실험에선 압출식 제면기를 사용하여 그 품질을 비교함
 - 정의

항목	압출면
가 수 량 → 높은 수율	- 높은 가수량
가공적성 → 짧은 작업시간	- 빠른 수화 - 빠른 제면 속도
제품특성 → 좋은 맛	- 부드러우면서 쫄깃한 조직감 - 매끄러운 표면 - 낮은 전분 용출

▪ 결과 종합

- 백설기, 가래떡, 압출면 모두 쌀가루의 입도분포가 가수량에 큰 영향을 주는 것으로 나타남
- 백설기, 가래떡의 경우 장립종 쌀가루로 만든 떡의 경도가 모두 높아 제품품질이 낮은 것으로 나타남. 따라서 아밀로즈 함량이 높은 장립종 쌀가루는 백설기와 가래떡 제조용으로 적합하지 않은 것으로 관찰됨
- 가래떡의 경우 빠른 경화속도가 떡 제조공장 입장에서 떡 저장 공간을 줄일 수 있는 요인으로 작용하기 때문에 부드럽고 쫄깃한 조직감을 유지하면서 가래떡 절단을 위해 빠른 경화속도를 - 압출면의 경우도 장립종 쌀가루로 만든 시료의 경도가 높게 나타나 쌀 품종에 따른 아밀로즈 함량이 중요 품질지표인 것으로 나타남

▪ 용도별 쌀가루 품질지표 그림

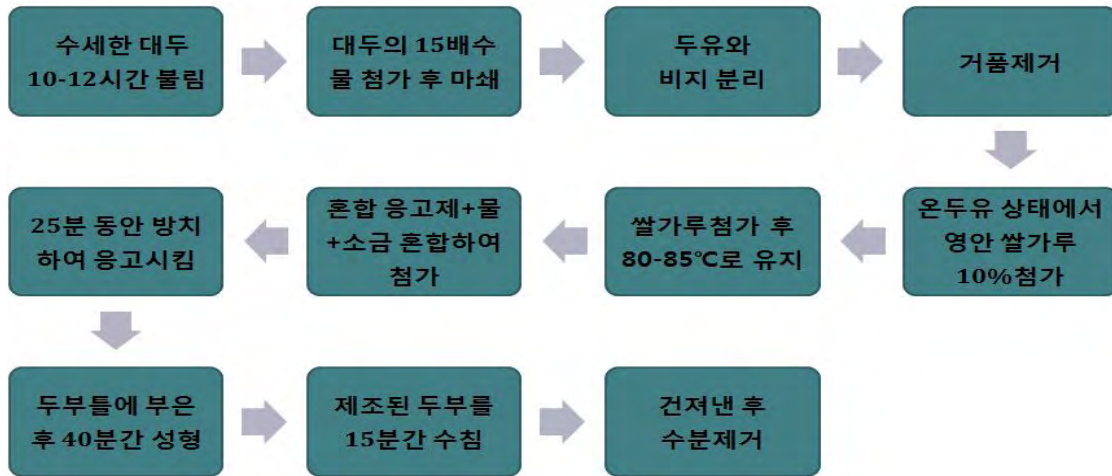


: 가래떡(아밀로즈 16~20%), 입도(D(v 0.5) 20~40 μ m)

: 백설기(아밀로즈 16~20%), 입도(D(v 0.5) 20~30 μ m)

: 압출면(아밀로즈 16~28%), 입도(D(v 0.5) 20~40 μ m)

가. 찰두부의 제조 공정도



나. 쌀가루 입자에 따른 찰두부의 텍스처 특성조사

Table 1은 입자가 80 mesh인 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감을 측정된 결과를 나타낸 것이다. 탄력성, 검성, 씹힘성에서는 약간의 변화를 보였으나 응고제의 혼합비에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았고 경도와 응집력에서는 응고제 비율에 따라 유의적인 차이가 나타났다. Lee et al (1997)은 GDL의 경도가 CaSO₄보다 높다는 결과를 보였으며 본 연구에서도 경도의 경우, CaSO₄의 함량은 감소하고 GDL의 함량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 그러나 응집력의 경우, 경도와 반대로 CaSO₄의 함량은 증가하고 GDL의 함량이 감소할수록 높아지는 경향을 보였다.

Table 1. Texture of tofu made with the size of 80 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaSO₄-GDL

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	233.33±25.77 ^b	270.03±23.52 ^{ab}	301.50±41.26 ^a
Springiness	0.30±0.03 ^{ns}	0.32±0.02	0.31±0.04
Cohesiveness	0.30±0.00 ^a	0.28±0.02 ^{ab}	0.27±0.01 ^b
Gumminess	65.22±8.34 ^{ns}	67.39±4.93	70.52±7.60
Chewiness	22.79±2.12 ^{ns}	21.79±2.12	21.42±1.42

입자가 120 mesh인 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 GDL 응고제의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 탄력성, 검성, 씹힘성에서는 응고제의 혼합비에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았으나 경도와 응집력에서는 응고제 비율에 따라 유의적인 차이가 나타났다. 경도의 경우, CaSO₄의 함량은 감소하고 GDL의 함량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 그러나 응집력의 경우, CaSO₄의 함량이 증가하고 GDL의 함량은 감소할수록 높아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 80 mesh의 쌀가루 입자를 첨가한 찰두부와 유사한 경향을 보이고 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Texture of tofu made with the size of 120 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaSO₄-GDL

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	255.84±17.59 ^b	273.10±31.80 ^{ab}	309.87±36.44 ^a
Springiness	0.34±0.01 ^{ns}	0.33±0.05	0.31±0.03
Cohesiveness	0.31±0.00 ^a	0.30±0.02 ^a	0.28±0.01 ^b
Gumminess	66.97±5.76 ^{ns}	68.21±11.48	76.80±10.86
Chewiness	21.73±1.41 ^{ns}	22.36±4.24	23.67±2.64

Table 3은 입자가 160 mesh인 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감을 측정된 결과이다. 탄력성과 씹힘성에서는 응고제의 혼합비에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 경도, 응집력, 검성에서는 유의적인 차이가 나타났다. 경도와 검성의 경우, CaSO₄의 함량은 감소하고 GDL의 함량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 반면 응집력의 경우에는 CaSO₄의 함량은 증가하고 GDL의 함량이 감소할수록 높아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 80 mesh와 120 mesh의 쌀가루를 첨가한 찰두부와 유사한 경향을 보이고 있음을 알 수 있었다. 또한, 160 mesh의 쌀가루 입자를 첨가한 찰두부가 80 mesh와 120 mesh의 쌀가루를 첨가한 두부에 비해 경도가 높게 나타났음을 알 수 있었다.

Table 3. Texture of tofu made with the size of 160 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaSO₄-GDL

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	261.01±27.40 ^b	275.96±33.75 ^{ab}	311.09±34.73 ^a
Springiness	0.36±0.03 ^{ns}	0.35±0.02	0.34±0.04
Cohesiveness	0.34±0.01 ^a	0.31±0.01 ^b	0.31±0.01 ^c
Gumminess	65.45±5.25 ^b	70.29±5.79 ^{ab}	78.95±11.98 ^a
Chewiness	21.66±2.30 ^{ns}	23.70±2.18	24.20±2.38

입자가 80 mesh인 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 CaCl₂ 응고제의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 응집성에서는 응고제의 혼합비에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 경도, 탄력성, 검성, 씹힘성에서는 유의적인 차이가 나타났다. Park et al (2006)의 결과에 의하면 CaSO₄보다 CaCl₂의 경도가 더 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때, 본 연구의 결과인 경도, 검성, 씹힘성의 경우, CaSO₄의 함량이 감소하고 CaCl₂의 함량은 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 그러나 탄력성의 경우, CaCl₂의 함량이 감소할수록 높아지는 경향을 보였다. 경도, 검성, 씹힘성에서는 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비가 75:25, 50:50인 경우, 탄력성에서는 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비가 50:50, 25:75인 경우에는 유의적인 차이가 없었다.

Table 4. Texture of tofu made with the size of 80 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	247.99±31.25 ^b	261.23±27.27 ^b	311.38±20.47 ^a
Springiness	0.36±0.02 ^b	0.35±0.01 ^a	0.33±0.02 ^a
Cohesiveness	0.29±0.01 ^{ns}	0.29±0.01	0.28±0.03
Gumminess	76.92±5.03 ^b	77.09±7.53 ^b	86.76±6.46 ^a
Chewiness	25.87±2.75 ^b	26.39±1.67 ^b	31.13±1.99 ^a

Table 5는 입자가 120 mesh인 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 CaCl₂ 응고제의 혼합비를 달리하여

제조한 찰두부의 조직감을 측정된 결과이다. 탄력성과 씹힘성에서는 응고제의 혼합비에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 경도, 응집성, 검성에서는 유의적인 차이를 보였다. 경도와 검성에서는 CaSO₄의 함량은 감소하고 CaCl₂의 함량이 증가할수록 값이 높아지는 경향을 보였다. 그러나 경도와 검성에서는 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비가 75:25, 50:50인 경우에는 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 80 mesh의 쌀가루 입자를 첨가한 찰두부의 경도, 검성과 동일한 경향을 보였다.

Table 5. Texture of tofu made with the size of 120 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	323.38±39.21 ^b	336.58±50.21 ^b	389.79±14.68 ^a
Springiness	0.37±0.02 ^{ns}	0.35±0.03	0.35±0.01
Cohesiveness	0.29±0.01 ^c	0.27±0.01 ^b	0.26±0.01 ^a
Gumminess	82.51±4.32 ^b	94.50±10.89 ^b	115.37±8.27 ^a
Chewiness	31.28±3.44 ^{ns}	32.11±3.95	38.06±7.66

입자가 160 mesh인 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감 측정 결과는 Table 6에 나타났다. 경도, 검성, 씹힘성에서는 응고제의 혼합비에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 탄력성, 응집성에서는 유의적인 차이를 보였다. 탄력성의 경우, CaSO₄의 함량이 증가하고 CaCl₂의 함량은 감소할수록 높아지는 경향을 보였으나, 경도, 검성, 씹힘성의 경우에는 반대의 결과를 나타냈다.

Table 6. Texture of tofu made with the size of 160 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	336.33±24.81 ^{ns}	348.99±25.72	354.56±12.63
Springiness	0.47±0.03 ^a	0.45±0.04 ^{ab}	0.39±0.06 ^b
Cohesiveness	0.33±0.02 ^a	0.30±0.01 ^b	0.28±0.02 ^c
Gumminess	94.56±9.34 ^{ns}	103.89±13.54	105.10±14.83
Chewiness	33.27±5.92 ^{ns}	38.75±5.30	39.97±5.97

Table 7은 입자가 80 mesh인 영안벼 쌀가루와 CaCl₂와 GDL 응고제의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감 측정 결과를 나타낸 것이다. 탄력성, 씹힘성에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 경도, 응집성, 검성에서는 유의적인 차이가 나타났다. 경도, 검성에서는 응고제 CaCl₂의 함량은 증가하고 GDL의 함량이 감소할수록 높아지는 경향을 보였다. 그러나 응집성에서는 응고제 CaCl₂의 함량이 감소하고 응고제 GDL의 함량은 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 CaCl₂와 GDL의 혼합비가 50:50, 25:75인 경우에는 유의적인 차이가 없었다.

Table 7. Texture of tofu made with the size of 80 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaCl₂-GDL

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	256.49±17.24 ^a	245.89±21.40 ^{ab}	221.96±27.41 ^b
Springiness	0.35±0.03 ^{ns}	0.35±0.04	0.36±0.04
Cohesiveness	0.30±0.02 ^b	0.33±0.02 ^a	0.33±0.02 ^a
Gumminess	84.88±2.42 ^a	80.77±8.99 ^{ab}	75.84±2.76 ^b
Chewiness	29.62±1.53 ^{ns}	29.09±3.06	28.79±1.78

입자가 120 mesh인 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감을 측정된 결과를 Table 8에 나타냈다. 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 경도에서는 유의적인 차이가 보였으며, 응고제 CaCl₂의 함량은 증가하고 GDL의 함량이 감소할수록 높아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 80 mesh의 쌀가루 입자를 첨가한 찰두부의 경도, 탄력성, 씹힘성과 동일한 경향을 보이고 있음을 알 수 있었다.

Table 8. Texture of tofu made with the size of 120 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaCl₂-GDL

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	311.56±41.38 ^a	278.29±10.06 ^{ab}	259.12±20.15 ^b
Springiness	0.33±0.02 ^{ns}	0.35±0.03	0.37±0.02
Cohesiveness	0.33±0.02 ^{ns}	0.33±0.02	0.32±0.03
Gumminess	86.74±10.67 ^{ns}	85.79±9.71	82.24±10.00
Chewiness	27.51±2.96 ^{ns}	28.08±4.74	26.88±2.70

Table 9는 입자가 160 mesh인 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 조직감을 측정된 결과이다. 경도, 응집성, 검성, 씹힘성에서는 CaCl₂의 함량은 증가하고 GDL의 함량이 감소할수록 높아지는 경향을 보였으며 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면 탄력성에서는 CaCl₂의 함량은 증가하고 GDL의 함량이 감소할수록 낮아지는 경향을 보였으며 유의적인 차이를 보였다. 이러한 결과는 80 mesh의 쌀가루 입자를 첨가한 찰두부의 씹힘성, 120 mesh의 쌀가루 입자를 첨가한 찰두부의 씹힘성, 검성, 응집성과 동일한 경향을 보였다.

Table 9. Texture of tofu made with the size of 160 mesh Youngan rice flour and different coagulants ratio of CaCl₂-GDL

Mixed Coagulants	75:25	50:50	25:75
Hardness (g)	323.65±53.81 ^{ns}	313.73±29.49	308.79±22.37
Springiness	0.36±0.04 ^a	0.41±0.05 ^{ab}	0.42±0.02 ^b
Cohesiveness	0.32±0.03 ^{ns}	0.33±0.02	0.34±0.03
Gumminess	96.07±8.81 ^{ns}	95.60±7.24	93.82±10.54
Chewiness	41.08±3.81 ^{ns}	39.10±7.61	38.51±4.44

다. 쌀가루 입자에 따른 찰두부의 수율 특성조사

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 수율을 측정된 결과는 Table 10과 같다. 입자가 120 mesh에서는 CaSO₄와 GDL의 혼합비가 75:25, 50:50인 경우에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전반적으로 CaSO₄의 함량은 감소하고 GDL의 함량이 증가할수록 찰두부의 수율이 높아지는 경

향을 보였으며 동일한 응고제 비율에서 입자별로 비교했을 때에는 160 mesh의 쌀가루 입자를 첨가했을 때가 가장 높은 수율로 측정되었다. 따라서 160 mesh의 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 GDL을 25:75의 비율로 첨가하여 제조한 찰두부의 수율이 가장 높은 것으로 측정되었다.

Table 10. Yield of tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaSO₄-GDL

	80 mesh	120 mesh	160 mesh
75:25	248.89±3.85 ^b	252.22±1.92 ^b	257.78±1.92 ^b
50:50	251.11±1.92 ^{ab}	253.33±3.33 ^b	258.89±1.92 ^{ab}
25:75	256.67±3.33 ^a	260.00±3.33 ^a	262.22±1.92 ^a

Table 11은 서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 수율을 측정된 결과를 나타낸 것이다. 입자가 80 mesh와 120 mesh에서는 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비가 75:25, 50:50인 경우에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전반적으로 CaSO₄의 함량은 증가하고 CaCl₂의 함량이 감소할수록 찰두부의 수율이 높아지는 경향을 보였으며 동일한 응고제 비율에서 입자별로 비교했을 때에는 80 mesh의 쌀가루 입자를 첨가했을 때 가장 높은 값을 수율로 측정되었다. 따라서 80 mesh의 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 CaCl₂을 75:25의 비율로 첨가하여 제조한 찰두부의 수율이 가장 높은 것으로 측정되었다.

Table 11. Yield of tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂

	80 mesh	120 mesh	160 mesh
75:25	261.11±3.85 ^a	253.33±3.33 ^a	241.11±1.92 ^a
50:50	261.11±1.92 ^a	251.11±1.92 ^a	234.44±3.85 ^b
25:75	254.44±1.92 ^b	245.56±1.92 ^b	227.78±1.92 ^c

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 수율을 측정된 결과를 Table 12에 나타냈다. 입자가 80 mesh에서는 응고제의 혼합비가 75:25, 50:50인 경우와 160 mesh에서 응고제의 혼합비가 50:50, 25:75일 경우에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전반적으로 응고제 CaCl₂의 함량이 감소하고 GDL의 함량은 증가할수록 찰두부의 수율이 높아지는 경향을 보였으며 동일한 응고제 비율에서 입자별로 비교했을 때에는 전반적으로 120 mesh의 쌀가루 입자를 첨가했을 때가 가장 높은 수율로 측정되었다. 따라서 120 mesh의 영안벼 쌀가루와 CaCl₂와 GDL을 25:75의 비율로 첨가하여 제조한 찰두부의 수율이 가장 높은 것으로 측정되었다. 이러한 결과는 찰두부의 수율에 첨가되는 응고제의 종류에 따라 적합한 쌀가루의 입자 크기가 다르다는 것을 알 수 있었다.

Table 12. Yield of tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaCl₂-GDL

	80 mesh	120 mesh	160 mesh
75:25	232.22±1.92 ^b	234.44±1.92 ^c	234.44±1.92 ^b
50:50	234.44±1.92 ^b	241.11±1.92 ^b	238.89±1.92 ^a
25:75	240.00±3.33 ^a	248.89±1.92 ^a	242.22±1.92 ^a

라. 경제성 분석

쌀두부 제조의 경제성을 분석하기 위한 방법으로 ‘편익-비용비율법(Benefit-Cost Ratio: BC Ratio)을 이용하였다. 이 방법은 어떤 사업에 대해 미래에 발생할 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 비교하여 그 사업의 경제적 타당성을 평가할 수 있다. 식은 다음과 같다.

$$\frac{\sum_{n=0}^N \frac{B_n}{(1+r)^n}}{\sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1+r)^n}} = BC \text{ ratio}$$

B_n : n차 년도에 발생하는 편익
 C_n : n차 년도에 발생하는 비용
 r : 할인율

이 때, BC ratio 값이 1보다 클 경우(BC ratio>1)에는 평가하고자 하는 사업이 경제적으로 타당성이 있어 채택하고 BC ratio 값이 1보다 작을 경우(BC ratio<1)에는 평가하고자 하는 사업이 경제적으로 타당하지 못하므로 기각한다. 본 과제에서는 다음과 같은 방법으로 경제성 분석을 행하였다.

제조 원가 계산은 다음과 같다. 재료비는 본 과제에서 사용된 재료는 사용된 재료의 가격을 사용량에 비례하여 계산한 금액으로 산출하였고 지출경비는 두부촌 홈페이지(www.soychon.co.kr)에서 제공한 자료(2010년 7월 기준)를 참고하여 작성하였다. 또한 이 때 쌀두부 제조 수량 기준은 1일 60모를 제조한 것을 기준으로 하였다. 그 결과 총 비용은 119,116.97원으로 약 119,137원으로 산출하였다.

Table 13. Cost analysis of rice-tofu (Unit: won)

	Material						Expenditure	Total
	Soybean	Rice flour	Coagulant	Find solar salt	Food container	Film		
Cost(won)	49,248	1,890	964.17	334.8	5,475	1,725	59,500	119,136.97
60 blocks of tofu	9000 g×5.472 won	900 g×2.1 won	270 g×3.571 won	90 g×3.72 won	75 ea×73 won	75 ea× 23 won	1 day	

제조 매출 계산은 다음과 같다. 매출총이익은 두부촌 홈페이지(www.soychon.co.kr)에서 제공한 자료(2010년 7월 기준)를 참고하여 산출하였고 원가절감액은 두부 한 모 제조시, 콩만 이용할 경우와 콩과 쌀가루를 이용할 경우의 재료비의 차로 계산하였다. 그 결과 총 편익은 121,835원으로 산출하였다.

Table 14. Benefit analysis of rice-tofu (Unit: won)

	Gross margin	Cost reduction	Total
Cost(won)	118,800	3,035	121,835

쌀두부 제조시 총 편익은 121,835원, 총 비용은 119,137원이므로 이를 편익-비용비율법 공식에 대입하여 값을 구하였다.

$$\frac{\sum_{n=0}^N \frac{121.835 \times n}{(1+0.05)^n}}{\sum_{n=0}^N \frac{119.137 \times n}{(1+0.05)^n}} = 1.02$$

그 결과 BC ratio 값이 1.02로 산출되었고 이는 1보다 큰 값이므로 쌀두부 제조는 경제성이 있다고 평가할 수 있다. 그러나 쌀두부 제조의 편익과 비용은 제조 회사의 상황에 따라 달라질 수 있으므로 앞으로 더 많은 연구가 필요하다고 볼 수 있겠다.

제 3절 종류별 쌀가루의 제분특성, 가공적성 증진 및 표준품질 지표 확립 연구

1. 지방분해효소 종류별 효소처리 쌀가루의 제분특성

가. 재료 및 방법

(1) 재료

실험에 사용된 재료는 가공용 쌀인 안다벼(2012), 현미(2012년), 일반미(2012년)를 사용하였고, 효소제품은 *Candida rugosa*, *Porcine pancreas*로 총 2가지를 (주)비전바이오켄으로부터 구입하여 사용하였다.

(2) 제조

효소처리 쌀가루를 제조하기 위해 쌀은 안다벼, 현미, 일반미로 분류하고 효소는 쌀의 중량 대비로 table 1의 농도와 같이 물에 희석하여 쌀과 함께 25℃에서 3시간 침지하였다. 탈수 후 roll mill(경창기계, 서울)을 이용하여 1차 분쇄하였고, 60℃ 열풍건조기에서 수분함량이 10 ~ 11 %가량 될 때까지 건조하였다. 이를 Pin mill을 이용하여 2차 분쇄를 하여 효소처리 쌀가루를 얻었으며 이는 폴리에틸렌 용기에 담아 냉장 보관하여 시료로 사용하였다.

Table 1. 쌀의 종류 및 종류별 효소에 따라 처리한 쌀가루의 분류

Grain type	Enzyme	Classification of Enzyme	Concentration	Sample
안다벼	Porcine pancreas	Lipomod™ 699L	0.5%	SR6
	<i>Candida rugosa</i>	Lipomod 34MDP	0.05%	SR3
현미	Porcine pancreas	Lipomod™ 699L	0.5%	BR6
	<i>Candida rugosa</i>	Lipomod 34MDP	0.05%	BR3
일반미	Porcine pancreas	Lipomod™ 699L	0.5%	R69
	<i>Candida rugosa</i>	Lipomod 34MDP	0.05%	R34

나. 실험방법

1) 수분함량 및 지방함량

수분함량은 A.O.A.C 방법에 따라 105℃ 상압건조법을 이용하여 측정하고 지방함량은 sohxlet추출법에 따라 측정하였다.

2) 색도

색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다. 표준백판은 L : 93.32, a : -5.36, b : -7.46 이다.

3) RVA 호화특성

제조된 쌀가루의 호화특성을 AACC Method 61-02에 의하여 RVA(Rapid Visco Analyzer,

Newport Scientific, RVA-Super4, Australia)를 이용하여 측정하였다. 각 시료는 건물 기준으로 14% 농도가 되도록 제조하였으며, 측정온도는 1분간 50℃를 유지하고 95℃까지 12℃/min의 속도로 온도를 상승시킨 후 2분 30초 동안 95℃를 유지, 12℃/min의 속도로 50℃까지 온도를 하강시킨 후 50℃에서 2분간 유지하여 점도곡선을 얻었다. 얻어진 점도 곡선으로부터 호화개시 온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최저점도(minimum viscosity), 최종점도(final viscosity)를 측정하고 이들 측정치로부터 breakdown, setback 값을 구하였다.

5) 미세구조관찰

각 시료를 주사 전자현미경(Scanning electron microscope)으로 1250배 확대하여 쌀가루의 구조를 관찰하였다.

4) 물 결합능력

물 결합능력은 Medcalf와 Gilles방법에 의해 측정하였다. 50mL 원심분리관에 시료 0.5g과 증류수 20mL을 넣고 실온에서 1시간 동안 분산시켰다. 이 현탁액을 원심분리기로 3000rpm에서 30분 동안 원심분리한 후 상층액을 제거하고 침전된 쌀가루 무게를 측정하여 처음 시료와의 중량비로부터 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{물 결합능력 (\%)} = \frac{\text{침전된 시료의 무게 (g)} - \text{처음 시료의 무게 (g)}}{\text{처음 시료의 무게 (g)}} \times 100$$

5) 지방결합력

쌀가루의 지방결합력은 Lin 등의 방법을 변형하여 측정하였다. 미리 무게를 측정한 원심관에 시료 2 g을 넣고 콩기름을 20 mL가하여 1분간 20 cm spatula로 혼합하였다. 상온에서 30분 방치 후 1398×g에서 25분간 원심분리한 다음 상층액을 제거하고 원심분리관을 45° 기울여 30분 동안 방치하였다. 지방결합력은 건조시료의 무게와 상층액을 제거하고 남은 침전물의 무게와의 차이를 계산하여 건조시료 1 g당 보유한 지방의 무게의 비율(%)로 표현하였다.

$$\text{지방결합력 (\%)} = \frac{\text{흡수후 무게 (g)}}{\text{건조 시료의 무게 (g)}} \times 100$$

다. 연구결과

(1) 안다벼에 지방분해효소를 처리한 쌀가루의 품질 특성

안다벼에 지방분해효소의 종류를 달리 처리하여 제조한 쌀가루의 품질특성은 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 10.23~10.39%로 효소의 처리 유무에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 지방함량은 0.31~0.28%로 나타났다. 물 결합력은 효소처리 쌀가루 SR6이 78.25%로 가장 높게 나타났으며 비효소처리 쌀가루 SRC와 효소처리 SR3 시료간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 지방 결합력은 물 결합력이 가장 높게 나타났던 효소처리 쌀가루 SR6이 195.13%로 가장 낮게 나타났다.

Table 2. Quality Characteristics of anda rice flour as affected by lipase treatment

Sample	SRC	SR6	SR3
Moisture contents(%)	10.39 ± 0.19 ^{1)a2)}	10.23 ± 0.20 ^a	10.30 ± 0.07 ^a
Crude Fat(%)	0.31 ± 0.03 ^a	0.28 ± 0.15 ^a	0.30 ± 0.07 ^a
Water binding capacity(%)	74.42 ± 1.53 ^b	78.25 ± 0.28 ^a	72.93 ± 2.19 ^b
Fat binding capacity(%)	202.08 ± 2.13 ^a	195.13 ± 3.75 ^b	201.48 ± 0.19 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

안다벼에 지방분해효소를 처리한 쌀가루의 호화특성은 Table 3에 나타내었다. 호화개시온도는 70.77~71.00℃로 나타났다. 노화에 대한 저항력을 나타내는 breakdown은 효소처리 쌀가루 R69가 935.33RVU로 가장 낮은 값을 나타내어 노화에 대한 저항력인 작은 것으로 나타났으나 효소처리 쌀가루 R34는 유의적으로 가장 큰 값을 나타내어 노화에 대한 저항력인 큰 것을 알 수 있었다. setback은 시료의 노화를 설명하는 지표로 낮은 점도를 나타낸 비효소처리 쌀가루와 효소처리 쌀가루 SR6이 SR3에 비해 노화가 더디게 일어나는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Pasting characteristics of anda rice flour as affected by lipase treatment

	Sample			
	SRC	SR6	SR3	
Pasting Temperature (℃)	70.77 ± 0.49 ^{1)a2)}	71.00 ± 0.09 ^a	71.00 ± 0.05 ^a	
Peak1	2938.67 ± 36.12 ^b	2694.67 ± 16.92 ^c	3041.33 ± 15.89 ^a	
Viscosity(RVU)	Breakdown	1313.00 ± 77.08 ^a	1053.33 ± 71.65 ^b	1361.67 ± 33.65 ^a
	Final Viscosity	2722.00 ± 109.89 ^a	2723.33 ± 91.23 ^a	2886.67 ± 45.71 ^a
	Setback	1096.33 ± 8.33 ^b	1082.00 ± 4.58 ^b	1207.00 ± 17.52 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Fig. 1.은 안다벼에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 1250배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 효소처리 쌀가루 SR6과 SR3은 비효소처리 쌀가루에 비해 쌀가루의 집합체로부터 미세입자들이 비교적 매끈하게 떨어져 나간 것을 확인 할 수 있었으며, 비효소처리 쌀가루의 입자는 둥글한 모양의 입자가 모여 있는 것을 알 수 있었다.

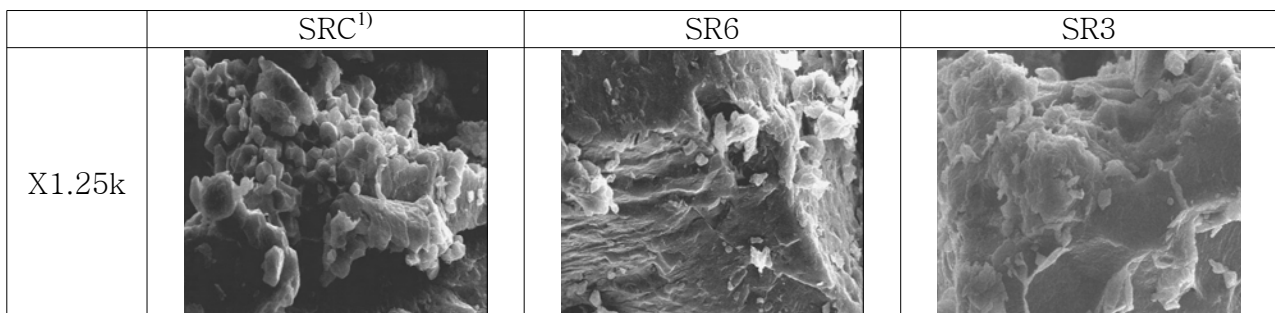


Fig. 1. Scanning electron microphotograph (X1.25k) of anda rice flour as affected by lipase treatment (¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. RC : Anda rice flour of non-enzyme treatment)

(2) 현미에 지방분해효소를 처리한 쌀가루의 품질 특성

Table 4는 현미에 지방분해효소 2종류를 처리하여 제조한 쌀가루의 품질 특성을 나타내었다. 비효소처리 쌀가루 BRC의 수분함량은 11.50%로 효소처리 쌀가루의 수분함량에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 조지방 함량은 2.35~2.77%로 효소처리의 유무에 따른 차이를 나

타내지 않았다. 물 결합력은 효소처리 쌀가루 BR3이 78.43%로 유의적으로 높은 값을 나타내었으며 지방결합력은 비효소처리 쌀가루가 209.87%로 가장 높은 값을 나타내었다.

Table 4. Quality Characteristics of brown rice flour as affected by lipase treatment

Sample	BRC	BR6	BR3
Moisture contents(%)	11.50 ± 0.24 ^{1)b2)}	11.23 ± 0.36 ^a	11.54 ± 0.59 ^a
Crude Fat(%)	2.41 ± 0.14 ^a	2.35 ± 0.32 ^a	2.77 ± 0.19 ^a
Water binding capacity(%)	74.55 ± 1.08 ^b	71.37 ± 2.62 ^b	78.43 ± .28 ^a
Fat binding capacity(%)	209.87 ± 12.05 ^a	190.33 ± 1.50 ^b	200.47 ± 1.14 ^{ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

현미에 지방분해효소를 이용하여 제조한 쌀가루의 호화특성은 RVA를 이용하여 측정하여 Table 5에 나타내었다. 호화개시온도는 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. breakdown은 효소처리 쌀가루 BR3이 478.33 RVU로 가장 낮은 점도를 나타내었으며 비효소처리 쌀가루와 효소처리 쌀가루 BR6은 각각 621.33 RVU, 596.67 RVU로 두 시료간의 유의차는 나타나지 않았으며 이는 setback에서도 유사한 경향을 나타내었다. 효소처리 쌀가루 BR3의 setback은 1480.33 RVU로 가장 높아 노화의 경향이 큰 것을 알 수 있었다.

Table 5. Pasting characteristics of brown rice flour as affected by lipase treatment

	Sample		
	BRC	BR6	BR3
Pasting Temperature (°C)	71.10 ± 0.00 ^{1)a2)}	70.09 ± 0.05 ^a	71.03 ± 0.19 ^a
Peak1	1298.67 ± 16.62 ^b	1462.33 ± 21.59 ^a	1277.33 ± 27.30 ^b
Viscosity(RVU) Breakdown	621.33 ± 19.01 ^a	596.67 ± 74.90 ^a	478.33 ± 14.57 ^b
Final Viscosity	1764.67 ± 34.59 ^c	1958.00 ± 74.34 ^b	2279.33 ± 24.79 ^a
Setback	1087.33 ± 18.01 ^b	1092.33 ± 16.01 ^b	1480.33 ± 12.01 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Fig. 2.는 현미에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 1250배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. 비효소처리 쌀가루 BRC와 효소처리 쌀가루 BR6의 입자표면에 비해 BR3의 입자표면에는 떨어져 나가지 못한 입자들이 다소 많이 붙어 있는 것으로 나타났다.

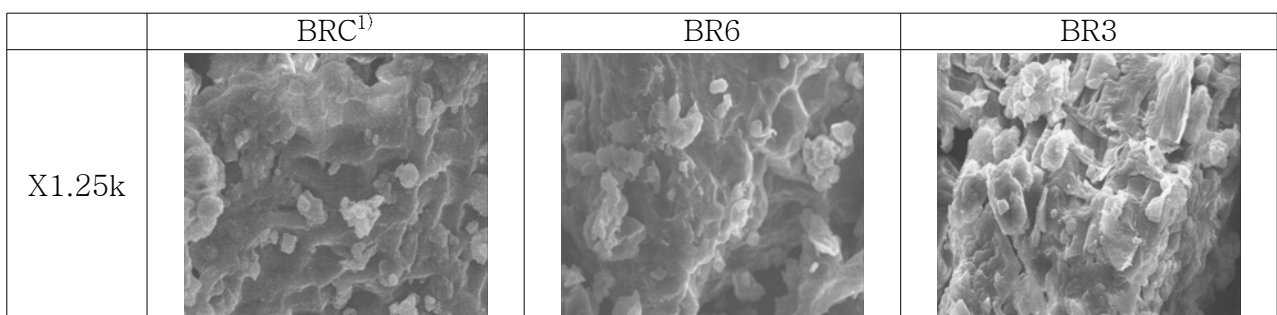


Fig. 2. Scanning electron microphotograph (X1.25k) of brown rice flour as affected by lipase treatment (¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. BRC : Brown rice flour of non-enzyme treatment)

(3) 일반미에 지방분해효소를 처리한 쌀가루의 품질 특성

일반미에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루의 품질 특성을 Table 6에 나타내었다. 수분함량은 10.62~10.68%로 나타났으며 지방함량은 0.17~0.21%, 물 결합력은 72.15~72.30%, 지방 결합력은 199.07~199.83%로 나타냈으며 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 유의차를 나타내지 않았다.

Table 6. Quality Characteristics of rice flour as affected by lipase treatment

Sample	RC	R69	R34
Moisture contents(%)	10.68 ± 0.12 ^{1)a2)}	10.62 ± 0.44 ^a	10.70 ± 0.43 ^a
Crude Fat(%)	0.19 ± 0.02 ^a	0.17 ± 0.11 ^a	0.21 ± 0.06 ^a
Water binding capacity(%)	72.58 ± 0.25 ^a	72.30 ± 0.93 ^a	72.15 ± 1.33 ^a
Fat binding capacity(%)	199.72 ± 4.61 ^a	199.83 ± 2.18 ^a	199.07 ± 4.01 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 7은 일반미에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 RVA를 이용하여 호화특성을 측정된 결과이다. 호화개시온도는 69.17~69.38℃로 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 차이를 나타내지 않았다. breakdown과 setback은 효소처리 쌀가루 R34가 유의적으로 높은 값을 나타내어 가장 낮은 값을 나타낸 R69에 비해 노화의 경향이 큰 것으로 나타났다.

Table 7. Pasting characteristics of rice flour as affected by lipase treatment

	Sample			
	RC	R69	R34	
Pasting Temperature (℃)	69.17 ± 0.50 ^{1)a2)}	69.30 ± 0.05 ^a	69.38 ± 0.06 ^a	
Viscosity(RVU)	Peak1	2794.00 ± 28.16 ^a	2535.67 ± 47.51 ^b	2829.67 ± 29.67 ^a
	Breakdown	1050.33 ± 75.34 ^b	935.33 ± 15.82 ^c	1307.33 ± 17.62 ^a
	Final Viscosity	3073.00 ± 47.29 ^a	2849.67 ± 64.70 ^b	3044.33 ± 17.90 ^a
	Setback	1329.33 ± 20.60 ^b	1249.33 ± 14.29 ^c	1522.00 ± 32.05 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Fig. 3은 일반미에 효소처리하여 제조한 쌀가루를 주사전자현미경으로 1250배 확대하여 미세구조를 관찰한 결과이다. RC의 입자 표면 매끄럽게 나타난 반면 R69와 R34의 입자표면은 작은 입자들이 붙어 있는 것으로 나타났다.

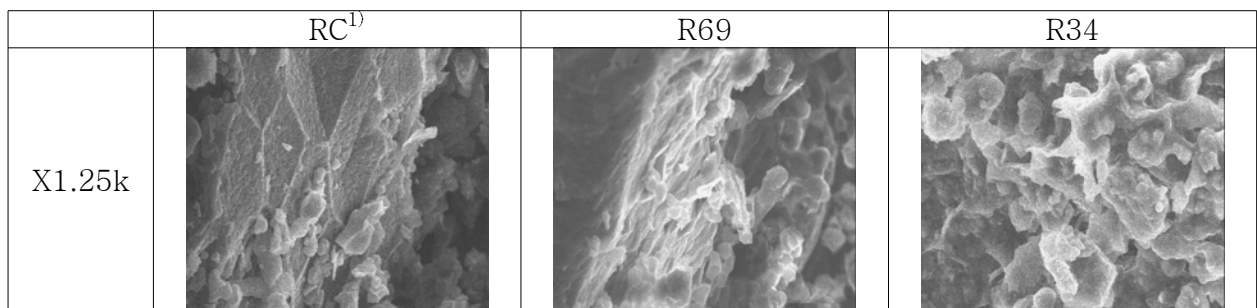


Fig. 3. Scanning electron microphotograph (X1.25k) of rice flour as affected by lipase treatment (¹⁾ Table 1에 약어 표시하였음. RC : Rice flour of non-enzyme treatment)

2. 지방분해효소 종류별 효소전처리 쌀가루를 이용한 제빵 적성(머핀)

가. 재료 및 방법

(1) 재료

머핀의 기본적 재료는 비효소처리 및 효소처리 쌀가루, 달걀, 무염버터(서울우유), 우유(서울우유), 백설탕(제일제당), 정제염(한주 소금), 베이킹파우더(유니케미칼)를 사용하였다.

(2) 제조

머핀은 Table 1의 배합비에 따라 크림법으로 제조하였다. 즉, 버터 250g을 반죽기로 1분간 믹싱한 다음 설탕 275g을 넣고 1분간 혼합하고, 달걀 250g을 3번에 나누어 넣으면서 3분간 믹싱하였다. 그리고 쌀가루 500g, 베이킹파우더 10g, 소금 2.5g 넣어 혼합한 후 우유 250g을 넣고 반죽하였다. 머핀 반죽은 유산지를 깐 머핀 틀에 70 g씩 팬닝하여 윗불 185℃, 아랫불 175℃로 예열된 오븐에서 20분간 구워 낸 다음 실온에서 1시간 방냉시켜 시료로 사용하였다

나. 실험방법

(1) 머핀의 부피, 무게, 비용적, 높이, 굽기 손실율 및 pH 측정

머핀의 부피 및 무게 측정은 부피측정기(Volscan Profiler, Stable Micro Systems, USA)를 이용하여 측정하였으며, 측정된 머핀의 부피를 머핀의 중량으로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 머핀의 높이는 머핀의 최고 높이 부분에서 종단으로 2등분한 단면을 측정하였다. 머핀의 굽기 손실율은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 계산하였다. pH는 비이커에 반죽 5 g과 증류수 45 mL을 넣고 균질화 시킨 후 pH meter로 상온에서 측정하였다.

(2) 머핀의 수분함량 측정

수분함량은 적외선 수분측정기를 이용하여 측정하였다.

(3) 머핀의 색도 측정

위의 쌀가루 색도 측정 방법을 사용했으며 표준백판은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02이다.

(4) 머핀의 Texture 측정

텍스처는 오븐에서 구워낸 후 1시간 방냉시킨 후 2.5×2.5×2.5cm Texture Analyser(TX XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 복원성(resilience), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 모든 측정은 10회 반복 측정하였고, 측정조건은 pre-test speed 1.7mm/sec, test speed 5mm/sec, post-test speed 1.7mm/sec, strain 50%, probe diameter 30mm였다.

(5) 관능평가 및 기호도 평가

머핀의 묘사분석을 위하여 한국식품연구원내 패널 20명을 대상으로 관능평가를 실시하였다. 평가는 9점 척도로 이루어졌으며 1점에 가까울수록 강도가 약함, 5점에 가까울수록 강도가 적당함, 9점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다. 관능평가 항목은 갈색정도(brownness), 팽창도(expansion), 기공의 균일함(cell uniformity), 부드러운 정도(softness), 촉

촉한 정도(moistness), 쌀향(rice flavor)이었다.

기호도 평가를 위해 일반 성인 20명을 대상으로 실시하였다. 기호도 평가는 9점척도를 이용하여 표시하도록 하였으며 1점으로 갈수록 '매우 싫다'에서 9점에 가까울수록 '매우 좋다'를 표시하도록 하였다. 평가항목은 외관(appearance), 맛(flavor), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall acceptability)이었다.

다. 연구결과

(1) 지방분해효소 처리한 안다벼 쌀가루를 이용한 쌀 머핀의 품질 특성

안다벼에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루를 이용하여 제빵 적성 평가하고자 머핀을 쌀가루를 이용하여 제조하고 품질 특성을 측정하였다. 쌀 머핀의 수분함량은 MSR6이 22.02%로 유의적으로 낮게 나타났으며 비효소처리 쌀머핀 MSRC와 효소처리 쌀 머핀 MSR3의 수분함량은 각각 23.18%, 23.43%로 나타났다. 쌀 머핀의 부피는 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀 머핀의 부피가 유의적으로 크게 나타났다. 무게는 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 유의차는 나타나지 않았다. 비중은 비효소처리 쌀머핀이 1.53mL/g으로 효소처리 쌀 머핀에 비해 유의적으로 낮은 비중을 나타내었다. 머핀의 높이는 48.32~49.70mm로 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 쌀 머핀의 굽기 손실율은 6.83~8.28%로 나타났다. pH는 효소처리 쌀 머핀 MSR3가 7.72로 가장 높게 나타났으며 MSR6이 7.69, 비효소처리 쌀머핀이 7.57로 나타났다.

Table 8. Physical characteristics of rice muffins made with anda rice flour treated lipase

	Sample		
	MSRC	MSR6	MSR3
Moisture contents(%)	23.18 ± 0.53 ^{1)a2)}	22.02 ± 0.72 ^b	23.43 ± 0.10 ^a
Volume(mL)	99.34 ± 1.49 ^b	109.08 ± 4.67 ^a	108.56 ± 4.97 ^a
Weight(g)	65.20 ± 2.17 ^a	65.00 ± 1.58 ^a	64.20 ± 1.30 ^a
Specific volume(mL/g)	1.53 ± 0.05 ^b	1.68 ± 0.09 ^a	1.69 ± 0.05 ^a
Height(mm)	48.32 ± 2.15 ^a	49.70 ± 2.37 ^a	48.73 ± 0.85 ^a
Loss rate(%)	6.86 ± 3.10 ^a	7.14 ± 2.26 ^a	8.28 ± 1.86 ^a
pH	7.57 ± 0.02 ^c	7.69 ± 0.01 ^b	7.72 ± 0.01 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

효소처리 쌀가루로 제조한 머핀의 색도 측정결과는 Table 9와 같다. 쌀 머핀의 겉 색도는 명도를 나타내는 L과 적색도를 나타내는 a 값이 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 황색도를 나타내는 b 값은 효소처리 쌀머핀 MSR6이 비효소처리 쌀머핀과 효소처리 쌀머핀 MSR3에 비해 가장 낮은 값을 나타내었다. 속의 색도를 측정한 결과 효소처리 쌀머핀 MSR6의 L 값이 유의적으로 높게 나타났다. a 값은 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀머핀 MSR6과 MSR3이 높게 나타났으나 b 값은 비효소처리 쌀머핀이 유의적으로 높게 나타났다.

Table 9. Color values of rice muffins made with anda rice flour treated lipase

Color values		Sample		
		MSRC	MSR6	MSR3
Crust	L	58.29 ± 2.14 ^{1)a2)}	54.57 ± 4.66 ^a	55.60 ± 2.70 ^a
	a	4.73 ± 1.87 ^a	7.48 ± 2.50 ^a	6.85 ± 1.81 ^a
	b	25.07 ± 0.30 ^a	23.29 ± 0.25 ^b	25.10 ± 0.74 ^a
Crumb	L	66.91 ± 2.13 ^b	68.42 ± 1.11 ^a	65.38 ± 1.60 ^b
	a	-4.10 ± 0.15 ^b	-3.70 ± 0.09 ^a	-3.80 ± 0.18 ^a
	b	15.48 ± 0.37 ^a	13.66 ± 0.37 ^c	14.48 ± 0.65 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=3).²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 10은 Texture Analyzer에 의한 TPA(Texture Profile Analysis) 결과로서 쌀 머핀의 경도(hardness), 점착성(Adhesiveness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)에 대한 조직감 특성을 나타낸 결과이다. 쌀머핀의 경도는 비효소처리 쌀머핀이 1690.04g, 효소처리 쌀머핀 MSR6이 1317.60g, MSR3이 1395.42g으로 나타났다으며 비효소처리 쌀머핀이 효소처리 쌀머핀에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 점착성은 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 유의차를 나타내지 않았다. 탄력성은 효소처리 쌀머핀 MSR3이 0.90으로 유의적으로 높게 나타났으며 MSR6은 0.88로 가장 낮게 나타났으나 응집성, 검성, 씹힘성은 비효소처리 쌀머핀이 효소처리 쌀머핀에 비해 유의적으로 높게 나타났으며 효소처리 쌀머핀 MSR6이 가장 낮게 나타났다.

Table 10. Texture properties of rice muffins made with anda rice flour treated lipase

	Sample		
	MSRC	MSR6	MSR3
Hardness	1690.04 ± 127.25 ^{1)a2)}	1317.60 ± 188.69 ^b	1395.42 ± 223.24 ^b
Adhesiveness	-0.09 ± 0.11 ^a	-0.08 ± 0.07 ^a	-0.20 ± 0.22 ^a
Springiness	0.89 ± 0.02 ^{ab}	0.88 ± 0.02 ^b	0.90 ± 0.03 ^a
Cohesiveness	0.56 ± 0.01 ^a	0.40 ± 0.06 ^c	0.52 ± 0.02 ^b
Gumminess	952.40 ± 65.92 ^a	535.21 ± 116.33 ^c	692.46 ± 141.32 ^b
Chewiness	843.38 ± 58.04 ^a	471.78 ± 104.75 ^c	627.64 ± 140.03 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=10).²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

안다버에 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루를 이용한 쌀 머핀의 관능평가 결과를 Table 11에 나타내었다. 강도평가 결과, 갈색의 정도는 비효소처리 쌀머핀이 4.83점으로 가장 낮게 나타났으며 효소처리 쌀머핀 MSR6이 6.33점, MSR3이 5.17점을 나타내어 효소처리한 쌀가루를 이용하여 머핀을 제조시 머핀 표면의 갈색의 정도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 팽창의 정도와 기공의 균일성은 효소의 처리 유무 및 종류에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 부드러움의 정도는 비효소처리 쌀머핀이 5.67점, 효소처리 쌀머핀 MSR6이 5.83점으로 나타났으며 MSR3은 4.83점으로 부드러움의 정도가 약한 것으로 나타났다. 촉촉함의 정도 역시 부드러움의 정도와 유사한 경향을 나타냈으며 쌀향은 5.00~5.50점으로 쌀향의 강도가 적당한 것으로 나타났으며 효소처리의 유무 및 종류에 따른 차이를 나타내지 않았다.

Table 11. Sensory evaluations of rice muffins made with anda rice flour treated lipase

Sample	Intensity					
	Browness	Expansion	Cell uniformity	Softness	Moistness	Rice flavor
MSRC	4.83 ± 0.75 ^{1)b2)}	5.33 ± 1.03 ^a	4.50 ± 0.84 ^a	5.67 ± 0.82 ^a	5.67 ± 0.82 ^{ab}	5.00 ± 0.89 ^a
MSR6	6.33 ± 1.03 ^a	5.33 ± 1.03 ^a	5.00 ± 1.26 ^a	5.83 ± 0.41 ^a	6.00 ± 0.00 ^a	5.50 ± 0.55 ^a
MSR3	5.17 ± 0.75 ^b	5.33 ± 0.82 ^a	4.17 ± 0.75 ^a	4.83 ± 0.41 ^b	5.17 ± 0.41 ^b	5.00 ± 0.89 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀머핀의 기호도 평가 결과, 외관 및 향의 기호도는 효소 처리의 유무 및 종류에 영향을 받지 않았다(Table 12). 쌀머핀의 맛은 효소처리 쌀머핀 MSR6이 6.67점으로 가장 높은 점수를 받았으며 MSR3은 비효소처리 쌀머핀보다 맛이 떨어지는 것으로 나타났다. 조직감은 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀머핀 MSR6의 조직감이 유의적으로 높은 점수를 받았으며 전반적인 기호도는 효소처리 쌀머핀 MSR6이 6.33점으로 가장 높은 점수를 나타내었으며 비효소처리 쌀머핀에 비해 높게 나타났다.

Table 12. Sensory characteristic properties of rice muffins made with anda rice flour treated lipase.

Sample	Acceptability				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
MSRC	5.83 ± 0.41 ^{1)a2)}	5.83 ± 0.75 ^a	6.00 ± 0.63 ^{ab}	5.67 ± 0.82 ^{ab}	5.83 ± 0.75 ^{ab}
MSR6	5.50 ± 0.55 ^a	5.83 ± 0.98 ^a	6.67 ± 0.52 ^a	6.33 ± 0.82 ^a	6.33 ± 0.82 ^a
MSR3	6.00 ± 0.89 ^a	5.17 ± 0.75 ^a	5.67 ± 0.52 ^b	4.83 ± 0.41 ^b	5.17 ± 0.75 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=20).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).**(2) 지방분해효소 처리한 현미 쌀가루를 이용한 머핀의 품질 특성**

현미에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 머핀의 품질 특성을 Table 13에 나타내었다. 수분함량은 30.81~31.12%로 나타났으며 효소처리 쌀머핀 MBR3가 유의적으로 낮은 수분함량을 나타내었다. 쌀머핀의 부피 및 무게는 효소의 처리 유무 및 종류에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 효소처리 쌀머핀의 비중은 1.67mL/g으로 비효소처리 쌀머핀에 비해 낮게 나타났다. 머핀의 높이와 굵기 손실률은 비효소처리 쌀머핀과 효소처리 쌀머핀 간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다. pH는 비효소처리 쌀머핀이 7.39로 효소처리 쌀머핀의 pH에 비해 높게 나타났다.

Table 13. Physical characteristics of brown rice muffins made with brown rice flour treated lipase

	Sample		
	MBRC	MBR6	MBR3
Moisture contents(%)	31.12 ± 0.09 ^{1)a2)}	31.10 ± 0.04 ^a	30.81 ± 0.08 ^b
Volume(mL)	110.06 ± 1.03 ^a	106.52 ± 2.23 ^a	106.72 ± 4.10 ^a
Weight(g)	63.00 ± 1.00 ^a	63.80 ± 1.64 ^a	63.80 ± 0.84 ^a
Specific volume(mL/g)	1.75 ± 0.04 ^a	1.67 ± 0.03 ^b	1.67 ± 0.06 ^b
Height(mm)	46.55 ± 2.84 ^a	47.84 ± 0.29 ^a	45.92 ± 3.49 ^a
Loss rate(%)	10.00 ± 1.43 ^a	8.86 ± 2.35 ^a	8.86 ± 1.20 ^a
pH	7.39 ± 0.03 ^a	7.30 ± 0.02 ^b	7.07 ± 0.05 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 14는 효소처리 쌀머핀의 색도를 측정 한 결과이다. 쌀머핀의 겉색을 측정 한 결과, L 값

은 효소처리 쌀머핀 MBR6의 L 값은 54.88로 낮은 값을 나타냈으며 a 값은 8.27로 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 비효소처리 쌀머핀과 효소처리 쌀머핀 MBR3 시료간의 유의차는 나타나지 않았다. b 값은 비효소처리 쌀머핀과 효소처리 쌀머핀의 유의차가 나타나지 않았다. 쌀머핀의 내부 색을 측정한 결과, 비효소처리 쌀머핀이 효소처리 쌀머핀들에 비해 유의적으로 어둡게 나오는 것으로 나타났으며 a 값에는 시료간의 유의차가 나타나지 않았다. b 값은 비효소처리 쌀머핀이 17.85로 효소처리 쌀머핀에 비해 높게 나타났다.

Table 14. Color values of brown rice muffins made with brown rice flour treated lipase

	Color values	Sample		
		MBRC	MBR6	MBR3
Crust	L	59.82 ± 2.56 ^{1)a2)}	54.88 ± 4.85 ^b	60.69 ± 1.64 ^a
	a	4.69 ± 1.90 ^b	8.27 ± 2.55 ^a	3.93 ± 1.96 ^b
	b	24.73 ± 0.36 ^a	24.44 ± 1.13 ^a	24.41 ± 1.60 ^a
Crumb	L	62.67 ± 1.23 ^b	63.37 ± 0.74 ^{ab}	64.50 ± 1.38 ^a
	a	-1.78 ± 0.09 ^a	-1.66 ± 0.14 ^a	-1.81 ± 0.07 ^a
	b	17.85 ± 0.13 ^a	17.58 ± 0.22 ^{ab}	17.10 ± 0.55 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

현미에 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀머핀의 기계적 조직감 측정 결과(Table 15), 경도는 비효소처리 쌀머핀이 1599.59g, 효소처리 쌀머핀 MBR6이 1810.68g, MBR3이 1557.84g으로 MBR6의 경도가 유의적으로 높게 나타났다. 점착성, 탄력성 그리고 씹힘성은 효소처리 쌀머핀 MBR3이 유의적으로 낮은 값을 나타냈으며, 응집성은 비효소처리 쌀머핀이 효소처리 쌀머핀들에 비해 높게 나타났다. 겉성은 효소처리 쌀머핀 MBR6이 758.61로 유의적으로 높게 나타났다.

Table 15. Texture properties of brown rice muffins made with brown rice flour treated lipase

	Sample		
	MBRC	MBR6	MBR3
Hardness	1599.59 ± 248.17 ^{1)b2)}	1810.68 ± 117.69 ^a	1557.84 ± 106.45 ^b
Adhesiveness	-1.09 ± 0.34 ^a	-0.94 ± 0.43 ^a	-1.76 ± 0.78 ^b
Springiness	0.85 ± 0.01 ^a	0.85 ± 0.01 ^a	0.81 ± 0.02 ^b
Cohesiveness	0.51 ± 0.01 ^a	0.49 ± 0.01 ^b	0.47 ± 0.02 ^c
Gumminess	814.60 ± 129.90 ^{ab}	887.85 ± 76.57 ^a	734.73 ± 61.97 ^b
Chewiness	688.71 ± 109.59 ^a	758.61 ± 65.58 ^a	598.63 ± 55.55 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=10).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

효소처리 현미를 이용하여 제조한 쌀머핀의 관능평가 결과를 Table 16에 나타내었다. 강도 평가 결과, 갈색의 정도가 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀머핀에서 높은 강도를 나타내었으며 쌀머핀 MBR3이 5.50점으로 갈색의 정도가 보통으로 나타났다. 팽창의 정도는 효소처리 쌀머핀 MBR6과 MBR3이 유의적으로 높게 나타났으나 비효소처리 쌀머핀의 팽창정도는 보통 이하로 낮게 나타났다. 기공의 균일성, 부드러움의 정도, 촉촉함의 정도, 쌀향의 정도는 효소처리 쌀머핀에서 높은 강도를 나타내었으나 효소처리의 유무 및 종류에 따른 통계상의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 16. Sensory evaluations of brown rice muffins made with brown rice flour treated lipase

Sample	Intensity					
	Browness	Expansion	Cell uniformity	Softness	Moistness	Rice flavor
MBRC	3.67 ± 0.82 ^{1) b2)}	4.17 ± 0.75 ^b	5.67 ± 0.82 ^a	5.00 ± 1.10 ^a	5.17 ± 0.98 ^a	4.00 ± 1.26 ^a
MBR6	4.50 ± 1.05 ^{ab}	5.33 ± 0.52 ^a	5.83 ± 1.17 ^a	5.67 ± 0.52 ^a	5.50 ± 0.55 ^a	4.50 ± 0.84 ^a
MBR3	5.50 ± 1.05 ^a	5.33 ± 0.82 ^a	5.33 ± 1.03 ^a	5.50 ± 1.03 ^a	5.50 ± 1.22 ^a	4.50 ± 0.55 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

기호도 평가 결과, 외관의 기호도는 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀머핀에서 높은 점수를 받았으며 효소처리 쌀머핀 MBR3의 외관이 유의적으로 높은 점수를 받았다. 쌀머핀의 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도는 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀머핀에서 높은 점수를 받았으며 효소처리 쌀머핀 MBR3이 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으나 통계상의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 17. Sensory characteristic properties of brown rice muffins made with brown rice flour treated lipase.

Sample	Acceptability				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
MBRC	5.50 ± 0.84 ^{1) b2)}	5.67 ± 1.37 ^a	5.83 ± 1.17 ^a	5.83 ± 1.33 ^a	5.83 ± 0.98 ^a
MBR6	6.33 ± 0.52 ^b	5.17 ± 1.17 ^a	5.83 ± 0.98 ^a	5.83 ± 1.17 ^a	5.67 ± 0.82 ^a
MBR3	7.33 ± 0.82 ^a	6.17 ± 0.41 ^a	6.67 ± 0.52 ^a	6.67 ± 0.82 ^a	6.33 ± 0.52 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

(3) 지방분해효소 처리한 일반미 쌀가루를 이용한 머핀의 품질 특성

Table 18은 일반미에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀머핀의 품질 특성을 나타낸 결과이다. 수분함량은 29.50~31.57%로 나타났으며 효소처리 쌀머핀 MR6의 수분함량이 유의적으로 높게 나타났다. 쌀머핀의 부피는 효소처리 쌀머핀 MR6이 107.40mL, 비효소처리 쌀머핀 MRC가 105.60mL, 효소처리 쌀머핀 MR3이 103.00mL로 유의적인 차이를 나타내었다. 쌀머핀의 무게는 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 비중은 효소처리 쌀머핀 MR이 1.67 mL/g으로 가장 높게 나타났으며 MR3이 1.58 mL/g으로 가장 낮게 나타났다. 쌀머핀의 높이는 효소처리 쌀머핀 MR6이 유의적으로 높게 나타났으며 비효소처리 쌀머핀과 효소처리 쌀머핀 MR3의 시료 간에는 유의차가 나타나지 않았다. 굽기 손실율은 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. pH는 비효소처리 쌀머핀이 효소처리 쌀머핀들에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다.

Table 18. Physical characteristics of rice muffins made with rice flour treated lipase

	Sample		
	MRC	MR6	MR3
Moisture contents(%)	29.50 ± 0.83 ^{1) b2)}	31.57 ± 0.18 ^a	29.63 ± 1.32 ^b
Volume(mL)	105.60 ± 1.34 ^{1) b2)}	107.40 ± 1.14 ^a	103.00 ± 1.22 ^c
Weight(g)	63.89 ± 1.79 ^a	64.47 ± 2.63 ^a	65.06 ± 1.37 ^a
Specific volume(mL/g)	1.65 ± 0.06 ^{ab}	1.67 ± 0.07 ^a	1.58 ± 0.03 ^b
Height(mm)	47.92 ± 3.04 ^a	41.76 ± 1.91 ^b	51.28 ± 2.53 ^a
Loss rate(%)	8.73 ± 2.56 ^a	7.89 ± 3.75 ^a	7.05 ± 1.96 ^a
pH	7.41 ± 0.02 ^a	7.34 ± 0.02 ^b	7.23 ± 0.02 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀머핀의 겉색을 측정된 결과(Table 19), 효소처리 쌀머핀들의 L 값이 비효소처리 쌀머핀에 비해 높게 나타나 효소처리 쌀가루를 이용하여 머핀을 제조시 겉색의 밝기가 밝아지는 것으로 나타났다. a 값은 효소처리 쌀머핀 MR3이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. b 값은 L 값과 유사한 경향으로 효소처리 쌀머핀들의 겉색이 유의적으로 황색도가 진해지는 것으로 나타났다. 쌀머핀의 속색은 L값, b값 그리고 a 값은 효소처리 쌀머핀 MR6이 유의적으로 높게 나타났다.

Table 19. Color values of rice muffins made with rice flour treated lipase

	Color values	Sample		
		MRC	MR6	MR3
Crust	L	36.03 ± 1.24 ^{1)c2)}	41.19 ± 1.04 ^b	59.66 ± 3.84 ^a
	a	12.70 ± 0.41 ^a	12.88 ± 1.55 ^a	3.81 ± 2.27 ^b
	b	16.79 ± 0.42 ^c	19.63 ± 0.58 ^b	24.49 ± 0.40 ^a
Crumb	L	64.82 ± 0.62 ^b	70.22 ± 0.80 ^a	69.02 ± 0.82 ^b
	a	-4.22 ± 0.10 ^c	-3.51 ± 0.09 ^a	-3.86 ± 0.12 ^b
	b	15.50 ± 0.50 ^c	13.75 ± 0.36 ^a	14.55 ± 0.21 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

효소처리 쌀머핀의 기계적 조직감을 측정된 결과는 Table 20과 같다. 쌀머핀의 경도는 727.10~2082.31 g으로 나타났으며 효소처리 쌀머핀 MR3이 유의적으로 경도가 낮게 나타났다. 점착성은 효소처리 쌀머핀 MR6이 낮은 값을 나타내었으며 MR3과 비효소처리 쌀머핀의 시료 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 탄력성과 응집성은 비효소처리 쌀머핀이 효소처리 쌀머핀들에 비해 유의적으로 높게 나타나 효소처리가 쌀머핀의 탄력성과 응집성에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 검성과 씹힘성 역시 효소처리와 유무에 따른 유의적인 차이를 나타내었으며 효소의 종류에 따른 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

Table 20. Texture properties of rice muffins made with rice flour treated lipase

	Sample		
	MRC	MR6	MR3
Hardness	1996.31 ± 282.81 ^{1)a2)}	2082.31 ± 244.18 ^a	727.10 ± 118.12 ^b
Adhesiveness	-0.32 ± 0.02 ^a	-0.91 ± 0.82 ^b	-0.31 ± 0.33 ^a
Springiness	0.90 ± 0.02 ^a	0.88 ± 0.02 ^b	0.88 ± 0.02 ^b
Cohesiveness	0.59 ± 0.01 ^a	0.51 ± 0.02 ^b	0.52 ± 0.03 ^b
Gumminess	1184.74 ± 161.80 ^a	1058.90 ± 126.71 ^b	383.41 ± 80.05 ^c
Chewiness	1064.76 ± 147.31 ^a	927.73 ± 111.97 ^b	336.66 ± 73.33 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=10).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

일반미에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀머핀의 관능평가 결과를 Table 21에 나타내었다. 쌀머핀의 강도평가를 실시한 결과, 갈색의 정도는 비효소처리 쌀머핀과 효소처리 쌀머핀 MR6간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 효소처리 쌀머핀 MR3은 3.83점으로 갈색의 정도가 아주 약한 것으로 나타났다. 팽창의 정도는 효소처리 쌀머핀 MR6이 유의적으로 낮은 강도를 나타내었다. 기공의 균일성은 효소 처리의 유무 및 효소의 종류에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 부드러움의 정도와 촉촉함의 정도는 비효소처리 쌀머핀이 각각 4.17점, 4.50점으로 효소처리 쌀머핀들에 비해 약하게 나타났으며 효소의 종류에 따른 차이는 나타내지 않았다. 쌀향은 5.33~5.50점으로 시료간에 유의차는 나타나지 않았다.

Table 21. Sensory evaluations of rice muffins made with rice flour treated lipase

Sample	Intensity					
	Browness	Expansion	Cell uniformity	Softness	Moistness	Rice flavor
MRC	6.50 ± 0.55 ^{1)a2)}	5.67 ± 0.82 ^a	5.50 ± 1.38 ^a	4.17 ± 0.41 ^b	4.50 ± 0.84 ^b	5.33 ± 1.03 ^a
MR6	6.00 ± 0.89 ^a	4.50 ± 0.84 ^b	6.67 ± 1.21 ^a	6.33 ± 1.03 ^a	6.50 ± 0.84 ^a	5.50 ± 1.05 ^a
MR3	3.83 ± 0.98 ^b	5.50 ± 0.55 ^a	5.83 ± 1.33 ^a	6.33 ± 1.03 ^a	6.33 ± 0.52 ^a	5.33 ± 1.03 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀머핀의 기호도 평가 결과는 Table 22와 같다. 쌀머핀의 외관은 효소처리 쌀머핀들에 비해 비효소처리 쌀머핀의 점수가 유의적으로 높게 나타났으나 향과 맛에서는 효소의 처리 유무 및 효소의 종류에 따른 유의차를 나타내지 않았다. 쌀머핀의 조직감은 비효소처리 쌀머핀에 비해 효소처리 쌀머핀들이 좋은 점수를 받았으며 MR6이 7.00점, MR3이 6.33점을 받았다. 전반적인 기호도는 효소처리 쌀머핀 MR6이 7.33점으로 가장 높은 점수를 받았으며 비효소처리 쌀머핀 MRC가 6.00점으로 낮게 나타났다. 일반미에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 머핀을 제조하는 것이 관능적인 측면에서 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 개선시키는 것으로 나타났다.

Table 22. Sensory characteristic properties of rice muffins made with rice flour treated lipase.

Sample	Acceptability				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
MRC	7.33 ± 1.03 ^{1)a2)}	7.00 ± 0.63 ^a	6.67 ± 0.82 ^a	5.67 ± 0.82 ^b	6.00 ± 1.26 ^b
MR6	5.17 ± 0.98 ^b	7.33 ± 0.52 ^a	7.33 ± 0.82 ^a	7.00 ± 0.89 ^a	7.33 ± 0.82 ^a
MR3	5.17 ± 0.75 ^b	6.67 ± 0.52 ^a	6.50 ± 0.84 ^a	6.33 ± 1.21 ^{ab}	6.33 ± 1.03 ^{ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=20).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

3. 지방분해효소 종류별 효소전처리 쌀가루를 이용한 제빵 적성(파운드케이크)

가. 재료 및 방법

(1) 재료

파운드케이크의 기본적 재료는 비효소처리 및 효소처리 쌀가루, 달걀, 무염버터(서울우유), 우유(서울우유), 백설탕(제일제당), 정제염(한주 소금), 베이킹파우더(유니케미칼)를 사용하였다.

(2) 제조

머핀은 Table 1의 배합비에 따라 크림법으로 제조하였다. 즉, 버터 250g을 반죽기(5K5SS, KichenAid, St. joseph, MI, USA)로 1분간 믹싱한 다음 설탕 275g을 넣고 1분간 혼합하고, 달걀 250g을 3번에 나누어 넣으면서 3분간 믹싱하였다. 그리고 쌀가루 500g, 베이킹파우더 10g, 소금 2.5g 넣어 혼합한 후 우유 250g을 넣고 반죽하였다. 머핀 반죽은 유산지를 깐 머핀 틀에 70 g씩 팬닝하여 윗불 185℃, 아랫불 175℃로 예열된 오븐(OFP-202, Daeyung bakery machinery IND. CO. LTD, Seoul, Korea)에서 20분간 구워 낸 다음 실온에서 1시간 방냉시켜 시료로 사용하였다

나. 실험방법

(1) 파운드케이크의 부피, 무게, 비용적, 반죽 수율, 굽기 손실율 및 pH 측정

파운드케이크의 부피 및 무게 측정은 부피측정기를 이용하여 측정하였으며, 측정된 파운드케이크의 부피를 중량으로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 파운드케이크의 반죽수율은 반죽의 중량을 구워진 파운드케이크의 중량으로 나누어 구하였다. 굽기 손실율은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 계산하였다. pH는 비이커에 반죽 5 g과 증류수 45 mL을 넣고 균질화 시킨 후 pH meter(520A, ORION, USA)로 상온에서 측정하였다.

(2) 파운드케이크의 수분함량 측정

위의 머핀 수분함량 측정 방법과 같다.

(3) 파운드케이크의 색도 측정

위의 머핀 색도 측정 방법과 같다.

(4) 파운드케이크의 Texture 측정

텍스처는 머핀의 텍스처 측정 방법과 동일하며, 측정조건은 pre-test speed 2mm/sec, test speed 1mm/sec, post-test speed 1mm/sec, strain 70%, probe diameter 30mm였다.

(5) 관능평가 및 기호도 평가

파운드케이크의 묘사분석을 위하여 한국식품연구원내 패널 20명을 대상으로 관능평가를 실시하였다. 평가는 9점 척도로 이루어졌으며 1점에 가까울수록 강도가 약함, 5점에 가까울수록 강도가 적당함, 9점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다. 관능평가 항목은 갈색정도(brownness), 팽창도(expansion), 기공의 균일함(cell uniformity), 부드러운 정도(softness), 촉촉한 정도(moistness), 쌀향(rice flavor)이었다.

기호도 평가를 위해 일반 성인 20명을 대상으로 실시하였다. 기호도 평가는 9점 척도를 이용하여 표시하도록 하였으며 1점으로 갈수록 '매우 싫다'에서 9점에 가까울수록 '매우 좋다'를 표시하도록 하였다. 평가항목은 외관(appearance), 맛(flavor), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall acceptability)이었다.

다. 연구결과

(1) 지방분해효소 처리한 안다벼 쌀가루를 이용한 파운드케이크의 품질 특성

Table 23은 안다벼에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀 파운드케이크의 품질 특성을 측정한 결과이다. 제조된 쌀 파운드케이크의 부피는 823.00~856.73mL으로 PSRC와 PSR3이 PSR6에 비해 유의적으로 큰 값을 나타내었다. 무게는 효소처리 쌀 파운드케이크가 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 비중은 1.85~1.93 mL/g으로 나타났으며 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR3이 가장 높은 값을 나타내었다. 쌀 파운드케이크의 반죽 수율과 굽기 손실율은 효소처리 쌀 파운드케이크가 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 유의적으로 높은 수율을 나타내었다. pH는 7.40~7.83으로 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 가장 낮은 pH를 나타내었다.

Table 23. Physical characteristics of rice pound cakes made with anda rice flour treated lipase

	Sample		
	PSRC	PSR6	PSR3
Volume(mL)	851.33 ± 5.95 ^{1)a2)}	823.00 ± 2.21 ^b	856.73 ± 9.35 ^a
Weight(g)	453.67 ± 4.04 ^a	446.00 ± 1.00 ^b	443.67 ± 3.06 ^b
Specific volume(mL/g)	1.88 ± 0.01 ^b	1.85 ± 0.01 ^b	1.93 ± 0.03 ^a
Dough yield(%)	111.32 ± 0.99 ^b	113.23 ± 0.25 ^a	113.83 ± 0.78 ^a
Baking loss rate(%)	10.17 ± 0.80 ^b	11.68 ± 0.20 ^a	12.15 ± 0.60 ^a
pH	7.40 ± 0.01 ^a	7.74 ± 0.02 ^b	7.83 ± 0.02 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 색도를 겉과 속으로 나누어서 측정된 결과(Table 24), 겉의 색도에서 L 값은 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 a 값은 비효소처리 쌀 파운드케이크가 높게 나타났다. b 값은 비효소처리 쌀 파운드케이크가 11.39로 효소처리 쌀 파운드케이크들에 비해 유의적으로 높게 나타났으며 효소의 종류에 따른 영향은 나타내지 않았다. 쌀 파운드케이크의 속 색도를 측정된 결과, L 값과 a 값은 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 영향이 미치지 않는 것으로 나타났으나 b 값은 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 16.69로 유의적으로 높은 값을 나타내었다.

Table 24. Color values of rice pound cake made with anda rice flour treated lipase

	Color values	Sample		
		PSRC	PSR6	PSR3
Crust	L	29.58 ± 1.80 ^{1)a2)}	27.96 ± 1.82 ^a	27.49 ± 1.00 ^a
	a	10.57 ± 0.73 ^a	9.76 ± 0.44 ^{ab}	9.01 ± 0.69 ^b
	b	11.39 ± 0.98 ^a	9.95 ± 0.67 ^b	9.29 ± 0.72 ^b
Crumb	L	61.29 ± 0.91 ^a	62.62 ± 2.60 ^a	62.10 ± 1.19 ^a
	a	-3.19 ± 0.14 ^a	-3.04 ± 0.21 ^a	-3.30 ± 0.28 ^a
	b	15.60 ± 0.29 ^b	16.69 ± 0.88 ^a	15.84 ± 0.43 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 25는 쌀 파운드케이크의 기계적 조직감을 측정된 결과이다. 쌀 파운드케이크의 경도는 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 유의적으로 높은 경도를 나타내었으며 PSRC와 PSR3의 시료간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 점착성은 경도와 반대되는 경향으로 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 탄력성은 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR3이 0.85로 가장 낮게 나타났으며 응집성은 PSR6이 가장 높게 나타났다. 검성과 씹힘성은 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 유의적으로 높게 나타났다.

Table 25. Texture properties of rice pound cakes made with anda rice flour treated lipase

	Sample		
	PSRC	PSR6	PSR3
Hardness	1393.46 ± 152.45 ^{1)b2)}	1636.59 ± 131.27 ^a	1444.65 ± 153.58 ^b
Adhesiveness	-0.48 ± 0.13 ^a	-0.84 ± 0.25 ^b	-0.56 ± 0.23 ^a
Springiness	0.88 ± 0.01 ^a	0.89 ± 0.02 ^a	0.85 ± 0.03 ^b
Cohesiveness	0.48 ± 0.02 ^b	0.53 ± 0.01 ^a	0.48 ± 0.02 ^b
Gumminess	672.58 ± 50.67 ^b	860.04 ± 64.836 ^a	696.70 ± 83.19 ^b
Chewiness	591.52 ± 45.06 ^b	763.14 ± 51.44 ^a	594.80 ± 72.89 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=10).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

안다벼에 2종의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀 파운드케이크의 관능평가를 실시한 결과를 Table 26에 나타내었다. 쌀 파운드케이크의 강도를 평가한 결과, 갈색의 정도는 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 5.29점, PSR3이 5.14점으로 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 보통의 강도를 나타내었다. 기공의 균일성은 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR3이 4.29점으로 보통의 강도보다 낮게 나타나 기공의 균일성이 낮은 것으로 나타났다. 쌀향은 4.43~4.71점으로 나타났으며 촉촉함의 정도는 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 차이를 나타내지 않았다.

Table 26. Sensory evaluations of rice pound cakes made with anda rice flour treated lipase

Sample	Intensity			
	Browness	Cell uniformity	Rice flavor	Moistness
PSRC	4.43 ± 0.79 ^{1)b2)}	5.14 ± 0.69 ^{ab}	4.71 ± 1.11 ^a	4.71 ± 0.49 ^a
PSR6	5.29 ± 0.49 ^a	5.86 ± 0.69 ^a	4.57 ± 0.98 ^a	4.86 ± 1.07 ^a
PSR3	5.14 ± 0.38 ^a	4.29 ± 0.95 ^b	4.43 ± 1.27 ^a	5.14 ± 1.07 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 기호도평가 결과, 외관은 비효소처리 쌀 파운드케이크가 7.00점으로 유의적으로 가장 높은 점수를 받았으나 향과 맛은 효소 처리의 유무에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 쌀 파운드케이크의 조직감은 효소처리 쌀 파운드케이크가 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 유의적으로 좋은 기호도를 나타내었다. 전반적인 기호도는 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR6이 6.43점으로 가장 좋은 기호도를 나타내었다.

Table 27. Sensory characteristic properties of rice pound cakes made with anda rice flour treated lipase.

Sample	Acceptability				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
PSRC	7.00 ± 0.58 ^{1)a2)}	6.43 ± 0.98 ^a	6.29 ± 0.95 ^a	4.86 ± 0.69 ^b	5.29 ± 0.95 ^b
PSR6	5.29 ± 1.25 ^b	6.71 ± 0.95 ^a	6.86 ± 1.07 ^a	6.00 ± 1.00 ^a	6.43 ± 0.98 ^a
PSR3	5.43 ± 0.79 ^b	5.71 ± 1.50 ^a	6.29 ± 0.95 ^a	5.14 ± 0.90 ^{ab}	5.14 ± 0.90 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

(2) 지방분해효소 처리한 현미 쌀가루를 이용한 파운드케이크의 품질 특성

현미에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀 파운드케이크의 품질 특성을 측정된 결과를 Table 28에 나타내었다. 쌀 파운드케이크의 부피는 효소처리 쌀 파운드케이크 PSR3이 유의적으로 가장 크게 나타났으며, 무게는 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 효소처리 쌀 파운드케이크에서 유의적으로 무겁게 나타났다. 비중은 1.70~2.13mL/g으로 나타났으며 반죽의 수율과 굽기 손실률은 비효소처리 쌀 파운드케이크가 유의적으로 높게 나타났으며 효소의 종류에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. pH는 7.27~7.36으로 효소처리 쌀 파운드케이크들에서 유의적으로 높게 나타났다.

Table 28. Physical characteristics of brown rice pound cakes made with brown rice flour treated lipase

	Sample		
	PBRC	PBR6	PBR3
Volume(mL)	905.70 ± 3.05 ¹⁾²⁾	762.87 ± 12.96 ^c	960.27 ± 8.79 ^a
Weight(g)	438.67 ± 0.58 ^b	447.67 ± 3.51 ^a	451.00 ± 2.00 ^a
Specific volume(mL/g)	2.07 ± 0.01 ^b	1.70 ± 0.02 ^c	2.13 ± 0.01 ^a
Dough yield(%)	113.99 ± 0.15 ^a	111.69 ± 0.88 ^b	110.87 ± 0.49 ^b
Baking loss rate(%)	12.27 ± 0.12 ^a	10.47 ± 0.70 ^b	9.80 ± 0.40 ^b
pH	7.27 ± 0.02 ^b	7.34 ± 0.01 ^a	7.36 ± 0.03 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 색도를 겉과 속으로 나누어서 측정된 결과를 Table 29에 나타내었다. 겉의 색도를 측정한 결과, L, a, b 값 모두 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR3에서 유의적으로 높게 나타났으며 비효소처리 쌀 파운드케이크가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 속의 색도를 측정된 결과, L 값은 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR3이 PBR6와 비효소처리 쌀 파운드케이크 PBRC보다 유의적으로 밝은 것으로 나타났다. a 값은 PBR6이 -1.01로 가장 높은 값을 나타내었다. b 값은 19.19~20.30으로 L값과 유사한 경향으로 나타났다.

Table 29. Color values of brown rice pound cakes made with brown rice flour treated lipase

Color values	Sample			
	PBRC	PBR6	PBR3	
Crust	L	23.98 ± 0.59 ¹⁾²⁾	29.70 ± 0.78 ^b	32.35 ± 0.89 ^a
	a	6.45 ± 0.65 ^c	10.20 ± 0.23 ^b	11.05 ± 0.47 ^a
	b	5.59 ± 0.73 ^c	10.73 ± 0.20 ^b	12.26 ± 1.03 ^a
Crumb	L	57.01 ± 0.60 ^b	56.94 ± 0.79 ^b	62.66 ± 0.89 ^a
	a	-1.50 ± 0.45 ^b	-1.01 ± 0.12 ^a	-1.38 ± 0.12 ^{ab}
	b	19.19 ± 0.42 ^b	19.29 ± 0.23 ^b	20.30 ± 0.28 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 기계적 조직감 측정의 결과를 Table 30에 나타내었다. 경도는 효소처리 쌀 파운드케이크들이 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 유의적으로 높게 나타났으며 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR6이 가장 높게 나타났으나 점착성은 효소처리 쌀 파운드케이크들에서 유의적으로 낮게 나타났으며 비효소처리 쌀 파운드케이크 PBRC가 가장 높게 나타났다. 탄력은 0.84~0.87로 비효소처리 쌀 파운드케이크가 유의적으로 높게 나타났다. 응집성은 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR3가 0.44로 가장 낮게 나타났다. 겹성은 비효소처리 쌀 파운드케이크가 효소처리 쌀 파운드케이크들에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 씹힘성은 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR6이 유의적으로 높게 나타났다.

Table 30. Texture properties of brown rice pound cakes made with brown rice flour treated lipase

	Sample		
	PBRC	PBR6	PBR3
Hardness	1103.01 ± 86.29 ¹⁾²⁾	2312.89 ± 187.38 ^a	1322.51 ± 101.46 ^b
Adhesiveness	-0.89 ± 0.45 ^a	-3.07 ± 0.49 ^c	-1.69 ± 0.39 ^b
Springiness	0.87 ± 0.02 ^a	0.86 ± 0.05 ^{ab}	0.84 ± 0.02 ^b
Cohesiveness	0.47 ± 0.01 ^a	0.47 ± 0.01 ^a	0.44 ± 0.01 ^b
Gumminess	523.51 ± 46.62 ^c	1089.27 ± 92.14 ^a	585.17 ± 46.48 ^b
Chewiness	456.14 ± 38.43 ^b	939.12 ± 87.41 ^a	489.43 ± 41.83 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=10).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

현미에 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀 파운드케이크의 관능특성을 평가한 결과는 Table 31과 같다. 강도 평가결과, 갈색의 정도와 쌀향은 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 기공의 균일성은 효소처리 쌀 파운드케이크들이 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 균일하게 나타나는 것으로 나타났다. 쌀 파운드케이크의 촉촉한 정도는 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 효소처리 쌀 파운드케이크들이 유의적으로 높았으며 PBR6이 가장 촉촉한 것으로 나타났다.

Table 31. Sensory evaluations of brown rice pound cakes made with brown rice flour treated lipase

Sample	Intensity			
	Browness	Cell uniformity	Rice flavor	Moistness
PBRC	5.71 ± 1.11 ^{1)a2)}	4.43 ± 1.27 ^b	5.00 ± 1.41 ^a	5.71 ± 0.95 ^b
PBR6	5.57 ± 0.79 ^a	5.71 ± 0.76 ^a	5.00 ± 0.00 ^a	6.71 ± 0.49 ^a
PBR3	5.14 ± 0.69 ^a	5.57 ± 0.79 ^a	4.57 ± 1.40 ^a	6.57 ± 0.98 ^{ab}

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 기호도 평가 결과, 외관의 기호도는 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR3이 7.00점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 향과 조직감에서는 효소처리의 유무 및 종류에 따른 유의차를 나타내지 않았다. 맛은 효소처리 쌀 파운드케이크 PBR6이 6.57점으로 가장 높은 기호도 점수를 나타내었으나 전반적인 기호도는 효소 처리의 유무와 효소의 종류에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

Table 32. Sensory characteristic properties of brown rice pound cakes made with brown rice flour treated lipase.

Sample	Acceptability				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
PBRC	5.43 ± 0.53 ^{1)b2)}	6.14 ± 0.69 ^a	5.43 ± 0.53 ^{ab}	5.86 ± 0.69 ^a	5.71 ± 0.76 ^a
PBR6	5.71 ± 0.49 ^b	6.14 ± 1.07 ^a	6.57 ± 0.79 ^a	6.00 ± 0.82 ^a	6.00 ± 0.82 ^a
PBR3	7.00 ± 0.58 ^a	5.29 ± 1.38 ^a	5.29 ± 1.50 ^b	6.57 ± 0.79 ^a	5.29 ± 1.38 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

(3) 지방분해효소 처리한 일반미 쌀가루를 이용한 파운드케이크의 품질 특성

일반미에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀 파운드케이크의 품질 특성을 측정하여 Table 33에 나타내었다. 쌀 파운드케이크의 부피는 비효소처리 쌀 파운드케이크 PRC가 914.37 mL로 효소처리 쌀 파운드케이크들에 비해 유의적으로 크게 나타났으며 PR6이 PR3에 비해 부피가 작게 나타났다. 무게는 부피가 가장 작게 나타났던 PR6이 가장 큰 무게를 나타내었다. 비중은 1.88~2.06 mL/g으로 비효소처리 쌀 파운드케이크가 효소처리 쌀 파운드케이크들에 비해 유의적으로 크게 나타났으며, 반죽의 수율과 굽기 손실률은 PR6이 유의적으로 크게 나타났으며 PR3과 PRC의 시료 간에 유의차는 나타나지 않았다. pH는 7.27~7.36으로 나타났으며 PRC가 효소처리 쌀 파운드케이크들에 비해 크게 나타났다.

Table 33. Physical characteristics of rice pound cakes made with rice flour treated lipase

	Sample		
	PRC	PR6	PR3
Volume(mL)	914.37 ± 3.59 ^{1)a2)}	845.30 ± 8.94 ^c	892.17 ± 6.33 ^b
Weight(g)	445.00 ± 1.00 ^b	449.67 ± 0.58 ^a	446.33 ± 2.08 ^b
Specific volume(mL/g)	2.06 ± 0.02 ^a	1.88 ± 0.03 ^c	2.00 ± 0.01 ^b
Dough yield(%)	113.48 ± 0.26 ^a	112.30 ± 0.14 ^b	113.15 ± 0.53 ^a
Baking loss rate(%)	11.88 ± 0.20 ^a	10.96 ± 0.12 ^b	11.62 ± 0.41 ^a
pH	7.36 ± 0.02 ^a	7.31 ± 0.01 ^b	7.27 ± 0.02 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 겉과 속으로 나누어서 색도를 측정된 결과를 Table 34에 나타내었다. 겉의 색도를 측정된 결과, L, a, b 값은 효소 처리의 유무와 효소의 종류에 따른 차이를 나타내지 않았다. 쌀 파운드케이크 내부의 색도를 측정된 결과, L 값은 효소처리 쌀 파운드케이크 PR6이 유의적으로 밝게 나타났으며 a, b 값은 시료간에 통계상의 유의차를 나타내지 않았다.

Table 34. Color values of rice pound cakes made with rice flour treated lipase

	Color values	Sample		
		PRC	PR6	PR3
Crust	L	30.35 ± 0.82 ^{1)a2)}	30.25 ± 0.84 ^a	29.85 ± 2.18 ^a
	a	10.70 ± 0.74 ^a	11.21 ± 0.40 ^a	10.80 ± 1.75 ^a
	b	11.55 ± 1.02 ^a	11.68 ± 0.59 ^a	11.34 ± 2.65 ^a
Crumb	L	65.21 ± 0.68 ^b	67.75 ± 0.15 ^a	64.22 ± 1.80 ^b
	a	-2.76 ± 0.12 ^a	-2.66 ± 0.11 ^a	-2.62 ± 0.25 ^a
	b	18.37 ± 0.66 ^a	18.05 ± 0.35 ^a	18.46 ± 0.58 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 파운드케이크의 기계적 조직감을 측정된 결과는 Table 35와 같이 경도와 겉성은 효소처리 쌀 파운드케이크 PR6이 1344.82 g으로 가장 높게 나타났으나 PR3은 968.70 g으로 가장 낮게 나타났다. 점착성과 탄력성은 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 차이를 나타내지 않았으며 응집성은 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 PR3이 유의적으로 높게 나타났다. 씹힘성은 효소처리 쌀 파운드케이크들이 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

Table 35. Texture properties of rice pound cakes made with rice flour treated lipase

	Sample		
	PRC	PR6	PR3
Hardness	1222.51 ± 122.60 ^{1)b2)}	1344.82 ± 100.26 ^a	968.70 ± 81.34 ^c
Adhesiveness	-0.65 ± 0.33 ^a	-0.95 ± 0.51 ^a	-0.73 ± 0.19 ^a
Springiness	0.91 ± 0.03 ^a	0.90 ± 0.02 ^a	0.89 ± 0.01 ^a
Cohesiveness	0.53 ± 0.02 ^b	0.55 ± 0.01 ^{ab}	0.53 ± 0.02 ^a
Gumminess	655.51 ± 91.97 ^b	738.02 ± 56.39 ^a	543.36 ± 34.97 ^c
Chewiness	594.68 ± 80.30 ^c	661.61 ± 49.53 ^a	483.63 ± 33.07 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=10).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

일반미에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀 파운드케이크의 관능 특성을 평가한 결과는 Table 36과 같다. 갈색의 정도, 기공의 균일성, 쌀향, 촉촉함의 정도는 지방분해효소 처리의 유무와 효소의 종류에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 36. Sensory evaluations of rice pound cakes made with rice flour treated lipase

Sample	Intensity			
	Browness	Cell uniformity	Rice flavor	Moistness
PRC	5.71 ± 0.76 ^{1)a2)}	5.00 ± 0.58 ^a	4.86 ± 1.07 ^a	4.71 ± 0.76 ^a
PR6	5.43 ± 1.13 ^a	5.14 ± 0.90 ^a	4.43 ± 1.51 ^a	4.00 ± 0.58 ^a
PR3	5.29 ± 1.11 ^a	6.14 ± 0.38 ^a	3.71 ± 0.95 ^a	4.86 ± 1.21 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

기호도 평가 결과, 쌀 파운드케이크의 외관은 6.57~7.14점으로 보통보다 높은 기호도 점수를 나타내었으며 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 효소처리 쌀 파운드케이크 PR3이 유의적으로 높은 기호도 점수를 나타내었다. 향과 맛은 4.86점인 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 PR6과 PR3이 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으며 PR3이 가장 좋은 기호도 점수를 나타내었다. 조직감은 PR3이 높은 점수를 나타내었으나 통계상의 유의차는 나타나지 않았다. 전반적인 기호도는 비효소처리 쌀 파운드케이크에 비해 효소처리 쌀 파운드케이크들이 높은 기호도 점수를 나타내었으며 PR3이 가장 높은 기호도 점수를 나타내었다.

Table 37. Sensory characteristic properties of rice pound cakes made with rice flour treated lipase.

Sample	Acceptability				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
PRC	6.57 ± 0.53 ^{1)b2)}	4.86 ± 1.35 ^b	4.86 ± 0.90 ^b	5.29 ± 0.95 ^a	4.57 ± 0.79 ^b
PR6	6.86 ± 0.38 ^{ab}	5.14 ± 0.90 ^{ab}	5.14 ± 0.69 ^{ab}	5.29 ± 0.95 ^a	5.14 ± 0.69 ^b
PR3	7.14 ± 0.38 ^a	6.14 ± 0.69 ^a	6.00 ± 1.15 ^a	6.00 ± 1.15 ^a	6.29 ± 1.11 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=20).²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

4. 지방분해효소 종류별 효소처리 쌀가루를 이용한 죽

가. 재료 및 방법

(1) 재료

죽의 기본적 재료는 비효소처리 및 효소처리 쌀가루, 정제염(한주 소금), 백설탕(제일제당)을 사용하였다.

(2) 제조

쌀죽의 제조는 쌀가루 20 g, 배합수 250 g, 정제염 1 g, 설탕 0.1 g으로 배합하였다. 혼합한 재료와 물을 냄비에 넣고 화력 3단에서 2 min, 화력 2단에서 3 min 동안 끓인 다음 화력 1단에서 7min 간 더 가열하였다. 가열하는 동안 죽이 바닥에 눌러 붙지 않도록 천천히 저어 주었으며, 완성된 죽은 1min 30sec 동안 식힌 후 합기포장하여 시료로 사용하였다.

나. 실험방법

(1) 쌀죽의 수분 및 색도 측정

위의 머핀 수분함량 측정 방법 및 색도 측정 방법과 같다.

(2) 쌀죽의 pH 측정

쌀죽의 pH는 죽 15 g을 100 mL의 증류수와 함께 넣고 Bag mixer(Model 400, Interscience, France)로 균질화(speed 7, 2min)하고 30분간 상온에서 방치한 후 상층액의 pH를 pH

meter(EA 920, Orion research INC., USA)를 사용하여 측정하였다.

(3) 쌀죽의 퍼짐성 측정

쌀죽의 퍼짐성은 line spread test 방법으로 측정하였다. Line spread test의 측정은 55°C인 미음을 35g 취하여 스테인레스스틸 원통에 넣고 1분이 지난 후, 원통을 들어 올려 30초(퍼짐이 멈춰진 시간)가 지난 후 4군데의 퍼짐 길이를 재어 평균치를 구하였다.

(4) 쌀죽의 점도 측정

쌀죽의 점도는 조리 후 수분 증발을 막기 위하여 비커의 상부를 알루미늄호일로 덮고 실온에 방치하여 쌀죽의 온도가 60°C가 되었을 때 VIBRO Viscometer(SV-10, A&D Co., Japan)을 사용하여 50°C에서 5회 반복 측정하였다.

(5) 관능평가 및 기호도 평가

파운드케이크의 묘사분석을 위하여 한국식품연구원내 패널 20명을 대상으로 관능평가를 실시하였다. 평가는 9점 척도로 이루어졌으며 1점에 가까울수록 강도가 약함, 5점에 가까울수록 강도가 적당함, 9점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다. 관능평가 항목은 투명도(transparency), 점성(viscosity)이었다.

기호도 평가를 위해 일반 성인 20명을 대상으로 실시하였다. 기호도 평가는 9점척도를 이용하여 표시하도록 하였으며 1점으로 갈수록 '매우 싫다'에서 9점에 가까울수록 '매우 좋다'를 표시하도록 하였다. 평가항목은 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall acceptability)이었다.

다. 연구결과

(1) 지방분해효소 처리한 안다벼 쌀가루를 이용한 죽의 품질 특성

안다벼에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 죽의 품질 특성을 조사하였다. Table 3은 죽의 수분함량과 색도를 측정한 결과이다. 수분함량은 91.13~91.69%로 효소처리 쌀죽 GSR6이 가장 높은 수분함량을 나타내었고 GSR3이 낮은 수분함량을 나타내었다. 색도 측정 결과, 명도를 나타내는 L 값은 GSR3이 유의적으로 높게 나타났으나 GSR6은 낮게 나타났다. a 값은 GSR6이 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 황도색도를 나타내는 b 값은 -4.24~-3.34로 시료간의 유의차를 나타내지 않았다.

Table 38. Moisture contents and color values of rice gruel made with anda rice flour treated lipase

Sample	Moisture contents(%)	Color value		
		L	a	b
GSRC	91.13 ± 0.02 ¹⁾¹⁾²⁾	45.91 ± 0.28 ^b	-0.49 ± 0.09 ^b	-3.66 ± 0.05 ^a
GSR6	91.43 ± 0.04 ^a	45.57 ± 0.40 ^c	-0.57 ± 0.06 ^a	-4.24 ± 0.02 ^a
GSR3	91.69 ± 0.05 ^c	45.94 ± 0.01 ^a	-0.69 ± 0.04 ^c	-3.34 ± 0.03 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 39는 죽의 pH, 퍼짐성, 점도를 측정하여 나타낸 결과이다. pH는 6.60~6.86으로 효소처리 쌀죽 GSR3이 유의적으로 높게 나타났다. 퍼짐성은 비효소처리 쌀죽이 5.80 cm로 효소처리

쌀죽들에 비해 유의적으로 넓게 퍼지는 것으로 나타났다. 점도는 효소처리 쌀죽 GSR6이 194.33 cp, 201.33 cp로 비효소처리 쌀죽에 비해 유의적으로 높게 나타났으며 효소의 종류에 따른 유의차는 나타나지 않았다.

Table 39. pH, spreadability and viscosity of rice gruel made with anda rice flour treated lipase

Sample	pH	Spreadability(cm)	Viscosity(cp)
GSRC	6.61 ± 0.02 ^{1)b2)}	5.80 ± 0.07 ^a	165.67 ± 9.02 ^{3)b}
GSR6	6.60 ± 0.02 ^b	5.36 ± 0.00 ^b	194.33 ± 3.51 ^a
GSR3	6.86 ± 0.01 ^a	5.14 ± 0.00 ^c	201.33 ± 3.51 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

³⁾Values are mean±SD (n=5).

안다벼에 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 죽의 관능평가를 실시한 결과는 Table 40과 같다. 죽의 투명도는 효소 처리의 유무와 효소의 종류에 따른 차이를 나타내지 않았다. 점조도는 비효소처리 쌀죽에 비해 효소처리 쌀죽들에서 유의적으로 높은 값을 나타내었으나 효소의 종류에 따른 유의차는 나타나지 않았다. 쌀죽의 기호도 평가 결과, 외관과 향은 시료간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 맛은 효소처리 쌀죽 GSR6이 유의적으로 높은 기호도 점수를 나타내었다. 조직감은 효소처리 쌀죽들이 비효소처리 쌀죽에 비해 좋은 기호도를 나타내었다. 전반적인 기호도는 효소처리 쌀죽 GSR6이 6.63점으로 가장 좋은 기호도를 나타내었으며 비효소처리 쌀죽 GSRC는 4.25점으로 가장 낮은 기호도를 나타내었다.

Table 40. Sensory evaluation of rice gruel made with anda rice flour treated lipase

		Sample		
		GSRC	GSR6	GSR3
Intensity	Transparency	5.50 ± 1.07 ^{1)a2)}	5.50 ± 0.93 ^a	5.88 ± 1.25 ^a
	Viscosity	3.25 ± 0.46 ^b	5.50 ± 0.93 ^a	6.25 ± 1.04 ^a
Acceptability	Appearance	5.25 ± 1.04 ^a	5.88 ± 0.64 ^a	5.63 ± 1.06 ^a
	Flavor	4.75 ± 0.46 ^a	5.38 ± 0.74 ^a	5.00 ± 0.76 ^a
	Taste	5.00 ± 0.00 ^b	6.00 ± 0.93 ^a	5.50 ± 0.93 ^{ab}
	Texture	4.25 ± 0.71 ^b	6.50 ± 0.53 ^a	5.88 ± 0.83 ^a
	Overall quality	4.25 ± 0.89 ^c	6.63 ± 0.52 ^a	5.38 ± 0.74 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

(2) 지방분해효소 처리한 현미 쌀가루를 이용한 죽의 품질 특성

현미에 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 죽의 수분함량과 색도 측정 결과를 Table 41에 나타내었다. 쌀죽의 수분함량은 90.64~92.11%로 효소처리 쌀죽 GBR3이 유의적으로 높은 수분함량을 나타내었다. 색도 측정 결과, L 값은 비효소처리 쌀죽 GBRC가 51.99, 효소처리 쌀죽 GBR6이 54.12, GBR3이 51.63으로 나타났다. a 값은 -1.45~-1.38로 나타났으며 GBR3이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. b 값은 시료간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Table 41. Moisture contents and color values of rice gruel made with brown rice flour treated lipase

Sample	Moisture contents(%)	Color value		
		L	a	b
GBRC	91.47 ± 0.03 ^{1) b2)}	51.99 ± 0.48 ^b	-1.45 ± 0.02 ^b	2.74 ± 0.34 ^a
GBR6	90.64 ± 0.07 ^a	54.12 ± 0.53 ^c	-1.42 ± 0.04 ^a	3.51 ± 0.43 ^a
GBR3	92.11 ± 0.07 ^c	51.63 ± 0.43 ^a	-1.38 ± 0.02 ^c	1.00 ± 0.31 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

효소처리 현미가루를 이용한 쌀죽의 pH는 GBR6이 6.41, GBR3이 6.22로 나타났으며 비효소처리 쌀죽은 6.37로 나타났다. 퍼짐성은 효소처리 쌀죽 GBR3이 5.66 cm로 퍼짐성이 가장 넓게 나타났으나 GBR6은 5.07 cm로 좁게 퍼지는 것으로 나타났다. 점도는 퍼짐성이 가장 적게 나타났던 효소처리 쌀죽 GBR6이 유의적으로 높은 점도를 나타내었다.

Table 42. pH, spreadability and viscosity of rice gruel made with brown rice flour treated lipase

Sample	pH	Spreadability(cm)	Viscosity(cp)
GBRC	6.37 ± 0.02 ^{1) b2)}	5.28 ± 0.00 ^b	112.00 ± 3.00 ^{3) b}
GBR6	6.41 ± 0.02 ^a	5.07 ± 0.00 ^c	244.33 ± 2.08 ^a
GBR3	6.22 ± 0.02 ^c	5.66 ± 0.00 ^a	104.00 ± 2.00 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

³⁾Values are mean±SD (n=5).

현미에 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀죽의 관능평가를 실시한 결과는 Table 43과 같다. 쌀죽의 투명도와 점조도는 효소처리 쌀죽 GBR3이 4.88점으로 가장 약하게 나타났으며 GBR6이 유의적으로 높은 강도를 나타내었다. 기호도 평가 결과, 외관의 기호도는 비효소처리 쌀죽과 효소처리 쌀죽 GBR3이 유의적으로 높은 점수의 기호도를 나타내었으나 향의 기호도는 GBR3이 4.75점 맛의 기호도는 4.00점으로 가장 낮은 점수의 기호도를 나타내었다. 조직감은 효소처리의 유무와 종류에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전반적인 기호도는 효소처리 쌀죽들이 비효소처리 쌀죽에 비해 낮은 점수를 받았으나 통계상의 유의차는 나타나지 않았다.

Table 43. Sensory evaluation of rice gruel made with brown rice flour treated lipase

		Sample		
		GBRC	GBR6	GBR3
Intensity	Transparency	6.38 ± 0.92 ^{1) a2)}	6.13 ± 0.99 ^a	4.88 ± 1.36 ^b
	Viscosity	5.63 ± 0.52 ^{ab}	6.25 ± 0.89 ^a	4.88 ± 0.83 ^b
Acceptability	Appearance	5.75 ± 0.89 ^a	5.00 ± 0.76 ^b	5.88 ± 0.35 ^a
	Flavor	5.50 ± 0.53 ^a	5.38 ± 0.52 ^a	4.75 ± 0.46 ^b
	Taste	4.75 ± 0.46 ^b	5.50 ± 0.53 ^a	4.00 ± 0.76 ^c
	Texture	5.38 ± 0.52 ^a	5.38 ± 0.74 ^a	4.88 ± 0.83 ^a
	Overall quality	5.38 ± 0.52 ^a	4.25 ± 0.71 ^a	4.25 ± 1.04 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

(3) 지방분해효소 처리한 일반미 쌀가루를 이용한 죽의 품질 특성

일반미에 2종류의 지방분해효소를 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 죽의 수분함량과 색도 측정 결과를 Table 44에 나타내었다. 쌀죽의 수분함량은 90.59~91.50%로 나타났으며 효소처리 쌀죽 GR3이 유의적으로 낮은 수분함량을 나타내었다. 색도 측정 결과, L 값은 GR3이 51.40,

GRC 47.40, GR6 46.01로 나타났다. a 값은 -0.90~-0.75로 나타났다. b 값은 시료간의 유의차를 나타내지 않았다.

Table 44. Moisture contents and color values of rice gruel made with rice flour treated lipase

Sample	Moisture contents(%)	Color value		
		L	a	b
GRC	91.08 ± 0.04 ^{1)b2)}	47.40 ± 0.29 ^b	-0.75 ± 0.02 ^b	-3.35 ± 0.06 ^a
GR6	91.50 ± 0.03 ^a	46.01 ± 0.52 ^c	-0.62 ± 0.04 ^a	-3.37 ± 0.39 ^a
GR3	90.59 ± 0.09 ^c	51.40 ± 0.14 ^a	-0.90 ± 0.02 ^c	-3.45 ± 0.06 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

일반 쌀가루를 이용한 쌀죽의 pH는 6.52~6.54로 나타났으며 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 통계상의 유의차를 나타내지 않았다. 퍼짐성은 비효소처리 쌀죽이 5.66 cm로 나타났으며 효소처리 쌀죽 GR6이 5.75 cm로 가장 넓게 퍼지는 것으로 나타났으며 GR3은 5.58 cm로 나타났다. 점도는 퍼짐성이 크게 나타난 GR6이 유의적으로 낮은 점도를 나타내었으며 비효소처리 쌀죽과 효소처리 쌀죽 GR3의 시료 간에는 유의차가 나타나지 않았다.

Table 45. pH, spreadability and viscosity of rice gruel made with rice flour treated lipase

Sample	pH	Spreadability(cm)	Viscosity(cp)
GRC	6.54 ± 0.04 ^{1)a2)}	5.66 ± 0.00 ^b	205.33 ± 10.26 ^{3)a}
GR6	6.52 ± 0.02 ^a	5.78 ± 0.00 ^a	172.00 ± 4.00 ^b
GR3	6.53 ± 0.03 ^a	5.58 ± 0.00 ^c	205.00 ± 1.00 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Values with different superscripts(a-c) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

³⁾Values are mean±SD (n=5).

일반미에 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루로 만든 쌀죽의 관능평가를 실시한 결과는 Table 46과 같다. 쌀죽의 투명도와 점성도는 효소 처리의 유무 및 종류에 따른 차이를 나타내지 않았다. 기호도 평가 결과, 외관의 기호도는 5.88~6.13점으로 나타났으며 시료간의 통계상의 유의차는 나타나지 않았다. 향은 효소처리 쌀죽들이 비효소처리 쌀죽에 비해 유의적으로 높은 기호도를 나타냈으며 맛과 조직감은 효소처리 쌀죽 GR6이 높은 기호도를 나타내었다. 전반적인 기호도는 효소처리 쌀죽 GR6이 6.00점으로 유의적으로 높은 기호도 점수를 나타내었다.

Table 46. Sensory evaluation of rice gruel made with rice flour treated lipase

		Sample		
		GRC	GR6	GR3
Intensity	Degree of white color	6.00 ± 0.76 ^{1)a2)}	5.88 ± 0.83 ^a	6.13 ± 0.99 ^a
	Viscosity	5.38 ± 0.74 ^a	5.50 ± 0.76 ^a	5.88 ± 0.83 ^a
Acceptability	Appearance	6.00 ± 0.76 ^a	6.13 ± 0.64 ^a	5.88 ± 0.83 ^a
	Flavor	4.63 ± 0.52 ^b	5.50 ± 0.53 ^a	5.13 ± 0.35 ^a
	Taste	4.88 ± 0.35 ^b	5.63 ± 0.52 ^a	4.75 ± 0.89 ^b
	Texture	4.88 ± 0.64 ^b	6.13 ± 0.64 ^a	5.00 ± 1.31 ^b
	Overall quality	4.63 ± 0.52 ^b	6.00 ± 0.53 ^a	4.75 ± 0.89 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=20).

²⁾Values with different superscripts(a-b) were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

□ 요약

- 쌀은 가공용 쌀인 안다벼(2012), 현미(2012년), 일반미(2012년)으로 사용하였고, 효소는 지방분해효소 Lipomod™ 699L, Lipomod 34MDP로 총 2 종류를 사용하여 쌀가루를 제조하고 품질특성을 조사하였음
- 지방분해효소 처리하여 제조한 쌀가루는 안다벼, 현미, 일반미에서 Lipomod™ 699L의 효소를 이용한 쌀가루가 Lipomod 34MDP에 비해 전분의 노화가 지연되는 것으로 나타났음
- 효소처리 쌀가루를 이용하여 제조한 쌀머핀의 품질특성 결과, 안다벼와 일반미에 Lipomod™ 699L의 효소를 처리한 쌀가루로 머핀을 제조시 비효소처리 쌀 머핀에 비해 맛과 조직감 등에서 유의적으로 좋은 기호도를 나타내었다.
- 쌀 파운드케이크는 안다벼에 Lipomod™ 699L의 효소를 이용하고, 일반미에 Lipomod 34MDP의 효소를 이용하여 쌀가루를 제조하고 이를 쌀 파운드케이크에 적용하였을 때 비효소처리 쌀가루를 이용한 쌀 파운드케이크에 비해 향, 맛, 조직감 등 전반적인 기호도가 유의적으로 좋은 기호도를 나타내었다.
- 현미에 지방분해효소 2종류를 이용하여 쌀가루를 제조하고 이를 쌀 머핀에 이용하였을 때는 효소 Lipomod 34MDP를 이용한 머핀이 좋은 기호도를 나타내었고 쌀 파운드케이크에서는 효소 Lipomod™ 699L을 이용한 파운드케이크가 좋은 기호도를 나타내었으나 효소처리의 유무 및 효소의 종류에 따른 통계상의 유의차가 나타나지 않았다.

5. 가공적성별 쌀가루 품질지표 설정에 관한 연구

[위탁-농협식품안전연구원, 홍성희]

가. 쌀가루 시료 선정

1) 쌀 시료 선정

- 시중에 유통·판매되는 쌀가루를 구입하여 시료로 사용함
 - 건식 제분 : 4개(국산 3, 수입 1)
 - 습식 제분 : 7개(국산 5, 수입 2)

No.	제조업체	제분방식	제품명	원산지	비고
1	A	건식	멥쌀가루	국산	-
2			쌀가루	태국산	장립종
3	B	건식	쌀가루	국산	일반미
4	C	건식	쌀가루	국산	-
5	E	습식	박력쌀가루	국산	-
6			박력쌀가루	수입산	제과용
7	F	습식	쌀가루	국산	면용
8			쌀가루	수입산	면용
9			쌀가루	국산	떡용
10			쌀가루	국산	제빵용
11			쌀가루	국산	제과용

나. 쌀가루에 대한 이화학적 품질평가

1) 품질평가항목

- 평가방법의 공인성, 제품품질 예측성, 평가결과의 재현성 등을 고려하여 선정
- 수분, 단백질, 아밀로스, 입도, 손상전분, 전분호화 특성(RVA, Mixolab) 등 선정

2) 품질평가방법

- 쌀가루의 품질평가방법은 2차년도 품질평가방법을 활용함
- Mixolab : 분석기기(Chopin) 표준방법 개선 적용
 - Mixing speed :80rpm
 - Water absorption : 반죽의 토크값이 1.1Nm이 유지될 때까지 첨가된 가수량
 - Dough weight : 75g(쌀가루 85%, 글루텐 15% 혼합, 14% 수분함량 기준)

다. 쌀 제품 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

1) 쌀 식빵 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

가) 배합비

원료명	쌀가루	글루텐	설탕	정제염	탈지 분유	분말이스트	현미유	정제수
배합비율(%)	85	15	2	3	3	1.5	6	70
중량(g)	680	120	16	24	24	12	48	560

※ 쌀가루와 글루텐을 합한 무게를 100% 기준으로 하여 배합비 설정

나) 제조방법

① 큰 불에 분량의 쌀가루, 글루텐, 설탕, 정제염, 탈지분유, 분말이스트를 넣고 35℃로 따뜻하

게 데워놓은 물을 넣은 다음 실리콘 주걱으로 볼 안에서부터 재료를 혼합함

- ② 혼합한 재료를 반죽기로 1단 4분, 2단에서 6분 반죽을 함
- ③ 글루텐 네트워크가 형성되면 클린업단계에서 현미유를 혼합함
- ④ 반죽이 매끄러운 상태가 되면 반죽을 230g씩 분할함
- ⑤ 각각의 반죽을 둥글리기 하고, 둥글리기 한 반죽은 10분간 벤치타임을 가짐
- ⑥ 반죽을 길쭉한 모양의 타원형이 되도록 밀대로 민 다음 반죽의 양 옆을 1/3씩 안으로 접어 넣고 접힌 부분을 손끝으로 눌러 붙여 줌
- ⑦ 접어놓은 반죽을 세로로 놓고 안에서부터 돌돌 말아줌. 이 때 말아 놓은 반죽의 끝부분이 터지지 않도록 손끝으로 잘 잡아 줌
- ⑧ 나머지 2개의 반죽도 ⑦과 같은 방법으로 만들어 식빵 틀에 넣어준 후, 발효기에서 50분간 발효함. 이 때 발효기는 온도 35℃, 습도 85%로 조정함
- ⑨ 2배로 부푼 반죽을 180℃로 예열한 오븐에 넣어 40분간 구움
- ⑩ 구워진 식빵은 상온에서 냉각한 후 비닐 포장하여 시료로 사용함

다) 품질평가항목

- ① TPA test : 식빵 두께 20mm, Probe 직경 35mm, Strain 50%, Test speed 1mm/sec
- ② Volume test
- ③ 관능검사

2) 쌀 케이크 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

가) 배합비

원료명	쌀가루	정제염	계란	설탕	베이킹 파우더	바닐라향	버터
배합비율(%)	100	0.8	180	120	0.8	0.4	3.0
중량(g)	200	1.6	360	240	1.6	0.8	6

나) 제조방법

- ① 계란을 믹싱볼에 넣고 거품기를 이용하여 풀어준 후 계란무게를 잼
- ② 계란, 설탕, 소금을 반죽기 넣고 1단에서 3분간 설탕과 소금이 용해되도록 저어줌
- ③ 설탕과 소금이 용해되면 6단에서 6분정도 거품이 잘 형성될 때까지 혼합함
- ④ 체로 친 쌀가루를 넣고 믹싱기 1단에서 30초간 섞음
- ⑤ 버터를 60℃ 정도로 녹여 골고루 섞어줌
- ⑥ 반죽틀에 반죽을 넣고 큰 기포를 제거하기 위해 작업대위에 가볍게 쳐줌
- ⑦ 180℃오븐에서 20분간 구운 후 상온에서 냉각하여 시료로 사용함

다) 품질평가항목

- ① TPA test : 케이크 두께 20mm, Probe 직경 45mm, Strain 80%, Test speed 1mm/sec
- ② Volume test
- ③ 관능검사

3) 쌀 죽 제조방법 표준화 및 품질평가방법 확립

가) 배합비

원료명	쌀가루	정제수
배합비율(%)	100	3000
중량(g)	20	600

나) 제조방법

- ① 쌀가루와 정제수를 계량함
- ② 냄비에 쌀가루와 정제수를 넣고 휘핑기로 골고루 섞어줌
- ③ 1차 중불로 끓인 후 죽이 끓기 시작하면 약불로 3분간 끓여줌

다) 품질평가항목

- ① TA test(forward/backward extrusion) : Probe diameter 45mm, Probe thickness 5.8mm, Container diameter 50mm Test speed 1.0mm/sec, post test speed 5.0mm/sec, Compression distance 30mm
- ② 관능검사

라. 쌀가루의 품질특성

1) 이화학적 특성

- 수분함량은 9.9~13.6%를 나타냄
- 아밀로즈 함량은 23.7~37.5%를 나타냄
- 손상전분함량은 0.57~6.03%를 나타냄
- 부피비로 50%를 차지하는 쌀가루 입자크기는 19.7~73.8 μ m 분포를 나타냄
- RVA 측정값은 4,009~6,502cP(Peak), 3,502~5,940cP(Final)의 분포를 나타냄
- Mixolab 측정결과 가수량은 63.5~75.5%, C1은 1.1Nm가 유지되도록 조정했으며, C2는 0.21~0.48Nm, C3는 1.15~1.77Nm, C4는 0.74~1.51Nm, C5는 1.01~2.228Nm를 나타냄

No.	제분 방식	원산지	수분 (%)	아밀로즈 (%)	손상전분 (%)	입도(μ m)		
						D(v 0.5)	D(v, 0.9)	span
1	건식	국산	11.9	25.1	4.07	73.8	1540	20.8
2		태국산	11	29.6	6.03	70.2	645	8.9
3		국산	10.6	27.8	2.85	65.6	174.5	2.5
4		국산	9.9	29.3	5.57	38.1	88	2.1
5	습식	국산	13.5	26.4	2.26	44.7	721.5	14.8
6		수입산	13.6	27.1	2.85	37.3	78.2	1.7
7		국산	11.7	23.7	2.17	31.2	75.9	2.1
8		수입산	11.9	37.5	5.1	19.7	50.6	2.1
9		국산	12.2	27.2	0.57	66.4	151	2
10		국산	11.5	26.7	1.67	26.8	71.3	2.3
11		국산	11.2	25	2.06	36.7	73.8	1.6

No.	제분 방식	원산지	RVA(cP)						
			Peak	Trough	Break-down	Final	Setback	Peak time (min)	Pasting Temp (℃)
1	건식	국산	4,922	2,731	2,191	4,596	2,405	5.8	76.9
2		태국산	4,009	2,425	1,584	5,299	3,715	5.6	81.6
3		국산	4,919	2,276	2,643	4,039	1,396	5.67	73.75
4		국산	5,051	2,169	2,882	3,880	998	5.67	70.6
5	습식	국산	4,126	2,020	2,106	3,502	1,396	6.2	82.3
6		수입산	4,618	2,730	1,888	4,450	2,562	6.33	72.15
7		국산	6,150	3,549	2,601	5,370	2,769	6.4	75.4
8		수입산	4,939	3,273	1,666	5,940	4,274	6.33	82.55
9		국산	6,502	3,841	2,661	5,877	3,216	6.33	86.45
10		국산	5,691	3,492	2,199	5,356	3,157	6.47	75.3
11		국산	6,491	3,269	3,222	5,085	1,863	6.2	73.75

No.	제분 방식	원산지	Mixolab(Nm)					
			water absorption (%)	C1	C2	C3	C4	C5
1	건식	국산	69.3	1.09	0.33	1.24	0.84	1.17
2		태국산	64.7	1.12	0.48	1.55	1.51	2.19
3		국산	71.7	1.11	0.47	1.24	0.83	1.14
4		국산	75.5	1.10	0.38	1.15	0.74	1.01
5	습식	국산	69.0	1.11	0.21	1.39	0.83	1.14
6		수입산	67.8	1.12	0.24	1.72	1.00	1.45
7		국산	67.3	1.14	0.26	1.53	0.99	1.44
8		수입산	66.3	1.11	0.27	1.37	1.31	2.22
9		국산	63.5	1.10	0.32	1.77	1.20	1.74
10		국산	67.2	1.16	0.25	1.51	0.96	1.37
11		국산	65.3	1.11	0.28	1.58	1.02	1.44

마. 쌀 식빵 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

1) 부피측정 결과

- Volscan으로 측정한 식빵의 부피측정결과 건식 쌀가루로 만든 식빵의 부피가 작게 나타남
- 또는 부피결과에 의해 영향을 받은 specific volume, max height 등도 건식제분 쌀가루가 작게 나타나 식빵 제조용 쌀가루는 건식 쌀가루가 적합하지 않은 것으로 나타남

2) TPA test 결과

- 건식 쌀가루로 만든 식빵의 Hardness가 습식 쌀가루로 만든 것 보다 대체로 높게 나타남
- Hardness와 관련이 있는 Gumminess와 Chewiness도 건식 쌀가루로 만든 식빵이 높게 나타남
 - Gumminess = Hardness x Cohesiveness
 - Chewiness = Gumminess x Springiness

3) 관능검사 결과

- 흰 정도는 5.7~13.0를 나타냈으나 밀가루로 만든 빵이 가장 높게 나타남
- 기공의 미세한 정도는 5.2~8.0, 촉촉한 정도는 3.3~10.2, 딱딱한 정도는 3.4~11.8을 나타냄

No.	제분 방식	원산지	Volscan Profiler							
			Volume (ml)	Weight (g)	Specific Vol (ml/g)	Volume -Yield (ml/100 g flour)	Product Length (mm)	Max Height (mm)	Width at Max Height (mm)	W/L Ratio at Max Height
1	건식	국산	911.9	634.5	1.4	132.2	206.6	62.8	86.9	0.72
2		태국산	928.9	641	1.5	134.6	212.6	62.6	86.1	0.73
3		국산	867	645	1.3	125.6	205.3	60.4	86.8	0.7
4		국산	853.4	638.5	1.3	123.7	214	62.1	81	0.77
5	습식	국산	1439.8	611.5	2.4	208.7	215.9	109.1	110.5	0.98
6		수입산	1074.4	623.5	1.7	155.7	205.8	92.4	75.5	1.23
7		국산	1204.7	631	1.9	174.6	212.8	100.1	91.5	1.12
8		수입산	1173.9	638	1.8	170.1	206.3	100.7	92.7	1.1
9		국산	906.7	644.5	1.4	131.4	207.5	61.8	86.4	0.72
10		국산	1217.5	643.5	1.9	176.4	207	77.6	88.8	0.88
11		국산	1218.8	631	1.9	176.6	204.8	78.6	87.6	0.9
12	밀가루	강력분	1730.4	640.5	2.7	250.8	210.3	105.8	90.5	1.17

No.	제분 방식	원산지	Texture Analyzer					
			Hardness (g)	Adhesiveness (g.sec)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1	건식	국산	7,608	-3.94	0.91	0.68	5,173	4,705
2		태국산	19,207	-5.94	0.89	0.50	9,671	8,677
3		국산	7,465	-7.81	0.91	0.64	4,739	4,290
4		국산	7,299	-3.84	0.91	0.65	4,756	4,327
5	습식	국산	881	-1.12	0.95	0.71	622	592
6		수입산	4,110	-2.81	0.92	0.63	2,608	2,410
7		국산	8,729	-8.05	0.95	0.48	4,164	3,953
8		수입산	3,052	-1.18	0.92	0.62	1,896	1,745
9		국산	8,126	-9.61	0.91	0.51	4,124	3,761
10		국산	3,672	-0.44	0.93	0.63	2,312	2,147
11		국산	2,673	-1.16	0.94	0.64	1,707	1,600
12	밀가루	강력분	2,157	-1.58	0.91	0.56	1,216	1,108

No.	제분 방식	원산지	관능검사			
			흰정도	기공의 미세한 정도	촉촉한 정도	딱딱한 정도
1	건식	국산	6.7	5.8	7.6	5.7
2		태국산	7.7	5.2	3.9	11.8
3		국산	8.2	5.3	7.8	7.8
4		국산	9.1	5.5	8.8	6.3
5	습식	국산	8.1	6.4	10.2	3.4
6		수입산	7.8	7.0	6.7	6.3
7		국산	8.6	5.5	3.3	10.3
8		수입산	6.7	6.0	7.2	5.9
9		국산	5.7	6.3	7.4	7.5
10		국산	8.4	6.8	6.1	5.7
11		국산	8.4	8.0	5.9	7.2
12	밀가루	강력분	13.0	7.2	8.3	3.7

4) 상관관계

- 쌀 식빵의 부피와 경도는 쌀가루의 입자크기와 상관관계가 있는 것으로 나타남
 - 쌀가루 입자 크기가 작을수록 식빵의 부피는 커지는 것으로 나타남
 - 쌀가루 입자 크기가 작을수록 식빵의 경도는 작아지는 것으로 나타남
 - 따라서 입도가 큰 건식 쌀가루보다 입도가 작은 습식 쌀가루가 식빵제조에는 더 적합한 것으로 나타남
- 쌀 식빵의 부피와 경도는 Mixolab C2와 상관관계가 높은 것으로 나타남
 - C2가 작을수록 식빵의 부피는 커지는 것으로 나타남
 - C2가 작을수록 식빵의 경도는 작아지는 것으로 나타남
 - 따라서 Mixolab의 C2 결과는 쌀 식빵의 품질을 예측하는 지표로 활용할 수 있는 것으로 나타남

<품질지표별 주요 상관관계 분석 결과>

	Amylose	Damaged starch	D(v 0.5)	RVA peak time	Mixolab C2
Volume	-0.1	-0.4	-0.6	0.67	-0.8
Hardness	0.01	0.46	0.59	-0.6	0.77
Springiness	-0.4	-0.6	-0.6	0.67	-0.8

바. 쌀 케이크의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

1) 부피측정 결과

- 쌀 케이크의 경우도 쌀 식빵과 같이 건식 쌀가루로 만든 케이크의 부피가 작게 나타남
- 따라서 케이크 제조용 쌀가루는 건식 쌀가루가 적합하지 않은 것으로 나타남

2) TPA test 결과

- Hardness의 경우도 식빵과 마찬가지로 건식 쌀가루로 만든 케이크가 높게 나타남
- Gumminess와 Chewiness도 건식 쌀가루로 만든 케이크가 높게 나타남

3) 관능검사 결과

- 흰 정도는 9.1~13.6을 나타냈으나 밀가루로 만든 빵이 가장 높게 나타남
- 기공의 미세한 정도는 7.5~11.1, 촉촉한 정도는 7.6~11.2, 딱딱한 정도는 1.2~3.7을 나타냄













No	제분방식	원산지	Volscan Profiler							
			Volume (ml)	Weight (g)	Specific Vol (ml/g)	Volume -Yield (ml/100 g flour)	Product Length (mm)	Max Height (mm)	Width at Max Height (mm)	W/L Ratio at Max Height
1	건식	국산	890.5	271.5	3.3	296.8	57.8	171.7	172.3	0.995
2		태국산	787	285.5	2.8	262.3	49	168.8	167.4	1.01
3		국산	749.2	279.5	2.7	249.7	38.7	170.1	170.3	1
4		국산	769.2	270	2.9	256.4	40.9	171.3	169.9	1.01
5	습식	국산	912	268	3.4	304	47.1	168.5	169.6	0.99
6		수입산	896	268	3.3	298.7	46.9	169.1	169.7	1
7		국산	1012.1	263	3.8	337.4	54.2	171.5	172.4	0.995
8		수입산	1105.6	265	4.2	368.5	54.1	173.5	172.9	1.005
9		국산	1097.5	267	4.1	365.8	50.7	180.2	176.8	1.02
10		국산	994.3	261	3.8	331.4	54.5	171.3	170.6	1.005
11		국산	1066.7	261.5	4.1	355.5	52.3	174.1	170.8	1.02
12		밀가루	강력분	1038.3	264.5	3.9	346.1	52.95	172.5	172.2

No.	제분 방식	원산지	Texture Analyzer					
			Hardness (g)	Adhesiveness (g.sec)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1	건식	국산	2,950	-1.18	0.91	0.62	1,822	1,651
2		태국산	4,495	-0.79	0.87	0.51	2,286	1,996
3		국산	5,253	-1.63	0.89	0.56	2,920	2,608
4		국산	3,460	-1.83	0.88	0.60	2,070	1,823
5	습식	국산	1,353	-1.07	0.89	0.65	881	782
6		수입산	1,384	-0.88	0.91	0.65	899	819
7		국산	1,321	-0.54	0.94	0.67	882	827
8		수입산	1,811	-0.82	0.92	0.57	1,041	955
9		국산	1,868	-0.68	0.93	0.67	1,252	1,168
10		국산	1,579	-0.41	0.94	0.65	1,032	965
11		국산	1,424	-0.64	0.93	0.67	960	892
12	밀가루	강력분	1,308	-1.93	0.89	0.64	837	746

No.	제분 방식	원산지	관능검사			
			흰정도	기공의 미세한 정도	촉촉한 정도	딱딱한 정도
1	건식	국산	9.4	7.5	9.4	3.4
2		태국산	9.1	9.0	7.7	2.5
3		국산	10.3	8.1	8.3	3.2
4		국산	9.6	9.7	10.6	3.7
5	습식	국산	10.8	9.8	7.6	2.2
6		수입산	10.8	9.8	8.6	2.9
7		국산	11.5	9.8	8.9	2.9
8		수입산	12.0	10.1	11.2	2.2
9		국산	9.5	8.6	10.2	3.0
10		국산	10.7	10.4	10.8	2.2
11		국산	9.9	11.1	10.1	2.3
12	밀가루	강력분	13.6	10.2	10.9	1.2



			
1. A건식- 멥쌀가루(국산)	2. A건식- 멥쌀 (태국산-장립종)	3. B건식- 국산(일반미)	4. C건식-국산
			
5. E습식-박력쌀가루(국산)	6. E습식-박력 제과용 (수입산)	7. F습식-면용(국산)	8. F습식-면용(수입산)
			
9. F습식-떡용(국산)	10. F습식-제빵용(국산)	11. F습식-제과용(국산)	12. 밀가루-박력분(수입산)

			
1. A건식- 멥쌀가루(국산)	2. A건식- 멥쌀 (태국산-장립종)	3. B건식- 국산(일반미)	4. C건식-국산
			
5. E습식-박력쌀가루(국산)	6. E습식-박력 제과용 (수입산)	7. F습식-면용(국산)	8. F습식-면용(수입산)
			
9. F습식-떡용(국산)	10. F습식-제빵용(국산)	11. F습식-제과용(국산)	12. 밀가루-박력분(수입산)

4) 상관관계

- 쌀 케이크의 부피와 RVA Peak 및 Through viscosity와 상관관계가 있는 것으로 나타남
 - RVA Peak 및 Through viscosity가 클수록 쌀 케이크의 부피는 커지는 것으로 나타남
 - 특히 RVA Through viscosity는 쌀 케이크의 부피를 예측하는 좋은 지표가 될 수 있는 것으로 나타남
- 쌀 케이크의 부피는 TPA Hardness와 부의 상관관계, Springiness와 정의 상관관계를 나타냄

- 쌀 케이크의 부피가 클수록 Hardness는 작아지고 Springiness는 높게 나타나 쌀 케이크의 품질이 높게 평가됨

사. 쌀 죽의 가공적성에 영향을 미치는 쌀가루 품질지표

1) 점도측정 결과

- Texture analyzer로 Forward/Backward Extrusion 방법에 의해 측정된 Max. Force는 39.1~105.5(g)을, Adhesiveness는 -29.9~-120.1(g)를 나타냄

2) 관능검사 결과

- 흰정도는 8.7~13.6, 이취는 1.2~12.9, 단맛은 1.6~8.7, 부드러운 정도는 7.9~13.9를 나타냄

No.	제분방식	원산지	Forward/Backward Extrusion		
			Area(g.sec)	Max. F.(g)	Adhesiveness(g)
1	건식	국산	1473.0	53.8	-51.4
2		태국산	1047.0	39.1	-29.9
3		국산	1654.5	62.6	-64.9
4		국산	1465.1	55.5	-52.8
5	습식	국산	1419.8	54.1	-56.3
6		수입산	2104.3	76.8	-82.9
7		국산	2645.7	105.5	-120.1
8		수입산	1549.9	57.2	-47.8
9		국산	2061.7	85.4	-95.5
10		국산	1844.6	67.1	-73.1
11		국산	2234.1	84.9	-99.8
12	밀가루	강력분	1473.0	53.8	-51.4

No.	제분방식	원산지	관능검사			
			흰정도	이취	단맛	부드러운 정도
1	건식	국산	8.9	1.8	7.9	13.9
2		태국산	12.2	1.2	8.7	8.6
3		국산	12.5	1.6	8.4	12.1
4		국산	10.4	1.6	5.8	9.2
5	습식	국산	12.7	1.7	7.2	10.4
6		수입산	13.3	1.2	7.6	10.2
7		국산	8.7	1.4	5.9	11.1
8		수입산	11.0	1.6	6.8	10.6
9		국산	10.4	12.9	1.6	8.1
10		국산	10.9	12.7	2.0	7.9
11		국산	10.6	12.3	2.6	7.9
12	밀가루	강력분	13.6	10.2	10.9	1.2

3) 상관관계

- 쌀 죽의 Max. Force는 손상전분과 RVA Peak Viscosity와 상관관계가 있는 것으로 나타남
 - 쌀가루의 손상전분함량이 증가할수록 Max. Force는 증가하는 것으로 나타남
 - RVA Peak Viscosity는 죽의 Max.Force와 정의 상관관계가 있는 것으로 나타남
 - 따라서 손상전분과 RVA Peak Viscosity는 쌀 죽의 물성을 예측하는 지표가 될 수 있는 것으로 나타남

4. 결과종합

가. 3년간의 연구결과를 종합한 결과 용도별 쌀가루의 품질지표는 제품을 만들 때 사용되는 가수량(율)과 주·부원료의 배합비 그리고 어떠한 제조방법을 적용하느냐에 따라 큰 차이가 있는 것으로 나타남

1) 가수량(율)

- 쌀 가공식품 제조 시 가수량(율)에 따라 가공적성 및 제품품질에 영향을 미치는 인자가 달라짐
- 가수량(율)이 적은 제품의 경우 쌀가루의 입자크기와 아밀로즈 함량이 주요 품질 인자로 나타남
- 가수량(율)이 많아질수록 손상전분이 품질에 영향을 주는 것으로 나타남

2) 배합비(부원료 사용여부)

- 제조 배합비가 단순할수록 즉, 쌀가루 함량이 많을수록 쌀가루의 이화학적 특성이 그대로 제품품질에 반영되는 경향을 나타냄
- 압출면, 가래떡, 백설기, 흰죽 등 배합비가 단순한 제품의 경우 쌀가루의 이화학적 특성이 그대로 제품특성에 영향을 미침
- 하지만 쿠키, 빵, 케이크 등 다양한 부원료를 함께 사용하는 제품의 경우 쌀가루 품질의 직접적인 영향은 줄어드는 것으로 나타남

3) 제조공정

- 제조공정에 따라 제품품질에 영향을 미치는 쌀가루 품질인자가 다르게 나타남
- 단순 가수, 혼합, 가열, 성형하는 제품은 쌀가루의 입자크기와 아밀로즈 함량의 영향이 큰 것으로 나타남
- 하지만 빵, 케이크 등 반죽과 발효(팽창)공정이 있는 제품은 쌀가루의 이화학적 특성이 종합적으로 반영된 RVA, Mixolab 등의 측정결과가 좋은 지표가 될 수 있는 것으로 나타남
- 고추장, 된장 등과 같이 발효, 숙성공정이 있는 제품은 쌀가루의 품질특성이 최종제품 품질에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타남

나. 쌀가루는 전분이 주요 성분으로 구성되어 있으며 국내에서 재배된 쌀은 단백질 함량이 6~7% 정도로 큰 차이가 없기 때문에 전분의 품질특성이 주요 품질인자로 작용함

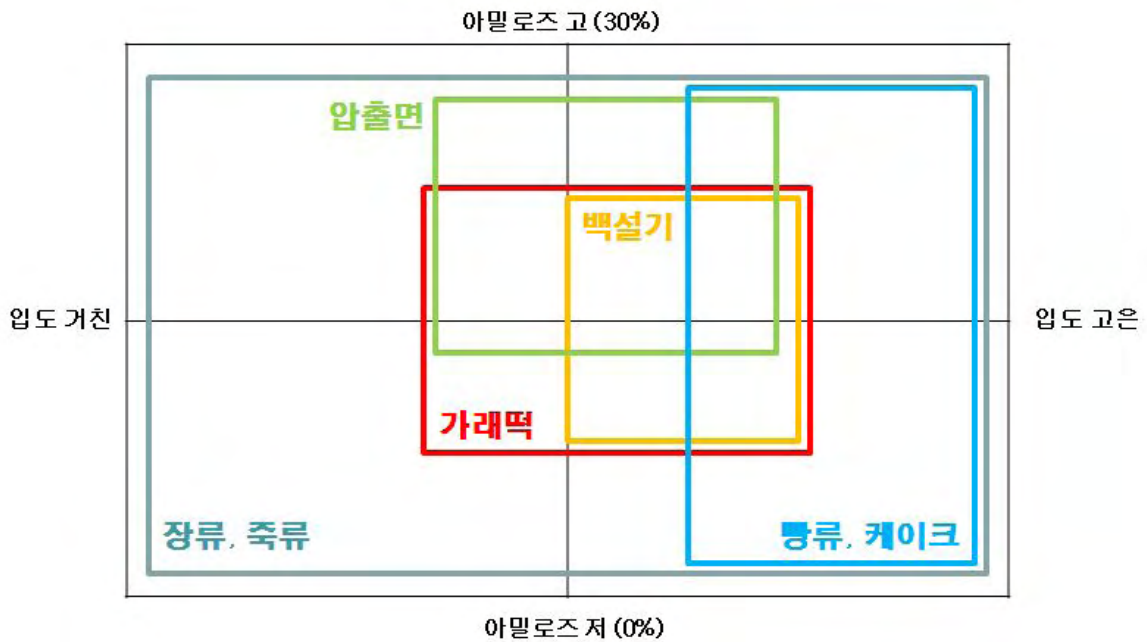
다. 또한 쌀가루 체분 시 영향을 받는 손상전분함량과 입자크기도 제품품질에 영향을 미치는 주요 품질인자로 확인됨

라. 반죽공정이 있거나 고 수분 상태에서의 호화공정이 있는 가공식품의 경우에는 Mixolab과 RVA가 제품의 품질을 예측하는 좋은 수단이 될 수 있는 것으로 나타남

<용도별 쌀가루 품질지표 및 영향인자>

품질인자	쿠키	압출면	가래떡	백설기	식빵	케이크	흰죽	된장	고추장
입도	◎	◎	◎	◎	◎	◎	-	-	-
손상전분	-	-	-	-	△	△	△	-	-
아밀로즈	-	◎	◎	◎	-	-	△	-	-
RVA	-	-	-	-	-	◎	◎	-	-
Mixolab	-	-	-	-	◎	◎	-	-	-
가수율 (쌀가루: 물)	1:0.25	1:0.5	1:0.55	1:0.65	1:0.8	1:1.4	1:30	1:1.5	1:2.5
제조공정	가수 성형 굽기	가수 가열 압출성형	가수 증숙 성형	가수 증숙	가수 반죽 굽기	가수 반죽 굽기	가수 가열 호화	가수 가열 발효	가수 가열 발효
부원료 사용여부	O	X	X	X	O	O	X	O	O

※ 품질영향 정도 (◎ : 영향이 큼, △ : 영향이 중간, - : 영향이 적음)



<쌀가루의 입자크기 및 아밀로즈 함량에 따른 가공적성 상관도>

별첨 1) 용도별 쌀가루 품질평가방법 표준화(안)

고추장 제조 및 평가방법 표준화

제조공정도

쌀가루

가수 엿기름 물 35%

증숙

1차 혼합 엿기름 물 + 정제염

2차 혼합 메주가루, 고춧가루

숙성

배합비

원료명	비율(%)	중량(g)
메주가루	7	140
고춧가루	14	280
정제염	8	160
쌀가루	21	420
엿기름 물	50	1,000
계	100	2,000

품질평가항목

- 수분, 염도
- 색도(L, a, b)
- 점도(Texture analyzer)
- 아미노태질소
- 유리당

된장 제조 및 평가방법 표준화

제조공정도

쌀가루

가수 엿기름 물 35%

증숙

1차 혼합 엿기름 물 + 정제염

2차 혼합 된장 제공품

숙성

배합비

원료명	비율(%)	중량(g)
된장 제공품	50	1,000
정제염	3.5	70
쌀가루	18	360
정제수	28.5	570
계	100	2,000

품질평가항목

- 수분, 염도
- 색도(L, a, b)
- 점도
- 아미노태질소
- 유리당

쿠키 제조방법 표준화 1차 실험

제조공정도

1차 혼합 마가린, 분당, 계란

2차 혼합 쌀가루, 우유

휴지 냉장고 10분

성형 냉동고 20분

절단 직경 40mm, 두께 10mm

굽기 170℃ 25분

냉각

배합비(baker's formula)

원료명	비율(%)	중량(g)
쌀가루	100	100
마가린	30	30
분당	60	60
우유	20	20
계란	10	10
계		220

품질평가항목

- 수분
- 크기(직경, 높이)
- 경도

백설기 제조방법 및 품질평가방법 표준화

□ 제조공정도

쌀가루

가수·가염

롤밀링·숙성 30분

체 내림

가당·혼합

성형·증숙 100℃ 10분

냉각

□ 배합비

원료명	배합비율(%)	중량(g)
쌀가루	100	500
정제수	50~65	250~325
설탕	10	75~82.5
정제염	1	7.5~8.25

※ 설탕, 정제염은 쌀가루+정제수 무게기준으로 계산

□ 품질평가항목

- 가수량
- TPA test(경도, 부착력)

가래떡 제조방법 및 품질평가방법 표준화

□ 제조공정도

쌀가루

가수·가염

롤밀링·숙성 30분 숙성

증숙 100℃ 10분

성형

냉각·노화 10℃ 48시간

절단·포장 진공포장, 냉장보관

□ 배합비

원료명	배합비율(%)	중량(g)
쌀가루	100	2,000
정제수	45~55	900~1,100
정제염	0.9	26.1~27.9

※ 정제염은 쌀가루+정제수 무게기준으로 계산

□ 품질평가항목

- 가수량
- 탁도(국수:물=1:10, 3분 가열, 675nm)
- TPA test(100℃ 3분 가열)

압출면 제조방법 및 품질평가방법 표준화

□ 제조공정도

쌀가루

가수

반죽

압출성형

냉각

포장

□ 배합비

원료명	비율(%)	중량(g)
쌀가루	100	1,000
물	45~55	450~550
소금	1	14.5~15.5

※ 정제염은 쌀가루+정제수 무게기준으로 계산

□ 품질평가항목

- 가수량
- 탁도(국수:물=1:10, 2분 가열, 675nm)
- TPA test(100℃ 2분 가열)

쌀 식빵 제조방법 및 품질평가방법 표준화

□ 제조공정도

원료	스트레이트법
믹싱	10분 (글린업단계 현미유 혼합)
분할	
벤치타임	실온 10분 (반죽온도 27℃)
성형	
발효	35°C 85% 50분
굽기	상하180°C 40분

□ 배합비

원료명	배합비율(%)	중량(g)
쌀가루	85	680
글루텐	15	120
설탕	2	16
정제염	3	24
탈지 분유	3	24
분말이스트	1.5	12
현미유	6	48
정제수	70	560

□ 품질평가항목

- TPA test
- Volume test
- 관능검사

쌀 케이크 제조방법 및 품질평가방법 표준화

□ 제조공정도

쌀가루	
체 내림	
계란·설탕·소금 휘핑	공립법, 고속6분
쌀가루혼합	저속30초
버터혼합	저속20초
굽기	상하180°C 20분
냉각	

□ 배합비

원료명	배합비율(%)	중량(g)
쌀가루	100	200
소금	0.8	1.6
계란	180	360
설탕	120	240
베이킹 파우더	0.8	1.6
바닐라향	0.4	0.8
버터	3.0	6

□ 품질평가항목

- TPA test
- Volume test
- 관능검사

쌀가루 죽 제조방법 및 품질평가방법 표준화

□ 제조공정도

쌀가루	
정제수	
교반	정제수, 쌀가루 혼합
1차 끓이기	
2차 끓이기	약불 3분

□ 배합비

원료명	배합비율(%)	중량(g)
쌀가루	100	20
정제수	3,000	600

□ 품질평가항목


- Texture analyzer test
- 관능검사

별첨 2) 쌀가공식품 시장조사 결과

1. 쌀가루를 사용하여 만든 가공식품의 쌀가루 함유량 비교

- 고추장 : 22.7~24.9%
- 과자 : 30~99.75%
- 쌀국수 : 5.1~91%
- 쌀 파스타 : 82.3%
- 빵류 : 2.97~10.62%
- 케이크 : 44.7~73%
- 죽류 : 40%
- 스프류 : 3~62.8%
- 카레 : 20%
- 시리얼 바 : 55%




2. 제품별로 10% 이하 쌀가루를 소량 첨가할 경우 쌀가루의 품질 차이는 큰 의미가 없으며 쌀가루를 주원료로 사용하여 제품을 만들 경우에만 쌀가루 품질이 제품 품질에 영향을 미침

구 분	내 용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)화과방, '구움과자 꿀호박' ○ 용량 및 원재료 : 175g(35g*5), 골드강력쌀가루15.7%[쌀73%(국산),글루텐 밀 프랑스산],식물성크림(우유),혼합제제(변성전분,백설탕),텍스트린] ○ 가격 : 3,480원 ○ 보관방법 : 실온
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)화과방, '구움과자 꿀밤' ○ 용량 및 원재료 : 175g(35g*5), 골드강력쌀가루20%[쌀73%(국산),글루텐 (밀 프랑스산),식물성크림(우유),혼합제제(변성전분,백설탕),텍스트린], ○ 가격 : 3,480원 ○ 보관방법 : 실온
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)화과방, '구움과자 고구마' ○ 용량 및 원재료 : 175g(35g*5), 골드강력쌀가루16.1%[쌀73%(국산),글루텐 밀 프랑스산],식물성크림(우유),혼합제제(변성전분,백설탕),텍스트린] ○ 가격 : 3,480원 ○ 보관방법 : 실온
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)기린식품, '빅마마호빵' ○ 용량 및 원재료 : 360g(4개입), 쌀가루(국산)5.28%, ○ 가격 : 2,600원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)삼립식품, '삼립 호빵' ○ 용량 및 원재료 : 175g(35g*5), 쌀가루 ○ 가격 : 3,600원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)기린식품, '밤꿀호떡' ○ 용량 및 원재료 : 320g, 쌀가루(국산)2.97%, ○ 가격 : 2,450원 ○ 보관방법 : 직사광선/습기X/서늘한곳

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)삼립식품, '우리쌀을 품은 백설기' ○ 용량 및 원재료 : 200g(3개입), 쌀가루/국산 ○ 가격 : 1,500원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)삼립식품, '우리쌀 소프트 토스트' ○ 용량 및 원재료 : 420g, 쌀가루10.62%/국산 ○ 가격 : 1,750원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)파리크라상, '엄마가 미(米)는 우리쌀식빵' ○ 용량 및 원재료 : 430g, 쌀가루/국산 ○ 가격 : 2,300원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '청정원 우리쌀 양송이수프' ○ 용량 및 원재료 : 60g(3인분), 쌀루35%[쌀가루62.8%(쌀:국산),옥수수가루(옥수수:수입산),버터] ○ 가격 : 1,200원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '청정원 우리쌀 소고기수프' ○ 용량 및 원재료 : 60g(3인분), 쌀루35.5%[쌀가루62.8%(쌀:국산),옥수수가루(옥수수:수입산),버터] ○ 가격 : 1,200원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '청정원 우리쌀 야채수프' ○ 용량 및 원재료 : 60g(3인분), 쌀루35.5%[쌀가루62.8%(쌀:국산),옥수수가루(옥수수:수입산),버터] ○ 가격 : 1,200원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '우리쌀을 넣어 더욱 든든한 콘크림 컵수프' ○ 용량 및 원재료 : 60g(20g*3), 호화쌀가루3%(쌀:국산), ○ 가격 : 2,400원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '우리쌀을 넣어 더욱 든든한 포테이토 컵수프' ○ 용량 및 원재료 : 60g(20g*3), 호화쌀가루3%(쌀:국산) ○ 가격 : 2,400원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '청정원 우리쌀 쇠고기죽' ○ 용량 및 원재료 : 60g(2인분), 건조쌀가루40%(쌀:국산/이천산) ○ 가격 : 1,300원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), '청정원 우리쌀 야채죽' ○ 용량 및 원재료 : 60g(2인분), 건조쌀가루40%(쌀:국산/이천산), 건조쌀8.5%(쌀:국산/이천산) ○ 가격 : 1,300원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)오뚜기, ‘오뚜기 옛날 쇠고기죽’ ○ 용량 및 원재료 : 85g, 쌀(국산),쌀가루(국산) ○ 가격 : 1,240원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상㈜, ‘이마트 햇살카레’ ○ 용량 및 원재료 : 80g, 쌀가루20%(쌀:국내산), ○ 가격 : 990원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상㈜, ‘청정원 카레여왕(해물맛)’ ○ 용량 및 원재료 : 108g(4인분), 쌀가루(국내산)20.0% ○ 가격 : 2,400원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)기린식품, ‘쌀로별 고소한맛’ ○ 용량 및 원재료 : 80g, 쌀(국산) ○ 가격 : 1,440원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)농심, ‘조청 유과’ ○ 용량 및 원재료 : 80g, 쌀가루30%,(국산) ○ 가격 : 790원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)농심, ‘별따먹자’ ○ 용량 및 원재료 : 45g, 쌀가루56%(국산) ○ 가격 : 880원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 롯데제과 주식회사, ‘이마트 쌀로 빛은 별 고소한맛’ ○ 용량 및 원재료 : 155g, 쌀(중국산)44% ○ 가격 : 1,480원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : Want Want foods co.LTD, ‘참쌀선과’ ○ 용량 및 원재료 : 115g(20봉지), 쌀(중국산) ○ 가격 : 2,240원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 깊은숲속 행복식품, ‘유기농 쌀과자’ ○ 용량 및 원재료 : 30g, 유기농쌀(국내산)95% ○ 가격 : 3,600원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)미미제과식품, ‘우리쌀로 빛은 고소한 인절미’ ○ 용량 및 원재료 : 75g, 쌀그릿츠(백미100%국산)99.25% ○ 가격 : 1,430원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 도올바이오푸드, ‘유기농 쌀과자노랑’ ○ 용량 및 원재료 : 25g, 유기농쌀(국산)77.732% ○ 가격 : 3,900 원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : kellogg's company, '라이스 크리스피 트리트 오리지널' ○ 용량 및 원재료 : 176g(22g*8), 토스티드라이스시리얼43.03%(쌀35%,설탕,정제소금,천연맥아향,니코틴산아미드,환원철,비타민B2,엽산), ○ 가격 : 4,980원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : Hearthside Food solutions.LLc, '프렌치 바닐라' ○ 용량 및 원재료 : 340g, 쌀가루19% ○ 가격 : 4,980원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : Pristine industries Pty.Ltd, '요곤 블루베리 크랜베리 무슬리 바' ○ 용량 및 원재료 : 138g(23g*6), 쌀가루 ○ 가격 : 5,850원 ○ 보관방법 : 직사광선/습기X/서늘한곳/가급적빨리 섭취
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)미정, '이마트 우리쌀국수(멸치맛)' ○ 용량 및 원재료 : 60g(2인분), 쌀가루80%(국산) ○ 가격 : 15,880원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : THUAN PHONG CO., '라이스 페이퍼' ○ 용량 및 원재료 : 280g, 타피오카전분 89.7%,쌀10%,정제엽0.3%(베트남) ○ 가격 : 2,710원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : Union Ralchaburi, '쌀국수 한그릇' ○ 용량 및 원재료 : 320g, 쌀90% ○ 가격 : 3,980원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대선제분(주), '헤두루 부드러운 쌀국수' ○ 용량 및 원재료 : 400g, 쌀91%(수입산100%) ○ 가격 : 5,980원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳/상온
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 한일식품(주), '비빔쌀국수' ○ 용량 및 원재료 : 150g, 알파쌀가루5.1%(국산) ○ 가격 : 1,270원 ○ 보관방법 : 고온,직사광선X/서늘,건조,실온
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)아워홈, '아워홈 미트소스 쌀파스타' ○ 용량 및 원재료 : 면 160g 2개입, 쌀가루82.3%(쌀:국산) ○ 가격 : 5,740원 ○ 보관방법 : 냉장보관
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 농심, '라이스짬뽕' ○ 용량 및 원재료 : 129g, 쌀가루 ○ 가격 : 1,660 원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 농심, ‘라이스 짜장면’ ○ 용량 및 원재료 : 125g, 쌀가루 ○ 가격 : 1,660원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)씨알푸드, ‘비디랩 몸이 가볍게 채워지는 곡물 시리얼’ ○ 용량 및 원재료 : 69.4g, 생미분44.7%(국산), ○ 가격 : 1,400원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)한스코리아, ‘비디랩 다이어트 마음이 따뜻해지는 단백질 쌀국수’ ○ 용량 및 원재료 : 80g, 쌀가루30%,(국산) ○ 가격 : 790원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대한식품, ‘백설 컵케익’ ○ 용량 및 원재료 : 60g(커피믹스50g/당시럽10g), 쌀가루(수입산) ○ 가격 : 1,290원 ○ 보관방법 : 건조/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 롯데제과주식회사, ‘이마트 우리쌀 초코파이수’ ○ 용량 및 원재료 : 180g(30g*6), 쌀가루(국산), 찹쌀가루(국산) ○ 가격 : 1,780원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 오투기라면주식회사, ‘쌀케이크 건도포믹스’ ○ 용량 및 원재료 : 440g(반죽믹스200g*2, 건포도20g*2), 쌀가루58.25%(국산) ○ 가격 : 4,250원 ○ 보관방법 : 직사광선X/습기X/서늘한곳
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 씨제이 제일제당(주), ‘우리쌀로 만든 태양초콜드 고추장’ ○ 용량 및 원재료 : 2kg, 쌀24.0%(국산) ○ 가격 : 12,880원 ○ 보관방법 : 직사광선X/서늘한곳/개봉후냉장보관
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 대상(주), ‘청정원 순창 우리쌀로 만든 현미고추장’ ○ 용량 및 원재료 : 2kg, 현미10%(국산),쌀12.7%(국산) ○ 가격 : 10,320원 ○ 보관방법 : 서늘,건조/개봉후냉장보관
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : (주)이마트, ‘이마트 매운 우리쌀 고추장’ ○ 용량 및 원재료 : 500g, 쌀24.3%(국산) ○ 가격 : 5,250원 ○ 보관방법 : 직사광선X/상온/개봉후냉장보관
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조원 및 상품명 : 씨제이 제일제당(주), ‘새콤달콤 초고추장’ ○ 용량 및 원재료 : 1050g, 쌀24.9%(국산) ○ 가격 : 3,340원 ○ 보관방법 : 직사광선X/상온/개봉후냉장보관

가. 찰가루 입자 및 혼합 응고제에 따른 찰두부의 이화학적 특성

(1) 영안벼 찰가루 및 응고제 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 찰가루와 응고제인 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 이화학적 특성을 측정된 결과를 Table 15에 나타냈다. pH의 경우 응고제 GDL의 함량이 감소하고 CaSO₄의 함량은 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 이는 GDL이 gluconic acid로 전환되는 과정(2,3)에 의해 나타나는 것으로 판단된다. 동일한 응고제 비율에서 입자별로 비교했을 때 전반적으로 160 mesh에서 pH가 높았다. 찰가루 크기가 120 mesh에서 L*값과 산도가 높은 경향을 보였다. 수율에서는 응고제 GDL의 함량과 정비례관계가 나타났고 찰가루 크기 비교시 160 mesh에서 높게 나타났다.

Table 15. Physicochemical characteristic of rice-tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaSO₄-GDL

CaSO ₄ -GDL	Physicochemical						
		pH	L*	a*	b*	acidity	yield
80 mes h	75:25	6.27±0.01 ^{aA}	83.51±0.21 ^{aC}	0.28±0.04 ^{cB}	17.03±0.04 ^{abB}	0.09±0.01 ^{bB}	248.89±3.85 ^{bB}
	50:50	5.80±0.02 ^{bA}	82.29±0.26 ^{bC}	0.42±0.04 ^{bB}	16.79±0.09 ^{bB}	0.10±0.01 ^{bC}	251.11±1.92 ^{abB}
	25:75	5.41±0.01 ^{cC}	83.53±0.36 ^{aB}	0.86±0.04 ^{aA}	17.63±0.70 ^{aA}	0.13±0.01 ^{aC}	256.67±3.33 ^{aNS}
120 mes h	75:25	5.90±0.02 ^{aB}	86.46±0.32 ^{nsA}	0.46±0.05 ^{aA}	17.46±0.09 ^{aA}	0.30±0.01 ^{aA}	252.22±1.92 ^{bB}
	50:50	5.75±0.01 ^{bB}	86.17±0.44 ^{nsA}	0.60±0.05 ^{aA}	17.06±0.25 ^{abB}	0.29±0.00 ^{aA}	253.33±3.33 ^{bB}
	25:75	5.54±0.02 ^{cB}	86.30±0.33 ^{nsA}	0.68±0.07 ^{bB}	16.43±0.58 ^{bB}	0.22±0.02 ^{bB}	260.00±3.33 ^{aNS}
160 mes h	75:25	6.27±0.01 ^{aA}	85.00±0.03 ^{aB}	0.13±0.03 ^{cC}	17.53±0.01 ^{bA}	0.08±0.01 ^{cB}	257.78±1.92 ^{bA}
	50:50	5.82±0.01 ^{bA}	83.49±0.03 ^{cB}	0.49±0.01 ^{bB}	17.61±0.02 ^{aA}	0.22±0.02 ^{bB}	258.89±1.92 ^{abA}
	25:75	5.72±0.01 ^{cA}	84.02±0.02 ^{bB}	0.76±0.01 ^{aB}	16.33±0.02 ^{cB}	0.31±0.01 ^{aA}	262.22±1.92 ^{aNS}

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each different size of rice are significantly different (p<0.05)
a-c: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants ratio of CaSO₄-GDL (p<0.05)

(2) 영안벼 찰가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부

서로 다른 입자의 영안벼 찰가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 찰두부의 이화학적 특성을 측정된 결과(Table 16), pH의 경우 응고제 GDL의 함량이 감소하고 CaCl₂의 함량은 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 동일한 응고제 비율에서 입자별로 비교했을 때 전반적으로 160 mesh에서 pH가 높았다. 찰가루 크기가 120 mesh에서 L*값과 산도가 높은 경향을 보였고 b*값은 80 mesh에서 높은 경향을 보였다. 수율의 경우, 응고제 GDL의 함량과 정비례관계가 나타났으며 120 mesh에서 높게 나타났다.

Table 16. Physicochemical characteristic of rice-tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaCl₂-GDL

CaCl ₂ -GDL	Physicochemical						
		pH	L*	a*	b*	acidity	yield
80 mesh	75:25	6.06±0.01 ^{aB}	83.49±0.02 ^{cC}	0.39±0.02 ^{cA}	18.30±0.03 ^{bA}	0.08±0.01 ^{cB}	232.22±1.92 ^{bNS}
	50:50	5.69±0.01 ^{bC}	82.38±0.02 ^{cC}	1.10±0.03 ^{aA}	17.70±0.02 ^{cA}	0.13±0.00 ^{bB}	234.44±1.92 ^{bB}
	25:75	5.54±0.01 ^{cB}	83.00±0.03 ^{bB}	0.78±0.02 ^{bB}	18.38±0.02 ^{aA}	0.14±0.00 ^{aB}	240.00±3.33 ^{aB}
120 mesh	75:25	5.90±0.02 ^{aC}	85.67±0.22 ^{aA}	0.23±0.07 ^{cB}	16.51±0.31 ^{nsB}	0.12±0.01 ^{bA}	234.44±1.92 ^{cNS}
	50:50	5.75±0.01 ^{bB}	84.72±0.22 ^{bA}	0.61±0.07 ^{bB}	16.60±0.11 ^{nsB}	0.16±0.01 ^{aA}	241.11±1.92 ^{bA}
	25:75	5.54±0.02 ^{cB}	83.97±0.75 ^{bA}	0.77±0.04 ^{aB}	16.35±0.16 ^{nsC}	0.17±0.01 ^{aA}	248.89±1.92 ^{aA}
160 mesh	75:25	6.43±0.01 ^{aA}	84.12±0.19 ^{aB}	0.35±0.09 ^{cAB}	17.95±0.26 ^{aA}	0.12±0.01 ^{bA}	234.44±1.92 ^{bNS}
	50:50	6.38±0.01 ^{bA}	83.64±0.19 ^{bB}	0.62±0.11 ^{bB}	17.73±0.20 ^{aA}	0.14±0.01 ^{bB}	238.89±1.92 ^{aA}
	25:75	5.81±0.02 ^{cA}	82.74±0.29 ^{cB}	0.98±0.07 ^{aA}	17.22±0.20 ^{bB}	0.17±0.01 ^{aA}	242.22±1.92 ^{aB}

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each different size of rice are significantly different (p<0.05)
a-c: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants ratio of CaCl₂-GDL (p<0.05)

(3) 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부의 이화학적 특성을 측정된 결과를 Table 17에 나타냈다. pH의 경우 응고제 CaSO₄의 함량이 감소하고 CaCl₂의 함량은 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 동일한 응고제 비율에서 입자별로 비교했을 때 전반적으로 80 mesh에서 pH가 높았다. 쌀가루 크기가 120 mesh에서 a*값이 높은 경향을 보였고 산도는 CaSO₄의 함량이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 산도가 높을수록 콩의 단백질과 칼슘 이온이 반응이 천천히 일어나는데(9) 이는 수율에 영향을 미쳐 응고제 CaSO₄의 함량과 정비례 관계가 나타난 것으로 판단된다. 쌀가루 입자별 비교에서는 80 mesh에서 높게 나타났다.

Table 17. Physicochemical characteristic of rice-tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂

CaSO ₄ -CaCl ₂	Physicochemical						
		pH	L*	a*	b*	acidity	yield
80 mesh	75:25	6.16±0.01 ^{cA}	83.99±0.22 ^{nsNS}	0.33±0.04 ^{nsB}	17.71±0.09 ^{nsB}	0.09±0.00 ^{aNS}	261.11±3.85 ^{aA}
	50:50	6.21±0.01 ^{bA}	83.13±0.30 ^{bAB}	0.40±0.06 ^{nsNS}	17.96±0.41 ^{nsAB}	0.07±0.00 ^{bNS}	261.11±1.92 ^{aA}
	25:75	6.38±0.10 ^{aA}	83.92±0.54 ^{aA}	0.41±0.09 ^{nsC}	17.45±0.44 ^{nsB}	0.07±0.02 ^{bNS}	254.44±1.92 ^{bA}
120 mesh	75:25	6.16±0.01 ^{cA}	83.18±0.66 ^{nsNS}	0.40±0.02 ^{bAB}	18.48±0.29 ^{aA}	0.10±0.01 ^{aNS}	253.33±3.33 ^{aB}
	50:50	6.20±0.01 ^{bB}	83.48±0.04 ^{nsA}	0.43±0.04 ^{bNS}	18.25±0.07 ^{aA}	0.08±0.01 ^{abNS}	251.11±1.92 ^{aB}
	25:75	6.36±0.01 ^{aB}	82.87±0.04 ^{nsB}	0.65±0.03 ^{aA}	17.83±0.07 ^{bAB}	0.06±0.01 ^{bNS}	245.56±1.92 ^{bB}
160 mesh	75:25	6.13±0.02 ^{cB}	84.02±0.33 ^{nsNS}	0.46±0.04 ^{nsA}	17.52±0.33 ^{nsB}	0.09±0.01 ^{aNS}	241.11±1.92 ^{aC}
	50:50	6.19±0.01 ^{bB}	82.77±0.19 ^{bB}	0.50±0.07 ^{nsNS}	17.63±0.28 ^{nsB}	0.07±0.00 ^{bNS}	234.44±3.85 ^{bC}
	25:75	6.37±0.01 ^{aAB}	83.73±0.26 ^{aA}	0.52±0.06 ^{nsB}	18.19±0.47 ^{nsA}	0.06±0.01 ^{bNS}	227.78±1.92 ^{cC}

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each different size of rice are significantly different (p<0.05)
a-c: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂ (p<0.05)

나. 관능적 특성

(1) 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 GDL의 혼합비를 달리하

여 제조한 쌀두부의 관능검사 조사결과는 다음과 같다. 입자별로는 외관과 색에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 향미, 맛, 조직감에서는 120 mesh에서 높은 결과를 보였다. 응고제의 경우, CaSO₄의 함량이 높을수록 전반적으로 정비례하는 관계가 나타났다. 전체적인 기호도는 120 mesh의 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 GDL을 3:1의 비율로 첨가하여 제조한 쌀두부에서 5.4로 가장 높은 값을 보였다.

Table 18. Sensory evaluation of rice-tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaSO₄-GDL

CaSO ₄ -GDL		Sensory properties					
		Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
80 mesh	75:25	4.8±1.1 ^{nsNS}	5.4±0.7 ^{nsNS}	4.1±1.2 ^{nsB}	4.7±0.8 ^{aNS}	4.6±1.1 ^{aNS}	4.3±1.2 ^{aB}
	50:50	5.1±1.2 ^{nsNS}	4.7±0.9 ^{nsNS}	4.8±0.9 ^{nsNS}	5.1±1.3 ^{aA}	4.5±0.8 ^{abNS}	4.7±1.2 ^{aNS}
	25:75	4.8±1.0 ^{nsNS}	4.7±0.7 ^{nsNS}	4.1±1.0 ^{nsB}	2.8±0.6 ^{bB}	3.7±0.8 ^{bB}	3.0±0.9 ^{bB}
120 mesh	75:25	5.4±1.2 ^{nsNS}	5.2±0.8 ^{nsNS}	5.3±0.8 ^{nsA}	5.3±0.7 ^{nsNS}	4.7±1.2 ^{nsNS}	5.4±0.7 ^{aA}
	50:50	4.9±0.6 ^{nsNS}	4.7±1.1 ^{nsNS}	5.2±0.6 ^{nsNS}	5.3±0.9 ^{nsA}	4.3±1.3 ^{nsNS}	4.7±0.9 ^{abNS}
	25:75	4.7±0.8 ^{nsNS}	4.7±0.7 ^{nsNS}	4.9±0.7 ^{nsA}	4.8±0.8 ^{nsA}	4.6±1.1 ^{nsA}	4.2±0.6 ^{bA}
160 mesh	75:25	5.3±0.7 ^{aNS}	5.4±0.5 ^{aNS}	5.4±0.8 ^{nsA}	5.4±0.7 ^{aNS}	5.1±0.7 ^{aNS}	5.3±0.7 ^{aA}
	50:50	5.4±0.7 ^{aNS}	5.4±0.5 ^{aNS}	5.1±0.7 ^{nsNS}	4.0±1.1 ^{bB}	4.6±1.2 ^{abNS}	4.1±0.7 ^{bNS}
	25:75	4.2±1.0 ^{bNS}	4.7±0.8 ^{bNS}	4.8±0.6 ^{nsAB}	3.0±0.8 ^{cB}	3.9±0.7 ^{bAB}	3.3±0.8 ^{cB}

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each different size of rice are significantly different (p<0.05)

a-c: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants ratio of CaSO₄-GDL (p<0.05)

(2) 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaCl₂와 GDL의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부의 관능검사 조사결과는 다음과 같다. 입자별로는 향미에서 유의적인 차이는 나타나지 않았지만, 외관과 색에서는 160 mesh에서 높은 결과를 보였고 맛과 조직감에서는 120 mesh에서 높은 결과를 보였다. 응고제에서는 맛과 조직감에서 CaCl₂의 함량이 높을수록 정비례하는 관계가 나타났다. 전체적인 기호도는 120 mesh의 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 GDL을 3:1의 비율로 첨가하여 제조한 쌀두부에서 5.6으로 가장 높은 값을 보였다.

Table 19. Sensory evaluation of rice-tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaCl₂-GDL

CaCl ₂ -GDL		Sensory properties					
		Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
80 mesh	75:25	4.5±1.0 ^{nsB}	4.6±0.8 ^{nsB}	4.8±1.0 ^{nsNS}	4.8±0.9 ^{aNS}	4.5±0.8 ^{aNS}	4.5±1.0 ^{aB}
	50:50	4.6±1.0 ^{nsB}	4.8±1.0 ^{nsNS}	4.7±0.5 ^{nsNS}	3.8±1.0 ^{bB}	3.6±1.1 ^{bB}	3.6±0.7 ^{bB}
	25:75	4.6±1.3 ^{nsNS}	4.4±1.2 ^{nsNS}	4.1±0.7 ^{nsNS}	3.1±1.1 ^{bNS}	3.7±0.8 ^{abNS}	2.9±0.9 ^{bB}
120 mesh	75:25	5.7±0.5 ^{aA}	5.2±0.6 ^{nsAB}	5.3±0.7 ^{nsNS}	5.4±0.7 ^{aNS}	5.0±0.7 ^{aNS}	5.6±0.5 ^{aA}
	50:50	5.2±0.6 ^{abAB}	5.2±0.6 ^{nsNS}	5.1±0.9 ^{nsNS}	4.8±0.4 ^{bA}	5.4±0.7 ^{aA}	5.2±0.9 ^{aA}
	25:75	4.7±0.7 ^{bNS}	4.8±0.6 ^{nsNS}	4.7±0.9 ^{nsNS}	3.6±0.7 ^{cNS}	3.7±0.8 ^{bNS}	3.9±0.9 ^{bA}
160 mesh	75:25	5.4±0.7 ^{abA}	5.4±0.5 ^{nsA}	5.4±0.8 ^{aNS}	5.0±0.8 ^{aNS}	5.3±1.1 ^{aNS}	5.5±0.8 ^{aA}
	50:50	6.0±1.2 ^{aA}	5.1±0.7 ^{nsNS}	5.1±0.7 ^{abNS}	4.4±0.7 ^{abAB}	5.2±0.6 ^{abA}	4.9±0.3 ^{aA}
	25:75	4.8±0.6 ^{bNS}	5.1±0.7 ^{nsNS}	4.5±0.8 ^{bNS}	3.8±1.4 ^{bNS}	4.2±1.5 ^{bNS}	3.9±1.0 ^{bA}

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each different size of rice are significantly different (p<0.05)

a-c: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants ratio of CaCl₂-GDL (p<0.05)

(3) 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부

서로 다른 입자(80, 120, 160 mesh)의 영안벼 쌀가루와 응고제인 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비를 달리하여 제조한 쌀두부의 관능검사 조사결과는 다음과 같다. 입자별로는 외관, 향미, 조직감에서 유의적인 차이는 나타나지 않았지만, 색과 맛에서는 120 mesh에서 높은 결과를 보였다. 응고제에서는 외관, 색, 향에서는 유의적 차이가 없었지만 전반적으로 CaSO₄와 CaCl₂의 혼합비가 3:1일 때 높은 값이 나타났다. 전체적인 기호도는 120 mesh의 영안벼 쌀가루와 CaSO₄와 GDL을 3:1의 비율로 첨가하여 제조한 쌀두부에서 5.4로 가장 높은 값을 보였다.

Table 20. Sensory evaluation of rice-tofu made with different size of Youngan rice flour and coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂

CaSO ₄ -CaCl ₂		Sensory properties					
		Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
80 mesh	75:25	5.3±0.8 ^{nsNS}	4.9±0.9 ^{nsAB}	5.0±0.9 ^{nsNS}	5.5±0.8 ^{aNS}	4.9±0.9 ^{aNS}	5.2±0.9 ^{aNS}
	50:50	4.5±0.7 ^{nsNS}	4.6±0.7 ^{nsNS}	5.0±0.8 ^{nsNS}	4.5±0.7 ^{bAB}	4.4±0.8 ^{abNS}	4.4±0.5 ^{bNS}
	25:75	5.2±1.2 ^{nsNS}	4.8±0.9 ^{nsNS}	4.9±0.9 ^{nsNS}	4.8±1.0 ^{abNS}	4.1±0.7 ^{bNS}	4.1±0.7 ^{bNS}
120 mesh	75:25	5.4±1.2 ^{nsNS}	5.2±0.8 ^{nsA}	5.3±0.8 ^{nsNS}	5.3±0.7 ^{nsNS}	4.9±1.1 ^{nsNS}	5.4±0.7 ^{aNS}
	50:50	4.9±0.6 ^{nsNS}	4.7±1.1 ^{nsNS}	5.2±0.6 ^{nsNS}	5.3±0.9 ^{nsA}	4.3±1.3 ^{nsNS}	4.8±0.9 ^{abNS}
	25:75	4.7±0.8 ^{nsNS}	4.7±0.7 ^{nsNS}	4.9±0.7 ^{nsNS}	4.8±1.4 ^{nsNS}	4.4±0.8 ^{nsNS}	4.3±0.7 ^{bNS}
160 mesh	75:25	5.1±0.9 ^{nsNS}	4.4±0.7 ^{nsB}	5.0±0.7 ^{nsNS}	5.1±0.7 ^{aNS}	4.7±0.9 ^{nsNS}	5.1±0.7 ^{aNS}
	50:50	4.3±0.7 ^{nsNS}	4.6±0.7 ^{nsNS}	5.0±0.7 ^{nsNS}	4.2±1.0 ^{bB}	4.1±1.2 ^{nsNS}	4.3±0.8 ^{bNS}
	25:75	5.0±0.9 ^{nsNS}	5.1±1.0 ^{nsNS}	5.2±0.8 ^{nsNS}	3.8±1.0 ^{bNS}	3.7±1.3 ^{nsNS}	3.9±1.0 ^{bNS}

A-C: Means followed by different superscript alphabets in each different size of rice are significantly different (p<0.05)
a-c: Means followed by different superscript alphabets in each coagulants ratio of CaSO₄-CaCl₂ (p<0.05)

다. 쌀두부의 과학적 특성 규명

(1) Stereoscopic micrographs

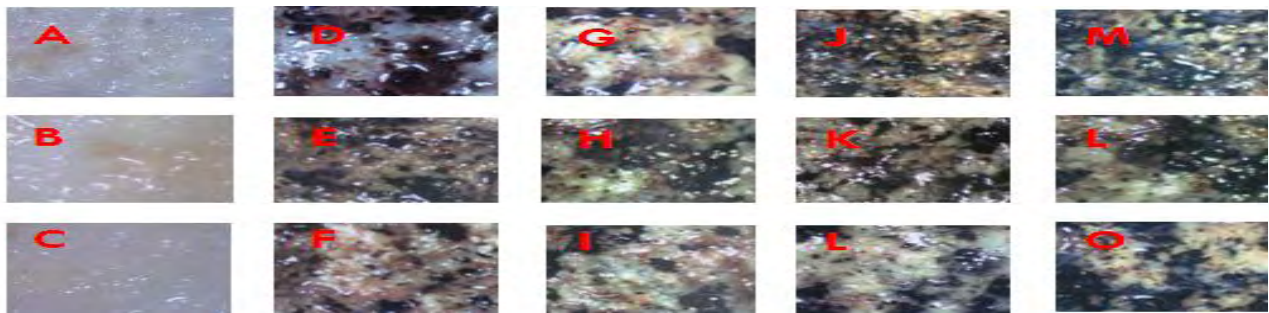


Fig. 4. Stereoscopic micrographs of the top of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants.

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO₄ as the coagulant; C: Tofu using CaCl₂ as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaSO₄ as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaCl₂ as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaSO₄ as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaCl₂ as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO₄ as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl₂ as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO₄ as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl₂ as the coagulant

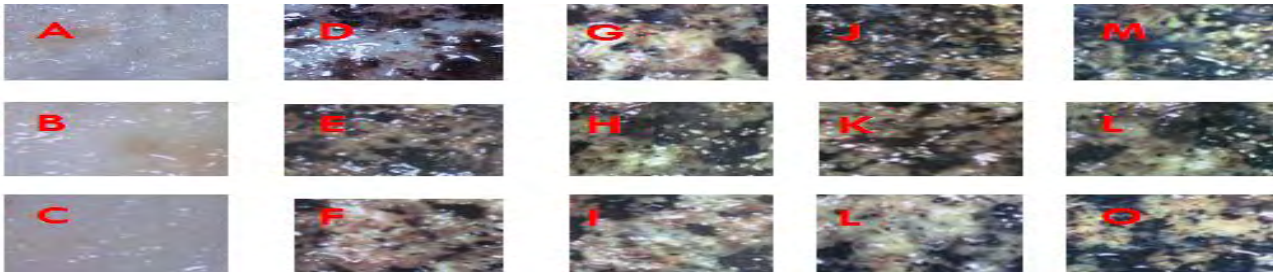


Fig. 5. Stereoscopic micrographs of the middle of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants.

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO_4 as the coagulant; C: Tofu using CaCl_2 as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaSO_4 as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaCl_2 as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaSO_4 as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaCl_2 as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO_4 as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl_2 as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO_4 as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl_2 as the coagulant

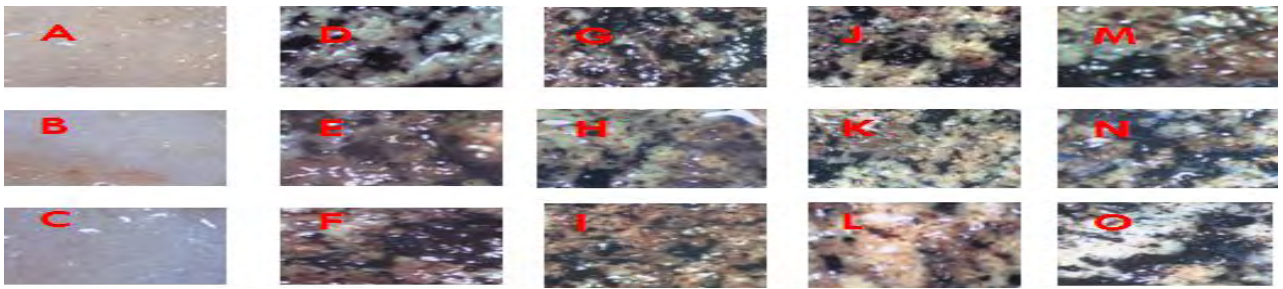


Fig. 6. Stereoscopic micrographs of the bottom of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants.

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO_4 as the coagulant; C: Tofu using CaCl_2 as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaSO_4 as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaCl_2 as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaSO_4 as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaCl_2 as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO_4 as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl_2 as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO_4 as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl_2 as the coagulant

실체 현미경으로 쌀두부를 분석한 결과 쌀가루를 첨가한 두부의 표면에서만 적자색을 나타냈는데 이는 amylose chain이 영향을 준 것이며(10) 품종별에서는 비교적 영안벼 쌀가루를 첨가한 쌀두부에서 가장 균일한 표면을 보였다. 응고제의 경우, GDL과 CaSO_4 가 CaCl_2 보다 균일한 표면을 보였는데 이는 GDL과 CaSO_4 가 느리게 응고되면서 상대적으로 균일한 표면을 나타내기 때문인 것으로 판단된다. 쌀두부의 표면 상태를 좀 더 분석하고자 SEM(Scanning electron micrograph) 분석을 행하였다.

(2) Scanning electron micrograph

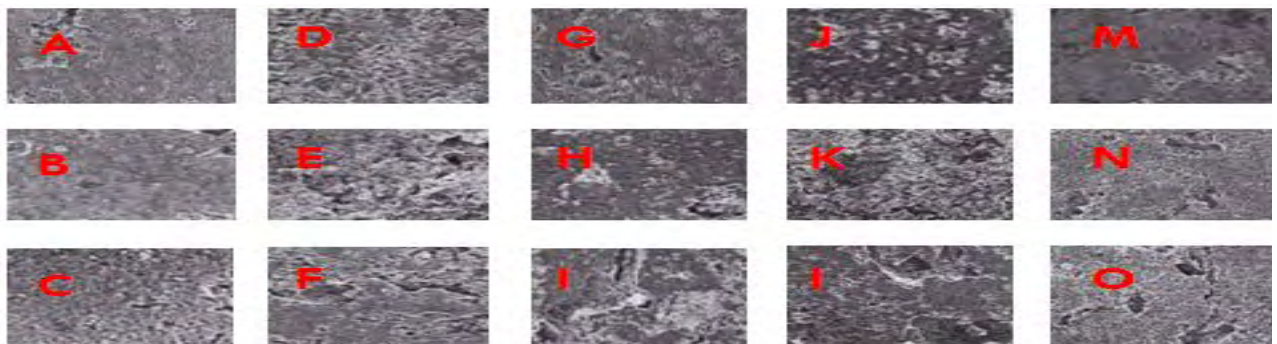


Fig. 6. Scanning electron micrographs of the bottom of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants($\times 100$).

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO_4 as the coagulant; C: Tofu using CaCl_2 as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaSO_4 as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiami rice flour using CaCl_2 as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaSO_4 as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized Ipum rice flour using CaCl_2 as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO_4 as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl_2 as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO_4 as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl_2 as the coagulant

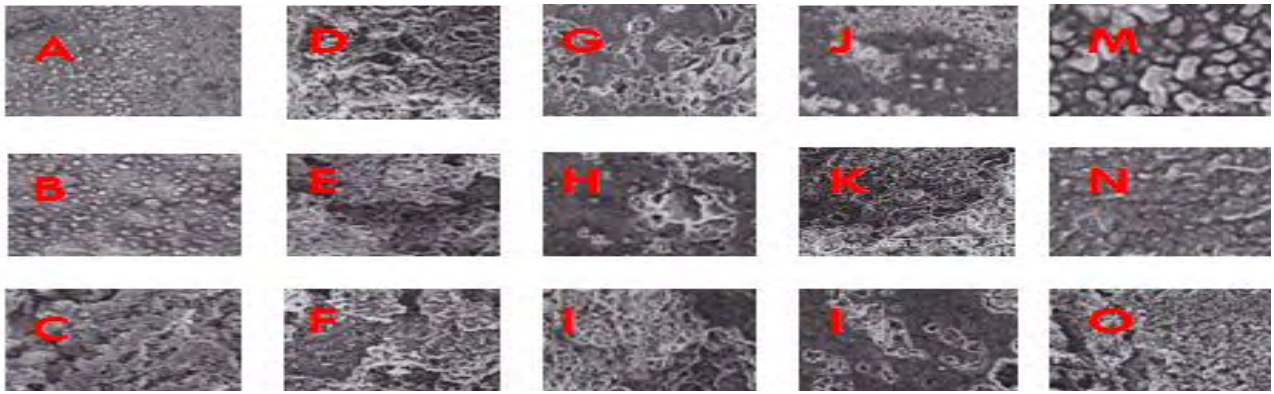


Fig. 7. Stereoscopic micrographs of the bottom of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants($\times 500$).

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO_4 as the coagulant; C: Tofu using CaCl_2 as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using CaSO_4 as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using CaCl_2 as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using CaSO_4 as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using CaCl_2 as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO_4 as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl_2 as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO_4 as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl_2 as the coagulant

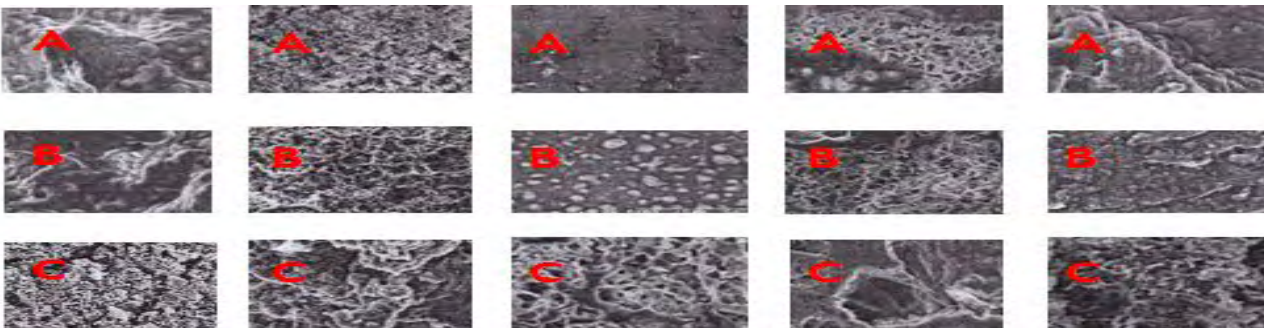


Fig. 8. Stereoscopic micrographs of the bottom of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants($\times 1000$).

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO_4 as the coagulant; C: Tofu using CaCl_2 as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using CaSO_4 as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using CaCl_2 as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using CaSO_4 as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using CaCl_2 as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO_4 as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl_2 as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO_4 as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl_2 as the coagulant

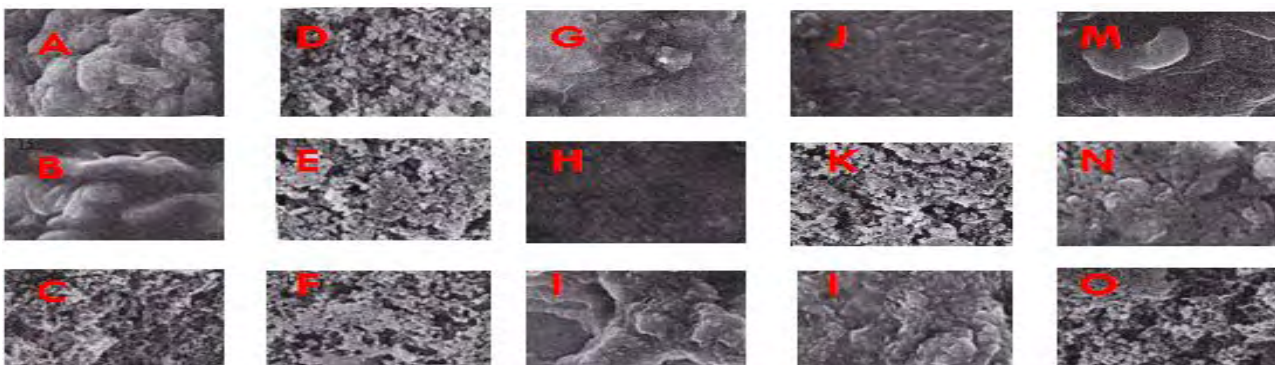


Fig. 9. Stereoscopic micrographs of the bottom of tofu prepared with different gelatinized rice flours and coagulants($\times 5000$).

A: Tofu using glucono-delta-lactone (GDL) as the coagulant; B: Tofu using CaSO_4 as the coagulant; C: Tofu using CaCl_2 as the coagulant; D: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using GDL as the coagulant; E: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using CaSO_4 as the coagulant; F: Tofu with 10% added gelatinized Hiam rice flour using CaCl_2 as the coagulant; G: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using GDL as the coagulant; H: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using CaSO_4 as the coagulant; I: Tofu with 10% added gelatinized lipum rice flour using CaCl_2 as the coagulant; J: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using GDL as the coagulant; K: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaSO_4 as the coagulant; L: Tofu with 10% added gelatinized Chucheong rice flour using CaCl_2 as the coagulant; M: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using GDL as the coagulant; N: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaSO_4 as the coagulant; O: Tofu with 10% added gelatinized Youngan rice flour using CaCl_2 as the coagulant

SEM(Scanning electron micrograph) 분석은 식품의 미세구조와 조직감을 알아보하고자 할 때 행하는 방법(11)으로 관찰 결과, 쌀가루를 첨가한 두부의 표면이 더 조밀한 구조임을 관찰할 수 있었고

그 중 GDL과 CaSO₄가 CaCl₂보다 균일한 표면을 보여 stereoscopic micrograph와 동일한 경향을 보임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 CaCl₂을 첨가할 경우, 단백질 집합체가 상대적으로 크고 망상 구조의 구멍도 크며 불규칙적이거나 GDL이나 CaSO₄의 경우 CaCl₂보다 망상구조가 규칙적이고 조밀함을 알 수 있다(12,13). 이는 두유의 겔 메커니즘과 응고차에 의한 결과라고 판단(13,14)된다. 또한 CaCl₂의 조직감은 단단하며 GDL과 CaSO₄는 상대적으로 조직감이 부드러움을 알 수 있다.

라. 선정된 쌀가루 입자 크기 및 응고제 비율에 적합한 쌀두부 제조방법

관능평가 결과, 120 mesh의 영안벼 쌀가루에 혼합응고제 CaSO₄와 GDL(3:1), CaCl₂와 GDL(3:1), CaSO₄와 CaCl₂(3:1)의 비율로 첨가시 기호도가 높았으며 그 중 CaCl₂와 GDL(3:1)의 비율로 제조된 쌀두부의 전체적 기호도가 가장 높았다. 이를 바탕으로 쌀두부 제조방법을 fig. 10, 11에 나타냈다.

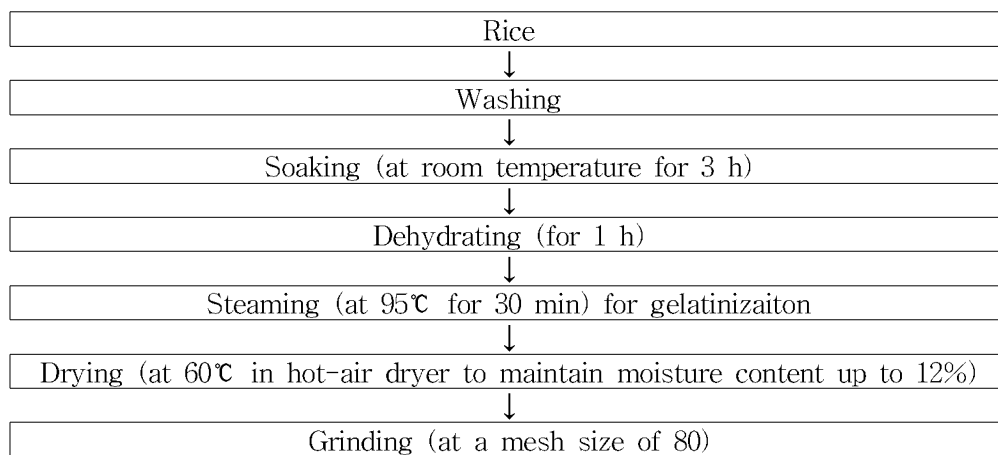


Fig. 10. Flow diagram of preparing the gelatinized rice flours.

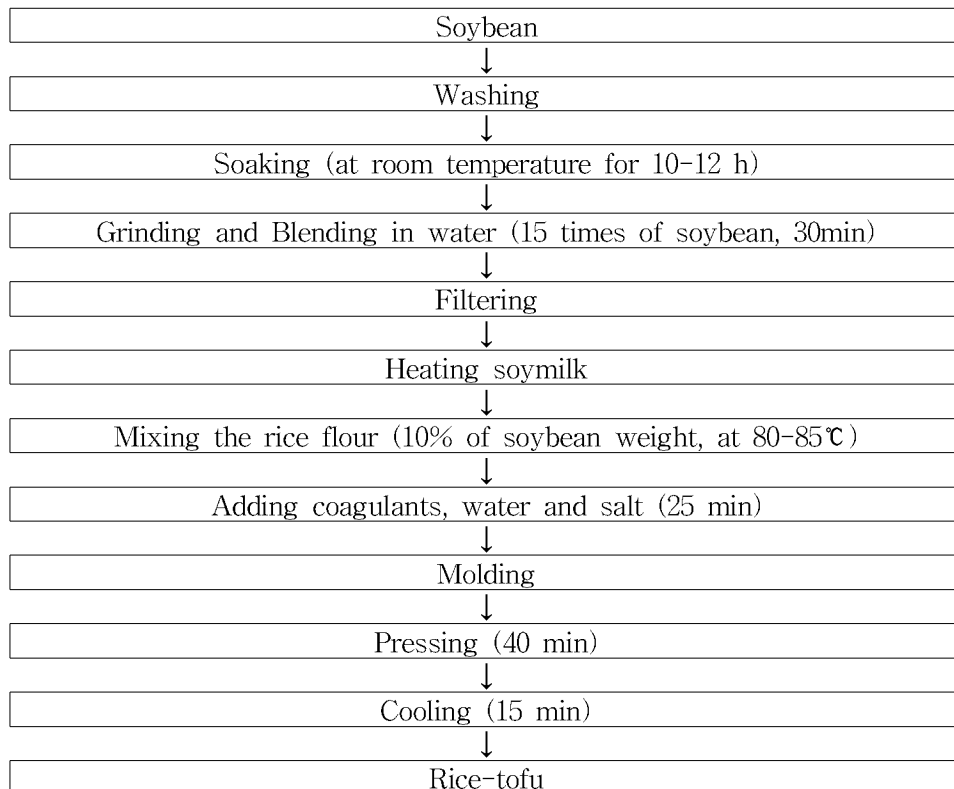


Fig. 11. Flow diagram of preparing the rice-tofu.

[1-3세부]

제1절 세부연구개발과제 연구내용 및 결과

1. 1차년도 세부연구개발과제의 연구방법 및 결과

가. 1차년도 세부연구개발과제 연구방법

(1) 제분용 원료 쌀 내의 잠재적 위해 오염 미생물 요소 결정

본 세부연구과제 수행 시 쌀 내의 잠재적 위해 오염 미생물 요소로서 총 5종류 [Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), spore-forming aerobic bacteria (SFAB), lactic acid bacteria (LAB), yeasts and molds (YM), 그리고 *Escherichia coli* (EC) and coliforms(CF)]의 미생물 요소를 선정하였다.

(2) 제분용 원료 쌀 내의 미생물 위해요소를 파악하기 위한 쌀 검체 확보

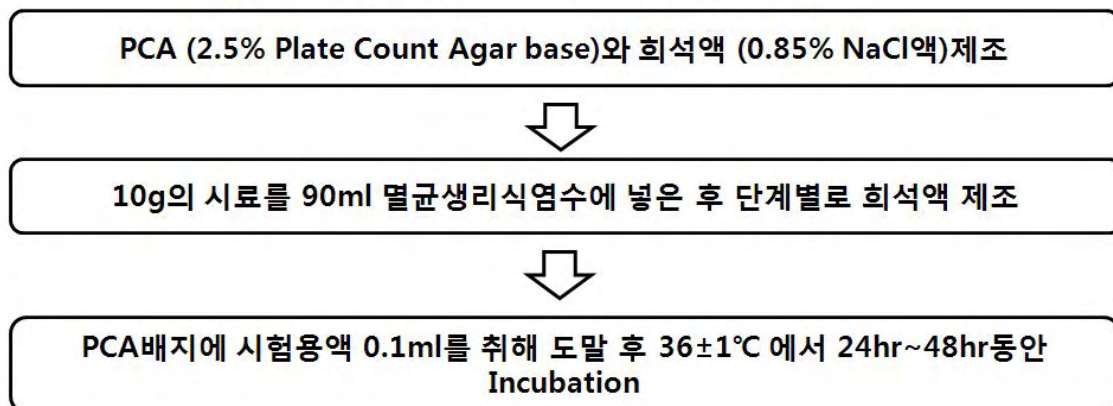
제분용 원료 쌀 내에 존재하는 미생물 위해요소를 파악하기 위하여, 총 15개의 쌀 검체를 확보하였다. 국내 9개 산지별 멥쌀 9종, 찰쌀 1종, 발아현미 1종, 현미 1종, 그리고 검정현미 1종을 대형 식료품 유통점에서 구입하였으며, 고미 1종과 수입쌀(장립종) 1종은 한국식품연구원으로부터 확보하였다.

(3) 제분용 원료 쌀별 오염 미생물 정량 분석

제분용 원료 쌀 내에 존재하는 미생물을 정량분석 하고자, 각각 위해 오염 미생물 요소별로 TAMB는 PCA (Plate Count Agar), SFAB는 Heating method와 NA (Nutrient Agar), LAB는 MRSA (De Man Rogosa Sharpe Agar), YM은 PDA (Potato Dextrose Agar), 그리고 EC와 CF는 *E. coli*와 coliforms 정량 분석용 3M petrifilm을 사용하여 정량 분석을 수행하였다.

(가) PCA를 이용한 Total aerobic mesophilic bacteria 정량분석

총균수 측정 방법 flow chart (PCA agar 배지사용)

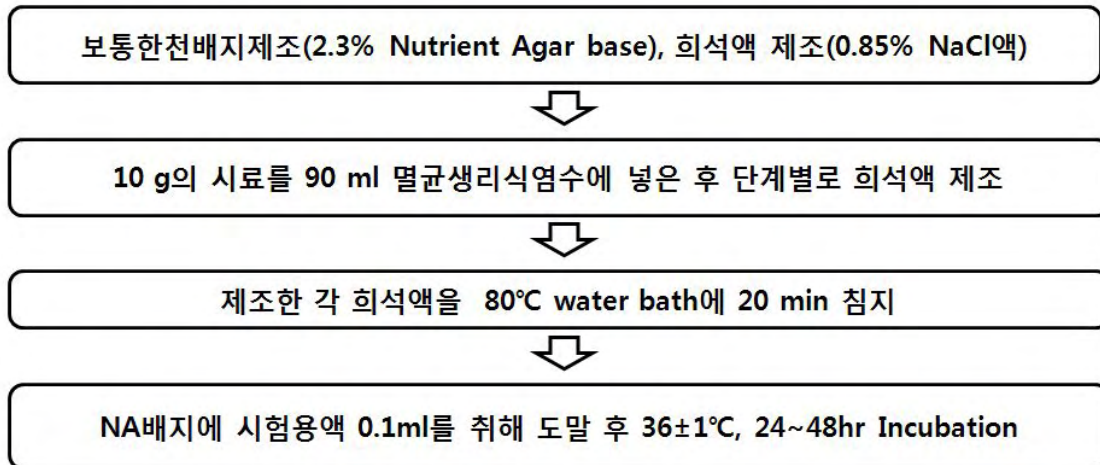


2.5% Plate Count Agar base로 PCA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후 stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석

하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 ml를 취해 PCA배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 PCA 배지를 36±1℃ 에서 24-48hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다.

(나) Heating method와 NA를 이용한 spore-forming aerobic bacteria 정량분석

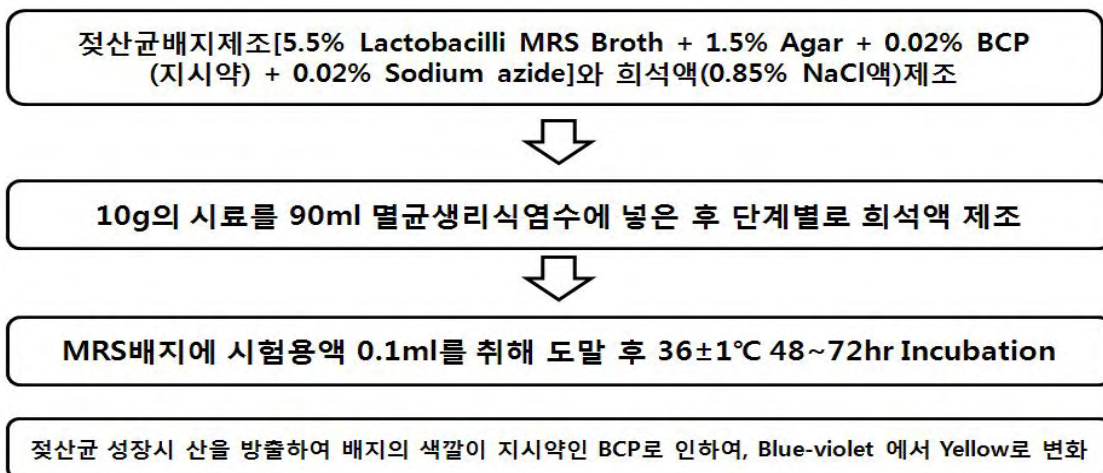
포자형성 호기성균수 측정 방법 flow chart (NA agar 배지사용)



2.3% Nutrient Agar base로 NA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 검체별 희석액을 제조한 후, 검체별 희석액을 80℃ water bath에 20분간 침지시켰다. 침지 후 검체별 희석액을 상온까지 냉각시킨 후 검체별 희석액을 각각 0.1 ml씩 취해 NA 배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 NA배지를 36±1℃ 에서 24-48hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다.

(다) MRSA를 이용한 lactic acid bacteria의 정량분석

젖산균 측정 방법 flow chart (MRS Agar 배지사용)

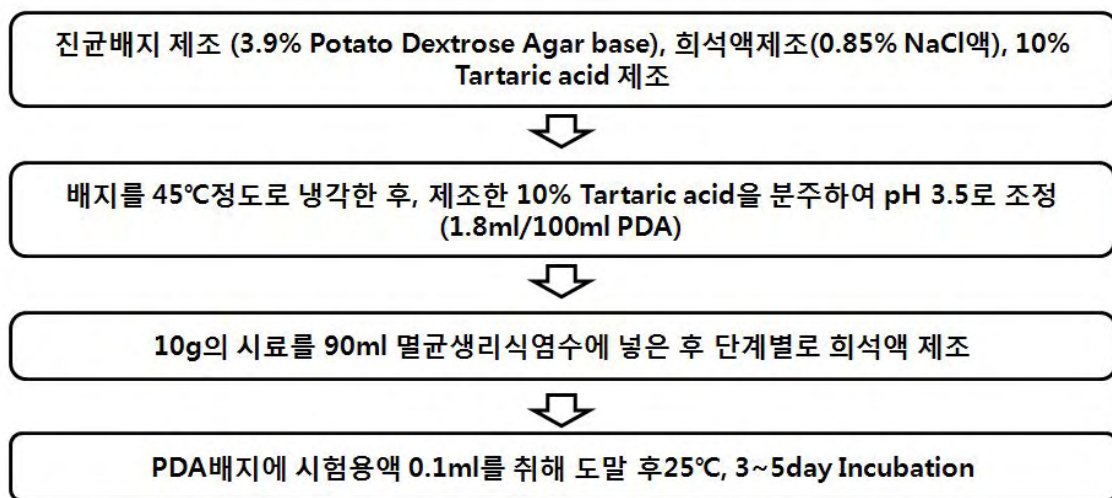


5.5% Lactobacilli MRS broth에 1.5% agar, 0.02% bromocresol purple(지시약), 0.02% sodium

azide를 첨가하여 MRSA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 ml를 취해 MRSA배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 MRSA배지를 36±1℃ 에서 24-48hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다. MRSA제조시 첨가되는 sodium azide는 젖산균을 제외한 그람음성 세균을 포함한 기타 세균과 효모 및 곰팡이 등의 성장을 억제시켰다. Bromocresol purple은 중성에서는 blue-violet color, 산성에서는 yellow color를 나타내는 지시약으로 젖산균 성장 시 산을 균체외로 분비하여 배지상에 생성되는 colony 주변색깔이 yellow color로 변화되었다.

(라) PDA를 이용한 Yeasts and molds의 정량분석

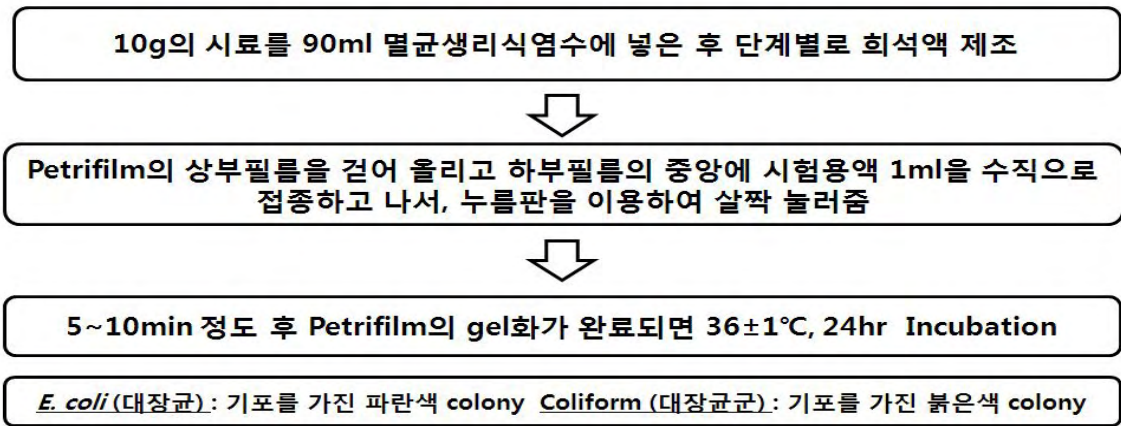
진균 측정 방법 flow chart (PDA agar 배지사용)



고압증기멸균시킨 3.9% potato dextrose agar base를 45℃로 냉각시킨 후 10% tartaric acid 첨가하여 PDA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 ml를 취해 PDA배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 PDA배지를 25±1℃에서 3-5day동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다. PDA제조 시 첨가되는 10% tartaric acid는 yeast and mold를 제외한 기타 박테리아의 성장을 억제하였다.

(마) Petrifilm을 이용한 *E. coli* 와 coliforms의 정량분석

대장균 및 대장균군 측정 방법 flow chart (Petrifilm 사용)



각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열 희석하여 계열희석별로 각각 희석액 1 ml를 취해 petrifilm의 상부필름을 걷어 올리고 하부필름 중앙에 접종하였다. 희석액이 접종된 부분을 누름판으로 살짝 눌러주었다. 5-10분 후 petrifilm이 gel화가 되었다. 희석액이 도달된 petrifilm을 36±1°C 에서 24hr 동안 incubation한 후, petrifilm상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다. petrifilm상에 생성된 colony 중 기포를 가진 파란색 colony는 *E. coli*로 counting하고, 기포를 가진 붉은색 colony는 coliform으로 counting하였다.

나. 1차년도 세부연구개발과제 연구결과 및 고찰

(1) 제분용 원료 쌀별 오염 미생물 정량 분석

본 연구개발과제 수행 중 각 미생물 위해 요소별 정성, 정량 분석 방법을 확립하였으며 (1차년도 세부연구개발과제의 방법에 정성, 정량 분석 방법을 상세히 기술하였다), 확립된 분석 방법을 이용하여 제분용 원료 쌀별 오염 미생물을 정량 분석 하였다.

(가) PCA를 이용한 Total aerobic mesophilic bacteria 정량 분석

쌀 검체별로 검출된 총균수 (Total aerobic mesophilic bacterial counts)를 Fig. 1.1에 나타내었다. 9개의 산지별 멥쌀 검체의 평균 총균수는 3.9×10^5 CFU/g으로 측정되었다. 멥쌀 산지1 검체의 총균수가 멥쌀 검체 중 2.4×10^6 CFU/g으로 가장 높았으며, 멥쌀 산지9 검체의 총균수가 6.0×10^2 CFU/g으로 가장 낮게 측정되었다. 또한, 멥쌀 고미 검체의 총균수가 4.4×10^4 CFU/g, 멥쌀 장립종 검체의 총균수가 2.7×10^6 CFU/g, 찰쌀 검체의 총균수가 1.94×10^7 CFU/g, 발아현미 검체의 총균수가 2.9×10^7 CFU/g, 현미 검체의 총균수가 8.1×10^6 CFU/g, 그리고 검은현미 검체의 총균수가 1.2×10^7 CFU/g 으로 각각 검출되었다. 찰쌀, 발아현미, 현미, 그리고 검은현미 검체가 멥쌀 검체들에 비해 높은 총균수가 측정되었다.

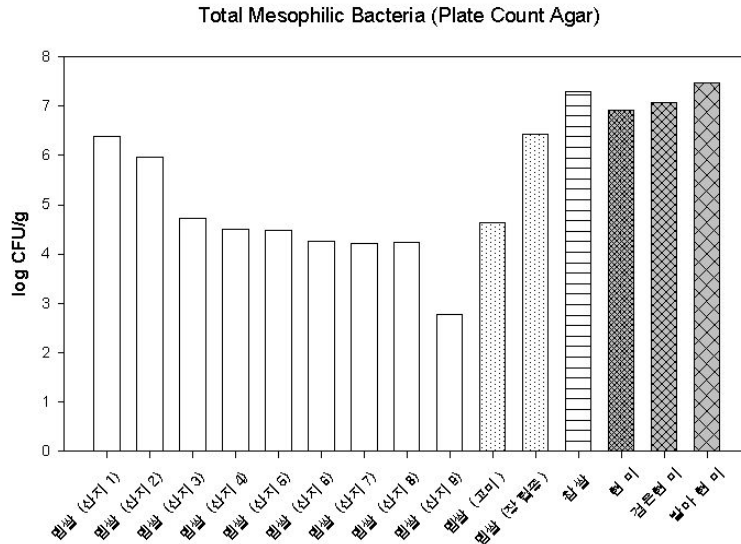


Fig. 1.1. Total aerobic mesophilic bacterial counts of white, brown, or germinated brown rice samples.

(나) Heating method와 NA를 이용한 spore-forming aerobic bacteria 정량분석

쌀 검체별로 검출된 포자형성 호기성균수 (Spore-forming Aerobic Bacterial counts)는 Fig. 1.2에 나타내었다. 9개 산지별 멥쌀 검체의 평균 포자형성 호기성균수는 6.10×10^2 CFU/g으로 측정되었다. 또한, 멥쌀 고미 검체의 포자형성 호기성균수가 7.0×10^2 CFU/g, 멥쌀 장립종 검체의 포자형성 호기성균수가 5.0×10^2 CFU/g, 찰쌀 검체의 포자형성 호기성균수가 1.0×10^2 CFU/g, 발아현미 검체의 포자형성 호기성균수가 4.0×10^2 CFU/g, 현미 검체의 포자형성 호기성균수가 6.0×10^2 CFU/g, 그리고 검은현미 검체의 포자형성 호기성균수가 4.0×10^2 CFU/g 으로 각각 검출되었다. 총 15개 쌀 검체의 포자형성 호기성균수는 모두 $1.0 - 8.0 \times 10^2$ CFU/g 범위에서 측정되었으며, 멥쌀류, 찰쌀, 그리고 현미류 검체들 간에 큰 차이를 보이지 않았다.

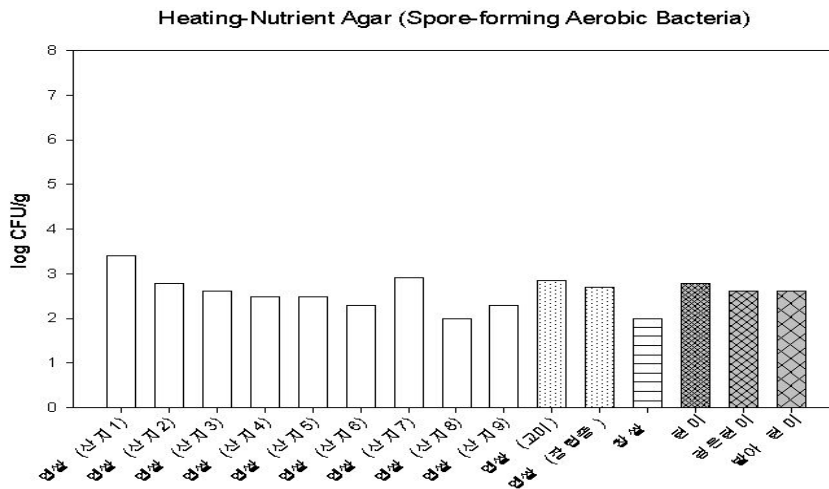


Fig. 1.2. Spore-forming Aerobic Bacterial counts of white, brown, or germinated brown rice samples.

(다) MRSA를 이용한 lactic acid bacteria의 정량분석

쌀 검체별로 검출된 젖산균수 (Lactic Acid Bacterial counts)를 Fig. 1.3에 나타내었다. 멥쌀 산지2 검체의 젖산균수가 3.7×10^3 CFU/g, 멥쌀 산지4 검체의 젖산균수가 4.0×10^2 CFU/g, 그리고 발아현미 검체의 젖산균수가 1.42×10^7 CFU/g 으로 각각 검출되었다. 그리고 멥쌀 산지2와 산지4 검체 이외의 다른 멥쌀, 찰쌀, 그리고 현미류 검체에서는 젖산균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다. 발아현미 검체는 젖산균이 검출된 산지별 멥쌀 검체 2개에 비하여 젖산균수가 10^4 내지 10^5 배 높게 검출되었다.

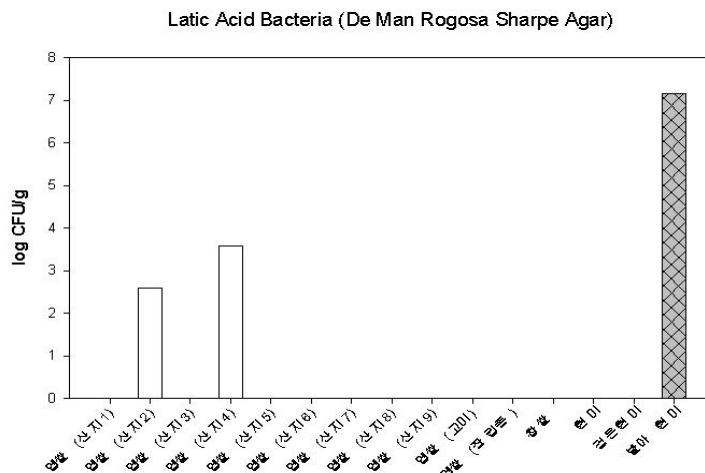


Fig. 1.3. Lactic acid bacterial counts of white, brown, or germinated brown rice samples.

(라) PDA를 이용한 yeasts and molds의 정량분석

쌀 검체별로 검출된 진균수 (Yeasts and Molds counts)를 Fig. 1.4에 나타내었다. 멥쌀 산지1 검체의 진균수가 2.0×10^2 CFU/g, 찰쌀 검체의 진균수가 1.0×10^2 CFU/g, 발아현미 검체의 진균수가 1.87×10^5 CFU/g, 현미 검체의 진균수가 1.15×10^4 CFU/g, 그리고 검은현미 검체의 진균수가 3.2×10^3 CFU/g 으로 각각 검출되었다. 그리고 멥쌀 산지1 검체이외의 다른 멥쌀 검체에서는 진균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다. 발아현미 검체, 현미 검체, 검정현미 검체가 산지별 멥쌀 검체, 찰쌀 검체와 비교하여 진균수가 10^1 내지 10^3 배 높게 검출되었다.

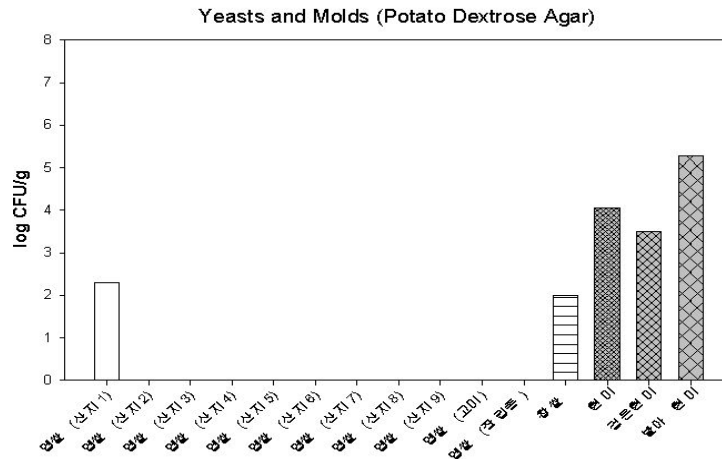


Fig. 1.4. Yeasts and molds counts of white, brown, or germinated brown rice samples.

(마) Petrifilm을 이용한 *E. coli*와 coliforms의 정량분석

쌀 검체별로 검출된 대장균수 (*Escherichia coli* counts)는 총 15개의 모든 쌀 검체에서 대장균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다 (Data not shown). 그리고 쌀 검체별로 검출된 대장균군수 (Coliform counts)를 Fig. 1.5에 나타내었다. 멍쌀 산지4 검체의 대장균군수가 4.1×10^1 CFU/g, 발아현미 검체의 대장균군수가 2.16×10^3 CFU/g, 현미 검체의 대장균군수가 2.8×10^2 CFU/g, 검은현미 검체의 대장균군수가 1.3×10^2 CFU/g 으로 각각 검출되었다. 멍쌀 산지4 검체 이외의 다른 멍쌀 그리고 찹쌀 검체에서는 대장균군이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다. 그러나 대장균군은 발아현미 검체, 현미 검체, 검은현미 검체에서 모두 검출되었다.

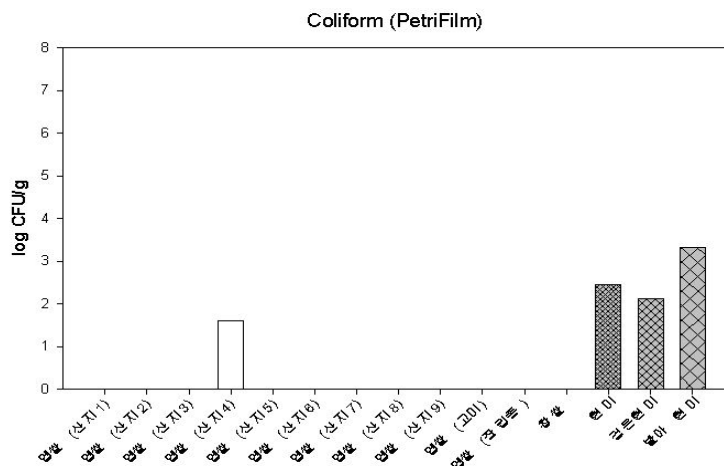


Fig. 1.5. Coliform counts of white, brown, or germinated brown rice samples.

(1) 쌀에 오염가능 미생물 위해요소 파악 (문헌조사)

(가) 통벼의 오염된 젖산균수 파악

Letters in Applied Microbiology ISSN 0266-8254

ORIGINAL ARTICLE

Alcoholic fermentation and its prevention by *Lactobacillus buchneri* in whole crop rice silage

N. Nishino¹, H. Hattori¹ and Y. Kishida²

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Okayama University, Okayama, Japan
² Department of Agricultural Production Systems, Faculty of Agriculture, Okayama University, Okayama, Japan

Table 1 Chemical and microbial composition of whole crop rice (cv. Hamasari)

Item	Whole crop rice
Dry matter (g kg ⁻¹)	507
Crude protein (g kg ⁻¹)	53.7
Ether extract (g kg ⁻¹)	12.5
Neutral detergent fibre (g kg ⁻¹)	190
Acid detergent fibre (g kg ⁻¹)	111
Acid detergent lignin (g kg ⁻¹)	23.9
Water-soluble carbohydrate (g kg ⁻¹)	32.9
<u>Lactic acid bacteria (log CFU g⁻¹)</u>	<u>2.50</u>
Yeast (log CFU g ⁻¹)	6.79

Mean values of duplicate analysis.

Nishino 등의 연구논문에서 whole crop rice의 이화학 및 미생물 분석을 수행한 결과, whole crop rice 내에서 젖산균 수가 2.5 log CFU/g으로 측정되었다. 본 연구과제 수행 중 쌀 검체 내에 젖산균 수를 정량한 결과에 의하면 15개의 쌀 검체 중 2개의 산지별 멥쌀 검체에서 10²-10³정도의 젖산균이 검출되었고, 발아현미 검체에서는 1.42×10⁷ CFU/g이 검출되었으나, 다른 쌀 검체에서는 젖산균이 검출되지 않았다. Nishino 등의 연구논문과 본 연구과제의 결과로 보아 젖산균은 도정이 많이 된 일반 백미에서보다 도정이 덜 이루어진 현미나 통벼에서 주로 검출되어 짐을 확인할 수 있었다.

(나) 현미의 발아과정 중 호기성균수 변화 패턴

Journal of Food Protection, Vol. 73, No. 3, 2010, Pages 483-487
 Copyright ©, International Association for Food Protection

Inhibition of Microbial Growth and Enrichment of γ -Aminobutyric Acid during Germination of Brown Rice by Electrolyzed Oxidizing Water

ZHAN-HUI LU,¹ YAN ZHANG,¹ LI-TE LI,¹ REMPEL B. CURTIS,² XIAO-LIN KONG,³ R. GARY FULCHER,⁴ GONG ZHANG,^{5*} AND WEI CAO^{6*}

¹Department of Food Sciences & Engineering and ⁶Department of Bio-environmental Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; ²Richardson Center for Functional Foods and Nutraceuticals, Manitoba, Canada R3T 6C5; ³Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China; ⁴Department of Food Science, University of Manitoba, Manitoba, Canada R3T 2N2; and ⁵University of Winnipeg, Manitoba, Canada R3T 6A5

Germination time (h)	Aerobic plate counts (log CFU/g)
0	~4.0
12	~5.8
24	~6.2
36	~6.5

FIGURE 2. Aerobic plate counts on the surface of brown rice grains during germination.

Lu 등이 전기화학반응에 의하여 산화된 물로 현미를 발아하는 동안 GABA는 농화되는 반면에 미생물 성장이 억제됨을 연구한 논문에 의하면 발아현미의 발아기간에 따라서 호기성 균수

가 초기에 4 log CFU/g이었으나, 발아한지 36시간 이후에는 6 log CFU/g으로 증가하였다고 보고하였다.

(다) 국산쌀의 중온세균과 고온세균 오염정도 파악

Korean Journal of Food Preservation Vol. 10, No. 1, pp.70~74 (2003) 한국식품저장유통학회지

쌀과 취반백미의 고온성 세균 분포 및 이상취 발생

박석규*** · 고용덕** · 권선화** · 손미예** · 이상원***

*순천대학교 식품영양학과, **한국전통발효식품연구소, ***진주산업대학교 미생물공학과

Table 1. Distribution of mesophilic bacteria in various rice grains

Items	Variety	25°C	37°C	Remarks
Growing land	Ganchuck rice A	4.3 × 10 ⁶	3.4 × 10 ⁶	Chonnam
	Ganchuck rice B	3.1 × 10 ⁶	2.5 × 10 ⁶	Chonnam
	Milled rice A	2.7 × 10 ⁶	2.3 × 10 ⁶	Chonnam
	Milled rice B	3.8 × 10 ⁶	3.1 × 10 ⁶	Chonbuk
	Milled rice C	3.2 × 10 ⁶	2.2 × 10 ⁶	Chungbuk
	Milled rice D	2.1 × 10 ⁶	1.6 × 10 ⁶	Gyeongnam
Milling degree	Milled rice E	1.2 × 10 ⁶	0.9 × 10 ⁶	Chonnam
	Milled rice F	2.9 × 10 ⁶	1.7 × 10 ⁶	Gyeonggi
	Brown rice A	3.2 × 10 ⁶	4.8 × 10 ⁶	Chonnam
	Brown rice B	5.9 × 10 ⁶	3.2 × 10 ⁶	Gyeongbuk
Storage period	70% Dehulled rice A	3.5 × 10 ⁶	3.3 × 10 ⁶	Chonnam
	90% Dehulled rice B	2.7 × 10 ⁶	2.1 × 10 ⁶	Chonnam
	Liquor brewing rice	2.5 × 10 ⁶	1.8 × 10 ⁶	Chonnam
Storage period	New rice	3.2 × 10 ⁶	2.0 × 10 ⁶	Gyeongnam
	Old rice	5.3 × 10 ⁶	4.4 × 10 ⁶	Gyeongnam

Table 2. Distribution of thermophilic bacteria in various rice grains

Items	Variety	50°C	60°C	Remarks
Growing land	Ganchuck rice A	4.3 × 10 ⁶	0.2 × 10 ⁶	Chonnam
	Ganchuck rice B	3.1 × 10 ⁶	0.1 × 10 ⁶	Chonnam
	Milled rice A	2.7 × 10 ⁶	0.3 × 10 ⁶	Chonnam
	Milled rice B	3.2 × 10 ⁶	0.1 × 10 ⁶	Chonbuk
	Milled rice C	1.1 × 10 ⁶	-	Chungbuk
	Milled rice D	0.3 × 10 ⁶	-	Gyeongnam
Milling degree	Milled rice E	2.7 × 10 ⁶	0.5 × 10 ⁶	Chonnam
	Milled rice F	1.9 × 10 ⁶	0.4 × 10 ⁶	Gyeonggi
	Brown rice A	7.4 × 10 ⁶	1.4 × 10 ⁶	Chonnam
	Brown rice B	9.8 × 10 ⁶	0.9 × 10 ⁶	Gyeongbuk
Storage period	70% Dehulled rice	4.4 × 10 ⁶	0.5 × 10 ⁶	Chonnam
	90% Dehulled rice	3.1 × 10 ⁶	0.2 × 10 ⁶	Chonnam
	Liquor brewing rice	2.3 × 10 ⁶	0.1 × 10 ⁶	Chonnam
Storage period	New rice	3.5 × 10 ⁶	0.2 × 10 ⁶	Gyeongnam
	Old rice	5.1 × 10 ⁶	0.3 × 10 ⁶	Gyeongnam

국산 쌀의 산지, 도정도, 그리고 저장기간에 따라서 mesophilic bacteria와 thermophilic bacteria의 분포를 나타낸 결과이다. 쌀의 산지, 도정도, 그리고 저장기간은 mesophilic bacteria 또는 thermophilic bacteria의 분포에 큰 영향을 미치지 않았다. mesophilic bacteria는 37°C보다 25°C에서 더 균수가 많았으며, thermophilic bacteria는 60°C보다 50°C에서 더 많은 균수를 나타내었다.

(라) 쌀의 도정 정도별 잔류 *Bacillus cereus* 세균수 비교

Food Microbiology, 2002, 19, 589-595 doi:10.1006/yfmic.514
Available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL®

ORIGINAL ARTICLE

Enumeration, isolation and characterization of *Bacillus cereus* strains from Spanish raw rice

J. A. Sarrias, M. Valero* and M. C. Salmerón

Table 1. Numbers of *Bacillus cereus* in different phases of processing and commercialization of rice

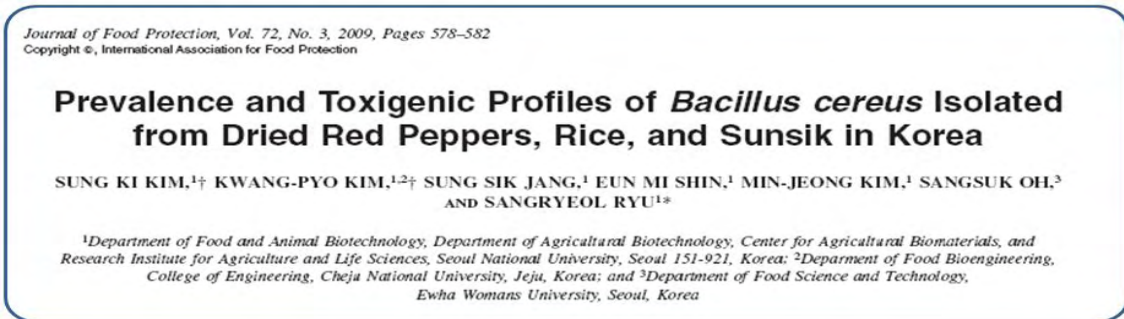
Type of rice	No. of samples	Average counts ± s.d. (cfu g ⁻¹)	MPN g ⁻¹ ± s.d.
White or commercial (WR)	10	—	77.5 ± 24.4
Husked (HR*)	17	—	24.5 ± 6.6
Husked (HR)	17	—	26.9 ± 4.5
Unhusked (UR)	17	2061.5 ± 676.4	—

*Husked rice treated with phosphine (Tinarelli, 1989).

Sarrias 등의 스페인쌀의 *Bacillus cereus* 오염정도를 파악한 연구 논문에 의하면 white or commercial rice 검체의 *B. cereus* 수는 77.5±24.4 MPN/g, phosphine으로 처리한 husked rice

검체의 *B. cereus* 수는 24.5±6.6 MPN/g, husked rice 검체의 *B. cereus* 수는 26.9±4.5 MPN/g, 그리고 Unhusked rice 검체의 *B. cereus* 수는 2,061.5±676.4 CFU/g으로 측정되었다.

(마) 국산 건조 고추, 쌀, 선식내 *Bacillus cereus* 오염정도 파악



Kim 등이 국산 건조 고춧가루나, 쌀, 그리고 선식내의 *Bacillus cereus* 오염정도를 파악한 연구 논문에 의하면 *B. cereus*가 사전 농화배양 없이는 검출이 되지 않았으나, 사전 농화배양 후 20개 (95%) 쌀 검체에서 *B. cereus*가 양성이었다.

(바) 미국 쌀내 *B. cereus*와 *B. thuringiensis* 오염정도 파악



Ankolekar 등의 미국 쌀 검체 내 *B. cereus*와 *B. thuringiensis* 오염정도를 파악하는 연구 논문에 의하면 미국 쌀 94개 (52.8%) 검체에서 *Bacillus* species spores가 평균 32.6 CFU/g으로 검출되었다. 이때 *B. cereus*는 3.6-460 CFU/g 범위내에서, 그리고 *B. thuringiensis*는 3.6-23 CFU/g 범위내에서 검출되었다. *B. mycoides*는 1개의 쌀 검체에서만 240 CFU/g이 검출되었다.

(사) 국산 쌀 및 주류내 *Bacillus cereus* 오염정도 파악



Park 등은 국산 현미, 찹쌀, 그리고 보리검체내의 *B. cereus*오염정도를 파악한 결과를 위와

같이 보고하였다. 현미검체의 경우 총 83개 검체 중 15개 검체(18%)에서 *B. cereus*가 검출되었다. 그리고 찹쌀검체의 경우 총 63개 검체 중 23개 검체(37%)에서 *B. cereus*가 검출되었다. 보리검체의 경우 총 76개 검체 중 16개 검체(21%)에서 *B. cereus*가 검출되었다. 그러므로 현미, 찹쌀, 그리고 보리 검체 중 현미 검체로부터 *B. cereus* 검출빈도가 가장 낮았으며, 찹쌀 검체로부터 *B. cereus* 검출빈도가 가장 높았다.

(아) 터키산 쌀내 곰팡이와 곰팡이독 오염정도 파악

Environ Monit Assess
DOI 10.1007/s10661-010-1688-9

Mycotoxin levels and incidence of mould in Turkish rice

Ali Aydın · Harun Aksu · Ugur Günsen

A. Aydın (✉) · H. Aksu
Department of Food Hygiene and Technology,
Faculty of Veterinary Medicine, Istanbul University,
34320 Avcılar, Istanbul, Turkey
e-mail: aliaaydin@istanbul.edu.tr

U. Günsen
Department of Food Technology, Bandırma
Vocational High School, University of Balıkesir,
10200 Bandırma, Balıkesir, Turkey

Aydin 등이 터키 쌀에서 mycotoxin의 오염수준을 연구한 논문에 의하면 100개의 터키 쌀 검체 중 70개 검체 내에 mold가 $1 \times 10^1 - 1.5 \times 10^4$ CFU/g 존재하였다.

(2) 밀 및 밀가루에 오염가능 미생물 위해요소 파악 (문헌조사)

(가) 터키 Thrace산 밀가루 검체의 미생물 오염정도 파악

TÜBİTAK Research Article Turk J Agric For 33 (2009) 445-454 © TÜBİTAK doi:10.3906/tar-0901-20

The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace

Ali AYDIN^{1,*}, Peter PAULSEN², Frans J.M. SMULDERS²

¹Department of Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Istanbul University, 34320 Avcılar, Istanbul - TURKEY

²Institute of Meat Hygiene, Meat Technology and Food Science, University of Veterinary Medicine Vienna, Veterinärplatz 1, A-1210 Vienna - AUSTRIA

Table 2. Microbial counts of wheat flour samples (n = 142) obtained from different locations in Thrace, Turkey

Micro-organisms and legal limits	Microbial Counts	Locations*						
		1 (n: 22)	2 (n: 10)	3 (n: 30)	4 (n: 10)	5 (n: 36)	6 (n: 24)	7 (n: 10)
TMAB ^d (cfu g ⁻¹) (1.0 × 10 ⁵) ^b	log Mean (x ± Sx)	2.89 ± 0.12 ^d	4.22 ± 0.29 ^{bc}	4.71 ± 0.23 ^b	5.59 ± 0.34 ^a	3.66 ± 0.18 ^{cd}	4.69 ± 0.25 ^b	4.10 ± 0.11 ^{cd}
<i>E. coli</i> (MPN g ⁻¹) (<9) ^b	log Mean (x ± Sx)	0.33 ± 0.15 ^b	0.27 ± 0.18 ^b	1.37 ± 0.20 ^a	0.92 ± 0.41 ^{ab}	0.90 ± 0.16 ^{ab}	0.64 ± 0.21 ^{ab}	0.60 ± 0.78 ^b
<i>B. cereus</i> (cfu g ⁻¹) (1.0 × 10 ⁴) ^b	log Mean (x ± Sx)	0 ^a	0 ^a	0.20 ± 0.14 ^a	0 ^a	0.13 ± 0.90 ^a	0.17 ± 0.12 ^a	0 ^a
<i>C. perfringens</i> (cfu g ⁻¹) (1.0 × 10 ⁵) ^b	log Mean (x ± Sx)	0 ^b	0 ^b	0.13 ± 0.93 ^b	0 ^b	0.35 ± 0.13 ^b	0.25 ± 0.17 ^b	0.92 ± 0.38 ^a
Mould (cfu g ⁻¹) (1.0 × 10 ⁵) ^c	log Mean (x ± Sx)	1.50 ± 0.17 ^c	1.96 ± 0.57 ^{bc}	2.14 ± 0.19 ^{bc}	3.21 ± 0.22 ^a	2.46 ± 0.18 ^b	2.43 ± 0.12 ^b	2.19 ± 0.15 ^{bc}
Rope spore (MPN g ⁻¹) (4500 MPN/g) ^b	log Mean (x ± Sx)	2.36 ± 0.19 ^a	2.48 ± 0.91 ^a	0.38 ± 0.20 ^a	0.00 ± 0 ^a	1.43 ± 0.20 ^a	0.95 ± 0.27 ^a	0.28 ± 0.19 ^a
<i>Salmonella</i> spp. (Not detectable in 25 g) ^b	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Aydin 등이 터키 Thrace 지역에서 수확된 밀가루의 미생물학적 특성을 연구하기 위하여 검체별로 TMAB(Total Mesophilic Aerobic Bacteria), *E. coli*, *B. cereus*, *C. perfringens*, mould, rope spore, *Salmonella* spp.의 수를 측정하였다. *E. coli*는 총 142개의 검체중에서 72개 검체가

터키식품공전 기준에 초과하는 수준을 나타내었다. *B. cereus*와 *C. perfringens*는 142개 검체 모두 각각 터키식품공전의 기준 수준을 보였다 (터키식품공전의 한계치는 각각 1.0×10^4 CFU/g, 1.0×10^4 CFU/g). Mold는 wheat flour 와 white wheat flour가 각각 865 CFU/g와 916 CFU/g으로 검출되었다. Location 4의 지역은 고온다습한 지역으로 건조한 location 1에 비하여 mould가 많이 검출되었다. Rope spore는 일반적으로 열에 저항성이 있는 *Bacillus subtilis*의 포자에 의해서 생성되는데, 70개의 검체가 최소 검출 한계치인 30 MPN/g이하로 검출되었고, 62개의 검체가 최소 검출 한계치와 최대 검출 한계치 (4,500 MPN/g)사이에 검출되었다. 그리고 10개 검체만이 터키식품공전의 기준을 초과하였다. *Salmonella* spp.는 모든 검체에서 불검출 되었다.

(나) 호주산 밀가루를 위하여 제안된 미생물학적 품질규격

Available online at www.sciencedirect.com
SCIENCE @ DIRECT®
 International Journal of Food Microbiology 85 (2003) 137–149
www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro

ELSEVIER **INTERNATIONAL JOURNAL OF Food Microbiology**

Microbiology of wheat and flour milling in Australia
 Lana K. Berghofer^a, Ailsa D. Hocking^{a,*}, Di Miskelly^{b,c}, Edward Jansson^{a,1}

^a Food Science Australia, P.O. Box 52, North Ryde, NSW 1670, Australia
^b Allied Mills, P.O. Box 1, Summer Hill, NSW 2130, Australia
^c Quality Wheat CRC, Locked Bag No. 1345, North Ryde, NSW 1670, Australia

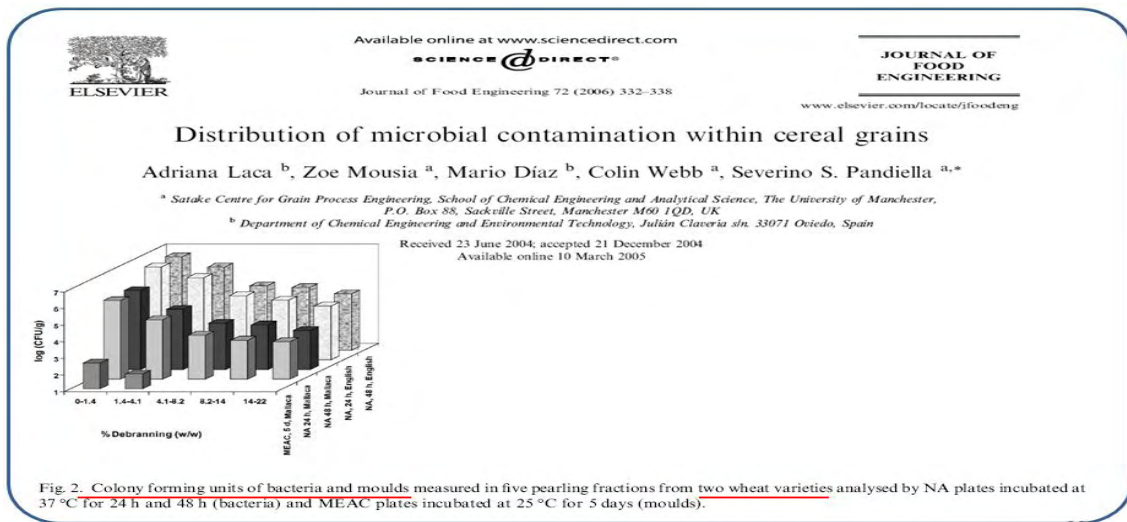
Received 19 April 2002; received in revised form 30 October 2002; accepted 10 November 2002

Table 6
 Proposed achievable microbiological quality for flour, wheat germ and bran

Microorganism	Acceptable quality limit (cfu/g)		
	Flour	Germ	Bran
Mesophilic aerobes	< 10 ⁴	< 10 ⁶	< 10 ⁵
Coliforms	< 10 ²	< 10 ³	< 10 ³
<i>E. coli</i>	< 10	< 10	< 10
<i>B. cereus</i>	< 10	< 10	< 10
Mesophilic aerobic spores	< 10 ²	< 10 ³	< 10 ²
Yeasts and moulds	< 10 ³	< 10 ⁴	< 10 ⁴

Berghofer 등이 호주의 밀과 밀가루 도정에 따른 미생물의 오염정도를 연구한 논문에서, 밀 배아와 밀기울 그리고 밀가루의 품질규격과 관련하여 미생물의 최대 한계치를 설정하였다. Mesophilic aerobes의 최대 한계치로써 밀가루가 10^4 CFU/g이하, 밀 배아가 10^6 CFU/g이하, 그리고 밀 겨가 10^5 CFU/g이하로 각각 설정되었다. Coliforms의 최대 한계치는 밀가루가 10^2 CFU/g이하, 밀 배아가 10^3 CFU/g이하, 밀 겨가 10^3 CFU/g이하로 설정되어 밀 배아와 밀 겨의 한계치가 같았다. *E. coli*와 *B. cereus*의 최대 한계치는 밀가루, 밀 배아, 그리고 밀 겨 모두 10 CFU/g이하로 동일하게 설정되었다. Mesophilic aerobic spores의 최대 한계치는 밀가루가 10^2 CFU/g이하, 밀 배아가 10^3 CFU/g이하, 그리고 밀 겨가 10^2 CFU/g이하로 밀 배아의 한계치가 가장 높았다. Yeasts and moulds의 최대 한계치는 밀가루가 10^3 CFU/g이하, 밀 배아가 10^4 CFU/g이하, 그리고 밀 겨가 10^4 CFU/g이하로 밀 배아와 밀 겨의 한계치가 동일하였다. 전체적으로는 밀 배아의 최대 한계치는 밀가루 및 밀 겨의 최대 한계치와 비교해서 높게 설정되었다.

(다) 밀의 도정정도에 따른 세균과 곰팡이 오염정도 파악



Laca 등이 곡류의 미생물학적 오염도를 연구한 결과를 다음과 같이 보고하였다. 도정정도에 따라서 2가지 종류의 밀의 세균과 곰팡이를 NA plate(37°C 24hr, 48hr)와 MEAC plate(25°C, 5days)를 이용하여 각각 측정하였다. 그 결과에 의하면 Mallaca 검체가 English 검체보다 세균 및 곰팡이수가 낮았으며, 도정도가 감소함에 따라 세균 및 곰팡이 수가 증가하였다.

(라) 밀가루 검체의 위해 미생물별 오염정도 파악

Technical Bulletin of the IAOM. 3(6): 7929-7931.
Microbiology of Milled Cereal Grains:
Issues in Customer Specifications
by
William H. Sperber, Ph. D.
Senior Corporate Microbiologist
Cargill Corporate Food Safety Department

Table 1. Microbiological Profile of Flour

Organism	n	Geometric mean/g	Upper limit/g
Total Aerobic Count	4888	15,000	300,000
Yeasts	1744	120	1,200
Molds	5211	800	50,000
Coliforms	2951	200	2,000

^a Composite of four publications (1, 2, 4, 6)

Table 2. Incidence of indicator and pathogenic microorganisms in flour.

Organism	n	Samples Positive	
		Number	%
<i>E. coli</i>	3444	448	13
<i>Enterococci</i>	126	126	100
<i>Staph. aureus</i>	3126	1	0
<i>Salmonella</i> ^b	4360	47	1

^a Composite of five publications (1, 3, 4, 5, 6)
^b 25-gram samples

Sperber의 제분된 곡류를 미생물학적으로 분석한 연구결과에 의하면, 곡물가루의 미생물학적 profile은 다음과 같았다. Total aerobic counts의 경우 평균이 15,000/g이었으며 상한가는 300,000/g으로 검출되었다. Yeasts의 경우 평균이 120/g이었으며 상한가는 1,200/g으로 검출되었다. Molds의 경우 평균이 800/g이었으며 상한가는 50,000/g으로 검출되었다. Coliforms의 경우 평균이 200/g이었으며 상한가는 2,000/g으로 검출되었다. 곡물가루내의 병원성 미생물 오염 정도는 다음과 같이 나타내었다. *E. coli*는 총 3,444개의 검체 중에서 448 (13%)개, *Enterococci*는 총 126개의 검체 중에서 126 (100%)개, *Staph. aureus*는 총 3,126 검체 중에서 1 (0%)개, *Salmonella*는 총 4,360개의 검체 중에서 47 (1%)개가 각각 검출되었다.

(마) 밀과 밀가루의 세균과 *Actinomycece* 오염정도 파악

Cereal Chem. 44: 288 (1967).
**Bacterial and Actinomycece Flora of Kansas-Nebraska
and Pacific Northwest Wheat and Wheat Flour¹**
R. R. GRAVES, RUTH F. ROGERS, A. J. LYONS, Jr., and C. W. HESSELTINE,
Northern Regional Research Laboratory, Peoria, Illinois

Graves 등의 Knasas-Nebraska와 북서태평양의 밀과 밀가루의 박테리아와 *Actinomycece*의 오염정도를 연구한 논문에 의하면, 밀가루의 총균수가 220-20,000 CFU/g, 밀의 총균수가 15,000 - 660,000 CFU/g으로 검출되었다. 밀가루의 *Actinomycece*가 0 - 5,300 CFU/g, 밀의 *Actinomycece*가 0 - 300 CFU/g으로 검출되었다. 그리고 *Salmonella*와 coagulase(+) Staphylococci는 모든 밀과 밀가루 검체에서 불검출 되었다.

(바) 밀가루내 곰팡이의 오염정도 파악

Food Microbiology, 2000, 17, 103-107
Available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL[®] Article No. fmic.1999.0279

 ORIGINAL ARTICLE

**Whole wheat and white wheat
flour—the mycobiota and
potential mycotoxins**

M. Weidenbörner^{1*}, C. Wiczorek², S. Appel² and B. Kunz²

Weidenborner 등의 whole wheat flour와 white wheat flour 검체 내에 mycobiota와 mycotoxin을 연구한 논문에 의하면 whole wheat flour의 진균수는 1,833 CFU/2g이었으며, whole wheat flour에서 분리한 진균중 *Aspergillus*가 84%로 나타내었다. white wheat flour의 진균수는 1,730 CFU/2g이었으며, white wheat flour에서 분리한 진균중 *Aspergillus*가 77.3% 이었다.

다. 1차년도 참고문헌

- (1) Ankolekar, C., Rahmati, T., Labbé, R.G., Detection of toxigenic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* spores in U.S. rice, *International Journal of Food Microbiology*, 128(3) : 460 - 466 (2009)
- (2) Aydin, A., Aksu, H., Gunsen, U., Mycotoxin levels and incidence of mould in Turkish rice, *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1-4) : 271-280 (2011)
- (3) Aydin, A., Paulsen, P., Smulders, F.J.M., The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33 :

445-454 (2009)

- (4) Berghofer, L.K., Hocking, A.D., Miskelly, D., Jansson, E., Microbiology of wheat and flour milling in Australia, *International Journal of Food Microbiology*, 85(1-2) : 137 - 149 (2003)
- (5) Graves, R.R., Rogers, R.F., Lyons, A.J., Hesseltine, C.W., Bacterial and actinomycete flora of Kansas - Nebraska and Pacific North-West wheat and wheat flour, *Cereal Chemistry*, 44 : 288 - 299 (1967)
- (6) Kim, S.K., Kim, K.P., Jang, S.S., Shin, E.M., Kim, M.J., Oh, S.S., Ryu, S.R., Prevalence and Toxigenic Profiles of *Bacillus cereus* Isolated from Dried Red Peppers, Rice, and Sunsik in Korea, *Journal of Food Protection*, 72(3) : 578-582 (2009)
- (7) Laca, A., Mousia, Z., Díaz, M., Webb, C., Pandiella, S.S., Distribution of Microbial Contamination Within Cereal grains, *Journal of Food Engineering*, 72(4) : 332 - 338 (2006)
- (8) Lu Z.H., Zhang Y., Li L.T., Curtis, R.B., Kong, X.L., Fulcher, R.G., Zhang, G., Cao, W., Inhibition of Microbial Growth and Enrichment of γ -Aminobutyric Acid during Germination of Brown Rice by Electrolyzed Oxidizing Water, *Journal of Food Protection*, 73(3) : 483-487 (2010)
- (9) Nishino N., Hattori I., and Kishida Y., Alcoholic Fermentation and its Prevention by *Lactobacillus buchneri* in Whole Crop Rice Silage, *Letters in Applied Microbiology*, 44 : 538 - 543 (2007)
- (10) Park S.K., Ko Y.D., Kwon S.H., Shon M.Y., and Lee S.W., Occurrence of Off-Odor and Distribution of Thermophilic Bacteria from Rice and Cooked Rice Stored at Electric Rice Cooker, *Korean Journal of food preservation*, 10(1) : 70 - 74 (2003)
- (11) Park Y.B., Kim J.B., Shin S.W., Kim J.C., Cho S.H., Lee B.K., Ahn J., Kim J.M., and Oh, D.H., Prevalence, Genetic Diversity, and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Strains Isolated from Rice and Cereals Collected in Korea, *Journal of Food Protection*, 72(3) : 612-617 (2009)
- (12) Sarrías J.A., Valero M., and Salmerón M.C., Enumeration, isolation and characterization of *Bacillus cereus* strains from Spanish raw rice, *Food Microbiology*, 19 (6) : 589 - 595 (2002)
- (13) Sperber W.H., Microbiology of Milled Cereal Grains: Issues in Customer Specifications, *Technical Bulletin of the IAOM*, 3(6) : 7929-7931 (2003)
- (14) Weidenbörner M., Wieczorek C., Appel S., and Kunz B., Whole wheat and white wheat flour the mycobiota and potential mycotoxins, *Food Microbiology*, 17 (1) : 103 - 107 (2000)

2. 2차년도 세부연구개발과제의 연구방법 및 결과

가. 2차년도 세부연구개발과제 연구방법

- (1) 제분용 원료 쌀 내의 잠재적 위해 오염 미생물 요소 결정

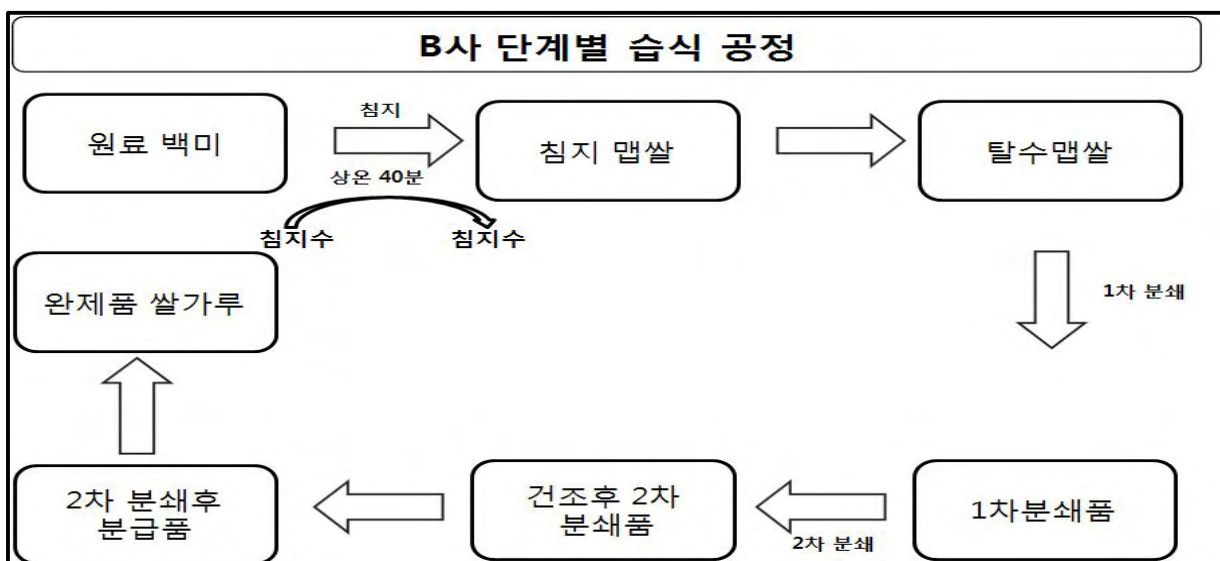
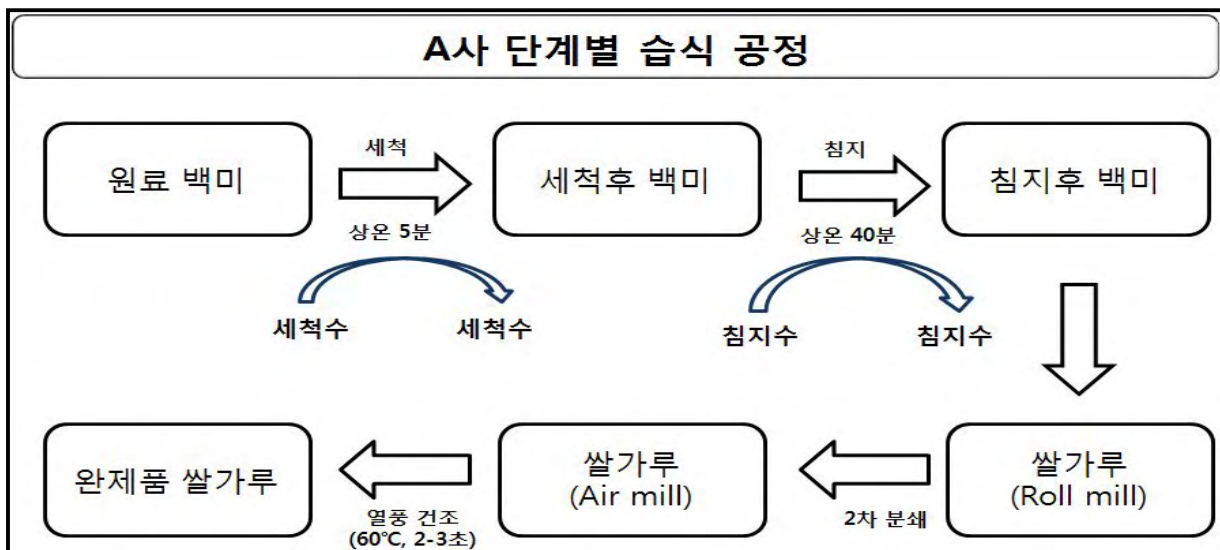
본 세부연구과제 수행 시 쌀 내의 잠재적 위해 오염 미생물 요소로서 총 6종류 [Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), spore-forming aerobic bacteria (SFAB), lactic acid bacteria (LAB), yeasts and molds (YM), *Salmonella* spp. 그리고 *Escherichia coli* (EC) and coliforms (CF)]의 미생물 요소를 결정하였다.

(2) 제분과정 중 미생물 위해요소 파악 및 최적 제분과정 조건 확립을 위한 공정별 쌀가루 검체 확보

제분과정 중 미생물 위해요소를 파악하기 위하여 2개의 국내 습식 쌀가루 제조업체로부터 공정별 습식 쌀가루 검체를 확보하였다.

(가) 공정별 습식 쌀가루 검체별 오염 미생물 정량분석

2차년도 연구개발과제 중 공정별 습식 쌀가루 검체의 오염 미생물 정량분석 방법을 확립하고, A, B 두 회사의 공정별 쌀가루 검체를 습득하여 공정별 습식 쌀가루 검체의 오염 미생물을 정량 분석 하였다. A사와 B사의 습식쌀가루 공정은 차이가 있었으며, 두 회사의 습식쌀가루 제조 공정은 다음 그림과 같다.

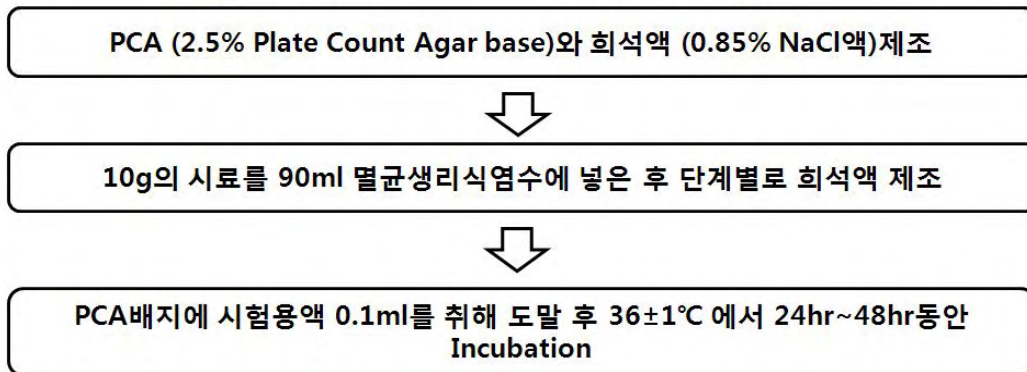


(3) 제분용 원료 쌀별 오염 미생물 정량 분석

제분용 원료 쌀 내에 존재하는 미생물을 정량분석 하고자, 각각 위해 오염 미생물 요소별로 TAMB는 PCA (Plate Count Agar), SFAB는 Heating method와 NA (Nutrient Agar), LAB는 MRSA (De Man Rogosa Sharpe Agar), YM은 PDA (Potato Dextrose Agar), *Salmonella* spp.는 XLDA (Xylose lysine deoxycholate Agar) 그리고 EC와 CF는 *E. coli*와 coliforms 정량 분석용 3M petrifilm을 사용하여 정량 분석을 수행하였다.

(가) PCA를 이용한 Total aerobic mesophilic bacteria 정량분석

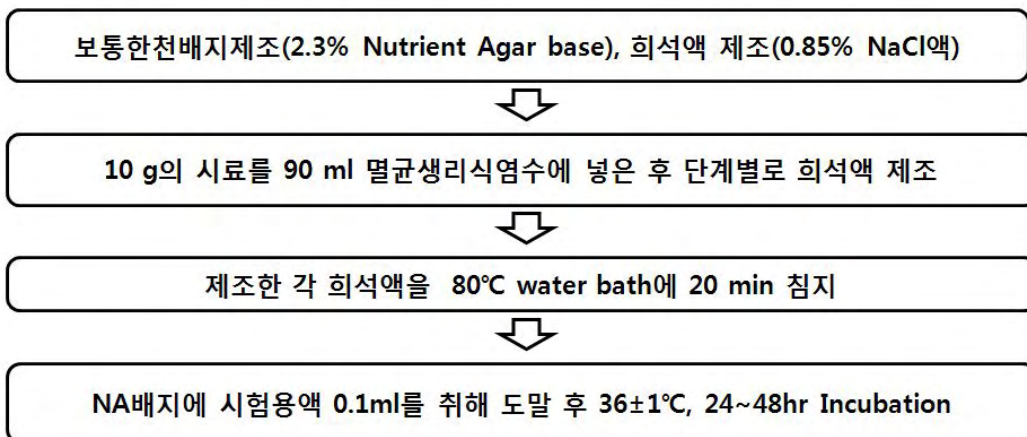
총균수 측정 방법 flow chart (PCA agar 배지사용)



2.5% Plate Count Agar base로 PCA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후 stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 ml를 취해 PCA배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 PCA 배지를 36±1°C 에서 24-48hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다.

(나) Heating method와 NA를 이용한 spore-forming aerobic bacteria 정량분석

포자형성 호기성균수 측정 방법 flow chart (NA agar 배지사용)

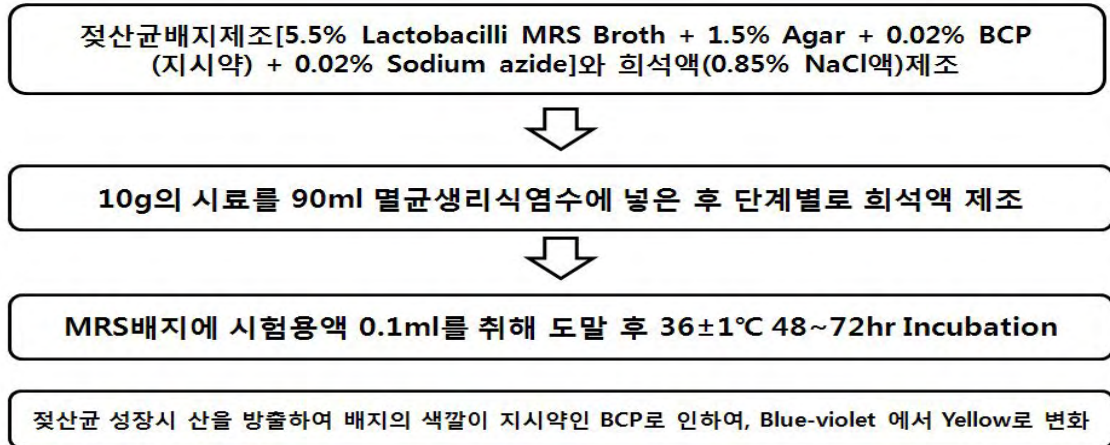


2.3% Nutrient Agar base로 NA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 검체별 희석액을 제조한 후, 검체별 희석액을 80°C water bath에 20분간 침지시켰다. 침지 후 검체별 희석액을 상온까지 냉각시킨 후 검체별 희석액을 각각 0.1 ml씩 취해 NA 배지에 도말

하였다. 희석액이 도달된 NA배지를 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 24-48hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다.

(다) MRSA를 이용한 lactic acid bacteria의 정량분석

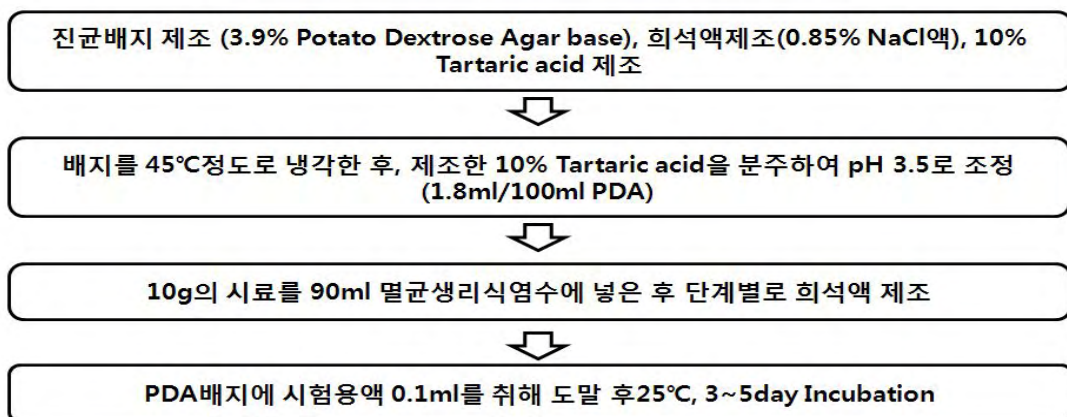
젖산균 측정 방법 flow chart (MRS Agar 배지사용)



5.5% Lactobacilli MRS broth에 1.5% agar, 0.02% bromocresol purple(지시약), 0.02% sodium azide를 첨가하여 MRSA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 ml를 취해 MRSA배지에 도달하였다. 희석액이 도달된 MRSA배지를 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 24-48hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다. MRSA제조시 첨가되는 sodium azide는 젖산균을 제외한 그람음성 세균을 포함한 기타 세균과 효모 및 곰팡이 등의 성장을 억제시켰다. Bromocresol purple은 중성에서는 blue-violet color, 산성에서는 yellow color를 나타내는 지시약으로 젖산균 성장 시 산을 균체외로 분비하여 배지상에 생성되는 colony 주변색깔이 yellow color로 변화되었다.

(라) PDA를 이용한 Yeasts and molds의 정량분석

진균 측정 방법 flow chart (PDA agar 배지사용)

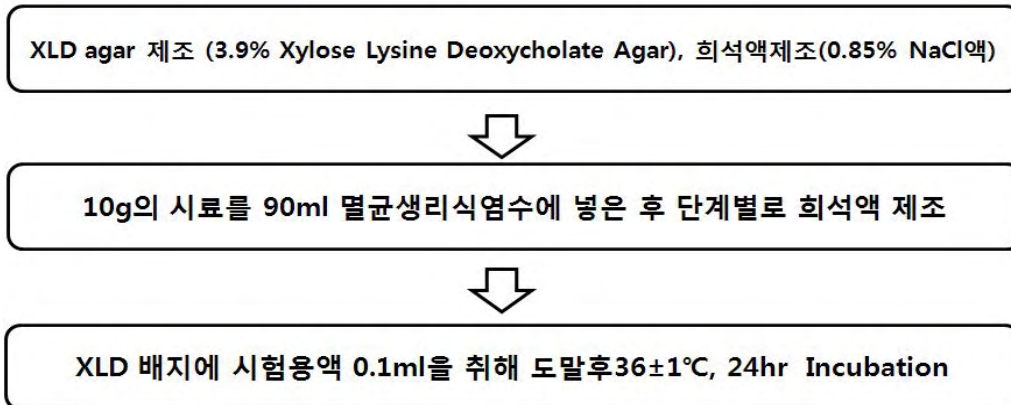


고압증기멸균시킨 3.9% potato dextrose agar base를 45°C 로 냉각시킨 후 10% tartaric acid 첨가하여 PDA를 제조하였다. 각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를

첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 ml를 취해 PDA배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 PDA배지를 25±1℃에서 3-5day동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다. PDA제조 시 첨가되는 10% tartaric acid는 yeast and mold를 제외한 기타 박테리아의 성장을 억제하였다.

(마) XLDA를 이용한 *Salmonella* spp.의 정량분석

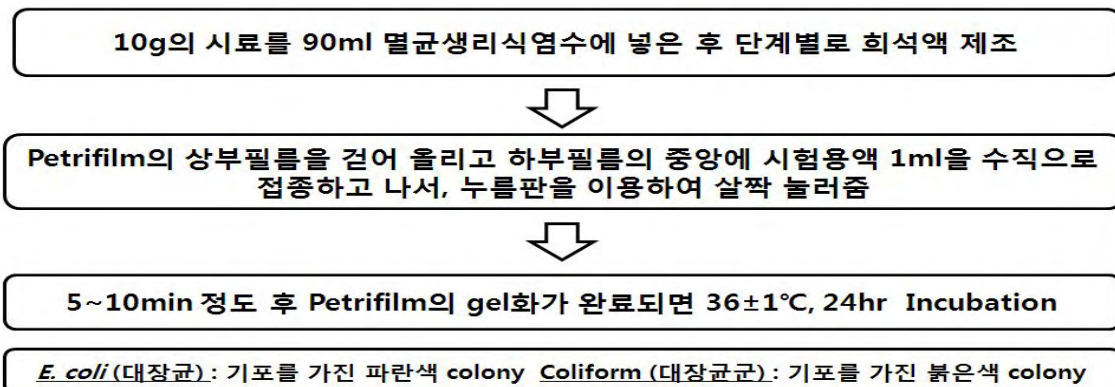
살모넬라균 측정방법 flow chart (XLD Agar)



3.9% Xylose Lysine Deoxycholate Agar base로 XLDA를 제조하였다. 각 검체 10 g에 멸균 생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 mL를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열희석하여 계열희석별로 각각 희석액 0.1 mL를 취해 XLDA배지에 도말하였다. 희석액이 도말된 XLDA배지를 36±1℃ 에서 24 hr동안 incubation한 후, 배지상에 생성된 중앙이 검은 red colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다.

(바) Petrifilm을 이용한 *E. coli* 와 coliforms의 정량분석

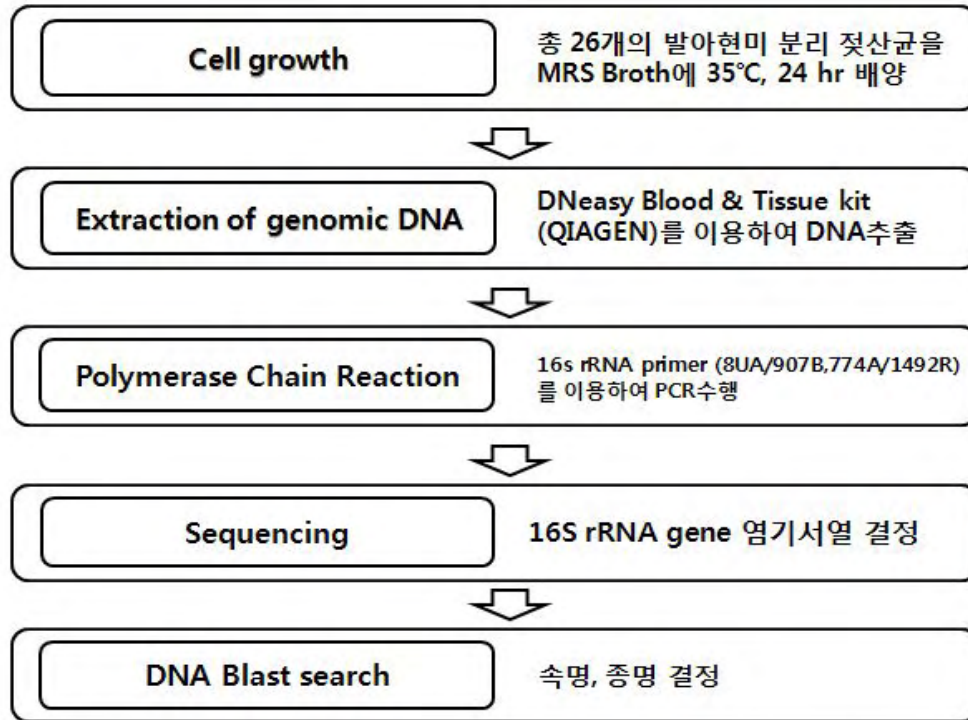
대장균 및 대장균군 측정 방법 flow chart (Petrifilm 사용)



각 검체 10g에 멸균생리식염수 (0.85% NaCl solution) 90 ml를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열 희석하여 계열희석별로 각각 희석액 1 ml를 취해 petrifilm의 상부필름을 걷어 올리고 하부필름 중앙에 접종하였다. 희석액이 접종된 부분을 누름판으로 살짝 눌러주었다. 5-10분 후 petrifilm이 gel화가 되었다. 희석액이 도말된 petrifilm을

36±1℃ 에서 24hr 동안 incubation한 후, petrifilm상에 생성된 colony를 counting하여 미생물 수를 정량하였다. petrifilm상에 생성된 colony 중 기포를 가진 파란색 colony는 *E. coli*로 counting하고, 기포를 가진 붉은색 colony는 coliform으로 counting하였다.

(사)발아현미로부터 분리한 젓산균 동정



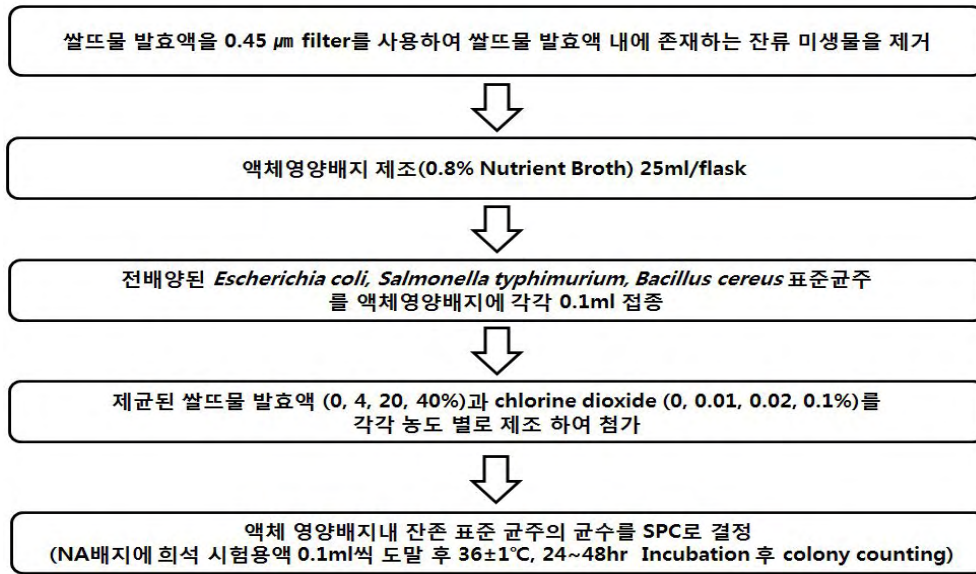
현미와 발아현미의 젓산균 정량분석 결과, 현미에서 검출되지 않은 젓산균이 발아현미에서 검출되었다. 따라서 발아현미로부터 젓산균을 동정하여 확인하였다.

발아현미 검체 내의 젓산균을 MRSA를 이용하여 검출 한 후 분리하였다. 발아현미로부터 분리된 총 26개의 젓산균을 MRS Broth에 35±1℃에서 24hr 배양하였다. DNeasy Blood & Tissue kit를 이용하여 배양된 26개의 젓산균의 genomic DNA를 추출하였다. 추출된 genomic DNA를 16S rRNA gene (Primer : 8UA/907B, 774A/1492R)을 이용하여 PCR을 수행하였다. 그리고 PCR product를 전기영동 하였고, 증폭이 확인된 PCR product를 sequencing하였다. 그리고 각각 sequencing된 결과는 blast search tool을 이용하여 동정하였다.

(4) 쌀가루 제분과정 중 오염세균 최소화 위한 최적 제분 공정 조건 확립

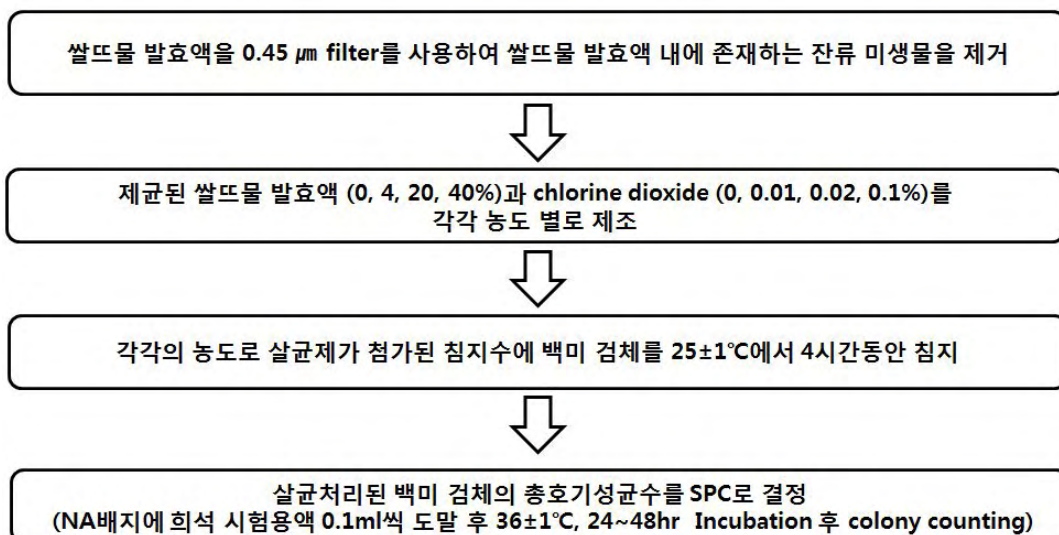
쌀가루를 만들기 위한 쌀 원료 초기 오염세균수가 높으며 쌀가루 제조과정 상 침지 공정 중 오염 미생물의 증식이 가능하기 때문에 습식 쌀가루 제분 공정 중 침지 공정과 세척 공정을 Critical control point (CCP)로 설정하였으며 또한 저감화 point로 설정하였다.

(가) *S. typhimurium*, *E. coli* 그리고 *B. cereus* 표준균주에 대한 천연살균제 및 화학살균제의 항균효과



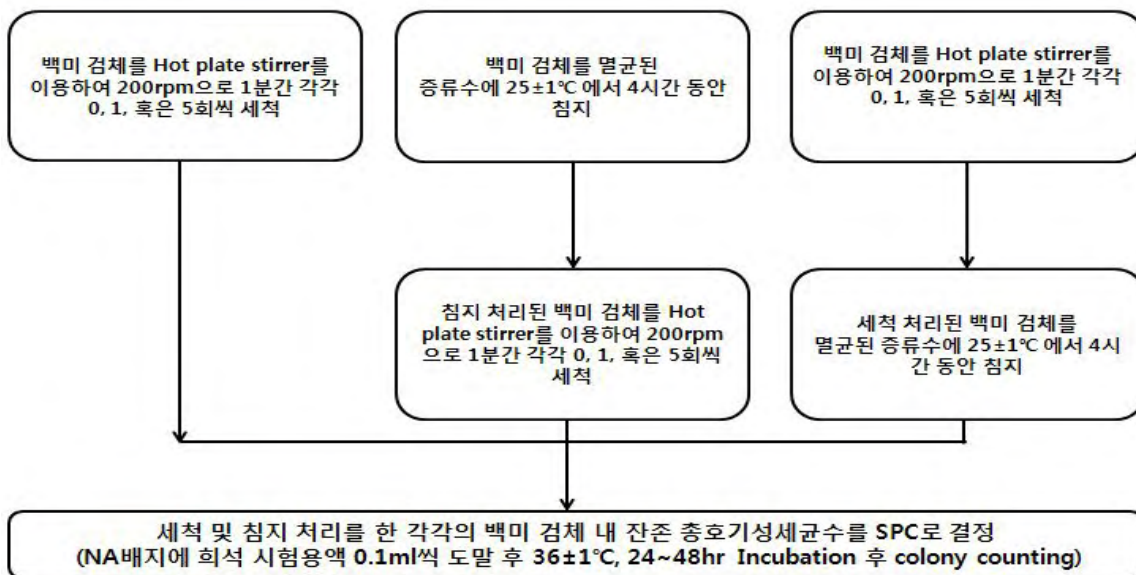
백미 내에 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로서 *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, 그리고 *Bacillus cereus* 표준균주를 선정하였으며, 각각의 종들에 대한 표준균주를 대상으로 하여 다음과 같이 항균효과를 측정하였다. Nutrient Broth (NB) 액체 배지에 전배양된 *S. typhimurium*, *E. coli* 그리고 *B. cereus* 표준균주를 25 ml의 NB 액체 배지에 0.1 ml 씩 각각 접종하였다. 접종된 NB 액체 배지에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40%의 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 접종된 NB 액체 배지에 화학살균제인 chlorine dioxide (CD)를 0, 0.01, 0.02, 혹은 0.1%의 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 각각의 살균제가 첨가된 NB 액체 배지를 36±1°C에서 24시간동안 배양하였다. 살균제가 첨가된 배양액은 0.85% 생리식염수를 사용하여 십진 희석한 후 2.3% Nutrient Agar (NA) 고체 배지에 각각 도말하였다. 그리고 36±1°C에서 24시간 동안 배양한 후 세균 수를 측정하여, 각각의 대상 세균 숫자를 CFU/ml로 환산하여 표시하였다.

(나) 백미 내 잔류세균에 대한 천연 살균제 및 화학살균제의 항균효과



백미 검체에 존재하는 잠재적인 위해 미생물 저감화를 위하여 위에서 기술한 표준균주 배양액에 대한 항균력 측정된 농도와 동일한 농도로 천연살균제인 쌀뜨물 발효액과 화학살균제인 chlorine dioxide (CD)를 각각 백미 검체에 첨가한 후 항균력을 측정하였다. 침지과정 중 백미 검체에 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40% 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 백미 검체에 CD를 0, 0.01, 0.02, 혹은 0.1% 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 각각의 살균제가 첨가된 침지수 처리된 백미 검체를 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 4시간동안 침지하였다. 그리고 각각의 살균제가 첨가된 침지수에 침지하여 살균처리 후 백미 검체의 잔류세균 정량분석을 위하여 살균 처리된 백미 검체 25 g을 멸균 처리된 0.85% 생리식염수 225 ml을 사용하여 균질화 시켰다. 균질화된 백미 검체를 0.85% 생리식염수에 각각 십진 희석한 후 NA 고체 배지를 사용하여 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 배양한 후 총호기성세균 수를 측정하여 CFU/g 으로 환산하여 표시하였다.

(다) 백미 검체의 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균 제거 효과



백미 검체는 세척만 한 검체와 침지를 한 후 세척한 검체 그리고 세척을 한 후 침지 한 검체에 대하여 각각 총호기성세균 수를 측정하였다. 세척은 백미 검체 25g을 멸균된 증류수 75 ml를 첨가한 후 Hot plate stirrer를 이용하여 200 rpm으로 1분간 각각 0, 1, 혹은 5회씩 세척하였다. 그리고 침지는 멸균된 증류수에 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 4시간동안 침지하였다. 세척 및 침지 처리를 한 각각의 백미 검체는 멸균 처리된 0.85% 생리식염수 225 ml을 사용하여 균질화 시켰다. 그리고 균질화 된 백미 검체를 0.85% 생리식염수에 각각 십진 희석한 후 NA 고체 배지에 도말하였다. 그리고 $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 배양한 후 총호기성세균 수를 측정하여 CFU/g 으로 환산하여 나타내었다.

(5) 백미, 현미, 그리고 발아현미 내 아플라톡신 분석

백미 총 4개 검체 (김제, 안성, 무농약 진천, 무농약 순천), 현미 총 10개 검체 (화순, 군산, 함평, 고창, 충주, 당진, 청원, 평택, 안성, 울진), 그리고 발아현미 총 10개 검체 (국산, 여주, 장흥, 함양, 무농약 진천, 진천, 화성, 발아현미, 나주, 정읍)를 포함하여 총 24개 쌀 검체 내에 존재하는 아플라톡신을 정량분석 하였다. 면역침화컬럼(IAC)을 이용하여 전처리한 후

HPLC/MS/MS로 총아플라톡신 (B1, B2, G1, 그리고 G2)을 분석하였다. B1과 G1 아플라톡신성분의 정량한계는 $0.3\mu\text{g}/\text{kg}$, B2와 G2 아플라톡신성분의 정량한계는 $0.6\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 분석하였다.

나. 2차년도 세부연구개발과제 연구결과 및 고찰

(1) 공정별 습식 쌀가루 검체별 오염 미생물 정량분석

(가) PCA를 이용한 total mesophilic bacteria 정량 분석

공정별 습식 쌀가루 검체의 총균수 (Total Mesophilic Bacterial counts)를 Fig. 2.1에 나타내었다. 총균수는 공정 단계별 총 6개 쌀 검체들 중 A사는 습식공정중 채취된 검체인 세척후 검체 (2.3×10^5 CFU/g)와 침지후 검체 (2.2×10^4 CFU/g), R분쇄 쌀가루 검체 (2.9×10^5 CFU/g)가 다른 공정별 검체들에 비해 높게 나타났다. 그리고 B사는 침지수 검체(4.1×10^4 CFU/g), 침치맷쌀 (9.2×10^4 CFU/g), 그리고 탈수맷쌀 검체 (1.2×10^5 CFU/g)가 다른 공정별 검체들에 비해 높게 나타났다.

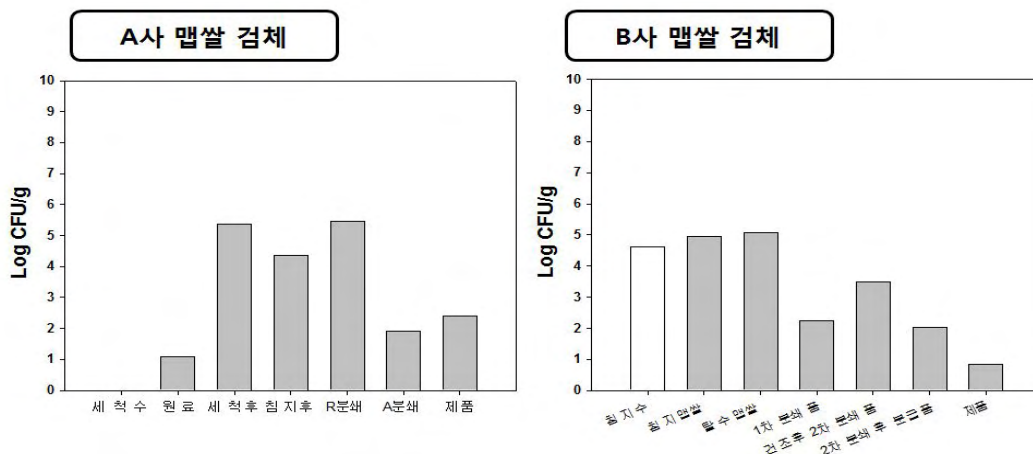


Fig. 2.1 공정별 습식쌀가루 검체의 총균수

(나) Heating method와 NA를 이용한 spore-forming aerobic bacteria 정량분석

공정별 습식 쌀가루 검체의 포자형성 호기성균수 (Spore-forming Aerobic Bacterial counts)를 Fig. 2.2에 나타내었다. A사 습식 쌀가루 검체의 포자형성 호기성균수는 원료검체 (1.9×10^4 CFU/g)에서 가장 높게 검출되었으며, B사 습식 쌀가루 검체의 포자형성 호기성균수는 제품검체 (2.1×10^2 CFU/g)에서 가장 높게 나타났다.

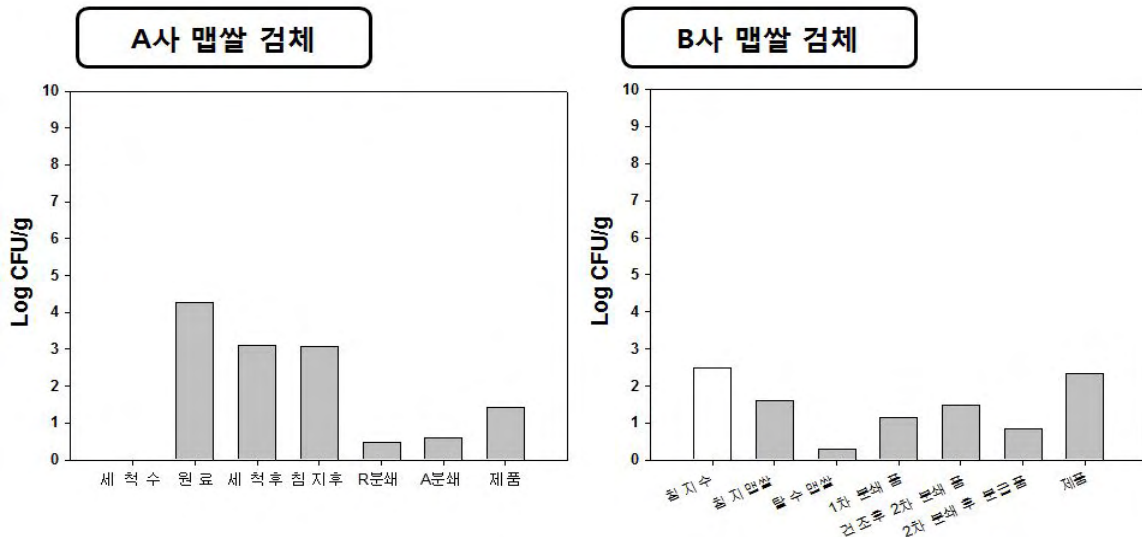


Fig. 2.2 공정별 습식쌀가루 검체의 포자형성 호기성균수

(다) MRSA를 이용한 lactic acid bacteria의 정량분석

공정별 습식 쌀가루 검체의 젖산균수 (Lactic Acid Bacterial counts)를 Fig. 2.3에 나타내었다. A사 습식 쌀가루 검체의 젖산균수는 세척후 검체 (1.9×10^5 CFU/g)에서 가장 높게 검출되었다. 원료 검체는 젖산균이 검출되지 않았으나, 제품 검체 (1.6×10^2 CFU/g)는 젖산균이 검출되었다. B사 습식 쌀가루 검체의 젖산균 수는 2차 분쇄후 분급품 검체가 (8.8×10^2 CFU/g) 가장 높았으며 제품 검체 (2.0×10^0 CFU/g)에서 가장 낮은 젖산균수가 검출되었다.

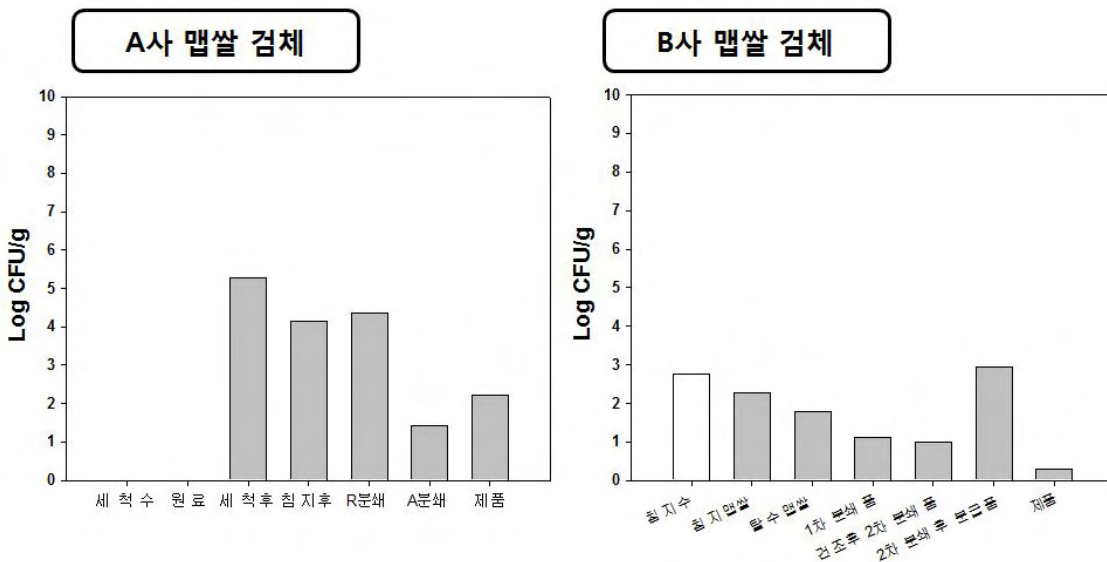


Fig. 2.3 공정별 습식쌀가루 검체의 젖산균수

(라) PDA를 이용한 yeasts and molds의 정량분석

공정별 습식 쌀가루 검체의 진균수 (Yeasts and Molds counts)를 Fig. 2.4에 나타내었다. A사 습식 쌀가루 검체의 진균수는 원료 검체 (2.7×10^1 CFU/g)가 가장 낮게 검출되었으며, 그 다음 제분공정인 세척후 검체 (1.4×10^4 CFU/g)와 R분쇄 검체 (1.9×10^5 CFU/g)에서 10^3 - 10^4 배 높게 검출되었다. B사 습식 쌀가루 검체의 진균수는 탈수맵쌀 검체 (5.6×10^3 CFU/g)에서

가장 높게 검출되었으며, 그다음 2차 분쇄후 분급품 검체 (1.8×10^1 CFU/g)에서 가장 낮게 검출되었다.

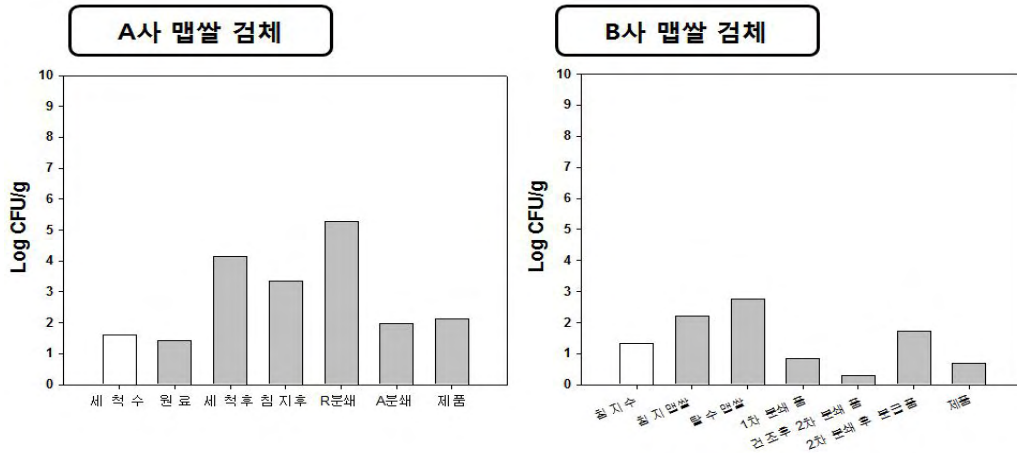


Fig. 2.4 공정별 습식쌀가루 검체의 진균수

(마) Petrifilm을 이용한 *E. coli*와 coliforms의 정량분석

공정별 습식 쌀가루 검체의 대장균수 (*Escherichia coli* counts)는 모든 공정별 검체에서 대장균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다 (Data not shown, 검출한계 <100 CFU/g). 공정별 습식 쌀가루 검체의 대장균군수 (coliforms counts)를 Fig. 2.5에 나타내었다. A사 습식 쌀가루 검체의 대장균군수는 총 6개 공정별 쌀 검체들 중 분쇄 검체 (4.0×10^1 CFU/g)와 세척수 검체 (4.7×10^1 CFU/g)에서만 검출되었고, B사 습식 쌀가루 검체의 대장균군수는 2차 분쇄후 분급품 검체 (4.1×10^1 CFU/g)와 제품 검체 (2.1×10^1 CFU/g)에서 검출되었다. 대장균은 A사 습식 쌀가루 검체, B사 습식 쌀가루 검체의 총 6개 공정별 쌀 검체들에서 불검출되었다.

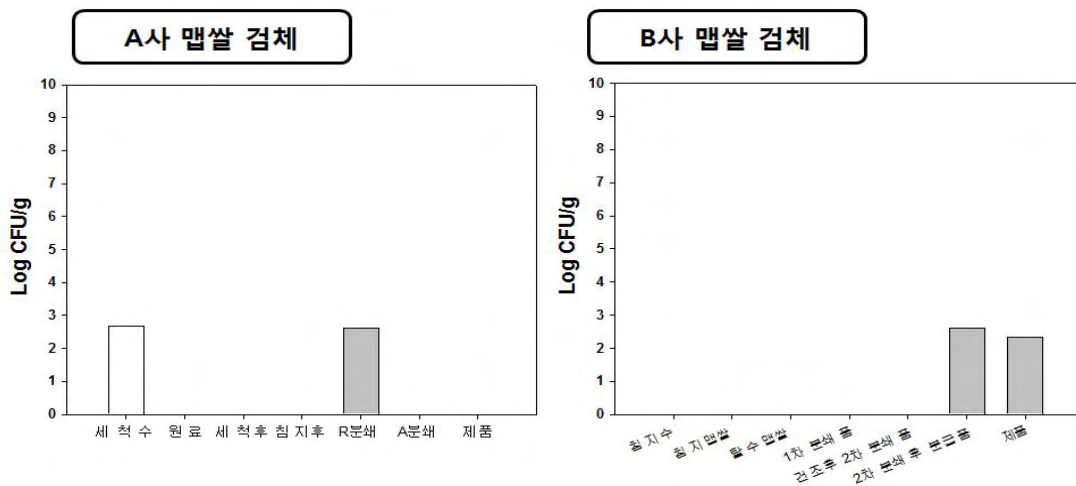


Fig. 2.5 공정별 습식쌀가루 검체의 대장균군수

(바) XLDA를 이용한 *Salmonella* spp.의 정량분석

공정별 습식 쌀가루 검체의 살모넬라균수 (*Salmonella* spp. counts)는 모든 공정별 검체에서 살모넬라균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다 (Data not shown, 검출한계 <10 CFU/g).

(사) 쌀가루 제분공정별 critical control point 설정

A, B 쌀가루 업체 두 곳의 공정별 습식 쌀가루 검체 오염 미생물 정량분석결과, 습식공정에서 오염미생물이 대폭 증가되었다. 습식 쌀가루 완제품의 오염 미생물을 효과적으로 감소시키기 위해서는 습식공정 단계에서 오염 미생물의 증식이 억제 되어야 할 것으로 사료된다.

(아) 국외 회사별 쌀가루 미생물 관리사양

본 연구과제를 수행함으로써 얻어진 공정별 습식 쌀가루 검체의 미생물 정량분석 결과를 총 5개 국외 쌀가루 제조회사의 자체규격과 비교하여 Table 2.1에 나타내었다. 총균수의 경우 A사와 B사의 습식 쌀가루 검체는 5곳의 국외 회사별 자체규격에 적합하였다. 포자형성 호기성균의 경우 국외 쌀가루 제조회사 1곳에서만 *Bacillus cereus*에 대해서 자체규격이 존재하였다. A사와 B사의 포자형성 호기성균의 정량 분석결과는 각각 2.7×10^1 CFU/g과 2.1×10^2 CFU/g으로 검출되었으나, *Bacillus cereus*만을 선택적으로 정량 분석한 결과가 아니므로 비교가 적합하지 않았다. 젖산균의 경우 국외 회사별 쌀가루 미생물 자체규격에 표기되지 않았다. 진균의 경우 A사와 B사의 습식 쌀가루 분석결과가 각각 1.3×10^2 CFU/g과 5.1×10^1 CFU/g으로 두 회사 모두 국외 쌀가루 회사의 자체규격보다 높게 검출되었다. 대장균과 살모넬라균의 경우 A사와 B사 두 회사의 검체 모두 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다.

Table 2.1 국외 회사별 쌀가루 미생물 관리사양과 공정별 습식 쌀가루 비교

미생물	국외 회사별 쌀가루 미생물 관리사양					국내 쌀가루 미생물 분석결과			
	Sage V food RF-L00 080-12	Sage V food RF-M01 080-12	Sage V food RF-W02 090-12	Gold Medal	QUEEN SWOOD	A사	적합 유무	B사	적합 유무
TMB	<20,000	<20,000	<20,000	<100,000	<50,000	260	적합	69	적합
SAB					<500(<i>B. cereus</i>)	27	?	210	?
LAB						160	?	2	?
YM	<200	<200	<200	<2,000	<100	130	적합	51	적합
<i>E. coli</i>	<10	<3	<10	<3	<10	ND	적합	ND	적합
Coliforms	<200	<200	<200	<500	<1,000	ND	적합	21	적합
<i>Salmonella</i> spp.				ND	Absent in 25g	ND	적합	ND	적합

(자) 습식 쌀가루 제분공정 중 오염세균 최소화 위한 최적 제분공정 조건 확립

- ① 공정별 쌀가루 검체의 오염미생물 정량분석 결과 습식 공정단계에서 미생물 균수 증가
- ② 습식공정 단계에서 오염 미생물을 control 함으로써 쌀가루 제품의 미생물 오염에 대하여 효과적인 감소효과 기대
- ③ 침지수 및 세척수 선행연구 search결과 식물잎과 쌀뜨물 발효액의 항균활성 효능 확인
- ④ 쌀에 존재 할 수 있는 위해 세균에 대하여 항균력 실험 실시

(2) 제분용 원료 쌀별 오염 미생물 정량 분석

공정별 습식 쌀가루의 오염미생물 정량분석 결과 습식 공정단계에서 오염 미생물이 급격하게

증가되었다. 현미는 백미보다 도정이 덜 되었으므로 표면에 오염미생물이 많은 것으로 사료되며, 현미를 발아시켜 제조하는 발아현미는 습식 쌀가루와 동일하게 제조과정 중 침지공정이 필요함으로 수분활성도 증가로 인한 미생물의 증가가 우려된다. 따라서 이번 연구수행과제 중 확립된 분석 방법을 이용하여 현미와 발아현미의 오염 미생물을 정량 분석 하였고, 1차년도에 수행하였던 백미의 오염 미생물 정량 분석결과와 비교하였다.

(가) PCA를 이용한 total mesophilic bacteria 정량 분석

백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 총균수 (Total Mesophilic Bacterial counts)를 Fig. 2.6에 나타내었다. 9개의 백미 검체의 평균 총균수는 5.2 log CFU/g, 10개 현미 검체의 평균 총균수는 6.4 log CFU/g, 그리고 10개 발아현미 검체의 평균 총균수는 7.5 log CFU/g으로 측정되었다. 발아현미 검체의 평균 총균수는 백미검체와 현미검체의 평균 총균수에 비해 각각 2.3 log CFU/g과 1.2 log CFU/g 높게 검출되었다.

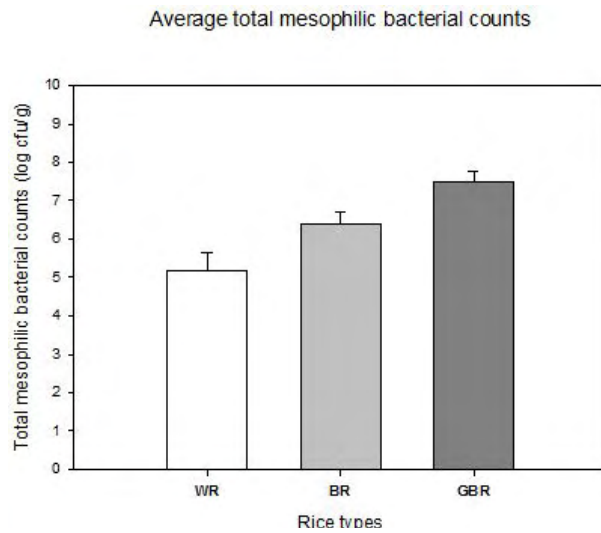


Fig. 2.6 백미, 현미, 그리고 발아현미의 평균 총균수

(나) Heating method와 NA를 이용한 spore-forming aerobic bacteria 정량분석

백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 포자형성 호기성균수 (Spore-forming Aerobic Bacterial counts)는 Fig. 2.7에 나타내었다. 9개의 백미 검체의 평균 총균수는 2.8 log CFU/g, 10개 현미 검체의 포자형성 호기성균수는 4.7 log CFU/g, 그리고 10개 검체의 포자형성 호기성균수는 5.9 log CFU/g으로 측정되었다. 발아현미 검체의 평균 포자형성 호기성균수가 백미 검체와 현미검체의 포자형성 호기성균수에 비해 각각 3.1 log CFU/g과 1.2 log CFU/g 높은 포자형성 호기성균수가 측정되었다.

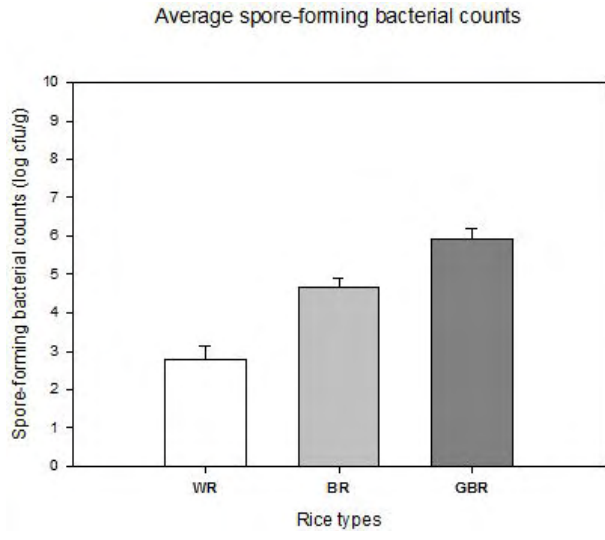


Fig. 2.7 백미, 현미, 그리고 발아현미의 평균 호기성 포자형성균수

(다) MRSA를 이용한 lactic acid bacteria의 정량분석

백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 젖산균수 (Lactic Acid Bacterial counts)를 Fig. 2.8에 나타내었다. 9개의 백미 검체 중에서 2개의 백미 검체에서 검출되었고 평균 젖산균수는 2.7 log CFU/g으로 측정되었다. 그리고 10개 현미 검체의 평균 젖산균수는 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다 (Data not shown, 검출한계 <100 CFU/g). 발아현미 검체 10개 중 6개 검체에서 젖산균이 검출되었고 발아현미 검체 평균 젖산균수는 5.2 log CFU/g으로 측정되었다.

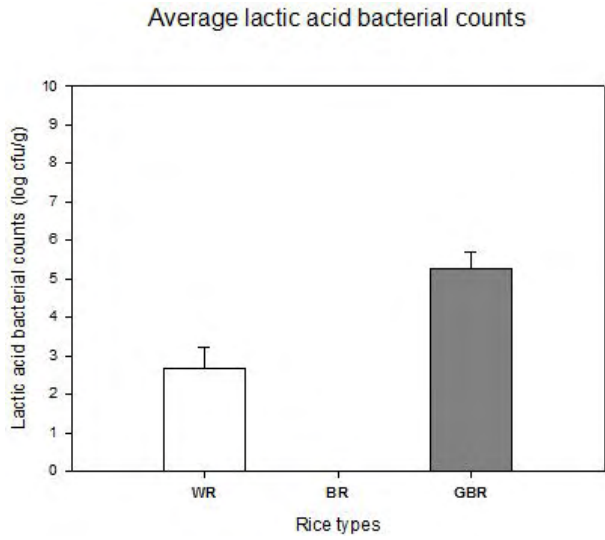


Fig. 2.8 백미, 현미, 그리고 발아현미의 평균 젖산균수

(라) PDA를 이용한 yeasts and molds의 정량분석

백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 진균수 (Yeasts and Molds counts)를 Fig. 2.9에 나타내었다. 9개의 백미 검체 평균 총균수는 1.3 log CFU/g, 10개 현미 검체의 평균 진균수는 3.7 log CFU/g, 10개의 발아현미 검체 평균 진균수는 5.2 log CFU/g으로 측정되었다. 발아현미 검체의 평균 진균수가 백미검체와 현미검체의 평균 진균수에 비해 각각 3.9 log CFU/g과 1.5 log CFU/g 높은 진균수가 측정되었다.

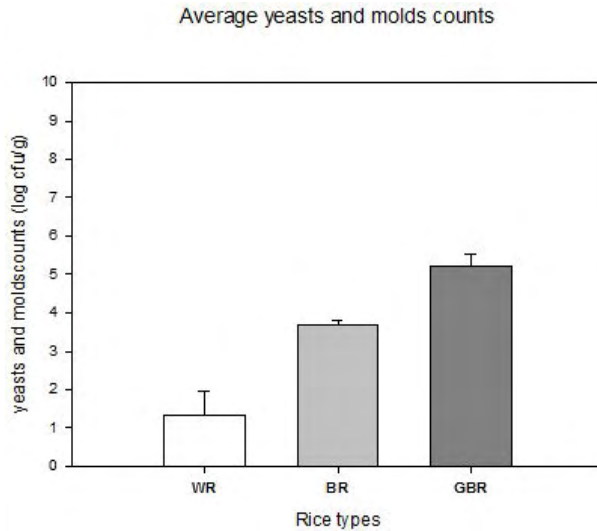


Fig. 2.9 백미, 현미, 그리고 발아현미의 평균 진균수

(마) Petrifilm을 이용한 *E. coli*와 coliforms의 정량분석

백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 대장균수 (*Escherichia coli* counts)는 모든 쌀 검체에서 대장균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다 (Data not shown, 검출한계 <100 CFU/g). 백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 대장균군수 (Coliform counts)를 Fig. 2.10에 나타내었다. 9개의 백미 검체에서 대장균군은 1개의 검체에서 검출되었고 백미 검체 평균 대장균군수는 0.7 log CFU/g으로 측정되었다. 10개 현미 검체 평균 대장균군수와 10개의 발아현미 검체에서 평균 대장균군수는 3.6 log CFU/g으로 동일하였고 백미검체보다 2.9 log CFU/g 높은 대장균군수가 측정되었다.

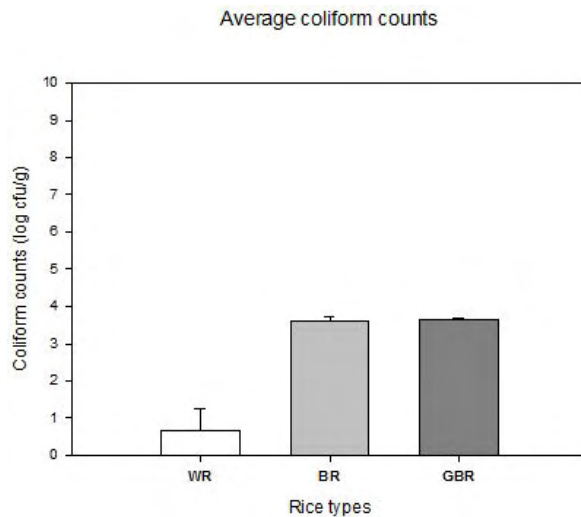


Fig. 2.10 백미, 현미, 그리고 발아현미의 평균 대장균군수

(바) XLDA를 이용한 *Salmonella* spp.의 정량분석

백미, 현미, 그리고 발아현미 검체에서 검출된 살모넬라균수 (*Salmonella* spp. counts)는 검체에서 살모넬라균이 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다 (Data not shown, 검출한계 <100 CFU/g).

(사) 쌀 검체 내 전체 오염 미생물군별 특이적 오염 현황

본 연구과제를 통하여 얻어진 백미, 현미, 그리고 발아현미의 오염 미생물 정량시험결과에 의하면 백미, 현미, 발아현미 순으로 오염 미생물이 증가되었다. 젖산균의 경우 백미 2개의 검체와 발아현미 6개의 검체에서 검출되었고 현미 검체에서는 검출한계이하 수준으로 존재하는 것으로 확인되었다. 이는 쌀별로 특이적으로 젖산균이 존재하고 현미의 경우 검출한계 이하로 존재하였다가 발아현미를 제조하는 습식공정에서 증가된 것으로 사료됨. 전체적으로 발아현미가 현미, 백미보다 높은 오염미생물이 검출되었다.

(아) 발아현미 분리 젖산균 동정

발아현미에서 분리된 26개의 젖산균에 대하여 16S rRNA gene을 이용한 PCR과 전기영동을 수행하였고, 전기영동을 한 결과는 Fig. 2.11에 나타내었다. DNA sequencing을 수행하고 그 결과를 이용하여 DNA blast search를 수행하였다. Blast search 수행결과 26개의 젖산균 중 *Weissella confusa* (17개 균주), *Pediococcus pentosaceus* (6개 균주), *Lactobacillus fermentum* (3개 균주)가 동정되었다.

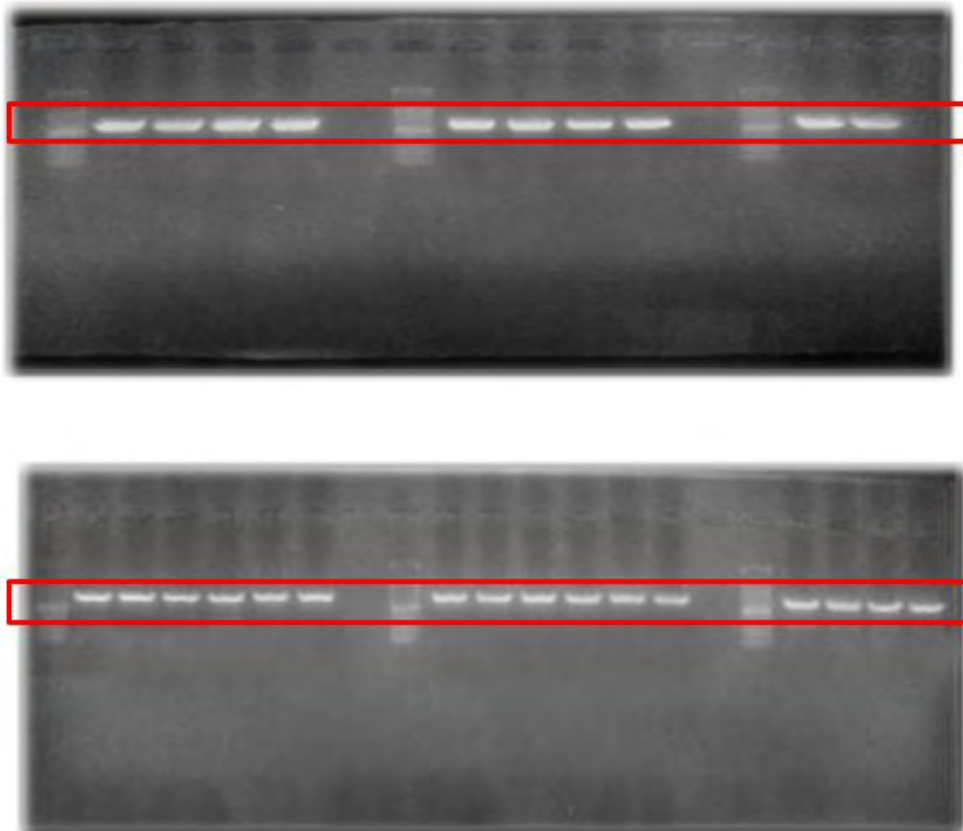


Fig. 2.11 발아현미 분리 젖산균 16S rRNA 전기영동 결과

(3) 쌀가루 제분공정 중 오염세균 최소화 위한 최적 제분 공정 조건 확립

(가) *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주에 대한 천연살균제 및 화학살균제의 항균효과

각 표준균주에 대한 천연살균제 및 화학살균제의 항균력 측정 결과를 각각 Fig. 2.12, 2.13에 나타내었다. *S. typhimurium* ATCC 19585 표준균주 배양액에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 그리고 40%의 농도로 각각 첨가하여 배양하였을 때 *S. typhimurium* 표준균주가 각각 9.58, 9.41, 3.10, 그리고 2.94 log CFU/ml로 검출되었다. 그러므로 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *S. typhimurium* 표준균주가 6.64 log CFU/ml 감소하였다. 그리고 화학살균제인 CD를 0, 0.01, 그리고 0.02%의 농도로 첨가하였을 때 *S. typhimurium* 표준균주가 각각 9.32, 8.20, 그리고 4.15 log CFU/ml로 검출되었으며, 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 검출되지 않았으므로 첨가하지 않았을 때에 비해 *S. typhimurium* 표준균주가 9.32 log CFU/ml 감소하였다. *E. coli* ATCC 10536 표준균주 배양액에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 그리고 40%의 농도로 첨가하였을 때 *E. coli* 표준균주가 각각 8.32, 8.15, 3.21, 그리고 2.95 log CFU/ml로 검출되었다. 그러므로 쌀뜨물 발효액을 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *E. coli* 표준균주가 5.37 log CFU/ml 감소하였다. 그리고 *E. coli* 배양액에 화학살균제인 CD를 0, 0.01, 그리고 0.02%의 농도로 첨가하였을 때 *E. coli* 표준균주가 각각 9.28, 4.79, 그리고 3.51 log CFU/ml로 검출되었으며, 그리고 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 검출되지 않았으므로 첨가하지 않았을 때에 비해 *E. coli* 표준균주가 9.28 log CFU/ml 감소하였다. *B. cereus* 배양액에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 그리고 40%의 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주가 각각 8.26, 7.58, 3.09, 그리고 2.80 log CFU/ml로 검출되었다. 그러므로 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *B. cereus* 표준균주가 5.46 log CFU/ml 감소하였다. 그리고 화학살균제인 CD를 0, 0.01, 그리고 0.02%의 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주가 각각 8.07, 4.90, 그리고 2.76 log CFU/ml로 검출되었으며, 그리고 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 검출되지 않았으므로 첨가하지 않았을 때에 비해 *B. cereus* 표준균주가 8.07 log CFU/ml 감소하였다.

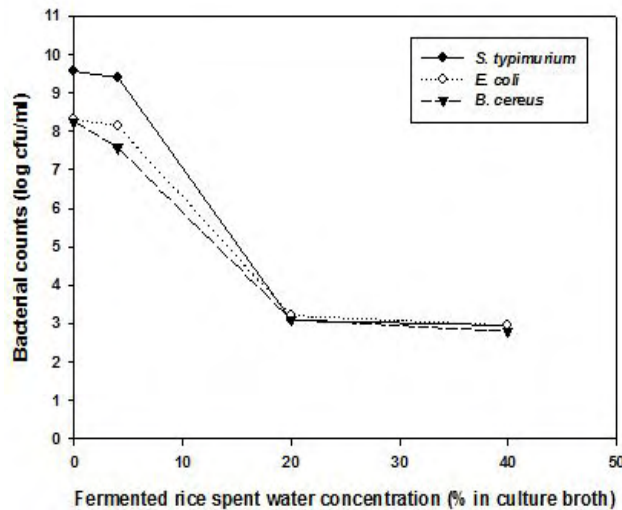


Fig. 2.12 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주에 대한 쌀뜨물발효액의 항균효과

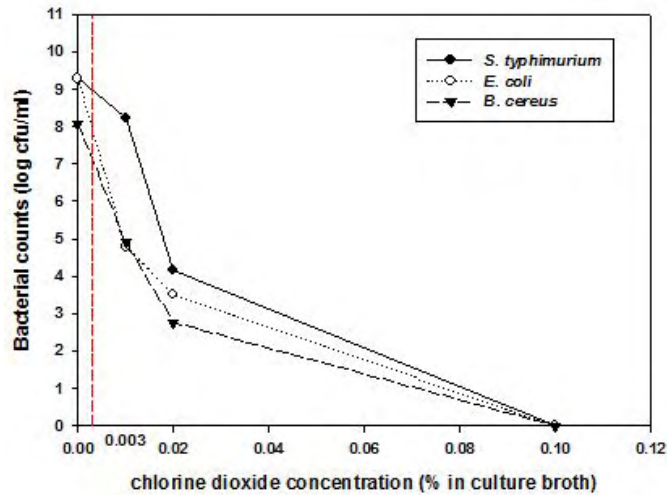


Fig. 2.13 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주에 대한 이산화염소의 항균효과

(나) 백미 내 잔류 세균에 대한 천연살균제 및 화학살균제의 항균 효과

백미 검체에 존재하는 잠재적인 위해 미생물 저감화를 위하여 천연살균제 및 화학살균제의 항균력 측정 결과는 각각 Fig. 2.14, 2.15에 나타내었다. 백미 검체 내에 존재하는 잠재적 위해 미생물 중 총호기성세균수를 측정된 결과 4.61 log CFU/g으로 검출되었다. 백미 검체 내 잠재적 위해 미생물의 저감화를 위하여 천연살균제인 쌀뜨물 발효액을 4, 20, 그리고 40% 농도로 첨가하였을 때 총호기성세균수를 측정된 결과 4.21, 3.80, 그리고 3.51 log CFU/g으로 검출되었으므로 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 1.10 log CFU/g 감소하였다. 그리고 화학살균제인 CD를 0.01, 0.02, 그리고 0.1% 농도로 첨가하였을 때 총호기성세균수는 3.92, 3.86, 그리고 3.60 log CFU/g으로 검출되었으므로 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 1.01 log CFU/g 감소하였다.

Fermented rice spent water

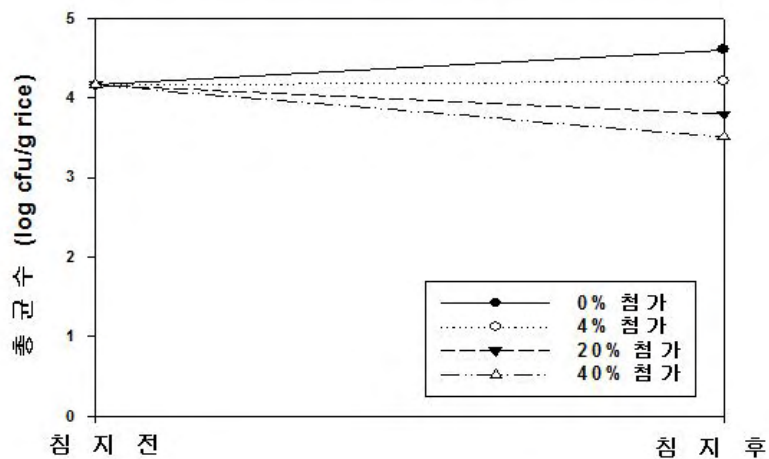


Fig. 2.14 백미 내 잔류 세균에 대한 쌀뜨물발효액의 항균 효과

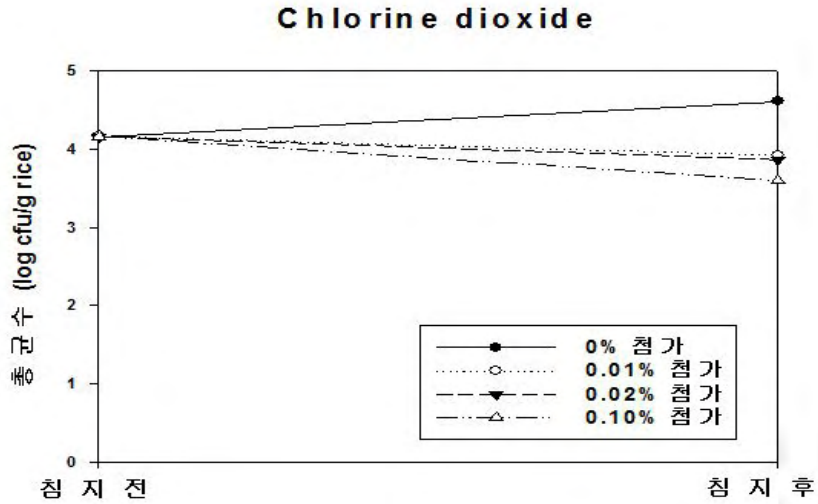


Fig. 2.15 백미 내 잔류 세균에 대한 이산화염소의 평균 효과

(다) 백미 검체의 침지 전 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균 제거 효과

습식 쌀가루 제조 과정 중 침지 과정에서 백미 검체 내 잔류 세균을 효과적으로 제거하기 위하여 백미 검체의 침지 전 후 세척 횟수에 따른 세균 결과를 Fig. 2.16 에 나타내었다. 백미 검체를 0 그리고 1회 세척하였을 때 총호기성세균수는 각각 4.16, 3.79 log CFU/g으로 검출되었으며 5회 세척하였을 때는 검출되지 않았다. 그리고 백미 검체를 먼저 침지를 시킨 후 0, 1, 그리고 5회 세척한 결과 각각 4.61, 3.64, 그리고 2.88 log CFU/g으로 검출되었으므로 침지 후 세척하지 않은 검체에 비해 5회 세척한 검체가 1.73 log CFU/g 감소하였다. 그리고 0, 1, 그리고 5회 세척한 후 침지시킨 결과 각각 4.61, 4.44, 그리고 3.98 log CFU/g으로 검출되었으므로 세척하지 않고 침지시킨 검체에 비해 5회 세척한 후 침지시킨 검체가 0.63 log CFU/g 감소하였다.

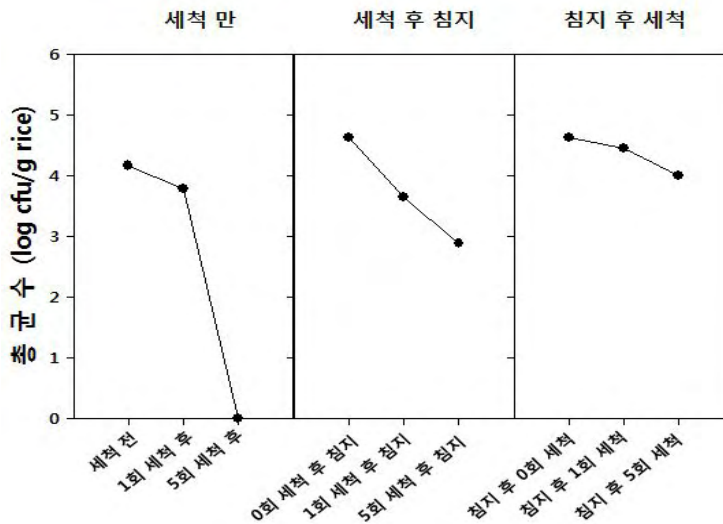


Fig. 2.16 백미 검체의 침지 전 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균 제거 효과

(라) 화학적 살균방법과 물리적 제거방법의 효과 비교

본 연구를 통하여 천연 살균제인 쌀뜨물발효액과 화학살균제인 CD는 백미 내 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로 선정된 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주들에 대하여 액체배양액 내에서 각각 첨가된 농도가 증가함에 따라서 이들 살균제들의 항균력이 비교적 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 각각 표준균주에 대하여 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 액체배양액 내에 첨가하였을 때 항균 효과는 1% 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주에 대하여 가장 큰 항균효과를 나타내었으며 5% 농도로 첨가하였을 때 항균력이 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 쌀뜨물발효액을 10%의 농도로 첨가하였을 때는 5%의 농도로 첨가하였을 때와 큰 차이를 나타내지 않았다. 천연 살균제인 쌀뜨물발효액의 이러한 항균활성 현상은 하 등의 연구결과와 비교하였을 때 *E. coli* 및 *S. typhimurium* 표준균주에 대하여 비슷한 정도의 항균 효과를 나타내었다. 화학살균제인 CD를 각각의 표준균주에 대하여 액체배양액 내에 첨가하였을 때 항균효과는 0.1%의 농도에서 모든 표준균주가 검출되지 않았다. 그러므로 CD가 쌀뜨물발효액이나 SB와 비교하였을 때 액체배양액 내에서 가장 높은 항균 효과를 나타내었다. 본 연구를 통하여 얻은 표준균주에 대한 CD의 항균효과는 총호기성세균에 대한 CD의 항균효과를 연구한 홍 등의 연구결과보다 더 높은 항균효과를 나타내었다.

백미 내 잔류 세균에 대하여 천연 살균제인 쌀뜨물발효액과 화학살균제인 CD와 SB는 침지과정 중에 각각 첨가된 농도가 증가하면서 이들 살균제들의 항균력이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 이러한 현상은 백미 내 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로 선정된 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주들에 대하여 액체배양액 내에서 천연살균제와 화학살균제들이 나타낸 항균력보다 낮게 나타났다. 이와 같은 현상을 종합하면 쌀을 침지하는 과정에서 백미 내 잔류 세균을 제거하거나 증식을 최소로 하기 위하여 이와 같은 살균제들이 사용될 때에 이들의 항균효과가 매우 낮게 나타날 것으로 추측된다.

또한 화학살균제인 CD를 백미 침지과정 중에 0.01%의 농도로 첨가하였을 때 호기성세균수가 약 1 log CFU/g 이 감소하였으나, 홍 등의 연구결과에 따르면 삼계탕용 닭에 같은 농도의 CD를 처리하였을 때 약 0.7 log CFU/g 감소한 것으로 보고되어 백미 침지과정 중에 첨가하였을 때 보다 더 낮은 항균효과를 나타내었다. 반면에 Vivian 등의 연구결과와 비교하였을 때 블루베리에 CD를 0.001%의 농도로 2시간 동안 처리하였을 때 *S. typhimurium* ATCC 14028 표준균주가 1.86 log CFU/g 감소하는 경향을 나타내었으므로 이때는 백미 침지과정 중에 CD를 0.001% 농도로 첨가하였을 때보다 더 높은 항균효과를 나타내었다.

백미 검체의 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균의 제거효과는 백미 검체를 침지하지 않고 세척하였을 때가 가장 높은 효과를 나타내었다. 그리고 세척을 한 후 침지를 시켰을 때는 세척 횟수가 증가하여도 잔류 세균의 수가 비슷한 정도로 나타났다. Kim 등의 연구에서는 부추, 깻잎, 양배추, 상추, 오이 등의 생채소와 같은 원재료들을 전처리하는 과정에서 물세척 후 일반 세균수가 세척 전의 원재료보다 낮은 수치를 나타내었다고 하는 연구결과들과 본 연구의 결과는 비슷한 경향을 나타내었다. 하지만 오 등의 연구결과에서는 세척을 하였을 때 쌈채소(상추, 깻잎, 청경채, 케일) 표면에 잔존하는 총호기성세균의 경우 개체수가 오히려 증가하거나 감소 효과가 없었다고 보고하였다.

따라서 본 연구의 결과를 종합하면 백미의 살균 및 세균 방법으로는 천연살균제 및 화학살균제에 의한 살균방법보다는 물 등으로 세척하여 잔류 세균을 제거하는 것이 미생물학적으로 보

다 안전하고 효율적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

(4) 백미, 현미, 그리고 발아현미 내 아플라톡신 분석

백미 총 4개 검체 (김제, 안성, 무농약 진천, 무농약 순천), 현미 총 10개 검체 (화순, 군산, 함평, 고창, 충주, 당진, 청원, 평택, 안성, 울진), 그리고 발아현미 총 10개 검체 (국산, 여주, 장흥, 함양, 무농약 진천, 진천, 화성, 발아현미, 나주, 정읍)를 포함하여 총 24개 쌀 검체 내에 존재하는 아플라톡신을 정량분석한 결과는 Table 2.2에 나타내었다. 4개 백미검체, 10개 현미검체, 그리고 10개 발아현미검체에 대하여 아플라톡신 정량분석결과에 의하면 모든 검체에서 아플라톡신이 불검출 되었다.

Table 2.2 백미, 현미, 그리고 발아현미 내 아플라톡신 함량

순번	검체명	Aflatoxin 함량
1	백미	김제
2		안성
3		무농약 진천
4		무농약 순천
5	현미	화순
6		군산
7		함평
8		고창
9		충주
10		당진
11		청원
12		평택
13		안성
14		울진
15	발아현미	국산
16		여주
17		장흥
18		함양
19		무농약 진천
20		진천
21		화성
22		발아현미
23		나주
24		정읍

다. 2차년도 참고문헌

- (1) Ha J.H., Lee Y.S., Lee S.J., Hwang S.S., and Ha S.D., Antibacterial Effect of Fermented Rice Water against Food-borne Bacteria in Kitchen Towel. *J. Food Hyg. Safety*, 22(4) : 365-369 (2007)
- (2) Hong Y.H., Kim M.k., and Song K.B., Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Microbial Safety and Quality of Samgae Chicken, *J. Food Preserv.*, 15(5) 769-773 (2008)
- (3) Kim K.A., and Jeon E.R.. Physicochemical Properties and Hydration of Rice on Various Polishing Degrees. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28 : 959-964 (1996)
- (4) Kim S.H., and Chung S.Y., Effect of preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in food service operations. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 32 : 203-237 (2003)
- (5) Kim S.H., Kim K.P., Jang S.S., Shin E.M., Kim M.J., Oh S., and Ryu S., Prevalence and Toxigenic Profiles of *Bacillus cereus* Isolated from Dried Red Peppers, Rice, and Sunsik in Korea. *J. Food Prot.*, 72 : 578-582 (2009)
- (6) Kim S.R., Shim W.B., Park S.J., Ha S.H., Yoon H.S., Ha S.D., Kim K.S., Lee K.H., Kim M.G., Kim K.Y., Lim C.H., and Chung D.H., Investigation of the Level of Microbial Contamination in the Environment for Juice Production. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37 : 287-293 (2005)
- (7) Oh S.Y., Choi S.T., Kim J.G., and Lim C.I., Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganisms in leafy vegetables. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 23 : 205-255 (2005)
- (8) Park K.J., Jeong J.W., Lim J.H., Jang J.H., and Park H.J., Effect of an Aqueous Chlorine dioxide Generator and Effect on Disinfection of Fresh Fruits and Vegetables by Immersion Washing, *Korean J. Food Preserv.*, 15(2) : 236-242 (2008)
- (9) Park S.K., Ko Y.D., Kwon S.H., Shon M.Y., and Lee S.W., Occurrence of Off-odor and Distribution of Thermophilic Bacteria from Rice and Cooked Rice Stored at Electric Rice Cooker. *Korean J. Food Preserve.*, 10 : 70-74 (2003)
- (10) Park Y.B., Kim J.B., Shin S.W., Kim J.C., Cho S.H., Lee B.K., Ahn J., Kim J.M., and Oh D.H., Prevalence, Genetic Diversity, and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Strains Isolated from Rice and Cereals Collected in Korea. *J. Food Prot.*, 72 : 612-617 (2009)

3. 3차년도 세부연구개발과제의 연구방법 및 결과

가. 3차년도 세부연구개발과제 연구방법

(1) 용도별 쌀가루 제품의 저장기간 중 위해 미생물 증감 정도 monitoring

본 세부연구과제 수행 시 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 저장 기간을 설정하기 위하여 상온, 25℃, 그리고 35℃의 온도를 각각 저장 온도로 설정하였으며, 0, 15일, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 개월의 저장기간을 설정하여 각각의 온도에 저장되어 있는 쌀가루 제품을 설정한 기간에 따라 저장기간 중 위해 미생물 증감 정도를 분석하였다.

위해 미생물 정량분석 방법은 2차년도 제분용 원료 쌀별 위해 미생물 정량분석 방법과 동일하게 수행하였다.

(2) 다양한 쌀가루 제품의 미생물 위해요소 정량 분석

다양한 연구 소재에 대한 공정 적용성을 검토하기 위하여 현미가루, 발아현미가루 등의 다양한 쌀가루 제품의 미생물 위해요소에 대하여 정량분석을 수행하였다.

미생물 위해요소 정량분석 방법은 2차년도 제분용 원료 쌀별 위해 미생물 정량분석 방법과 동일하게 수행하였다.

(3) 용도별 쌀가루 제품의 미생물 위해요소에 대한 기준 및 규격 확립

국외 쌀가루 제조 및 판매 제품별 미생물 위해요소 기준 및 규격과 국내 쌀가루 제품의 미생물 위해요소를 비교 분석하여 용도별 쌀가루 제품의 저장기간 설정과 미생물 위해요소에 대한 기준 및 규격을 확립에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

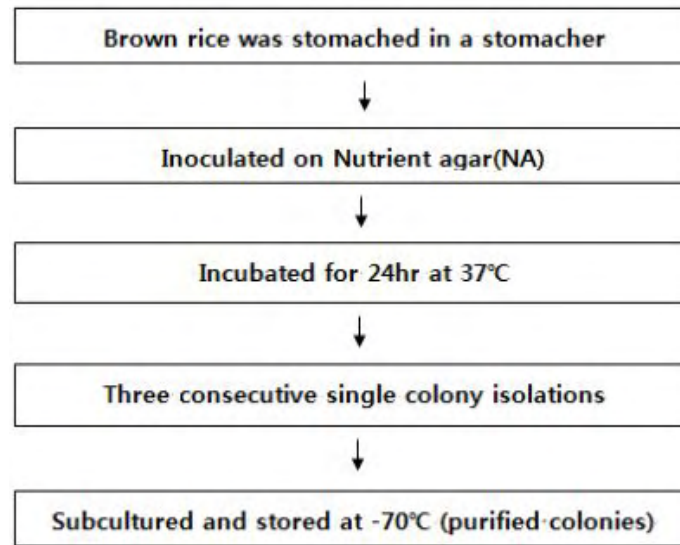
(4) 현미로부터 분리한 통성혐기성 포자형성세균의 profiling 그리고 toxin gene검출 및 sequence analysis

통성혐기성 포자형성세균 중 *Bacillus* species는 식품에서 포자로 존재하며 가열 등의 살균 공정에서 생존할 가능성이 높아 유통식품 중에 검출될 확률이 높다. 또한 최근 생식 및 건강식이 많이 섭취되고 있는 추세이다. 그러나 가열 식품과 생식으로도 많이 이용되고 있는 현미 내에 포자형성 세균들의 profile에 대한 연구결과가 부족한 실정이다. 따라서 현미로부터 분리한 통성혐기성 포자형성세균의 profiling 그리고 toxin gene 검출 및 sequence analysis를 수행하였다.

(가) 현미 내에 존재하는 포자형성세균의 profile을 결정하여 이로부터 야기될 수 있는 위해 종류 및 정도 예측

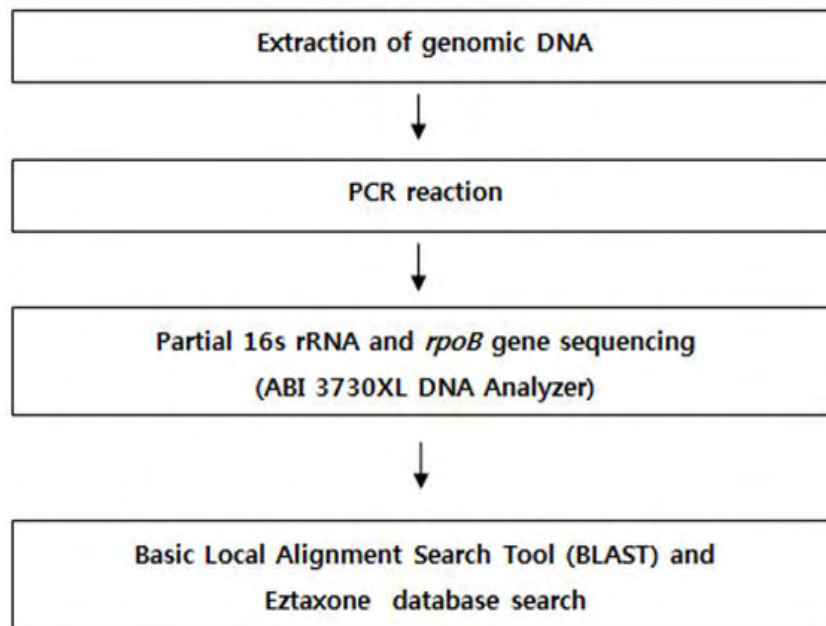
국내 10개 지역의 현미로부터 포자형성세균을 분리한 뒤, 16S rRNA와 *rpoB* gene sequencing을 이용하여 포자형성세균을 동정하였다. 이를 토대로 현미 내에 존재하는 포자형성세균의 profile을 결정하여 이로부터 야기될 수 있는 위해 종류를 파악하였다.

① 국내 10개 지역의 현미로부터 포자형성세균 분리



10개 지역(화순, 군산, 함평, 고창, 충주, 당진, 청원, 평택, 안성, 울진)에서 재배 및 수확 그리고 도정된 현미 검체 5g에 각각 멸균생리식염수(0.85% NaCl solution) 45 mL를 첨가한 후, stomacher를 이용하여 균질하였다. 균질된 검체를 계열 희석하여 검체별 희석액을 제조한 후, 검체별 희석액을 80°C water bath에 20분간 침지시켰다. 침지 후 검체별 희석액을 상온까지 냉각시킨 후 검체별 희석액을 각각 0.1 mL씩 취해 NA배지에 도말하였다. 그리고 2.3% Nutrient Agar base로 NA를 제조하였다. 희석액이 도말된 NA배지를 36±1°C 에서 24-48 시간동안 incubation한 후, 배지 상에 생성된 colony를 NA와 MYP 고체배지에 3차 계대배양을 수행하여 pure colonies를 확보하였다. 확보한 pure colonies를 증균배양시킨 뒤에 stock으로 만든 뒤 -70°C에서 보관하였다.

② 16S rRNA 와 *rpoB* gene sequencing을 이용하여 포자형성세균을 동정



현미에서 분리된 47개의 포자형성세균으로부터 DNA prep.과정을 거쳐 DNA만 추출하였다.

추출된 genomic DNA를 이용하여 16S rRNA gene과 *rpoB* gene에 대하여 PCR과 전기영동을 수행하고 DNA sequencing (ABI 3730XL DNA Analyzer)을 수행하였다. 그 결과를 이용하여 DNA blast search를 수행하였다. 실험에서 사용한 PCR primer들은 아래 Table 3.1에 나타내었다. 10x Taq buffer 5 μ l, 10mM dNTPs Mix 1 μ l, Taq DNA Polymerase 500U 0.25 μ l, Forward primer 1 μ l, Backward primer 1 μ l, Template DNA 2 μ l, 그리고 sterilized water 39.75 μ l를 혼합하여 PCR mixture를 제조하였다. PCR 반응을 위하여 16S rRNA gene의 경우 Pre-denaturation단계 95 $^{\circ}$ C에서 5분, 35 cycle (Denaturation단계 94 $^{\circ}$ C에서 30초, Annealing단계 50 $^{\circ}$ C에서 30초, Extension단계 72 $^{\circ}$ C에서 1분), 마지막으로 Final-extension단계 72 $^{\circ}$ C에서 5분으로 PCR 조건을 설정하였으며, *rpoB* gene의 경우 Pre-denaturation단계 95 $^{\circ}$ C에서 5분, 35 cycle (Denaturation단계 94 $^{\circ}$ C에서 15초, Annealing단계 50 $^{\circ}$ C에서 45초, Extension단계 72 $^{\circ}$ C에서 30초), 마지막으로 Final-extension단계 72 $^{\circ}$ C에서 5분으로 PCR조건을 설정하여 16S rRNA와 *rpoB* gene을 각각 증폭시켰다. 전기영동으로 증폭된 산물의 band를 확인한 후 sequencing (ABI 3730XL DNA Analyzer사용)을 한 뒤 blast search를 하여 동정하였다.

Table 3.1. Polymerase chain reaction(PCR) primers and amplification conditions used in this study.

Target genes	Primer names	Primer sequences(5'→3')	Amplification conditions*			Products (bp)	References		
			D	A	E				
16S ribosomal RNA	16S rRNA	8UA	AGAGTT TGATCC TGG CTC AG	95 $^{\circ}$ C,30s	45 $^{\circ}$ C,30s	72 $^{\circ}$ C,1m	1484	Keun Sung Kim	
		907B	CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT						
		774A	GTAGTC CAC GCT GTA AAC GA						
		1492B	GGT TAC CTT GTT ACG ACT T						
RNA polymerase, Beta subunit	<i>RpoB</i>	RpoB1F	AGG TCAACT AGT TCAGTATGG ACG	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	576	Margaret M. Palmisano	
		RpoB1R	ACC GTAACC GGC AAC TTAC						
		RpoB2F	GGT GAT AAC GAA TAC TACTTAAGC	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	321	Aleksandra Anna Zasad	
		RpoB2R	AAT GCG ATC AAG TGT ACG ACG						
		RpoB_D1F	AGG ACA TCT TGT TCA ATATGG TCG	95 $^{\circ}$ C,30s	45 $^{\circ}$ C,30s	72 $^{\circ}$ C,1m	774	In this study	
		RpoB_D1R	AAAGAA GCG YGCAAC SAG C						
		RpoB_D3F	TTC AGC GCC TTC CAAGTT AAG GCT	95 $^{\circ}$ C,30s	45 $^{\circ}$ C,30s	72 $^{\circ}$ C,1m	774		
		RpoB_D3R	TCC GAA GGT GAC AAG ATG G						
Non hemolytic enterotoxin(NHE) Complex	<i>nheA</i>	nheA334S	TAC GCT AAG GAG GGG CA	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	480		
		nheA843A	GTT TTT ATT GCT TCATCG GCT						
		<i>nheB</i>	nheB1500S	CTATCAGCA CTT ATG GCAG	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	754	
			nheB2269A	ACT CCT AGC GGT GTT CC					
<i>nheC</i>	nheC2820S	CGG TAG TGA TTG CTG GG	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	564	BJARNE MUNK HANSEN		
	nheC3401A	CAG CAT TCG TAC TTG CCAA							
Hemolysin BL(HBL) complex	<i>hblA</i>	HBLA1	GTG CAG ATG TTG ATGCCG AT	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	301		
		HBLA2	ATG CCA CTG CGT GGACAT AT						
	<i>hblC</i>	L2A	AAT GGT CAT CGG AAC TCT AT	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	731		
		L2B	CTC GCT GTT CTG CTG TTAAT						
	<i>hblD</i>	L1A	AAT CAAGCG CTG TCA CGAAT	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	411		
		L1B	CAC CAA TTG ACC ATG CTAAT						
cereulide	<i>ces1</i>	cesF1	GGT GAC ACA TTATCA TAT AAG GTG	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	1271	Monika Ehling-Schulz	
		cesR2	GTAAGC GAAOCT GTC TGT AAC AAC A						
	<i>ces2</i>	cesF1	GGT GAC ACA TTATCA TAT AAG GTG	94 $^{\circ}$ C,15s	50 $^{\circ}$ C,45s	72 $^{\circ}$ C,30s	2200		
		cesR1	GTT TTC TGG TAACAG CGT TCT AC						

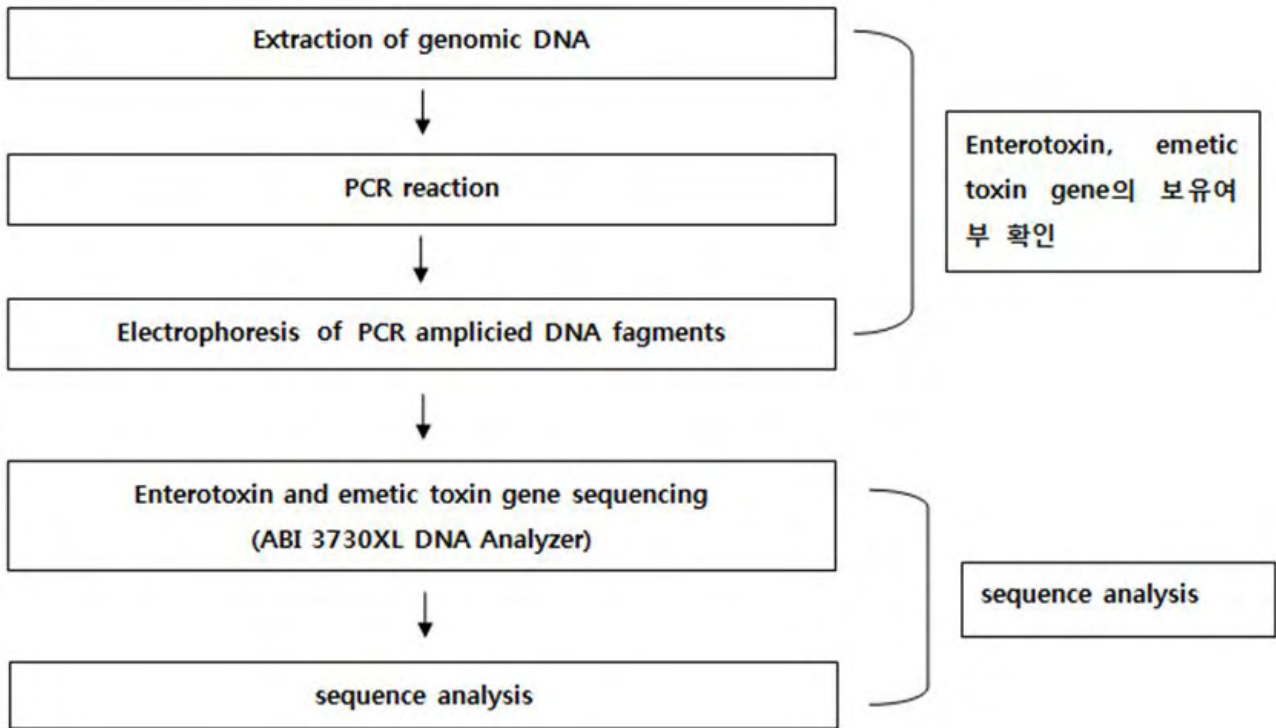
* all PCR protocols used an initial denaturation step at 95 $^{\circ}$ C for 5min, followed by 35cycles at the temperatures and times indicated(D, denaturation; A, annealing; E, extension). A final extension step(5min at 72 $^{\circ}$ C) was also included.

(나) 현미 잔류 포자형성세균의 enterotoxin, emetic toxin gene의 보유여부 확인 및 sequence analysis

현미 내에서 발견된 통성혐기성 포자형성세균의 enterotoxin 그리고 emetic toxin gene의 보유여부를 확인하고 검출된 현미 분리균주의 toxin gene sequence를 *Bacillus cereus* ATCC

14579 (AE016877) 의 toxin gene sequence와 비교하였다.

① 현미 잔류 통성혐기성 포자형성세균의 enterotoxin, emetic toxin gene의 보유여부 확인



현미에서 분리된 47개 포자형성세균의 genomic DNA를 DNA prep.을 하여 추출한 뒤 enterotoxin gene (*nheA*, *nheB*, *nheC*, *hblA*, *hblC* 그리고 *hblD*)과 emetic toxin gene (*ces1* 그리고 *ces2*)을 대상으로 하여 PCR과 전기영동을 수행하였다. 실험에서 사용한 PCR primer들은 위에 Table 3.1에 나타내었다. 2x Taq PCR smart mix 20 μ l, Forward primer 1 μ l, Backward primer 1 μ l, Template DNA 2 μ l, 그리고 Sterilized water 39.75 μ l를 혼합하여 PCR mixture를 제조하였다. 제조된 PCR mixture는 Pre-denaturation단계 95 $^{\circ}$ C에서 2분, 35 cycle (Denaturation단계 94 $^{\circ}$ C에서 15초, Annealing단계 50 $^{\circ}$ C에서 45초, Extension단계 72 $^{\circ}$ C에서 30초), 마지막으로 Final-extension단계 72 $^{\circ}$ C에서 4분으로 PCR 조건을 설정하여 enterotoxin 그리고 emetic toxin gene을 증폭시킨 뒤 전기영동으로 gene 보유유무를 확인하였다.

② 검출된 Enterotoxin gene의 sequence analysis

위의 enterotoxin 및 emetic toxin gene을 대상으로 하는 PCR 검출 실험을 통하여 현미 분리 균주로부터 *nheB* gene, *nheC* gene 그리고 *hblC* gene 등이 검출되었다. 그러므로 이들 3개 gene들의 sequence를 *Bacillus cereus* 표준균주 ATCC 14579의 homologue gene들의 sequence와 비교하였다.

현미 분리균주의 *nheB* gene sequence와 *Bacillus cereus* ATCC 14579 *nheB* gene (AE016877)의 sequence를 비교, 그리고 현미 분리균주의 *nheC* gene sequence와 *B. cereus* ATCC 14579 *nheC* gene (AE016877)의 sequence를 비교, 그리고 현미 분리균주의 *hblC* gene sequence와 *B. cereus* ATCC 14579 *hblC* gene (AE016877)의 sequence를 비교하였다.

(다) 현미 내에 존재하는 포자형성세균의 부패유발 효소 활성 측정

포자형성 세균인 *Bacillus* species는 Proteases, lipases 그리고 phospholipases를 포함하는 효소들을 생산하여 쌀 혹은 다른 식품의 물리적, 화학적 변화를 주어 부패 유발 가능성이 있다. 그러므로 현미분리 포자형성세균들의 부패유발 효소 보유 유무를 API ZYM kit를 사용하여 확인하였다. 부패를 유발할 수 있는 효소들 (alkaline phosphatases, esterase, esterase lipase, lipase, trypsin, α -chymotrypsin, acid phosphatase, Naphtol-AS-BI-phosphohydrolase, α -galactosidase, β -glucuronidase, β -glucosidase, α -glucosicase, β -glucosidase, N-acetyl- β -glucosaminidase, α -mannosidase, α -fucosidase)의 활성을 측정하기 위해서 현미분리균주를 Nutrient agar(NA)에 순수 배양한 후 5-6 MaFarland 탁도에 맞게 API Suspension Medium(2ml)을 준비하였다. 준비된 suspension 시료를 각각의 cupule에 65 μ l씩 분주하여 37°C에서 4시간 배양을 하였다. ZYM A 와 ZYM B 시약을 순서대로 각각의 cupule에 1방울씩 떨어뜨리고 적어도 5분후에 색깔을 관찰하였다. 색깔의 정도에 따라 0에서 5까지 정도를 평가할 수 있으며 0에서 2까지는 음성, 3에서 5까지는 양성으로 효소활성 정도를 평가하였다.

나. 3차년도 세부연구개발과제 연구결과 및 고찰

(1) 용도별 쌀가루 제품의 저장기간 중 위해 미생물 증감 정도 monitoring

(가) PCA를 이용한 Total aerobic mesophilic bacteria 정량 분석

쌀가루 저장온도 별 저장기간 중 Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) 정량 분석 결과는 Fig. 3.1에 나타내었다. 상온에서 저장한 쌀가루 검체의 TAMB는 0일, 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 6달, 8달, 10달, 그리고 12달 저장하였을 때 각각 5.0×10^2 , 9.0×10^2 , 8.6×10^2 , 1.1×10^3 , 4.3×10^2 , 6.5×10^2 , 4.0×10^2 , 3.0×10^2 , 2.0×10^2 , 2.3×10^2 , 그리고 2.7×10^2 , CFU/g 으로 검출되었다. 25°C에서 저장한 쌀가루 검체의 TAMB는 0일, 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 그리고 6달 저장하였을 때 각각 5.0×10^2 , 1.9×10^3 , 1.7×10^3 , 1.7×10^3 , 7.3×10^2 , 6.0×10^1 , 1.3×10^2 , 그리고 2.2×10^3 CFU/g 으로 검출되었다. 35°C에서 저장한 쌀가루 검체의 TAMB는 0일, 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 그리고 6달 저장하였을 때 각각 5.0×10^2 , 1.3×10^3 , 2.0×10^2 , 1.0×10^2 , 2.8×10^2 , 3.3×10^1 , 1.3×10^2 , 그리고 1.0×10^2 CFU/g 으로 검출되었다.

상온에서 쌀가루 검체를 12개월 동안 저장하였을 때 TAMB가 전체적으로 증가하지 않는 성향을 나타내었으며 25°C와 35°C에서 저장한 쌀가루 검체에서 또한 TAMB가 시간이 지날수록 전체적으로 증가하지 않는 성향을 나타내었다. 그리고 35°C에서 저장한 쌀가루 검체가 상온이나 25°C에서 저장한 검체보다 가장 현저하게 증가하지 않는 성향을 나타내었다.

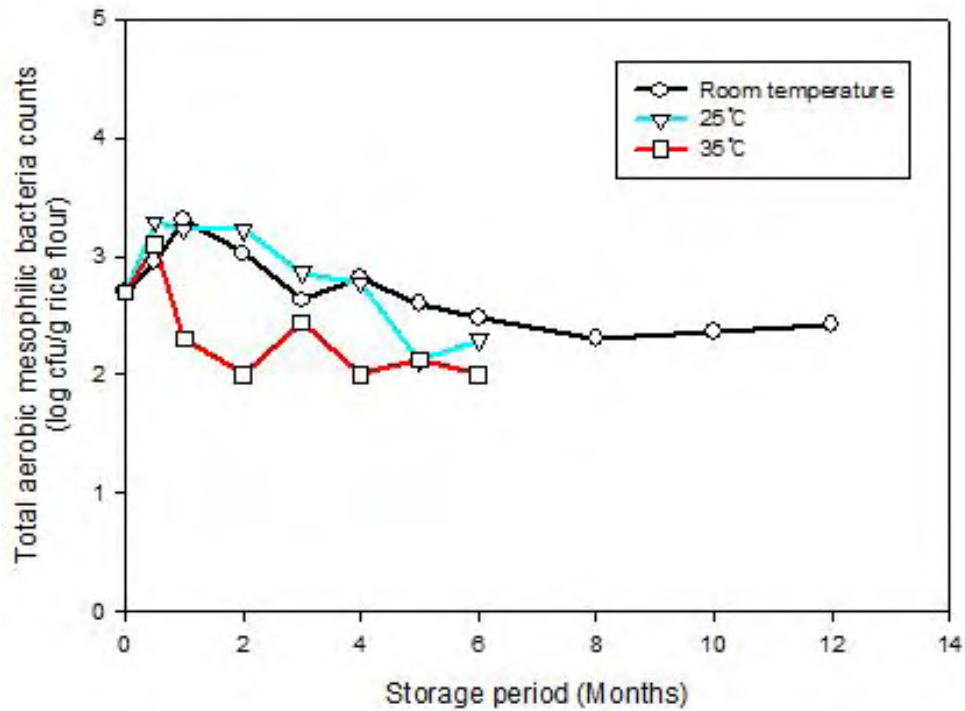


Fig. 3.1 저장온도 별 저장기간 중 총호기성세균수 변화 패턴

(나) Heating-NA를 이용한 Spore-forming aerobic bacteria 정량 분석

쌀가루 저장온도 별 저장기간 중 Spore-forming aerobic bacteria (SFAB) 정량 분석 결과는 Fig. 3.2에 나타내었다. 상온에서 저장한 쌀가루 검체의 SFAB는 0일, 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 6달, 8달, 10달, 그리고 12달 저장하였을 때 각각 2.5×10^2 , 3.5×10^2 , 2.0×10^2 , 1.4×10^3 , 8.0×10^2 , 1.6×10^2 , 2.7×10^2 , 7.7×10^2 , 3.0×10^2 , 4.0×10^2 , 그리고 2.7×10^2 CFU/g 으로 검출되었다. 25°C에서 저장한 쌀가루 검체의 SFAB는 0일, 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 그리고 6달 저장하였을 때 각각 2.5×10^2 , 3.5×10^2 , 5.5×10^2 , 5.0×10^1 , 2.0×10^2 , 1.0×10^2 , 1.7×10^2 , 그리고 1.7×10^2 CFU/g 으로 검출되었다. 35°C에서 저장한 쌀가루 검체의 SFAB는 0일, 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 그리고 6달 저장하였을 때 각각 2.5×10^2 , 3.0×10^2 , 7.0×10^2 , 5.0×10^1 , 1.8×10^2 , 6.0×10^2 , 1.2×10^2 , 그리고 5.3×10^2 CFU/g 으로 검출되었다.

SFAB는 모든 저장온도 별 저장기간 동안 전체적으로 10^2 에서 10^3 CFU/g 정도로 검출되었으며 매달 조금씩 차이를 보이고 있으나 그 차이가 크지 않아 온도와 기간에 상관없이 거의 일정한 균수로 존재하는 것으로 나타났다.

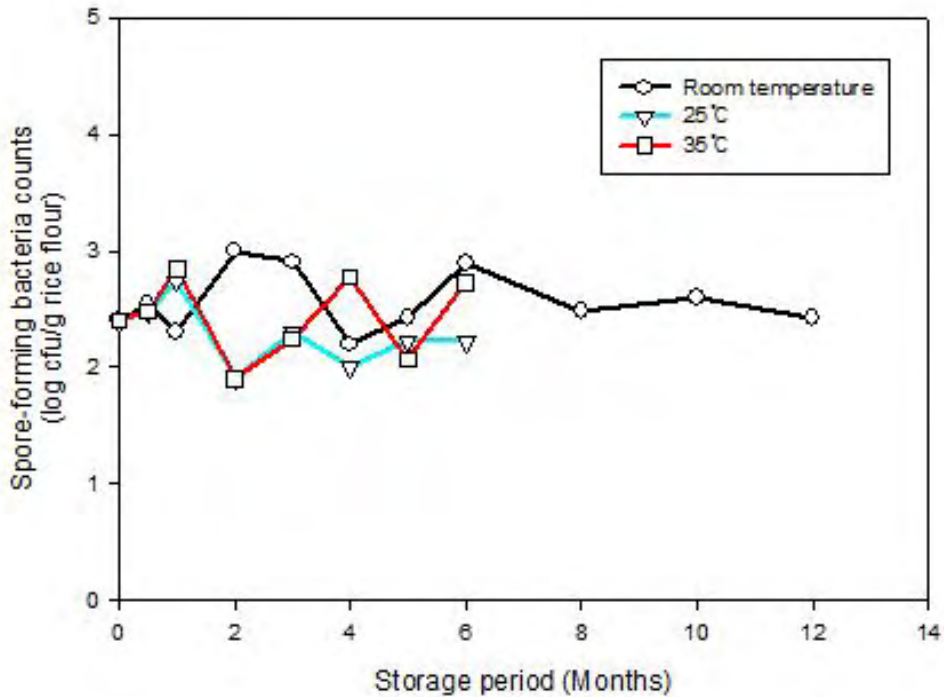


Fig. 3.2 저장 온도 별 저장기간 중 포자형성 호기성세균수 변화 패턴

(다) PDA를 이용한 Yeasts and Molds 정량 분석

쌀가루 저장온도 별 저장기간 중 Yeasts and Molds (YM) 정량 분석 결과는 Fig. 3.3에 나타내었다. 저장 전 쌀가루 검체의 YM는 3.0×10^2 CFU/g 으로 검출되었다. 상온에서 저장한 쌀가루 검체의 YM는 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 6달, 그리고 8달 저장하였을 때 각각 1.0×10^2 , 1.0×10^2 , 1.5×10^2 , 8.1×10^2 , 1.0×10^2 , 8.5×10^2 , 1.8×10^3 , 그리고 1.7×10^2 CFU/g 으로 검출되었으며 10달 그리고 12달 저장하였을 때는 검출되지 않았다. 25°C에서 저장한 쌀가루 검체의 YM는 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 그리고 6달 저장하였을 때 각각 1.5×10^2 , 5.0×10^1 , 3.0×10^2 , 5.0×10^2 , 3.3×10^1 , 1.6×10^2 , 그리고 3.5×10^3 CFU/g 으로 검출되었다. 35°C에서 저장한 쌀가루 검체의 YM은 15일, 1달, 2달, 3달, 4달, 5달, 그리고 6달 저장하였을 때 각각 1.3×10^3 , 2.0×10^2 , 2.0×10^2 , 8.3×10^2 , 3.3×10^1 , 4.0×10^2 , 그리고 4.0×10^2 CFU/g 으로 검출되었다.

모든 저장온도에서 6달 동안 저장하였을 때에는 모두 크게 감소하거나 증가하지 않았다. 그러나 상온에서 8달 저장하였을 때 조금 감소한 후 10달 동안 저장하였을 때부터는 YM이 검출되지 않아 감소하는 성향을 나타내었다.

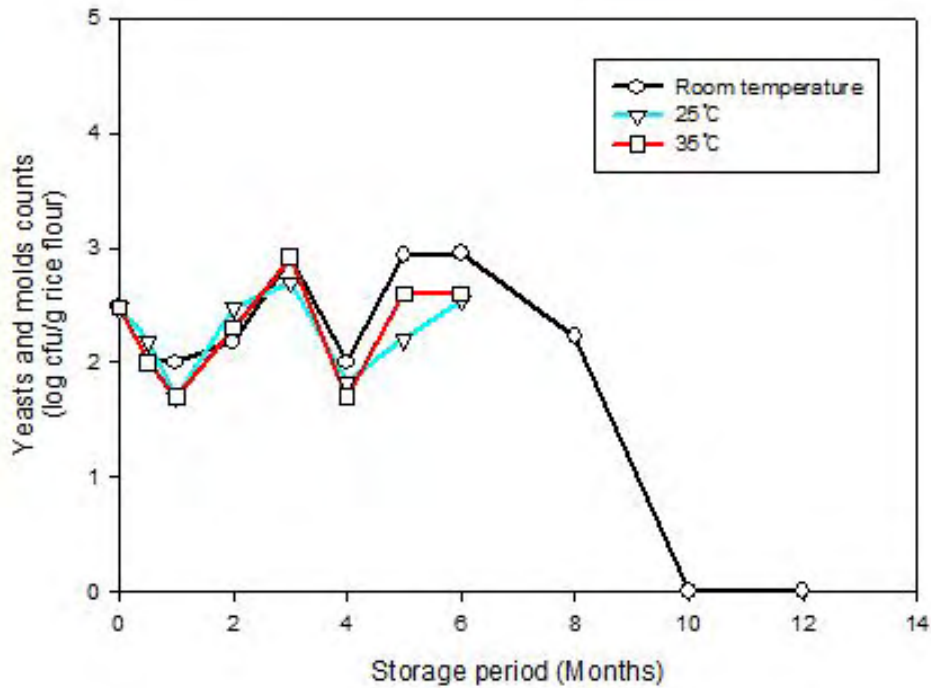


Fig. 3.3 저장기간 중 저장온도 별 진균수 변화 패턴

(라) MRS를 이용한 Lactic acid bacteria 정량 분석

쌀가루 저장기간 중 저장온도 별 Lactic acid bacteria는 모든 저장기간 동안 불검출 되었다.

(마) 3M Petrifilm를 이용한 *Escherichia coli* 및 Coliform 정량 분석

쌀가루 저장기간 중 저장온도 별 *Escherichia coli* 와 Coliform은 모든 저장기간 동안 불검출 되었다.

(바) XLD를 이용한 *Salmonella* spp. 정량 분석

쌀가루 저장기간 중 저장온도 별 *Salmonella* spp. 는 모든 저장기간 동안 불검출 되었다.

(사) 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 저장 기간 설정

쌀가루 제품의 위해 미생물들을 저장 기간 동안 정량 분석한 결과 위해 미생물학적 관점에서 쌀가루 제품을 최소 1년 이상 저장하여도 미생물학적 위해요소의 증가는 미미한 것으로 잠정적 결론을 내렸다.

나. 다양한 연구소재에 대한 공정 적용성 검토

다양한 연구소재에 대한 공정 적용성을 검토하기 위하여 백미, 현미, 그리고 발아현미 등 다양한 쌀가루 제품의 미생물 위해요소를 정량분석 하였다.

(가) PCA를 이용한 Total aerobic mesophilic bacteria 정량분석

다양한 쌀가루 제품의 Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) 정량분석 결과는 Fig. 3.4

에 나타내었다. 백미가루 (WRF)제품의 TAMB는 백미1, 백미2 그리고 백미3 검체에서 각각 8.6×10^3 , 2.2×10^3 , 그리고 2.6×10^3 CFU/g으로 검출되었다. 현미가루 (BRF)제품의 TAMB는 현미1과 현미2 검체에서 각각 5.1×10^3 그리고 2.9×10^4 CFU/g 으로 검출되었으며 발아현미가루 (GBRF)제품의 TAMB는 발아현미1과 발아현미2 검체에서 각각 1.6×10^6 그리고 3.5×10^6 CFU/g 으로 검출되었다. 흑미가루 (BLRF)제품의 TAMB는 흑미1, 흑미2, 그리고 흑미3 검체에서 각각 7.8×10^3 , 1.2×10^4 , 그리고 3.4×10^4 CFU/g 으로 검출되었다. 찹쌀가루 (GLRF)제품의 TAMB는 찹쌀1, 찹쌀2, 찹쌀3, 찹쌀4, 그리고 찹쌀5 검체에서 각각 1.2×10^3 , 7.7×10^2 , 4.0×10^3 , 4.6×10^4 , 그리고 1.2×10^4 CFU/g 으로 검출되었으며 쌀겨가루 (RBF)제품의 TAMB는 쌀겨1 검체에서 7.6×10^3 CFU/g 으로 검출되었다. 백미, 현미, 흑미, 찹쌀, 그리고 쌀겨 가루에서는 10^3 에서 10^5 CFU/g으로 비슷한 정도로 검출되었으며 발아현미가루의 TAMB는 10^6 CFU/g 이상으로 다른 검체에 비해 높게 검출되었다. 이러한 현상은 발아하는 과정에서 균이 증식한 것으로 판단되어진다.

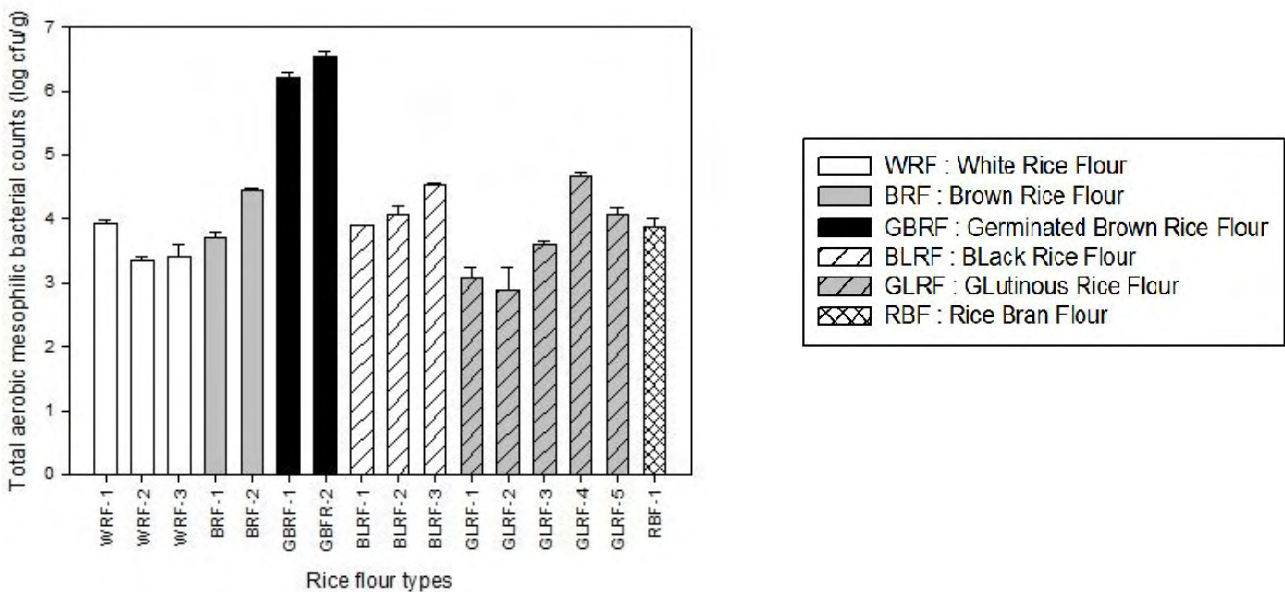


Fig. 3.4 다양한 쌀가루 제품의 총호기성세균 정량분석

(나) Heating-NA를 이용한 Spore-forming aerobic bacteria 정량분석

다양한 쌀가루 제품의 Spore-forming aerobic bacteria (SFAB) 정량분석 결과는 Fig. 3.5에 나타내었다. 백미가루 (WRF)제품의 SFAB는 백미1, 백미2, 그리고 백미3 검체에서 각각 2.7×10^2 , 7.7×10^2 , 그리고 3.3×10^2 CFU/g 으로 검출되었다. 현미가루 (BRF)제품의 SFAB는 현미1과 현미2 검체에서 모두 불검출되었다. 발아현미가루 (GBRF)제품의 SFAB는 1.4×10^5 그리고 5.5×10^4 CFU/g 으로 검출되었다. 흑미가루 (BLRF)제품의 SFAB는 흑미1, 그리고 흑미2 검체에서 각각 1.2×10^3 , 그리고 1.4×10^3 CFU/g 으로 검출되었으며 흑미3 검체에서는 불검출되었다. 찹쌀가루 (GLRF)제품의 SFAB는 찹쌀1, 찹쌀2, 찹쌀3, 그리고 찹쌀4 검체에서 각각 3.7×10^2 , 3.3×10^2 , 8.8×10^2 , 그리고 1.7×10^2 CFU/g 으로 검출되었으며 찹쌀5 검체에서는 불검출되었으며 쌀겨가루 (RBF)제품에서 또한 불검출되었다.

흑미, 찹쌀, 그리고 쌀겨 가루에서 각각 1개 검체씩 SFAB가 불검출 되었으며 모든 현미가루 검체에서 SFAB가 불검출되었다. 그리고 총호기성세균과 비슷하게 다른 검체들에 비해

발아현미가루에서 10^2 CFU/g 정도 더 높게 검출되었다.

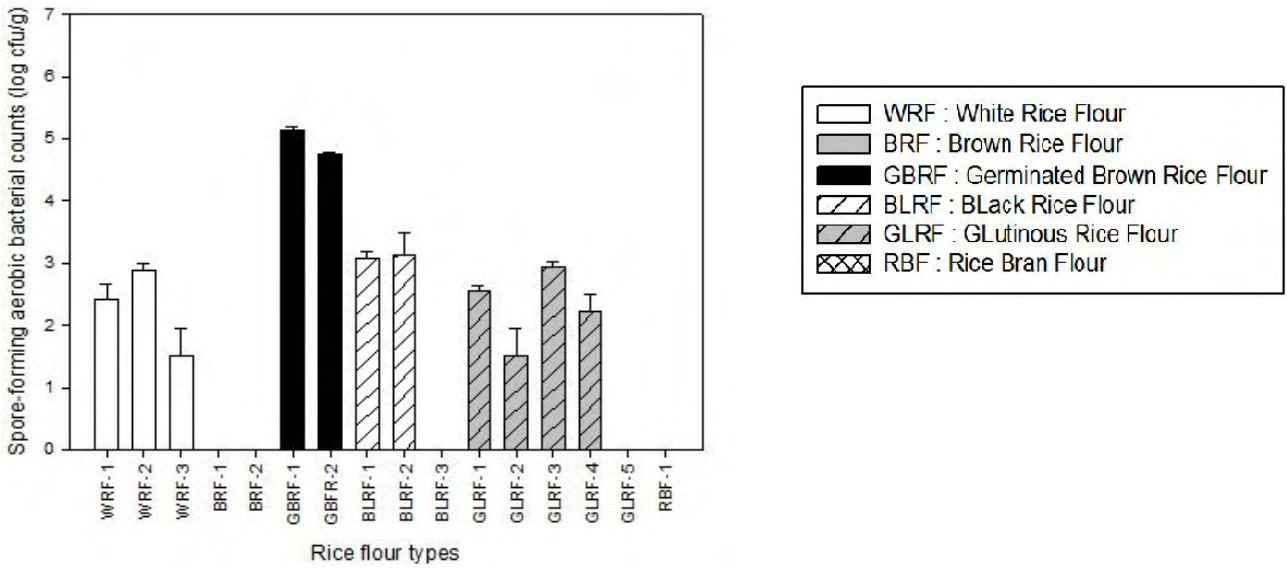


Fig. 3.5 다양한 쌀가루 제품의 포자형성 호기성세균 정량분석

(다) PDA를 이용한 Yeasts and Molds 정량분석

다양한 쌀가루 제품의 Yeasts and Molds (YM) 정량분석 결과는 Fig. 3.6에 나타내었다. 백미가루 (WRF)제품의 YM는 백미1, 백미2, 그리고 백미3 모든 제품에서 불검출되었다. 현미가루 (BRF)제품의 YM는 현미1 검체에서 불검출되었으며 현미2 검체에서 4.9×10^3 CFU/g 으로 검출되었다. 발아현미가루 (GBRF)제품의 YM는 발아1과 발아2 제품에서 모두 불검출되었다. 흑미가루 (BLRF)제품의 YM는 각각 9.0×10^2 , 6.5×10^2 , 그리고 9.1×10^3 CFU/g 으로 검출되었다. 찰쌀가루 (GLRF)제품의 YM는 찰쌀2, 찰쌀4 그리고 찰쌀5 검체에서 각각 6.7×10^1 , 1.7×10^2 , 그리고 3.2×10^3 CFU/g 으로 검출되었으며 찰쌀1과 찰쌀3 검체에서는 불검출되었다. 쌀겨가루 (RBF)제품의 YM는 7.3×10^2 CFU/g 으로 검출되었다.

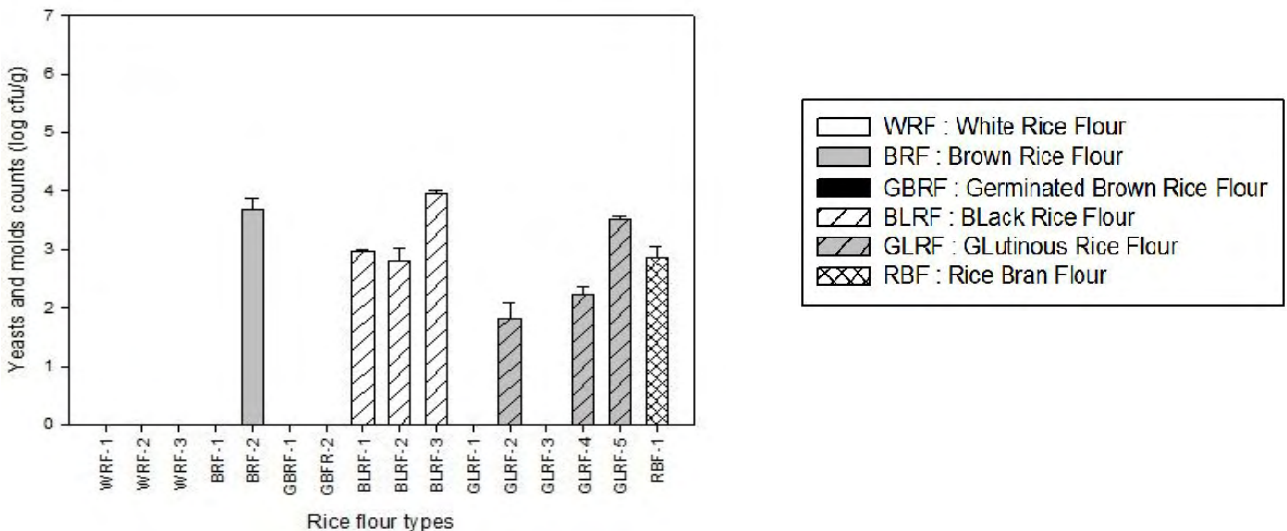


Fig. 3.6 다양한 쌀가루 제품의 진균 정량분석

(라) MRSA를 이용한 Lactic acid bacteria 정량분석

다양한 쌀가루 제품의 Lactic acid bacteria (LAB) 정량분석 결과는 Fig. 3.7에 나타내었다. 백미가루 (WRF)제품의 LAB는 백미1 검체에서 7.7×10^2 CFU/g 으로 검출되었으며 백미2과 백미3 검체에서는 불검출되었다. 현미가루 (BRF)제품의 LAB는 현미1과 현미2 검체에서 모두 불검출되었다. 발아현미가루 (GBRF)제품의 LAB는 3.4×10^1 그리고 4.2×10^5 CFU/g 으로 검출되었다. 흑미가루 (BLRF)제품의 LAB는 흑미1, 흑미2 그리고 흑미3 모든 검체에서 불검출되었다. 찰쌀가루 (GLRF)제품의 LAB는 찰쌀3과 찰쌀4 검체에서 각각 3.3×10^1 , 그리고 4.3×10^2 CFU/g 으로 검출되었으며 찰쌀1, 찰쌀2, 그리고 찰쌀5 검체에서는 불검출되었으며 쌀겨가루 (RBF)제품에서 또한 불검출되었다.

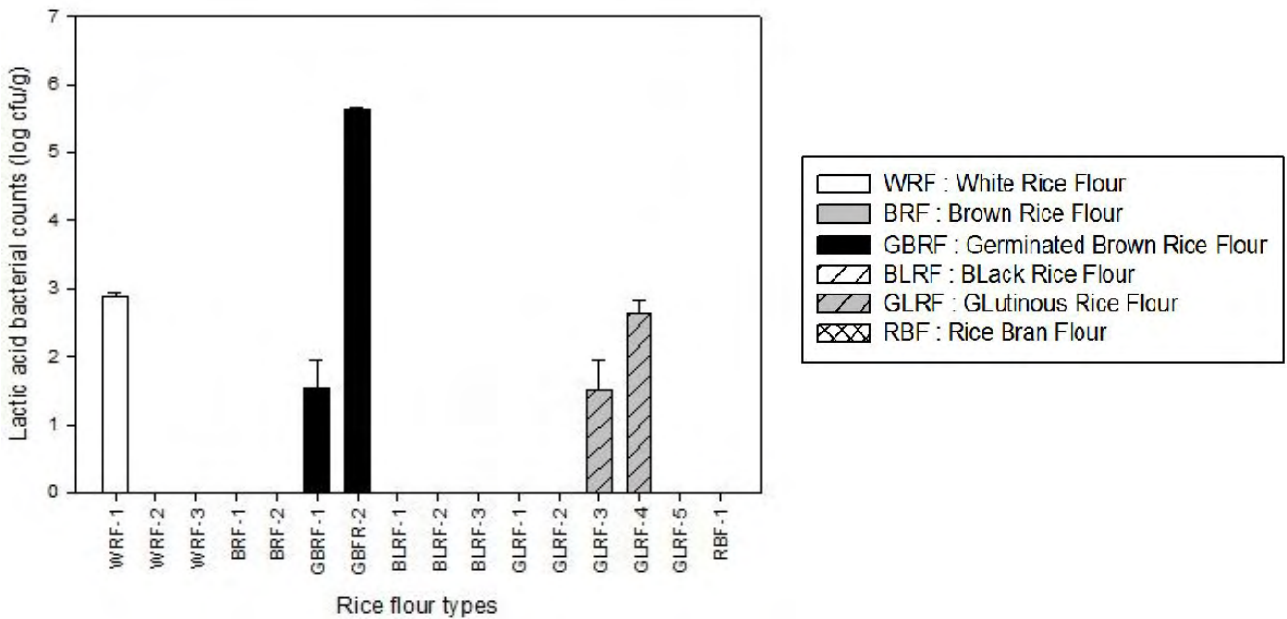


Fig. 3.7 다양한 쌀가루 제품의 젖산균 정량분석

(마) 3M Petrifilm를 이용한 Coliform 정량 분석

다양한 쌀가루 제품의 Coliform (CF) 정량분석 결과는 Fig. 3.8에 나타내었다. 백미가루 (WRF)제품의 CF는 백미2와 백미3 검체에서 각각 5.9×10^2 , 1.2×10^2 CFU/g 으로 검출되었으며 백미1 검체에서는 불검출되었다. 현미가루 (BRF)제품의 CF는 현미1 검체에서 4.3×10^1 CFU/g 으로 검출되었으며 현미2 검체에서는 불검출되었다. 발아현미가루 (GBRF)제품의 CF는 발아1과 발아2 모든 발아현미 검체에서 불검출되었다. 흑미가루 (BLRF)제품의 CF는 흑미1, 흑미2 그리고 흑미3 검체에서 각각 1.7×10^3 , 3.7×10^1 , 그리고 2.0×10^1 CFU/g 으로 검출되었다. 찰쌀가루 (GLRF)제품의 CF는 찰쌀1, 찰쌀2, 그리고 찰쌀3 검체에서 각각 1.1×10^4 , 3.3×10^0 , 그리고 1.2×10^3 CFU/g 으로 검출되었으며 찰쌀4와 찰쌀5 검체에서는 불검출되었다. 쌀겨가루 (RBF)제품의 CF는 2.3×10^3 CFU/g 으로 검출되었다.

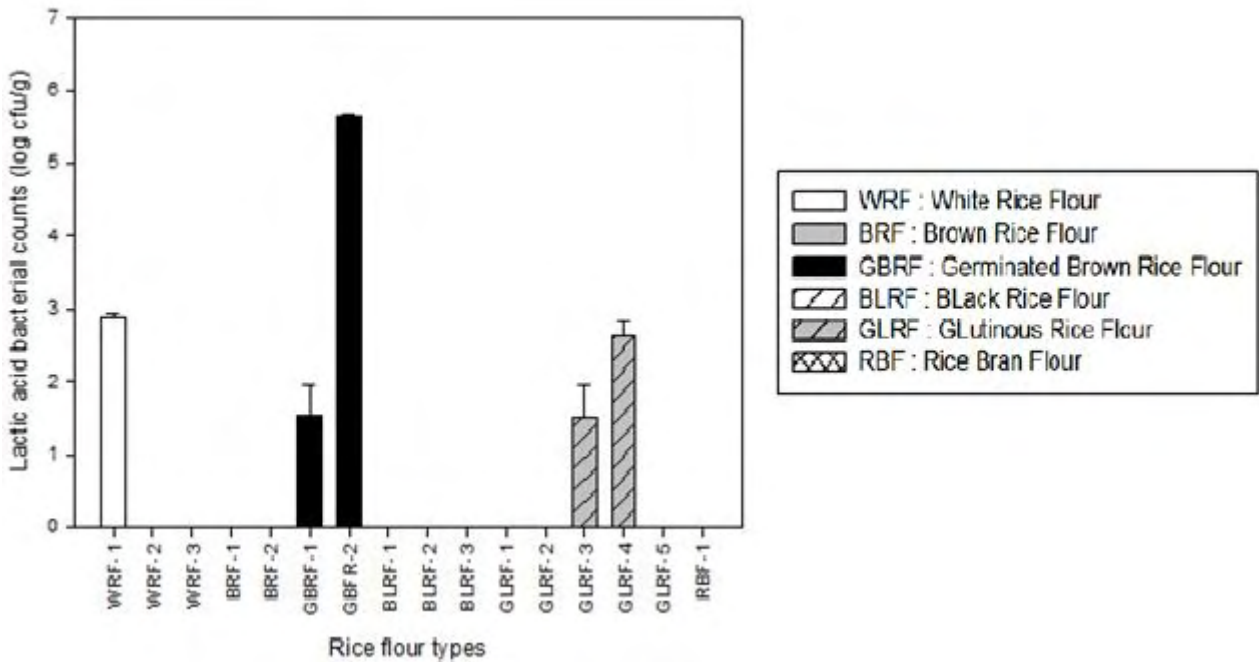


Fig. 3.8 다양한 쌀가루 검체의 대장균군 정량분석

(바) 3M Petrifilm를 이용한 *Escherichia coli* 정량 분석

다양한 쌀가루 제품의 *E. coli* 정량분석 결과 모든 쌀가루 검체에서 불검출되었다.

(사) XLD를 이용한 *Salmonella* spp. 정량 분석

다양한 쌀가루 제품의 *Salmonella* spp. 정량분석 결과 모든 쌀가루 검체에서 불검출되었다.

(3) 용도별 쌀가루 제품의 미생물 위해요소에 대한 기준 및 규격 확립

국외 쌀가루 제조 및 판매 제품별 미생물 위해요소 기준 및 규격과 국내 쌀가루 제품의 위해요소를 비교·분석하여 미생물 위해요소에 대한 기준 및 규격을 확립하고자 하였다.

(가) 국외 쌀가루 제조 및 판매 제품별 미생물 위해요소 기준 및 규격

국외 쌀가루 제조 및 판매 제품의 미생물 위해요소 기준 및 규격은 Table 3.2에 나타내었다. 국외 쌀가루 제품의 Total aerobic mesophilic bacteria의 기준 및 규격은 제품별로 최소 40,000 CFU/g 이하부터 최대 100,000 CFU/g 이하로 설정되어 있었다. Yeasts and molds는 제품별로 최소 100 CFU/g 이하부터 최대 2,000 CFU/g 이하로 설정되어있었으며 spore-forming aerobic bacteria의 경우 제품별로 최소 *Bacillus cereus* 500 CFU/g 이하부터 최대 *B. cereus* 10,000 CFU/g 이하로 설정되어 있었다. Coliform은 제품별로 최소 500 CFU/g 이하부터 최대 1,000 CFU/g 이하로 설정되어 있었다. *Escherichia coli*의 경우 제품별로 최대 10 CFU/g 이하부터 대부분의 제품들이 불검출로 설정되어 있었다. 그리고 *Salmonella* spp.의 경우 대부분의 제품에서 불검출로 설정되어 있었으며 lactic acid bacteria는 모든 제품에서 기준 및 규격이 설정되어 있지 않았다.

Table 3.2 국외 쌀가루 제조회사의 쌀가루 제품별 미생물 위해요소 기준 및 규격

(단위 : cfu/g)

	Total Aerobic Mesophilic Bacteria	Yeasts & Molds	Spore-forming Aerobic Bacteria	Lactic acid Bacteria	Coliform	E. coli	Salmonella spp.
Brown rice flour 1	< 40000						
Brown rice flour 2	< 100000	< 2000					
Rice flour1	< 100000	< 2000					
Rice flour2	< 100000						
Rice flour 3	< 50000	< 100	< B. cereus 500		< 1000	< 10	Negative
Long grain rice flour 1	< 100000	< 2000			< 500	< 3	Negative
Glutinous rice flour 1	< 100000	< 100	< B. cereus 10000			Negative	Negative
Black glutinous rice flour 1	< 100000	< 100				Negative	Negative
Black glutinous rice flour 2	< 100000	< 100	< B. cereus 10000			Negative	Negative
Black glutinous rice flour 3	< 100000	< 100				Negative	Negative

(나) 국내 식품공전의 쌀, 쌀가루 또는 밀가루 내 위해미생물에 대한 기준 및 규격

① 국내 식품공전에는 쌀, 쌀가루에 대한 기준 및 표준 규격이 설정되어 있지 않았다.

29-13 밀가루류		5) 규격					
항목	구분	밀가루			영양강화 밀가루	기타 밀가루	
		1등급	2등급	3등급			
1) 정의	밀가루라 함은 식용 밀을 사용하여 선별, 가수, 분쇄, 분리 등의 과정을 거쳐 얻은 분말 또는 이에 식품 또는 식품첨가물을 가한 것을 말한다.						
2) 원료 등의 구비요건							
3) 제조·가공기준							
4) 식품유형							
(1) 밀가루							
(2) 영양강화 밀가루	밀가루에 영양강화와 관련된 식품 및 식품첨가물을 첨가한 밀가루를 말한다.						
(3) 기타 밀가루	식품유형 (1)-(2)에 정하여지지 아니한 전립밀가루, 혼합밀가루, 세몰리나 등을 말한다.						
(1)상상	고유의 색택을 가진 분말로 이미·이취가 없어야 한다.			고유의 색택을 가진 분말로 이미·이취가 없어야 한다.		고유의 색택을 가진 분말 및 굵은 입자로 이미·이취가 없어야 한다.	
(2)수분(%)	155 이하						
(3)회분(%)	06 이하	09 이하	16 이하	2.0 이하		2.0 이하	
(4)사분(%)	0.03 이하						
(5)납 (mg/kg)	0.2 이하						
(6)카드뮴 (mg/kg)	0.2 이하						

② 국내 식품공전에는 밀가루의 정의 및 제조, 가공 기준 및 성분에 대한 규격만 설정 되어있으며 위해미생물에 대한 규격이 설정되어 있지 않았다.

Fig. 3.9 국내 식품공전에 명시된 밀가루에 대한 기준 및 규격

(다) 쌀, 쌀가루 또는 밀가루 내 위해 미생물에 대한 CODEX 기준 및 규격

CODEX는 쌀 그리고 밀가루 제품의 위해 미생물에 대한 기준 및 규격을 ‘The product shall be free from micro-organisms in amounts which may represent a hazard to health.’ 로 설정 하였다. 그러나 쌀가루에 대한 기준 및 규격은 설정되어 있지 않았다.

1	Codex Standard 198-1995
CODEX STANDARD FOR RICE	
5. HYGIENE	
5.3	When tested by appropriate methods of sampling and examination, the product: <ul style="list-style-type: none"> - shall be free from micro-organisms in amounts which may represent a hazard to health; - shall be free from parasites which may represent a hazard to health; and - shall not contain any substance originating from micro-organisms, including fungi, in amounts which may represent a hazard to health.
1	Codex Standard 152-1985
CODEX STANDARD FOR WHEAT FLOUR	
6. HYGIENE	
6.3	When tested by appropriate methods of sampling and examination, the product: <ul style="list-style-type: none"> - shall be free from micro-organisms in amounts which may represent a hazard to health; - shall be free from parasites which may represent a hazard to health; and - shall not contain any substance originating from micro-organisms in amounts which may represent a

Fig. 3.10 쌀 그리고 밀가루 내 위해 미생물에 대한 CODEX 기준 및 규격

(라) 쌀 제품의 위해미생물에 대한 제외국 국가 표준 규격

① East African Community (EAC)는 Kenya, Uganda, 그리고 Tanzania 등 동부 아프리카에 위치한 10개 국가 간의 상품과 서비스 품질에 대한 관리를 통하여 원활한 무역활동을 하고자 한다. EAC에서 설정한 쌀과 현미의 위해미생물에 대한 표준규격을 Table 3.3에 나타내었다. EAC는 쌀과 현미 제품의 yeasts and molds에 대한 표준 규격은 100 CFU/g 이하로 설정하였으며, 그리고 *E. coli* 와 *Salmonella* spp.에 대한 표준 규격은 음성으로 설정하였다.

② the African organisation for standardisation (ARSO)는 Nigeria, Togo, Ghana, 그리고 Senegal 등 아프리카에 위치한 34개 국가 간의 무역활동을 원활하게 하고 상품과 서비스 경쟁력을 향상시키며 아프리카 사회의 복지를 증진시키고자 한다. ARSO에서 설정한 쌀의 위해미생물에 대한 표준규격을 Table 3.3에 나타내었다. ARSO는 쌀 제품의 yeasts and molds에 대한 표준 규격을 10,000 CFU/g 이하로 설정하였으며, 그리고 *E. coli* 와 *Salmonella* spp.에 대한 표준 규격은 음성으로 설정하였다.

Table 3.3 쌀 제품의 위해미생물 제외국 국가 표준 규격

Organization	Product	Total Aerobic Mesophilic Bacteria	Yeasts & Molds	Spore-forming Aerobic Bacteria	Lactic acid Bacteria	Coliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.
EAC	Milled rice		< 100				Negative	Negative
	Brown rice		< 100				Negative	Negative
ARSO	Milled rice		< 10000				Negative	Negative

③ United States Department of Agriculture (USDA)에는 쌀의 성분, 등급 그리고 가공법과 같은 기준 혹은 규격만 명시되어 있으며 위해 미생물에 대한 기준 및 규격은 설정되어 있지 않았다.

(마) 밀가루 위해미생물에 대한 제외국 국가 표준 규격

East African Community (EAC)에서는 밀가루 제품의 total aerobic mesophilic bacteria에 대한 규격을 100,000 CFU/g 이하로 설정하였으며 yeasts and molds에 대한 규격을 10,000 CFU/g 이하로 설정하였다. 그리고 Coliform, *E. coli*, 그리고 *Salmonella* spp. 에 대한 규격은 음성으로 설정하였다. 그리고 the african organisation for standardisation (ARSO)에서는 밀가루 제품의 total aerobic mesophilic bacteria에 대한 규격을 100,000 CFU/g 이하로 설정하였으며 yeasts and molds에 대한 규격을 1,000 CFU/g 이하로 설정하였다. 그리고 European union (EU)에서는 total aerobic mesophilic bacteria에 대한 규격을 100,000 CFU/g 이하로 설정하였으며 yeasts and molds에 대한 규격을 1,000 CFU/g 이하로 설정하였다. 그리고 spore-forming aerobic bacteria에 대한 규격을 *B. cereus*를 50 CFU/g 이하로 설정하였으며 Coliform에 대한 규격을 100 CFU/g 이하로 설정하였다. 그리고 *Salmonella* spp.에 대한 규격은 음성으로 설정하였다. (Table 3.4)

Table 3.4 밀가루 위해미생물 제외국 국가 표준 규격

Organization	Product	Total Aerobic Mesophilic Bacteria	Yeasts & Molds	Spore-forming Aerobic Bacteria	Lactic acid Bacteria	Coliform	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.
EAC	Wheat flour	< 100000	< 10000			Negative	Negative	Negative
	Fortified wheat flour					< 1		Negative
ARSO	Wheat flour	< 100000	< 1000			Negative	Negative	Negative
EU	Wheat flour	< 100000	< 1000	< <i>B. cereus</i> 50		< 100		Negative

(바) 국내 쌀가루 제품의 미생물 위해요소

국내 쌀가루 제품의 미생물 위해요소는 Table 3.5에 나타내었다. 국외 쌀가루 제품의 미생물 위해요소 기준 및 규격과 국내 쌀가루 제품의 미생물 위해요소를 비교하여 국외 쌀가루 제품의 기준에 적합하지 않은 제품의 위해요소를 Table 3.5에 굵은 글씨로 나타내었다.

Table 3.5 다양한 쌀가루 제품의 미생물 위해요소 정량분석

(단위 : cfu/g)

	Total Aerobic Mesophilic Bacteria	Yeasts & Molds	Aerobic Spore-forming Bacteria	Lactic acid Bacteria	Coliform	E. coli	Salmonella spp.
Rice flour 1	2.6 x 10 ⁵	1.3 x 10 ⁴	2.7 x 10 ³	1.6 x 10 ⁴	ND	ND	ND
Rice flour 2	6.9 x 10 ³	5.1 x 10 ³	2.1 x 10 ⁴	2.0 x 10 ²	2.1 x 10 ²	ND	ND
Rice flour 3	8.6 x 10 ³	ND	2.7 x 10 ²	7.7 x 10 ²	ND	ND	ND
Rice flour 4	2.2 x 10 ³	ND	7.7 x 10 ²	ND	5.9 x 10 ²	ND	ND
Rice flour 5	2.6 x 10 ³	ND	3.3 x 10 ¹	ND	1.2 x 10 ²	ND	ND
Brown rice flour 1	5.1 x 10 ³	ND	ND	ND	4.3 x 10 ¹	ND	ND
Brown rice flour 2	2.9 x 10 ⁴	4.9 x 10 ³	ND	ND	ND	ND	ND
Germinated brown rice flour 1	1.6 x 10 ⁶	ND	1.4 x 10 ⁵	3.4 x 10 ¹	ND	ND	ND
Germinated brown rice flour 2	3.5 x 10 ⁶	ND	5.5 x 10 ⁴	4.2 x 10 ⁵	ND	ND	ND
Black rice flour 1	7.8 x 10 ³	9.0 x 10 ²	1.2 x 10 ³	ND	1.7 x 10 ³	ND	ND
Black rice flour 2	1.2 x 10 ⁴	6.5 x 10 ²	1.4 x 10 ³	ND	3.7 x 10 ¹	ND	ND
Black rice flour 3	3.4 x 10 ⁴	9.1 x 10 ³	ND	ND	2.0 x 10 ¹	ND	ND
Glutinous rice flour 1	1.2 x 10 ³	ND	3.7 x 10 ²	ND	1.1 x 10 ⁴	ND	ND
Glutinous rice flour 2	7.7 x 10 ²	6.7 x 10 ¹	3.3 x 10 ²	ND	3.3 x 10 ⁰	ND	ND
Glutinous rice flour 3	4.0 x 10 ³	ND	8.8 x 10 ²	3.3 x 10 ¹	1.2 x 10 ³	ND	ND
Glutinous rice flour 4	4.6 x 10 ⁴	1.7 x 10 ²	1.7 x 10 ²	4.3 x 10 ²	ND	ND	ND
Glutinous rice flour 5	1.2 x 10 ⁴	3.2 x 10 ³	ND	ND	ND	ND	ND
Rice bran flour	7.6 x 10 ³	7.3 x 10 ²	ND	ND	2.3 x 10 ³	ND	ND

(사) 쌀가루 제품의 미생물 위해요소에 대한 기준 및 규격안

① 쌀가루 내 위해미생물 관련 식품공전 기준 규격 제안

국내 밀가루 제품의 위해미생물에 대한 식품공전 기준 규격이 설정되어 있지 않다. 따라서 쌀가루 제품에 대한 위해미생물에 대한 식품공전 기준 규격을 비설정으로 제안한다.

② 쌀가루 제조 회사용 쌀가루 내 위해미생물 관련 자가 품질 기준 규격안

국외 쌀가루 제조회사의 쌀가루 제품별 미생물 위해요소 기준 및 규격과 국내 쌀가루 제품의 미생물 위해요소를 비교·분석하여 용도별 쌀가루 제조 회사용 쌀가루 내 위해미생물 관련 자가 품질 기준 규격을 도출하여 Table 3.6에 나타내었다. 국내 쌀가루 제품에 발아현미 쌀가루를 제외한 16개의 쌀가루 제품의 총호기성세균수가 국외 쌀가루 제품의 총호기성세균 기준에 적합하지 않은 제품이 1개의 제품으로 총호기성세균수의 기준을 국외의 기준과 같은 1.0×10⁵ CFU/g 이하로 설정하였으며 발아현미가루 제품은 발아과정에서 기존의 총호기성세균이 증식한 것으로 무해한 것으로 판단하여 4×10⁶ CFU/g 이하로 설정하였다. 진균수는 국내 쌀가루 제품에서 5개의 제품이 국외 쌀가루 제품의 기준보다 조금 높은 5×10³ CFU/g 이하로 설정하였다. 포자형성호기성세균의 경우 발아현미 검체를 제외한 16개의 쌀가루 제품 중 국외 쌀가루 제품의 포자형성세균수의 기준에 적합하지 않은 제품이 1개의 제품으로 포자형성호기성세균수를 1×10⁴ CFU/g 이하로 설정하였으며 현미에서 분리한 포자형성호기성세균을 동정한 결과 무해한 균으로 판단되어 발아현미 내 존재하는 포자형성호기성세균은 현미에 존재하는 포자형성호기성세균이 증식한 것으로 판단하여 발아현미가루의 포자형성 호기성세균수 기준을 2×10⁵ CFU/g 이하로 설정하였다. 국내 쌀가루 검체의 대장균균수는 총 18개의 쌀가루 검체 중 11개의 검체에서 검출되었으며 4개의 쌀가루 검체가 국외 쌀가루 제품의 기준에 적합하지 않

은 것으로 나타났다. 그러나 적합하지 못한 국내 쌀가루 제품의 대장균균수가 국외 쌀가루 제품의 기준과 큰 차이를 나타내지 않아 2×10^3 CFU/g 이하로 설정하였다. *E. coli*와 *Salmonella* spp.는 국내의 모든 제품에서 검출되지 않았으며 국외 쌀가루 제품의 기준에서 또한 불검출로 설정되어 있어 국내 쌀가루 제품의 *E. coli*와 *Salmonella* spp. 기준을 불검출로 설정하였다.

Table 3.6 본 과제를 통하여 도출한 쌀가루 제조 회사용 쌀가루 내 위해미생물 관련 자가 품질 기준 규격안

(단위 : cfu/g)

	Total Aerobic Mesophilic Bacteria	Yeasts & Molds	Aerobic Spore-forming Bacteria	Lactic acid Bacteria	Coliform	E. coli	Salmonella spp.
Rice flour	< 1×10^5	< 5×10^3	< 1×10^4	-	< 2×10^3	Negative	Negative
Germinated brown rice flour	< 4×10^6	< 5×10^3	< 2×10^5	-	< 2×10^3	Negative	Negative

(4) 현미로부터 분리한 통성혐기성 포자형성세균의 profiling 그리고 toxin gene 검출 및 sequence analysis

(가) 현미 잔류 포자형성세균의 profile 결정 및 위해 종류 및 정도 평가

① 국내 10개 지역의 현미로부터 포자형성세균 분리

118개의 통성혐기성 포자형성세균을 분리하였고, 이를 morphology별로 38개의 그룹으로 나누었다. 나뉘어진 38개의 그룹에서 비율적으로 47개의 포자형성세균을 선별하였다.

② 16S rRNA 와 *rpoB* gene sequencing을 이용한 포자형성세균 동정

47개의 통성혐기성 포자형성세균을 동정한 결과 33개의 분리균주가 *Bacillus* species(13종), 그리고 14개의 분리균주가 *Paenibacillus* species(7종)로 확인되었다. 47개의 분리균주가 *B. methylotrophicus* or *B. amyloliquefaciens* (8) 24%, *B. amyloliquefaciens* (9) 24%, *P. xylanexedens* or *P. polymyxa* (3) 6 %, *P. amylolyticus* or *P. jamilae* (3) 6 %, *B. cereus* (3) 6 %, *B. pumilus* or *B. altitudinis* (2) 4%, *B. Pumilus* (2) 4%, *B. cereus* or *B. thuringiensis* (2) 4 %, *B. thuringiensis* (1) 2%, *P. peoriae* or *B. subtilis* (1) 2%, *B. megaterium* or *B. thuringiensis* (1) 2%, *B. lichemiformis* (1) 2%, *B. subtilis* (1) 2%, *B. subtilis* or *B. pumilus* (1) 2%, *P. pabuli* or *P. jamilae* (1) 2%, *P. barcinonensis* or *P. polymyxa* (1) 2 %, *B. methylotrophicus* (1) 2%, *P. lautus* or *P. terrae* (1) 2%, *B. megaterium* (1) 2%, *P. peoriae* or *P. polymyxa* (1) 2% 로 동정되었다. (Fig. 3.11, Table 3.7)

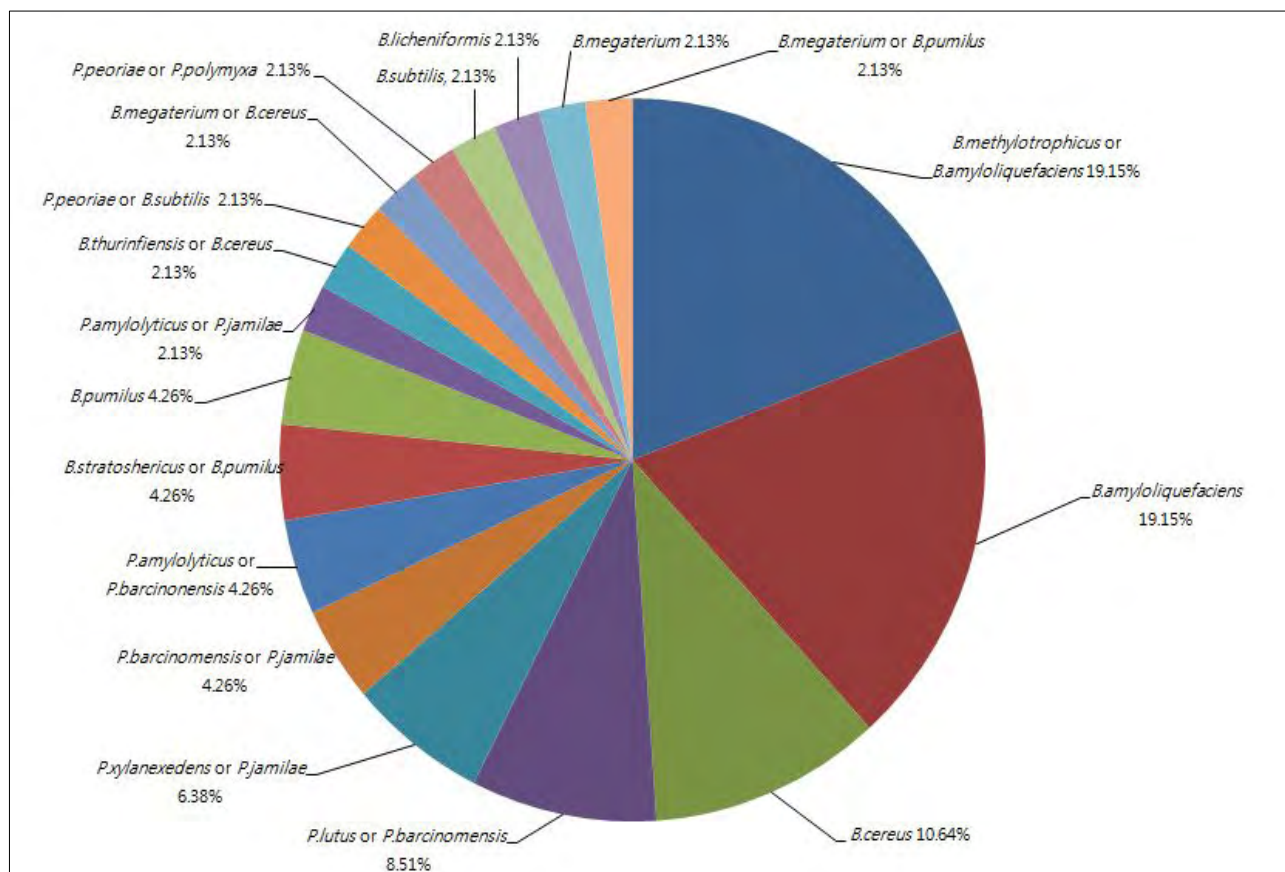


Fig. 3.11 Identification at species level of 47 representative spore forming bacteria (SFB) isolates based on 16S rRNA gene and *rpoB* gene analyses.

Table 3.7 Identification at species level of 47 representative spore forming bacteria (SFB) isolates based on 16S rRNA gene and *rpoB* gene analyses.

Strain names	Tentative identities		Max ident.(%)		Diff/Total nt	
	16S rRNA gene	<i>rpoB</i> gene	16s rRNA	<i>rpoB</i>	16s rRNA	<i>rpoB</i>
A1,A7 (2)	<i>P. barcinonensis</i>	<i>P. Jamilae</i>	98.45	86.52	21/1356	98/727
A3,A5, A6 (3)	<i>P. xylanexedens</i>	<i>P. Jamilae</i>	98.45	85.21	21/1357	100/676
A8,A9 (2)	<i>P. amylolyticus</i>	<i>P. barcinonensis</i>	98.82	86.07	16/1357	100/718
B4,C1,C5,C7,C8,C9,C11,C12 (8)	<i>B. methylotrophicus</i>	<i>B. amyloliquefaciens</i>	100	99.05	0/1354	5/528
C2,C3,C4,C6,O2,03,W1,W2,Pa (9)	<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>B. amyloliquefaciens</i>	99.93	98.89	1/1396	6/539
C14 (1)	<i>B. methylotrophicus</i>	<i>B. amyloliquefaciens</i>	99.86	99.43	2/1426	3/523
D1,D6,D7,E2 (4)	<i>P. lautus</i>	<i>P. barcinonensis</i>	99.25	84.01	10/1341	114/713
K2, XI (2)	<i>B. cereus</i>	<i>B. cereus</i>	99.93	98.85	1/1359	3/261
K3,K4,I4 (3)	<i>B. cereus</i>	<i>B. cereus</i>	100	98.45	0/1286	4/264
M2,M3 (2)	<i>B. stratosphericus</i>	<i>B. pumilus</i>	100	98.69	0/1358	7/535
P1,P2 (2)	<i>B. pumilus</i>	<i>B. pumilus</i>	99.85	99.06	2/1358	5/533
S1 (1)	<i>P. amylolyticus</i>	<i>P. Jamilae</i>	98.68	86.67	18/1366	80/600
X2 (1)	<i>B. thuringiensis</i>	<i>B. cereus</i>	99.93	95.04	1/1359	13/262
Y1 (1)	<i>P. peoriae</i>	<i>B. subtilis</i>	99.78	99.63	3/1360	2/537
Z1 (1)	<i>B. megaterium</i>	<i>B. cereus</i>	99.85	94.67	2/1355	12/213
Ga (1)	<i>P. peoriae</i>	<i>P. polymyxa</i>	99.85	98.22	2/1360	13/731
Ba (1)	<i>B. subtilis</i>	<i>B. subtilis</i>	99.93	99.81	1/1348	1/523
Da (1)	<i>B. licheniformis</i>	<i>B. licheniformis</i>	99.31	90.68	10/1443	49/526
Ah (1)	<i>B. megaterium</i>		99.85		2/1360	
Ja (1)	<i>B. megaterium</i>	<i>B. pumilus</i>	98.14	99.43	26/1397	3/523

(나) 현미 잔류 포자형성세균의 enterotoxin, emetic toxin gene의 보유여부 확인 및 sequence analysis

① 현미 잔류 통성혐기성 포자형성세균의 enterotoxin , emetic toxin gene의 보유여부 확인 *nheB* gene의 경우 총 47개의 분리균주 중 4개의 분리균주에서 검출되었고, *nheC* gene은 총 47개의 분리균주 중 3개의 분리균주에서 검출되었으며, *hblC* gene은 총 47개의 분리균주 중 2개의 분리균주에서 검출되었다. 그러나 그 외의 5개 gene target PCR 반응에서는 모두 검출되지 않았다.

Table 3.8 Toxin gene profiles of SFB isolates from brown rice (n=47)

	Enterotoxin gene						Emetic toxin gene	
	<i>nheA</i> 480bp	<i>nheB</i> 754bp	<i>nheC</i> 564bp	<i>hblA</i> 301bp	<i>hblC</i> 731bp	<i>hblD</i> 411bp	<i>ces1</i> 1271bp	<i>ces2</i> 2200bp
I4 (<i>B. cereus</i>)	-	+	+	-	-	-	-	-
K2 (<i>B. cereus</i> or <i>B. thuringiensis</i>)	-	+	+	-	+	-	-	-
K4 (<i>B. cereus</i>)	-	-	+	-	+	-	-	-
X1 (<i>B. cereus</i> or <i>B. thuringiensis</i>)	-	+	-	-	-	-	-	-
X2 (<i>B. thuringiensis</i>)	-	+	-	-	-	-	-	-

② 검출된 enterotoxin gene의 sequence analysis

nheB gene의 경우, 현미 분리균주 X1의 *nheB* gene sequence를 *B. cereus* ATCC 14579 *nheB* gene sequence와 비교하였더니 2개의 non-synonymous 그리고 19개의 synonymous한 mutation을 나타내었고, 나머지 분리균주 (I4, K2 그리고 X2)의 *nheB* gene sequence를 *B. cereus* ATCC 14579 *nheB* gene sequence와 비교하였더니 I4는 1개, K2는 5개 그리고 X2는 30개의 synonymous한 mutation만 확인되었다. *nheC* gene의 경우, 현미 분리균주 K2의 *nheC* gene sequence를 *B. cereus* ATCC 14579 *nheC* gene sequence와 비교하였더니 4개의 non-synonymous 그리고 7개의 synonymous한 mutation을 나타내었다. 그리고 나머지 분리균주 (I4 그리고 K4)의 *nheC* gene sequence를 *B. cereus* ATCC 14579 *nheC* gene sequence와 비교하였더니 I4 그리고 K2 모두 mutation이 확인되지 않았다. *hblC* gene의 경우, 현미 분리균주 K2와 K4의 *hblC* gene sequence를 *B. cereus* ATCC 14579 *hblC* gene sequence와 각각 비교하였더니, K2와 K4 모두 2개의 non-synonymous한 mutation과 K2는 11개 그리고 K4는 14개의 synonymous한 mutation이 확인되었다.

Table 3.9 Amino acid differences of SFB isolates in enterotoxin gene sequence

Isolates names	Numbers of non-synonymous	Numbers of synonymous	Total numbers of nucleotides mutated
<i>nheB</i> gene			
I4	0	1	1/668
K2	0	5	5/668
X1	2{D(GAC)49N(AAC) and S(ICT)94T(ACT)}	19	21/668
X2	0	30	30/668
<i>nheC</i> gene			
I4	0	0	0/479
K2	4{T(ACG)36K(AAG), A(GCT)177S(AGT) and N(AAT)180D(GAT)}	7	11/479
K4	0	0	0/499
<i>hblC</i> gene			
K2	2{T(ACG)150A(GCG) and V(GIG)266A(GCG)}	11	13/650
K4	2{V(GIG)266A(GCG) and A(GCA)335E(GAA) }	14	16/696

Nucleotide differences are highlighted in bold.

(다) 현미 내에 존재하는 포자형성세균의 부패유발 효소 활성 측정

33개의 *Bacillus* 분리균주와 14개의 *Paenibacillus* 분리균주 중에, *Bacillus* 분리균주 40.42%와 *Paenibacillus* 분리균주 0%가 alkaline phosphatase 양성이며, *Bacillus* 분리균주 36.17%와 *Paenibacillus* 분리균주 6.38%가 esterase 양성, *Bacillus* 분리균주 34.04%와 *Paenibacillus* 분리균주 8.51%가 esterase lipase 양성, *Bacillus* 분리균주 4.26%와 *Paenibacillus* 분리균주 0%가 α-chymotrypsin 양성, *Bacillus* 분리균주 8.51%와 *Paenibacillus* 분리균주 0%가 acid phosphatase 양성, *Bacillus* 분리균주 0%와 *Paenibacillus* 분리균주 2.13%가 α-galactosidase 양성, *Bacillus* 분리균주 2.13% 와 *Paenibacillus* 분리균주 14.90%가 β-galactosidase 양성, *Bacillus* 분리균주 0%와 *Paenibacillus* 분리균주 4.26%가 β-glucuronidase 양성, *Bacillus* 분리균주 10.64% 와 *Paenibacillus* 분리균주 2.13%가 α-glucosidase 양성, *Bacillus* 분리균주 12.77%와 *Paenibacillus* 분리균주 10.64%가 β-glucosidase 양성이었다. 그리고 lipase, trypsin, naphtol-AS-BI-phosphohydrolase, N-acetylc-β-glucosaminidase, α-mannosidase and α-fucosidase에 대해서는 *Bacillus* 분리균주와 *Paenibacillus*분리균주 모두 음성으로 나타났다. 따라서 현미 내 존재하는 포자형성세균의 부패유발 효소 활성은 미미한 것으로 나타났다.

Table 3.10 Enzymatic activities of spore-forming bacteria isolates from brown rice (n=47)

Enzyme	No. of strains ^a of(100) ^b :					
	Group I. <i>Bacillus</i> (n=33(70.21))			Group II. <i>Paenibacillus</i> (n=14(29.79))		
	Negative	Weak	Strong	Negative	Weak	Strong
Alkaline phosphatase	2(4.26)	12(25.53)	19(40.42)	2(4.26)	12(25.53)	0(0)
Esterase	0(0)	16(34.04)	17(36.17)	0(0)	11(23.41)	3(6.38)
Esterase Lipase	0(0)	17(36.17)	16(34.04)	0(0)	10(21.28)	4(8.51)
Lipase	32(68.08)	1(2.13)	0(0)	14(29.79)	0(0)	0(0)
Trypsin	26(55.32)	7(14.89)	0(0)	12(25.53)	2(4.26)	0(0)
α -chymotrypsin	25(53.19)	6(12.77)	2(4.26)	12(25.53)	2(4.26)	0(0)
Acid phosphatase	12(25.53)	17(36.17)	4(8.51)	1(2.13)	13(27.66)	0(0)
Naphtol-AS-BI-phosphohydrolase	1(2.13)	32(68.08)	0(0)	2(4.26)	12(25.53)	0(0)
α -galactosidase	28(59.57)	5(10.64)	0(0)	1(2.13)	12(25.53)	1(2.13)
β -galactosidase	24(51.06)	8(17.02)	1(2.13)	1(2.13)	6(12.77)	7(14.90)
B-glucuronidase	31(65.95)	2(4.26)	0(0)	12(25.53)	0(0)	2(4.26)
α -glucosidase	17(36.17)	11(23.40)	5(10.64)	7(14.90)	6(12.77)	1(2.13)
β -glucosidase	24(51.06)	3(6.38)	6(12.77)	6(12.77)	3(6.38)	5(10.64)
N-acetyl- β -glucosamidase	27(57.44)	6(12.77)	0(0)	11(23.41)	3(6.38)	0(0)
α -mannosidase	30(63.83)	3(6.38)	0(0)	13(27.66)	1(2.13)	0(0)
α -fucosidase	30(63.83)	3(6.38)	0(0)	13(27.66)	1(2.13)	0(0)

^a Number of strains exhibiting color intensities assigned a numerical value ranging from 0 to 5, with negative=0, weak activity=1 or 2, and strong activity=3,4 or 5.

^b Percentage of

다. 3차년도 참고문헌

- (1) Aleksandra A.Z., and Rafael G., Some *Bacillus thuringiensis* Strains Share *rpoB* Nucleotide Polymorphisms Also Present in *Bacillus anthracis*, Journal of Clinical Microbiology, 44(4) : 1606-1607 (2006)
- (2) Atieh K., Didier R., and Bernard L.S., Comparison between *rpoB* and 16S rRNA Gene Sequencing for Molecular Identification of 168 Clinical Isolates of *Corynebacterium*, Journal of Clinical Microbiology, 43(4) : 1934-1936 (2005)
- (3) Belgin D., and Kathryn J.B., Genetic Diversity and Spoilage Potentials among *Pseudomonas* spp Isolated from Fluid Milk Products and Dairy Processing Plants, Applied and Environment Microbiology, 69(1) : 130-138 (2002)
- (4) Bjarne M.H., and Niels B.H., Detection of Enterotoxic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* Strains by PCR Analysis, Applied and Environment Microbiology, 67(1) : 185-189 (2000)
- (5) De Jonghe V., Coorevits A., Block J.D., Coillie E.V., Grijspeerdt K., Herman L., De Vos P., and Heyndrickx M., Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk, International Journal of Food Microbiology, 136: 31 - 325 (2010)
- (6) Kim K.S., Kim M.J., Könönen E., Lounatmaa K., Summanen P., and Finegold S.M., Single nucleotide polymorphisms are randomly dispersed and mostly synonymous in partial *rpoB* and *cpn60* genes of *Campylobacter showae* human isolates, Anaerobe, 18 : 626-629 (2012)
- (7) Kim M.J., and Kim K.S., Isolation and Identification of γ -Aminobutyric acid (GABA)-producing Lactic Acid Bacteria from Kimchi, J Korean Soc. Appl. Biol. Chem, 55 :

777–785 (2012)

(8) Margaret M.P, Nakamura L.K., Kathleen E.D., Conrad A.I., and Frederick M.C., *Bacillus sonorensis* sp. nov., a close relative of *Bacillus licheniformis*, isolated from soil in the Sonoran Desert, Arizona, International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 51 : 1671–1679 (2001)

(9) Maria F.F., Sara I.R., and Rosal'ia F., Isolation and Identification of *Bacillus* spp. and Related Genera from Different Starchy Foods, Food Microbiology and Safety, 75 : 218–221 (2010)

(10) Mignard S., and Flandrois J.P., 16S rRNA sequencing in routine bacterial identification: A 30-month experiment, Journal of Microbiological Methods, 67: 574 - 581 (2006)

(11) Monika E.S., Natasa V., Anja S., Ranad S., Maria A., Erwin M., and Siegfried S., Identification and Partial Characterization of the Nonribosomal Peptide Synthetase Gene Responsible for Cereulide Production in Emetic *Bacillus cereus*, Applied and Environment Microbiology, 17(1) : 105–113 (2004)

(12) Reid A.I., Matthew L.R., Nicole H.M., Henk C.B., Bruno M.X., Martin W., and Kathryn J.B., Identification and Characterization of Psychrotolerant Sporeformers Associated with Fluid Milk Production and Processing, Appl. Environ. Microbiol, 78(6) : 1853 (2012)

(13) Yuan Q.I., GUY P., Xudong L., Leanne E.W., Sharon R.J.R., and Vito G.D., Utilization of the *rpoB* Gene as a Specific Chromosomal Marker for Real-Time PCR Detection of *Bacillus anthracis*, Applied and Environment Microbiology, 67(8) : 3720–3727 (2001)

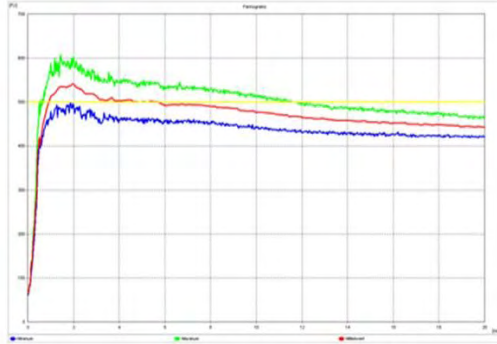
[1-4세부]

제 1 절. (1차년도) 쌀 반죽 개선 연구

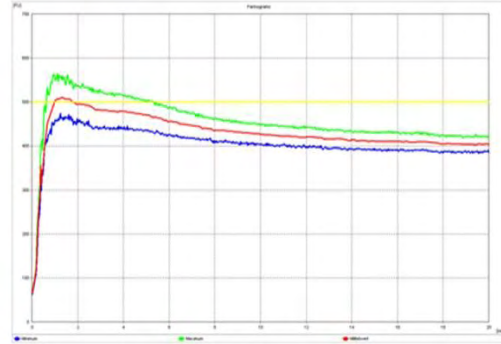
1. 소맥분/쌀가루 혼합반죽 특성 파악

가. 소맥분, 습식쌀가루, 전분류 혼합반죽 물성 테스트: Farinograph 측정

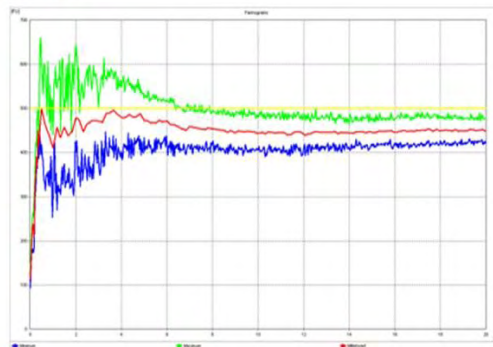
(a) 소맥분: 중력분



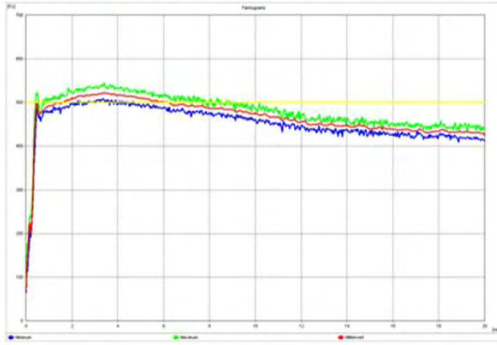
(b) 소맥분: 박력분



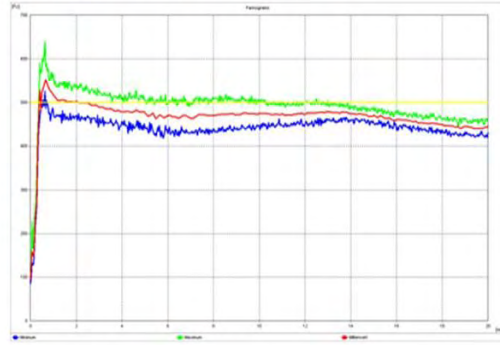
(c) 습식 쌀가루



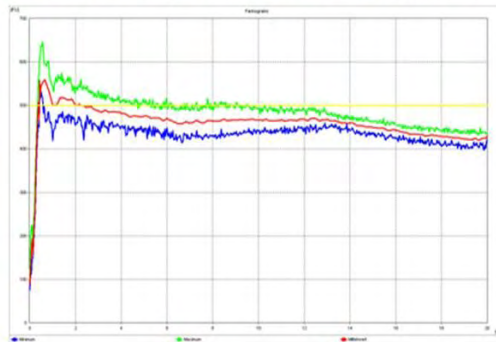
(g) 습식 쌀가루: α Waxy Corn Starch = 95:5



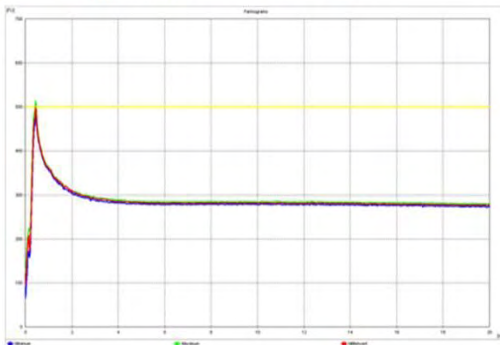
(h) 습식 쌀가루: α Waxy Corn Starch = 98:2



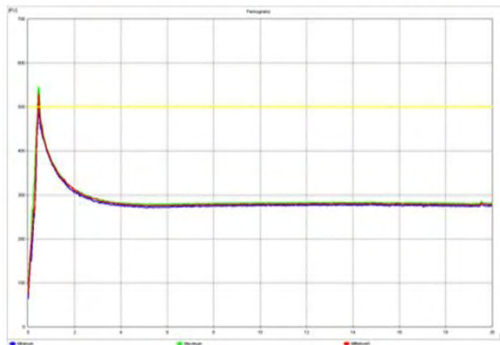
(i) 습식 쌀가루: α Waxy Corn Starch: 타피오카 변성전분 = 97:2:1



(d) 습식 쌀가루: α Waxy Corn Starch = 90:10



(e) 습식 쌀가루: Pergelatinized Waxy Corn Starch = 90:10



(f) 습식 쌀가루 타피오카 변성전분 = 90:10

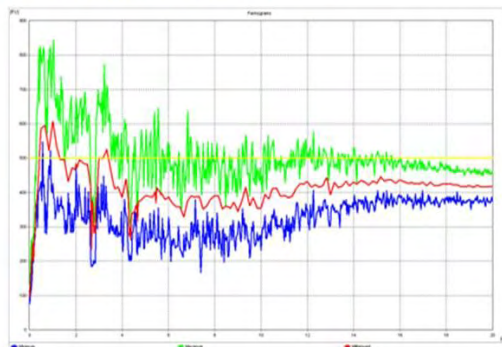


그림 5. 소맥분, 습식쌀가루, 전분류 혼합 반죽 farinogram

나. [습식쌀가루 + 전분] 반죽 물성 farinograph parameter 비교

표3.[습식쌀가루+전분]반죽물성farinographparameter

구분	박력	습식 쌀가루	습식 쌀가루: α Waxy Corn Starch=90:10	습식 쌀가루: 타피오카 변 성 전분 =90:10	습식 쌀가루: α -Waxy Corn Starch =95:5	습식 쌀가루: α -Waxy Corn Starch =98:2	습식 쌀가루: α -Waxy Corn Starch: 타피오카 변 성전분 =97:2:1
Development time [min]	1.40	0.50	0.50	1.00	3.50	0.70	0.70
Stability [min]	3.70	7.10	0.00	3.10	4.80	0.60	1.30
Degree of softening [FU]	84.00	56.00	221.00	253.00	46.00	78.00	92.00

5종류의 조합 중에서 [습식쌀가루:α-찰 옥수수전분:타피오카 변성전분] = [0.7 : 1.3 : 92.0] 조합이 박력분과 제일 유사한 반죽물성을 가진 조합으로 나타남

다. [습식쌀가루 + 전분] cake 제조 test 배합비


표4.[습식쌀가루+전분]cake제조test배합비

원료명	TEST-1	TEST-2	TEST-3	TEST-4	TEST-5	TEST-6
정 백 당	90	90	90	90	90	90
전 란 액	140	140	140	140	140	140
유화 유지	9	9	9	9	9	9
유 화 제	9	9	9	9	9	9
쇼 트 닝	30	30	30	30	30	30
올리고당	29	29	29	29	29	29
전지 분유	5	5	5	5	5	5
글리세린	3	3	3	3	3	3
정 제 염	1	1	1	1	1	1
배 합 수	9	9	9	9	9	9
소 맥 분	100	-	-	-	-	-
습식쌀가루	-	100	90	90	90	90
α-찰옥수수전분	-	-	10	-	-	-
타피오카 전분1	-	-	-	10	-	-
타피오카 전분2	-	-	-	-	10	-
녹두 전분	-	-	-	-	-	10
TOTAL	425	425	425	425	425	425

6종류의 cake 제조 test 배합비는 기존 쌀 카스타드 배합비를 참조하였음

라. Baking 후 규격 및 관능

표5.표4의 배합비로 제조한 baking 후 규격 및 관능

구분	TEST-1 (소맥분)				TEST-2 (습식 쌀가루)				TEST-3 (α -찰옥수수전분10%)			
	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량
평균	66.64 _o	51.40 _o	27.20 _o	20.9 g _o	65.86 _o	52.14 _o	26.03 _o	21.1 g _o	65.76 _o	52.67 _o	25.04 _o	21.7 g _o
편차	7.53 _o	2.21 _o	2.58 _o	2.3 g _o	1.76 _o	1.49 _o	2.69 _o	2.1 g _o	2.65 _o	1.94 _o	2.70 _o	3.1 g _o
수분 (%)	17.1 _o				17.4 _o				17.8 _o			
a _w	0.75 _o				0.76 _o				0.77 _o			
관능	-				TEST-1에 비해 딱딱함 _o				TEST-1에 비해 질김 _o			
형태												
구분	TEST-4 (타피오카 전분1 10%)				TEST-5 (타피오카 전분2 10%)				TEST-6 (녹두 전분 10%)			
	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량
평균	65.45 _o	51.29 _o	26.36 _o	21.1 g _o	65.21 _o	52.84 _o	25.40 _o	21.1 g _o	64.99 _o	51.65 _o	27.17 _o	21.3 g _o
편차	1.52 _o	1.01 _o	2.75 _o	1.7 g _o	1.03 _o	1.57 _o	2.26 _o	2.2 g _o	1.98 _o	1.91 _o	2.27 _o	1.0 g _o
수분 (%)	17.7 _o				17.6 _o				17.9 _o			
a _w	0.76 _o				0.77 _o				0.77 _o			
관능	TEST-1에 비해 SOFT _o				TEST-1에 비해 SOFT _o				녹두의 특유의 味 _o			
형태												

형태도 소맥분으로 제조한 것과 비교하였을 때, 쌀가루를 이용한 것이 전체적으로 중량변화는 없으나 사이즈 감소 현상이 나타남

마. Baking 후 texture 측정

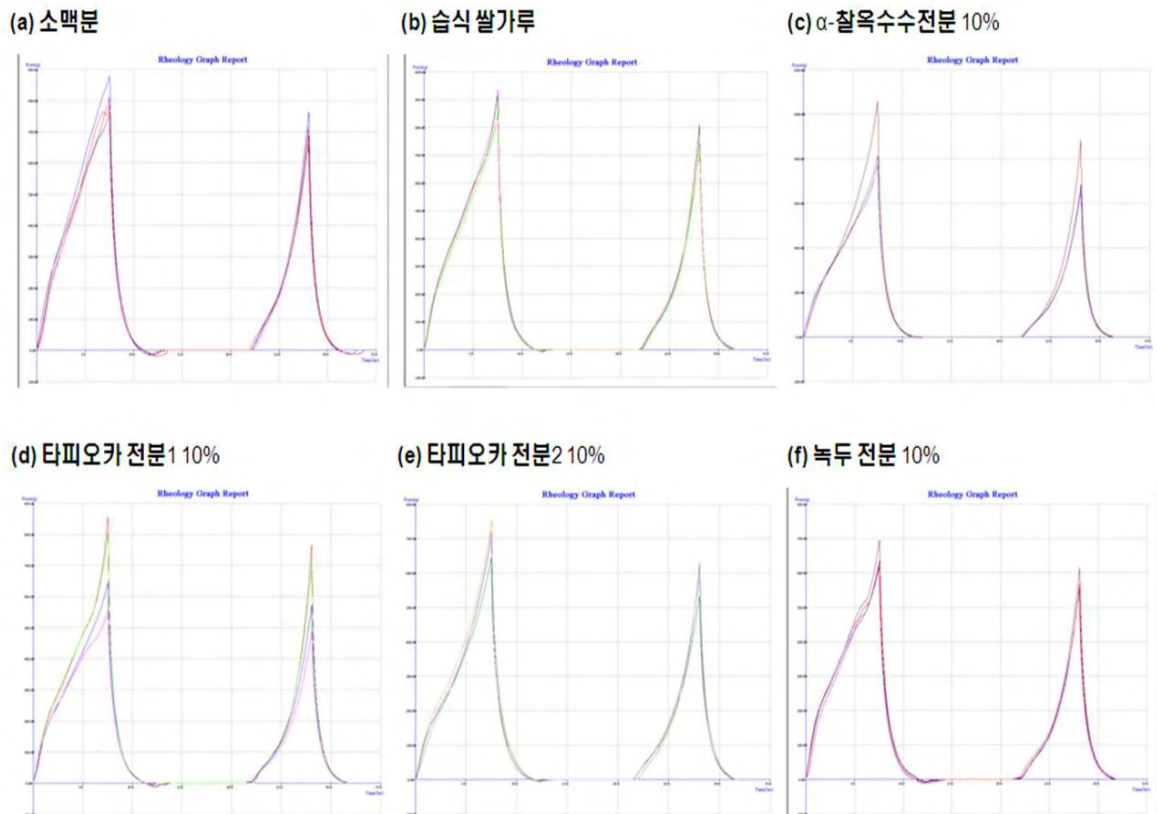


그림 6. 전분류 첨가하여 제조한 케익의 texture 측정 결과

표 6. 전분류 첨가하여 제조한 케익의 texture analyser parameter

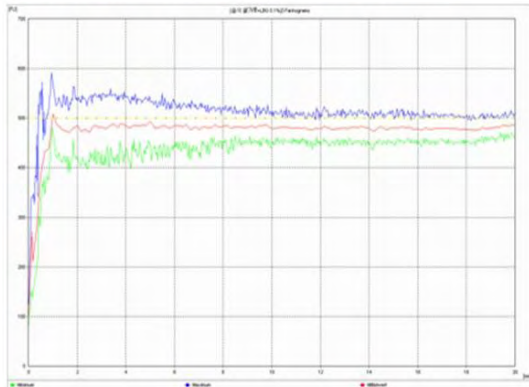
구분	TEST-1	TEST-2	TEST-3	TEST-4	TEST-5	TEST-6
최대 응력(MAX 1)	810.3g ^o	889.0g ^o	855.5g ^o	715.8g ^o	706.0g ^o	646.8g ^o
최대 응력(MAX 2)	711.5g ^o	771.3g ^o	722.5g ^o	635.0g ^o	596.0g ^o	575.0g ^o
깨짐성	30,528g ^o	33,391g ^o	32,356g ^o	27,502g ^o	33,035g ^o	24,620g ^o

비교샘플인 test-1, 2를 제외한 나머지 4가지 cake 제조 test 배합비 중에서 "α-찰 옥수수전분" 과 "타피오카 변성전분" test-3, 4 배합비 조합이 박력분과 유사한 물성을 가졌으며 관능평가 결과 상대적으로 soft한 식감이 나타남

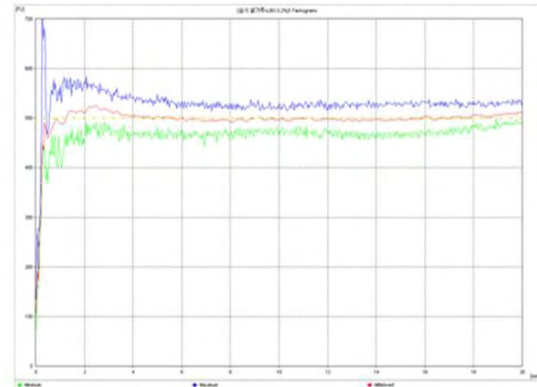
2. Gum류를 이용한 반죽 물성 개선

가. 습식쌀가루 gum류 혼합반죽 물성 테스트: Farinograph 측정

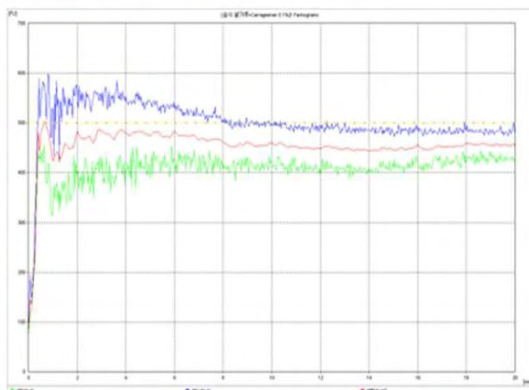
(a) 습식쌀가루 : LBG(Locust Bean Gum) = 99.9:0.1



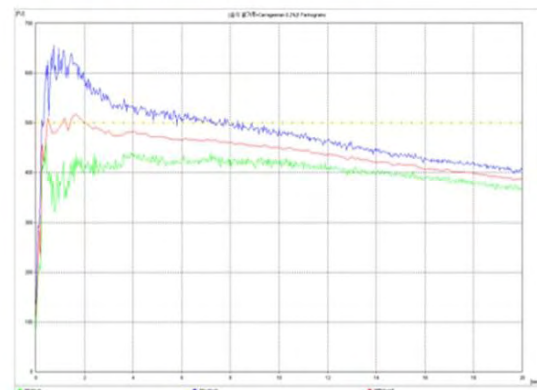
(b) 습식쌀가루 : LBG(Locust Bean Gum) = 99.8:0.2



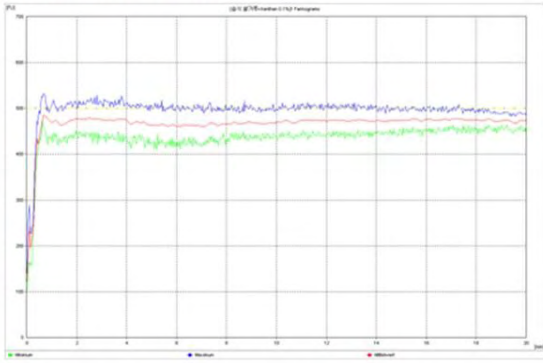
(c) 습식쌀가루 : Carrageenan = 99.9 : 0.1



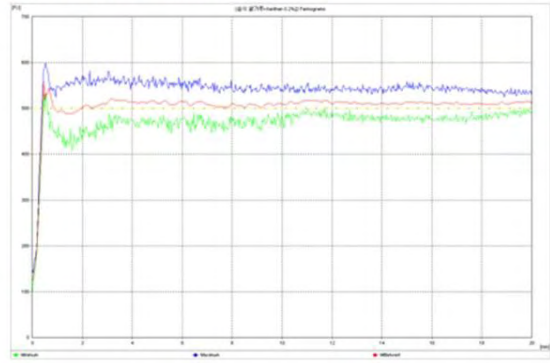
(d) 습식쌀가루 : Carrageenan = 99.8 : 0.2



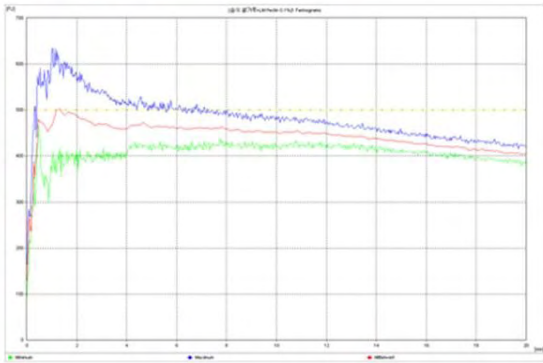
(e) 습식 쌀가루 : Xanthan = 99.9:0.1



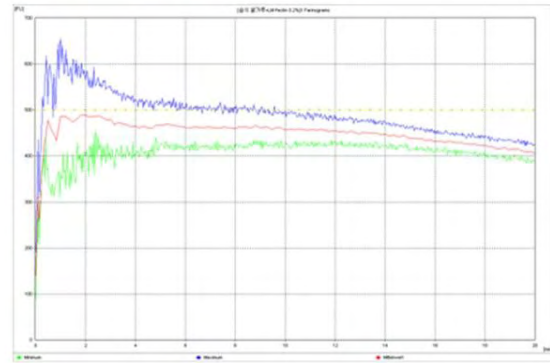
(f) 습식 쌀가루 : Xanthan = 99.8:0.2



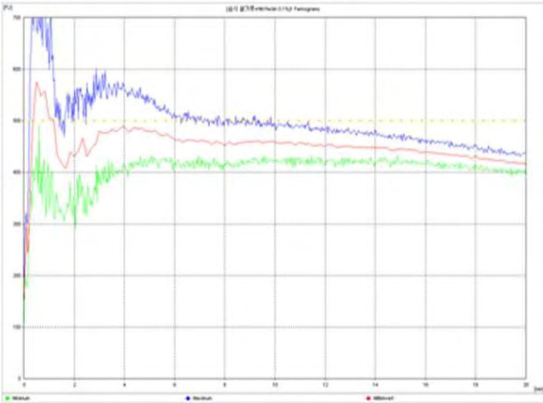
(g) 습식 쌀가루 : LM Pectin = 99.9 : 0.1



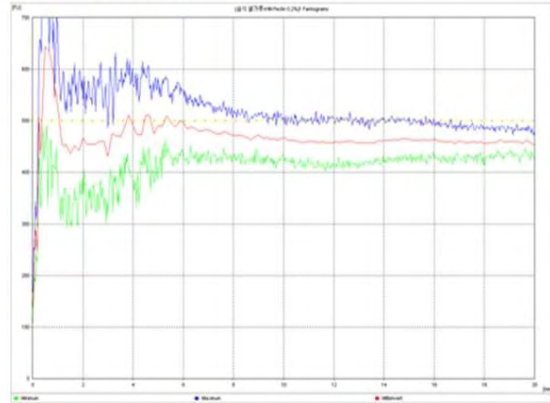
(h) 습식 쌀가루 : LM Pectin = 99.8 : 0.2



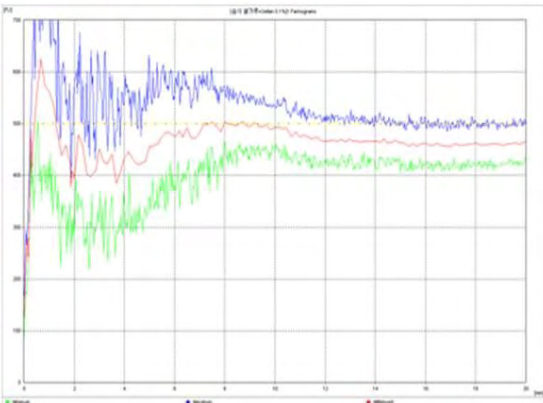
(i) 습식 쌀가루 : HM Pectin = 99.9:0.1



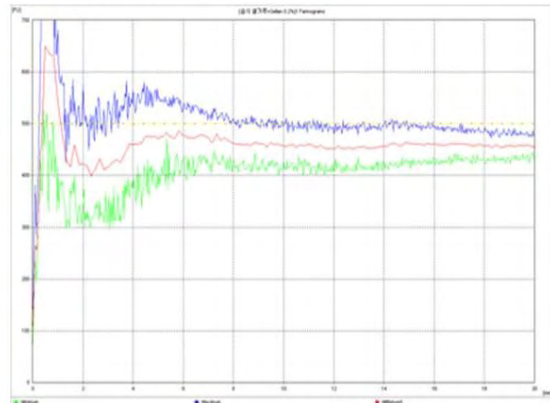
(j) 습식 쌀가루 : HM Pectin = 99.8:0.2



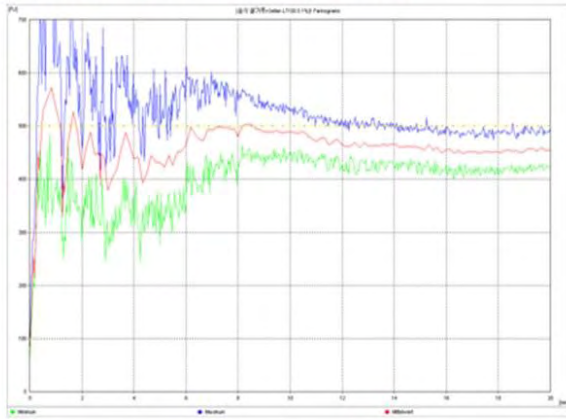
(k) 습식 쌀가루 : Gellan = 99.9 : 0.1



(l) 습식 쌀가루 : Gellan = 99.8 : 0.2



(m) 습식 쌀가루 : Gellan LT100 = 99.9:0.1



(n) 습식 쌀가루 : Gellan LT100= 99.8:0.2

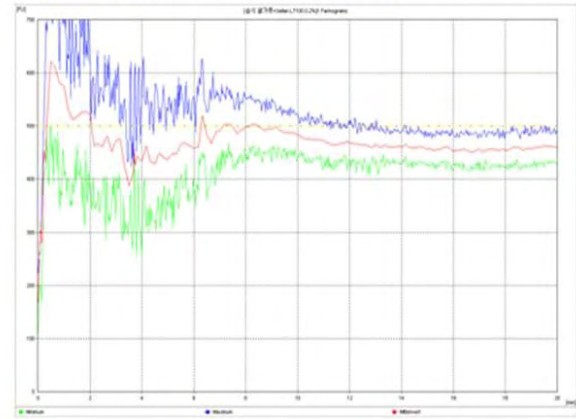


그림 7. 습식쌀가루, gum류 혼합 반죽 farinogram

나. [습식쌀가루 + gum] 반죽 물성 farinograph parameter 비교

표 7. [습식쌀가루+gum]반죽물성farinographparameter

구분	습식 쌀가루: Locust bean gum=99.9:0.1	습식 쌀가루: Locust bean gum=99.8:0.2	습식 쌀가루: Carrageenan =99.9:0.1	습식 쌀가루: Carrageenan =99.8:0.2	습식 쌀가루: Xanthan =99.9:0.1	습식 쌀가루: Xanthan =99.8:0.2	습식 쌀가루: LM Pectin =99.9:0.1
Development time [min]	1.00	2.50	0.70	1.70	0.70	0.50	1.40
Stability [min]	19.50	19.70	7.80	5.10	19.40	6.10	6.60
Degree of softening [FU]	30.00	28.00	44.00	66.00	15.00	49.00	50.00
구분	습식 쌀가루: LM Pectin =99.8:0.2	습식 쌀가루: HM Pectin =99.9:0.1	습식 쌀가루: HM Pectin =99.8:0.2	습식 쌀가루: Gellan =99.9:0.1	습식 쌀가루: Gellan =99.8:0.2	습식 쌀가루: Gellan LT100 =99.9:0.1	습식 쌀가루: Gellan LT100 =99.8:0.2
Development time [min]	2.00	0.50	0.50	0.70	0.50	0.90	0.50
Stability [min]	11.00	0.90	0.70	0.90	0.60	6.80	1.60
Degree of softening [FU]	32.00	118.00	176.00	132.00	194.00	83.00	138.00

14종류의 조합 중에서 Carrageenan 0.2%, LM Pectin 0.1%, Gellan LT100 0.1% 첨가한 조합이 박력분과 제일 유사한 반죽물성을 가진 조합으로 나타남

다. [습식쌀가루 + gum] cake 제조 test 배합비




표8.[습식쌀가루+gum]cake제조test배합비



원료명	TEST-1	TEST-2	TEST-3	TEST-4	TEST-5	TEST-6	TEST-7	TEST-8
정백당	90	90	90	90	90	90	90	90
전란액	140	140	140	140	140	140	140	140
유화제	21	21	21	21	21	21	21	21
쇼트닝	30	30	30	30	30	30	30	30
액당	29	29	29	29	29	29	29	29
전지분유	5	5	5	5	5	5	5	5
정제염	1	1	1	1	1	1	1	1
배합수	9	9	9	9	9	9	9	9
소맥분	100	-	-	-	-	-	-	-
습식쌀가루	-	100	100	100	100	100	100	100
Locust bean gum	-	0.2	-	-	-	-	-	-
Carrageenan	-	-	0.2	-	-	-	-	-
Xanthan	-	-	-	0.2	-	-	-	-
LM Pectin	-	-	-	-	0.2	-	-	-
HM Pectin	-	-	-	-	-	0.2	-	-
Gellan	-	-	-	-	-	-	0.2	-
Gellan LT100	-	-	-	-	-	-	-	0.2
TOTAL	425	425	425	425	425	425	425	425



7종류의 cake 제조 test 배합비는 기존 쌀 카스타드 배합비를 참조하였음

라. Baking 후 규격 및 관능

표9. 표8의 배합비로 제조한 baking 후 규격 및 관능

구분	TEST-1 (소맥분)				TEST-2 (Locus bean gum 0.2%)				TEST-3 (Carrageenan 0.2%)			
	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량
평균	67.28	53.92	26.76	18.70	66.72	52.18	24.60	18.83	66.60	52.63	26.53	19.50
최대	68.09	54.24	27.64	19.0	67.87	52.58	25.42	19.5	68.08	53.65	26.91	20.0
최소	66.83	53.64	26.11	18.3	65.73	51.64	24.11	18.5	65.29	51.14	26.14	19.2
편차	0.70	0.30	0.79	0.36	1.08	0.49	0.72	0.58	1.40	1.32	0.39	0.44
수분(%)	13.64%				15.39%				15.68%			
Aw	0.662				0.704				0.713			
관능	조금 덜 촉촉함				Test-3보다 덜 soft				전체 중 제일 soft			
형태												

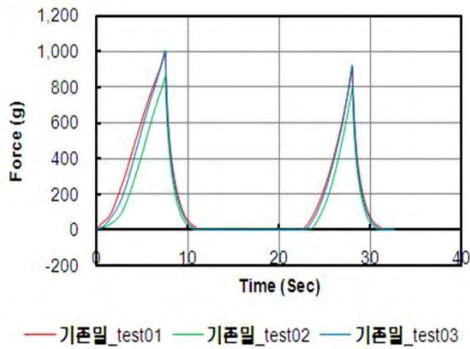
구분	TEST-4 (Xanthan 0.2%)				TEST-5 (LM Pectin 0.2%)				TEST-6 (HM Pectin 0.2%)			
	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량
평균	68.61	55.14	26.80	19.50	66.10	51.86	24.89	18.63	65.55	51.57	24.98	18.63
최대	69.90	55.49	29.01	20.5	66.68	52.75	25.25	19.1	66.48	52.25	25.73	19.2
최소	67.55	54.89	25.60	18.9	65.66	50.28	24.59	18.3	64.76	50.87	24.52	18.1
편차	1.19	0.31	1.91	0.87	0.52	1.37	0.34	0.42	0.87	0.69	0.66	0.55
수분(%)	13.80%				14.61%				14.49%			
Aw	0.670				0.705				0.688			
관능	Test-1보다는 부드러움				Test-2와 비슷한 조직감				Test-5보다 더 soft			
형태												

구분	TEST-7 (Gellan 0.2%)				TEST-8 (Gellan L100 0.2%)			
	윗면	밑면	높이	중량	윗면	밑면	높이	중량
평균	67.20	49.47	24.88	18.77	66.57	50.60	24.19	18.47
최대	68.34	49.70	25.01	19.1	68.65	52.19	24.97	18.9
최소	66.51	49.26	24.65	18.2	64.68	49.25	23.34	18.1
편차	0.99	0.22	0.20	0.49	1.99	1.49	0.82	0.40
수분(%)	16.53%				16.60%			
Aw	0.721				0.721			
관능	Test-1보다는 soft				Test-3과 거의 유사			
형태								

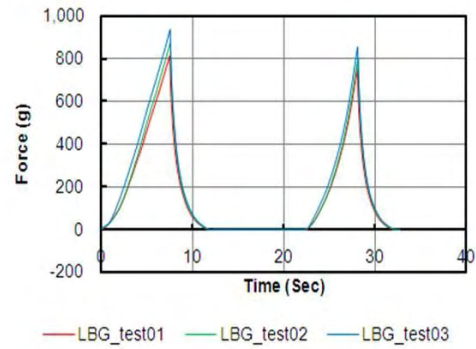
형태도 소맥분으로 제조한 것과 비교하였을 때, 쌀가루를 이용한 것이 전체적으로 중량변화는 없으나 사이즈 감소 현상이 나타남

마. Baking 후 texture 측정

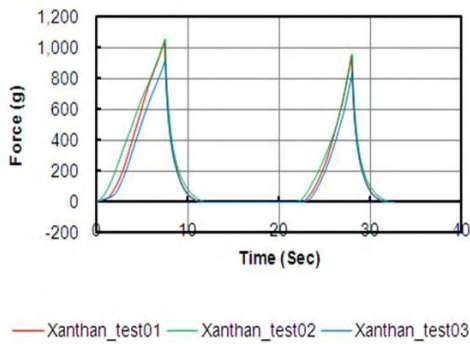
(a) 소맥분



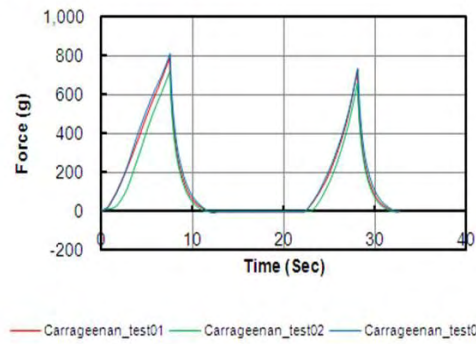
(b) 습식 쌀가루 + LBG



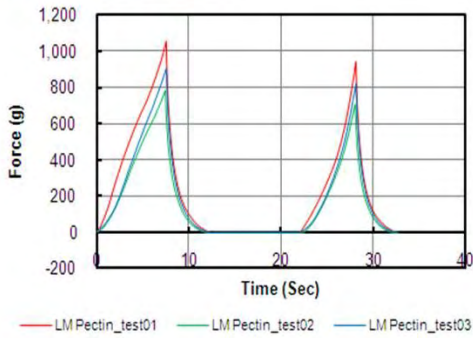
(c) 습식 쌀가루 + Xanthan



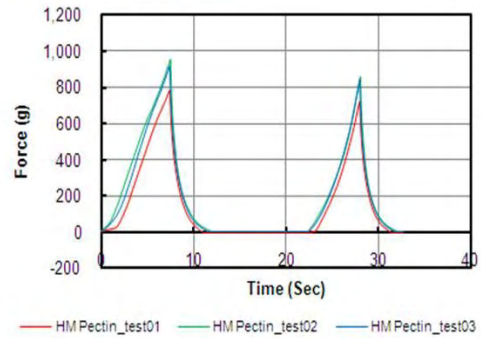
(d) 습식 쌀가루 + Carrageenan



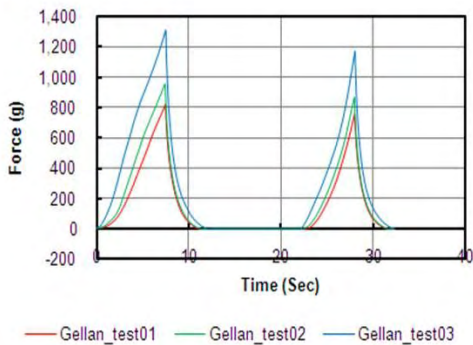
(e) 습식 쌀가루 + LM Pectin



(f) 습식 쌀가루 + HM Pectin



(g) 습식 쌀가루 + Gellan



(h) 습식 쌀가루 + Gellan LT100

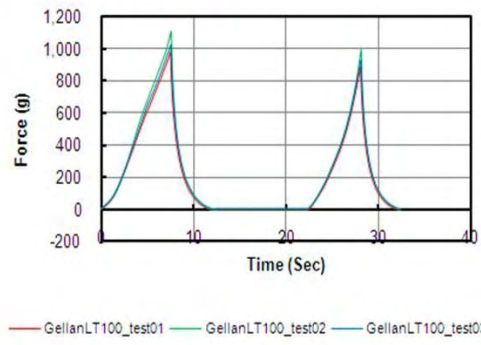


그림 8. Gum류 첨가하여 제조한 케익의 texture 측정 결과

표 10. Gum류 첨가하여 제조한 케익의 texture analyser parameter

구분	TEST-1	TEST-2	TEST-3	TEST-4	TEST-5	TEST-6	TEST-7	TEST-8
최대 응력(MAX 1)	955.0g ^ρ	874.7g ^ρ	774.7g ^ρ	1003.0g ^ρ	916.0g ^ρ	886.7g ^ρ	1028.3g ^ρ	1040.3g ^ρ
최대 응력(MAX 2)	876.7g ^ρ	802.0g ^ρ	704.3g ^ρ	913.3g ^ρ	825.7g ^ρ	807.3g ^ρ	932.0g ^ρ	937.7g ^ρ
깨짐성	41443.7g ^ρ	42238.7g ^ρ	38303.4g ^ρ	47904.0g ^ρ	43902.5g ^ρ	43203.6g ^ρ	50124.1g ^ρ	48173.8g ^ρ

비교샘플인 Test-1을 제외한 나머지 7가지 cake 제조 test 배합비 중에서 locust bean gum 0.2%, LM Pectin 0.2%, HM Pectin 0.2% 첨가한 배합비 조합이 기존 박력분과 유사한 물성을 가졌으며 관능평가 결과 상대적으로 soft한 식감이 나타남

3. 결론

가. 전분류 첨가

- [습식쌀가루:α-찰 옥수수전분:타피오카 변성전분] = [0.7 : 1.3 : 92.0] 조합이 박력분과 제일 유사한 반죽물성을 가진 조합으로 나타남
- Cake 제조 test 배합비 중에서 "α-찰 옥수수전분"과 "타피오카 변성전분" 배합비 조합이 박력분과 유사한 물성을 가졌으며 관능평가 결과 상대적으로 soft한 식감이 나타남

나. Gum류 첨가

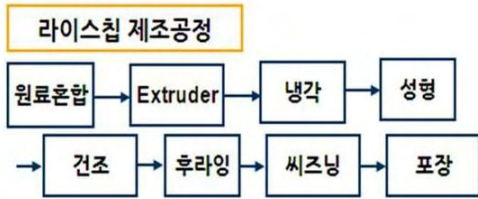
- Carrageenan 0.2%, LM Pectin 0.1%, Gellan LT100 0.1% 첨가한 조합이 박력분과 제일 유사한 반죽물성을 가진 조합으로 나타남
- Cake 제조 test 배합비 중에서 locust bean gum 0.2%, LM Pectin 0.2%, HM Pectin 0.2% 첨가한 배합비 조합이 기존 박력분과 유사한 물성을 가졌으며 관능평가 결과 상대적으로 soft한 식감이 나타남

제 2 절. (2차년도) 개선된 쌀가루를 이용한 제품 조직감 및 제품 개발

1. 연구 실적

1차년도에 쌀에 전분, gum을 첨가하여 최대한 기존 밀가루를 이용한 케익과 유사한 물성을 구현하고자 노력하였지만, 시간이 경과할수록 근본적인 문제로서 쌀의 노화문제를 해결해야만 쌀케익 제조가 가능함을 확인하였다. 그리하여 케익이 아닌 다른 유형의 제품으로 전환이 필요하게 되었고, 쌀의 함유량이 많은 스낵제품 도입을 검토하게 되었다. 아래의 그림 9, 10과 같은 내용으로 쌀 50% 이상이 함유된 케이팝 라이스칩을 출시하였다.

□ 라이스칩 제품개발



쌀50%이상 첨가에 맞는 Extruder조건 설정

■ Extruder Water Feed 조건 설정

구분	콘칩	라이스칩	비고
물투입량 (Kg/min)	1.5	1.2	Softness증가

■ Frying 조건 설정

구분	콘칩	라이스칩	비고
온도(°C),시간(sec)	185, 20	190, 25	Puffing, Crispy Up

□ 우리쌀로 만든 K-POP 라이스칩 제품출시

■ K-POP 라이스칩 출시



제품명	K-POP 라이스칩
제조사	기린㈜
출시일	2011. 8
판매처	경인지역 · 일반소매점, 할인점
제품특징	국내산쌀을 주원료로 만든 치킨바베큐맛 스낵칩 - 국내산쌀 50%이상함유(기지기준)
매출실적	2011년 8~12월 → 7.2억 매출 2012년 1~3월 → 1.4억

그림9.라이스칩 제조과정조건설정

□ 라이스칩 제조 기술 개발



기존 제조 기술의 한계

→ 옥수수를 주원료(50%이상/Pellet)로 하여 소량의 쌀 원료(10~20%/Pellet)를 첨가
: 쌀의 함량이 높을 경우, chip의 조직감이 딱딱해지는 현상 발생

쌀 50%이상 첨가에 맞는 Extruder 조건 설정 및 배합 설정

결과 및 성과

1. 쌀 원료를 50%이상 사용하면서도 부드러운 식감을 유지할 수 있는 Extruder Pellet 개발(노즐, Sheeter 개발)
2. Extruder 공정 중 수분함량의 조정 및 기능 원료의 투입으로 식감 조정
▶ 기존 콘칩의 softness와 유사한 식감구현
3. 쌀 50%이상 함유된 칩에 맞는 frying 조건 설정



그림10.라이스칩 제조기술개발

제 3 절. (3차년도) 개선된 쌀가루를 이용한 제품의 시생산 및 개선

1. 연구 실적

2차년도의 케이팝 라이스칩은 식감이나 맛에서 우수한 평가를 받았지만, frying이라는 제조

공정에 의해 지방에 대한 부담이 있었고, 제품의 새로움에서 쌀을 이용했다는 것 외에는 특이한 점이 없었다. 그리하여, 공정도 개선되고 제품의 새로운 영역을 추구하고자 아래의 그림 11, 12와 같이 새로운 쌀 안주과자를 개발하였다.

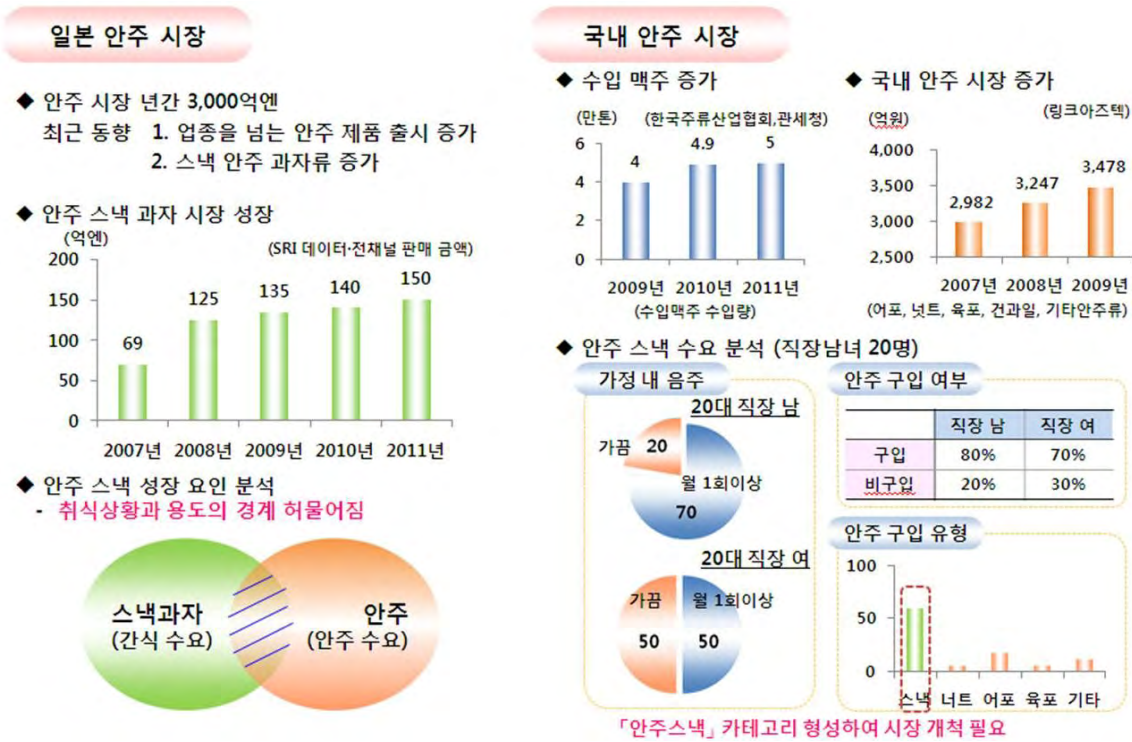


그림11.일본,국내안주시장현황



그림12.안주과자개발스토리

그림 12에서처럼 맥주와 같이 먹을 수 있는 조각 피자 모양의 치즈맛 크래커를 개발하였으며,

밀가루를 전혀 사용하지 않고, 총 배합 중 쌀 10% 이상을 사용하여 만들었다. 안주과자 브랜드로서 새로움을 추구하였고, 글루텐프리 크래커라는 부가적인 이미지도 강조하였다. 5월에 출시되었고, CVS 및 신유통점을 중심으로 분포되어 유통중에 있고, 올해 25억 정도의 매출을 기대하고 있다.

[1-5세부]

밀가루 대체 쌀가공 제품의 물성 연구

1 절 1차년도: 글루텐성질을 갖는 쌀가루 개발

1. 쌀가루 개선 연구

가. 재료

본 연구에 사용한 습식쌀가루는 (주)태평양물산(Panpacific Co., Ltd.), 건식쌀가루는 (주)진우제분(Jinwoo), 효소처리 쌀가루는 (주)대선제분(Daesunfm Co., Ltd.)에서 공급받았으며, 박력밀가루는 CJ 백설에서 구입하여 상온 보관하면서 사용하였다. 입자크기별 쌀가루는 습식쌀가루((주)태평양물산)를 각각 120mesh, 170mesh, 200mesh Sieve를 통과시킨 것을 사용하였다.

검류인 Xanthan gum(XG)과 Methyl cellulose(MC)는 (주)주피터 인터내셔널(Jupiter international Co., Ltd.), 유화제류인 Sodium stearoyl lactylate(SSL)은 (주)일신 (ILSHIN Co., Seoul, Korea)과 Sucrose ester of fatty acids(SE)는 미쯔비시(Mitsubishi Chemical) 화학식품, 전분류인 Tapioca starch와 Corn starch는 삼양제넥스(Samyang Genex Co.)에서 제공받거나 구입하여 사용하였다.

나. 실험 방법

(1) 호화 특성

RVA특성을 신속점도측정계(Rapid Visco Analyser, Newport Scientific pty. Ltd. Warriewood. NSW. Australia)를 이용하여 측정하였다.

(2) 수분함량

수분함량 측정은 Dry oven(HST-501L, Han baek, Bu-cheon, Koera)을 이용하여 상압가열 건조법으로 시료 당 3회 반복 측정하였다.

(3) 입자 크기(Particle size)

쌀가루의 입자크기는 쌀가루를 5% solution으로 하여 입도분석기(Model Elzon 280pc, England)로 측정하였다.

다. 연구결과

(1) 쌀 milling 방법에 따른 쌀가루 특성 비교

(가) 쌀 milling 방법에 따른 습식 및 건식 쌀가루와 박력밀가루의 호화특성 비교

제분방법에 따른 쌀가루의 종류로 습식쌀가루와 건식쌀가루를 사용하였으며, 박력밀가루와의 특성 비교는 Table 1에 나타난 바와 같다. 수분함량은 습식쌀가루와 박력밀가루가 비슷한 값인 12.7%를 나타내었으며, 건식쌀가루는 10.3%로 가장 낮은 수분함량을 보였다.

입도 분석결과 건식쌀가루가 28 μ m로 습식쌀가루의 15.8 μ m 보다 큰 입자크기를 나타내었다.

전분손상도는 습식쌀가루가 6.7%로 손상정도가 가장 낮았고, 건식쌀가루가 19.4%로 가장 높

았다. 제분방법을 달리한 습식쌀가루와 건식쌀가루의 호화특성(RVA properties)을 비교한 결과 최고점도 값은 습식쌀가루가 221.9 RVU를 나타내었고, 건식쌀가루는 216.4 RVU로 습식쌀가루와 유사하였으며, 박력밀가루는 92.5 RVU로 가장 낮은 값을 나타내었다.

Table 1. Comparison of characteristics on wet-milled rice flour, dry-milled rice flour and wheat flour

Items	Wet-milled rice flour	Dry-milled rice flour	Wheat flour
Moisture content(%)	12.7	10.3	12.7
Particle size(μm)	15.8	28.0	23.1
Degree of damaged starch(%)	6.7	19.4	10.9
Peak 1(RVU)	221.9	216.4	92.5
Trough 1(RVU)	135.4	108.6	65.3
Breakdown(RVU)	86.5	107.8	27.2
Final Visc.(RVU)	250.6	222.0	140.7
Setback(RVU)	28.7	5.6	48.2
Peak Time(min.)	7.8	6.7	6.8
Pasting Temp.($^{\circ}\text{C}$)	66.7	65.4	67.2

(나) 습식 및 건식쌀가루와 박력밀가루의 혼합비에 따른 호화특성 비교

습식 및 건식쌀가루에 박력밀가루를 Table 2와 Table 3에 나타난 배합비율로 혼합하여 호화특성을 분석한 결과를 나타내었다. 습식 및 건식쌀가루에 밀가루를 혼합한 혼합물의 최고점도(Peak1)는 쌀가루의 비가 증가할수록(밀가루 혼합비가 감소할수록) 유의적으로 증가하여 팽윤력이 높아지는 경향이였다. Breakdown 값도 유의적으로 증가하여 가공시 안정도가 낮아지는 경향을 보였다. Setback 값은 유의적으로 감소하여 노화가 지연되는 경향을 보인다.

Table 2. Changes in pasting properties of wet-milled rice flour and wheat flour by different mixture ratio

Wet-milled rice flour : wheat flour	RVA properties						
	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final Visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
0 : 100	92.5±0.4 ^k	65.3±0.8 ⁱ	27.2±1.1 ⁱ	140.7±1.3 ^j	48.2±1.1 ^a	6.8±0.2 ^e	67.2±0.7 ^a
10 : 90	103.1±0.8 ^j	68.3±0.5 ^{hi}	34.9±0.9 ^h	149.3±2.1 ⁱ	46.2±1.6 ^a	6.8±0.1 ^e	66.6±0.5 ^{ab}
20 : 80	113.9±1.0 ⁱ	71.6±0.8 ^{gh}	42.2±1.7 ^g	154.1±2.7 ^{hi}	40.3±1.9 ^b	6.9±0.1 ^{de}	66.3±0.7 ^{ab}
30 : 70	124.6±1.8 ^h	74.2±1.0 ^{fg}	50.5±2.1 ^f	158.8±2.7 ^h	34.1±2.3 ^c	7.0±0.2 ^{de}	66.2±0.9 ^{ab}
40 : 60	137.0±0.5 ^g	78.1±0.6 ^f	58.9±0.4 ^e	167.5±0.4 ^g	30.5±0.3 ^{cd}	7.1±0.0 ^{cd}	66.5±0.0 ^{ab}
50 : 50	148.4±0.8 ^f	83.8±1.1 ^e	64.6±1.8 ^d	173.3±0.5 ^f	24.8±0.7 ^{ef}	7.3±0.1 ^{bc}	66.9±0.4 ^{ab}
60 : 40	160.7±1.1 ^e	86.8±0.7 ^e	73.9±0.5 ^c	179.1±1.3 ^e	18.4±0.2 ^{gh}	7.3±0.0 ^{bc}	65.9±0.4 ^b
70 : 30	173.9±0.5 ^d	94.9±1.0 ^d	79.0±1.1 ^b	191.6±1.0 ^d	17.7±1.1 ^{gh}	7.4±0.1 ^b	66.2±0.5 ^{ab}
80 : 20	187.8±1.0 ^c	103.2±1.6 ^c	84.7±1.0 ^a	204.7±3.1 ^c	16.9±2.4 ^h	7.5±0.1 ^b	66.2±0.5 ^{ab}
90 : 10	202.7±1.0 ^b	119.3±6.1 ^b	83.4±5.2 ^a	224.8±6.1 ^b	22.2±5.2 ^{fg}	7.8±0.3 ^a	66.7±0.8 ^{ab}
100 : 0	221.9±0.3 ^a	135.4±4.7 ^a	86.5±5.0 ^a	250.6±5.3 ^a	28.7±5.5 ^{de}	7.8±0.2 ^a	66.7±0.4 ^{ab}

Table 3. Changes in pasting properties of dry-milled rice flour and wheat flour by different mixture ratio

Dry-milled rice flour : wheat flour	RVA properties						
	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final Visc	Setback	Peak Time	Pasting Temp
0 : 100	92.5±0.4 ^k	65.3±0.8 ^k	27.2±1.1 ^k	140.7±1.3 ^k	48.2±1.1 ^c	6.8±0.2 ^{ab}	67.2±0.7 ^a
10 : 90	103.1±0.6 ^j	70.2±1.0 ^j	32.9±1.5 ^j	153.9±1.5 ^j	50.7±1.4 ^{ab}	6.7±0.2 ^b	66.9±0.8 ^a
20 : 80	113.3±1.2 ⁱ	74.4±0.9 ⁱ	38.8±0.7 ⁱ	164.5±2.2 ⁱ	51.3±1.8 ^a	6.8±0.1 ^{ab}	67.3±0.4 ^a
30 : 70	121.2±0.6 ^h	76.5±0.9 ^h	44.7±0.8 ^h	170.2±0.7 ^h	49.0±0.7 ^{bc}	6.8±0.1 ^{ab}	67.4±0.4 ^a
40 : 60	131.6±0.9 ^g	78.9±0.7 ^g	52.8±0.5 ^g	177.6±0.5 ^g	46.0±1.0 ^d	6.7±0.0 ^b	67.2±0.0 ^a
50 : 50	141.7±3.7 ^f	81.9±1.1 ^f	59.8±2.7 ^f	182.7±2.1 ^f	40.9±2.0 ^e	6.8±0.0 ^{ab}	66.9±0.5 ^a
60 : 40	157.7±0.6 ^e	88.3±0.7 ^e	69.4±0.8 ^e	191.4±0.4 ^e	33.8±0.4 ^f	6.9±0.1 ^a	67.1±0.0 ^a
70 : 30	168.2±0.5 ^d	91.2±1.4 ^d	77.0±1.0 ^d	196.4±0.9 ^d	28.3±0.4 ^g	6.9±0.1 ^{ab}	66.9±0.3 ^a
80 : 20	186.9±1.2 ^c	98.6±1.0 ^c	88.3±0.9 ^c	207.5±1.3 ^c	20.6±0.8 ^h	6.9±0.1 ^a	66.7±0.4 ^a
90 : 10	202.5±1.5 ^b	105.5±1.1 ^b	97.0±0.8 ^b	216.3±1.1 ^b	13.9±0.4 ⁱ	6.9±0.1 ^{ab}	66.4±0.1 ^a
100 : 0	216.4±0.2 ^a	108.6±2.2 ^a	107.8±2.0 ^a	222.0±1.3 ^a	5.6±1.1 ^j	6.7±0.1 ^{ab}	65.4±1.2 ^b

(2) 쌀가루 입자크기에 따른 쌀가루 특성 비교

각각 120mesh, 170mesh, 200mesh Sieve를 통과시켜 입자크기를 달리한 습식쌀가루의 호화 특성은 Table 4와 같다. 120mesh(117 μ m), 170mesh(90 μ m), 200mesh(74 μ m) 입자크기의 쌀가루의 RVA 호화특성 비교는 Fig. 1에서 보는바와 같이 거의 유사한 점도 값을 보여 입자 크기에 따른 호화특성에서의 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 입자가 미세해질수록 전분입자의 팽창이 용이해져 최고점도는 상승함과 동시에 팽윤이 빨라져 호화개시온도가 낮아지는 경향의 결과가 보고되어 있으나 본 연구에서는 입도크기의 차이가 크지 않아 호화특성에서도 큰 차이를 보이지 않은 것으로 사료된다.

Table 4. RVA properties on wet-milled rice flour according to the particle size

RVA properties	Particle size (mesh)			
	Control	120	170	200
Peak 1	220.3±3.2b	226.9±1.1a	227.8±1.3a	226.4±0.3a
Trough 1	114.7±0.0b	116.6±1.3ab	119.2±3.6a	118.2±1.6ab
Breakdown	105.6±3.1b	110.3±1.4a	108.6±2.3ab	108.2±1.3ab
Final Visc.	217.5±0.7b	220.9±1.9ab	225.5±5.8ab	226.0±5.5a
Setback	-2.8±2.5a	-6.1±1.8a	-2.3±4.5a	-0.4±5.2a
Peak Time	7.7±0.1a	7.6±0.0a	7.7±0.1a	7.8±0.0a
Pasting Temp	69.3±0.0a	69.0±0.5a	69.3±0.1a	69.2±0.0a

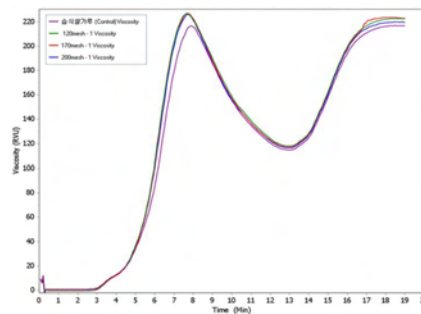


Fig. 1. Comparison of pasting properties on rice flour by different particle size.

(3) 효소처리 쌀가루의 특성 비교

(가) 일반미 습식쌀가루와 효소처리 쌀가루의 호화특성 비교

효소처리 쌀가루와 일반미의 습식쌀가루의 RVA 특성 비교는 Table 5에서 보는 바와 같이 효소처리 쌀가루의 최고점도(Peak1)가 일반미 습식쌀가루의 최고점도에 비해 높은 값을 보였으며, 최고점도는 쌀전분 입자의 팽윤력(Swelling ability)을 나타내는 지표로 알려져 있다. 가열에 의해 전분입자가 물을 흡수하면서 부풀게 되고, 이 과정에서 전분 내부의 사슬을 약화시켜 결국 붕괴가 일어날 때까지의 점도상승을 팽윤력으로 봄(David J. T 1997) 본다. 즉 최고점도의 상승은 전분 입자의 팽윤력이 높아진 결과로 해석할 수 있다. 전분 입자내부의 전분 분자의 화합정도에 따라 팽윤력은 차이가 있으며 전분립 내의 결합력이 강하면 팽윤력은 낮고 전분립 내의 결정성이 낮은 시료일수록 전분립의 팽윤력이 큰 것으로 알려져 있다.

효소처리 쌀가루의 경우 일반적으로 최고점도, 즉 팽윤력이 증가하며 이는 가열시 전분립의 팽윤을 억제하는 배유세포벽이 효소에 의하여 일부 붕괴되기 때문으로 보고되었다.

Table 5. RVA properties of wet-milled rice flour and enzymatically modified rice flour

Flour type	RVA properties						
	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final Visc.	Setback	Peak Time	Pasting Temp
Wet-milled rice flour	220.3±3.2b	114.7±0.0b	105.6±3.1b	217.5±0.7b	-2.8±2.5b	7.7±0.1a	69.3±0.0a
Enzymatically modified rice flour	291.6±1.0a	170.9±1.6a	120.7±0.8a	297.9±1.0a	6.4±1.2a	7.7±0.0a	69.6±0.4a

(4) 첨가제를 이용한 쌀가루의 호화특성 개선

(가) Gum류가 쌀가루 호화특성에 미치는 영향

쌀가루 호화에 미치는 Gum류의 영향은 Xanthan gum과 Methyl cellulose를 사용하여 RVA 특성을 비교하였다.

① Gum류를 첨가한 습식쌀가루의 호화특성 비교

Xanthan gum과 Methyl cellulose를 습식쌀가루에 각각 1.5%를 첨가하여 측정된 호화곡선을 Fig. 2에 나타내었다. 검류를 전혀 첨가하지 않은 습식쌀가루에 비하여 Xanthan gum, Methyl cellulose의 첨가는 최고점도(Peak1)를 약간 증가시키는 것으로 보아 두 검류가 쌀가루 입자의 팽윤력을 약간 증가시켰다. Xanthan gum 첨가가 Peak time을 지연시켰으며, 전반적으로 무첨가 습식쌀가루와 Xanthan gum 및 Methyl cellulose의 첨가는 비교적 작은 점도 차이를 보였다. 첨가된 검류는 쌀가루가 팽윤시 그 팽윤되는 작용을 방해하여 팽윤력을 감소시키는 것으로 사료된다. 이러한 작용은 Xanthan gum보다 Methyl cellulose가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

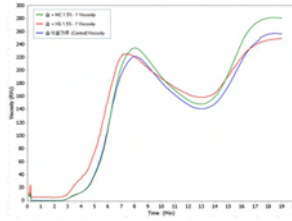


Fig. 2. Comparison of pasting properties on wet-milled rice flour added with Xanthan gum and Methyl cellulose 1.5%.

② Gum류를 첨가한 건식쌀가루의 호화특성 비교

Xanthan gum과 Methyl cellulose를 건식쌀가루에 각각 1.5%를 첨가하여 측정된 호화곡선을 Fig. 3에 나타내었다.

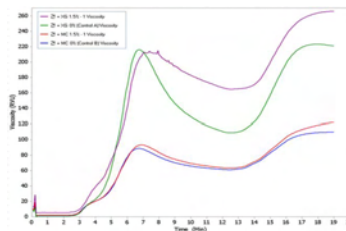


Fig. 3. Comparison of pasting properties on dry-milled rice flour added with Xanthan gum and Methyl cellulose 1.5%.

③ 효소처리 쌀가루에 첨가한 Gum의 영향

㉠ Xanthan gum 첨가

Xanthan gum을 첨가한 효소처리 쌀가루의 호화특성은 Table 6에 나타내었다. 효소처리 쌀가루에 Xanthan gum을 0%, 0.5%, 1% 및 1.5%를 첨가하여 측정된 호화특성은 Fig. 4에서 보는 바와 같이 Xanthan gum을 첨가하지 않은 효소처리 쌀가루의 점도 곡선이 가장 높았으며 Xanthan gum 첨가비율이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이다가 1.5% 첨가군에서 점도가 약간 증가하였다. 습식쌀가루에 Xanthan gum을 첨가한 호화곡선과 비교했을 때, 효소처리 쌀가루의 Xanthan gum 첨가 그래프는 매끄럽지 않고 불안정한 경향을 보였다.

Table 6. RVA properties on enzymatically modified rice flour added with Xanthan gum

		Xanthan gum (%)			
		0	0.5	1.0	1.5
RVA properties	Peak 1	291.6±1.0a	244.0±18.6b	214.4±4.6c	218.8±12.3c
	Trough 1	170.9±1.6ab	161.8±13.9b	167.9±9.2ab	187.4±14.3a
	Breakdown	120.7±0.8a	82.2±5.1b	46.6±6.1c	31.4±3.1d
	Final Visc	297.9±1.0a	282.7±19.2a	282.0±11.3a	307.3±17.4a
	Setback	6.4±1.2d	38.7±0.8c	67.6±7.8b	88.4±5.2a
	Peak Time	7.7±0.0ab	7.1±0.4b	7.7±0.5ab	8.5±0.7a
	Pasting Temp	69.6±0.4a	65.7±0.2c	66.1±0.5bc	67.6±1.6b

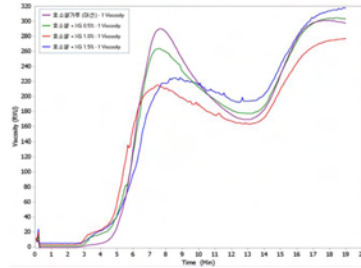


Fig. 4. Comparison of pasting properties on enzymatically modified rice flour added with Xanthan gum.

(나) 유화제류가 쌀가루 호화특성에 미치는 영향

쌀가루 호화에 미치는 유화제류의 영향을 확인하기 위하여 Sodium Stearoyl lactylate(SSL)과 Sucrose ester of fatty acids(SE)를 첨가하여 RVA 특성을 비교하였다.

① 유화제류를 첨가한 습식쌀가루의 호화특성 비교

SSL과 SE를 습식쌀가루에 각각 9%를 첨가하여 측정된 호화곡선을 Fig. 5에 나타내었다. 유화제인 SSL과 SE를 첨가한 습식쌀가루의 최고점도(Peak1)는 유의적으로 감소하여 유화제의 첨가가 쌀가루 전분입자의 팽윤을 억제하는 역할을 하는 것으로 나타났다. 또한 가공안정성을 나타내는 Breakdown 값 또한 유의적으로 낮아졌는데 SSL의 첨가에 비해 SE의 첨가가 Breakdown 값을 급격히 낮추는 경향을 보였다. Setback 값의 경우 무첨가군 쌀가루에 비해 SSL과 SE 3% 첨가군에서 증가하다가 첨가비율이 높아짐에 따라 Setback 값은 감소하였다. Peak time은 유화제의 첨가에 의해 최대 2.2~2.3분가량 지연되어 쌀가루 전분입자가 물속에서 팽윤되는 것을 방해하는 작용을 하는 것으로 생각된다. 또한 유화제의 첨가비율이 높아짐에 따라 호화개시온도(Pasting temperature)는 유의적으로 상승하였으며 이 결과 또한 유화제의 첨가가 쌀가루 전분입자의 호화를 방해하는 것으로 사료된다.

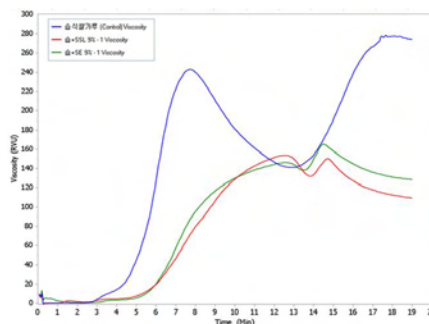


Fig. 5. Comparison of pasting properties on wet-milled rice flour added with Sodium Stearoyl lactylate(SSL) and Sucrose ester of fatty acids(SE) 9%.

② 유화제류를 첨가한 건식쌀가루의 호화특성 비교

호화곡선 Fig. 6에 나타난바와 같이 건식 쌀가루에 SSL과 SE를 9% 첨가한 결과 최고점도 (Peak1)는 감소하는 경향이 있었으며 SSL은 감소정도가 크지 않았다. 또한 그 감소정도가 습식쌀가루만큼 크지 않았다. 유화제의 첨가는 모두 Breakdown 값을 낮추어 가공안정성을 높이는

경향을 보였다. Peak time은 SSL과 SE의 첨가에 따라 지연되었으며 Setback 값은 SE보다 SSL이 크게 나타나는 차이를 보였다.

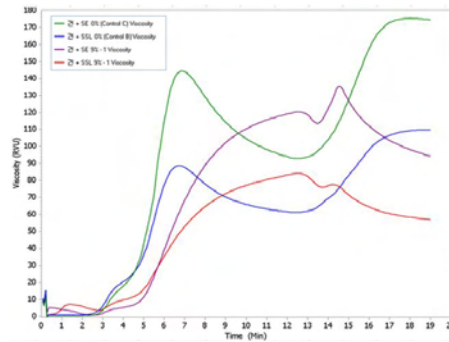


Fig. 6. Comparison of pasting properties on dry-milled rice flour added with Sodium Stearoyl lactylate(SSL) and Sucrose ester of fatty acids(SE) 9%.

(다) 전분류가 쌀가루 호화특성에 미치는 영향

쌀가루 호화에 미치는 전분류의 영향을 확인하기 위하여 사용한 전분의 종류는 옥수수전분과 α-찰옥수수전분, 타피오카 전분과 타피오카변성전분이며, 쌀가루 중량 대비 5, 10 및 15 %를 대체하여 첨가 사용하였으며 각각 생전분과 변성전분의 영향을 RVA 특성에 대하여 비교확인 하였다. 다른 연구에서 사용한 전분의 종류는 옥수수전분, 감자전분, 고구마전분 등이 가장 일반적이며 그 외에 카사바전분, 밀전분 등이 있다. 이 중 옥수수전분은 비록 점성은 약하지만 안정성과 점착력이 높다는 특징이 있으며 아밀로오스 함량이 27% 인 옥수수전분, 그리고 아밀로오스 함량이 60% 인 고아밀로오스 옥수수전분, 호화시킨 알파찰옥수수전분 등이 산업적으로 많이 사용되고 있다.

① 습식쌀가루에 첨가한 전분류의 영향

㉞ 타피오카전분 첨가

타피오카 전분을 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 습식쌀가루의 호화특성은 Table 7과 같다. 타피오카 전분을 첨가한 쌀가루의 최고점도(Peak1)는 무첨가군 쌀가루에서 유의적으로 낮고 첨가군에서 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다. 타피오카 전분첨가 쌀가루의 Breakdown 값은 전분 첨가비율이 높아질수록 감소하여 쌀가루의 가공안정성을 높이는 경향을 보였다. 노화지표인 Setback 값의 경우 타피오카 전분의 첨가는 쌀가루의 Setback 값을 유의적으로 감소시켰다. 팽윤과 관련이 있는 Peak time 또한 타피오카 전분첨가는 서로 다른 경향을 보였는데 타피오카 전분첨가 시 Peak time이 유의적으로 짧아졌다. Peak time이 앞당겨진 것은 전분입자의 팽윤이 용이해진 것으로 볼 수 있다. 즉 타피오카전분의 첨가는 최고점도가 낮아지기는 하였으나 그 차이가 크지 않고 또 Peak time이 앞당겨진 결과를 보였다.

Table 7. RVA properties on wet-milled rice flour added with Tapioca starch

		Tapioca starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	221.5±0.8b	228.1±0.8 a	229.6±2.0 a	228.6±1.2 a
	Trough 1	115.9±1.9 a	115.1±2.2 a	115.9±3.5 a	112.5±0.9 a
	Breakdown	105.6±1.7 c	113.0±1.3 b	113.7±1.5 ab	116.1±0.6 a
	Final Visc	219.1±2.8 a	213.9±2.9 ab	211.6±4.0 b	205.1±1.1 c
	Setback	-2.4±2.1 a	-14.1±2.1 b	-18.1±2.2 c	-23.6±0.6 d
	Peak Time	7.7±0.0 a	7.5±0.1 b	7.5±0.1 b	7.3±0.0 c
	Pasting Temp	69.3±0.1 a	69.0±0.4 a	68.6±0.1 b	68.6±0.1 b

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉔ 타피오카변성전분 첨가

타피오카변성전분을 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 습식쌀가루의 호화특성은 Table 8 과 같다. 타피오카 변성전분의 첨가는 첨가비율이 높아짐에 따라 쌀가루의 최고점도를 유의적으로 감소시켜 쌀 전분입자의 팽윤력이 낮아지는 경향을 보였다. 타피오카 변성전분 첨가 쌀가루의 Breakdown 값은 전분 첨가비율이 높아질수록 감소하여 쌀가루의 가공안정성을 높이는 경향을 보였다. 노화지표인 Setback 값의 경우 타피오카 변성전분의 첨가는 유의적인 차이가 없었다. 변성전분의 첨가는 팽윤과 관련이 있는 Peak time에 대해 아무런 영향이 없었다. Peak time이 앞당겨진 것은 전분 입자의 팽윤이 용이해진 것으로 볼 수 있다. 즉 타피오카 변성전분의 첨가는 최고점도를 감소시켜 팽윤력이 낮아지는 결과를 보였다. 이 결과를 통해 타피오카 변성전분은 타피오카 전분에 비해 팽윤력이 낮은 호화특성을 갖는 것을 알 수 있다.

Table 8. RVA properties on wet-milled rice flour added with Tapioca modified starch

		Tapioca modified starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	244.4±3.1 a	213.1±0.8 b	195.5±1.0 c	178.9±0.9 d
	Trough 1	143.5±2.9 a	129.1±4.7 b	121.9±1.8 c	110.4±2.2 d
	Breakdown	100.9±1.0 a	84.0±5.4 b	73.6±0.9 c	68.5±1.5 c
	Final Visc	279.0±7.4 a	254.8±4.9 b	240.6±1.9 c	224.3±1.6 d
	Setback	34.7±9.4 a	41.7±5.6 a	45.1±1.4 a	45.4±1.1 a
	Peak Time	7.8±0.1 a	7.9±0.2 a	8.0±0.0 a	7.8±0.1 a
	Pasting Temp	66.3±0.1 c	67.1±0.8 bc	67.6±0.4 ab	68.1±0.4 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉕ 옥수수전분 첨가

옥수수전분(Corn starch)을 쌀가루 중량 대비 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 습식쌀가루의 호화특성은 Table 9와 같다. 옥수수전분의 첨가는 최고점도(Peak1) 값에서 5% 첨가 시 가장 낮은 값을 보였으나 그 차이는 크지 않았다. Breakdown 값은 옥수수전분의 경우 대조군을 제외하고 옥수수전분 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보여 가공안정성이 낮추는 경향을 나타내었다.

Table 9. RVA properties on wet-milled rice flour added with Corn starch

		Corn starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	244.4±3.1 a	237.9±2.1 b	242.9±2.6 a	240.2±1.7 ab
	Trough 1	143.5±2.9 a	145.8±2.1 a	146.6±4.9 a	137.3±1.9 b
	Breakdown	100.9±1.0 a	92.1±4.2 b	96.3±4.5 ab	102.9±2.5 a
	Final Visc	279.0±7.4 a	275.8±0.9 a	282.3±4.4 a	261.2±2.4 b
	Setback	34.7± 9.4 a	37.9±2.3 a	39.4±3.8 a	20.9±3.5 b
	Peak Time	7.8±0.1 a	7.8±0.1 a	7.9±0.1 a	7.5±0.1 b
	Pasting Temp	66.3±0.1 b	67.1±0.0 a	66.4±0.0 b	67.3±0.4 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉔ **α-찰옥수수전분 첨가**

α-찰옥수수전분(α-Waxy corn starch)을 쌀가루 중량 대비 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 습식쌀가루의 호화특성은 Table 10과 같다. 알파찰옥수수전분의 첨가는 최고점도 값이 유의적으로 낮아져 생전분인 옥수수전분의 첨가보다 점도의 감소수준이 크게 나타났으며, 이는 알파찰옥수수전분의 팽윤력이 생전분인 옥수수전분보다 낮다는 것을 의미한다. 알파찰옥수수전분의 첨가는 Breakdown 값을 유의적으로 감소시켜 안정성이 높아지는 결과를 나타내었다.

Table 10. RVA properties on wet-milled rice flour added with α-Waxy corn starch

		α-Waxy corn starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	221.9±0.3 a	198.9±1.0 b	163.7±0.9 c	144.1±0.7 d
	Trough 1	135.4±4.7 a	122.3±0.8 b	104.4±3.5 c	95.3±3.3 d
	Breakdown	86.5±86.5 a	76.5±1.7 b	59.3±2.7 c	48.9±3.4 d
	Final Visc	250.6±5.3 a	220.0±1.0 b	180.3±3.9 c	160.6±3.1 d
	Setback	28.7±5.5 a	21.1±1.0 b	16.6±3.1 b	16.4±3.2 b
	Peak Time	7.8±0.2 a	7.7±0.1 a	7.7±0.1 a	7.7±0.2 a
	Pasting Temp	66.7±0.4 a	66.7±0.4 a	66.9±0.9 a	67.6±0.8 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉕ **타피오카 전분과 타피오카 변성전분을 첨가한 습식쌀가루의 호화특성 비교**

타피오카 전분과 타피오카 변성전분을 15% 첨가한 습식쌀가루의 호화특성비교는 Fig. 7.에 나타내었다. 첨가물을 전혀 첨가하지 않은 대조군 습식쌀가루에 비해 타피오카전분과 타피오카 변성전분을 첨가한 쌀가루의 최고점도(Peak 1) 값은 감소하였다. 특히 타피오카 전분의 첨가는 동일비율의 타피오카변성전분의 첨가보다 Breakdown 값이 컸다.

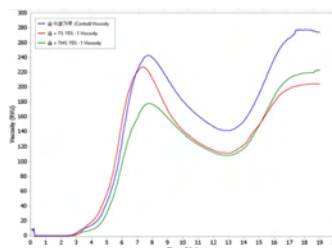


Fig. 7. Comparison of pasting properties on wet-milled rice flour added with tapioca starch and tapioca modified starch 15%.

㉞ 옥수수전분과 α-찰옥수수전분을 첨가한 습식쌀가루의 호화특성 비교

옥수수전분과 α-찰옥수수전분을 습식쌀가루에 첨가하여 측정된 호화곡선을 Fig. 8에 나타내었다. 옥수수전분을 15% 처리한 쌀가루의 호화곡선은 첨가물을 전혀 처리하지 않은 대조군 습식쌀가루의 호화곡선과 거의 일치하는 경향을 보여 옥수수전분의 첨가는 쌀가루의 호화에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 알파찰옥수수전분은 동일한 양을 첨가했을 때 최고점도(Peak1)값이 크게 감소하였고, 대조군 습식쌀가루와 비교했을 때 최고점도(Peak 1)와 최저점도(Trough 1)의 차이인 Breakdown 값이 감소하였다. 옥수수전분과 알파찰옥수수전분의 호화특성 차이를 알 수 있었으며 습식쌀가루에 생전분인 옥수수전분을 첨가했을 때와 변성전분인 알파찰옥수수전분을 첨가했을 때 쌀가루의 호화특성이 크게 달라짐을 확인하였다.

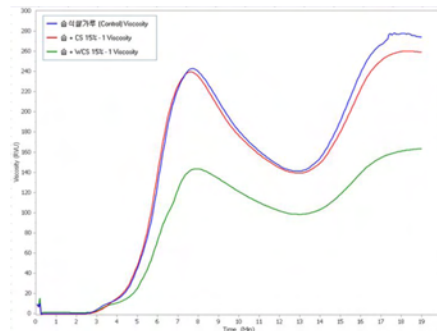


Fig. 8. Comparison of pasting properties on wet-milled rice flour added with Corn starch and α-Waxy corn starch 15%.

㉟ 건식쌀가루에 첨가한 전분류의 영향

㉠ 타피오카전분 첨가

타피오카 전분을 쌀가루 중량 대비 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 건식쌀가루의 호화 특성은 Table 11과 같다. 타피오카 전분 첨가량이 높아질수록 건식쌀가루의 최고점도(Peak1) 값은 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. 이러한 결과는 타피오카 전분을 동일하게 첨가한 습식쌀가루의 경우 최고점도 값에서 차이를 보이지 않은 결과와는 다른 경향을 보였다. 타피오카 전분의 첨가는 건식쌀가루의 호화특성에서 반대 경향을 나타낸 것이다. Breakdown 값의 경우 타피오카 전분의 첨가에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보여 가공안정성을 낮추는 결과를 보였다. 호화개시온도(Pasting Temperature)의 경우 타피오카 전분의 첨가는 차이가 없었다.

Table 11. RVA properties on dry-milled rice flour added with Tapioca starch

		Tapioca starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	145.7±1.0 d	158.9±0.9 c	181.2±0.8 b	196.9±1.0 a
	Trough 1	92.8±0.7 d	103.1±0.4 c	117.9±0.8 b	125.5±4.1 a
	Breakdown	52.9±1.2 c	55.8±0.8 c	63.3±0.4 b	71.4±3.2 a
	Final Visc	175.3±0.6 d	188.7±0.5 c	209.2±0.8 b	219.4±3.7 a
	Setback	29.6±0.4 a	29.8±0.8 a	28.0±0.7 a	22.5±2.8 b
	Peak Time	6.9±0.1 a	6.9±0.0 a	6.9±0.0 a	6.9±0.1 a
	Pasting Temp	66.2±0.4 a	66.4±0.0 a	66.9±0.5 a	66.7±0.5 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉔ 타피오카변성전분 첨가

타피오카변성전분을 쌀가루 중량대비 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 건식쌀가루의 호화특성은 Table 12와 같다. 타피오카 변성전분의 첨가는 첨가량이 높아질수록 건식쌀가루의 최고점도 값을 유의적으로 낮추었다. 타피오카 전분과 타피오카 변성전분의 첨가는 건식쌀가루의 호화특성에서 반대경향을 나타내었다. 타피오카 변성전분의 첨가는 Breakdown값은 타피오카 전분 첨가의 결과와는 다르게 감소하여 가공안정성을 높이는 경향을 보였다. 호화개시온도(Pasting Temperature)의 경우 변성전분의 첨가는 첨가비율 증가에 따라 온도가 상승하여 전분입자의 팽윤이 어려워지는 경향을 보였다.

Table 12. RVA properties on dry-milled rice flour added with Tapioca modified starch

		Tapioca modified starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	87.7±1.1 a	75.6±0.6 b	71.1±3.2 c	59.0±0.2 d
	Trough 1	60.4±0.7 a	53.8±0.5 b	51.0±2.2 c	43.7±0.3 d
	Breakdown	27.3±0.4 a	21.8±0.8 b	20.1±1.2 c	15.3±0.3 d
	Final Visc	108.1±1.6 a	96.1±0.6 b	93.9±2.8 b	80.9±0.5 c
	Setback	20.3±0.5 b	20.6±0.3 b	22.7±0.8 a	21.9±0.3 a
	Peak Time	6.6±0.0 a	6.6±0.2 a	6.6±0.1 a	6.6±0.1 a
	Pasting Temp	65.6±0.1 c	65.9±0.4 bc	66.4±0.1 b	66.6±0.4 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉕ 옥수수전분 첨가

옥수수전분을 쌀가루 중량대비 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 건식쌀가루의 호화특성은 Table 13과 같다. 옥수수전분첨가 건식쌀가루의 최고점도 값은 15% 첨가군에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다. 옥수수전분 첨가는 또한 쌀가루의 노화지표인 Setback 값을 유의적으로 증가시켜 노화지연 효과가 감소하는 결과를 보였으나 그 차이는 크지 않았다. 호화개시온도(Pasting temperature)는 옥수수전분첨가 시 온도가 상승하여 팽윤이 어려워지는 경향을 보였다.

Table 13. RVA properties on dry-milled rice flour added with Corn starch

		Corn starch (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
RVA properties	Peak 1	87.7±1.1 d	106.6±1.2 b	104.3±0.9 c	108.9±0.8 a
	Trough 1	60.4±0.7 c	72.1±0.9 b	73.2±0.2 b	76.6±0.5 a
	Breakdown	27.3±0.4 c	34.4±0.3 a	31.1±0.9 b	32.4±1.0 b
	Final Visc	108.1±1.6 c	131.4±1.1 b	129.9±0.6 b	136.4±0.6 a
	Setback	20.3±0.5 d	24.9±0.2 c	25.7±0.4 b	27.5±0.3 a
	Peak Time	6.6±0.0 a	6.7±0.1 a	6.8±0.1 a	6.8±0.1 a
	Pasting Temp	65.6±0.1 b	65.9±0.4 b	66.6±0.5 a	67.1±0.0 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉖ α-찰옥수수전분 첨가

α-찰옥수수전분을 쌀가루 중량대비 5%, 10% 및 15%를 대체하여 첨가한 건식쌀가루의 호화특성은 Table 14와 같다. 알파찰옥수수전분의 첨가는 첨가비율의 증가에 따라 최고점도가 유의적으로 낮아졌다. 알파찰옥수수전분의 첨가는 또한 쌀가루의 노화지표인 Setback 값을 유의

적으로 증가시켜 노화지연 효과가 감소하는 결과를 보였으나 그 차이는 크지 않았다. 알파 찰옥수수전분의 첨가 시 호화개시온도(Pasting temperature)가 상승하여 팽윤이 어려워지는 경향을 보였다.

Table 14. RVA properties on dry-milled rice flour added with α -Waxy corn starch

	α -Waxy corn starch (%) ¹⁾			
	0	5	10	15
Peak 1	216.4±0.2 a	192.7±1.5 b	159.6±6.1 c	140.2±0.7 d
Trough 1	108.6±2.2 a	110.6±2.4 a	99.2±2.4 b	88.8±1.5 c
Breakdown	107.8±2.0 a	82.1±3.0 b	60.4±5.3 c	51.4±2.2 d
Final Visc	222.0±1.3 a	200.3±1.4 b	175.2±2.5 c	153.8±0.9 d
Setback	5.6±1.1 b	7.6±2.3 b	15.6±4.2 a	13.6±1.5a
Peak Time	6.7±0.1 b	7.1±0.2 ab	7.4±0.4 a	7.1±0.2 ab
Pasting Temp	65.4±1.2 b	66.8±0.4 ab	68.1±1.5 a	68.1±0.8 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

㉓ 타피오카 전분과 타피오카 변성전분을 첨가한 건식쌀가루의 호화특성 비교

건식쌀가루에 타피오카 전분과 타피오카 변성전분을 각각 15% 첨가하여 측정된 호화곡선은 Fig. 9에서 보는 바와 같이 두 첨가물의 영향은 호화패턴을 반대로 나타내어 타피오카 전분을 첨가하면 점도는 큰 폭으로 증가하는 반면 타피오카변성전분의 첨가는 점도를 감소시켰다.

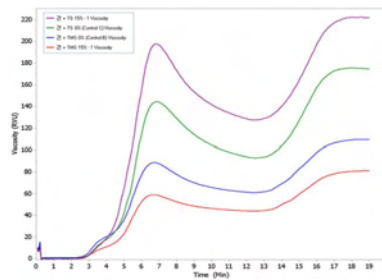


Fig. 9. Comparison of pasting properties on dry-milled rice flour added with Tapioca starch and Tapioca modified starch 15%..

㉔ 옥수수전분과 α -찰옥수수전분을 첨가한 건식쌀가루의 호화특성 비교

옥수수전분과 α -찰옥수수전분을 건식쌀가루에 각각 15%를 첨가하여 측정된 호화곡선은 Fig. 10에 나타낸바와 같이 습식쌀가루와는 다른 호화양상을 보였다. 습식쌀가루에 옥수수전분을 15% 첨가한 경우는 대조군과 옥수수전분 첨가군의 호화곡선이 거의 일치하여 점도 차이가 나타나지 않은 반면 건식쌀가루에 옥수수전분을 첨가한 경우에는 최고점도(Peak 1)를 비롯한 호화곡선이 상승하였다. 상승하여 Corn starch가 습식쌀가루와 건식쌀가루에 미치는 영향이 다를 수 있다.

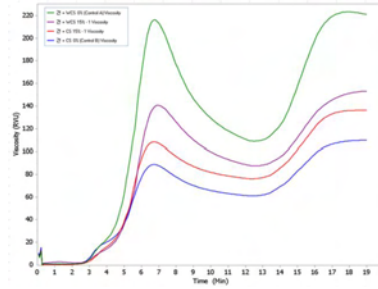


Fig. 10. Comparison of pasting properties on dry-milled rice flour added with Corn starch and α -Waxy corn starch 15%.

2. 쌀 반죽 개선 연구

쌀가루의 반죽특성을 연구하기 위하여 쌀 쿠키 제조를 위한 반죽을 만들어서 특성을 연구하였다.

가. 재료 및 기기

재료는 앞의 1. 쌀가루 개선 연구와 같으며, 쇼트닝은 콤비쇼트닝((주)오뚜기), 백설탕은 CJ 백설탕, 계란은 (주)이마트에서 구입하여 사용하였다.

나. 실험 방법

(1) 쌀 쿠키 반죽 배합비

습식쌀가루를 이용하여 만든 쌀 쿠키반죽 배합비는 Table 15와 같으며, 첨가한 모든 원료들은 쌀가루 중량대비 비율로 나타내었다. 예비실험을 거쳐 쿠키성형이 가능한 정도의 반죽 결합력을 형성하는 계란과 쇼트닝 양을 결정하였으며, 첨가제가 반죽의 품질특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 설탕의 함량도 반죽시간과 함께 최소량으로 하였다.

Table 15. Formula of rice cookie dough

Ingredients	Ratio ¹⁾ (%)
Wet-milled rice flour	100.0
Egg	26.7
Shortening	63.3
Sugar	15.0
Salt	1.0

¹⁾base of wet-milled rice flour 100g.

(2) 쌀 쿠키 반죽 제조

습식쌀가루를 이용하여 만든 쿠키반죽 제조법은 Fig. 11에 나타내었다.

먼저 쇼트닝 63%를 Mixing bowl에 잘 풀어준 후 설탕 15%를 넣고 충분히 혼합하였다. 전란액 27%를 첨가하여 크림화한 후 여기에 쌀가루와 첨가물을 혼합하여 체에 3회 친 가루원료를 혼합한다. 혼합할 때 제빵용 주걱으로 100회 정도 동일한 조건으로 크림과 가루원료를 혼합하여 반죽을 제조하였다. 실온에서 30분 동안 휴지시킨 후 10 mm 두께로 반죽을 펴서 36 mm ϕ 원형 쿠키커터로 성형 하여 반죽의 품질특성을 측정하였다.

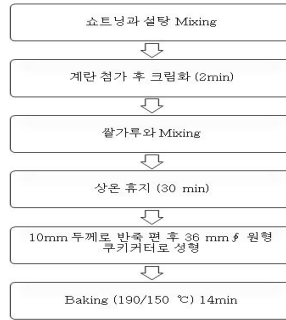


Fig. 11. Process flow diagram of rice cookie.

(3) 반죽 및 쿠키특성

(가) 수분함량

수분함량 측정은 Dry oven(HST-501L, Han baek, Bu-cheon, Koera)을 이용하여 상압가열 건조법으로 시료 당 3회 반복하여 측정하였다.

(나) 색도

반죽의 색도는 색차계(CR-10, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L 값(Lightness), a 값(+: Redness, -: Greenness), b 값(+: Yellowness, -: Blueness)을 측정하였다.

(다) 밀도

반죽의 무게(g)를 측정한 후, 메스실린더를 이용하여 측정한 반죽의 부피(mL)로 무게(g)와 부피(mL)의 비(g/mL)로 나타내었다.

(라) 퍼짐성

퍼짐성은 캘리퍼스를 이용하여 쿠키의 직경과 두께 측정후 두께와 직경의 비로 나타내었다.

(마) 경도(Hardness)

반죽의 Hardness측정은 Texture analyser(TA-XT express enhanced, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)를 사용하여 Table 16과 같은 조건으로 측정하였다.

Table 16. Measurement conditions for texture analyser

Parameter	Value
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Test speed	0.5 mm/sec
Post-test speed	5.0 mm/sec
Deformation ratio	50%
Load cell	5 kg
Plunger diameter	5 mm
Sample size (diameter×height)	36×10 mm

(바) 반죽의 사진

쌀가루반죽의 사진은 Nikon(Japan) Camera를 이용하여 촬영하였다.

다. 연구결과

(1) 첨가제를 이용한 쌀 반죽의 특성 연구

(가) Gum류 첨가

① 습식쌀가루에 대한 영향

㉠ 반죽의 수분함량

습식쌀가루를 이용한 반죽의 수분함량측정결과는 Table 17에 나타내었다. Xanthan gum을 첨가한 반죽의 수분함량은 15.2~15.8%의 범위를 가지는 반면 Methyl cellulose 첨가 반죽은 13.6~14.2%의 비교적 더 낮은 수분함량 범위를 가졌다.

Table 17. Moisture contents of wet-milled rice cookie dough added with gums

Gums	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	0.5	1.0	1.5
Xanthan gum	14.12±0.22 c	15.83±0.01 a	15.25±0.25 b	15.68±0.06 a
Methyl cellulose	14.12±0.22 ab	14.21±0.03 a	13.65±0.44 b	14.03±0.06 ab

¹⁾Gums were added in 0, 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

㉡ 반죽의 밀도

반죽의 밀도 측정결과는 Table 18에 나타내었음. Xanthan gum 첨가 반죽의 경우 차이가 없었으나 Methyl cellylose 첨가반죽의 경우 0%를 제외하고 첨가비율 증가에 따라 쿠키 반죽의 밀도는 높아졌다.

Table 18. Density of wet-milled rice cookie dough added with gums

Gums	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	0.5	1.0	1.5
Xanthan gum	1.09 ± 0.04 a	1.05 ± 0.01 ab	1.03 ± 0.03 b	1.04 ± 0.01 ab
Methyl cellulose	1.09 ± 0.04 a	1.01 ± 0.00 b	1.05 ± 0.01 ab	1.08 ± 0.02 a

¹⁾Gums were added in 0, 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

㉢ 반죽의 색도

Xanthan gum의 첨가비율이 증가함에 따라 반죽의 색도는 밝아지는 경향이였다. 반죽의 색도의 측정결과는 Table 19에 나타내었다. Xanthan gum의 첨가비율이 증가함에 따라 반죽의 색도는 밝아지는 경향이였다. a 값은 첨가군에서 유의적으로 낮았다. Methyl cellulose 첨가 반죽의 a 값은 Methyl cellulose 첨가반죽에서 유의적으로 낮았다. b 값은 Methyl cellulose의 첨가비율이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다.

Table 19. Color value of wet-milledrice cookie dough added with gums

Gums	Color	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	0.5	1.0	1.5
Xanthan gum	L	76.9±0.6 b	77.9±0.2 ab	79.1±0.8 a	78.7±1.1 a
	a	4.8±1.3 a	1.1±0.2 b	1.1±0.1 b	1.5±0.2 b
	b	23.1±0.7 b	25.7±0.6 a	25.4±0.1 a	23.6±0.1 b
Methyl cellulose	L	76.9±0.6 ab	77.5±0.6 a	77.9±0.2 a	76.2±1.0 b
	a	4.8±1.3 a	1.1±0.1 b	1.1±0.2 b	1.0±0.1 b
	b	23.1±0.7 b	24.1±0.4 b	25.7±0.6 a	25.3±0.5 a

¹⁾Gums were added in 0, 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

㉔ 반죽의 Hardness

Xanthan gum을 첨가한 쌀쿠키 반죽의 Hardness는 Table 20과 Fig. 12에서처럼 362~392g의 값을 나타낸 반면 Methyl cellulose를 첨가한 반죽은 217~283g으로 Xanthan gum을 첨가한 쿠키 반죽보다 낮은 hardness의 범위를 나타내었음. Xanthan gum은 반죽 내의 끈기를 부여하여 TA 측정 할 때 plunger가 압착할 때 잘 부스러지려는 경향보다는 결착하려는 성질에 의해 반죽의 경도가 높게 측정된 것으로 판단된다. 이는 쌀가루 쿠키 반죽의 부족한 결착력을 보완할 수 있는 중요한 요인이다.

Table 20. Hardness of wet-milled rice cookie dough added with gums

Addition amount (%) ¹⁾	Hardness (g)	
	Xanthan gum	Methyl cellulose
0	295.1±36.7 b	295.1±36.7 a
0.5	392.1±27.1 a	260.2±22.3 b
1.0	362.2±43.8 a	283.4±35.7 ab
1.5	376.7±30.9 a	217.4±12.4 c

¹⁾Gums were added in 0, 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

㉕ 습식쌀가루와 효소처리 쌀가루의 비교

일반미 일반습식쌀가루와 효소처리쌀가루의 반죽에 대하여 수분함량은 Table 21에 나타내었다. 반죽의 수분함량 측정 결과 일반미 습식쌀가루 반죽은 14%인 반면 효소처리쌀가루는 16.5%로 나타나 효소처리쌀가루 반죽의 수분함량이 더 높게 나타났다. 일반습식쌀가루와 효소처리쌀가루 반죽의 밀도비교는 유의적인 차이가 없었다. 색도는 습식쌀가루의 반죽과 비교했을 때 효소처리 쌀 반죽의 경우가 명도인 L 값이 높게 나타났고 적색도인 a 값은 더 낮았으며 황색도는 높아졌다. 경도(Hardness)는 효소처리 쌀가루 반죽이 유의적으로 낮았다. 효소처리 쌀가루 반죽의 경우 일반미 습식쌀가루 반죽보다 수분감이 높았다.

Table 21. Moisture content, density, color value and hardness of cookie dough with wet-milled and enzymatically modified rice flour

Flour	Moisture content	Density	Color value			Hardness
			L	a	b	
Wet-milled rice flour	16.48±0.17a	1.09±0.04a	76.9±0.6b	4.8±1.3a	23.1±0.7b	295.1±36.7a
Enzymatically modified rice flour	1.06±0.02a	1.06±0.02a	79.9±0.4a	1.2±0.2b	25.4±0.2a	148.4±34.1b

㉖ 효소처리쌀가루에 Xanthan gum 첨가한 반죽

효소처리 쌀가루로 만든 쿠키반죽의 수분함량 측정결과는 Table 22에 나타난 것처럼 유의적인 차이가 없었다. 반죽의 밀도는 Xanthan gum을 0.5% 첨가한 반죽이 유의적으로 가장 높고 1.0% 첨가한 반죽의 밀도가 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 반죽의 색도는 명도를 나타내는 L 값은 Xanthan gum 첨가비율이 높아짐에 따라 유의적으로 감소하여 Xanthan gum 1.5% 첨가반죽에서 가장 낮은 값을 보였다. 적색도인 a 값은 유의적으로 Xanthan gum 0.5% 첨가군이 높게 나타났으며 황색도인 b 값은 Xanthan gum 첨가비율이 높아짐에 따라 유의적으로 높은 값을 나타내어 Xanthan gum 1.5% 첨가군이 가장 높은 황색도를 나타내었다. 반죽의 경도는 Xanthan gum 무첨가군을 제외한 Xanthan gum 첨가군의 경우 첨가비율에 따라 높아지는 경향을 보였다.

Table 22. Moisture content, density, color value and hardness of cookie dough with enzymatically modified rice flour added with Xanthan gum

Items	Xanthan gum addition (%) ¹⁾				
	0	0.5	1.0	1.5	
Moisture content	16.48±0.17a	16.51±0.18a	16.56±0.29a	16.35±0.14a	
Density	1.06±0.02ab	1.09±0.01a	1.06±0.01b	1.08±0.02ab	
Color value	L	79.9±0.4a	80.1±0.1a	79.4±0.2b	73.9±0.1c
	a	1.2±0.2b	1.6±0.1a	1.4±0.2ab	1.1±0.2b
	b	25.4±0.2c	27.8±0.3b	27.7±0.2b	29.7±0.5a
Hardness	148.4±34.1a	105.9±16.2b	115.2±13.8a	154.3±19.3a	

¹⁾Xanthan gum was added in 0, 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

(나) 유화제류 첨가

① 반죽의 수분함량

반죽의 수분함량은, Table 23에 나타내었으며, SSL 첨가반죽의 수분함량은 첨가량이 증가함에 따라 수분함량도 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. SE 첨가반죽은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 23. Moisture contents of wet-milled rice cookie dough added with emulsifiers

Emulsifiers	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	3	6	9
SSL	14.12±0.22 a	13.57±0.10 b	13.71±0.11 b	13.00±0.06 c
SE	14.12±0.22 a	13.65±0.11 a	13.99±0.55 a	13.56±0.09 a

¹⁾Emulsifiers were added in 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

② 반죽의 밀도

반죽의 밀도를 측정한 결과는 Table 24에 나타내었으며, 첨가비율에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 24. Density of wet-milled rice cookie dough added with emulsifiers

Emulsifiers	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	3	6	9
SSL	1.09 ± 0.04a	1.05 ± 0.03a	1.03 ± 0.03a	1.03 ± 0.02a
SE	1.09 ± 0.04a	1.04 ± 0.04a	1.05 ± 0.02a	1.05 ± 0.03a

¹⁾Emulsifiers were added in 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

③ 반죽의 색도

반죽의 색도를 측정한 결과는 Table 25에 나타내었으며, SSL 첨가 반죽의 명도인 L 값은 SSL 첨가수준의 증가에 따라 유의적으로 높아지는 경향을 보임. 적색도인 a 값은 무첨가군에 비해 유의적으로 감소하였다. SE 첨가 반죽의 a 값은 유의적으로 감소하고 b 값은 높아졌다.

Table 25. Color value of wet-milled rice cookie dough added with emulsifiers

Emulsifiers	Color	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	3	6	9
SSL	L	76.9±0.6 b	77.3±0.8 b	80.0±0.4 a	79.6±0.8 a
	a	4.8±1.3 a	0.9±0.2 b	0.5±0.1 b	0.3±0.2 b
	b	23.1±0.7 c	26.6±0.7 a	25.3±0.2 b	25.6±0.5 ab
SE	L	76.9±0.6 a	76.7±0.8 a	77.0±0.4 a	77.6±1.0 a
	a	4.8±1.3 a	1.1±0.1 b	0.9±0.1 b	1.9±0.1 b
	b	23.1±0.7 b	26.7±0.2 a	25.8±0.5 a	26.4±0.7 a

¹⁾Emulsifiers were added in 0, 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

④ 반죽의 Hardness

유화제를 첨가한 반죽의 경도측정 결과는 Table 26에 나타내었으며, SSL첨가 반죽의 경도는 유의적인 차이를 나타내지 않았고, SE 첨가 반죽의 경도는 3, 6% 첨가 반죽에서 유의적으로 감소한 후 9% 첨가 반죽에서 다시 증가하였다.

Table 26. Hardness of wet-milled rice cookie dough added with emulsifiers

Addition amount (%) ¹⁾	Hardness	
	SSL	SE
0	295.1 ± 36.7 a	295.1 ± 36.7 a
3	282.0 ± 37.2 a	228.6 ± 19.2 b
6	279.4 ± 31.7 a	236.3 ± 21.8 b
9	310.3 ± 44.3 a	271.2 ± 41.8 a

¹⁾Emulsifiers were added in 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

(다) 전분류 첨가

① 반죽의 수분함량, 밀도, 색도

반죽의 수분함량 측정 결과는 Table 27에 나타내었다. 타피오카 전분(Tapioca starch)와 타피오카 변성전분(Tapioca modified starch) 첨가 반죽의 수분함량은 유의적인 차이가 없었으며 각각 13.6~13.9%와 13.6~15.0%의 수분함량을 나타내었다. 옥수수전분의 첨가는 5, 10% 첨가 반죽에서 유의적으로 높았음. 알파 찰옥수수전분(α-Waxy corn starch) 첨가 반죽의 수분함량은 첨가비율의 증가에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다.

Table 27. Moisture content of wet-milled rice cookie dough added with starches

	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	5	10	15
Tapioca starch	14.12±0.22 a	13.82±0.08 a	13.68±0.38 a	13.87±0.22 a
Tapioca modified starch	14.12±0.22 a	13.94±0.08 a	13.69±0.03 a	15.02±1.72 a
Corn starch	14.12±0.22 b	15.10±0.13 a	14.93±0.11 a	13.74±0.23 c
α-Waxy corn starch	14.12±0.22 a	13.51±0.07 b	13.03±0.14 c	12.95±0.31 c

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

② 반죽의 밀도

전분 첨가 쌀 쿠키 반죽의 밀도 측정결과는 Table 28에 나타내었으며 첨가비율에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 28. Density of wet-milled rice cookie dough added with starches

	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	5	10	15
Tapioca starch	1.09 ± 0.04 a	1.03 ± 0.05 a	1.03 ± 0.03 a	1.08 ± 0.04 a
Tapioca modified starch	1.09 ± 0.04 a	1.07 ± 0.04 ab	1.02 ± 0.01 b	1.03 ± 0.02 ab
Corn starch	1.09 ± 0.04 a	1.04 ± 0.02 a	1.07 ± 0.02 a	1.09 ± 0.04 a
α-Waxy corn starch	1.09 ± 0.04 a	1.07 ± 0.02 a	1.03 ± 0.05 a	1.03 ± 0.02 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

③ 반죽의 색도

전분 첨가 반죽의 색도를 측정된 결과는 Table 29에 나타내었다. 타피오카 전분(Tapioca starch)의 첨가는 황색도인 b 값이 Control군에서 유의적으로 낮았으며 전분첨가군 반죽의 b 값은 높아져 황색이 진해진 결과를 보였다.

Table 29. Color value of wet-milled rice cookie dough added with starches

		Addition amount (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
Tapioca starch	L	76.9±0.6a	77.9±0.9a	77.5±1.0a	77.0±1.1a
	a	4.8±1.3a	3.0±0.2b	5.1±0.2a	3.8±0.5ab
	b	23.1±0.7b	25.4±0.8a	24.7±0.5a	24.5±0.2a
Tapioca modified starch	L	76.9±0.6b	78.0±0.4a	77.0±0.3a	78.7±0.8a
	a	4.8±1.3a	1.5±0.1b	1.2±0.2b	1.4±0.1 b
	b	23.1±0.7c	27.9±0.4a	26.0±0.2b	25.6±0.3b
Corn starch	L	76.9±0.6 b	78.3±0.4a	77.3±0.7 ab	77.4±0.6 ab
	a	4.8±1.3 a	1.5±0.0 b	1.2±0.0 b	0.7±0.1 b
	b	23.1±0.7 d	26.6±0.3 b	28.6±0.3 a	24.6±0.5 c
α-Waxy corn starch	L	76.9±0.6 a	77.8±0.6 a	77.4±0.3 a	77.9±0.8 a
	a	4.8±1.3 a	1.2±0.1 a	1.4±0.1 a	1.2±0.1 a
	b	23.1±0.7 c	25.5±0.4 ab	26.2±0.3 a	24.5±0.2 bc

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

④ 반죽의 Hardness

Texture analyser 측정조건은 Table 16에 나타내었다. 경도의 측정결과는 Table 30에 나타내었다. 옥수수전분(Corn starch)의 첨가는 반죽의 경도를 유의적으로 낮추어 15% 첨가군에서 가장 낮은 경도를 나타내었으며 이는 다른 첨가제를 첨가한 반죽보다 낮은 범위의 경도 범위였다.

Table 30. Hardness of wet-milled rice cookie dough added with starches

	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	5	10	15
Tapioca starch	295.1±36.7 a	255.0±47.4 b	312.2±36.3 a	297.6±36.0 a
Tapioca modified starch	295.1±36.7 a	256.8±55.1 ab	234.7±39.8 b	226.5±28.1 b
Corn starch	295.1±36.7 a	284.1±27.0 a	231.5±25.1 b	194.0±22.3 c
α-Waxy corn starch	295.1±36.7 a	284.5±21.8 a	309.8±35.8 a	256.1±17.8 b

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

3. 쌀 쿠키제품 특성

가. 재료 및 기기

1절 2항과 같다.

나. 실험 방법

(1) 쌀 쿠키 제조

습식쌀가루를 이용하여 만든 쿠키반죽 배합비는 **Table 15**와 같으며 첨가한 모든 원료들은 쌀가루 중량 대비 비율로 나타내었다. 쿠키제조법은 Fig. 11과 같으며, 쌀반죽은 2절 2항과 같은 방법으로 만들었으며, 성형한 반죽을 오븐((주) 한영기업)(HYMO-203. Han Young Co. Hanam. Korea)에서 윗불 190℃, 아랫불 150℃에서 14분간 구운 후 오븐에서 꺼내어 상온에서 30분간 방냉한 후 쿠키의 품질특성을 측정하였다.

(2) 쿠키의 제품특성

1절 2항과 같으며, 쿠키의 관능검사는 대학원생 및 대학생 20명을 패널로 하였으며, 관능검사 항목은 쿠키의 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 경도(Hardness), 부서러지는 정도(Brittleness), 맛(Taste), 촉촉한 정도(Moistness), 목넘김의 부드러움(Softness), 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness), 전반적인 기호도(Overall acceptability)에 대한 기호도 검사를 9점 척도법을 실시하였다.

다. 연구결과

(1) Gum류가 쌀 쿠키에 미치는 영향

(가) 쿠키의 수분함량

습식쌀가루로 만든 쿠키의 수분함량은 Table 16에 나타내었다. Xanthan gum 첨가 쿠키의 수분함량은 1.2~2.2%로 대조군 쿠키의 수분함량인 3.24%보다 낮은 값을 나타내었다. Methyl cellulose 첨가 쿠키의 수분함량은 첨가 비율 0.5%인 쿠키의 수분함량이 4.2%로 대조군 쿠키에 비해 높은 수분함량을 나타내었으며, Methyl cellulose 1.0%와 1.5% 첨가 쿠키는 수분함량이 낮아진 2.5%를 나타내었다.

Table 16. Moisture contents of rice cookie added with gums

Gums	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	0.5	1.0	1.5
Moisture content	3.24±0.07 a	1.26±0.04 c	2.20±0.05 b	2.16±0.05 b
	3.24±0.07 b	4.20±0.03 a	2.50±0.05 c	2.40±0.14 c

¹⁾Gums were added in 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

(나) 쿠키의 밀도

쿠키의 밀도 측정 결과는 Table 17에 나타내었다.

Table 17. Density of rice cookie added with gums

	Gums	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	0.5	1.0	1.5
Density	Xanthan gum	0.97±0.02 a	0.89±0.05 b	0.89±0.02 b	0.91±0.01 b
	Methyl cellulose	0.97±0.02 a	0.88±0.00 b	0.89±0.05 b	0.93±0.02 ab

¹⁾Gums were added in 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

(다) 쿠키의 퍼짐성

쿠키의 밀도 측정결과는 Table 18에 나타내었다. 쿠키의 퍼짐성은 쿠키의 직경에 대한 쿠키의 두께의 비를 나타낸 것이며, 반죽이 오븐의 열에 의해 가열되기 시작하면서 증력에 의해 반죽이 유동성을 나타냄으로서 발생하는 현상이라 할 수 있다. 이러한 퍼짐성은 반죽 내 수분함량이 높아 유동에 필요한 점도가 증가할수록 퍼짐성도 커지게 된다. 쿠키에서는 특히 설탕함량의 증가에 따라 커진다. Xanthan gum과 Methyl cellulose의 첨가에 의한 퍼짐성은 유의적인 차이를 보이지 않았으며 이는 본 연구에서 사용한 쿠키 배합비의 액체량(유지+계란)과 설탕함량이 적기 때문이라 생각된다.

Table 18. Spreadability of rice cookie added with gums

	Gums	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	0.5	1.0	1.5
Spreadability	Xanthan gum	0.327±0.01 a	0.307±0.01 a	0.310±0.09 a	0.323±0.01 a
	Methyl cellulose	0.327±0.01 a	0.310±0.02 a	0.307±0.01 a	0.315±0.00 a

¹⁾Gums were added in 0, 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

(라) 쿠키의 색도

쿠키의 윗부분과 바닥부분의 색도를 측정한 결과는 Table 19에 나타내었다. Xanthan gum 첨가 쿠키의 L값은 첨가비율증가에 따라 높아져 쿠키의 밝기가 밝아지는 경향이었으며 적색도인 a 값은 유의적으로 감소하였다. Methyl cellulose 첨가 쿠키의 a 값은 무첨가군에 비해 첨가군 쿠키에서 낮은 값을 보였으며 황색도인 b 값은 Methyl cellulose 첨가비율이 높아짐에 따라 증가하여 쿠키의 황색이 진해지는 경향을 보였다.

Table 19. Color of rice cookie added with gums

Gums	Color	Addition amount (%) ¹⁾				
		0	0.5	1.0	1.5	
Xanthan gum	Top	L	78.3±1.0 ab	77.3±0.5 b	78.3±0.2 ab	78.8±0.3 a
		a	7.0±2.1 a	5.1±0.7 ab	3.5±0.1 bc	2.8±0.1 c
		b	26.6±0.5 b	30.8±0.3 a	29.7±0.3 a	27.4±0.2 b
	Bottom	L	67.1±3.5 a	65.5±5.5 a	68.0±2.3 a	67.1±0.8 a
		a	12.9±0.7 a	11.2±2.4 a	10.9±1.6 a	11.2±1.0 a
		b	32.7±0.5 a	33.4±1.2 a	33.4±0.7 a	34.2±1.4 a
Methyl cellulose	Top	L	78.3±1.0 ab	78.7±0.2 a	77.3±0.5 b	78.7±0.3 a
		a	7.0±2.1 a	3.5±0.0 b	5.1±0.7 ab	3.2±0.3 b
		b	26.6±0.5 c	29.0±0.2 b	30.8±0.3 a	30.8±0.4 a
	Bottom	L	67.1±3.5 a	64.8±1.4 a	65.5±5.5 a	65.3±2.1 a
		a	12.9±0.7 a	13.2±1.6 a	11.2±2.4 a	12.6±1.5 a
		b	32.7±0.5 b	35.1±1.2 a	33.4±1.2 ab	35.3±1.6 a

¹⁾Gums were added in 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

(마) 쿠키의 Hardness

쿠키의 hardness는 반죽의 TA 측정조건 Table 16와 동일하게 하였다. 측정결과는 Table 20과 Fig. 12에 나타내었다. Xanthan gum 첨가 쿠키의 경우 0~1.0%까지는 유의적인 차이가 없었으나 1.5%에서 유의적으로 높은 hardness를 나타내었다. Methyl cellulose 첨가 쿠키의 hardness는 1.0%와 1.5%에서 높은 값을 보였다. Xanthan gum과 Methyl cellulose 첨가 쿠키의 hardness는 모두 최고 첨가량인 1.5 % 군에서 가장 높은 값을 나타내었다.

Table 20. Hardness of rice cookie added with gums

Addition amount (%) ¹⁾	Hardness	
	Xanthan gum	Methyl cellulose
0	867.1 ± 147.5 b	867.1 ± 147.5 ab
0.5	806.7 ± 210.9 b	722.4 ± 206.3 b
1.0	750.3 ± 273.9 b	975.8 ± 266.7 a
1.5	1307.1 ± 163.2 a	1017.5 ± 243.9 a

¹⁾Gums were added in 0.5, 1.0 and 1.5 % on the basis of rice flour weight.

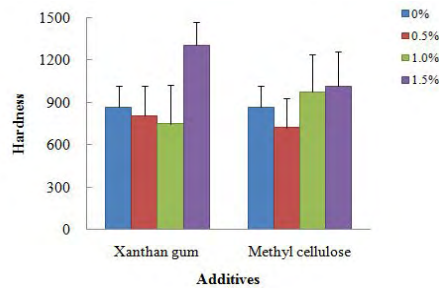


Fig. 12. Hardness of cookie dough on wet-milled rice flour added with Xanthan gum and Methyl cellulose.

(바) 쿠키의 관능검사

쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Fig. 13.에 QDA로 나타내었다. Xanthan gum을 1.5% 첨가한 쿠키의 경우 향(Flavor), 단단한 정도(Hardness), 묵넘김의 부드러움(Softness) 및 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서 높은 기호도를 나타내었다. Methyl cellulose의 경우 외관(Appearance), 색(Color), 향(Flavor), 부서지는 정도(Brittleness), 촉촉한 정도(Moistness) 및 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서 높은 기호도를 나타내었다.

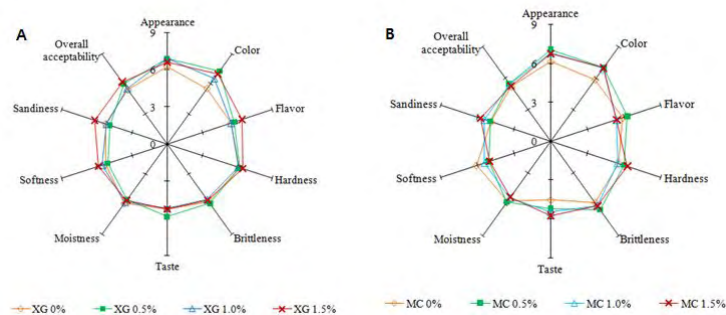


Fig. 13. QDA scores of sensory characteristics of rice cookie added with Xanthan gum(A) and Methyl cellulose(B).

(2) 유화제류 첨가가 쿠키에 미치는 영향

(가) 쿠키의 수분함량

유화제를 첨가한 쿠키의 수분함량측정 결과는 Table 21에 나타내었다. SSL과 SE 첨가 쿠키의 수분함량은 3%에서 유의적으로 낮았다.

Table 21. Moisture content of rice cookie dough added with emulsifiers

	Emulsifiers	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	3	6	9
Moisture content	SSL	3.24±0.07 a	2.53±0.03 d	3.01±0.02 b	2.83±0.03 c
	SE	3.24±0.07 a	2.29±0.03 c	3.15±0.08 ab	3.07±0.04 b

¹⁾Emulsifiers were added in 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

(나) 쿠키의 밀도

쿠키의 밀도측정 결과는 Table 22에 나타내었다. SSL 첨가 쿠키의 밀도는 대조군이 가장 높고 6% 첨가군이 유의적으로 낮았으며 SE 첨가 쿠키의 밀도는 첨가수준의 증가에 따라 유의적으로 감소하였다.

Table 22. Density of rice cookie added with emulsifiers

	Emulsifiers	Addition amount (%) ¹⁾			
		0 %	3 %	6 %	9 %
Density	SSL	0.97±0.02 a	0.92 ± 0.02 b	0.87 ± 0.02 c	0.92 ± 0.02 b
	SE	0.97±0.02 a	0.88±0.03 b	0.84±0.02 c	0.81±0.01 c

¹⁾Emulsifiers were added in 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

(다) 쿠키의 퍼짐성

쿠키의 퍼짐성을 측정한 결과는 Table 23에 나타내었다. SSL 첨가 쿠키의 퍼짐성은 첨가비율의 증가에 따라 유의적으로 감소하였으며 SE 첨가 쿠키는 반대로 첨가비율의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다.

Table 23. Spreadability of rice cookie added with emulsifiers

	Emulsifiers	Addition amount (%) ¹⁾			
		0 %	3 %	6 %	9 %
Spreadability	SSL	0.327±0.01 a	0.314±0.01 ab	0.300±0.00 b	0.304±0.01 b
	SE	0.327±0.01 c	0.346±0.01 b	0.377±0.01 a	0.366±0.01 a

¹⁾Emulsifiers were added in 3, 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

(라) 쿠키의 색도

유화제를 첨가한 쿠키의 윗부분(Top)과 바닥부분(Bottom)의 색도를 측정한 결과는 Table 24에 나타내었다. SSL 첨가 쿠키의 윗부분의 L 값은 첨가비율에 따라 유의적인 차이가 없었으며 a 값은 감소하고 b 값은 증가하였다.

Table 24. Color values of rice cookie added with emulsifiers

Emulsifiers	Color	Addition amount (%) ¹⁾				
		0	3	6	9	
SSL	Top	L	78.3±1.0 a	79.6±0.6 a	80.4±0.6 a	78.6±2.0 a
		a	7.0±2.1 a	2.2±0.4 b	2.5±0.3 b	4.3±1.8 b
		b	26.6±0.5 b	29.9±0.9 a	29.0±0.6 a	29.4±1.9 a
	Bottom	L	67.1±3.5 a	67.1±0.5 a	66.8±1.5 a	67.4±1.5 a
		a	12.9±0.7 a	12.6±0.4 a	12.5±0.7 a	11.0±1.0 b
		b	32.7±0.5 c	35.4±0.8 a	34.3±0.4 b	33.2±0.3 c
SE	Top	L	78.3±1.0 c	80.4±0.5 ab	80.5±0.3 a	79.0±1.0 bc
		a	7.0±2.1 a	2.6±0.4 bc	1.8±0.5 c	4.2±0.5 b
		b	26.6±0.5 c	30.8±0.8 a	28.5±0.7 b	29.0±0.2 b
	Bottom	L	67.1±3.5 a	64.2±4.2 a	67.1±1.2 a	68.5±2.1 a
		a	12.9±0.7 a	12.4±3.6 a	10.2±1.1 a	12.0±1.2 a
		b	32.7±0.5 a	34.8±2.2 a	34.3±1.4 a	34.1±0.7 a

¹⁾Emulsifiers were added in 3. 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

(마) 쿠키의 Hardness

쿠키의 hardness는 Table 24과 같은 TA 측정조건으로 실시하였으며, 결과는 Table 25와 Fig. 14에 나타내었다. SSL 첨가 쿠키의 경도는 3% 첨가군에서 가장 낮은 경도를 보였으며 9% 첨가에서 쿠키의 경도가 가장 높게 나타남. SE 첨가 쿠키의 경도 측정결과 3% 첨가쿠키에서 가장 낮은 값을 보였다.

Table 25. Hardness of rice cookie added with emulsifiers

Addition amount (%) ¹⁾	Hardness	
	SSL	SE
0	867.1±147.5 b	867.1±147.5 a
3	411.9±82.8 c	327.6±70.8 c
6	862.1±214.3 b	417.9±95.3 b
9	1335.9±217.0 a	350.9±62.4 bc

¹⁾Emulsifiers were added in 3. 6 and 9 % on the basis of rice flour weight.

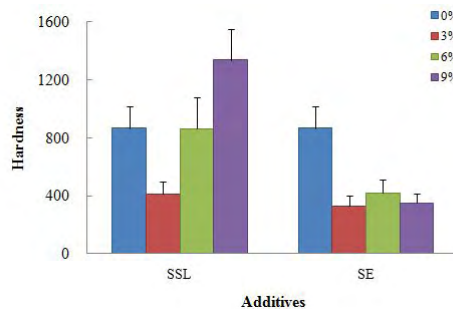


Fig. 14. Hardness of cookie dough on wet-milled rice flour added with odium stearoyl lactylate(SSL) and Sucrose ester of fatty acids(SE).

(바) 쿠키의 관능검사

쿠키의 관능검사는 9점 척도묘사법으로 실시하여 Fig. 15에 나타내었다. SSL 첨가 쿠키의 관능검사 결과 외관, 향, 단단한정도, 부스러지는 정도에서 6% 첨가군이 높게 평가되었으며, 맛, 촉촉한 정도, 목넘김의 부드러움, 삼킨 후 입자의 남음의 평가에서 3% 첨가군이 높은 기호

도를 보임. 9% 첨가군 쿠키의 관능검사 결과는 전반적으로 낮게 평가됨. SE 첨가 쿠키의 경우 촉촉한 정도, 목넘김의 부드러움에서 3% 첨가군이 높은 기호도를 보임. 삼킨 후 입자의 남음에 대한 평가는 SE 9%첨가에서 높은 기호도를 보였다.

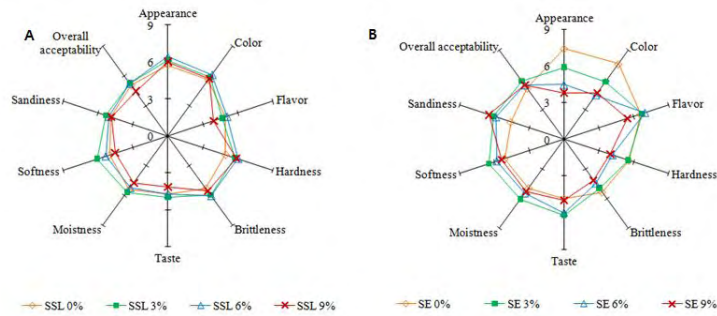


Fig. 15. QDA scores of sensory characteristics of rice cookie added with sodium stearoyl lactylate(SSL)(A) and sucrose ester of fatty acids(SE)(B).

(사) 쿠키의 사진

유화제인 SSL과 SE를 첨가한 쿠키의 사진은 Fig. 16과 같다. SSL과 SE의 첨가비율이 증가함에 따라 표면의 균열이 많아지는 경향이있으며 특히 SE의 첨가가 균열이 심하였다. SE를 9% 첨가한 쿠키의 외형은 특히 퍼짐성이 커진 것을 사진에서도 확인 할 수 있다.

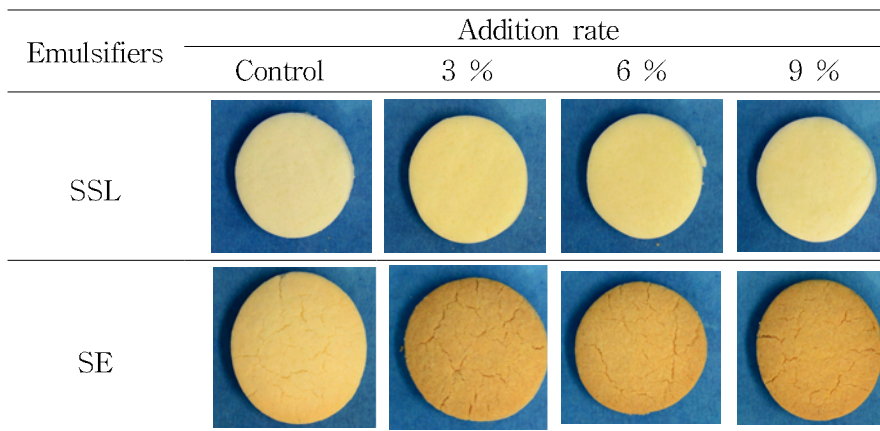


Fig. 16. Photos of rice cookie added with Sodium stearoyl lactylate(SSL) and Sucrose ester of fatty acids(SE).

(3) 전분류 첨가가 쿠키에 미치는 영향

(가) 쿠키의 수분함량

전분을 첨가한 쿠키의 수분함량 결과는 Table 26에 나타내었다. 전분의 첨가는 알파 찰옥수수 전분(α -Waxy corn starch)을 제외하고 쿠키의 수분함량 결과에서 유의적인 차이를 나타내었다. 타피오카 전분(Tapioca starch)의 첨가는 쿠키의 수분함량을 낮추었으며 5% 첨가에서 가장 낮은 수분함량이었고 타피오카 변성전분(Tapioca modified starch)의 첨가도 마찬가지로 5% 첨가군에서 가장 낮은 수분함량을 보였다. 반면 옥수수전분(Corn starch) 첨가 쿠키는 15% 첨가군에서 유의적으로 가장 높은 수분함량을 보였다.

Table 26. Moisture contents of rice cookie added with starches

	Starches	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
Moisture content	Tapioca starch	3.24±0.07 a	2.40±0.09 c	2.71±0.35 bc	2.85±0.14 b
	Tapioca modified starch	3.24±0.07 a	1.92±0.02 c	2.67±0.02 b	2.73±0.02 b
	Corn starch	3.24±0.07 b	3.19±0.05 b	2.63±0.05 c	3.42±0.09 a
	α-Waxy corn starch	3.24±0.07 a	3.11±0.01 a	3.12±0.04 a	3.13±0.28 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

(나) 쿠키의 밀도

전분을 첨가한 쿠키의 밀도(Density) 측정결과는 Table 27에 나타내었다. 전분을 첨가한 쿠키의 밀도는 전반적으로 무첨가군 쿠키의 밀도가 유의적으로 높았으며 전분을 첨가한 쿠키의 경우 밀도가 낮아지는 경향을 보였다.

Table 27. Density of rice cookie added with starch

	Starches	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
Density	Tapioca starch	0.97±0.02 a	0.90±0.04 b	0.90±0.03 b	0.94±0.04 ab
	Tapioca modified starch	0.97±0.02 a	0.90±0.05 b	0.88±0.02 b	0.85±0.00 b
	Corn starch	0.97±0.02 a	0.92±0.02 b	0.91±0.02 b	0.96±0.03 ab
	α-Waxy corn starch	0.97±0.02 a	0.94±0.03 ab	0.89±0.04 b	0.96±0.04 a

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

(다) 쿠키의 퍼짐성

전분을 첨가한 쿠키의 퍼짐성(Spreadability)은 Table 28에서와 같이 무첨가군에 비해 전분 첨가군에서 유의적으로 낮은 값을 보였다.

Table 28. Spreadability of rice cookie added with starch

Item	Starches	Addition amount (%) ¹⁾			
		0	5	10	15
Spreadability	Tapioca starch	0.327±0.01 a	0.326±0.02 a	0.319±0.01 a	0.334±0.02 a
	Tapioca modified starch	0.327±0.01 a	0.305±0.01 b	0.297±0.01 b	0.305±0.00 b
	Corn starch	0.327±0.01 a	0.290±0.01 b	0.288±0.00 b	0.292±0.01 b
	α-Waxy corn starch	0.327±0.01 a	0.294±0.01 b	0.288±0.01 b	0.263±0.00 c

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

(라) 쿠키의 색도

전분첨가 쿠키의 윗부분과 바닥부분의 색도측정 결과는 Table 29에 나타내었다. 전분 첨가 쿠키의 명도인 L 값을 비교한 결과 타피오카 전분(Tapioca starch), 알파찰옥수수전분(α-waxy corn starch)의 첨가에 따른 유의적인 차이는 없었으며 타피오카 변성전분(Tapioca modified starch), 옥수수전분(Corn starch)의 첨가는 L 값에서 증가하는 경향이였다. 황색도인 b 값은 모든 전분류가 5, 10% 첨가군에서 유의적으로 높은 값을 보였다.

Table 29. Color value of rice cookie added with starch

Starches	Color value	Addition amount (%) ¹⁾				
		0	5	10	15	
Tapioca starch	Top	L	78.3±1.0a	77.8±0.5a	79.1±1.1a	78.9±0.6a
		a	7.0±2.1a	5.7±0.4a	2.7±0.6b	5.8±1.4a
		b	26.6±0.5b	29.4±1.2a	29.5±0.6a	27.5±0.4b
	Bottom	L	67.1±3.5a	64.6±2.6a	65.2±2.3a	69.1±0.5a
		a	12.9±0.7a	13.6±1.1a	12.7±1.3a	13.0±1.3a
		b	32.7±0.5ab	33.7±0.7a	33.8±1.0a	31.1±1.7b
Tapioca modified starch	Top	L	78.3±1.0b	78.2±0.6b	80.4±0.5a	81.0±0.5a
		a	7.0±2.1a	4.4±0.1b	2.3±0.3c	2.0±0.2c
		b	26.6±0.5c	31.7±0.7a	29.1±0.1b	28.6±0.4b
	Bottom	L	67.1±3.5a	63.0±3.1a	68.0±1.2a	67.3±1.8a
		a	12.9±0.7a	13.9±1.6a	11.8±0.8a	12.0±1.1a
		b	32.7±0.5b	35.3±0.2a	34.8±0.9a	35.0±0.6a
Corn starch	Top	L	78.3±1.0b	78.9±0.1b	80.2±0.2a	80.3±0.2a
		a	7.0±2.1a	3.2±0.1b	2.2±0.2b	1.6±0.4b
		b	26.6±0.5c	30.5±0.4a	31.0±0.4a	27.7±0.9b
	Bottom	L	67.1±3.5ab	64.5±1.5a	69.9±1.2b	64.5±1.5b
		a	12.9±0.7a	13.6±0.9a	10.7±0.9a	13.6±0.9b
		b	32.7±0.5c	34.8±0.4a	36.5±0.2b	34.8±0.4b
α-Waxy corn starch	Top	L	78.3±1.0a	79.4±0.4a	79.6±0.6a	79.9±0.4a
		a	7.0±2.1a	2.6±0.3a	2.2±0.2a	2.1±0.2a
		b	26.6±0.5c	29.1±0.4a	29.1±0.2a	27.9±0.2b
	Bottom	L	67.1±3.5a	68.4±0.9a	71.0±2.2a	70.7±1.8a
		a	12.9±0.7a	10.8±0.4a	9.1±2.2a	9.5±1.1a
		b	32.7±0.5b	34.7±1.3a	33.9±0.9ab	33.0±0.9ab

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

(마) 쿠키의 Hardness

쿠키의 hardness는 Table 16과 같은 반죽의 TA 측정조건과 동일하게 하였으며, 측정결과는 Table 30과 Fig. 17에 나타내었다. 경도측정 결과 옥수수전분(Corn starch), 알파찰옥수수전분(α-waxy corn starch), 타피오카전분(Tapioca starch)을 10% 첨가한 쿠키에서 유의적으로 높은 값을 보였다. 타피오카 변성전분(Tapioca modified starch)의 첨가는 무첨가군 쿠키에 비해 경도를 유의적으로 낮추었다.

Table 30. Hardness of rice cookie added with starch

Starches	Addition amount (%) ¹⁾			
	0	5	10	15
Corn starch	867.1±147.5 bc	804.1±246.2 c	1220.5±198.8 a	1050.3±212.5 ab
α-waxy corn starch	867.1±147.5 b	883.0±195.5 b	1085.6±301.8 a	879.1±132.3 b
Tapioca starch	867.1±147.5 a	678.5±149.5 b	843.4±158.6 a	682.3±133.4 b
Tapioca modified starch	867.1±147.5 a	560.4±130.8 b	632.0±123.2 b	546.7±104.4 b

¹⁾Starches were added in 5, 10 and 15 % substituted for rice flour.

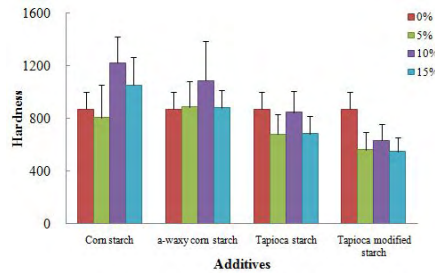


Fig. 17. Hardness of cookie dough on wet-milled rice flour added with corn starch, α-waxy corn starch, tapioca starch and tapioca modified starch.

(바) 쿠키의 관능검사

쿠키의 관능검사 결과는 Fig. 18과 Fig. 19에 나타내었다. Corn starch를 첨가한 쿠키의 경우 15% 첨가군에서 단단한 정도(Hardness), 부서러지는 정도(Brittleness), 맛(Taste), 촉촉한 정도(Moistness) 및 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서 높은 기호도를 보였다. 알파찰옥수수전분의 첨가는 관능검사에서 첨가비율에 따른 큰 차이를 보이지 않았다.

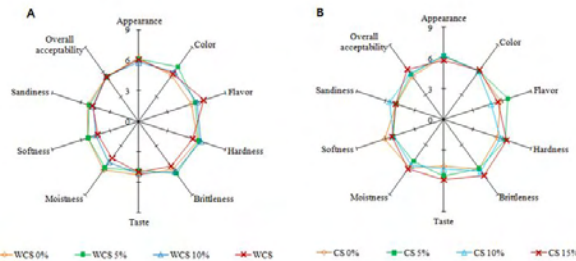


Fig. 18. QDA scores of sensory characteristics on rice cookie added with tapioca starch (A) and tapioca modified starch.

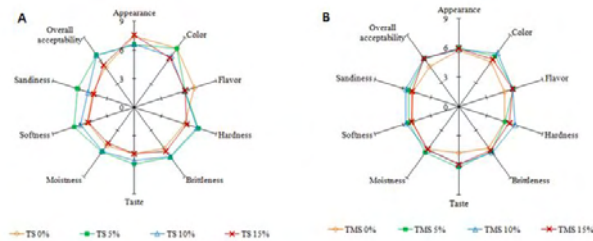


Fig. 19. QDA scores of sensory characteristics on rice cookie added with corn starch(A) and α-waxy corn starch(B).

(사) 쿠키의 사진

전분첨가 쿠키의 모습은 사진 Fig. 20과 같다. 전분의 첨가는 쿠키의 외형에 전반적으로 큰 영향을 미치지 않았으나 타피오카 변성전분을 15% 첨가한 쿠키에서 표면에 균열이 많이 형성되어 있음을 확인하였다.

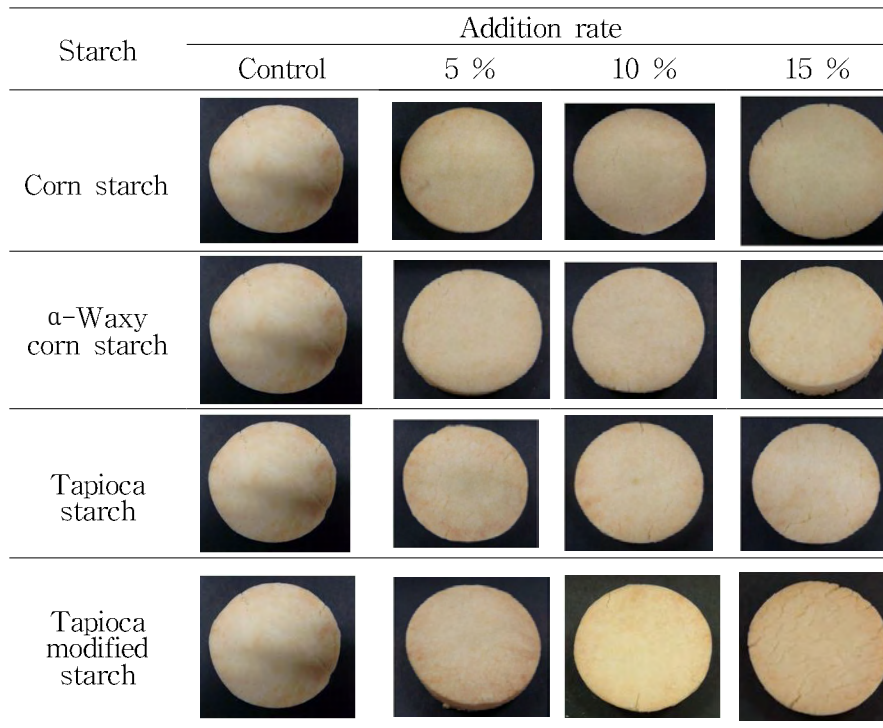


Fig. 20. Photos of rice cookie added with Starches.

6. 결론

현재 쌀로 만든 제빵제과류가 적은 실정이지만 지속적인 쌀 반죽특성의 개선 연구를 진행하여 쌀로 만든 다양한 제품을 국민들에게 제공하여 밀단백 알러지개선과 쌀소비량 증가에 기여할 수 있을 것이다. 본 연구팀의 쌀가루 호화특성 및 쌀 반죽특성 개선 연구는 기초적이지만 앞으로의 쌀제품 산업화에 매우 중요한 역할을 할 수있는 분야로 지금까지 수행해온 연구결과를 바탕으로 쌀가루에 첨가할 첨가제로 사용한 검류, 유화제류, 전분 및 변성전분의 적정 혼합비 선정 및 새로 개발된 효소쌀가루에의 적용시도를 통하여 다양한 쌀제품특성 연구를 진행하고자 한다.

2 절 2차년도: 쌀쿠키 제품의 물성증진

1. 쌀가루 종류에 따른 반죽 및 쌀쿠키의 품질특성

가. 실험 재료 및 기기

1절과 같다.

나. 실험 방법

(1) 쌀쿠키의 제조

습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루의 쌀 쿠키 배합비는 Table 31에 나타낸 바와 같으며, 쌀쿠키 제조과정은 Fig. 11과 같다. 쿠키제조에는 1~10단까지 속도를 조절할 수 있는

Mixer(5KPM50, Kitchenaid Co., Ltd., Goyang, Korea)를 사용하였다. 먼저 쇼트닝을 1500 kw의 전자레인지에서 약 20 초간 돌린 후 Mixing bowl에 넣고 저속(1단)으로 30초가량 풀어준 후 여기에 설탕을 넣고 저속(1단)에서 1분, 중속(4단)에서 1분, 고속(8단)에서 1분을 돌려 설탕을 쇼트닝에 녹였다. Mini mixer로 전란액을 풀어 bowl에 2~3회 나누어 첨가한 후 중속(4단)에서 1분, 고속(8단)에서 2분간 혼합하여 크림화 하였다. 소금 1%를 용해시킨 배합수를 4~5회 나누어 천천히 첨가시키면서 저속(1~2단)에서 혼합하였으며 배합수를 모두 첨가한 후 중속(6단)에서 2분간 혼합하여 크림을 완성하였다. 쌀가루를 첨가한 후 저속 1단에서 30초간 크림과 가루를 혼합하고 2단에서 30초간 혼합하여 쿠키반죽을 완성하였다. 이때 Mixer의 속도를 변화시킬 때마다 작동을 멈추고 Scraper로 Mixing bowl 벽면에 묻어있는 원료를 긁어내어 원료의 혼합을 균일화하였다. 완성된 쿠키반죽을 랩으로 싼 후 상온에서 30분 동안 휴지시켜 반죽의 품질특성을 측정하였다. 밀대를 사용하여 10 mm의 두께로 반죽을 편 후 직경 36 mm의 원통형 쿠키커터로 반죽을 성형하여 윗불 190℃와 아랫불 150℃의 오븐(HYMPO-104, Hanyoung Co., Hanam, Korea)에서 15분 동안 구웠다. 구워진 쿠키는 30분 동안 상온에서 방냉하였다.

Table 31. Formula for rice flour cookie

Ingredients	Ratio ¹⁾ (%)		
	Nonglutinous rice flour	Enzymatic rice flour	Pregelatinized rice flour
Rice flour	100	100	100
Shortening	32	32	46
Sugar	30	30	30
Whole egg liquids	19	15	27
Water	19	15	27
Salt	1	1	1

¹⁾bsae of rice flour 100g.

(2) 실험방법

1절과 같다.

다. 연구결과

(1) 쌀가루 종류에 따른 이화학적 특성비교

(가) 일반성분

습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루의 일반성분 측정결과는 Table 32과 같다.

습식제분법으로 제조한 습식쌀가루의 수분함량은 14.05%, 효소쌀가루는 11.48%, 호화쌀가루는 7.22%로 나타났다. 이러한 쌀가루들의 수분함량의 차이는 쌀가루의 제조과정에 기인한 것으로 판단된다. 실험에 사용한 습식쌀가루를 호화시킨 호화쌀가루의 수분함량이 습식쌀가루에 비해 약 7% 가량 감소한 것은 드럼건조 공정 중 호화한 쌀가루 슬러리가 건조되는 과정에서 수분 증발에 의한 것으로 사료된다(68). 조단백질함량은 습식쌀가루와 효소쌀가루가 각각 6.80 및 6.81%로 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 호화쌀가루는 7.41%로 유의적으로 높게 나타났다. 조회분함량은 습식쌀가루는 0.61%로 세 가지 쌀가루 중 가장 높은 조회분함량을 나타내었

으며, 효소쌀가루는 0.59%, 호화쌀가루가 0.54%를 나타내었다. 조지방함량 또한 습식쌀가루가 0.34% 로 가장 높았고 효소쌀가루가 0.27%, 호화쌀가루는 0.22%를 나타내었다.

Table 32. Compositional analysis of rice flours

Rice flour type	Compositional analysis (%)			
	Moisture content	Crude protein	Crude ash	Crude lipid
RF ¹⁾	14.05±0.08 ^{a2)}	6.80±0.01 ^b	0.61±0.04 ^a	0.34±0.01 ^a
ERF	11.48±0.09 ^b	6.81±0.01 ^b	0.59±0.08 ^{ab}	0.27±0.01 ^b
PRF	7.22±0.07 ^c	7.41±0.01 ^a	0.54±0.02 ^b	0.22±0.01 ^c

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(나) 색도

습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루의 색도를 측정 한 결과는 Table 33과 같다. 습식쌀가루가 94.8의 높은 L 값을, 호화쌀가루가 88.4의 낮은 L 값을 나타내었으며, 쌀가루의 황색도인 b 값은 호화쌀가루가 유의적으로 가장 높았다. 즉, 호화된 쌀가루는 명도는 낮아지고 황색도는 증가함을 확인하였다. Kum 등(71)의 압출성형 및 드럼건조로 제조한 변성전분이 생전분에 비해 L값이 감소함을 보인 결과와 유사하였다.

Table 33. Color value of rice flour

Color value	Rice flour type		
	RF ¹⁾	ERF	PRF
L	94.8±0.1 ^{a2)}	94.2±0.1 ^b	88.4±0.0 ^c
a	-0.5±0.1 ^b	-0.4±0.1 ^b	0.1±0.0 ^a
b	10.9±0.6 ^b	11.5±0.1 ^b	17.7±0.0 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(다) 호화특성

습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루와 첨가제 혼합물의 호화특성은 신속점도측정기(Rapid visco-analyser)를 이용하여 측정하였으며 결과는 Table 34와 같다. 쌀가루의 최고점도(Peak viscosity), 최저점도(Trough viscosity), 최종점도(Final viscosity), Breakdown값, Setback값, Peak time 등으로 나타내었다.

세 종류의 쌀가루 모두 호화점도의 변화가 각각 서로 다른 경향을 보였다. 효소쌀가루의 최고 점도는 285.0로 멥쌀가루의 251.9, 호화쌀가루의 218.6보다 높은 값을 가졌다. 효소쌀가루는 cellulase를 처리한 쌀가루로 쌀의 전분립은 배유세포벽과 불용성 단백질 망에 의해 싸여있는데 cellulose, hemicellulose와 단백질등으로 구성되어 있는 배유세포벽은 쌀전분의 팽윤을 억제한다고 알려져있다(85). 호화쌀가루의 낮은 최고점도는 변성된 전호화전분의 성질과 관련있다. 전분의 호화는 충분한 물의 존재 하에 호화개시온도 이상의 온도로 가열될 때 전분입자 내 분자의 규칙적인 배열의 붕괴를 일컫는데, 이러한 전분입자 내 규칙적인 분자 배열의 붕괴현상은 비가역적인 입자의 팽윤, 복굴절의 손실, 결정부분의 손실, 점도발달 및 전분의 가용화 등에 의해 설명될 수 있다(76). 호화쌀가루는 전호화 과정에 의해 전분 내 결정구조가 일부 손상된 전분으로 다공성구조를 갖는다(68). 이러한 결정구조의 파괴에 의해 팽윤력이 감소되어 최고점도

가 감소한 것으로 사료된다. 쌀가루 현탁액을 95℃에서 유지 시 쌀가루 전분의 붕괴정도를 나타내는 Breakdown값은 효소쌀가루와 멍쌀가루가 각각 78.2, 81.3으로 호화쌀가루보다 낮은 점도 붕괴양상을 보였다. 쌀가루의 Setback값은 효소쌀가루가 가장 높았으며 호화쌀가루는 -95.7의 값을 나타내었다. 최고점도가 나타나는 시점인 Peak time은 호화쌀가루가 2.1로 나타나 멍쌀가루와 효소쌀가루보다 호화진행이 빠른 것으로 나타났다. 전분입자의 호화 특성은 온도, 수분함량, 전분입자의 고유특성에 의해 특징지어진다(70).

Table 34. Pasting properties of various rice flours by rapid visco-analyser

Rice flour type	Viscosity (RVU)					Peak time (min)
	Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback	
RF ¹⁾	251.9±1.2 ^{b2)}	170.6±9.1 ^b	81.3±8.4 ^b	305.2±13.2 ^b	53.3±12.2 ^b	6.7±0.1 ^a
ERF	285.0±0.6 ^a	206.8±7.3 ^a	78.2±6.7 ^b	372.5±4.5 ^a	87.5±3.8 ^a	6.7±0.1 ^a
PRF	218.6±11.7 ^c	53.8±2.7 ^c	164.9±14.2 ^a	122.9±2.3 ^c	-95.7±14.0 ^c	2.1±0.0 ^b

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content. ²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(2) 쌀가루 종류에 따른 반죽특성

습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루로 제조한 쌀쿠키 반죽의 특성을 Table 35에 나타내었다. 반죽의 수분함량을 비교한 결과 호화쌀가루로 제조한 반죽이 22.3으로 가장 높은 수분함량을 가졌고 효소쌀가루 반죽은 18.2로 가장 낮았다. 이러한 반죽의 수분함량 차이는 호화쌀가루 쿠키의 배합수 및 전란액 사용량이 각각 27%로 습식쌀 및 효소쌀 쿠키에 비해 높기 때문으로 사료된다. 반죽의 밀도가 1.06으로 가장 높은 습식쌀가루 반죽은 반죽의 경도값에서도 가장 높게 나타났다. 호화쌀가루 반죽은 밀도가 1.03으로 가장 낮게 나타났는데, 이는 호화쌀가루가 드립건조공정에 의하여 다공성 구조(porous structure)를 갖기 때문에 반죽에서도 밀도가 낮은 것으로 보인다(68). 호화쌀가루 반죽의 경도 또한 세 종류의 쌀가루 중에서 가장 낮은 값을 나타내어 이는 높은 수분함량과 낮은 밀도에 의한 것으로 사료된다.

Table 35. Properties of rice cookie dough made of various rice flour

Dough Properties	Rice flour type		
	RF ¹⁾	ERF	PRF
Moisture content (%)	21.0±0.1 ^{b2)}	18.2±0.1 ^c	22.3±0.1 ^a
Density (g/mL)	1.06±0.01 ^a	1.04±0.04 ^{ab}	1.03±0.01 ^b
Hardness (g)	211.9±10.5 ^a	185.3±9.8 ^b	150.5±7.5 ^c

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(3) 쌀가루 종류에 따른 쌀쿠키 제품특성

(가) 쌀쿠키 제품의 특성

습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루로 제조한 쌀쿠키의 특성을 Table 36에 나타내었다. 쿠키의 수분함량은 습식쌀쿠키가 5.7%로 가장 높았으며 효소쌀 쿠키가 4.1%로 가장 낮게 나타났다. 쿠키 밀도는 습식쌀가루 쿠키와 효소쌀가루 쿠키가 각각 0.67, 0.68로 유의적인 차이가 없는 반면 호화쌀가루는 0.61로 다른 쌀가루보다 낮은 쿠키 밀도를 보였으며 이는 호화쌀 쿠키

반죽의 밀도에서도 가장 낮은 값을 보인 것과 동일한 경향이였다. 쿠키의 퍼짐성은 세 종류의 쌀가루 간에 유의적인 차이가 없었으며, 쿠키의 경도는 습식쌀가루가 1654.8로 가장 높았고 호화쌀가루가 922.8로 가장 낮은 쿠키의 경도를 나타내었다.

Table 36. Properties of rice cookies made of various rice flour

Cookie properties	Rice flour		
	RF ¹⁾	ERF	PRF
Moisture content (%)	5.7±0.2 ^{a2)}	4.1±0.2 ^c	4.4±0.1 ^b
Bulk density (g/mL)	0.67±0.01 ^a	0.68±0.01 ^a	0.61±0.01 ^b
Spreadability	2.95±0.15 ^a	2.85±0.15 ^a	2.94±0.07 ^a
Hardness (g)	1654.8±142.9 ^a	1203.0±95.0 ^b	922.8±78.1 ^c

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is pregelatinized rice flour. ²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(나) 쌀쿠키의 사진

일반미 습식쌀가루, 효소처리 쌀가루 및 호화쌀가루로 제조한 반죽의 모습을 비교한 사진은 Fig. 21와 같다.

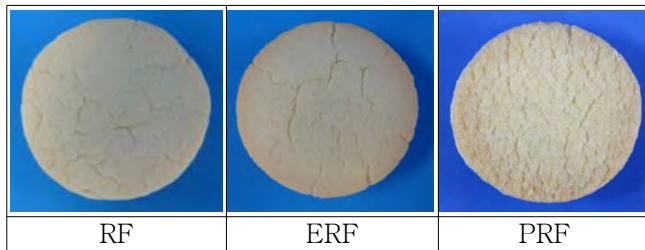


Fig. 21. Photos of cookie made of various rice flour.
RF; wet-milled rice flour, ERF; enzymatic rice flour, PRF; pregelatinized rice flour.

2. 쌀쿠키의 조직감에 미치는 첨가제의 영향

가. 실험 재료 및 기기

2절 1항과 같으며, 실험에 사용한 전분은 네 가지로 Tapioca starch와 Waxy Corn starch는 (주)삼양제넥스(Samyang Genex Co., Seoul, Korea)에서 구입하였으며, 변성전분(Modified starch)인 Tapioca phosphate distarch는 (주)한국마쯔다니(Matsutani Co., Ltd., Seongnam, Korea), α-Waxy corn starch는 (주)대상(Daesang Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 구입하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 식품용 유화제는 Sodium stearyl lactylate(SSL)는 (주)일신유화(Ilshin Co., Ltd., Seoul, Korea), Sugar ester(SE)는 (주)미쯔비시(Mitsubishi chemical Co., Ltd., Japan), Diacetyl tartaric(acid) ester of monoglyceride(DATEM)은 (주)Zhengzhou Honest Food(Zhengzhou honest food Co., Ltd., Zhengzhou, China)에서 구입하여 실험에 사용하였다.

나. 실험 방법

1절 2항과 같으며, 실험에 사용한 전분은 생전분인 타피오카전분(TS)과 찰옥수수전분(WCS), 그리고 이 전분을 각각 화학적 변성(chemical modification) 및 물리적 변성(physical modification)시킨 타피오카인산이전분(TPS)과 찰옥수수알파전분(α-WCS)이며 이 전분들은 쌀

가루 중량 대비 5, 10 및 15%씩 멥쌀가루, 효소쌀가루, 호화쌀가루에 각각 대체하여 Table 1에 나타난 습식쌀가루, 효소쌀가루 및 호화쌀가루의 쌀 쿠키 배합비대로 쿠키를 제조하였다. 이후의 쌀쿠키의 제조방법은 Fig. 1의 순서대로 1장에서와 동일한 방법으로 수행하였다.

다. 연구 결과

(1) 전분류의 첨가가 쌀쿠키의 조직감에 미치는 영향

(가) 전분류의 첨가에 따른 반죽특성의 변화

① 수분함량

전분을 첨가한 쌀쿠키 반죽의 수분함량을 측정한 결과는 Table 37에 나타내었다. 타피오카 전분을 첨가한 습식쌀 쿠키 반죽의 수분함량은 감소하였으나 효소쌀 및 호화쌀쿠키 반죽은 타피오카전분에 의한 수분함량 차이를 보이지 않거나 일정한 경향을 나타내지 않았다. 타피오카 인산이전분을 첨가한 경우 습식쌀 및 효소쌀 쿠키 반죽의 수분함량은 유의적으로 증가하였으나 호화쌀 쿠키 반죽에서는 유의적인 차이가 없었다. 찹옥수수전분을 첨가한 습식쌀 쿠키 반죽의 수분함량은 15% 첨가군에서 유의적으로 감소하였으며 효소쌀 쿠키 반죽도 찹옥수수전분 첨가에 의해 수분함량은 감소하였다.

Table 37. Moisture contents of rice cookie dough made of various rice flours added with starches (unit,%)

Rice flour type	Starches	Addition rate (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS ²⁾	21.57±0.41 ^{a3)}	21.45±0.06 ^{ab}	21.05±0.33 ^b	21.06±0.09 ^b
	TPS	21.47±0.13 ^b	21.68±0.12 ^{ab}	21.69±0.11 ^{ab}	21.74±0.12 ^a
	WCS	21.74±0.09 ^a	21.82±0.04 ^a	21.82±0.19 ^a	21.42±0.09 ^b
	α-WCS	21.16±0.26 ^a	21.28±0.26 ^a	21.07±0.25 ^a	21.12±0.21 ^a
ERF	TS	18.17±0.09 ^a	18.11±0.06 ^b	18.22±0.18 ^a	18.24±0.10 ^a
	TPS	18.11±0.06 ^b	18.11±0.06 ^{ab}	18.12±0.21 ^{ab}	18.29±0.02 ^a
	WCS	18.37±0.05 ^a	18.20±0.07 ^{ab}	18.18±0.09 ^b	18.14±0.15 ^b
	α-WCS	18.19±0.16 ^b	18.82±0.07 ^a	17.93±0.09 ^c	18.30±0.07 ^b
PRF	TS	22.25±0.43 ^a	22.13±0.76 ^a	22.00±0.34 ^a	22.22±0.22 ^a
	TPS	22.17±0.33 ^a	22.29±0.57 ^a	21.96±0.40 ^a	22.02±0.17 ^a
	WCS	21.76±0.59 ^a	22.36±0.67 ^a	22.15±0.20 ^a	22.16±0.48 ^a
	α-WCS	22.06±0.43 ^a	22.02±0.25 ^a	22.26±0.12 ^a	22.25±0.17 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

쌀쿠키 반죽의 색도인 L, a, b값을 측정한 결과는 Table 38에 나타내었다. 타피오카전분을 첨가한 쿠키 반죽의 명도인 L 값은 증가하는 경향을 보였으며, 이는 습식쌀, 효소쌀 및 호화쌀 쿠키 반죽에서 동일한 경향을 보였다. 또한 찹옥수수 알파전분을 첨가한 쿠키 반죽은 습식쌀, 효소쌀 및 호화쌀 쿠키 반죽에서 L값은 감소하고 a값은 증가하였다.

Table 38. Color value of rice cookie dough made of different rice flours added with starches

Color value	Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
			0	5	10	15
L	RF ¹⁾	TS ²⁾	81.7±0.8 ^{b3)}	83.5±0.7 ^a	83.3±0.4 ^a	83.3±0.4 ^a
		TPS	83.2±0.3 ^{ab}	83.6±0.6 ^{ab}	84.1±0.4 ^a	83.1±0.4 ^b
		WCS	82.2±0.3 ^c	83.5±0.5 ^{ab}	83.9±0.2 ^a	83.2±0.2 ^b
		α-WCS	82.7±0.4 ^a	80.8±0.3 ^b	79.0±0.4 ^c	77.0±0.5 ^d
	ERF	TS	85.4±0.0 ^b	85.9±0.2 ^{ab}	85.4±0.5 ^b	86.1±0.2 ^a
		TPS	85.1±0.4 ^c	85.5±0.5 ^b	84.9±0.8 ^d	86.5±0.3 ^a
		WCS	84.5±0.2 ^b	84.6±0.1 ^b	84.7±0.3 ^{ab}	85.2±0.4 ^a
		α-WCS	85.0±0.6 ^a	84.6±0.7 ^{ab}	83.5±0.7 ^{bc}	82.3±0.6 ^c
	PRF	TS	78.0±0.3 ^b	77.9±0.1 ^b	77.0±0.2 ^c	78.4±0.2 ^a
		TPS	80.4±0.4 ^b	80.8±0.2 ^{ab}	81.0±0.4 ^a	81.3±0.4 ^a
		WCS	80.0±0.3 ^b	81.2±0.2 ^a	79.7±0.6 ^b	80.2±0.2 ^b
		α-WCS	81.2±0.4 ^a	80.9±0.4 ^{ab}	80.2±0.3 ^{bc}	79.8±0.3 ^c
a	RF	TS	0.0±0.1 ^{ab}	-0.2±0.2 ^b	0.3±0.1 ^a	0.2±0.2 ^a
		TPS	-0.5±0.1 ^a	-0.6±0.1 ^a	-0.8±0.1 ^a	-0.6±0.2 ^a
		WCS	-0.9±0.1 ^a	-0.7±0.2 ^a	-0.7±0.1 ^a	-0.8±0.1 ^a
		α-WCS	-1.5±0.1 ^b	-0.6±0.1 ^a	-0.5±0.0 ^a	-0.6±0.0 ^a
	ERF	TS	0.0±0.1 ^a	-0.1±0.2 ^a	0.0±0.2 ^a	0.0±0.2 ^a
		TPS	-0.7±0.1 ^a	-0.6±0.1 ^a	-0.8±0.2 ^a	-0.8±0.1 ^a
		WCS	-0.6±0.1 ^a	-0.6±0.2 ^a	-0.3±0.4 ^a	-0.6±0.1 ^a
		α-WCS	-0.2±0.1 ^a	-0.1±0.1 ^a	-0.2±0.1 ^a	-0.1±0.0 ^a
	PRF	TS	1.4±0.1 ^a	1.4±0.1 ^a	1.5±0.0 ^a	1.2±0.0 ^b
		TPS	1.4±0.1 ^a	1.2±0.1 ^b	1.0±0.1 ^c	0.8±0.0 ^d
		WCS	0.7±0.1 ^a	0.2±0.0 ^d	0.6±0.1 ^b	0.4±0.1 ^c
		α-WCS	0.4±0.1 ^b	0.5±0.1 ^b	1.4±0.2 ^a	1.3±0.1 ^a
b	RF	TS	21.7±0.4 ^a	20.4±0.1 ^c	21.9±0.3 ^a	21.0±0.2 ^b
		TPS	23.5±0.1 ^a	21.6±0.2 ^c	19.8±0.2 ^b	22.5±0.2 ^d
		WCS	22.6±0.4 ^b	22.5±0.2 ^b	22.6±0.2 ^b	24.4±0.3 ^a
		α-WCS	26.3±0.2 ^b	27.0±0.3 ^a	25.2±0.1 ^c	25.3±0.1 ^c
	ERF	TS	20.6±0.2 ^b	20.0±0.3 ^c	21.2±0.4 ^a	21.2±0.2 ^a
		TPS	21.1±0.2 ^a	20.3±0.2 ^b	20.2±0.2 ^b	20.0±0.5 ^b
		WCS	20.9±0.1 ^b	20.8±0.1 ^b	20.8±0.1 ^b	21.1±0.1 ^a
		α-WCS	21.9±0.2 ^b	21.0±0.4 ^c	22.0±0.3 ^b	22.4±0.1 ^a
	PRF	TS	23.7±0.1 ^c	24.9±0.3 ^a	24.7±0.1 ^a	24.2±0.3 ^b
		TPS	24.8±0.1 ^a	23.8±0.3 ^c	23.0±0.1 ^d	24.3±0.2 ^b
		WCS	28.2±0.7 ^a	24.8±0.2 ^c	25.5±0.1 ^b	26.2±0.3 ^b
		α-WCS	25.0±0.2 ^a	24.3±0.1 ^b	25.2±0.2 ^a	24.8±0.3 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

전분을 첨가한 쌀쿠키 반죽의 밀도를 측정된 결과는 Table 39에 나타내었다. 서로 다른 종류의 전분을 습식쌀, 효소쌀 및 호화쌀 쿠키 반죽에 첨가한 결과 전분의 첨가가 쌀 쿠키 반죽의 밀도에 일정한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

Table 39. Bulk density of rice cookie dough made of different rice flours added with starches
(unit, g/mL)

Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS ²⁾	1.05±0.02 ^{a3)}	1.00±0.04 ^{ab}	0.96±0.03 ^b	1.06±0.03 ^a
	TPS	1.04±0.02 ^a	1.06±0.02 ^a	1.03±0.06 ^a	1.02±0.03 ^a
	WCS	1.08±0.08 ^a	1.07±0.03 ^a	1.05±0.02 ^a	1.07±0.07 ^a
	α-WCS	1.05±0.04 ^{ab}	1.04±0.01 ^b	1.09±0.03 ^a	1.02±0.02 ^b
ERF	TS	0.98±0.03 ^{ab}	0.92±0.03 ^c	1.03±0.02 ^a	0.96±0.01 ^b
	TPS	0.99±0.03 ^a	0.97±0.02 ^a	0.98±0.05 ^a	1.00±0.01 ^a
	WCS	1.01±0.03 ^a	1.01±0.03 ^a	1.03±0.02 ^a	1.04±0.01 ^a
	α-WCS	1.01±0.04 ^a	1.01±0.04 ^a	0.98±0.04 ^b	1.01±0.02 ^a
PRF 70	TS	1.03±0.03 ^a	1.04±0.05 ^a	1.06±0.01 ^a	1.06±0.04 ^a
	TPS	1.04±0.05 ^b	1.05±0.04 ^{ab}	1.13±0.06 ^a	1.03±0.04 ^b
	WCS	1.04±0.05 ^a	1.01±0.05 ^a	1.06±0.05 ^a	1.06±0.05 ^a
	α-WCS	1.07±0.03 ^b	1.08±0.08 ^b	1.00±0.04 ^a	1.01±0.02 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 경도

쌀쿠키 반죽의 경도를 측정 한 결과는 Table 40에 나타내었다.

쿠키 반죽의 물성은 flour의 종류와 질, 첨가 재료의 함량, 혼합시간과 휴지시간과 같은 제조 조건에 영향을 받으며, Han (27)은 첨가재료 중 당(sugar)의 영향이 크며 당의 첨가에 의하여 반죽의 경도가 감소하는데 이는 당이 글루텐 형성에 필요한 수분을 흡수하면서 글루텐 형성을 억제하여 쿠키 반죽 내에서 연화제(tenderizer) 역할을 하는 것으로 판단된다고 보고하였다.

습식쌀가루에 전분류를 첨가하여 제조한 쌀쿠키 반죽의 경도는 최소 134에서 최대 273 g의 범위를 나타내었다. 생전분인 타피오카 전분은 전분의 첨가량이 5, 10 및 15%로 증가할수록 반죽의 경도를 감소시켰다. 타피오카전분의 가교전분인 인산이전분의 첨가도 생전분과 동일하게 반죽의 경도를 감소시켰으며 그 감소정도는 더 크게 나타났다. 찰옥수수전분은 전분의 첨가량이 증가할수록 반죽의 경도를 증가시키는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 찰옥수수전분의 변성전분인 찰옥수수 알파전분은 첨가량 증가에 따라 반죽의 경도가 증가하여 15% 첨가 군에서 가장 높은 경도 값을 보였다. 전분류를 첨가한 효소쌀 쿠키 반죽의 경도는 최소 117에서 246 g의 범위를 나타내었다. 타피오카전분과 타피오카인산이전분, 찰옥수수전분의 첨가는 효소쌀 쿠키 반죽의 경도를 유의적으로 감소시켰으며, 찰옥수수알파전분을 첨가한 반죽의 경도는 증가하였다. 전분을 첨가한 호화쌀 쿠키 반죽의 경도는 최소 121에서 162 g의 범위를 나타내었다. 호화쌀 쿠키 반죽에 타피오카전분을 10% 첨가한 군이 유의적으로 높게 나타났으며 타피오카인산이전분은 호화쌀 쿠키 반죽의 경도를 감소시켰다. 찰옥수수전분은 첨가량에 따른 경도의 차이가 없었으며 찰옥수수알파전분의 첨가는 경도를 증가시켰다.

타피오카전분과 찰옥수수전분은 쌀가루 종류에 따라 쌀쿠키 반죽의 경도에 각각 다른 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 변성전분인 타피오카인산이전분은 세 종류의 쌀쿠키 반죽 모두 그 경도를 감소시키는 것으로 나타났고, 찰옥수수 알파전분은 첨가량의 증가에 따라 쌀쿠키 반죽의 경도를 높이는 역할을 하는 것으로 나타났다.

Table 40. Hardness of rice cookie dough added with starches

(unit, g)

Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS ²⁾	228.5±9.7 ^{a3)}	205.3±10.4 ^b	183.3±10.1 ^c	168.8±9.5 ^c
	TPS	214.6±8.7 ^a	169.2±8.1 ^b	151.1±6.6 ^c	134.2±5.0 ^d
	WCS	211.9±10.5 ^b	214.5±7.7 ^{ab}	221.5±10.8 ^{ab}	224.2±8.6 ^a
	α-WCS	216.1±6.5 ^b	217.9±17.1 ^b	230.1±11.0 ^b	273.5±11.5 ^a
ERF	TS	180.4±17.2 ^a	170.8±8.2 ^a	156.5±7.8 ^b	148.0±5.7 ^b
	TPS	165.5±7.6 ^a	147.5±4.3 ^b	145.8±9.2 ^b	117.9±9.4 ^c
	WCS	183.4±8.3 ^a	170.9±4.0 ^b	174.7±83.3 ^b	175.4±5.5 ^b
	α-WCS	206.6±15.6 ^b	215.1±11.0 ^b	246.6±8.7 ^a	246.5±7.9 ^a
PRF	TS	148.5±7.3 ^b	146.6±4.4 ^b	156.9±2.1 ^a	148.9±9.1 ^b
	TPS	156.2±7.8 ^a	152.4±6.3 ^a	134.7±6.5 ^b	121.3±6.5 ^c
	WCS	151.0±9.4 ^a	151.2±6.6 ^a	148.8±5.8 ^a	146.3±5.0 ^a
	α-WCS	150.5±7.5 ^b	149.6±9.8 ^b	155.5±6.6 ^{ab}	162.1±7.4 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Fig. 22는 전분첨가가 쌀가루 반죽의 경도에 미치는 영향을 무첨가 반죽의 경도 대비 전분첨가 반죽의 경도변화(ΔHardness)로 나타내었다. 찹옥수수알과전분은 3종류 쌀가루 모두에서 반죽의 경도를 증가시키는 역할을 하는 것으로 나타난 반면, 타피오카전분 및 타피오카인산전분은 반죽의 경도를 감소시키는 방향으로 나타났으며, 그 폭은 타피오카인산전분의 경우가 크게 나타났다. 또한 전분첨가의 영향은 습식쌀가루와 효소처리쌀가루에 비해 호화쌀가루에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

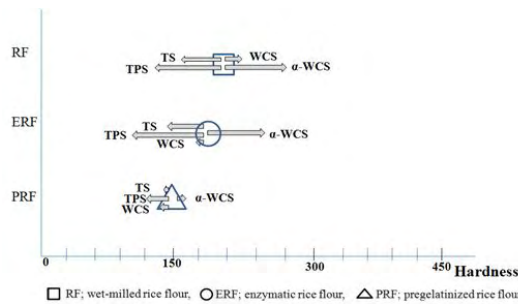


Fig. 22. Effect of different starches on dough hardness.

TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch.

(나) 전분류의 첨가에 따른 쌀쿠키의 조직특성 변화

① 수분함량

전분을 첨가한 쌀 쿠키의 수분함량 측정 결과는 Table 41에 나타내었다. 타피오카 인산이전분과 찹옥수수를 첨가한 습식쌀, 효소쌀 쿠키의 수분함량은 무첨가군에 비해 감소하였다. 찹옥수수 알과전분을 첨가한 습식쌀 쿠키의 수분함량은 유의적인 차이가 없는 반면 효소쌀 쿠키에서는 알과전분 첨가군에서 높은 수분함량을 나타내었다. 또한 전분을 첨가한 호화쌀 쿠키는 타피오카 인산이전분의 첨가를 제외하고 모두 전분 첨가에 의한 수분함량의 변화가 없었다.

Table 41. Moisture contents of cookie made of different rice flours added with starches (unit, %)

Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS	4.81±0.63 ^{b3)}	6.39±0.22 ^a	5.90±0.87 ^{ab}	5.44±0.83 ^{ab}
	TPS	6.80±0.19 ^a	6.39±0.04 ^b	6.13±0.16 ^b	5.64±0.07 ^c
	WCS	6.76±0.26 ^a	6.39±0.26 ^{ab}	6.41±0.01 ^{ab}	6.17±0.31 ^b
	α-WCS	6.25±0.05 ^b	6.80±0.08 ^a	6.14±0.06 ^b	6.76±0.14 ^a
ERF	TS	4.10±0.05 ^b	3.92±0.13 ^c	4.06±0.07 ^{bc}	4.30±0.01 ^a
	TPS	4.08±0.27 ^a	3.45±0.10 ^b	3.78±0.21 ^{ab}	3.86±0.14 ^a
	WCS	4.46±0.11 ^a	3.28±0.03 ^c	3.62±0.18 ^b	3.27±0.15 ^c
	α-WCS	3.06±0.10 ^c	4.33±0.01 ^a	3.89±0.04 ^b	4.14±0.17 ^a
PRF	TS	6.60±0.47 ^a	6.54±0.42 ^a	6.60±0.53 ^a	6.76±0.49 ^a
	TPS	6.36±0.35 ^b	6.47±0.31 ^b	6.29±0.27 ^b	7.01±0.07 ^a
	WCS	6.25±0.69 ^a	6.48±0.29 ^a	6.25±0.15 ^a	6.21±0.05 ^a
	α-WCS	6.28±0.29 ^a	6.56±0.42 ^a	6.57±0.32 ^a	5.87±0.52 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

전분을 첨가한 쌀 쿠키의 색도 측정 결과는 Table 42와 같다. 쌀 쿠키의 색도는 첨가한 전분 종류와 첨가량에 따른 일정한 경향을 나타내지 않았다. 쌀 쿠키의 명도인 L 값은 전분을 첨가한 효소쌀과 호화쌀 쿠키에서 무첨가군에 비해 높은 L 값을 가지는 것으로 나타났다. 또한 쌀 쿠키의 적색도인 a값은 전분을 첨가한 효소쌀 및 호화쌀 쿠키에서 무첨가군보다 증가한 것으로 나타났다.

Table 42. Color value of rice cookie made of different rice flours added with starches

Color value	Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
			0	5	10	15
L	RF ¹⁾	TS ²⁾	84.4±0.5 ^{a3)}	83.6±0.1 ^b	84.3±0.3 ^{ab}	84.8±0.4 ^a
		TPS	84.6±0.4 ^a	85.1±0.2 ^a	84.4±0.9 ^a	84.4±0.2 ^a
		WCS	84.4±0.5 ^a	85.1±0.5 ^a	84.3±0.4 ^a	84.5±1.4 ^a
		α-WCS	84.0±1.5 ^a	84.1±1.5 ^a	83.6±0.5 ^a	82.4±0.7 ^a
	ERF	TS	81.3±0.2 ^d	81.7±0.1 ^c	82.6±0.3 ^b	83.1±0.2 ^a
		TPS	83.2±0.3 ^a	83.2±0.3 ^a	80.6±1.0 ^b	81.5±0.6 ^b
		WCS	82.0±0.3 ^b	82.4±0.3 ^b	82.2±0.7 ^b	83.7±0.5 ^a
		α-WCS	82.1±0.6 ^b	83.5±0.5 ^a	81.9±0.7 ^b	82.8±0.8 ^{ab}
	PRF	TS	69.3±1.3 ^b	69.6±0.8 ^b	71.5±0.5 ^a	71.5±0.5 ^a
		TPS	73.8±0.4 ^a	73.4±1.0 ^a	73.3±0.4 ^a	73.9±0.8 ^a
		WCS	73.4±1.1 ^b	73.5±0.6 ^b	74.2±0.1 ^b	75.8±0.4 ^a
		α-WCS	73.0±0.4 ^a	72.8±0.3 ^a	72.1±1.6 ^a	71.9±0.6 ^a
a	RF	TS	0.3±0.4 ^b	1.9±0.2 ^a	0.7±0.2 ^b	0.6±0.2 ^b
		TPS	0.5±0.4 ^{ab}	0.2±0.2 ^b	0.3±0.1 ^b	0.8±0.2 ^a
		WCS	0.3±0.4 ^a	0.4±0.3 ^a	0.5±0.2 ^a	0.1±0.1 ^a
		α-WCS	-0.8±0.1 ^b	-0.1±0.3 ^a	0.4±0.2 ^a	0.0±0.5 ^a
	ERF	TS	3.2±0.1 ^b	4.0±0.1 ^a	3.7±0.2 ^a	2.3±0.3 ^c
		TPS	2.1±0.1 ^c	2.1±0.1 ^c	3.9±0.4 ^a	3.2±0.2 ^b
		WCS	4.0±0.5 ^a	2.5±0.3 ^c	3.3±0.2 ^b	1.8±0.3 ^d
		α-WCS	4.3±0.5 ^a	2.4±0.3 ^{bc}	2.9±0.3 ^b	1.8±0.2 ^c

	PRF	TS	9.1±0.8 ^a	8.2±0.6 ^a	7.1±0.2 ^b	7.1±0.2 ^b
		TPS	7.5±0.2 ^a	7.7±0.4 ^a	7.0±0.3 ^a	7.0±0.4 ^a
		WCS	6.3±0.5 ^a	6.9±0.7 ^a	6.1±0.4 ^{ab}	5.2±0.1 ^b
		α-WCS	7.9±0.4 ^a	7.7±0.0 ^a	6.7±0.5 ^b	8.5±0.6 ^a
	RF	TS	23.4±0.8 ^b	24.4±0.3 ^a	23.4±0.3 ^b	22.2±0.2 ^c
		TPS	24.7±0.6 ^b	23.8±0.3 ^c	23.1±0.2 ^d	25.3±0.2 ^a
		WCS	23.4±0.8 ^b	24.4±0.3 ^{ab}	24.2±0.3 ^{ab}	24.7±0.4 ^a
		α-WCS	26.4±0.2 ^a	25.5±0.7 ^a	25.4±0.4 ^a	26.3±0.8 ^a
b	ERF	TS	27.2±0.5 ^b	28.3±0.3 ^a	26.9±0.2 ^b	25.5±0.2 ^c
		TPS	26.3±0.1 ^b	26.3±0.1 ^b	28.1±1.1 ^a	27.4±0.4 ^a
		WCS	29.0±0.4 ^a	27.0±0.5 ^b	26.9±0.6 ^b	25.8±0.3 ^c
		α-WCS	28.5±0.4 ^a	26.2±0.6 ^{bc}	27.1±0.6 ^b	25.9±0.3 ^c
	PRF	TS	32.6±0.3 ^a	32.4±0.3 ^a	32.0±0.1 ^b	32.0±0.1 ^b
		TPS	32.8±0.2 ^a	32.6±0.1 ^a	31.6±0.1 ^c	32.0±0.1 ^b
		WCS	33.2±1.0 ^a	32.3±0.2 ^{ab}	32.3±0.1 ^{ab}	32.1±0.3 ^b
		α-WCS	33.5±0.2 ^a	33.3±0.2 ^a	31.8±0.4 ^b	32.9±0.7 ^a

¹RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

전분을 첨가한 쌀 쿠키의 밀도측정 결과는 Table 43과 같다. 전분을 첨가한 멍쌀 쿠키의 밀도는 네 종류의 전분 모두 첨가량 증가에 따라서 감소하였다. 또한 호소쌀 쿠키에서 찰옥수수 전분을 제외하고는 전분첨가에 의해 밀도가 감소하였다. 호화쌀 쿠키의 밀도는 타피오카전분에 의한 유의적인 차이가 없었으며, 타피오카인산이전분은 10% 첨가군에서 높은 밀도를 보였다. 또한 찰옥수수알파전분을 첨가한 호화쌀 쿠키의 밀도는 감소하는 것으로 나타났다.

Table 43. Bulk density of rice cookie made of different rice flours added with starches
(unit, g/mL)

Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS ²⁾	0.69±0.01 ^{a3)}	0.65±0.00 ^b	0.62±0.02 ^b	0.65±0.01 ^b
	TPS	0.68±0.01 ^a	0.65±0.01 ^b	0.62±0.01 ^c	0.60±0.01 ^c
	WCS	0.67±0.02 ^a	0.65±0.01 ^{ab}	0.61±0.03 ^b	0.64±0.02 ^{ab}
	α-WCS	0.67±0.02 ^a	0.64±0.00 ^b	0.62±0.02 ^{bc}	0.59±0.02 ^c
ERF	TS	0.53±0.00 ^a	0.51±0.01 ^{ab}	0.51±0.02 ^{ab}	0.49±0.01 ^b
	TPS	0.53±0.01 ^a	0.51±0.01 ^b	0.50±0.01 ^b	0.47±0.01 ^c
	WCS	0.55±0.02 ^a	0.54±0.00 ^a	0.54±0.01 ^a	0.54±0.01 ^a
	α-WCS	0.57±0.01 ^a	0.56±0.02 ^a	0.52±0.02 ^b	0.52±0.01 ^b
PRF	TS	0.60±0.02 ^a	0.60±0.01 ^a	0.62±0.00 ^a	0.62±0.00 ^a
	TPS	0.61±0.03 ^b	0.62±0.02 ^b	0.66±0.02 ^a	0.60±0.02 ^b
	WCS	0.61±0.01 ^a	0.59±0.01 ^b	0.62±0.01 ^a	0.62±0.01 ^a
	α-WCS	0.63±0.01 ^a	0.64±0.03 ^a	0.60±0.02 ^{ab}	0.59±0.01 ^b

¹RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

전분을 첨가한 쌀쿠키의 퍼짐성은 Table 44와 같다. 전분의 첨가에 의한 쿠키의 퍼짐성은 타피오카 전분을 첨가한 효소쌀 쿠키와 찰옥수수알파전분을 첨가한 호화쌀 쿠키를 제외하고 유의적인 차이를 보이지 않았다. 쿠키의 퍼짐성은 반죽의 점도에 영향을 받게 되는데, 굽는 과정에서 반죽은 팽창하게 되고 반죽의 점도가 급격히 증가하면서 퍼짐현상이 일어나 쿠키의 직경이 증가하게 된다(27, 81). 즉 쿠키의 퍼짐성은 반죽이 굽는 과정에서 유동적으로 변화하여 일어나는 현상으로 볼 수 있다. 본 연구의 쌀쿠키 배합비(Table 1)를 고려했을 때 전분에 의한 쿠키의 퍼짐성이 뚜렷한 차이를 나타낼 만큼 반죽의 점성이 크지 않기 때문으로 판단된다.

Table 44. Spreadability of rice cookie made of various rice flour added with starches

Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS ²⁾	3.09±0.20 ^{ab3)}	2.87±0.08 ^a	2.88±0.02 ^a	2.99±0.09 ^a
	TPS	3.05±0.02 ^a	3.01±0.12 ^a	2.97±0.08 ^a	3.14±0.13 ^a
	WCS	3.01±0.04 ^a	3.08±0.10 ^a	3.02±0.12 ^a	3.03±0.16 ^a
	α-WCS	2.82±0.18 ^a	2.78±0.12 ^a	2.82±0.06 ^a	2.60±0.11 ^a
ERF	TS	2.52±0.00 ^b	2.56±0.08 ^{ab}	2.67±0.09 ^a	2.65±0.04 ^{ab}
	TPS	2.87±0.10 ^a	2.75±0.09 ^a	2.78±0.11 ^a	2.90±0.05 ^a
	WCS	2.86±0.06 ^a	2.91±0.11 ^a	2.89±0.06 ^a	2.92±0.16 ^a
	α-WCS	2.79±0.21 ^a	2.73±0.05 ^a	2.41±0.10 ^b	2.68±0.03 ^a
PRF	TS	3.02±0.15 ^a	3.01±0.04 ^a	2.98±0.11 ^a	2.97±0.04 ^a
	TPS	2.91±0.15 ^a	2.90±0.03 ^a	2.92±0.06 ^a	3.05±0.03 ^a
	WCS	2.91±0.15 ^a	3.06±0.08 ^a	3.01±0.07 ^a	2.91±0.03 ^a
	α-WCS	2.89±0.05 ^b	2.89±0.09 ^b	3.08±0.06 ^a	3.04±0.04 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

전분을 첨가한 쌀 쿠키의 경도는 Texture analyser(TA)를 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 Table 45에 나타내었다. 전분을 첨가한 습식쌀 쿠키의 경도는 1522~2984 g의 범위를 나타내었다. 타피오카전분, 타피오카인산이전분, 찰옥수수전분을 첨가한 습식쌀 쿠키의 경도는 유의적인 차이가 없었으며, 찰옥수수알파전분의 첨가는 습식쌀 쿠키의 경도를 유의적으로 증가시켰다. 전분을 첨가한 효소쌀 쿠키의 경도는 709~2818 g의 범위를 나타내었다. 타피오카 전분과 찰옥수수전분의 첨가는 효소쌀 쿠키의 경도를 감소시켰으며, 타피오카인산이전분은 10 % 첨가군에서 유의적으로 높은 값을 가졌다. 찰옥수수알파전분의 첨가는 무첨가군에 비해 첨가군에서 모두 유의적으로 높은 경도 값을 가졌다. 전분을 첨가한 호화쌀 쿠키의 경도는 866~1591g의 범위를 나타내었다. 타피오카전분, 타피오카 인산이전분은 호화쌀 쿠키의 경도를 유의적으로 감소시켰으며, 찰옥수수전분과 찰옥수수알파전분은 경도를 유의적으로 증가시켰다.

이 결과를 통해 찰옥수수전분과 찰옥수수알파전분은 쌀 쿠키의 경도를 증가시키는 작용을 하는 것으로 나타났다. 이는 찰옥수수전분 및 찰옥수수알파전분의 높은 아밀로펙틴함량이 쿠키의 내부결합을 강화한 것으로 판단된다(81).

Table 45. Hardness of rice cookie made of different rice flour added with starches

Rice type	Starches	Addition rate of starches (%)			
		0	5	10	15
RF ¹⁾	TS ²⁾	1686.5±206.9 ^{a3)}	1787.8±124.4 ^a	1656.6±129.7 ^a	1727.4±201.5 ^a
	TPS	1667.7±109.6 ^a	1527.2±165.9 ^b	1522.5±149.5 ^b	1531.7±64.1 ^{ab}
	WCS	1654.8±142.9 ^a	1553.5±189.7 ^a	1594.4±203.8 ^a	1599.8±280.6 ^a
	α-WCS	1682.8±224.3 ^c	2367.8±155.1 ^b	2984.3±111.7 ^a	2904.6±106.1 ^a
ERF	TS	1126.3±201.7 ^a	926.9±67.2 ^c	1083.7±95.0 ^b	709.7±82.4 ^d
	TPS	945.5±75.2 ^b	1001.0±89.9 ^b	1152.5±94.3 ^a	804.1±49.3 ^c
	WCS	971.6±101.2 ^a	969.5±89.6 ^{ab}	864.6±102.6 ^{ab}	776.2±96.3 ^b
	α-WCS	1455.9±143.8 ^b	2818.5±222.4 ^a	2783.4±297.1 ^a	2774.3±197.5 ^a
PRF 70	TS	989.8±93.9 ^a	876.3±82.6 ^b	901.0±90.4 ^b	867.2±89.4 ^b
	TPS	987.9±111.5 ^a	964.1±134.3 ^{ab}	956.4±130.4 ^{ab}	866.4±100.5 ^b
	WCS	996.6±77.3 ^b	1180.2±141.5 ^a	1165.5±129.4 ^a	1169.9±117.2 ^a
	α-WCS	922.8±78.1 ^c	979.4±98.5 ^c	1204.7±195.8 ^b	1591.4±138.1 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Fig. 23은 전분첨가에 따른 쌀쿠키의 경도변화를 경도차(Δhardness) 변화로 나타내었다. 전분종류에 따른 쌀쿠키의 경도차 (Δhardness) 변화는 Fig. 22에 나타낸 반죽의 경도차 변화와 유사한 방향으로 나타났으나, 경도차의 변화폭은 훨씬 크게 나타났다. 특히, 찹옥수수알과 전분은 습식쌀가루와 효소처리쌀가루의 경도를 크게 증가시키는 것으로 나타나 쌀쿠키의 경도를 조절하는데 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

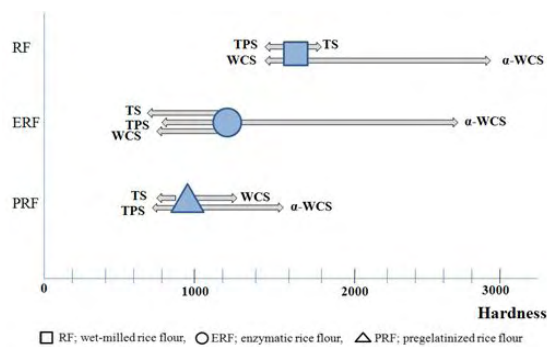


Fig. 23. Effect of different starches on rice cookie hardness.

TS is tapioca starch, TPS is tapioca phosphate distarch, WCS is waxy corn starch, α-WCS is pregelatinized waxy corn starch.

(다) 전분류첨가의 반죽 및 쌀쿠키 제품특성간의 상관관계

전분을 첨가해서 제조한 쌀쿠키의 물성에 미치는 인자들간의 관계를 보기위해 쌀가루의 최고점도, 최저점도, Breakdown, 최종점도, Setback, Peak time과 쌀쿠키 반죽의 수분함량, 경도, 밀도 및 쌀쿠키의 수분함량, 경도, 밀도, 퍼짐성 간의 다중 상관분석을 실시한 결과를 Table 46에 나타내었다. 쌀 쿠키 반죽과 쿠키의 품질특성간의 상관분석 결과, 반죽의 수분함량과 쿠키의 수분함량 간에 r=0.911의 높은 상관관계를 나타내었으며, 반죽경도와 쿠키경도 간에도 상대적으로 높은 상관관계(r=0.762)를 나타내었다. 쌀가루의 RVA값과 비교한 결과에서는 최저점도

와 반죽의 수분함량과의 관계에서 $r=-0.763$ 으로 높은 음의 상관관계를 나타내었으며, 최종점도와 반죽의 수분함량, 그리고 Setback 값과 반죽의 수분함량 사이에서는 각각 $r=-0.755$ 와 $r=-0.724$ 로 유의적인 상관관계를 보여주었다.

Table 46. Correlation between rice dough and rice cookie added with starches

	Dough M.C	Dough-H	Dough density	Cookie M.C	Cookie-H	Cookie density	Spreadability
Dough M.C	1.000						
Dough-H	-0.055	1.000					
Dough density	0.362*	-0.062	1.000				
Cookie M.C	0.911*	-0.004	0.368*	1.000			
Cookie-H	-0.006	0.762*	-0.051	0.082	1.000		
Cookie density	0.558*	0.061	0.602*	0.607*	0.070	1.000	
Spreadability	0.525*	-0.296*	0.363*	0.400*	-0.362*	0.526*	1.000

Pearson's Correlation(N=144), * $P < .001$, Dough M.C: Moisture content of dough, Dough-H: Hardness of dough by TA, Cookie M.C: Moisture content of cookie, Cookie-H: Hardness of cookie by TA.

(라) 결론

반죽 및 쿠키의 수분함량, 색도, 밀도, 퍼짐성의 결과에서는 전분의 종류에 따른 일정한 경향을 관찰할 수 없어 전분의 영향을 확인하지 못하였다. 반죽의 경도 측정 결과, 습식쌀 및 효소쌀 쿠키반죽에서 타피오카전분과 타피오카인산이전분의 첨가는 반죽의 경도를 낮추어 반죽에서 Softening 작용을 하고, 습식쌀, 효소쌀 및 호화쌀 쿠키반죽에서 찰옥수수알과전분의 첨가는 반죽의 경도를 증가시켜 반죽에서 Strengthening 작용을 하는 것으로 사료된다. 쿠키의 경도 측정 결과, 전분을 첨가한 멥쌀 쿠키반죽은 1522~2984 g으로 높았고, 효소쌀 쿠키반죽은 전분첨가에 의해 709~2818 g의 비교적 폭넓은 경도 범위를 나타내었으며, 호화쌀 쿠키반죽은 전분첨가에 의해 860~1591 g의 낮은 경도를 나타내어 부드러운 물성을 보였다. 효소쌀 쿠키에서 타피오카전분과 찰옥수수전분의 첨가는 경도를 낮추었으며, 호화쌀 쿠키에서는 타피오카전분과 타피오카인산이전분의 첨가에 의해 경도가 낮아져 부드러운 물성을 나타내었다.

이 결과를 통해 전분을 첨가한 쌀 쿠키 제조 시 찰옥수수알과전분의 첨가는 반죽의 결합력을 높여 반죽 handling을 용이하게 하는 것으로 보여진다. 또한 타피오카전분 및 타피오카인산이전분의 첨가는 효소쌀 쿠키에서 낮은 경도를 보여 부드러운 물성을 나타내었다.

(2) 유화제의 첨가가 쌀쿠키의 조직감에 미치는 영향

(가) 유화제의 첨가에 따른 반죽특성의 변화

① 수분함량

유화제를 첨가한 쌀쿠키 반죽의 수분함량은 Table 47과 같다. SSL을 첨가한 습식쌀 쿠키 반죽의 수분함량은 3% 첨가군이 가장 높게 나타났고 6 및 9%로 증가함에 따라 수분함량은 감소하였으며, DATEM을 첨가한 쿠키 반죽의 수분함량에서도 동일한 경향을 보였다. SE를 첨가한 습식쌀 쿠키 반죽의 수분함량은 첨가량에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 효소쌀 쿠키 반죽의 수분함량에 대한 유화제의 영향은 SSL과 DATEM 첨가시 유의적인 차이가 없었으며, SE를 첨가한 반죽의 수분함량은 유의적인 감소 결과를 보였다. 또한 호화쌀 쿠키 반죽의

수분함량에 대한 유화제의 영향은 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 47. Moisture contents of rice cookie dough made of different rice flours added with emulsifiers
(unit, %)

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9
RF ¹⁾	SSL ²⁾	20.96±0.11 ^{b3)}	21.26±0.03 ^a	20.81±0.16 ^{bc}	20.65±0.08 ^c
	SE	21.25±0.03 ^a	21.18±0.14 ^a	21.16±0.15 ^a	21.11±0.05 ^a
	DATEM	21.45±0.06 ^b	21.20±0.01 ^a	21.09±0.07 ^{ab}	21.03±0.91 ^{ab}
ERF	SSL	18.13±0.03 ^a	18.01±0.33 ^a	18.17±0.15 ^a	18.88±1.28 ^a
	SE	18.62±0.11 ^a	17.90±0.13 ^{bc}	18.12±0.09 ^b	17.97±0.09 ^c
	DATEM	18.37±0.05 ^a	17.99±0.45 ^a	18.10±0.19 ^a	18.03±0.14 ^a
PRF	SSL	22.29±0.09 ^a	22.04±0.86 ^a	22.00±0.34 ^a	22.14±0.39 ^a
	SE	21.95±0.27 ^a	21.92±0.22 ^a	21.89±0.85 ^a	22.09±0.41 ^a
	DATEM	22.07±0.25 ^a	22.18±0.72 ^a	22.06±0.26 ^a	22.12±0.45 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

유화제를 첨가한 쌀쿠키 반죽의 표면에 대한 색도인 L, a, b값을 측정된 결과는 Table 48에 나타내었다. 쌀쿠키 반죽의 명도인 L값은 SSL, SE, DATEM을 첨가한 반죽이 무첨가 반죽에 비해 낮은 값을 보여 유화제가 반죽의 명도를 낮추는 것으로 나타났다. 쌀쿠키 반죽의 적색도인 a값은 SSL 및 DATEM을 첨가한 반죽이 무첨가 반죽에 비해 낮은 a값을 나타내었다. 황색도인 b값의 경우 습식쌀 쿠키 반죽에서 SSL, SE 및 DATEM의 첨가에 의해 감소하였다.

Table 48. Color value of rice cookie dough prepared from different rice flours added with emulsifiers

Color value	Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
			0	3	6	9
L	RF ¹⁾	SSL ²⁾	82.0±0.5 ^{b3)}	83.0±0.6 ^a	82.3±0.5 ^{ab}	82.5±0.2 ^{ab}
		SE	81.6±0.6 ^a	81.5±0.2 ^a	79.7±0.2 ^b	79.8±0.3 ^b
		DATEM	81.5±0.2 ^b	83.1±0.1 ^a	82.8±0.4 ^a	82.9±0.1 ^a
	ERF	SSL	85.8±0.4 ^a	85.4±0.2 ^{ab}	86.2±0.5 ^a	85.0±0.5 ^b
		SE	84.8±0.9 ^a	84.0±0.9 ^b	84.0±0.1 ^b	82.5±0.3 ^c
		DATEM	86.1±0.3 ^{ab}	86.2±0.7 ^a	85.4±0.2 ^{bc}	85.0±0.1 ^c
	PRF	SSL	80.5±0.2 ^a	79.3±0.1 ^b	79.3±0.5 ^b	78.0±0.6 ^c
		SE	80.6±0.5 ^a	80.5±0.2 ^a	79.1±0.1 ^c	79.8±0.1 ^b
		DATEM	79.7±0.7 ^a	80.2±0.3 ^a	79.6±0.3 ^a	78.4±0.4 ^b
a	RF	SSL	-0.5±0.1 ^a	-1.4±0.1 ^b	-1.6±0.1 ^c	-1.8±0.1 ^c
		SE	-0.7±0.1 ^c	-0.1±0.2 ^b	-0.1±0.0 ^b	-0.2±0.2 ^a
		DATEM	-0.1±0.1 ^a	-1.2±0.1 ^c	-1.2±0.1 ^b	-0.9±0.1 ^b
	ERF	SSL	-0.3±0.1 ^a	-0.8±0.1 ^b	-1.1±0.0 ^c	-1.3±0.1 ^d
		SE	-0.2±0.1 ^b	-0.0±0.1 ^a	-0.2±0.1 ^b	-0.2±0.1 ^b
		DATEM	-0.1±0.1 ^a	-1.0±0.1 ^b	-1.1±0.2 ^b	-1.2±0.1 ^b
	PRF	SSL	0.7±0.1 ^a	0.7±0.1 ^a	0.3±0.1 ^b	0.3±0.1 ^b
		SE	0.9±0.1 ^b	1.0±0.1 ^a	1.0±0.1 ^a	0.8±0.0 ^c
		DATEM	1.2±0.1 ^a	0.9±0.0 ^b	0.1±0.1 ^c	0.0±0.1 ^c

b	RF	SSL	25.5±0.4 ^a	24.9±0.1 ^b	24.2±0.2 ^c	24.7±0.2 ^b
		SE	26.3±0.1 ^a	21.1±0.2 ^c	23.1±0.4 ^b	20.7±0.1 ^c
		DATEM	21.7±0.3 ^a	20.3±0.0 ^c	20.8±0.3 ^b	20.9±0.1 ^b
	ERF	SSL	19.8±0.4 ^a	20.4±0.1 ^a	17.5±0.6 ^b	20.2±0.3 ^a
		SE	21.2±0.2 ^a	20.5±0.3 ^b	20.8±0.2 ^{ab}	21.0±0.2 ^a
		DATEM	20.8±0.1 ^c	21.4±0.4 ^b	24.2±0.1 ^a	23.8±0.2 ^a
	PRF	SSL	24.4±0.0 ^a	24.0±0.3 ^a	23.3±0.3 ^a	23.0±0.2 ^a
		SE	24.4±0.2 ^a	23.2±0.1 ^c	24.7±0.1 ^a	23.8±0.2 ^b
		DATEM	25.3±0.3 ^{ab}	24.3±0.5 ^c	24.8±0.2 ^{bc}	25.8±0.3 ^a

¹)RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²)SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³)Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

유화제를 첨가한 쌀쿠키 반죽의 밀도를 측정된 결과는 Table 49와 같다. SSL, SE 및 DATEM을 첨가한 습식쌀 쿠키 반죽의 밀도는 첨가량에 따른 유의적인 차이가 없었다. 호소쌀 쿠키 반죽의 경우 SSL과 DATEM은 밀도에 영향을 주지 않는 것으로 나타난 반면, SE를 첨가한 반죽은 첨가량의 증가에 따라 밀도가 증가하였다. 호화쌀 쿠키 반죽에서는 SSL, SE 및 DATEM 모두 반죽의 밀도를 증가시키는 것으로 나타났다.

Table 49. Density of rice cookie dough made of different rice flours added with emulsifiers (unit, g/mL)

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9
RF ¹⁾	SSL ²⁾	1.07±0.03 ^{a3)}	1.02±0.02 ^a	1.08±0.01 ^a	1.05±0.05 ^a
	SE	1.07±0.07 ^a	1.11±0.03 ^a	1.08±0.02 ^a	1.09±0.01 ^a
	DATEM	1.06±0.01 ^a	1.04±0.04 ^a	1.04±0.03 ^a	1.03±0.01 ^a
ERF	SSL	0.99±0.02 ^a	0.398±0.03 ^a	0.97±0.02 ^a	1.01±0.04 ^a
	SE	0.95±0.03 ^c	0.98±0.01 ^{bc}	1.01±0.03 ^b	1.06±0.01 ^a
	DATEM	0.98±0.03 ^a	0.98±0.02 ^a	0.96±0.00 ^a	1.00±0.01 ^a
PRF	SSL	1.05±0.04 ^b	1.05±0.03 ^b	1.09±0.05 ^a	1.13±0.03 ^a
	SE	1.02±0.02 ^b	1.03±0.03 ^b	1.09±0.03 ^a	1.10±0.02 ^a
	DATEM	1.08±0.05 ^{ab}	1.07±0.02 ^b	1.09±0.06 ^{ab}	1.16±0.05 ^a

¹)RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²)SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³)Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 경도

유화제를 첨가한 쌀쿠키 반죽의 경도는 Texture analyser(TA)를 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 Table 50과 같다. SSL, SE, DATEM의 첨가에 의해 습식쌀, 호소쌀, 호화쌀 쿠키 반죽의 경도는 증가하였다. 특히 DATEM을 첨가한 습식쌀 쿠키 반죽의 경도는 219에서 394 g으로 크게 증가하였으며 다른 호소쌀 및 호화쌀 쿠키 반죽에서도 마찬가지로 DATEM에 의한 경도의 증가는 크게 나타났다. 실험에 사용한 유화제의 종류는 모두 제빵(Bread-making)에서 반죽 강화제로 사용되며, 이들은 밀가루의 글루텐과 전분 사이의 공간에서 라멜라 구조의 liquid film을 형성하여 반죽을 강화한다고 알려져 있어(60) 이러한 유화제의 특성이 본 실험의 반죽 경도의 증가 결과와 관련이 있을 것으로 판단된다.

Table 50. Hardness of rice cookie dough added with emulsifiers (unit, g)

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9
RF ¹⁾	SSL ²⁾	220.3±5.5 ^{c3)}	242.9±8.5 ^b	256.5±9.4 ^a	269.8±9.0 ^a
	SE	202.5±12.9 ^c	278.3±8.6 ^b	285.5±6.7 ^b	316.8±11.9 ^a
	DATEM	219.5±9.2 ^d	250.2±11.4 ^c	325.2±13.8 ^b	394.6±12.5 ^a
ERF	SSL	185.3±9.8 ^b	194.5±11.6 ^b	207.8±11.1 ^a	221.1±7.6 ^a
	SE	173.1±9.9 ^c	210.6±8.4 ^b	231.2±7.4 ^a	239.0±7.9 ^a
	DATEM	176.0±9.0 ^d	192.8±5.7 ^c	236.8±9.5 ^b	297.8±9.2 ^a
PRF	SSL	147.0±6.4 ^d	215.8±8.7 ^c	240.3±11.4 ^b	278.9±15.5 ^a
	SE	152.1±3.2 ^d	181.3±6.7 ^c	216.4±5.5 ^b	229.5±7.0 ^a
	DATEM	154.7±5.5 ^d	180.6±6.4 ^c	209.0±5.4 ^b	264.1±7.8 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Fig. 24는 유화제의 첨가가 쌀가루 반죽의 경도에 미치는 영향을 경도차 (Δ hardness)로 나타낸 것으로, 사용된 대부분의 유화제가 반죽의 경도를 증가시키는 방향으로 영향을 주는 것을 알 수 있으며 그 증가폭은 DATEM이 가장 크게 나타났고 SE, SSL의 순으로 나타났다.

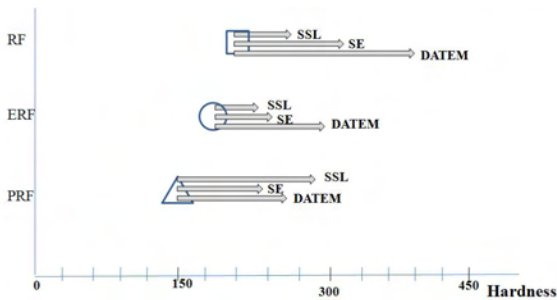


Fig. 24. Effect of different emulsifiers on rice cookie hardness.

SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride.

□ RF; wet-milled rice flour, ○ ERF; enzymatic rice flour, △ PRF; pregelatinized rice flour

(나) 유화제의 첨가에 따른 쌀쿠키의 조직특성 변화

① 수분함량

유화제를 첨가한 쌀 쿠키의 수분함량을 측정된 결과는 Table 51과 같다. 습식쌀 쿠키의 수분함량에서는 SSL 첨가군 및 DATEM 첨가군의 수분함량이 무첨가군 쿠키에 비해 감소하였으며, SE는 6% 첨가군에서 유의적으로 높은 수분함량을 보였다. 유화제를 첨가한 호소쌀 쿠키는 SE 첨가에 의해 수분함량이 감소한 반면 DATEM의 첨가에 의해서는 증가하는 것으로 나타났다. 호화쌀 쿠키의 수분함량은 유화제 첨가에 의한 유의적인 차이는 보이지 않았다.

Table 51. Moisture contents of rice cookie made of different rice flours added with emulsifiers (unit, %)

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9

RF ¹⁾	SSL ²⁾	6.23±0.13 ^{ab3)}	5.77±0.16 ^b	5.09±0.07 ^c	5.71±0.20 ^b
	SE	6.25±0.25 ^b	5.63±0.04 ^c	6.50±0.08 ^a	5.66±0.05 ^c
	DATEM	6.12±0.15 ^a	5.74±0.19 ^b	5.71±0.08 ^b	4.05±0.15 ^c
ERF	SSL	3.70±0.11 ^a	3.55±0.06 ^b	3.31±0.06 ^c	3.70±0.06 ^a
	SE	4.95±0.07 ^a	3.63±0.14 ^c	4.14±0.15 ^b	4.30±0.03 ^b
	DATEM	3.87±0.23 ^b	4.09±0.26 ^b	3.73±0.28 ^b	4.70±0.23 ^a
PRF	SSL	6.30±0.40 ^a	6.47±0.39 ^a	6.36±0.11 ^a	6.20±0.33 ^a
	SE	6.24±0.58 ^a	6.42±0.39 ^a	6.49±0.69 ^a	6.02±0.52 ^a
	DATEM	6.17±0.46 ^a	6.39±0.04 ^a	5.80±0.58 ^a	5.16±1.57 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

유화제를 첨가한 쌀쿠키의 표면에 대한 색도인 L, a, b값을 측정한 결과를 Table 52에 나타내었다. DATEM을 첨가한 효소쌀 및 호화쌀 쿠키의 L값은 증가하고 a값은 감소하였다. SSL 및 SE의 첨가는 습식쌀, 효소쌀, 호화쌀 쿠키의 L값을 감소시켰다. 유화제를 첨가한 쌀쿠키의 색도는 유화제 및 쌀가루의 종류에 따라 각각 다른 양상을 나타내었다.

Table 52. Color value of rice cookie prepared from different rice flours added with emulsifiers

Color value	Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)				
			0	3	6	9	
L	RF ¹⁾	SSL ²⁾	83.9±1.6 ^{ab3)}	84.8±0.6 ^a	82.1±0.7 ^{bc}	81.1±1.1 ^c	
		SE	84.0±0.5 ^a	84.5±0.3 ^a	83.5±0.9 ^{ab}	82.6±0.7 ^b	
		DATEM	83.2±0.5 ^b	84.7±0.6 ^a	84.8±0.2 ^a	82.4±1.0 ^b	
	ERF	SSL	81.8±0.8 ^a	79.0±0.7 ^b	79.5±1.2 ^b	80.1±0.4 ^b	
		SE	83.9±0.7 ^a	79.2±1.3 ^c	81.4±1.1 ^b	79.7±0.3 ^c	
		DATEM	79.1±0.4 ^b	82.9±1.4 ^a	82.2±0.6 ^a	83.7±0.0 ^a	
	PRF	SSL	73.0±0.4 ^a	72.8±0.8 ^a	73.2±0.7 ^a	69.6±0.4 ^b	
		SE	72.4±0.6 ^b	69.8±0.4 ^c	74.9±0.7 ^a	73.3±0.3 ^b	
		DATEM	72.4±0.7 ^b	75.3±0.9 ^a	76.3±0.6 ^a	75.7±0.8 ^a	
	a	RF	SSL	0.5±0.1 ^b	0.5±0.1 ^b	1.9±0.2 ^a	1.8±0.5 ^a
			SE	0.3±0.2 ^b	0.3±0.0 ^b	0.2±0.2 ^b	0.9±0.0 ^a
			DATEM	0.7±0.1 ^b	-0.1±0.2 ^c	-0.8±0.3 ^c	2.1±0.7 ^a
ERF		SSL	4.0±0.4 ^b	5.8±0.7 ^a	5.7±0.4 ^a	4.7±0.5 ^b	
		SE	2.3±0.4 ^a	5.2±0.6 ^b	4.5±0.3 ^b	5.7±0.3 ^c	
		DATEM	6.4±0.7 ^a	2.2±0.6 ^b	2.8±0.8 ^b	0.8±0.1 ^c	
PRF		SSL	7.2±0.2 ^{ab}	6.3±0.2 ^{bc}	5.4±0.6 ^c	7.4±0.7 ^a	
		SE	7.9±0.1 ^b	10.4±0.1 ^a	6.6±0.7 ^c	7.4±0.3 ^{bc}	
		DATEM	7.4±0.3 ^a	3.7±0.6 ^b	1.8±0.2 ^c	2.1±0.2 ^c	
b		RF	SSL	25.0±0.7 ^b	25.7±0.2 ^{ab}	26.7±0.2 ^a	26.5±1.0 ^a
			SE	25.2±0.5 ^a	23.3±0.2 ^b	23.5±0.6 ^b	23.5±0.4 ^b
			DATEM	24.0±0.2 ^b	23.5±0.3 ^b	23.2±0.8 ^b	30.1±1.5 ^a
	ERF	SSL	27.9±0.8 ^b	29.9±1.1 ^a	29.3±0.6 ^{ab}	29.2±0.9 ^{ab}	
		SE	26.2±0.4 ^b	28.2±1.1 ^a	29.1±0.4 ^b	30.1±0.4 ^b	
		DATEM	30.7±1.1 ^a	28.3±1.2 ^b	32.2±1.2 ^a	30.6±0.1 ^a	
	PRF	SSL	32.0±0.3 ^a	32.1±0.1 ^a	31.2±0.8 ^a	31.9±0.5 ^a	
		SE	32.7±0.3 ^a	33.0±0.2 ^a	32.1±0.3 ^b	31.6±0.2 ^c	
		DATEM	32.7±0.1 ^a	30.9±0.3 ^b	29.3±0.3 ^c	30.9±0.6 ^b	

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

유화제를 첨가한 쌀 쿠키의 밀도를 측정된 결과는 Table 53에 나타내었다. 습식쌀 쿠키의 경우 유화제에 의한 밀도의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 효소쌀 쿠키 및 호화쌀 쿠키의 경우 유화제의 첨가량이 증가함에 따라 밀도는 증가하는 결과를 보였다.

Table 53. Bulk Density of rice cookie made of different rice flours added with emulsifiers (unit, g/mL)

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9
RF ¹⁾	SSL ²⁾	0.68±0.01 ^{a3)}	0.68±0.01 ^a	0.70±0.00 ^a	0.69±0.02 ^a
	SE	0.71±0.03 ^a	0.73±0.02 ^a	0.73±0.01 ^a	0.73±0.01 ^a
	DATEM	0.66±0.00 ^a	0.66±0.01 ^a	0.64±0.01 ^a	0.65±0.02 ^a
ERF	SSL	0.54±0.02 ^b	0.53±0.01 ^b	0.56±0.02 ^a	0.59±0.01 ^a
	SE	0.51±0.00 ^c	0.54±0.02 ^c	0.58±0.02 ^b	0.61±0.01 ^a
	DATEM	0.55±0.01 ^c	0.54±0.01 ^c	0.58±0.01 ^b	0.62±0.02 ^a
PRF	SSL	0.61±0.02 ^b	0.61±0.01 ^b	0.64±0.01 ^b	0.68±0.02 ^a
	SE	0.60±0.02 ^b	0.60±0.03 ^b	0.65±0.01 ^a	0.66±0.01 ^a
	DATEM	0.64±0.01 ^b	0.63±0.03 ^b	0.65±0.01 ^{ab}	0.69±0.03 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

유화제를 첨가한 쌀 쿠키의 퍼짐성을 측정된 결과는 Table 54와 같다. 유화제를 첨가한 습식쌀 쿠키에서는 유화제 첨가에 의한 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 효소쌀 쿠키의 경우 SSL, SE, DATEM의 첨가에 의해 쿠키의 퍼짐성은 증가하는 것으로 나타났다. 또한 SSL을 첨가한 호화쌀 쿠키의 퍼짐성은 SSL의 첨가량 증가에 따라 퍼짐성은 감소하는 결과를 나타내었다. 쿠키는 굽는 과정에서 반죽의 점도가 급격히 증가하면서 반죽이 유동적으로 변하여 퍼짐 현상이 일어나게 되고 결국 쿠키의 직경이 증가하게 된다(27, 81). Shon 등(84)의 보고에 의하면 유화제는 밀가루 단백질과 물에 대하여 경쟁함으로써 단백질의 수화를 억제하여 shortening 작용을 한다. 본 연구에서 유화제 첨가에 의한 쿠키의 퍼짐성 증가는 유화제가 물에 대하여 쌀가루와 경쟁함으로써 쌀가루의 수화를 방해하여 반죽 내에서 연화 작용을 하여 반죽의 점도를 증가시키는 것으로 사료된다.

Table 54. Spreadability of rice cookie made of different rice flours added with emulsifiers

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9
RF ¹⁾	SSL ²⁾	2.90±0.10 ^{a3)}	3.04±0.08 ^a	3.01±0.18 ^a	3.03±0.08 ^a
	SE	3.11±0.17 ^a	3.22±0.06 ^a	3.21±0.08 ^a	3.23±0.07 ^a
	DATEM	2.90±0.12 ^a	2.99±0.12 ^a	2.86±0.07 ^a	2.89±0.01 ^a
ERF	SSL	2.61±0.04 ^b	2.77±0.11 ^a	2.72±0.02 ^{ab}	2.79±0.08 ^a
	SE	2.59±0.04 ^b	2.69±0.10 ^b	2.70±0.07 ^b	2.96±0.08 ^a
	DATEM	2.72±0.04 ^b	2.76±0.10 ^{ab}	2.75±0.08 ^{ab}	2.89±0.10 ^a
PRF	SSL	3.18±0.08 ^a	3.05±0.07 ^{ab}	2.98±0.05 ^b	2.94±0.07 ^b
	SE	2.96±0.17 ^a	2.76±0.11 ^a	2.73±0.06 ^a	2.83±0.05 ^a
	DATEM	2.99±0.03 ^a	2.98±0.05 ^a	3.09±0.13 ^a	2.98±0.06 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

유화제를 첨가한 쌀쿠키의 경도는 Texture analyser를 이용하여 측정하였으며, 유화제의 첨가가 쌀쿠키의 경도에 미치는 영향은 Table 55에 나타내었다. SSL을 첨가한 습식쌀, 호소쌀, 호화쌀 쿠키의 경도는 모두 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높아지는 결과를 보였으며, SE를 첨가한 습식쌀쿠키와 호화쌀 쿠키에서는 첨가량에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않은 반면, 호소쌀 쿠키에서는 3% 첨가군에서 유의적으로 경도가 증가하였다가 6, 9%의 첨가수준에서 다시 경도가 낮아지는 결과를 나타내었다. DATEM은 습식쌀 쿠키에서 유의적인 차이가 없었으며 호소쌀 쿠키에서는 무첨가군에 비해 첨가군 쿠키에서 낮은 경도를 보였고, 호화쌀 쿠키에서는 첨가량 증가에 따라 경도가 증가하여 DATEM의 영향은 쌀가루 종류에 따라 모두 다르게 나타나는 것을 확인하였다.

유화제를 첨가한 쌀쿠키의 경도 결과, 전반적으로 유화제가 경화제(hardener) 역할을 하는 것으로 나타났으며, DATEM을 첨가한 습식쌀 쿠키 및 호소쌀 쿠키와 SE를 첨가한 호화쌀쿠키에서 경도가 감소하거나 유의적인 변화를 보이지 않았다. 특히 DATEM은 호소쌀쿠키 내에서 연화제 역할을 하는 것으로 나타났으며 DATEM 첨가에 의한 연화작용은 쌀가루의 단백질과 계란의 단백질의 응고온도를 높임으로써 일어나는 것으로 사료된다(84).

Table 55. Hardness of rice cookie made of different rice flour added with emulsifiers (unit, g)

Rice flour type	Emulsifiers	Addition rate (%)			
		0	3	6	9
RF ¹⁾	SSL ²⁾	1651.8±158.2 ^{c3)}	1654.5±97.5 ^c	2232.7±156.8 ^b	2396.5±109.0 ^a
	SE	1716.5±138.4 ^c	1941.6±147.6 ^a	1989.6±160.0 ^a	1939.8±126.7 ^{ab}
	DATEM	1654.3±171.3 ^a	1760.6±148.4 ^a	1696.8±164.6 ^a	1736.1±159.2 ^a
ERF	SSL	1203.0±95.0 ^c	1340.2±177.8 ^c	1727.1±117.9 ^b	2170.8±209.0 ^a
	SE	1116.1±151.3 ^b	1434.9±111.1 ^a	1147.4±84.6 ^b	1192.8±114.8 ^b
	DATEM	1246.6±122.2 ^a	867.5±67.7 ^c	1063.9±91.1 ^b	1009.5±94.3 ^b
PRF	SSL	992.3±105.7 ^c	2201.9±175.8 ^b	2480.1±153.6 ^a	2440.9±174.9 ^a
	SE	1017.7±88.6 ^a	1054.6±153.4 ^a	993.4±53.1 ^a	1020.0±46.5 ^a
	DATEM	967.8±106.8 ^d	1449.6±117.0 ^c	1791.3±148.4 ^b	2192.1±134.0 ^a

¹⁾RF is wet-milled rice flour, ERF is enzymatic rice flour, PRF is made of rice flour suspension of moisture content 70%. ²⁾SSL is sodium stearoyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride. ³⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Fig. 25는 유화제 첨가에 따른 쌀쿠키의 경도변화를 경도차 (Δ hardness) 로 나타낸 것으로, 반죽의 경우에서와 유사하며 대부분의 유화제가 쌀쿠키의 경도를 증가시키는 방향으로 작용했음을 알 수 있다. 특히, 호화쌀가루로 제조한 쌀쿠키의 경우 SSL과 DATEM이 쿠키의 경도를 크게 증가시키는 것으로 나타났다.

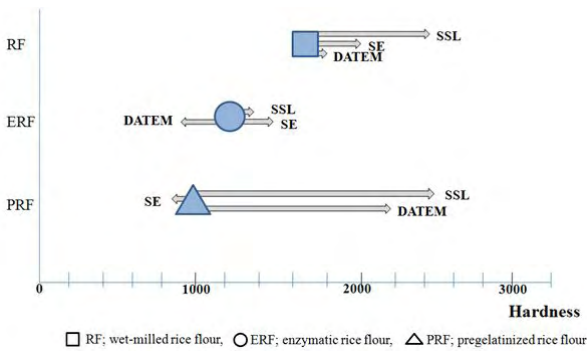


Fig. 25. Effect of different emulsifiers on rice cookie hardness.

SSL is sodium stearyl lactylate, SE is sucrose ester, DATEM is diacetyl tartaric (acid) ester of monoglyceride.

(다) 유화제첨가의 반죽 및 쌀쿠키 제품특성간의 상관관계

유화제를 첨가해서 제조한 쌀쿠키의 물성에 미치는 인자들간의 관계를 보기위해 쌀가루의 최고점도, 최저점도, Breakdown, 최종점도, Setback, Peak time과 쌀쿠키 반죽의 수분함량, 경도, 밀도 및 쌀쿠키의 수분함량, 경도, 밀도, 퍼짐성 간의 다중 상관분석을 실시한 결과를 Table 56에 나타내었다. 쌀쿠키 반죽과 쌀쿠키의 품질특성 간의 상관분석 결과, 반죽의 수분함량과 쿠키의 수분함량간의 상관관계가 $r = 0.854$ 로 가장 높게 나타났으며, 반죽의 밀도와 쿠키의 밀도간의 상관관계는 $r = 0.749$ 로 상대적으로 높은 상관관계 값을 보였다.

한편, 쌀가루의 호화특성과 쌀쿠키 반죽간의 상관분석 결과, 쌀가루의 최저점도와 반죽의 수분함량, 최종점도와 반죽의 수분함량간의 상관관계는 각각 $r = -0.676$ 과 $r = -0.689$ 로 음의 상관관계를 보였고, 반죽의 수분함량과 반죽의 밀도와의 상관관계는 $r = 0.669$ 로 서로간의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다.

Table 56. Correlation between rice flour properties and cookie dough and cookie added with emulsifiers

	Dough M.C	Dough-H	Dough density	Cookie M.C	Cookie-H	Cookie density	Baking loss	Spreadability
Dough M.C	1.000							
Dough-H	0.073	1.000						
Dough density	0.669*	0.259	1.000					
Cookie M.C	0.854*	-0.045	0.584*	1.000				
Cookie-H	0.334*	0.481*	0.435*	0.196	1.000			
Cookie density	0.659*	0.507*	0.749*	0.624*	0.542*	1.000		
Baking loss	0.215	0.395*	0.217	0.166	0.439*	0.492*	1.000	
Spreadability	0.552*	0.249	0.564*	0.524*	0.436*	0.742*	0.393*	1.000

Pearson's Correlation(N=144) * $P < .001$, Dough M.C: Moisture content of dough, Dough-H: Hardness of dough by TA, Cookie M.C: Moisture content of cookie, Cookie-H: Hardness of cookie by TA.

(라) 결론

유화제 첨가에 의해 반죽의 명도는 감소하였고, 유화제를 첨가한 효소쌀 쿠키의 퍼짐성은 증가한 반면 SSL을 첨가한 쿠키의 호화쌀 쿠키의 퍼짐성은 감소하였다. 유화제를 첨가한 쿠키 반죽의 경도는 증가하여 유화제가 쿠키반죽에서 Hardening 작용을 하는 것으로 사료된다. 또한 SSL을 첨가한 쌀쿠키의 경도는 증가하였으며, DATEM을 첨가한 효소쌀 쿠키에서는 낮은

경도를 나타내어 부드러운 물성을 나타내었다.

이 결과를 통해 쌀 쿠키를 제조할 때 유향제의 사용은 쌀쿠키 반죽의 경도를 증가시켜 부족한 결착력을 높이는데 유용할 것으로 사료된다. 또한 쿠키의 경도 측정 결과에서 SSL의 첨가는 쿠키의 경도를 높이는 반면 DATEM의 첨가는 쿠키의 경도를 낮추어 쌀쿠키에서 부드러운 물성을 나타내는 작용을 하였다.

3. 쌀 쿠키제품의 강도 및 바삭거림 조절 기술개발

가. 실험 재료 및 기기

2절 1항과 같으며, 호화쌀가루는 (주)더초록식품(The chorok food Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 제조한 것으로, 습식제분한 쌀가루로 Double 드럼건조기를 이용하여 쌀가루의 슬러지 수분함량 70%, drum 간극 0.25mm의 조건으로 호화쌀가루를 제조하여 실험에 사용하였고, 볶은콩가루는 (주)청오식품(Chungo Food Co., Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

나. 실험 방법

2절 1항과 같으며, 볶은콩가루 첨가쿠키는 볶은콩가루를 습식쌀가루 중량 대비 0, 3, 6, 9, 12, 15 및 20%씩 습식쌀가루에 각각 대체하였고, 호화쌀가루 첨가쿠키는 호화쌀가루를 습식쌀가루 중량 대비 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60%씩 습식쌀가루에 각각 대체하여 Table 1에 나타난 습식쌀가루의 쌀 쿠키 배합비대로 쿠키를 제조하였다. 이후의 쌀쿠키의 제조방법은 Fig. 1의 순서대로 1항에서와 동일한 방법으로 수행하였다.

다. 연구 결과

(1) 볶은콩가루의 첨가가 쌀쿠키의 조직감에 미치는 영향

(가) 볶은콩가루의 첨가에 따른 반죽 및 쿠키의 특성변화

① 수분함량

볶은콩가루를 첨가한 반죽과 쌀쿠키의 수분함량을 측정한 결과는 Table 57에 나타내었다. 볶은콩가루를 첨가한 습식쌀반죽의 수분함량은 대체로 감소하였으나 볶은콩가루첨가 쿠키의 수분함량은 15%까지는 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보이다가 20%첨가군에서 다시 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 57. Moisture contents of rice dough and cookies added with roasted soy flour

Item	Roasted soy flour : Wet-milled rice flour ¹⁾							
	0 : 100	3 : 97	6 : 94	9 : 91	12 : 88	15 : 85	20 : 80	
Moisture content (%)	Dough	22.6±0.03 ^{a2)}	21.6±0.04 ^b	21.2±0.07 ^c	20.4±0.03 ^d	19.9±0.04 ^e	20.5±0.06 ^d	19.6±0.08 ^f
	Cookie	7.5±0.02 ^a	6.0±0.05 ^b	5.0±0.06 ^e	5.9±0.03 ^b	5.4±0.03 ^c	5.2±0.02 ^d	5.9±0.13 ^b

¹⁾0~20% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with roasted soy flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

② 색도

볶은콩가루첨가쿠키의 반죽과 쿠키의 색도인 L, a, b값을 측정된 결과는 Table 58에 나타내었다. 볶은콩가루를 첨가한 반죽과 쿠키의 명도인 L 값은 감소하는 경향을 보였다. 적색도인 a 값은 반죽과 쿠키 모두에서 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 황색도인 b 값은 반죽과 쿠키의 윗면의 경우에서 증가하는 경향을 보였다.

Table 58. Color values of rice dough and cookies added with roasted soy flour

Item	Color value	Roasted soy flours : Wet-milled rice flour ¹⁾						
		0 : 100	3 : 97	6 : 94	9 : 91	12 : 88	15 : 85	20 : 80
Dough	L	83.7±0.7 ^{a2)}	82.0±0.5 ^b	79.6±0.2 ^c	74.2±1.2 ^d	74.3±0.1 ^d	73.3±0.6 ^d	71.4±0.6 ^e
	a	0.5±0.1 ^f	2.1±0.3 ^e	2.3±0.2 ^e	5.1±0.2 ^d	5.8±0.1 ^c	6.3±0.1 ^b	7.4±0.3 ^a
	b	24.8±0.2 ^e	25.0±0.2 ^{de}	25.2±0.30 ^d	31.5±0.3 ^c	32.3±0.2 ^{ab}	32.0±0.2 ^b	32.6±0.2 ^a
Cookie (Top)	L	85.0±0.1 ^a	82.6±1.2 ^b	79.7±0.2 ^c	77.1±0.2 ^d	76.8±0.6 ^d	72.8±1.1 ^e	72.5±0.5 ^e
	a	1.1±0.1 ^e	3.0±0.2 ^d	4.2±0.4 ^c	6.0±0.1 ^b	6.4±0.2 ^b	8.0±0.1 ^a	8.1±0.4 ^a
	b	26.6±0.3 ^d	25.8±0.6 ^e	27.1±0.7 ^d	29.7±0.2 ^c	29.9±0.5 ^{bc}	30.7±0.5 ^{ab}	31.0±0.2 ^a
Cookie (Bottom)	L	66.0±0.8 ^a	64.1±2.5 ^a	60.4±2.7 ^c	56.8±1.4 ^b	58.5±1.3 ^b	49.2±1.5 ^d	53.0±2.0 ^c
	a	14.4±1.5 ^c	15.2±1.3 ^c	16.0±1.6 ^{bc}	17.2±0.2 ^{ab}	17.1±0.9 ^{ab}	18.5±0.5 ^a	18.6±0.2 ^a
	b	35.4±1.2 ^a	34.5±1.2 ^{ab}	34.9±0.8 ^{ab}	34.8±0.6 ^{ab}	35.7±0.4 ^{ab}	31.8±1.4 ^c	34.2±1.2 ^b

¹⁾5~20% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with roasted soy flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

③ 밀도

볶은콩가루를 첨가한 습식쌀 반죽과 쿠키의 밀도(Bulk density) 측정결과는 Table 59에 나타내었다. 볶은콩가루를 첨가한 쿠키의 경우 밀도가 낮아지는 경향을 보였다.

Table 59. Bulk density of rice dough and cookies added with roasted soy flour

Item		Roasted soy flours : Wet-milled rice flour ¹⁾						
		0 : 100	3 : 97	6 : 94	9 : 91	12 : 88	15 : 85	20 : 80
Bulk density (unit, g/mL)	Dough	1.18±0.04 ^{a2)}	1.13±0.02 ^{abc}	1.17±0.09 ^a	1.02±0.04 ^{bc}	1.04±0.01 ^c	1.11±0.04 ^{ab}	1.12±0.02 ^{abc}
	Cookie	0.79±0.01 ^a	0.71±0.00 ^b	0.69±0.02 ^b	0.70±0.02 ^b	0.69±0.01 ^b	0.66±0.01 ^b	0.67±0.02 ^b

¹⁾5~20% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with roasted soy flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

④ 퍼짐성

쿠키의 퍼짐성은 쿠키의 직경에 대한 쿠키의 두께의 비를 나타낸 것이며, 볶은콩가루 첨가쿠키의 퍼짐성 측정결과는 Table 60에 나타내었다. 반죽이 오븐의 열에 의해 가열되기 시작하면서 중력에 의해 반죽이 유동성을 나타냄으로서 발생하는 현상이라 할 수 있다. 이러한 퍼짐성은 반죽 내 수분함량이 높아 유동에 필요한 점도가 증가할수록 퍼짐성도 커지게 된다. 볶은콩가루 첨가에 의한 퍼짐성은 6%첨가군을 제외한 나머지 첨가군에서 낮아지는 경향을 보였다. 이는 본 연구에서 사용한 볶은콩가루의 단백질함량이 증가함에 따라 단백질의 수화력 때문에 상대적으로 반죽형성에 필요한 수분함량이 적어지게 되는 결과를 초래하게 되는 것으로 사료된다.

Table 60. Spreadability of rice cookies added with roasted soy flour

	Roasted soy flours : Wet-milled rice flour ¹⁾						
	0 : 100	3 : 97	6 : 94	9 : 91	12 : 88	15 : 85	20 : 80
Spreadability	3.157±0.09 ^{ab2)}	3.075±0.02 ^{ab}	3.230±0.09 ^a	2.964±0.10 ^b	3.025±0.06 ^b	3.021±0.15 ^b	2.990±0.11 ^b

¹⁾5~20% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with roasted soy flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

볶은콩가루를 첨가한 쌀반죽과 쿠키의 경도를 TA를 이용하여 측정된 결과는 Table 61에 나타내었다. 습식쌀가루에 볶은콩가루를 첨가하여 제조한 쌀쿠키 반죽의 경도는 무첨가군이 149g이고, 3~20% 첨가할수록 199~284g으로 증가하였고, 쿠키의 경도는 무첨가군이 1729g이고, 3%에서 20%로 첨가량이 증가할수록 1901g에서 2615g으로 증가하였다. 볶은콩가루의 첨가량이 증가할수록 반죽과 쿠키의 경도가 유의적으로 증가하였다.

Table 61. Hardness of rice dough and cookies added with roasted soy flour

	Item		
	Roasted soy flours : Wet-milled rice flour ¹⁾	Dough	Cookie
Hardness (g)	0 : 100	144.8±4.4 ^f	1728.5±361.4 ^c
	3 : 97	198.5±7.4 ^e	1901.0±510.2 ^{bc}
	6 : 94	234.4±13.1 ^d	2007.1±321.6 ^{bc}
	9 : 91	233.0±5.2 ^d	2086.5±396.3 ^{bc}
	12 : 88	252.6±11.6 ^c	2260.7±412.1 ^{ab}
	15 : 85	266.2±17.3 ^b	2311.6±457.6 ^{ab}
	20 : 80	284.1±11.6 ^a	2614.9±564.5 ^a

¹⁾5~20% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with roasted soy flour.

²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

(나) 볶은콩가루의 첨가쿠키의 기호도평가

① 쿠키의 관능검사

쿠키의 관능검사는 9점 척도표사법으로 실시하여 Table 62과 Fig. 26에 나타내었다. 볶은콩가루를 첨가한 쿠키는 9% 첨가군에서 목넘김의 부드러움(Softness), 촉촉한 정도(Moistness) 및 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서 높은 기호도를 보였다. 색(Color), 향(Flavor), 부서지는 정도(Brittleness) 및 단단한 정도(Hardness)는 3% 첨가군에서 높은 기호도를 보였다. 볶은콩가루를 첨가한 모든 실험군에서 대조군보다 기호도가 증가하는 것으로 나타났다.

Table 62. Sensory characteristics of rice cookies added with roasted soy flour

RS F %	Sensory characteristics									
	Color	Flavor	Hardness	Brittleness	Moistness	Softness	Sandiness	Overall acceptability	Taste	Apperance
0	4.60±2.4	4.60±2.2	4.80±1.8	4.40±1.1	4.20±2.0	4.20±2.4	3.40±2.0	4.40±2.6	4.40±2.1	5.40±1.8
3	7.00±1.6	6.00±0.0	6.60±1.3	6.00±1.0	4.60±1.8	5.20±1.3	4.20±1.3	5.80±1.3	4.60±2.2	5.80±1.3
6	6.20±1.6	5.00±1.4	6.20±1.8	5.40±2.4	4.80±2.6	5.00±1.9	4.40±1.6	5.80±1.1	6.00±0.7	6.00±1.0
9	5.40±0.9	5.20±0.5	5.20±1.3	5.80±1.1	4.80±2.6	5.60±1.5	4.20±2.2	6.60±0.6	5.60±1.7	5.20±0.5
12	5.80±1.1	5.80±0.8	6.20±1.6	5.80±1.5	5.20±2.5	4.60±1.8	5.00±1.9	5.60±1.8	5.60±2.1	5.60±1.1
15	6.20±0.8	5.60±2.1	6.00±1.4	5.40±1.3	4.60±1.7	5.60±0.9	4.60±1.7	6.00±1.9	5.60±1.8	5.04±0.9
20	5.20±1.8	5.20±2.3	4.80±2.3	5.40±2.7	4.60±2.1	4.40±2.3	4.40±1.5	5.40±1.3	5.80±1.3	4.80±1.1

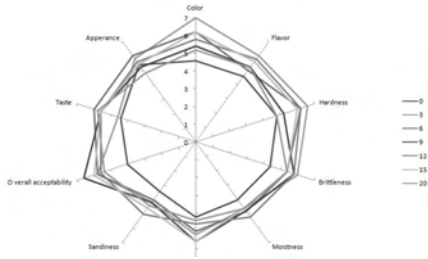


Fig. 26. QDA scores of sensory characteristics of wet-milled rice cookie added with roasted soy flour.

(2) 호화쌀가루의 첨가가 쌀쿠키의 조직감에 미치는 영향

(가) 호화쌀가루의 첨가에 따른 반죽 및 쿠키의 특성변화

① 수분함량

호화쌀가루를 첨가한 반죽과 쌀쿠키의 수분함량을 측정한 결과는 Table 63에 나타내었다. 호화쌀가루를 첨가한 습식쌀반죽의 수분함량은 10% 첨가군을 제외하고는 대체로 감소하였고, 쿠키의 수분함량은 호화쌀가루 첨가량증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 63. Moisture contents of rice dough and cookies added with pregelatinized rice flour

Item	Pregelatinized rice flour : Wet-milled rice flour ¹⁾							
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60	50 : 50	60 : 40	
Moisture contents (%)	Dough	21.91±0.12 ^{b2)}	22.12±0.14 ^a	21.25±0.07 ^c	20.63±0.08 ^d	19.53±0.18 ^e	18.81±0.12 ^f	18.91±0.05 ^f
	Cookie	9.17±0.02 ^a	6.28±0.04 ^b	5.99±0.15 ^c	5.89±0.24 ^c	5.21±0.06 ^d	5.26±0.13 ^d	4.64±0.16 ^e

¹⁾0~60% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

② 색도

호화쌀가루첨가쿠키의 반죽과 쿠키의 색도인 L, a, b값을 측정한 결과는 Table 64에 나타내었다. 명도인 L 값은 반죽의 경우 호화쌀가루첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였고, 쿠키 윗면과 아랫면의 경우 대체로 감소하는 경향을 보였다. 적색도인 a 값은 반죽의 경우 50%첨가할 때까지는 증가하였고 60%첨가시에 낮아졌다. 쿠키윗면의 경우에는 대체로 증가하는 경향을 보였다.

황색도인 b값은 반죽과 쿠키 모두에서 일정한 경향이 보이지 않았다.

Table 64. Color values of rice dough and cookies added with pregelatinized rice flour

Item	Color value	Pregelatinized rice flour : Wet-milled rice flour ¹⁾						
		0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60	50 : 50	60 : 40
Dough	L	84.6±0.4 ^{a2)}	77.6±0.8 ^b	72.9±0.8 ^c	71.2±0.6 ^d	68.3±0.6 ^e	67.4±0.7 ^{ef}	66.9±0.8 ^f
	a	0.5±0.2 ^f	2.2±0.1 ^e	3.1±0.2 ^d	3.6±0.1 ^c	4.2±0.1 ^b	5.0±0.1 ^a	4.5±0.4 ^b
	b	24.0±0.3 ^c	22.2±0.3 ^d	27.5±0.2 ^a	24.3±0.1 ^{bc}	24.8±0.2 ^b	24.3±0.3 ^{bc}	22.5±0.4 ^d
Cookie (Top)	L	83.0±0.6 ^a	81.4±1.5 ^b	76.2±0.9 ^c	74.8±0.4 ^c	70.6±1.2 ^c	71.5±0.6 ^d	67.0±0.5 ^e
	a	2.6±0.4 ^d	1.8±0.1 ^e	4.5±0.6 ^c	4.4±0.1 ^c	5.9±0.4 ^b	5.0±0.4 ^c	7.1±0.5 ^a
	b	27.3±0.9 ^b	23.4±0.4 ^c	28.0±0.6 ^{ab}	27.4±0.3 ^b	28.8±0.2 ^a	27.2±0.7 ^b	28.0±0.4 ^{ab}
Cookie (Bottom)	L	59.7±1.7 ^{ab}	65.3±3.1 ^a	57.9±1.3 ^b	59.8±6.2 ^{ab}	56.3±4.4 ^b	56.3±3.1 ^b	47.1±2.8 ^c
	a	17.7±0.6 ^a	12.7±1.7 ^b	17.1±2.0 ^a	14.1±3.3 ^{ab}	16.0±2.0 ^b	15.3±1.4 ^b	17.6±0.3 ^c
	b	36.7±0.2 ^a	32.5±1.0 ^b	34.3±0.5 ^a	32.3±0.4 ^{ab}	33.0±0.3 ^{ab}	32.7±0.3 ^{ab}	29.6±1.7 ^a

¹⁾0~60% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

③ 밀도

호화쌀가루를 첨가한 습식쌀 반죽과 쿠키의 밀도(Bulk density) 측정결과는 Table 65에 나타내었다. 호화쌀가루를 첨가한 반죽은 20%와 40%첨가군에서 밀도가 증가하였고 다른 첨가군에서는 대조군과 큰 차이가 나타나지 않았다. 쿠키의 경우는 호화쌀가루첨가량이 증가함에 따라 밀도가 높아지는 경향을 나타내었다.

Table 65. Bulk density of rice dough and cookies added with pregelatinized rice flour

Item	Pregelatinized rice flour : Wet-milled rice flour ¹⁾							
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60	50 : 50	60 : 40	
Bulk density (unit, g/mL)	Dough	1.08±0.04 ^{b2)}	1.07±0.04 ^b	1.17±0.04 ^a	1.07±0.03 ^b	1.12±0.06 ^{ab}	1.07±0.06 ^b	1.06±0.04 ^b
	Cookie	0.65±0.04 ^d	0.73±0.02 ^c	0.76±0.02 ^{cb}	0.77±0.01 ^{cab}	0.80±0.01 ^{ab}	0.81±0.02 ^{ab}	0.82±0.05 ^a

¹⁾0~60% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

④ 퍼짐성

쿠키의 퍼짐성은 쿠키직경에 대한 쿠키두께의 비를 나타낸 것이며, 호화쌀가루첨가쿠키의 퍼짐성 측정결과는 Table 66에 나타내었다. 호화쌀가루첨가에 의한 퍼짐성은 20%와 50% 첨가군을 제외한 나머지 첨가군에서 높아지는 경향을 보였다.

Table 66. Spreadability of rice cookies added with pregelatinized rice flour

	Pregelatinized rice flour : Wet-milled rice flour ¹⁾						
	0 : 100	10 : 90	20 : 80	30 : 70	40 : 60	50 : 50	60 : 40
Spreadability	3.024±0.078 ^{a2)}	3.098±0.118 ^a	3.018±0.085 ^b	3.046±0.172 ^b	3.098±0.118 ^c	3.018±0.085 ^c	3.046±0.172 ^c

¹⁾0~60% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

호화쌀가루를 첨가한 쌀반죽과 쿠키의 경도를 TA를 이용하여 측정한 결과는 Table 67에 나타내었다. 습식쌀가루에 호화쌀가루를 첨가하여 제조한 쌀쿠키 반죽의 경도는 무첨가군이 138g이고, 10~60% 첨가할수록 262~403g으로 증가하였고, 쿠키의 경도는 무첨가군이 2506g이고, 10%에서 60%로 첨가량이 증가할수록 2261g에서 5489g으로 증가하였다. 호화쌀가루의 첨가량이 증가할수록 반죽과 쿠키의 경도가 유의적으로 증가하였다.

Table 67. Hardness of rice dough and cookies added with pregelatinized rice flour

Hardness (g)	Item		
	Pregelatinized rice flour : Wet-milled rice flour ¹⁾	Dough	Cookie
	0 : 100	138±15 ^e	2506±447.2 ^d
	10 : 90	262±15.6 ^d	2261±328.2 ^d
	20 : 80	311±22.1 ^c	3228±500 ^c
	30 : 70	365±27.2 ^b	3080±444.5 ^c
	40 : 60	318±17.1 ^c	4266±815.6 ^b
	50 : 50	403±35.4 ^a	4325±1147 ^b
	60 : 40	378±78.5 ^{ab}	5489±370.7 ^a

¹⁾0~60% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with pregelatinized rice flour.

²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(나) 호화쌀가루의 첨가쿠키의 기호도평가

① 쿠키의 관능검사

쿠키의 관능검사는 9점 척도표사법으로 실시하여 Table 68과 Fig. 27에 나타내었다. 호화쌀가루를 첨가한 쿠키는 유의적인 차이는 대체로 없었으나 50% 첨가군에서 목넘김의 향(Flavor), 부서러지는 정도(Brittleness), 부드러움(Softness), 촉촉한 정도(Moistness) 및 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서 가장 높은 기호도를 보였다. 단단한 정도(Hardness)는 20% 첨가군에서 높은 기호도를 보였고, 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness)에 관한 기호도는 호화쌀가루첨가량이 가장 많은 60%첨가군에서 높게 나타났다.

Table 68. Sensory characteristics of rice cookies added with pregelatinized rice flour

PR F % ¹⁾	Sensory characteristics									
	Color	Flavor	Hardness	Brittleness	Moistness	Softness	Sandiness	Overall acceptability	Taste	Appearance
0	5.5±2.9 ^a	4.8±1.5 ^a	5.1±2.5 ^a	4.7±2.6 ^a	5.4±3.0 ^a	5.3±2.4 ^a	4.4±1.8 ^b	5.2±1.8 ^a	4.6±1.9 ^a	6.0±2.1 ^a
10	5.7±1.1 ^a	4.7±1.2 ^a	5.5±1.3 ^a	5.5±1.1 ^a	5.0±1.9 ^a	5.1±2.5 ^a	4.9±1.3 ^{ab}	5.5±0.9 ^a	4.7±2.3 ^a	5.4±1.5 ^a
20	5.0±2.4 ^a	5.0±1.1 ^a	5.8±2.3 ^a	5.3±1.6 ^a	5.1±1.8 ^a	5.1±1.7 ^a	4.5±1.7 ^b	5.1±1.8 ^a	5.4±0.5 ^a	5.7±0.8 ^a
30	4.9±0.5 ^a	5.1±0.4 ^a	5.4±1.9 ^a	4.9±1.3 ^a	5.3±2.4 ^a	5.2±1.3 ^a	4.9±1.6 ^{ab}	5.6±1.3 ^a	4.9±2.6 ^a	5.5±1.2 ^a
40	5.3±0.5 ^a	5.3±0.9 ^a	4.0±2.5 ^a	4.6±2.4 ^a	4.6±2.7 ^a	4.3±1.6 ^a	5.0±0.9 ^{ab}	5.4±1.9 ^a	5.2±2.0 ^a	5.2±0.9 ^a
50	4.8±0.5 ^a	5.4±0.8 ^a	5.5±1.8 ^a	5.5±2.1 ^a	5.9±2.4 ^a	5.8±1.8 ^a	5.5±2.3 ^{ab}	6.1±2.9 ^a	5.8±2.7 ^a	5.2±1.1 ^a
60	4.4±1.5 ^a	5.3±2.3 ^a	4.8±2.5 ^a	5.0±1.6 ^a	4.8±2.9 ^a	5.7±3.1 ^a	6.2±1.7 ^a	6.0±2.5 ^a	6.0±2.2 ^a	5.2±2.2 ^a

¹⁾10~60% of flour in 100g of wet-milled rice flour were replaced with pregelatinized rice flour.

^{a-b)}Different superscripts in a column indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

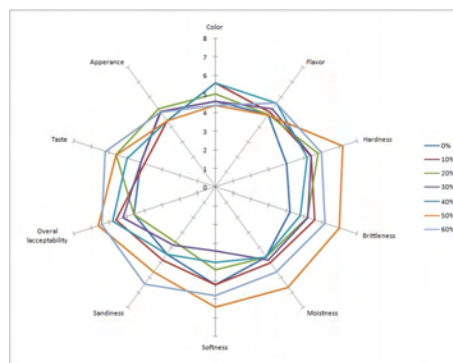


Fig. 27. QDA scores of sensory characteristics of wet-milled rice cookie added with pregelatinized rice flour.

(3) 볶은 콩가루와 호화쌀가루 첨가에 의한 쌀쿠키 조직특성의 변화

Fig. 28에 볶은 콩가루와 호화쌀가루를 함량별로 첨가해서 제조한 쌀쿠키의 밀도변화(Δ B.D.)와 경도변화 (Δ Hardness)의 관계를 나타내었다. 볶은콩가루(RSF)를 첨가한 쿠키는 첨가량이 증가함에 따라 밀도차를 감소시키는 반면 경도차는 증가시키는 방향으로 나타났으며, 이는 조직이 바삭거리는 방향으로 변화하는 것임을 알 수 있다. 따라서 쌀쿠키의 바삭거림을 조

절하는데 복은콩가루가 유용한 소재로 활용할 수 있을 것으로 생각되었다.

반면 호화쌀가루의 첨가는 첨가량이 증가함에 따라 밀도차 ($\Delta B.D.$)와 경도차 ($\Delta Hardness$) 모두 증가하는 방향으로 나타났으며, 이는 쌀쿠키의 조직이 단단한 방향으로 변화한다는 것을 나타낼 수 있다.

이상의 결과로 볼 때, 쌀쿠키의 조직감을 조절함에 있어서 복은콩가루와 호화쌀가루 등의 소재를 첨가함으로써 쌀쿠키의 바삭거림이나 단단한 정도 등을 조절할 수 있을 것으로 판단된다.

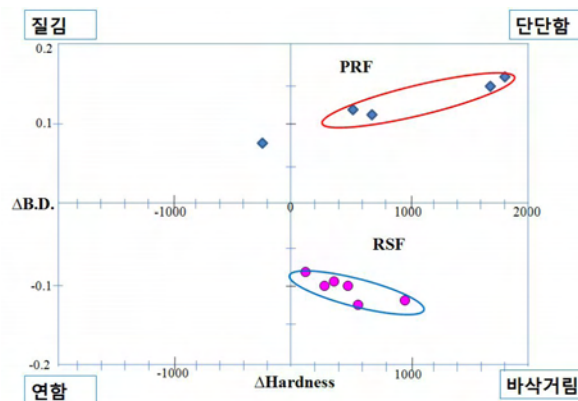


Fig. 28. Relation between $\Delta B.D.$ and $\Delta Hardness$ on rice cookies added with PRF and RSF.

3 절 3차년도: 쌀가루 기계적성 규명 및 시제품 제조

1. 주요공정(혼합반죽)기계적성 규명

가. 실험 재료 및 기기

2절의 가항과 같다.

나. 실험 방법

2절의 나항과 같으며, 쿠키 배합비는 Table 69, 쌀쿠키 제조과정은 Fig. 11과 같다.

Table 69. Formula for rice flour cookie

Ingredients	Ratio ¹⁾ (%)	
	Nonglutinous rice flour	Wheat flour
Rice flour	100	100
Shortening	50	50
Sugar	35	35
Whole egg liquids	12	12
Water	12	0
Salt	1	1

¹⁾ base of rice flour 100g.

다. 연구결과

(1) 재료의 특성

(가) 일반성분

습식쌀가루의 일반성분 측정결과는 Table 70과 같다.

습식제분법으로 제조한 멥쌀가루의 수분함량은 14.05%로 나타났고, 조단백질함량은 6.80%, 조회분함량은 0.61%, 조지방함량은 0.34%로 나타났다.

Table 70. Compositional analysis of rice flours

Rice flour type	Compositional analysis (%)			
	Moisture content	Crude protein	Crude ash	Crude lipid
RF ¹⁾	14.05±0.08 ²⁾	6.80±0.01	0.61±0.04	0.34±0.01

¹⁾RF is wet-milled rice flour. ²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(나) 색도

습식쌀가루의 색도를 측정한 결과는 Table 71과 같다. 습식쌀가루가 33.93의 L 값을 나타내었으며, 적색도인 a 값은 -1.93, 쌀가루의 황색도인 b 값은 6.93로 나타났다.

Table 71. Color value of rice flour

RF ¹⁾	Color value		
	L	a	b
	33.93±0.81 ²⁾	-1.93±0.42	6.93±1.50

¹⁾RF is wet-milled rice flour. ²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(2) 쿠키 Formula개선

(가) 배합비 조절

2차년도에 수행해왔던 쿠키의 배합비를 Formula I으로 하고, 관능패널들의 개선 요구사항으로 설탕과 쇼트닝의 분량을 가감하여 예비실험을 통하여 Table 72와 같이 배합비를 Formula I, Formula II, Formula III로 선정후 쿠키를 제조한 쿠키로 관능평가를 통하여 최종배합비를 선정하였다.

Table 72. Modified formula for rice flour cookie

Ingredients ¹⁾	Formula		
	I	II	III
Rice flour	100	100	100
Shortening	32	40	50
Sugar	30	40	35
Whole egg liquids	19	15	12
Water	19	15	12
Salt	1	1	1

¹⁾base of rice flour 100g.

(나) 관능평가

Formula type에 따른 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 73과 Fig. 29에 QDA로 나타내었다. 목넘김의 부드러운정도(Sandiness)의 경우만 Formula II에서 유의차는 없지만 가장 높게 나타났고, 색(Color), 단단한정도(Hardness), 바삭거림정도(Brittleness), 맛(Taste) 및 전반적인 기호도(Overall acceptability) 모두에서 Formula III로 제조한 경우가 가장 높게 나타났다. Formula III로 제조한 쿠키가 2차년도 배합비인 Formula I보다 모두 높은 관능평가를 받아서 3차년도 배합비로 Formula III를 선정하고, 이후의 실험은 Formula III로 진행하였다.

Table 73. Sensory characteristics of rice cookies by formula type

Sensory characteristics	Addition rate of RSF (%) ¹⁾		
	I	II	III
Color	6.3±1.53 ^{B2)}	7.00±0.00 ^{AB}	8.33±0.58 ^A
Hardness	5.00±2.00 ^B	7.00±0.00 ^{AB}	8.00±0.00 ^A
Brittleness	5.67±0.58 ^A	7.00±1.73 ^A	7.33±0.58 ^A
Sandiness	3.67±1.53 ^A	5.00±1.73 ^A	4.67±1.53 ^A
Taste	5.00±1.00 ^B	7.33±0.58 ^A	7.67±0.58 ^A
Overall acceptability	5.3±0.58 ^C	7.00±0.00 ^B	8.00±0.00 ^A

¹⁾RSF is roasted soybean flour. ²⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

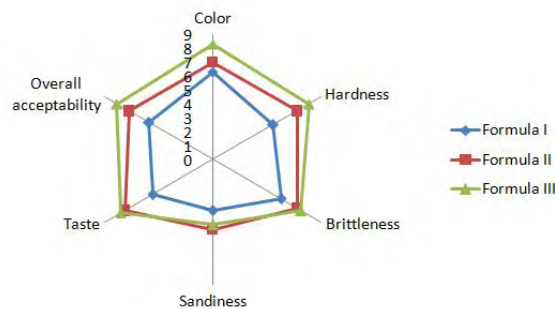


Fig. 29. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour by formula type

(3) 성형두께에 따른 반죽특성 및 쿠키특성

(가) 반죽성형두께에 따른 반죽특성

① 수분함량

반죽 성형두께에 따른 쿠키 반죽의 수분함량을 측정한 결과는 Table 74에 나타내었다. 반죽 성형두께가 10mm일 경우의 수분함량이 가장 낮게 나타났다.

Table 74. Moisture contents of cookie dough made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Dough	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Moisture contents (%)	14.31±0.03 ^{A1)}	13.80±0.06 ^B	14.23±0.01 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

반죽 성형두께에 따른 쿠키 반죽의 색도를 측정된 결과는 Table 75에 나타내었다. 반죽성형 두께가 10mm일 경우의 L값, a값 및 b값이 가장 높게 나타났다.

Table 75. Color value of cookie dough made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Item	Color value	Dough thickness (mm)		
		5	10	20
Dough	L	62.05±4.94 ^{A1)}	65.62±3.34 ^A	57.36±5.63 ^B
	a	-0.3±1.56 ^B	1.18±1.33 ^A	0.77±0.76 ^{AB}
	b	18.31±1.50 ^A	19.14±0.96 ^A	16.97±1.10 ^B

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

반죽 성형두께에 따른 쿠키 반죽의 밀도를 측정된 결과는 Table 76에 나타내었다. 반죽성형 두께가 10mm일 경우의 밀도가 가장 높게 나타났다.

Table 76. Bulk density of cookie dough made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Dough	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Bulk density (g/mL)	0.47±0.03 ^{C1)}	0.59±0.03 ^A	0.55±0.04 ^B

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 경도

반죽 성형두께에 따른 쿠키 반죽의 경도를 측정된 결과는 Table 77에 나타내었다. 반죽성형 두께가 10mm일 경우의 경도가 가장 낮게 나타났다.

Table 77. Hardness of cookie dough made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Dough	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Hardness (g)	290.03±15.32 ^{A1)}	249.73±19.44 ^B	286.98±18.49 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 반죽 사진

반죽 성형두께에 따른 일반미 습식 쌀가루 반죽의 모습을 비교한 사진은 Fig. 30과 같다.

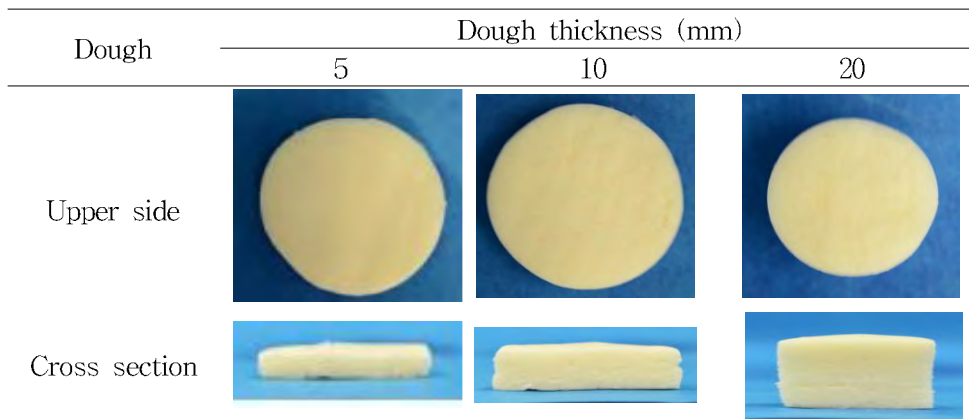


Fig. 30. Photos of cookie dough made of wet-milled rice flour by various dough thickness.

(나) 반죽성형두께에 따른 쿠키특성

① 수분함량

반죽 성형두께에 따른 쿠키의 수분함량을 측정된 결과는 Table 78에 나타내었다. 반죽성형 두께가 5mm인 쿠키의 수분함량이 가장 낮게 나타났고, 성형두께가 20mm인 쿠키의 수분함량이 가장 높게 나타났다.

Table 78. Moisture contents of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Cookie	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Moisture contents (%)	14.31±0.03 ^{A1)}	13.80±0.06 ^B	14.23±0.01 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

반죽 성형두께에 따른 쿠키의 색도를 측정된 결과는 Table 79에 나타내었다. 반죽성형두께가 10mm와 20mm인 쿠키윗면의 a값이 낮게 나타났고, 성형두께가 10mm인 쿠키의 L값, a값, b값 모두 낮게 나타났다.

Table 79. Color value of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Cookie	Color value	Dough thickness (mm)		
		5	10	20
Upper	L	47.86±5.23 ^{AB}	43.79±7.53 ^B	50.92±4.53 ^A
	a	8.72±1.80 ^A	1.57±0.86 ^B	2.57±1.64 ^B
	b	25.28±2.18 ^A	17.85±2.32 ^B	19.39±1.22 ^B
Bottom	L	38.52±4.91 ^B	37.18±5.53 ^B	46.43±3.30 ^A
	a	11.4±1.84 ^B	6.14±1.86 ^C	14.01±2.86 ^A
	b	24.75±2.98 ^B	19.93±2.09 ^C	31.67±4.69 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

반죽 성형두께에 따른 쿠키의 밀도를 측정된 결과는 Table 80에 나타내었다. 성형두께가

10mm인 쌀쿠키의 밀도가 가장 높게 나타났다.

Table 80. Bulk density of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Cookie	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Bulk density (g/mL)	0.45±0.06 ^{B1)}	0.57±0.08 ^A	0.53±0.05 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

반죽 성형두께에 따른 쿠키의 퍼짐성을 측정한 결과는 Table 81에 나타내었다. 성형두께가 20mm인 쌀쿠키의 퍼짐성이 가장 낮게 나타났다.

Table 81. Spreadability of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Cookie	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Spreadability	5.53±0.35 ^{A1)}	2.76±0.07 ^B	1.23±0.03 ^c

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

반죽 성형두께에 따른 쿠키의 경도를 측정한 결과는 Table 82에 나타내었다. 성형두께가 10mm인 쌀쿠키의 경도가 가장 낮게 나타났다. 성형두께가 5mm인 쌀쿠키의 경도는 측정이 안되었다.

Table 82. Hardness of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Cookie	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Hardness (g)	-	1416.16±114.16 ^{A1)}	1197.85±132.53 ^B

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑥ 쿠키의 관능평가

반죽 성형두께에 따른 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 83과 Fig. 31에 나타내었다. 성형두께에 따른 쿠키의 선호도에는 모든 항목에서 유의성이 나타나지 않았다.

Table 83. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness

Item	Dough thickness (mm)		
	5	10	20
Appearance	6.7±1.64 ^{A1)}	6.4±1.26 ^A	5.8±1.75 ^A
Color	6.2±1.32 ^A	6.0±1.33 ^A	5.8±1.62 ^A
Flavor	6.6±1.35 ^A	6.1±1.00 ^A	6.0±1.25 ^A
Hardness	5.2±0.92 ^A	5.0±0.82 ^A	5.2±0.63 ^A
Brittleness	5.2±1.23 ^A	5.0±0.94 ^A	4.8±0.79 ^A
Moistness	5.2±1.03 ^A	5.6±1.07 ^A	5.9±1.10 ^A
Softness	5.0±1.25 ^A	5.3±0.95 ^A	6.5±1.07 ^A
Sandiness	5.1±1.37 ^A	5.1±1.60 ^A	5.4±0.84 ^A
Taste	6.3±1.34 ^A	6.2±0.92 ^A	6.2±1.32 ^A
Overall acceptability	6.2±0.92 ^A	6.1±1.00 ^A	5.6±1.17 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

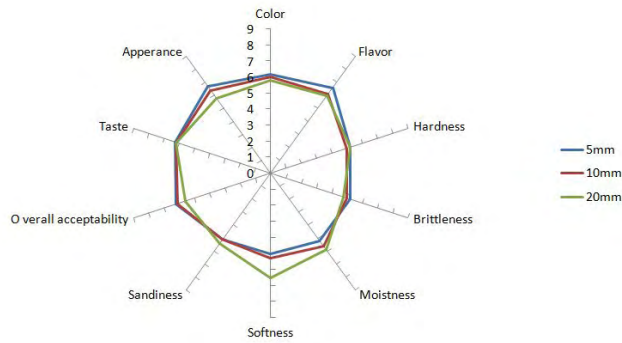


Fig. 31. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness.

⑦ 쿠키 사진

반죽 성형두께에 따라 제조한 일반미 습식쌀가루 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 32와 같다.

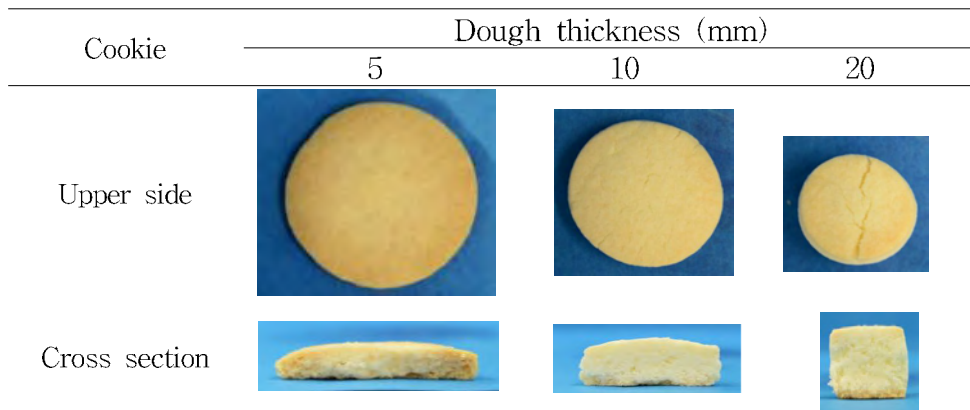


Fig. 32. Photos of cookie made of wet-milled rice flour by various dough thickness.

(4) 굽기시간에 따른 반죽특성 및 쿠키특성

(가) 쌀가루와 밀가루쿠키의 굽기시간에 따른 반죽특성과 쿠키특성 비교

① 수분함량

습식쌀가루와 박력밀가루로 만든 쿠키를 굽기시간에 따른 쿠키의 수분함량을 측정한 결과는 Table 84에 나타내었다. 쌀쿠키와 밀가루쿠키의 수분함량은 굽기시간이 증가함에 따라 수분함량이 감소하였다. 굽기전 반죽의 수분함량은 밀가루반죽보다 쌀반죽의 수분함량이 높았고, 굽기시간이 10분인 경우에도 쌀쿠키의 수분함량이 더 높았으나 시간이 더 경과함에 따라 그 차이는 없어지는 것으로 나타났다.

Table 84. Moisture contents of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time

Moisture contents (%)	Baking time (min)			
	Dough	10	15	20
Rice flour cookie	14.37±0.03	5.16±0.31 ^{A1)}	2.52±0.28 ^B	1.00±0.30 ^C
Wheat flour cookie	10.45±0.04	3.62±0.19 ^A	2.02±0.07 ^B	1.08±0.05 ^C

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

습식쌀가루와 박력밀가루로 만든 쿠키반죽과 쿠키를 굽기 시간에 따른 색도를 측정 한 결과는 Table 85에 나타내었다. 쌀쿠키윗면의 L값은 굽기시간이 길어짐에 따라 감소하였고, a값과 b값은 증가하였다. 쌀쿠키밑면의 L값은 굽기시간이 길어짐에 따라 감소하였고, a값은 증가하였으며 b값은 증가하다가 20분에서는 감소하는 것으로 나타났다. 밀가루쿠키윗면의 L값은 굽기시간이 길어짐에 따라 감소하였고, a값과 b값은 증가하였다. 밀가루쿠키밑면의 L값은 굽기시간이 길어짐에 따라 감소하였고, a값은 증가하였으며 b값은 증가하다가 10분에서부터 감소하여 굽기전 반죽의 b값보다 낮게 나타났다.

Table 85. Color value of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time

Item	Color value	Baking time (min)				
		0	10	15	20	
Rice flour cookie	Upper	L	65.08±4.92 ^{A1)}	66.94±4.01 ^A	58.54±1.55 ^B	53.01±2.56 ^C
		a	0.88±0.53 ^C	0.98±1.06 ^C	4.62±1.01 ^B	9.21±0.73 ^A
		b	20.56±1.19 ^C	19.96±1.75 ^C	23.01±0.88 ^B	27.89±0.79 ^A
	Bottom	L	65.08±4.92 ^A	52.56±3.02 ^B	41.39±2.88 ^C	34.14±4.03 ^D
		a	0.88±0.53 ^C	5.96±1.72 ^B	11.05±1.35 ^A	11.23±1.31 ^A
		b	20.56±1.19 ^C	23.74±1.38 ^{AB}	25.00±1.60 ^A	22.28±2.18 ^B
Wheat flour cookie	Upper	L	57.03±3.12 ^A	57.71±2.44 ^A	51.12±0.66 ^B	46.64±4.15 ^B
		a	3.79±0.99 ^C	2.65±1.17 ^D	5.47±1.21 ^B	8.59±1.12 ^A
		b	25.21±1.25 ^B	26.69±1.19 ^{AB}	27.74±2.09 ^A	27.4±2.19 ^A
	Bottom	L	57.03±3.12 ^A	45.99±4.63 ^B	38.17±3.10 ^C	32.94±3.04 ^D
		a	3.79±0.99 ^A	16.13±24.30 ^A	11.04±1.57 ^A	24.14±39.32 ^A
		b	25.21±1.25 ^B	27.73±2.04 ^A	25.29±1.67 ^B	21.98±2.20 ^C

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

습식쌀가루와 박력밀가루로 만든 반죽과 굽기 시간에 따른 쿠키의 밀도를 측정 한 결과는 Table 86에 나타내었다. 쿠키의 밀도는 쌀쿠키와 밀가루쿠키 모두에서 굽기시간이 길어짐에 따라 감소하였으며, 쌀쿠키의 경우가 밀가루쿠키보다 감소폭이 더 큰 것으로 나타났다.

Table 86. Bulk density of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time

Bulk density (g/mL)	Baking time (min)			
	Dough	10	15	20
Rice flour cookie	0.52±0.01 ^{A1)}	0.48±0.03 ^B	0.47±0.02 ^{BC}	0.45±0.01 ^C
Wheat flour cookie	0.51±0.01 ^A	0.50±0.02 ^{AB}	0.49±0.01 ^B	0.49±0.02 ^{AB}

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

습식쌀가루와 박력밀가루로 만든 쿠키의 굽기시간에 따른 퍼짐성을 측정 한 결과는 Table 87에 나타내었다. 쌀쿠키의 퍼짐성은 굽기시간이 10분일 때 가장 높았고, 굽기시간이 20분일 때 가장 낮았다. 밀가루쿠키의 퍼짐성은 굽기시간이 20분일 때 가장 높았고, 굽기시간이 15분일 때 가장 낮게 나타났다.

Table 87. Spreadability of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time

Spreadability	Baking time (min)		
	10	15	20
Rice flour cookie	2.91±0.09 ^{AD}	2.78±0.09 ^B	2.71±0.11 ^B
Wheat flour cookie	3.07±0.12 ^A	3.05±0.08 ^A	3.12±0.11 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

습식쌀가루와 박력밀가루로 만든 쿠키의 굽기시간에 따른 쿠키의 경도를 측정된 결과는 Table 88에 나타내었다. 쌀쿠키의 경도는 굽기시간이 길어짐에 따라 증가하였고, 밀가루쿠키의 경도도 굽기시간이 길어짐에 따라 증가하였으나 유의성은 나타나지 않았다. 쌀쿠키의 경도는 굽기시간이 10분, 15분, 20분 길어짐에 따라 쿠키의 경도가 반죽보다 각각 3.65배, 5.67배, 7.27배 증가하였고, 밀가루쿠키의 경도는 반죽보다 각각 15.53배, 17.67배, 18.02배 증가하였다. 쌀쿠키보다 밀가루쿠키의 경도가 급격하게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 88. Hardness of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time

Hardness (g)	Dough	Baking time (min)		
		10	15	20
Rice flour cookie	298.62±11.49 ^{DI}	1089.71±136.72 ^C	1694.12±111.69 ^B	2172.91±354.46 ^A
Wheat flour cookie	292.1±14.35 ^B	4536.03±793.26 ^A	5162.81±795.17 ^A	5264.04±1077.39 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑥ 쿠키의 관능평가

굽기시간에 따른 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 89와 Fig. 33에 QDA로 나타내었다. 쌀쿠키의 관능검사결과 색(Color)의 경우에는 굽기시간이 15분일 때 가장 높은 선호도를 나타내었고, 10분인 경우가 가장 낮았다. 향(Flavor)은 10분인 경우가 가장 낮았고, 단단함정도(Hardness)는 20분일 때 가장 선호도가 높았고, 10분일 때 가장 낮았다. 부서러지는 정도(Brittleness)는 15분일 때 가장 선호도가 높았고, 10분일 때 가장 낮았다. 촉촉함정도(Softness)와 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness)은 유의차가 나타나지 않았고, 맛(Taste)은 20분일 때 선호도가 높았고, 10분일 때 가장 낮았다. 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서는 15분일 때 선호도가 높았고, 10분일 때 가장 낮았다. 밀가루쿠키의 관능검사결과 색(Color)의 경우에는 굽기시간이 15분일 때 가장 높은 선호도를 나타내었고, 20분인 경우가 가장 낮았다. 밀가루쿠키의 경우 다른항목에 대하여서는 유의차가 나타나지 않았다. 굽기시간이 15분일 때 쌀쿠키의 Overall acceptability가 밀가루쿠키보다 높게 나타났다.

Table 89. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time

Item	Sensory evaluation	Baking time (min)		
		10	15	20
	Appearance	6.6±1.65 ^{AD}	7.0±0.94 ^A	6.7±1.16 ^A
	Color	4.0±0.94 ^B	6.8±1.14 ^A	6.6±1.51 ^A
	Flavor	4.6±0.52 ^B	6.0±1.25 ^A	6.7±1.34 ^A

Rice flour cookie	Hardness	4.3±1.16 ^C	6.0±1.15 ^B	7.0±0.82 ^A
	Brittleness	4.2±1.55 ^B	5.8±1.23 ^A	5.3±1.64 ^{AB}
	Moistness	6.0±1.33 ^A	5.3±1.25 ^A	5.0±1.76 ^A
	Softness	4.9±0.74 ^A	4.9±1.45 ^A	4.4±1.65 ^A
	Sandiness	4.3±0.95 ^A	4.4±1.51 ^A	3.7±1.95 ^A
	Taste	4.1±1.29 ^B	6.5±1.08 ^A	6.9±1.20 ^A
	Overall acceptability	4.4±0.70 ^B	6.5±0.53 ^A	6.3±1.06 ^A
Wheat flour Cookie	Appearance	7.00±0.63 ^A	7.33±0.82 ^A	7.17±0.75 ^A
	Color	5.83±0.75 ^{AB}	6.67±0.82 ^A	5.33±1.21 ^B
	Flavor	4.83±0.41 ^A	5.17±0.41 ^A	5.17±0.75 ^A
	Hardness	5.00±0.89 ^A	5.5±1.38 ^A	5.33±1.21 ^A
	Brittleness	5.33±0.82 ^A	5.5±0.55 ^A	4.83±0.75 ^A
	Moistness	5.33±0.52 ^A	5.0±0.63 ^A	4.67±1.03 ^A
	Softness	5.17±0.75 ^A	4.83±0.75 ^A	4.33±0.52 ^A
	Sandiness	4.33±0.52 ^A	4.67±0.82 ^A	4.17±0.41 ^A
	Taste	3.17±1.33 ^A	4.0±1.10 ^A	3.00±1.10 ^A
	Overall acceptability	3.17±1.17 ^A	4.00±1.10 ^A	2.67±1.03 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

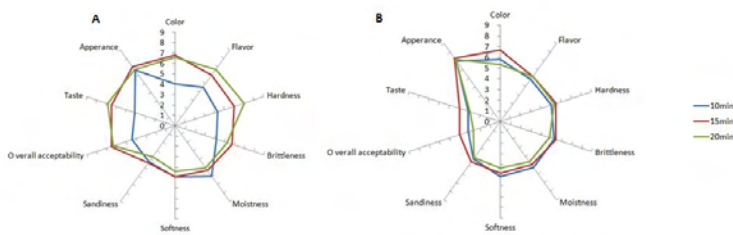


Fig. 33. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour(A) and wheat flour(B) by various baking time.

⑦ 쿠키 사진

굽기시간에 따른 쌀쿠키와 밀가루쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 34와 같다.

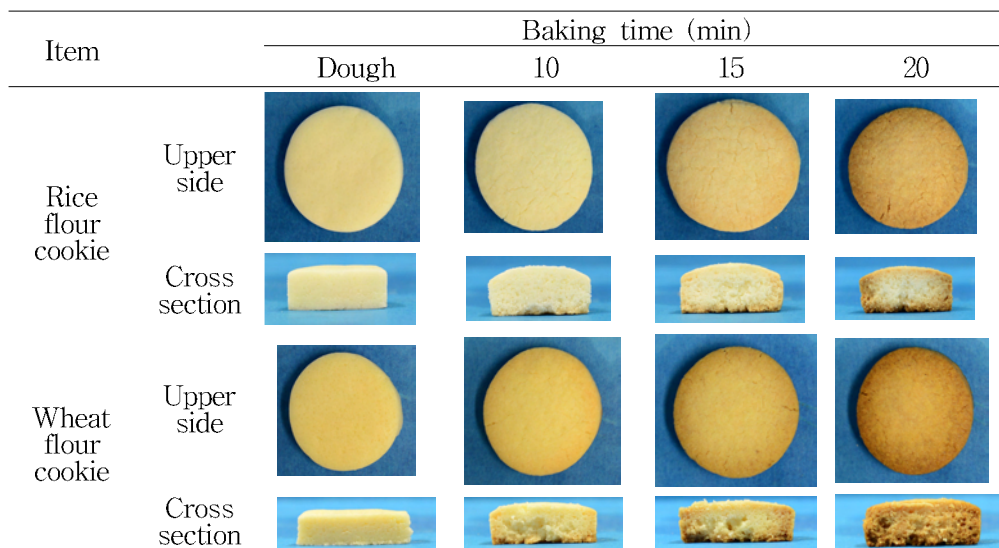


Fig. 34. Photos of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking time.

(5) 굽기온도에 따른 반죽특성 및 쿠키특성

(가) 굽기온도에 따른 쌀가루와 밀가루쿠키의 반죽 및 쿠키특성

① 수분함량

쌀가루와 밀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 쿠키의 수분함량을 측정한 결과는 Table 90에 나타내었다. 쌀쿠키와 밀가루쿠키의 수분함량은 굽기온도가 증가함에 따라 수분함량이 감소하였다. 굽기전 반죽의 수분함량은 밀가루반죽보다 쌀반죽의 수분함량이 높았게 나타났다.

Table 90. Moisture contents of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking temperature

Moisture contents (%)	Baking temperature (°C)				
	Dough	170°C & 130°C	180°C & 140°C	190°C & 150°C	200°C & 160°C
Rice flour cookie	13.51±0.04	3.12±0.06 ^{A1)}	2.70±0.10 ^B	2.50±0.08 ^B	2.07±0.19 ^C
Wheat flour cookie	10.46±0.04	3.22±0.12 ^A	2.60±0.09 ^B	1.88±0.04 ^C	1.43±0.14 ^D

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

쌀가루와 밀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 반죽과 쿠키의 색도를 측정한 결과는 Table 91에 나타내었다. 쌀쿠키윗면의 L값은 굽기온도가 180°C&140°C일때 가장 높았고, 200°C&160°C일때 가장 낮았으며, 반죽보다는 높게 나타났다. a값과 b값은 굽기온도가 높아짐에 따라 증가하였다. 쌀쿠키밑면의 L값은 굽기온도가 높아짐에 따라 감소하였고, a값은 굽기온도가 높아짐에 따라 증가하였으며 b값은 반죽보다 증가하였으며 190°C&150°C에서 가장 높게 나타났다. 밀가루쿠키윗면의 L값은 굽기온도가 높아짐에 따라 감소하였고, a값은 굽기온도가 높아짐에 따라 크게 증가하였고, b값은 굽기온도가 높아짐에 따라 약간 증강는 것으로 나타났다. 밀가루쿠키밑면의 L값은 굽기온도가 높아짐에 따라 감소하였고, a값은 굽기온도가 높아짐에 따라 증가하였으며 b값은 유의차가 없다가 200°C&160°C에서 낮아지는 것으로 나타났다.

Table 91. Color value of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking temperature

Item	Color value	Baking temperature (°C)					
		Dough	170°C&130°C	180°C&140°C	190°C&150°C	200°C&160°C	
Rice flour cookie	Upper	L	62.77±6.84 ^{A1)}	61.79±9.84 ^A	68.85±7.77 ^A	67.02±4.21 ^A	63.00±5.80 ^A
		a	0.62±1.65 ^C	0.71±2.54 ^C	3.00±0.94 ^B	4.71±0.74 ^A	6.14±1.45 ^A
		b	19.78±2.03 ^C	20.73±2.83 ^C	24.05±2.56 ^B	26.29±1.60 ^A	27.92±2.73 ^A
	Bottom	L	62.77±6.84 ^A	48.84±4.06 ^B	46.67±8.58 ^B	47.51±6.28 ^B	39.93±4.81 ^C
		a	0.62±1.65 ^C	5.55±2.23 ^B	7.13±2.19 ^B	11.62±2.11 ^A	10.31±1.77 ^A
		b	19.78±2.03 ^C	22.43±2.28 ^B	23.32±3.41 ^B	27.19±3.10 ^A	24.37±2.24 ^B
Wheat flour cookie	Upper	L	57.48±2.72 ^A	56.97±3.33 ^A	55.52±4.72 ^A	49.88±2.58 ^B	50.54±3.72 ^B
		a	2.63±0.96 ^C	2.55±1.02 ^C	3.07±1.03 ^C	5.7±0.98 ^B	7.75±0.86 ^A
		b	25.91±1.29 ^B	25.95±1.65 ^B	26.77±2.01 ^{AB}	26.35±1.46 ^B	28.29±1.96 ^A
	Bottom	L	57.48±2.72 ^A	46.51±2.34 ^B	43.12±3.90 ^C	39.57±3.29 ^D	33.96±1.66 ^E
		a	2.63±0.96 ^C	6.76±1.36 ^B	7.67±2.29 ^B	10.98±1.93 ^A	10.85±1.55 ^A
		b	25.91±1.29 ^A	26.67±1.52 ^A	25.97±1.44 ^A	25.60±1.83 ^A	22.56±0.62 ^B

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

쌀가루와 밀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 쿠키의 밀도를 측정된 결과는 Table 92에 나타내었다. 쿠키의 밀도는 쌀쿠키와 밀가루쿠키 모두에서 굽기온도에 따른 유의차는 나타나지 않았고, 반죽보다는 쿠키의 밀도가 낮게 나타났다.

Table 92. Bulk density of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking temperature

Bulk density (g/mL)	Baking temperature (°C)				
	Dough	170°C&130°C	180°C&140°C	190°C&150°C	200°C&160°C
Rice flour cookie	0.66±0.01 ^{A1)}	0.60±0.02 ^B	0.59±0.021 ^B	0.63±0.02 ^A	0.64±0.02 ^A
Wheat flour cookie	0.49±0.01 ^A	0.48±0.01 ^A	0.47±0.01 ^{AB}	0.48±0.01 ^A	0.46±0.02 ^B

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

쌀가루와 밀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 쿠키의 퍼짐성을 측정된 결과는 Table 93에 나타내었다. 쌀쿠키의 퍼짐성은 굽기온도증가에 따라 낮아졌고, 밀가루쿠키의 퍼짐성은 굽기온도에 따른 유의차는 나타나지 않았다.

Table 93. Spreadability of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking temperature

Spreadability	Baking temperature (°C)			
	170°C &130°C	180°C &140°C	190°C &150°C	200°C &160°C
Rice flour cookie	2.89±0.08 ^{A1)}	2.76±0.06 ^B	2.73±0.09 ^B	2.65±0.06 ^C
Wheat flour cookie	3.19±0.07 ^A	3.16±0.14 ^A	3.09±0.06 ^A	3.09±0.13 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

쌀가루와 밀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 쿠키의 경도를 측정된 결과는 Table 94에 나타내었다. 쌀쿠키의 경도는 굽기온도증가에 따라 높아졌고, 밀가루쿠키의 경도는 굽기온도에 따른 유의차는 나타나지 않았다. 쌀쿠키의 경도는 굽기온도가 170°C&130°C, 180°C&140°C, 190°C&150°C, 200°C&160°C로 높아짐에 따라 쿠키의 경도가 반죽보다 각각 4.55배, 4.00배, 4.88배, 5.72배 증가하였고, 밀가루쿠키의 경도는 반죽보다 각각 15.75배, 15.34배, 14.37배, 15.87배 증가하였다. 쌀쿠키보다 밀가루쿠키의 경도가 크게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 94. Hardness of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking temperature

Hardness (g)	Baking temperature (°C)				
	Dough	170°C&130°C	180°C&140°C	190°C&150°C	200°C&160°C
Rice flour cookie	352.3±20.2 ^{D1)}	1603.5±153.0 ^B	1408.4±229.5 ^C	1719.9±219.9 ^B	2015.5±272.6 ^A
Wheat flour cookie	343.9±11.1 ^B	5417.2±780.7 ^A	5274.6±740.7 ^A	4942.8±673.3 ^A	5456.2±641.6 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑥ 쿠키의 관능평가

쌀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 95와 Fig. 35에 QDA로 나타내었다. 쌀쿠키의 관능검사결과 색(Color)과 단단한정

도(Hardness)의 경우에는 굽기온도가 200℃&160℃일 때 가장 높은 선호도를 나타내었고, 다른 항목에 대하여서는 유의차가 나타나지 않았다.

Table 95. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour by various baking temperature

Rice flour cookie	Baking temperature (℃)			
	170℃ & 130℃	180℃ & 140℃	190℃ & 150℃	200℃ & 160℃
Appearance	5.5±1.72 ^{AD}	5.9±1.52 ^A	5.9±1.73 ^A	6.0±1.63 ^A
Color	4.5±1.36 ^C	5.1±1.37 ^{BC}	6.2±1.99 ^{AB}	6.8±1.93 ^A
Flavor	5.4±1.08 ^A	5.7±1.16 ^A	5.9±0.88 ^A	6.4±1.26 ^A
Hardness	4.8±1.14 ^B	5.0±1.05 ^{AB}	5.8±1.03 ^{AB}	5.9±1.10 ^A
Brittleness	5.4±1.18 ^A	5.0±1.05 ^A	5.8±0.63 ^A	5.7±0.82 ^A
Moistness	5.4±1.07 ^A	4.9±1.00 ^A	5.2±1.14 ^A	5.4±1.43 ^A
Softness	5.1±1.37 ^A	5.0±1.56 ^A	4.9±1.37 ^A	5.1±1.20 ^A
Sandiness	4.6±1.65 ^A	5.0±1.83 ^A	4.9±2.02 ^A	4.7±1.70 ^A
Taste	5.2±1.75 ^A	5.3±1.83 ^A	5.4±1.43 ^A	5.5±1.27 ^A
Overall acceptability	4.9±2.18 ^A	5.1±2.23 ^A	5.9±1.85 ^A	6.0±1.56 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

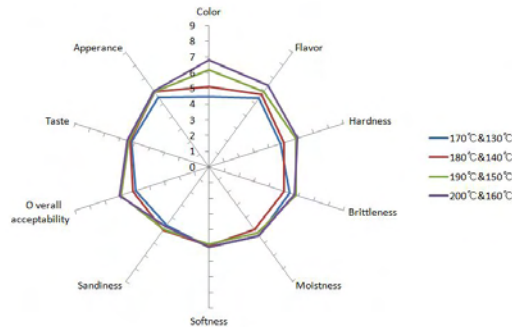


Fig. 35. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour by various baking temperature.

⑦ 쿠키 사진

쌀가루와 밀가루의 반죽과 굽기온도에 따른 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 36과 같다.

Item	Dough	Baking temperature (℃)				
		170℃ & 130℃	180℃ & 140℃	190℃ & 150℃	200℃ & 160℃	
Rice flour cookie	Upper side					
	Cross section					
Wheat flour cookie	Upper side					
	Cross section					

Fig. 36. Photos of dough and cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by various baking temperature

(6) 반죽기 타입에 따른 쌀가루와 밀가루쿠키의 반죽특성 및 쿠키특성

(가) 반죽기 타입에 따른 반죽특성

반죽기 타입에 따른 쌀반죽특성 및 쿠키 특성 실험은 다음과 같이 5가지 방법으로 진행하였다(Fig. 37). I; 임펠러A type 단일사용, II;임펠러 A type과 B type을 혼합사용, III; 임펠러 A type 단일사용으로 반죽시간을 30초 길게함, IV; Spartular 사용, V; 임펠러 B type만 사용. 임펠러 B type만 사용한 E방법은 반죽이 형성되지 않았다.

밀가루반죽특성 및 쿠키 특성 실험은 I, II, IV 방법으로 진행하였다.




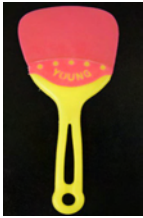

	Mixing method				
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾	V ⁵⁾
Impeller type					
Time	+ 30 sec				

Fig. 37. Mixing method of rice cookie.

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH) ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾V: Mixing by impeller type B(dough hook K45DH).

① 수분함량

반죽기 타입에 따른 쿠키 반죽의 수분함량을 측정한 결과는 Table 96에 나타내었다. 임펠러 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키 반죽의 수분함량이 유의적으로 제일 높았으며, 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 더 길게 하여 제조한 반죽의 수분함량이 유의적으로 제일 낮았다.

밀가루쿠키 반죽은 방법 IV로 제조하였을때 유의적으로 제일 높았으며, 임펠러 A typ와 B를 혼합사용한 경우가 반죽의 수분함량이 유의적으로 제일 낮았다.

Table 96. Moisture contents of cookie dough made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Moisture contents of dough (%)	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice dough	14.60±0.02 ^{B5)}	15.10±0.02 ^A	13.25±0.02 ^D	14.08±0.05 ^C
Wheat dough	10.37±0.06 ^B	10.22±0.11 ^C	-	14.72±0.03 ^A

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키 반죽의 색도인 L, a, b값을 측정된 결과는 Table 97에 나타내었다. 반죽기의 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 더 길게 하여 제조한 쌀반죽의 L값과 b값이 유의적으로 제일 높았고, 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 짧게 하여 제조한 쌀반죽의 L값이 유의적으로 제일 낮았다. 반죽기의 임펠러 type에 따른 쌀쿠키 반죽의 a값은 유의적 차이가 나타나지 않았다.

밀가루쿠키 반죽의 색도에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 97. Color value of cookie dough made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Item	Color value	Mixing method			
		I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice dough	L	55.42±4.52 ^{C5)}	63.63±5.11 ^{AB}	65.35±4.02 ^A	59.74±5.20 ^B
	a	0.71±1.15 ^A	1.25±0.69 ^A	1.42±0.74 ^A	1.4±0.81 ^A
	b	17.32±1.16 ^C	19.42±1.32 ^{AB}	20.11±1.35 ^A	18.36±1.67 ^{BC}
Wheat dough	L	57.91±2.33 ^A	56.25±2.71 ^A	-	56.99±2.63 ^A
	a	2.32±1.10 ^A	2.94±0.61 ^A	-	2.66±0.78 ^A
	b	25.79±1.69 ^A	25.17±0.95 ^A	-	25.20±1.38 ^A

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키 반죽의 밀도를 측정된 결과는 Table 98에 나타내었다. 임펠러 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키 반죽의 밀도가 유의적으로 제일 높았으며, 임펠러 A type만 사용하여 제조한 쌀반죽의 밀도가 유의적으로 제일 낮았다.

밀가루쿠키 반죽의 밀도에서는 임펠러 A type만 사용하여 제조한 쌀반죽의 밀도가 낮았다.

Table 98. Bulk density of cookie dough made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Bulk density (g/mL)	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice dough	0.65±0.02 ^{C5)}	0.93±0.06 ^A	0.66±0.02 ^C	0.80±0.04 ^B
Wheat dough	0.50±0.01 ^B	0.52±0.01 ^A	-	0.52±0.01 ^A

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 경도

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키 반죽의 경도를 측정된 결과는 Table 99에 나타내었다. 임펠러 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키 반죽의 경도가 유의적으로 제일 높았으며, 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 더 길게 하여 제조한 쌀반죽의 경도가 유의적으로 제일 낮았다. 임펠러 type의 혼합사용이 쌀쿠키 반죽의 경도를 높이는 역할을 하는 것으로 나타났다. 밀가루쿠키 반죽의 밀도에서는 방법 IV로 제조한 반죽의 밀도가 낮았다.

Table 99. Hardness of cookie dough made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Hardness (g)	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice dough	255.26±11.87 ^{C5)}	366.26±19.70 ^A	196.66±9.20 ^D	328.86±14.87 ^B
Wheat dough	456.53±25.89 ^A	452.80±26.49 ^A	-	337.93±43.14 ^B

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

반죽기의 임펠러 type을 달리하여 제조한 일반미 습식 쌀가루 반죽과 밀가루 반죽의 모습을 비교한 사진은 Fig. 38과 같다.

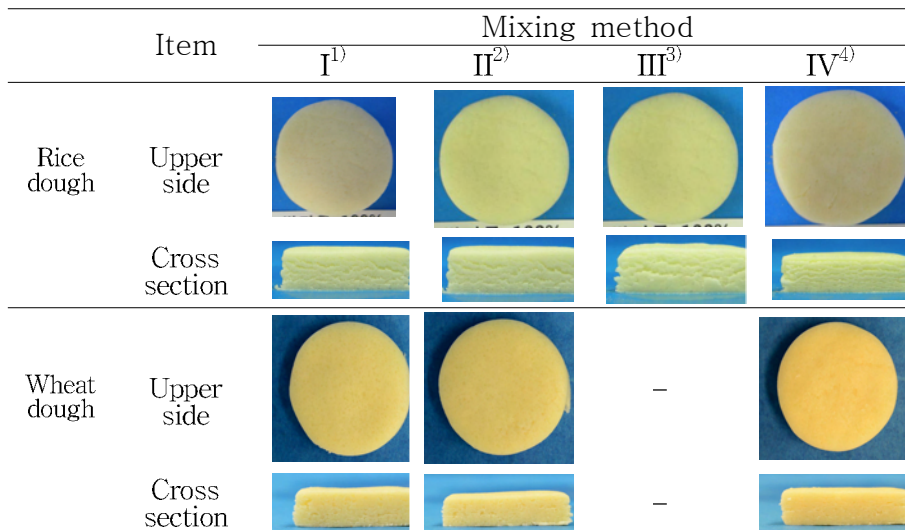


Fig. 38. Photos of cookie dough made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method.

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula.

(나) 반죽기 타입에 따른 쿠키특성

① 수분함량

반죽기 타입에 따른 쿠키의 수분함량을 측정된 결과는 Table 100에 나타내었다. 임펠러 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키의 수분함량이 유의적으로 제일 높았으며, 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 더 길게 하여 제조한 쌀쿠키의 수분함량이 유의적으로 제일 낮았다. 밀가루쿠키의 경우에는 방법 IV로 제조한 쿠키의 수분함량이 높았다.

Table 100. Moisture contents of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Moisture contents of cookie (%)	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice cookie	2.65±0.32 ^A	2.97±0.03 ^A	1.73±0.18 ^B	2.80±0.06 ^A
Wheat cookie	2.25±0.30 ^B	2.24±0.22 ^B	-	3.55±0.42 ^A

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키의 색도인 L, a, b값을 측정된 결과는 Table 101에 나타내었다. 반죽기의 임펠러 type에 따른 습식 쌀쿠키의 L값은 유의적 차이가 나타나지 않았다.

쌀쿠키 윗면의 색도는 반죽기의 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 더 길게 하여 제조한 쌀쿠키의 a값이 유의적으로 제일 높았고, A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키의 a값이 제일 낮았다. 임펠러 A type만 사용하여 반죽시간을 30초 더 길게 하여 제조한 쌀쿠키의 b값이 유의적으로 제일 높았고, 임펠러 A type만 사용하여 제조한 쌀쿠키의 b값이 제일 낮았다. 쌀쿠키 밑면의 색도는 Spatula를 사용하여 제조한 쌀쿠키의 L값이 높게 나타났고, 나머지 방법들에 대하여서는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 쿠키 밑면의 a와 b값은 유의적 차이가 나타나지 않았다. 밀가루쿠키 윗면의 색도는 L값, a값, b값 모두 유의적 차이를 보이지 않았으며, 쿠키 윗면의 색도는 a값의 경우 IV방법의 경우에 다른 방법의 경우보다 높았고, L값과 b값 모두 유의적 차이를 보이지 않았다.

Table 101. Color value of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Item	Color value	Mixing method				
		I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾	
Rice cookie	upper	L	56.15±5.82 ^{A5)}	63.56±7.78 ^A	57.4±6.59 ^A	71.39±4.04 ^A
		a	4.33±0.79 ^B	2.76±0.72 ^C	7.37±1.65 ^A	4.25±1.06 ^B
		b	23.69±2.50 ^B	24.4±2.18 ^B	28.08±2.97 ^A	26.69±1.54 ^A
	bottom	L	41.65±5.73 ^B	40.72±5.69 ^B	40.26±3.50 ^B	46.13±4.34 ^A
		a	12.87±10.29 ^A	10.31±2.58 ^A	10.96±1.90 ^A	10.05±2.59 ^A
		b	24.09±2.80 ^A	42.94±60.38 ^A	24.52±2.92 ^A	25.48±2.83 ^A
Wheat cookie	upper	L	59.48±3.53 ^A	57.65±4.15 ^A	-	58.47±3.86 ^A
		a	4.75±0.96 ^A	5.29±1.00 ^A	-	4.88±0.96 ^A
		b	28.75±1.62 ^A	27.63±1.92 ^A	-	28.00±1.69 ^A
	bottom	L	40.69±3.10 ^A	41.36±2.94 ^A	-	39.01±2.87 ^A
		a	9.15±1.03 ^B	10.26±2.82 ^B	-	12.09±1.42 ^A
		b	25.03±2.24 ^A	26.50±1.78 ^A	-	25.06±1.53 ^A

¹⁾I: Mixing by impeller type A (flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B (dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A (flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spatula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키의 밀도를 측정된 결과는 Table 102에 나타내었다. 임펠러 A type만 사용하여 제조한 습식 쌀쿠키의 밀도가 유의적으로 제일 낮았으며, 다른 방법들을 사용하여 제조한 쌀쿠키의 밀도는 유의적 차이가 없었다.

밀가루쿠키의 밀도는 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 경우가 더 높게 나타났다.

Table 102. Bulk density of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Bulk density (g/mL)	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice cookie	0.54±0.01 ^{B5)}	0.59±0.03 ^A	0.59±0.02 ^A	0.60±0.03 ^A
Wheat cookie	0.49±0.02 ^B	0.50±0.01 ^A	-	0.48±0.02 ^B

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spatula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키의 퍼짐성은 Table 103과 같다. 임펠러 type을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 퍼짐성은 임펠러 A type만사용하여 제조한경우가 높았다.

밀가루쿠키는 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 경우가 가장 높았고 IV방법으로 제조한 경우가 낮게 나타났다.

Table 103. Spreadability of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Spreadability	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice cookie	3.07±0.07 ^{A5)}	2.72±0.08 ^B	2.73±0.07 ^B	2.72±0.07 ^B
Wheat cookie	3.10±0.07 ^B	3.16±0.07 ^A	-	2.91±0.05 ^C

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spatula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

반죽기의 임펠러 type에 따른 쿠키의 경도를 측정된 결과는 Table 104에 나타내었다. 임펠러 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키의 경도가 유의적으로 제일 높았고, III방법으로 제조한 경우가 가장 낮게 나타났다. 임펠러 type의 혼합사용이 쌀쿠키의 경도를 높이는 역할을 하는 것으로 나타났다. 밀가루쿠키는 모두 유의적 차이가 나타나지 않았으나 쌀쿠키보다는 매우 낮은 경도 값으로 나타났다.

Table 104. Hardness of cookie made of wet-milled rice flour and wheat flour by mixing method

Hardness (g)	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Rice cookie	1851.21±174.26 ^{B5)}	2419.18±219.02 ^A	1171.28±153.91 ^C	1987.38±188.63 ^B
Wheat cookie	5686.81±497.50 ^A	5207.93±1434.21 ^A	-	5869.81±649.31 ^A

¹⁾I: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B(dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A(flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spatula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑥ 쿠키의 관능평가

쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 105와 Fig. 39에 QDA로 나타내었다. 전반적인 기호도(Overall acceptability)의 경우에는 임펠러 A type과 B type을 혼합사용하여 제조한 습식 쌀쿠키가 약간 높았고, 맛(Taste)의 경우 임펠러 A type만 사용한 쌀쿠키에서 약간 높게 나왔으며, spatula로 반죽을 한 쌀쿠키의 맛과 전반적인 기호도가 낮게 나왔을 뿐 나머지의 경우에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 105. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour by mixing method

Item	Mixing method			
	I ¹⁾	II ²⁾	III ³⁾	IV ⁴⁾
Appearance	6.3±1.50 ^{A5)}	6.4±1.35 ^A	6.0±1.70 ^A	6.2±1.69 ^A
Color	5.7±1.42 ^A	6.1±0.88 ^A	5.6±1.51 ^A	5.6±0.70 ^A
Flavor	6.0±0.82 ^A	5.6±1.17 ^A	5.5±1.51 ^A	5.4±1.51 ^A
Hardness	6.2±1.55 ^A	5.8±1.40 ^A	4.8±1.93 ^A	5.3±1.95 ^A
Brittleness	6.0±1.83 ^A	5.8±1.48 ^A	4.7±1.95 ^A	5.5±1.51 ^A
Moistness	4.5±1.08 ^A	4.7±1.06 ^A	4.9±1.37 ^A	4.7±1.70 ^A
Softness	4.5±1.51 ^A	4.5±1.08 ^A	4.4±1.26 ^A	4.3±1.42 ^A
Sandiness	4.8±1.14 ^A	4.8±1.14 ^A	4.4±1.07 ^A	4.0±0.94 ^A
Taste	6.5±0.85 ^A	6.4±1.20 ^{AB}	5.3±1.16 ^B	5.2±1.40 ^B
Overall acceptability	5.9±0.88 ^{AB}	6.1±1.20 ^A	5.1±1.20 ^{AB}	4.9±0.88 ^B

¹⁾I: Mixing by impeller type A (flat beater K5THCB). ²⁾II: Mixing by impeller type A and B (dough hook K45DH). ³⁾III: Mixing by impeller type A (flat beater K5THCB). Method I mixing time plus 30sec. ⁴⁾IV: Mixing by spartula. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

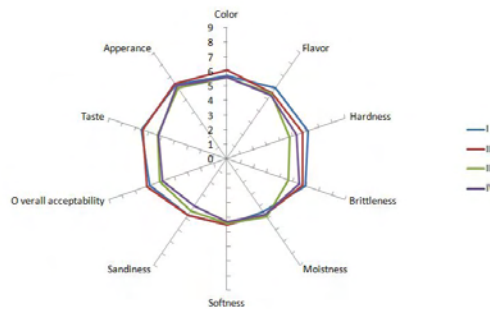


Fig. 39. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour by mixing method.

(7) 반죽숙성시간에 따른 쿠키특성

① 수분함량

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따른 쿠키의 수분함량을 측정한 결과는 Table 106에 나타내었다. 실온과 냉장 모두에서 0.5시간 휴지시킨 쿠키의 수분함량이 제일 낮게 나타났다. 냉장에서 4시간과 24시간 휴지시킨 쿠키의 수분함량은 대조군보다 높게 나타났다.

Table 106. Moisture contents of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system

Cookie	Aging condition	Aging time (hr)					
		0	0.5	1	2	4	24
Moisture contents (%)	Room temp.	2.90±0.53 ^{AB1)}	1.79±0.44 ^B	2.78±0.04 ^{AB}	3.41±1.30 ^A	2.03±0.22 ^B	2.77±0.08 ^{AB}
	Cold system	2.83±0.32 ^{AB}	2.25±0.11 ^C	2.43±0.27 ^{BC}	2.26±0.21 ^C	3.17±0.24 ^A	3.04±0.18 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 색도

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따른 쿠키의 색도를 측정한 결과는 Table 107에 나타내었다. 실온에서 휴지시킨 반죽으로 만든 쿠키윗면의 L값, a값과 b값은 4시간 휴지시킨 경우

가 제일 높았다. 쿠키밀면의 a값과 b값도 4시간 휴지시킨 경우가 제일 높았다. 냉장에서 휴지시킨 반죽으로 만든 쿠키밀면의 L값은 2시간 휴지시킨 경우가, a값과 b값은 1시간 휴지시킨 경우가 제일 높았다. 쿠키밀면의 L값, a값과 b값은 4시간 휴지시킨 경우가 제일 높았다.

Table 107. Color value of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system

Aging condition	Cookie	Color value	Aging time (hr)					
			0	0.5	1	2	4	24
Room temp.	upper	L	61.00±2.87 ^{AB}	62.97±7.83 ^{AB}	66.37±6.47 ^A	56.32±6.50 ^B	64.11±7.56 ^A	56.20±9.14 ^B
		a	3.89±0.66 ^C	5.73±1.46 ^{AB}	4.57±0.80 ^{BC}	6.71±3.13 ^A	6.83±1.05 ^A	5.66±1.99 ^{AB}
		b	23.64±1.06 ^B	25.89±3.05 ^{AB}	26.34±2.50 ^{AB}	24.33±2.97 ^B	28.44±2.93 ^A	24.45±4.32 ^B
	bottom	L	46.55±4.96 ^A	42.52±4.97 ^{ABC}	39.28±3.62 ^C	41.62±5.67 ^{BC}	45.94±4.17 ^{AB}	42.87±5.10 ^{ABC}
		a	7.77±2.91 ^C	9.91±1.61 ^{BC}	8.17±1.45 ^{BC}	9.22±1.96 ^{BC}	12.2±1.61 ^A	10.21±3.09 ^B
		b	23.7±3.03 ^B	24.42±1.97 ^B	22.07±1.61 ^B	22.78±2.14 ^B	27.32±2.96 ^B	23.89±3.77 ^A
Cold system	upper	L	59.44±5.11 ^A	60.34±6.00 ^A	62.11±6.46 ^A	62.7±6.43 ^A	62.55±6.96 ^A	61.36±5.97 ^A
		a	5.12±1.06 ^{AB}	4.82±2.00 ^{AB}	6.11±2.94 ^A	4.85±1.21 ^{AB}	3.63±0.94 ^B	3.36±1.80 ^B
		b	25.01±2.52 ^A	25.15±2.24 ^A	25.64±2.40 ^A	24.67±2.68 ^A	24.56±2.14 ^A	23.61±2.00 ^A
	bottom	L	47.04±5.69 ^{AB}	43.46±5.83 ^B	47.02±3.95 ^{AB}	44.24±4.12 ^B	49.83±4.76 ^A	45.3±5.77 ^{AB}
		a	7.9±2.43 ^B	8.93±1.61 ^{AB}	9.42±1.99 ^{AB}	9.54±1.58 ^{AB}	10.54±1.77 ^A	9.86±3.00 ^{AB}
		b	23.96±2.86 ^A	24.28±2.92 ^A	24.77±1.95 ^A	23.76±1.79 ^A	26.55±3.00 ^A	26.08±4.46 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 밀도(Bulk density)

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따른 쿠키의 밀도를 측정 한 결과는 Table 108에 나타내었다. 실온에서 휴지시킨 반죽으로 만든 쿠키의 밀도는 0.5시간휴지시킨 경우가 가장 낮았고 이후 시간이 경과하면서 밀도 값도 증가하는 것으로 나타났다. 냉장에서 1시간 휴지시킨 쿠키의 밀도가 가장 낮았고, 0.5시간휴지시킨 경우를 제외하고 시간이 경과하면서 밀도 값도 증가하는 것으로 나타났다.

Table 108. Bulk density of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system

Cookie	Aging condition	Aging time (hr)					
		0	0.5	1	2	4	24
Bulk density (g/mL)	Room temp.	0.65±0.02 ^{AD}	0.53±0.02 ^C	0.56±0.02 ^B	0.57±0.03 ^B	0.63±0.03 ^A	0.64±0.03 ^A
	Cold system	0.54±0.03 ^D	0.57±0.03 ^{BC}	0.54±0.03 ^{CD}	0.55±0.02 ^{CD}	0.59±0.03 ^{AB}	0.60±0.03 ^A

¹⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

④ 쿠키의 퍼짐성

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따른 쿠키의 퍼짐성을 측정 한 결과는 Table 109에 나타내었다. 실온과 냉장 모두에서 쌀쿠키의 퍼짐성은 4시간 휴지시킨 경우가 가장 낮았고, 24시간 휴지시킨 경우 실온에서는 대조군보다 퍼짐성이 증가하였고, 냉장에서는 대조군보다 퍼짐성이 감소하였다.

Table 109. Spreadability of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system

Cookie	Aging condition	Aging time (hr)					
		0	0.5	1	2	4	24
Spreadability	Room temp.	2.74±0.14 ^{BI)}	2.81±0.09 ^B	2.79±0.12 ^B	2.69±0.08 ^{BC}	2.40±0.75 ^C	3.53±0.12 ^A
	Cold system	4.10±0.12 ^A	2.87±0.08 ^C	4.07±0.22 ^A	2.78±0.10 ^C	2.75±0.12 ^C	3.58±0.11 ^B

^{I)}Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑤ 경도

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따른 쿠키의 경도를 측정 한 결과는 Table 110에 나타내었다. 실온에서 휴지시킨 반죽으로 만든 쿠키의 경도는 2시간 휴지시킨 경우가 가장 높았고, 0.5시간의 경우가 낮았다. 냉장에서 24시간 휴지시킨 쿠키의 경도가 가장 낮았고, 0.5시간과 4시간 휴지시킨 경우는 높게 나타났다.

Table 110. Hardness of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system

Cookie	Aging condition	Aging time (hr)					
		0	0.5	1	2	4	24
Hardness (g)	Room temp.	1363.9±131.3 ^{BI)}	1019.4±135.3 ^D	1122.1±120.0 ^{CD}	1662.5±184.3 ^A	1241.5±195.3 ^{BC}	1640.9±180.0 ^A
	Cold system	1318.5±162.4 ^{BC}	1595.2±205.3 ^A	1372.5±83.6 ^{BC}	1383.3±139.6 ^B	1618.1±139.7 ^A	1239.8±105.4 ^C

^{I)}Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑥ 쿠키의 관능평가

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따른 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 111과 Fig. 40에 QDA로 나타내었다. 실온과 냉장 모두에서 색과 경도를 제외한 모든 항목에서 유의성은 나타나지 않았다. 색의 경우 실온에서 0.5시간, 4시간과 24시간의 경우가 높았고, 단단한정도는 실온4시간의 경우가 높게 나타났다. 냉장 4시간의 경우가 색과 경도값이 높게 나타났다.

Table 111. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system

Aging condition	Item	Aging time (hr)					
		0	0.5	1	2	4	24
Room temp.	Appearance	6.7±1.34 ^A	5.9±1.37 ^A	6.2±1.40 ^A	5.8±1.87 ^A	6.5±1.51 ^A	6.1±1.52 ^A
	Color	5.3±1.06 ^C	6.1±0.88 ^{ABC}	4.6±0.8 ^{BC}	5.9±1.29 ^{ABC}	6.9±1.00 ^A	6.6±1.51 ^{AB}
	Flavor	5.5±0.97 ^A	5.7±0.67 ^A	5.2±0.92 ^A	5.3±1.42 ^A	5.9±1.03 ^A	5.9±1.00 ^A
	Hardness	5.2±0.92 ^A	5.3±1.06 ^A	5.2±1.40 ^A	5.4±0.97 ^A	6.1±1.10 ^A	5.7±1.16 ^A
	Brittleness	5.3±1.25 ^A	5.0±0.82 ^A	4.8±1.23 ^A	5.4±1.08 ^A	5.9±1.45 ^A	5.5±1.51 ^A
	Moistness	5.3±0.95 ^A	5.3±0.95 ^A	5.0±0.67 ^A	5.4±1.07 ^A	5.3±0.82 ^A	5.6±1.17 ^A
	Softness	5.6±1.26 ^A	5.0±0.94 ^A	4.7±0.82 ^A	5.3±1.16 ^A	5.6±1.17 ^A	5.5±1.65 ^A
	Sandiness	4.7±1.77 ^A	4.6±1.17 ^A	4.4±1.07 ^A	4.7±1.25 ^A	4.8±1.75 ^A	4.5±1.90 ^A
	Taste	5.8±1.14 ^A	5.5±1.35 ^A	5.5±1.18 ^A	5.7±1.25 ^A	6.0±1.70 ^A	5.7±1.34 ^A
	Overall acceptability	5.9±1.45 ^A	5.9±1.66 ^A	5.7±1.50 ^A	5.5±1.65 ^A	6.4±1.43 ^A	6.4±1.51 ^A

Cold system	Appearance	5.9±1.37 ^A	5.9±1.20 ^A	5.9±1.29 ^A	6.1±1.52 ^A	6.5±1.08 ^A	6.0±1.41 ^A
	Color	5.8±1.03 ^A	5.7±0.67 ^A	5.6±1.26 ^A	6.1±1.00 ^A	6.3±1.34 ^A	5.2±1.14 ^A
	Flavor	5.6±1.35 ^A	5.6±1.35 ^A	5.4±0.97 ^A	5.8±0.79 ^A	5.7±0.82 ^A	5.4±0.70 ^A
	Hardness	5.5±1.27 ^A	5.5±0.53 ^A	5.0±0.67 ^A	5.5±0.85 ^A	5.9±1.29 ^A	5.3±0.82 ^A
	Brittleness	5.4±1.07 ^A	5.1±1.20 ^A	4.9±1.37 ^A	5.3±0.82 ^A	5.5±1.08 ^A	5.4±1.07 ^A
	Moistness	5.2±0.92 ^A	4.9±1.00 ^A	5.1±1.00 ^A	5.3±1.06 ^A	5.4±0.97 ^A	5.1±0.57 ^A
	Softness	4.9±1.60 ^A	4.9±0.88 ^A	5.0±1.41 ^A	5.1±1.10 ^A	5.1±1.45 ^A	5.1±1.29 ^A
	Sandiness	4.4±1.71 ^A	4.6±0.97 ^A	4.3±1.57 ^A	4.4±1.26 ^A	5.0±2.31 ^A	4.1±1.37 ^A
	Taste	5.1±1.20 ^B	5.8±1.03 ^{AB}	5.3±1.16 ^{AB}	5.9±0.88 ^{AB}	6.3±1.34 ^A	5.4±1.07 ^{AB}
	Overall acceptability	5.7±1.50 ^A	5.7±1.64 ^A	5.4±1.84 ^A	5.9±1.29 ^A	6.8±1.23 ^A	5.5±1.58 ^A

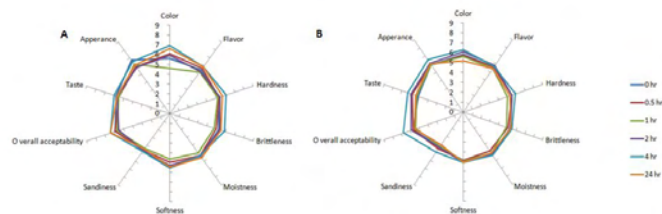


Fig. 40. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature(A) and cold system.

⑦ 쿠키 사진

실온과 냉장조건에서 반죽휴지시간에 따라 제조한 일반미 습식 쌀가루 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 41과 같다.

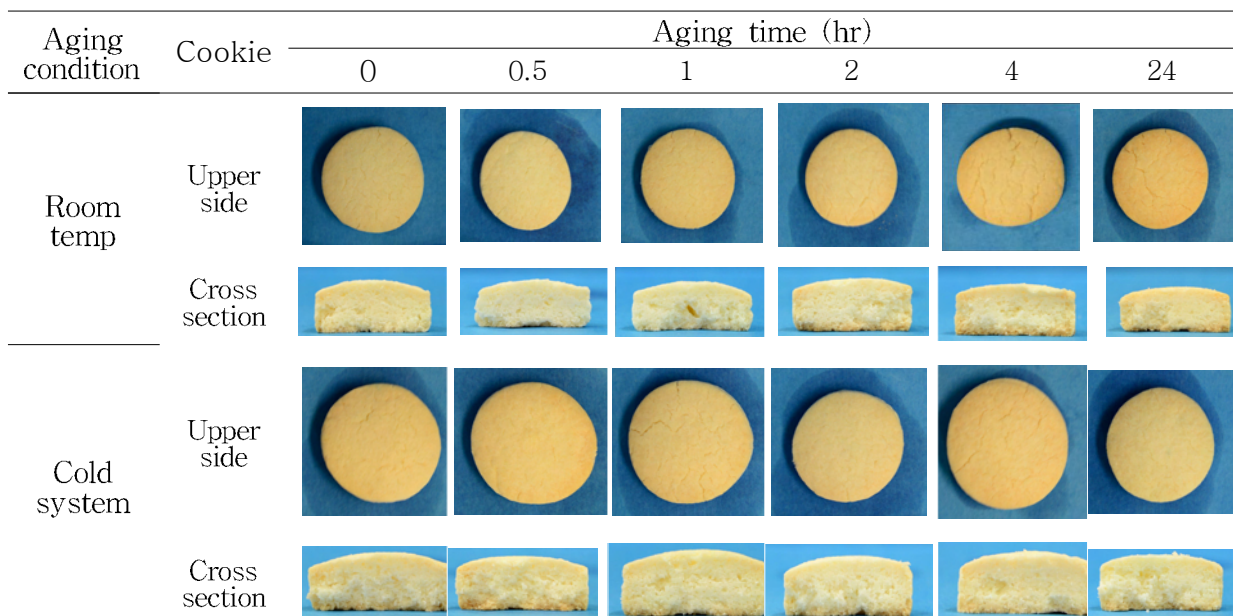


Fig. 41. Photos of cookie made of wet-milled rice flour by dough aging time at room temperature and cold system.

(8) 반죽저장조건에 따른 반죽특성 및 쿠키 특성

(가) 반죽저장조건에 따른 반죽특성

① 품질특성

반 저장조건에 따른 쿠키 반죽의 수분함량을 측정한 결과는 Table 112에 나타내었다. 성형한 쌀반죽을 -4℃에서 0.5시간 냉장 저장한 쌀반죽의 수분함량이 가장 높았으며, 실온저장과 냉동저장보다 냉장저장한 반죽의 수분함량이 높은 것으로 나타났다.

반죽의 색도는 성형한 쌀반죽을 -18℃에서 0.5시간 냉동 저장한 쌀반죽의 b값이 가장 높게 나타났다. L값과 a값에서는 경향이 나타나지 않았다. 밀도는 성형한 쌀반죽을 -4℃에서 2시간 냉장한 경우가 반죽의 밀도가 가장 높았고, -18℃에서 2시간 냉동 저장한 쌀반죽의 밀도가 가장 낮게 나타났다. 경도는 성형한 쌀반죽을 -18℃에서 2시간 냉동 저장한 쌀반죽의 경도가 가장 높았고, 20℃에서 0.5시간 실온 저장한 경우가 쌀반죽의 경도가 가장 낮게 나타났다.

Table 112. Quality characteristics of cookie dough made of wet-milled rice flour by storage condition of molded-dough

Dough	Storage condition of molded-dough						
	Temp. (℃)	20℃		-4℃		-18℃	
		0.5 hr	2 hr	0.5 hr	2 hr	0.5 hr	2 hr
Moisture contents (%)		13.91±0.10 ^{BI)}	13.86±0.14 ^B	14.33±0.15 ^A	14.31±0.11 ^A	13.87±0.20 ^B	13.81±0.09 ^B
Color value	L	61.47±7.73 ^{ABD)}	67.27±7.92 ^A	62.35±5.95 ^{AB}	59.13±6.15 ^B	68.15±6.82 ^A	68.18±8.54 ^A
	a	0.19±1.21 ^A	1.05±0.84 ^A	0.77±1.94 ^A	0.34±1.15 ^A	0.96±0.79 ^A	0.33±1.11 ^A
	b	17.44±2.56 ^B	19.43±1.88 ^{AB}	19.01±2.73 ^{AB}	18.00±1.83 ^{AB}	19.78±1.87 ^A	17.46±2.75 ^B
Bulk density (g/mL)		0.57±0.04 ^{ABC1)}	0.60±0.01 ^{AB}	0.57±0.04 ^{BC}	0.61±0.06 ^A	0.58±0.04 ^{ABC}	0.55±0.02 ^C
Hardness (g)		196.73±13.57 ^{DI)}	323.63±12.73 ^C	237.30±9.11 ^D	396.67±20.23 ^B	222.75±5.50 ^D	535.68±119.69 ^A

^{I)}Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(나) 반죽저장조건에 따른 쿠키특성

① 품질특성

반죽 저장조건에 따른 쿠키의 수분함량을 측정한 결과는 Table 113에 나타내었다.

쿠키의 색도는 성형한 쌀반죽을 -18℃에서 0.5시간 냉동 저장한 쌀쿠키윗면의 L값이 가장 높았고, 20℃에서 0.5시간 실온저장한 경우가 쌀쿠키의 L값이 가장 낮게 나타났다. 20℃에서 0.5시간 실온저장한 경우가 쌀쿠키의 a값이 가장 높았고, -4℃에서 2시간 냉장저장한 쌀쿠키윗면의 a값이 낮게 나타났다. 20℃에서 2시간 실온저장한 경우가 쌀쿠키의 b값이 가장 높았고, -4℃에서 2시간 냉장저장한 쌀쿠키윗면의 b값이 낮게 나타났다. -4℃에서 0.5시간 저장한 경우가 쌀쿠키밑면의 L값이 가장 높았고, -4℃에서 2시간 저장한 쌀쿠키밑면의 L값이 낮게 나타났다. 쌀쿠키밑면의 a값은 유의적 경향이 나타나지 않았으며, -18℃에서 0.5시간 저장한 경우가 쌀쿠키밑면의 b값이 가장 높았고, -4℃에서 2시간 저장한 쌀쿠키밑면의 b값이 낮게 나타났다. 밀도는 성형한 쌀반죽을 -4℃에서 2시간 냉장저장한 쌀쿠키의 밀도가 가장 높았고, -18℃에서 2시간 냉동저장한 경우가 쌀쿠키의 밀도가 가장 낮게 나타났다.

쿠키의 퍼짐성은 성형한 쌀반죽을 -4℃에서 2시간 냉장저장한 쌀쿠키의 퍼짐성이 가장 높았고, 20℃에서 0.5시간 실온저장한 경우가 쌀쿠키의 퍼짐성이 가장 낮게 나타났다.

쌀쿠키의 경도는 성형한 쌀반죽을 -4℃에서 2시간 냉장저장한 쌀쿠키의 경도가 가장 높았고, -18℃에서 2시간 냉동저장한 경우가 쌀쿠키의 경도가 가장 낮게 나타났다.

Table 113. Moisture contents of cookie made of wet-milled rice flour by storage condition of molded-dough

Dough		Storage condition of molded-dough					
		20℃		-4℃		-18℃	
Temp. (℃)	Time (hr)	0.5 hr	2 hr	0.5 hr	2 hr	0.5 hr	2 hr
Moisture contents (%)		0.31±2.50 ^{BI)}	2.26±0.04 ^{AB}	2.26±0.38 ^{AB}	3.26±0.05 ^A	2.46±0.26 ^A	1.89±1.70 ^{AB}
Upper Color value	L	52.15±9.72 ^B	62.78±11.91 ^A	62.32±10.14 ^A	45.68±6.76 ^B	64.15±6.14 ^A	59.91±4.88 ^A
	a	6.51±2.38 ^A	4.48±2.30 ^{AB}	4.59±2.22 ^{AB}	1.05±2.05 ^C	3.90±3.12 ^B	5.56±1.50 ^{AB}
	b	25.66±4.17 ^A	26.83±2.58 ^A	25.78±4.00 ^A	17.6±2.39 ^B	26.09±2.30 ^A	26.13±2.63 ^A
Bottom Color value	L	38.37±7.50 ^B	45.24±5.28 ^A	46.70±5.23 ^A	30.24±5.72 ^C	44.83±7.19 ^A	44.01±4.11 ^A
	a	9.79±2.93 ^A	9.57±2.16 ^A	11.84±2.78 ^A	3.21±1.29 ^A	11.14±2.09 ^A	10.38±3.02 ^A
	b	22.77±3.44 ^B	25.46±2.70 ^{AB}	26.97±3.07 ^A	16.19±3.01 ^C	26.64±4.54 ^A	26.42±2.78 ^A
Bulk density (g/mL)		0.54±0.05 ^B	0.55±0.02 ^{AB}	0.54±0.02 ^B	0.58±0.03 ^A	0.56±0.04 ^{AB}	0.50±0.02 ^C
Spreadability		2.61±0.13 ^B	2.70±0.09 ^{AB}	2.74±2.74 ^A	2.75±0.08 ^A	2.67±0.05 ^{AB}	2.65±0.10 ^{AB}
Hardness (g)		1277.1±117.0 ^B	1294.3±169.4 ^B	1271.1±140.5 ^B	1692.7±221.2 ^A	1357.9±153.1 ^B	979.5±160.7 ^C

^{I)}Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 쿠키의 관능평가

반죽 저장조건에 따른 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 114에 QDA로 나타내었다.

성형한 쌀반죽을 -18℃에서 2시간 냉동저장한 경우가 쌀쿠키의 맛이 가장 높은 선호도를 나타내었으며, 20℃에서 2시간 저장한 경우가 가장 낮은 선호도를 나타내었으며, 나머지 항목에서는 유의성이 나타나지 않았다.

Table 114. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour by storage condition of molded-dough

Item	Storage condition of molded-dough					
	20℃		-4℃		-18℃	
	0.5 hr	2 hr	0.5 hr	2 hr	0.5 hr	2 hr
Appearance	5.9±1.10 ^{AI)}	5.9±1.29 ^A	5.9±1.00 ^A	5.9±1.29 ^A	5.5±0.97 ^A	6.0±0.94 ^A
Color	5.6±1.17 ^A	5.2±1.14 ^A	5.8±1.14 ^A	5.0±0.94 ^A	5.5±1.08 ^A	5.8±1.03 ^A
Flavor	6.0±1.49 ^A	5.4±0.84 ^A	5.6±0.84 ^A	5.5±0.71 ^A	5.8±0.92 ^A	5.9±0.88 ^A
Hardness	5.3±1.06 ^A	5.1±1.00 ^A	5.9±0.88 ^A	5.4±0.70 ^A	5.5±0.85 ^A	5.4±1.17 ^A
Brittleness	4.9±1.20 ^A	5.6±1.71 ^A	5.8±0.79 ^A	5.5±0.85 ^A	5.4±1.17 ^A	5.5±1.27 ^A
Moistness	5.0±1.25 ^A	5.6±1.51 ^A	5.4±1.35 ^A	5.2±1.03 ^A	5.3±1.25 ^A	5.3±0.82 ^A
Softness	4.6±0.84 ^A	5.3±0.82 ^A	5.5±1.27 ^A	4.8±0.79 ^A	5.0±1.15 ^A	5.3±0.95 ^A
Sandiness	4.9±1.66 ^A	4.8±1.14 ^A	4.8±1.32 ^A	4.3±0.95 ^A	4.8±1.32 ^A	4.8±0.79 ^A
Taste	5.9±1.60 ^{AB}	4.9±1.85 ^B	6.2±1.03 ^{AB}	5.8±0.92 ^{AB}	6.1±1.37 ^{AB}	6.4±0.97 ^A
Overall acceptability	5.5±1.65 ^A	5.4±1.35 ^A	5.8±1.03 ^A	5.6±1.26 ^A	5.7±1.06 ^A	6.0±0.94 ^A

^{I)}Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 쿠키 사진

반죽저장조건에 따라 제조한 일반미 습식쌀가루 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 42와 같다.

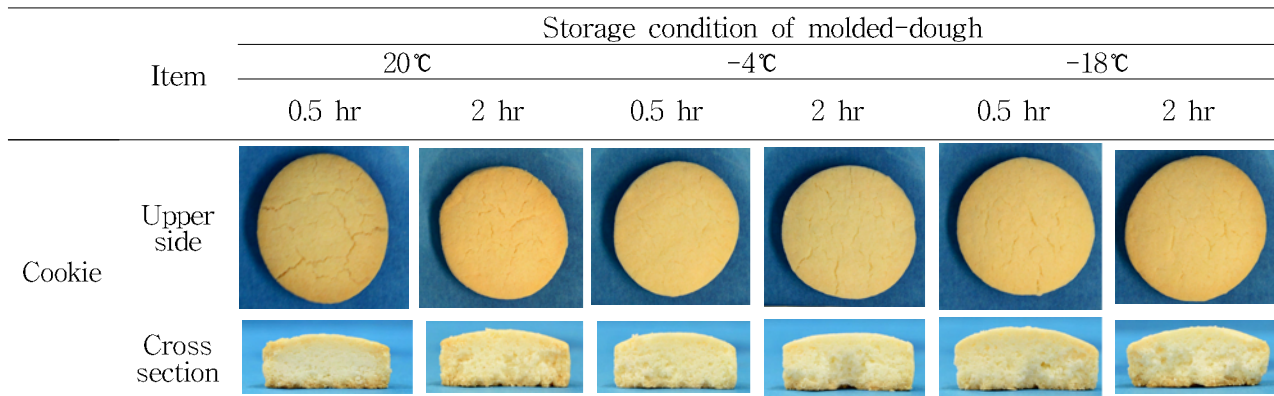


Fig. 42. Photos of cookie made of wet-milled rice flour by storage condition of molded-dough.

2. 산업화를 위한 제조공정 확립

가. 실험 재료 및 기기

2절의 가항과 같으며, 호화쌀가루는 (주)더초록식품(The chorok food Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 제조한 것으로, 습식제분한 쌀가루로 Double 드럼건조기를 이용하여 쌀가루의 슬러지 수분함량 70%, drum 간극 0.25mm의 조건으로 호화쌀가루를 제조하여 실험에 사용하였다. 볶은콩가루는 (주)청오식품(Chungo Food Co., Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 잣, 호두, 흑임자, 아몬드, 땅콩은 올가(ollga)에서 구입하였고, 땅콩분말과 밤가루는 인그린(주)(경기도 포천), 흑임자분말은 이든타운에프엔비(edentown fnb.co, 경북 의성), 아몬드분말은 Gold Hills Nut Company Inc. (USA)에서 구입하여 사용하였다. 오렌지즙, 망고즙, 파인애플즙, 사과즙, 포도즙, 복숭아즙, 사과즙은 고려 F&B(Korea F&B Co. LTD)에서 구입하여 사용하였다.

나. 실험 방법

2절과 같으며, 볶은콩가루 첨가쿠키는 볶은콩가루를 습식쌀가루 중량 대비 9%를 습식쌀가루에 각각 대체하여 사용하였다. 견과류첨가쿠키는 각 견과류의 최적첨가비율을 선정 후 첨가하여 견과류 쌀쿠키를 제조하였다. 과즙첨가쿠키는 쿠키제조에 첨가되는 물분량만큼 과즙을 첨가하여 쌀쿠키를 제조하였다.

다. 연구결과

(1) 재료의 특성

(가) 일반성분

볶은콩가루와 호화쌀가루의 일반성분 측정결과는 Table 115와 같다.

습식제분법으로 제조한 볶은콩가루의 수분함량은 5.1%로 나타났고, 호화쌀가루의 수분함량은 7.2%로 나타났다. 조단백질함량은 볶은콩가루가 39.2%, 호화쌀가루가 7.4%, 조회분함량은 볶은콩가루가 0.61%, 호화쌀가루가 0.5%, 조지방함량은 볶은콩가루가 19.1%, 호화쌀가루가 0.2%로 나타났다.

Table 115. Compositional analysis of roasted soybean flour and pregelatinized flour

Flour type	Compositional analysis (%)			
	Moisture content	Crude protein	Crude ash	Crude lipid
RSF ¹⁾	5.11±0.02 ³⁾	39.2±0.0	6.0±0.1	19.1±0.0
PRF ²⁾	7.22±0.07	7.41±0.01	0.54±0.02	0.22±0.01

¹⁾RSF is roasted soybean flour, ²⁾PRF is pregelatinized rice flour.

³⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(나) 색도

볶음콩가루와 호화쌀가루의 색도를 측정된 결과는 Table 116과 같다. 볶음콩가루가 32.00의 L 값을 나타내었으며, 적색도인 a값은 2.33 쌀가루의 황색도인 b 값은 17.27을 나타내었다. 호화쌀가루가 31.2의 L 값을 나타내었으며, 적색도인 a값은 -0.87 쌀가루의 황색도인 b 값은 10.00을 나타내었다.

Table 116. Color value of rice flour

Rice flour type	Color value		
	L	a	b
RSF ¹⁾	32.00±0.03 ³⁾	2.33±1.04	17.27±0.70
PRF ²⁾	31.20±0.82	-0.87±0.95	10.00±0.53

¹⁾RSF is roasted soybean flour, ²⁾PRF is pregelatinized rice flour.

³⁾Different superscripts in a column indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(2) 견과류첨가 쌀쿠키

(가) 견과류첨가 습식쌀쿠키 반죽특성 및 쿠키특성

① 잣 첨가량에 따른 쌀쿠키의 관능평가

잣을 빵아서 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 117과 Fig. 43에 QDA로 나타내었다. 쿠키의 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서는 9%첨가군에서 가장 높은 선호도를 나타내었고, 외관(Appearance)과 향(Flavor)은 12%에서 높은 선호도를 나타내었다. 외관(Appearance), 색(Color), 경도(Hardness), 부서러지는 정도(Brittleness), 촉촉한 정도(Moistness), 묵넘김의 부드러움(Softness), 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness), 맛(Taste)에 대하여서는 유의적이진 않지만 9% 첨가군에서 높은 선호도를 나타내었다. 따라서 습식쌀쿠키에 첨가하는잣의 첨가량은 9%로 선정하였다.

Table 117. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with ground Pine seeds

Item	Addition rate of ground Pine seeds (%) ¹⁾				
	0	3	6	9	12
Appearance	6.1±0.99 ^{A2)}	6.2±1.32 ^A	6.3±1.25 ^A	6.8±1.23 ^A	6.8±1.55 ^A
Color	5.2±1.23 ^B	5.7±1.06 ^{AB}	5.9±1.37 ^{AB}	6.6±1.07 ^A	6.3±1.16 ^{AB}
Flavor	5.9±1.20 ^A	5.9±1.10 ^A	5.9±1.10 ^A	6.5±1.18 ^A	6.6±1.51 ^A
Hardness	4.9±1.79 ^A	5.7±1.34 ^A	5.9±1.66 ^A	6.3±1.89 ^A	6.1±2.02 ^A
Brittleness	4.6±2.07 ^A	5.4±1.78 ^A	5.3±2.26 ^A	6.3±1.57 ^A	5.9±2.08 ^A

Moistness	4.00±2.00 ^A	4.4±2.37 ^A	4.7±2.31 ^A	4.7±2.06 ^A	4.6±2.17 ^A
Softness	4.00±2.30 ^A	4.7±2.67 ^A	4.5±1.84 ^A	5.4±1.35 ^A	4.7±2.00 ^A
Sandiness	3.5±1.90 ^A	3.8±2.15 ^A	4.0±2.11 ^A	5.5±1.90 ^A	4.6±2.32 ^A
Taste	5.4±1.43 ^A	6.00±1.49 ^A	5.4±1.90 ^A	6.9±1.29 ^A	5.9±2.47 ^A
Overall acceptability	4.93±1.24 ^B	5.74±1.34 ^{AB}	5.34±1.71 ^{AB}	6.61±1.41 ^A	5.86±2.14 ^{AB}

¹⁾0~12% of flour in 100g of 100% wet-milled rice flour were added with ground Pine seeds.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

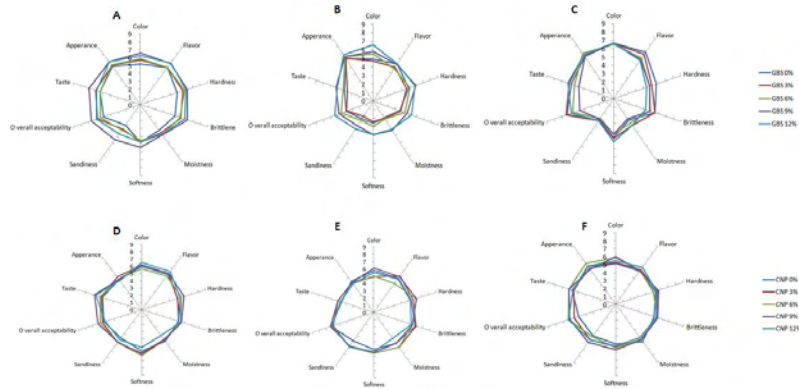


Fig. 43. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour added with Pine seeds(A), Walnut(B), Black sesame(C), Peanut(D), Almond(E) and chestnut powder(F).

② 호두 첨가량에 따른 쌀쿠키의 관능평가

호두를 빵아서 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시 하였으며, 결과는 Table 118과 Fig. 43에 QDA로 나타내었다. 색(Color), 부스러지는 정도 (Brittleness), 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness), 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서는 유의적으로 12% 첨가군에서 가장 높은 선호도를 나타내었고, 쿠키의 외관(Appearance), 향(Flavor), 목넘김의 부드러움(Softness) 항목에서는 유의적이진 않지만 12% 첨가군에서 높은 선호도를 나타내었다. 촉촉한 정도(Moistness)와 맛(Taste)에 대하여서는 9% 첨가군에서 유의적으로 높은 선호도를 나타내었고, 경도(Hardness)는 유의적이진 않지만 9% 첨가군에서 높은 선호도를 나타내었다. 따라서 습식쌀쿠키에 첨가하는 호두의 첨가량은 12%로 선정하였다.

Table 118. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with ground Walnuts

Item	Addition rate of ground Walnuts (%) ¹⁾				
	0	3	6	9	12
Appearance	6.1±1.97 ^{A2)}	6.2±1.69 ^A	6.4±1.71 ^A	6.4±1.71 ^A	6.7±1.49 ^A
Color	4.9±1.66 ^B	4.7±1.49 ^B	5.5±0.85 ^{AB}	5.8±0.92 ^{AB}	6.60±1.43 ^A
Flavor	5.4±1.84 ^A	4.9±1.52 ^A	4.7±1.49 ^A	5.3±1.64 ^A	5.40±1.35 ^A
Hardness	4.9±1.79 ^A	4.6±1.90 ^A	5.1±1.79 ^A	5.9±0.99 ^A	5.80±1.32 ^A
Brittleness	3.7±1.42 ^B	3.8±1.40 ^B	4.4±2.01 ^{AB}	4.7±1.06 ^{AB}	5.30±1.06 ^A
Moistness	2.4±1.26 ^B	2.5±1.43 ^B	2.6±1.35 ^B	4.2±1.62 ^A	4.10±1.97 ^A
Softness	2.6±1.43 ^A	2.4±1.58 ^A	3.0±1.49 ^A	3.9±1.37 ^A	3.9±1.97 ^A
Sandiness	2.6±1.17 ^{BC}	2.2±1.23 ^C	2.8±1.23 ^{ABC}	3.6±1.35 ^{AB}	4.00±2.00 ^A
Taste	4.0±1.25 ^{AB}	3.6±1.26 ^B	4.2±1.62 ^{AB}	5.2±1.48 ^A	5.00±2.11 ^{AB}
Overall acceptability	3.8±1.23 ^B	3.7±1.16 ^B	4.5±1.18 ^{AB}	4.8±1.23 ^{AB}	5.40±1.71 ^A

¹⁾0~12% of flour in 100g of 100% wet-milled rice flour were added with ground Walnuts.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

③ 검은깨 첨가량에 따른 쌀쿠키의 관능평가

검은깨를 빵아서 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 119와 Fig. 43에 QDA로 나타내었다. 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서는 유의적으로 3% 첨가군에서 가장 높은 선호도를 나타내었고, 유의적이진 않지만 향(Flavor), 경도(Hardness), 및 부서러지는 정도(Brittleness)은 첨가량증가에 따라 선호도가 낮아졌고, 목넘김의 부드러움(Softness)과 맛(Taste)은 12%첨가군에서 높았다. 쿠키의 외관(Appearance)은 유의적이진 않지만 6% 첨가군에서 높았고, 색(Color)은 9%첨가군에서 높았다. 촉촉한 정도(Moistness)와 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness)은 경향이 나타나지 않았다. 따라서 습식쌀쿠키에 첨가하는 검은깨의 첨가량은 3%로 선정하였다.

Table 119. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with ground Black sesame

Item	Addition rate of ground Black sesame (%) ¹⁾				
	0	3	6	9	12
Appearance	6.3±1.77 ^{A2)}	6.5±1.51 ^A	6.7±1.70 ^A	6.3±1.49 ^A	6.5±1.43 ^A
Color	6.7±1.64 ^A	6.6±1.74 ^A	6.5±1.51 ^A	6.7±1.64 ^A	6.7±1.42 ^A
Flavor	6.9±1.45 ^A	6.6±1.43 ^A	6.0±1.63 ^A	5.8±1.32 ^A	5.7±1.57 ^A
Hardness	5.7±1.42 ^A	5.1±0.99 ^A	4.8±1.75 ^A	4.8±1.93 ^A	4.4±2.17 ^A
Brittleness	5.5±1.78 ^A	5.5±1.72 ^A	4.8±1.62 ^A	4.9±1.66 ^A	4.3±2.87 ^A
Moistness	3.2±1.40 ^A	4.0±1.49 ^A	3.6±1.84 ^A	3.0±1.41 ^A	4.0±2.75 ^A
Softness	4.7±1.83 ^A	4.8±1.62 ^A	4.3±1.89 ^A	4.3±1.77 ^A	5.2±2.62 ^A
Sandiness	3.2±1.81 ^A	3.3±1.77 ^A	2.9±1.79 ^A	3.1±1.85 ^A	3.3±2.63 ^A
Taste	5.7±1.89 ^A	6.00±1.33 ^A	5.3±2.50 ^A	4.7±2.58 ^A	6.2±1.93 ^A
Overall acceptability	6.3±1.70 ^A	6.4±1.26 ^A	5.5±1.35 ^{AB}	4.6±1.78 ^B	5.7±1.83 ^{AB}

④ 땅콩분말 첨가량에 따른 쌀쿠키의 관능평가

땅콩분말을 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 120과 Fig. 43에 QDA로 나타내었다. 모든 항목에서 유의성은 보이지 않았지만 전반적인 기호도(Overall acceptability), 맛(Taste), 부서러지는 정도(Brittleness), 단단한 정도(Hardness) 및 맛(Taste)의 경우 9%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었고, 외관(Appearance), 색(color), 부서러지는 정도(Brittleness)의 경우 3%첨가군에서, 향(Flavor)은 12%첨가군에서, 목넘김의 부드러움(Softness)과 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness)은 6% 첨가군에서 높은 선호도를 나타내었으며, 촉촉한 정도(Moistness)는 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났다. 이상의 결과에서 습식쌀쿠키에 첨가하는 땅콩분말의 첨가량은 9%로 선정하였다.

Table 120. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with Peanut powder

Item	Addition rate of Peanut powder (%) ¹⁾				
	0	3	6	9	12
Appearance	5.2±1.62 ^{A2)}	5.6±1.35 ^A	5.3±1.64 ^A	5.2±1.69 ^A	5.0±1.63 ^A
Color	5.9±0.94 ^A	6.3±1.64 ^A	6.2±1.40 ^A	5.5±1.58 ^A	5.8±1.62 ^A
Flavor	6.0±0.94 ^A	6.2±1.23 ^A	5.7±1.64 ^A	6.2±1.32 ^A	6.5±1.27 ^A
Hardness	5.1±0.99 ^A	5.0±2.21 ^A	5.6±0.97 ^A	6.0±1.15 ^A	5.4±1.43 ^A

Brittleness	5.2±1.14 ^A	5.6±1.35 ^A	5.5±1.18 ^A	5.6±1.58 ^A	5.5±1.35 ^A
Moistness	5.4±0.97 ^A	5.1±1.20 ^A	5.2±1.81 ^A	5.2±1.03 ^A	4.4±0.84 ^A
Softness	5.7±1.16 ^A	6.0±1.83 ^A	6.3±1.42 ^A	6.1±1.37 ^A	5.2±1.99 ^A
Sandiness	4.8±1.55 ^A	5.6±1.35 ^A	5.6±1.17 ^A	5.5±1.27 ^A	5.1±0.88 ^A
Taste	5.6±1.35 ^A	5.7±1.42 ^A	5.9±2.18 ^A	6.7±1.89 ^A	6.5±1.78 ^A
Overall acceptability	5.4±1.07 ^A	5.6±1.43 ^A	5.9±1.37 ^A	6.2±1.55 ^A	5.2±1.23 ^A

¹⁾0~12% of flour in 100g of 100% wet-milled rice flour were added with Peanut powder.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⑤ 아몬드분말 첨가량에 따른 쌀쿠키의 관능평가

아몬드분말을 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 121과 Fig. 43에 QDA로 나타내었다. 모든 항목에서 유의성은 보이지 않았지만 전반적인 기호도(Overall acceptability), 맛(Taste), 단단한정도(Hardness), 색(color)의 경우에는 9%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었고, 단단한정도(Hardness), 촉촉한 정도(Moistness), 목넘김의 부드러움(Softness), 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness)의 경우에는 6%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었다. 이상의 결과에서 습식쌀쿠키에 첨가하는 아몬드분말의 첨가량은 9%로 선정하였다.

Table 121. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with Almond powder

Item	Addition rate of Almond powder (%) ¹⁾				
	0	3	6	9	12
Appearance	5.3±1.34 ^A	5.1±1.97 ^A	4.9±1.66 ^A	5.1±2.13 ^A	4.9±1.20 ^A
Color	5.8±1.32 ^A	4.9±1.10 ^A	5.0±1.56 ^A	6.1±1.52 ^A	5.5±1.51 ^A
Flavor	5.8±1.69 ^A	6.2±1.48 ^A	4.9±1.20 ^A	6.1±0.74 ^A	5.9±1.49 ^A
Hardness	5.4±1.43 ^A	5.7±1.06 ^A	6.2±1.14 ^A	6.2±1.32 ^A	5.3±1.49 ^A
Brittleness	6.0±1.63 ^A	6.1±1.52 ^A	5.6±1.84 ^A	5.6±1.43 ^A	5.4±1.43 ^A
Moistness	5.2±1.03 ^A	5.9±1.37 ^A	5.9±1.73 ^A	5.2±2.10 ^A	4.4±1.78 ^A
Softness	5.1±1.20 ^A	5.6±1.43 ^A	5.6±1.07 ^A	5.5±1.08 ^A	5.4±1.07 ^A
Sandiness	4.8±1.03 ^A	5.8±1.55 ^A	5.8±1.55 ^A	5.7±2.00 ^A	5.8±1.14 ^A
Taste	4.7±1.25 ^A	5.2±1.03 ^A	4.9±1.52 ^A	5.2±1.48 ^A	4.8±1.32 ^A
Overall acceptability	6.2±1.55 ^A	5.9±2.13 ^A	6.1±1.97 ^A	6.3±2.06 ^A	6.1±1.37 ^A

¹⁾0~12% of flour in 100g of 100% wet-milled rice flour were added with Almond powder.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⑥ 밤분말 첨가량에 따른 쌀쿠키의 관능평가

밤분말을 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 122와 Fig. 43에 QDA로 나타내었다. 전반적인 기호도(Overall acceptability)의 경우에서 6%와 12%첨가군의 선호도가 가장 높았고, 나머지 항목에서 모두 유의성은 보이지 않았지만, 외관(Appearance), 부서지는 정도(Brittleness), 맛(Taste)의 경우는 6%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었고, 향(Flavor)은 12%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었고, 색(color), 단단한정도(Hardness), 부서지는 정도(Brittleness), 목넘김의 부드러움(Softness), 삼킨 후 입자의 남음(Sandiness), 맛(Taste)의 경우에는 9%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었다. 이상의 결과에서 습식쌀쿠키에 첨가하는 밤분말의 첨가량은 6%로 선정하였다.

Table 122. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with Chestnut powder

Item	Addition rate of Chestnut powder (%) ¹⁾				
	0	3	6	9	12
Appearance	5.6±1.26 ^{A2)}	5.9±1.60 ^A	6.4±1.43 ^A	5.5±1.27 ^A	6.0±1.49 ^A
Color	5.2±0.92 ^A	5.3±0.95 ^A	5.9±1.37 ^A	6.0±1.05 ^A	5.5±1.27 ^A
Flavor	5.2±1.03 ^A	5.4±0.97 ^A	5.3±0.95 ^A	5.2±1.55 ^A	5.8±1.23 ^A
Hardness	5.3±0.82 ^A	5.5±1.27 ^A	5.0±0.82 ^A	5.7±1.16 ^A	5.4±1.17 ^A
Brittleness	5.1±1.45 ^A	5.4±1.17 ^A	5.6±1.43 ^A	5.6±1.26 ^A	5.4±0.97 ^A
Moistness	5.8±1.48 ^A	5.5±1.27 ^A	5.4±1.07 ^A	5.5±1.27 ^A	5.2±0.92 ^A
Softness	5.0±1.05 ^A	5.3±0.95 ^A	5.5±1.27 ^A	5.7±1.34 ^A	5.2±1.40 ^A
Sandiness	4.9±0.88 ^A	5.5±1.35 ^A	5.0±0.94 ^A	5.9±1.20 ^A	5.5±1.27 ^A
Taste	5.8±1.03 ^A	5.6±1.84 ^A	6.2±1.48 ^A	6.2±1.48 ^A	5.7±1.57 ^A
Overall acceptability	4.9±0.88 ^B	5.5±1.27 ^{AB}	6.3±1.34 ^A	6.1±1.37 ^{AB}	6.3±1.49 ^A

¹⁾0~12% of flour in 100g of 100% wet-milled rice flour were added with Chestnut powder.

²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(나) 최적량의 견과류첨가한 볶은콩가루혼합쌀쿠키특성

① 잣첨가 볶은콩가루혼합쌀쿠키의 관능평가

잣의 최적첨가량으로 선정된 9%를 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 123과 Fig. 44에 QDA로 나타내었다. 습식쌀가루와 볶은콩가루의 혼합비를 달리하고 잣 9%첨가하여 제조한 쿠키의 관능검사결과 삼킨 후 입자남음(Sandiness)의 경우에서 볶은콩가루 첨가량증가에 따라 점차 낮아졌고, 나머지 항목에서 모두 유의성은 보이지 않았지만, 전반적인 기호도(Overall acceptability), 맛(Taste) 및 외관(Appearance)의 경우 무첨가군의 선호도가 더 높았고, 단단한정도(Hardness), 부서러지는 정도(Brittleness), 묵념김의 부드러움(Softness) 및 촉촉함(Moistness)의 경우는 3%첨가군에서 높았고, 색(color)과 향(Flavor)은 9%첨가군에서 높게 나타났다. 이상의 결과에서 잣 9%첨가쿠키는 볶은콩가루를 첨가하지 않은 100% 습식쌀쿠키로 하는 것이 바람직하다고 생각된다.

Table 123. Sensory evaluation of cookie made of ground Pine seeds 9% and wet-milled rice flour were replaced with various amount of roasted soybean flour

Item	Flour(RF:RSF) : GPS (%) ¹⁾			
	91(100:0) : 9	91(97:3) : 9	91(94:6) : 9	91(91:9) : 9
Appearance	7.0±0.47 ^{A2)}	6.8±1.03 ^A	6.6±0.84 ^A	6.9±0.74 ^A
Color	6.5±1.35 ^A	6.1±1.29 ^A	6.1±1.60 ^A	6.7±0.82 ^A
Flavor	6.5±1.18 ^A	6.0±1.63 ^A	5.7±1.25 ^A	6.6±1.26 ^A
Hardness	5.7±1.83 ^A	6.2±1.99 ^A	4.8±2.04 ^A	5.6±1.58 ^A
Brittleness	6.1±1.66 ^A	6.3±1.49 ^A	6.2±1.48 ^A	6.1±0.99 ^A
Moistness	4.4±2.27 ^A	5.2±2.53 ^A	4.5±2.01 ^A	3.7±1.06 ^A
Softness	4.9±1.52 ^A	5.1±1.97 ^A	3.9±1.60 ^A	3.6±1.71 ^A
Sandiness	4.8±1.93 ^A	3.6±1.90 ^{AB}	4.3±1.64 ^{AB}	3.1±1.10 ^B
Taste	6.6±1.58 ^A	6.1±1.79 ^A	5.7±1.89 ^A	6.3±1.64 ^A
Overall acceptability	6.1±2.18 ^A	6.0±2.05 ^A	5.6±2.22 ^A	5.9±2.23 ^A

¹⁾Addition rate of RF, RSF and GPS, RF; wet-milled rice flour RSF; roasted soybean flour, GPS; ground Pine seeds 9%. ²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

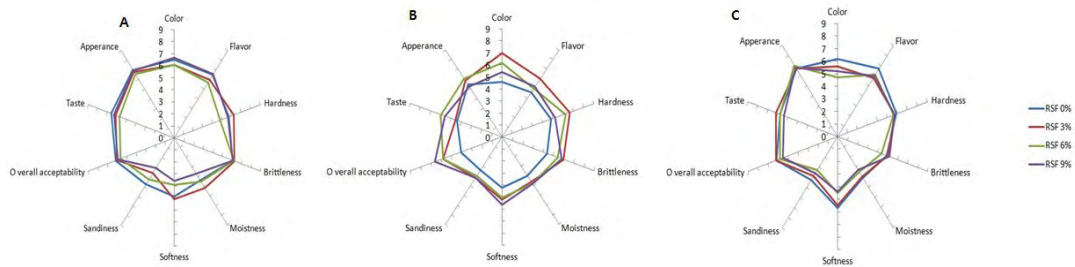


Fig. 44. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of made of ground nuts and wet-milled rice flour were replaced with various amount of roasted soybean flour. Pine seeds 9%(A), Walnut(B), Black sesame(C)

② 호두첨가 볶은콩가루혼합쌀쿠키의 관능평가

호두 12%를 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 124와 Fig. 44에 QDA로 나타내었다.

관능검사결과 전반적인 기호도(Overall acceptability), 삼킨후 입자남음(Sandiness), 목넘김의 부드러움(Softness), 촉촉함(Moistness) 및 부서러지는 정도(Brittleness)의 경우에는 볶은콩가루 9%대체군에서 가장 높은 선호도가 나타났고, 맛(Taste), 촉촉함(Moistness) 및 외관(Appearance)은 6%대체군에서 가장 높은 선호도가 나타났으며, 색(color), 향(Flavor), 단단한 정도(Hardness) 및 삼킨후 입자남음(Sandiness)의 경우에는 3%대체군에서 가장 높은 선호도가 나타났다. 이상의 결과에서 호두 12%첨가 습식쌀쿠키에 첨가하는 볶은콩가루의 첨가량은 9%로 선정하였다.

Table 124. Sensory evaluation of cookie made of rice flour were replaced with various amount of roasted soybean flour and added with ground Walnuts 12%

Item	Flour(RF:RSF) : GW (%) ¹⁾			
	88(100:0) : 12	88(97:3) : 12	88(94:6) : 12	88(91:9) : 12
Appearance	5.4±1.82 ^{A2)}	5.8±1.30 ^A	6.0±1.00 ^A	5.2±0.45 ^A
Color	4.6±2.41 ^B	7.0±1.58 ^A	6.2±1.64 ^A	5.4±0.89 ^A
Flavor	4.6±2.19 ^B	6.0±0.00 ^A	5.0±1.41 ^A	5.2±0.45 ^A
Hardness	4.8±1.79 ^B	6.6±1.34 ^A	6.2±1.79 ^A	5.2±1.30 ^A
Brittleness	4.4±1.14 ^B	6.0±1.00 ^A	5.4±2.41 ^A	5.8±1.10 ^A
Moistness	4.0±2.00 ^A	4.6±1.82 ^A	4.8±2.59 ^A	4.8±2.59 ^A
Softness	4.2±2.39 ^B	5.2±1.30 ^A	5.0±1.87 ^A	5.6±1.52 ^A
Sandiness	3.4±1.95 ^B	4.2±1.30 ^A	4.0±1.58 ^A	4.2±1.27 ^A
Taste	4.4±2.07 ^B	4.6±2.19 ^B	6.0±0.71 ^A	5.6±1.67 ^A
Overall acceptability	4.0±2.55 ^B	5.8±1.30 ^A	5.8±1.10 ^A	6.6±0.55 ^A

¹⁾Addition rate of RF, RSF and GW, RF; wet-milled rice flour RSF; roasted soybean flour, GW; ground Walnuts 12%. ²⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

③ 검은깨첨가 볶은콩가루혼합쌀쿠키의 관능평가

검은깨의 최적첨가량으로 선정된 3%를 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능

검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 125와 Fig. 44에 QDA로 나타내었다. 관능검사결과 모든항목에서 유의성은 나타나지 않았으나 전반적인 기호도(Overall acceptability)와 맛(Taste)의 경우 3%대체군에서 가장 높은 선호도를 나타내었고, 외관(Appearance)은 6%대체군에서 높은 선호도를 나타내었고, 부서지는 정도(Brittleness)의 경우에는 9%대체군에서 가장 높은 선호도를 나타내었다. 색(color), 향(Flavor), 단단한정도(Hardness), 묵넘김의 부드러움(Softness)의 경우는 무첨가군에서 가장 높은 선호도가 나타났다. 이상의 결과에서 검은깨 3%첨가쌀쿠키에 대체하는 볶음콩가루 첨가량은 3%가 좋을것이라 생각된다.

Table 125. Sensory evaluation of cookie made of rice flour were replaced with various amount of roasted soybean flour and added with ground Black sesame 3%

Item	Flour(RF:PRF) : GBS (%) ¹⁾			
	97(100:0) : 3	97(97:3) : 3	97(94:6) : 3	97(91:9) : 3
Appearance	6.7±0.55 ^{A2)}	6.7±0.89 ^A	7.0±0.89 ^A	6.8±0.89 ^A
Color	6.2±2.17 ^A	5.6±1.82 ^A	4.7±2.17 ^A	5.2±1.87 ^A
Flavor	6.7±1.00 ^A	5.8±1.14 ^A	6.1±1.14 ^A	6.0±1.95 ^A
Hardness	5.9±1.82 ^A	5.7±1.64 ^A	5.6±1.92 ^A	5.7±2.24 ^A
Brittleness	4.9±1.92 ^A	5.0±1.95 ^A	4.4±2.61 ^A	5.2±2.12 ^A
Moistness	4.1±2.28 ^A	4.0±2.19 ^A	3.5±1.52 ^A	3.3±1.79 ^A
Softness	5.7±1.64 ^A	5.5±1.64 ^A	4.5±0.84 ^A	4.4±1.52 ^A
Sandiness	4.3±0.55 ^A	3.9±0.45 ^A	3.3±1.64 ^A	3.6±1.30 ^A
Taste	5.8±0.71 ^A	6.2±1.14 ^A	5.8±1.10 ^A	5.4±1.67 ^A
Overall acceptability	6.1±2.49 ^A	6.2±2.30 ^A	5.8±1.10 ^A	5.5±2.19 ^A

(다) 견과류첨가 습식쌀 쿠키의 최종 기호도선정

① 쿠키의 품질특성

잣, 호두, 검은깨, 땅콩, 아몬드, 밤 등 각 견과류의 최적첨가량으로 선정된 첨가량%를 습식쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 쿠키의 품질특성을 측정 한 결과는 Table 126에 나타내었다.

습식쌀가루에 잣 9%, 호두 12%, 검은깨 3%, 땅콩 9%, 아몬드 9%, 밤 6% 등 견과류를 첨가하여 제조한 쿠키의 수분함량은 유의차는 나타나지 않았으나 견과류첨가쌀쿠키의 수분함량은 무첨가쌀쿠키보다 낮았다. 색도는 검은깨 3%첨가쿠키반죽의 L값, a값과 b값이 가장 낮았다. 잣 9%첨가쿠키 윗면과 아랫면의 L값과 b값이 가장 높았고, 검은깨 3%첨가쿠키 윗면과 아랫면의 L값, a값과 b값이 가장 낮았다. 밀도는 아몬드 9%첨가쿠키 > 땅콩 9%첨가쿠키 > 호두 12%첨가쿠키 > 습식쌀100%쿠키 > 검은깨 3%첨가쿠키 > 잣 9%첨가쿠키 순으로 나타났다.

퍼짐성은 잣 9%, 호두 12%, 검은깨 3%, 땅콩 9%, 아몬드 9%, 밤 6% 등 견과류를 첨가하여 제조한 쿠키의 퍼짐성은 호두 12%첨가쿠키 > 검은깨 3%첨가쿠키 = 땅콩 9%첨가쿠키 > 아몬드 9%첨가쿠키 > 습식쌀100%쿠키 = 잣 9%첨가쿠키 순으로 나타났다. 경도는 잣 9%첨가쿠키 > 습식쌀100%쿠키 = 호두 12%첨가쿠키 = 아몬드 9%첨가쿠키 > 검은깨 3%첨가쿠키 = 땅콩 9%첨가쿠키 순으로 나타났다.

Table 126. Quality characteristics of cookie made of wet-milled rice flour added with ground nuts

		Ground nuts					
		Control ¹⁾	Pine seeds ²⁾	Walnut ³⁾	Black sesame ⁴⁾	Peanut ⁵⁾	Almond ⁶⁾
Moisture contents (%)		3.51±0.43 ^A	3.15±0.25 ^A	3.12±0.03 ^A	3.35±0.12 ^A	3.32±1.88 ^A	3.40±0.12 ^A
Upper Color value	L	64.42±6.08 ^A	64.94±4.83 ^A	62.94±3.73 ^A	49.33±7.64 ^B	49.26±6.85 ^B	49.97±7.16 ^B
	a	3.35±0.57 ^{AB}	3.56±1.65 ^{AB}	4.03±1.26 ^A	0.72±1.05 ^C	2.63±0.95 ^B	3.54±1.46 ^{AB}
	b	23.24±2.19 ^A	24.75±2.29 ^A	23.65±1.47 ^A	15.36±2.58 ^C	19.74±2.18 ^B	20.21±3.10 ^B
Bottom Color value	L	47.60±6.98 ^A	49.14±5.73 ^A	47.29±4.07 ^A	32.65±5.49 ^C	38.14±6.52 ^B	35.33±5.62 ^{BC}
	a	10.66±3.16 ^A	9.82±2.35 ^A	9.50±2.32 ^A	2.81±1.59 ^C	6.89±2.00 ^B	6.20±2.63 ^B
	b	24.04±2.60 ^B	26.77±2.35 ^A	25.08±2.10 ^{AB}	15.95±1.98 ^D	21.35±2.95 ^C	20.01±2.80 ^C
Bulk density (g/mL)		0.58±0.02 ^C	0.40±0.01 ^D	0.67±0.06 ^{BC}	0.44±0.02 ^D	0.70±0.18 ^B	0.85±0.24 ^A
Spreadability		2.64±0.08 ^{B7)}	2.61±0.30 ^B	2.82±0.08 ^A	2.74±0.07 ^{AB}	2.71±0.07 ^{AB}	2.67±0.10 ^B
Hardness (g)		1972.8±103.7 ^B	2223.7±303.6 ^A	1944.6±139.4 ^B	1651.2±140.2 ^C	1495.9±168.9 ^C	1917.3±199.1 ^B

¹⁾Control; cookie made of wet-milled rice flour 100%, ²⁾Pine seeds; cookie made of flour added with Pine seeds 9%, ³⁾Walnut; cookie made of flour added with Walnut 12%, ⁴⁾Black sesame; cookie made of flour added with Black sesame 3%, ⁵⁾Peanut; cookie made of flour added with Peanut 9%, ⁶⁾Almond; cookie made of flour added with Almond 9%. ⁷⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 쿠키의 관능평가

잣, 호두, 검은깨, 땅콩, 아몬드, 밤 등 각 견과류의 최적첨가량으로 선정된 첨가량%를 습식쌀 쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 127에 QDA로 나타내었다. 관능검사결과 촉촉함(Moistness), 색(color), 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 외관(Appearance)의 항목에서 호두 12%첨가쿠키가 가장 높은 선호도를 나타내었다. 전반적인 기호도(Overall acceptability)에서 호두 12%첨가쿠키와 함께 잣 9%첨가쿠키가 높은 선호도를 나타내었고, 향(Flavor)에서도 높은 선호도를 나타내었다. 목넘김의 부드러움(Softness), 삼킨후 입자남음(Sandiness) 및 맛(Taste)에서 아몬드분말 9%첨가군에서 높은 선호도를 나타내었으며, 검은깨가루3%첨가군은 단단한정도(Hardness), 부서러지는 정도(Brittleness) 및 목넘김의 부드러움(Softness)에서 높은 선호도를 보였다. 이상의 결과에서 호두 12%첨가쌀쿠키와 잣9%첨가쌀쿠키를 최종 시제품 후보로 선정하였다.

Table 127. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with ground nuts

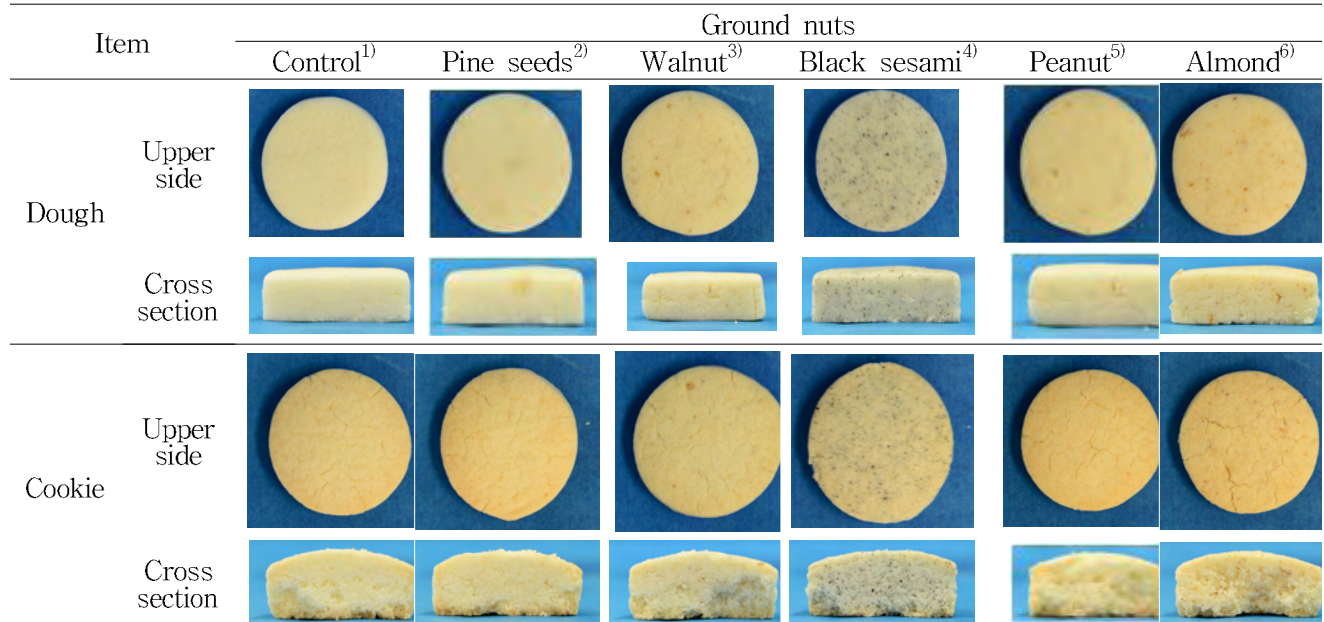
Item	Ground nuts					
	Control ¹⁾	Pine seeds ²⁾	Walnut ³⁾	Black sesame ⁴⁾	Peanut ⁵⁾	Almond ⁶⁾
Appearance	6.1±1.37 ^{A7)}	6.1±0.88 ^A	6.2±1.32 ^A	5.9±1.60 ^A	5.9±1.37 ^A	6.0±1.49 ^A
Color	6.3±1.06 ^A	5.9±1.00 ^A	6.5±1.08 ^A	5.7±1.70 ^A	6.2±1.23 ^A	5.9±1.10 ^A
Flavor	6.3±0.95 ^A	6.3±0.95 ^A	6.1±0.74 ^A	5.5±1.27 ^A	6.1±0.88 ^A	5.8±1.03 ^A
Hardness	5.3±0.82 ^A	5.7±0.48 ^A	5.8±0.63 ^A	6.0±1.41 ^A	5.9±1.00 ^A	5.8±1.14 ^A
Brittleness	5.4±0.70 ^A	5.4±1.35 ^A	5.5±1.08 ^A	5.8±1.03 ^A	5.7±1.25 ^A	5.4±1.17 ^A
Moistness	5.0±0.94 ^A	4.7±0.95 ^A	5.5±0.85 ^A	5.3±0.67 ^A	5.1±1.37 ^A	5.1±0.99 ^A
Softness	4.5±0.85 ^A	4.5±1.18 ^A	4.9±1.37 ^A	5.1±1.10 ^A	5.0±1.33 ^A	5.1±1.45 ^A
Sandiness	4.2±0.63 ^B	4.6±0.97 ^{AB}	5.0±1.41 ^{AB}	5.2±1.69 ^{AB}	5.0±1.63 ^{AB}	5.6±1.51 ^A
Taste	5.8±0.63 ^A	6.0±1.15 ^A	6.4±1.35 ^A	6.0±1.25 ^A	5.8±1.14 ^A	6.4±0.84 ^A
Overall acceptability	5.9±0.57 ^A	6.3±0.95 ^A	6.3±1.06 ^A	5.6±1.07 ^A	5.8±1.79 ^A	5.8±1.14 ^A

¹⁾Control; cookie made of wet-milled rice flour 100%, ²⁾Pine seeds; cookie made of flour added with Pine seeds 9%, ³⁾Walnut; cookie made of flour added with Walnut 12%, ⁴⁾Black sesame; cookie made of flour added with Black sesame 3%, ⁵⁾Peanut; cookie made of flour added with Peanut 9%, ⁶⁾Almond; cookie made of flour added with Almond 9%. ⁷⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

③ 반죽과 쿠키 사진

잣, 호두, 검은깨, 땅콩, 아몬드, 밤 등 각 견과류의 최적함량을 습식쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 45와 같다.

Fig. 45. Photos of dough and cookie made of wet-milled rice flour added with ground nuts.



¹⁾Control; cookie made of wet-milled rice flour 100%, ²⁾Pine seeds; cookie made of flour added with Pine seeds 9%, ³⁾Walnut; cookie made of flour added with Walnut 12%, ⁴⁾Black sesame; cookie made of flour added with Black sesame 3%, ⁵⁾Peanut; cookie made of flour added with Peanut 9%, ⁶⁾Almond; cookie made of flour added with Almond 9%.

(라) 최적량견과류첨가한 볶음콩가루9%혼합습식쌀쿠키의 최종 기호도선정

① 쿠키의 품질특성

잣, 호두, 검은깨, 땅콩, 아몬드, 밤 등 각 견과류의 최적첨가량으로 선정된 첨가량%를 습식 쌀쿠키 제조시에 첨가하여 만든 쿠키의 품질특성을 측정한 결과는 Table 128에 나타내었다. 2차년도 과제수행결과에서 선정된 볶음콩가루첨가량 9%를 대체하여 혼합한 습식쌀가루에 잣 9%, 호두 12%, 검은깨 3%, 땅콩 9%, 아몬드 9%, 밤 6% 등 견과류를 첨가하여 제조한 쿠키의 수분함량은 검은깨 3%첨가쿠키를 제외한 다른 견과류첨가쿠키에서 유의차는 나타나지 않았다. 검은깨 3%첨가쿠키 > 잣 9%첨가쿠키 > 무첨가쌀쿠키 > 아몬드 9%첨가쿠키 > 땅콩 9%첨가쿠키 > 호두 12%첨가쿠키 순으로 나타났다. 색도는 쿠키윗면의 L값은 아몬드 9%첨가쿠키가, a값과 b값은 땅콩 9%첨가쿠키가 가장 높았다. 쿠키밑면의 L값, a값 및 b값은 잣 9%첨가쿠키가 가장 높게 나타났다. 밀도는 유의차가 나타나지 않았다. 쿠키의 퍼짐성은 잣 9%첨가쿠키, 호두 12%첨가쿠키, 땅콩 9%첨가쿠키가 무첨가쿠키보다 높게 나타났다. 쿠키의 경도는 잣 9%첨가쿠키, 아몬드 9%첨가쿠키, 땅콩 9%첨가쿠키에서 무첨가쿠키의 경도보다 높게 나타났다.

Table 128. Moisture contents of dough and cookie made of rice flour replaced with roasted soybean flour 9% added with ground nuts

		Ground nuts					
		Control ¹⁾	Pine seeds ²⁾	Walnut ³⁾	Black sesame ⁴⁾	Peanut ⁵⁾	Almond ⁶⁾
Moisture contents (%)		2.60±0.20 ^B	2.67±0.10 ^B	2.24±0.08 ^B	21.43±8.71 ^A	2.39±0.11 ^B	2.56±1.02 ^B
Upper Color value	L	54.28±4.35 ^{BC}	52.77±5.74 ^C	48.39±3.13 ^D	54.83±4.77 ^{BC}	57.10±3.53 ^{AB}	59.57±3.17 ^A
	a	6.62±0.94 ^B	6.7±0.54 ^B	6.61±1.11 ^B	5.75±0.72 ^C	8.30±1.21 ^A	8.27±0.78 ^A
	b	26.43±1.91 ^B	26.04±2.40 ^B	24.06±1.57 ^C	24.82±2.31 ^{BC}	28.84±1.91 ^A	28.69±1.46 ^A
Bottom Color value	L	38.05±4.52 ^{AB}	41.16±3.87 ^A	37.03±4.50 ^{AB}	36.5±5.14 ^B	39.97±3.51 ^{AB}	41.07±4.14 ^A
	a	11.46±1.81 ^{AB}	12.85±1.13 ^A	10.18±1.89 ^B	7.83±1.68 ^C	12.07±1.55 ^A	11.40±1.25 ^{AB}
	b	24.08±2.70 ^{BC}	26.67±1.94 ^A	23.11±2.58 ^C	20.93±1.72 ^D	26.07±1.68 ^{AB}	25.07±2.01 ^{ABC}
Bulk density (g/mL)		0.42±0.02 ^A	0.43±0.01 ^A	0.42±0.01 ^A	0.43±0.01 ^A	0.43±0.04 ^A	0.43±0.01 ^A
Spreadability		2.72±0.10 ^{B7)}	2.82±0.08 ^A	2.82±0.11 ^A	2.71±0.06 ^{BD}	2.80±0.07 ^{AB}	2.78±0.10 ^{AB}
Hardness (g)		1582.2±152.5 ^{BC}	2439.5±258.7 ^A	1465.1±139.1 ^C	1499.8±120.9 ^C	1736.1±198.0 ^B	2288.9±171.1 ^A

¹⁾Control; cookie made of wet-milled rice flour replaced with roasted soybean flour 9%, ²⁾Pine seeds; cookie made of flour added with Pine seeds 9%, ³⁾Walnut; cookie made of flour added with Walnut 12%, ⁴⁾Black sesame; cookie made of flour added with Black sesame 3%, ⁵⁾Peanut; cookie made of flour added with Peanut 9%, ⁶⁾Almond; cookie made of flour added with Almond 9%. ⁷⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 쿠키의 관능평가

잣, 호두, 검은깨, 땅콩, 아몬드, 밤 등 각 견과류첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 129에 QDA로 나타내었다. 견과류첨가 볶음콩가루9%혼합쌀쿠키는 전반적인 기호도(Overall acceptability), 맛(Taste), 목넘김의 부드러움(Softness)에서 잣 9%첨가쿠키가 높은 선호도를 나타내었다. 외관(Appearance), 색(color), 향(Flavor), 촉촉함(Moistness), 부서러지는 정도(Brittleness) 및 삼킨후 입자남음(Sandiness)의 항목에서 아몬드 9%첨가쿠키의 경우가 가장 높은 선호도를 나타내었다. 이상의 결과에서 볶음콩가루9%혼합쌀쿠키에서는 잣 9%첨가쿠키를 쌀쿠키 최종 시제품 후보로 선정하였다.

Table 129. Sensory evaluation of cookie made of rice flour replaced with roasted soybean flour 9% added with ground nuts

Item	Ground nuts					
	Control ¹⁾	Pine seeds ²⁾	Walnut ³⁾	Black sesame ⁴⁾	Peanut ⁵⁾	Almond ⁶⁾
Appearance	6.0±0.82 ^{A7)}	6.3±1.25 ^A	6.1±0.88 ^A	6.3±1.49 ^A	6.1±1.10 ^A	6.8±1.32 ^A
Color	6.3±0.95 ^A	6.4±1.17 ^A	6.5±1.08 ^A	5.8±1.93 ^A	6.5±1.18 ^A	6.7±1.34 ^A
Flavor	5.8±1.32 ^A	6.4±1.35 ^A	6.3±1.42 ^A	6.0±1.33 ^A	5.5±1.43 ^A	6.5±1.65 ^A
Hardness	6.0±1.05 ^A	5.9±1.10 ^A	5.9±0.99 ^A	5.9±1.20 ^A	6.3±1.16 ^A	6.1±1.20 ^A
Brittleness	5.3±1.06 ^A	5.2±1.23 ^A	5.7±1.42 ^A	5.3±1.49 ^A	5.2±1.32 ^A	5.8±1.32 ^A
Moistness	5.1±0.74 ^A	5.5±1.35 ^A	5.7±1.25 ^A	5.5±0.85 ^A	5.4±1.26 ^A	5.7±1.42 ^A
Softness	4.8±0.79 ^A	5.7±1.06 ^A	5.2±1.23 ^A	5.4±1.26 ^A	5.4±1.07 ^A	5.3±1.42 ^A
Sandiness	4.8±1.03 ^A	5.3±0.95 ^A	4.9±0.88 ^A	4.8±1.03 ^A	5.3±1.16 ^A	5.4±1.07 ^A
Taste	5.7±1.89 ^A	6.6±1.35 ^A	6.1±1.60 ^A	5.9±1.66 ^A	5.7±1.70 ^A	6.1±2.13 ^A
Overall acceptability	5.7±1.57 ^A	6.3±1.49 ^A	5.9±1.29 ^A	5.6±1.43 ^A	5.7±1.42 ^A	6.2±1.32 ^A

¹⁾Control; cookie made of wet-milled rice flour replaced with roasted soybean flour 9%, ²⁾Pine seeds; cookie made of flour added with Pine seeds 9%, ³⁾Walnut; cookie made of flour added with Walnut 12%, ⁴⁾Black sesame; cookie made of flour added with Black sesame 3%, ⁵⁾Peanut; cookie made of flour added with Peanut 9%, ⁶⁾Almond; cookie made of flour added with Almond 9%. ⁷⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

⑦ 반죽과 쿠키 사진

잣, 호두, 검은깨, 땅콩, 아몬드, 밤 등 각 견과류첨가 볶음콩가루9%혼합쌀쿠키 제조시에 만든 반죽과 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 46과 같다.

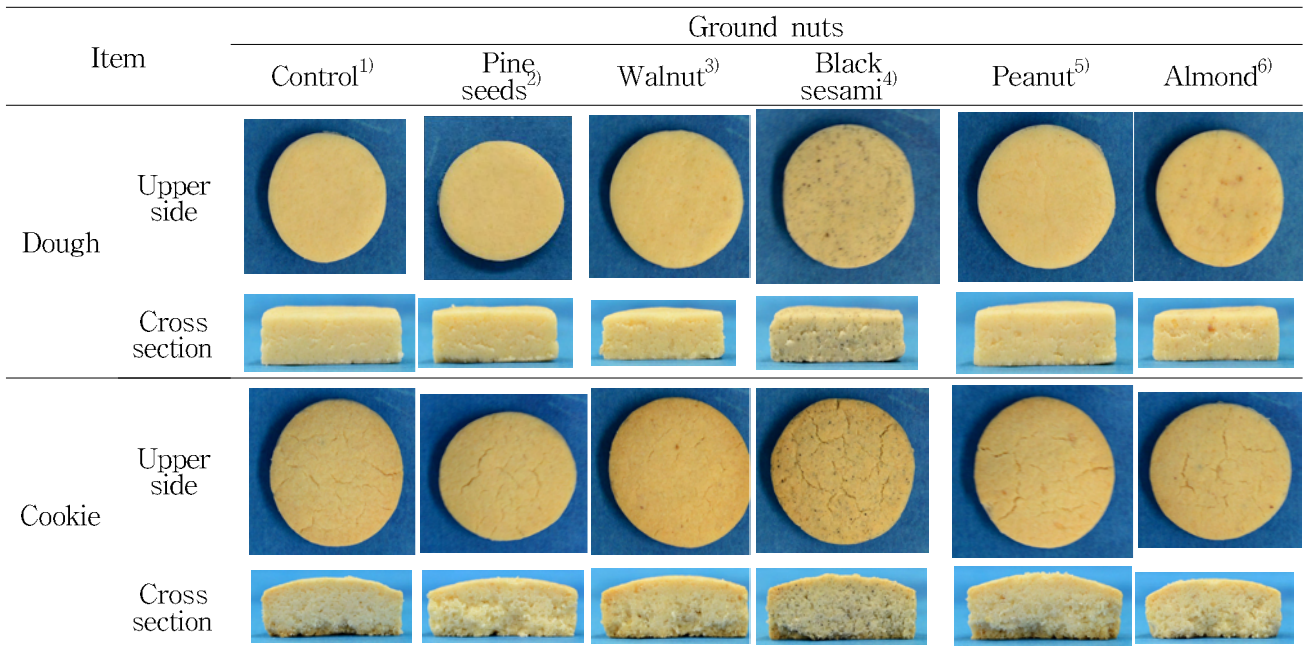


Fig. 46. Photos of dough and cookie made of rice flour replaced with roasted soybean flour 9% added with ground nuts.

¹⁾Control; cookie made of wet-milled rice flour replaced with roasted soybean flour 9%, ²⁾Pine seeds; cookie made of flour added with Pine seeds 9%, ³⁾Walnut; cookie made of flour added with Walnut 12%, ⁴⁾Black sesame; cookie made of flour added with Black sesame 3%, ⁵⁾Peanut; cookie made of flour added with Peanut 9%, ⁶⁾Almond; cookie made of flour added with Almond 9%.

(3) 과즙첨가 쌀쿠키

(가) 과즙첨가 쌀쿠키특성

① 쿠키의 품질특성

오렌지, 망고, 복숭아, 파인애플 등 각 과즙을 쌀쿠키제조과정에서 필요한 물양만큼 과즙으로 대체첨가하여 만든 습식쌀쿠키의 품질특성을 측정 한 결과는 Table 130에 나타내었다. 과즙첨가반죽의 수분함량은 대조군보다 낮게 나타났으며, 쿠키의 수분함량도 대조군보다 낮게 나타났다. 색도는 쿠키윗면의 L값이 모두 무첨가군보다 낮게 나타났고, a값과 b값은 오렌지쿠키가 높게 나타났다. 가장 높게 나타났고, 무첨가쿠키보다 높았다. a값은 무첨가쿠키보다 과즙첨가쿠키보다 높았다. 쿠키밑면의 L값은 무첨가쿠키보다 낮게 나타났다. 밀도는 파인애플쿠키가 가장 높았다. 쿠키의 퍼짐성은 파인애플쿠키가 가장 높았고, 과즙첨가쿠키의 경우가 무첨가쿠키보다 높았다. 쿠키의 경도는 오렌지쿠키, 파인애플쿠키, 망고쿠키의 순으로 쿠키의 경도가 높았으며 무첨가쿠키보다 높았다.

Table 130. Moisture contents of dough and cookie made of wet-milled rice flour added with fruit juice

		Fruit juice			
		Control ¹⁾	Orange ²⁾	Mango ³⁾	Pineapple ⁴⁾
Moisture contents (%)		2.43±0.07 ^A	2.09±0.35 ^{AB}	2.12±0.10 ^{AB}	1.86±0.07 ^B
Upper Color value	L	61.55±3.38 ^A	51.36±2.48 ^B	41.61±3.24 ^D	45.74±2.06 ^C
	a	5.35±0.72 ^C	12.02±0.98 ^A	10.17±1.39 ^B	12.09±0.92 ^A
	b	25.02±1.24 ^C	30.74±1.54 ^A	24.92±2.94 ^C	28.16±1.68 ^B
Bottom Color value	L	41.58±2.06 ^A	34.80±3.07 ^B	30.56±2.36 ^C	33.63±2.22 ^B
	a	10.60±2.02 ^B	12.16±1.05 ^A	10.32±1.84 ^B	12.47±1.28 ^A
	b	24.54±1.87 ^A	23.54±2.23 ^{AB}	20.4±2.24 ^C	22.53±1.66 ^B
Bulk density (g/mL)		0.44±0.02 ^C	0.47±0.02 ^A	0.46±0.02 ^B	0.49±0.01 ^A
Spreadability		2.68±0.10 ⁽⁵⁾	2.77±0.07 ^B	2.79±0.04 ^{AB}	2.86±0.08 ^A
Hardness (g)		1311.6±226.1 ^C	2334.4±274.4 ^A	1861.9±270.1 ^B	1999.9±316.3 ^B

¹⁾Control; cookie made of 100% wet-milled rice flour. ²⁾Orange; cookie made of rice flour added with Orange puree. ³⁾Mango; cookie made of rice flour added with Mango puree. ⁴⁾Pineapple; cookie made of rice flour added with Pineapple puree. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

② 쿠키의 관능평가

오렌지, 망고, 복숭아, 파인애플 등 과즙을 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 관능검사는 9점 묘사 척도법으로 실시하였으며, 결과는 Table 131과 Fig. 47에 QDA로 나타내었다. 망고쿠키의 경우가 전반적인 기호도(Overall acceptability), 단단한정도(Hardness), 향(Flavor), 촉촉함(Moistness) 및 부서러지는 정도(Brittleness)의 항목에서 높은 선호도를 나타내었다. 오렌지쿠키의 경우도 전반적인 기호도(Overall acceptability), 맛(Taste), 부서러지는 정도(Brittleness) 및 향(Flavor)에서 높은 선호도를 나타내었다. 과즙첨가쿠키는 망고와 오렌지첨가가 좋은 것으로 나타났다.

Table 131. Sensory evaluation of cookie made of wet-milled rice flour added with fruit juice

Item	Fruit juice			
	Control ¹⁾	Orange ²⁾	Mango ³⁾	Pineapple ⁴⁾
Appearance	6.4±0.97 ^{A5)}	6.1±1.37 ^A	5.8±1.40 ^A	6.3±1.49 ^A
Color	5.1±0.88 ^A	5.8±1.81 ^A	5.5±1.78 ^A	6.1±1.66 ^A
Flavor	6.0±0.94 ^A	6.3±0.95 ^A	6.3±0.67 ^A	5.5±1.96 ^A
Hardness	5.1±1.10 ^B	6.2±1.03 ^{AB}	6.5±1.08 ^A	6.0±1.41 ^{AB}
Brittleness	5.0±1.25 ^A	5.7±0.95 ^A	5.7±1.16 ^A	5.6±1.51 ^A
Moistness	5.2±1.14 ^A	5.6±1.17 ^A	5.5±1.18 ^A	5.7±1.06 ^A
Softness	5.1±1.20 ^A	5.4±1.07 ^A	5.8±1.23 ^A	5.3±1.25 ^A
Sandiness	4.9±1.52 ^A	5.0±1.63 ^A	5.0±1.83 ^A	5.2±1.62 ^A
Taste	6.2±1.40 ^A	6.8±1.48 ^A	6.6±0.97 ^A	5.4±2.12 ^A
Overall acceptability	5.6±1.07 ^A	6.2±1.40 ^A	6.3±1.49 ^A	5.5±2.17 ^A

¹⁾Control; cookie made of 100% wet-milled rice flour. ²⁾Orange; cookie made of rice flour added with Orange puree. ³⁾Mango; cookie made of rice flour added with Mango puree. ⁴⁾Pineapple; cookie made of rice flour added with Pineapple puree. ⁵⁾Different superscripts in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

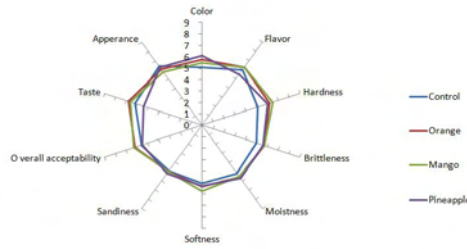


Fig. 47. QDA scores of sensory characteristics of cookie made of wet-milled rice flour added with fruit juice.

③ 쿠키 사진

오렌지, 망고, 복숭아, 파인애플 등 과즙을 첨가하여 만든 반죽과 쿠키의 모습을 비교한 사진은 Fig. 48과 같다.

Item		Fruit juice			
		Control ¹⁾	Orange ²⁾	Mango ³⁾	Pineapple ⁴⁾
Dough	Upper side				
	Cross section				
Cookie	Upper side				
	Cross section				

Fig. 48. Photos of dough and cookie made of wet-milled rice flour added with fruit juice.

¹⁾Control; cookie made of 100% wet-milled rice flour. ²⁾Orange; cookie made of rice flour added with Orange puree. ³⁾Mango; cookie made of rice flour added with Mango puree. ⁴⁾Pineapple; cookie made of rice flour added with Pineapple puree.

(4) 쌀 쿠키의 시제품선정

이상의 실험결과부터 제조공정조건은 숙성시간 실온 30분, 반죽의 직경 36mm 성형두께 10mm, 오븐온도 윗불190℃, 아랫불150℃, 굽기시간 15분이 적정한 것으로 나타났고, 시제품 I (호두 12%첨가 습식쌀쿠키), 시제품 II (잣 9%첨가 습식쌀쿠키), 시제품 III (잣 9%첨가 볶은 콩가루 9%혼합 습식쌀쿠키)를 선정하였다.

3. 시제품 제조 및 소비자 기호도 조사

가. 연구방법

(1) 쌀쿠키 시제품 제조

관능검사를 통하여 전반적인 기호도(overall acceptability)에서 가장 높은 점수가 나온 쿠키를

최종 시제품으로 선정한다.

(2) 설문지 작성

소비자 기호도 조사를 위한 설문지를 작성하고 예비설문조사를 통하여 수정하였다.

(3) 소비자 기호도 조사내용 및 방법

초등학생 명, 중학생 명, 대학생 명, 성인을 대상으로 2013년 2월22일부터 2013년 3월 31일까지 설문조사를 실시하였다.

(가) 설문지 조사

조사방법은 연구자나 집단책임자의 설명을 듣고 조사대상자가 직접 기록하게 하고 회수하였다. 설문지 조사 내용은 대상자의 일반 특성 7문항으로 성별, 연령, 직업, 최종학력, 가족구성형태, 총 가족수, 현재거주지, 부모의 학력과 직업, 현거주지, 가계월평균소득 등을 조사하였다.

지난 한달간 먹은 간식횟수, 간식으로 먹은 식품종류, 주로 먹는 과자종류, 난 한달간 먹은 쿠키횟수, 밀가루이외의 선호 쿠키원료, 쌀쿠키의 구입의사에 대하여 답하게 하였다.

(나) 시제품에 대한 소비자 기호도 조사

조사방법은 CLT & HUT로 시행하였으며, 쌀쿠키를 시식한 후 느끼는 정도를 쌀쿠키의 외관, 쌀쿠키의 색상, 쌀쿠키의 조직감, 쌀쿠키의 맛, 전반적인 기호도, 구입 의향에 대하여 '1: 매우 싫다', '2: 대단히 싫다', '3: 보통으로 싫다', '4: 약간 싫다', '5: 좋지도 싫지도 않다', '6: 약간 좋다', '7: 보통으로 좋다', '8: 대단히 좋다', '9: 매우 좋다'의 9단계로 구성하였다.

(다) 통계 분석방법

조사된 자료는 SPSS 12.0통계 분석 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반사항은 빈도와 백분율을 구하였고, 검사목적인 연구문제해결을 위해 교차분석(cross tabulation)과 빈도분석(frequency analysis), Pearson's correlation coefficient를 이용하였고, 유의성 검정은 χ^2 -test, t-test를 하였다.

나. 연구 결과

(1) 쌀 쿠키의 시제품선정

습식쌀가루에 호두 12%를 첨가하여 만든 쌀반죽을 직경 36mm 1cm두께로 성형하여 윗불 190℃ 밑불 150℃온도로 15분간 구운 쿠키제품을 30분간 방냉시킨후 포장하였다. 포장단위는 10개로 하였으며, 가격은 3000원으로 책정하였다.

(2) 소비자 기호도 조사

(가) 조사대상 및 기간

초등학교 5, 6학년생과 중학교 1, 2, 3학년생, 고등학생 및 대학생을 포함한 성인을 대상으로 쿠키섭취빈도와 시제품 소비자 기호도 조사를 위하여 여러 문헌을 참고하여 문항을 개발하여

예비조사를 실시하여 설문지를 수정 및 보완하여 본 조사를 실시하였다. 예비조사는 2013년 2월 11일~2013년 2월 18일에, 본 조사는 2013년 2월 22일~2013년 3월 25일에 진행되었다. 설문조사는 초등, 중학생의 경우는 담임교사의 지도하에 설문지에 답하도록 하였다. 대학생 및 성인은 설문조사 책임자에게 설문지 조사연구의 목적과 조사방법을 숙지시킨후 그 집단 책임자의 지도하에 설문지에 답하도록 하였다.


(나) 설문지

소비자 기호도 조사를 위한 예비설문조사를 통하여 수정한 후 설문지를 다음과 같이 완성하였다(Fig. 49).

설문지제목

안녕하십니까?
이 설문조사는 토대로 완구키 연구의 기초자료는 마련하고자 합니다. 질문에 대한
여러분의 답을 내용은 연구용으로 의뢰하여 비밀이 보장되고 연구 목적에는 어떠한
목적으로도 사용되지 않을 것입니다. 여러분의 솔직한 답과 귀중한 의견을 부탁드립니다.
다소 긴 문에는 본 연구에 필요에 주시지 대단히 감사드립니다.

한국생명기능식품연구소
051-8041-1658
한국생명기능식품연구소



1. 쿠키의 성분은? 1) 알 2) 계

2. 쿠키의 연령은? 세

3. 12세 미만 2) 16-15세 3) 16-18세 4) 20-28세 5) 30-38세
6) 40-48세 7) 50-59세 8) 60-68세 9) 70세 이상

4. 쿠키의 과일은?

1) 박실 2) 오렌지 3) 사과 4) 딸기 5) 바나나 6) 레몬 7) 자두 8) 토마토 9) 기타 ()

5. 쿠키의 맛은?

1) 초콜릿 2) 딸기 3) 바나나 4) 사과 5) 바나나 6) 레몬 7) 자두 8) 토마토 9) 기타 ()

6. 쿠키의 크기는? 1) 1cm 2) 2cm 3) 3cm 4) 4cm 5) 5cm 6) 6cm 7) 7cm 8) 8cm 9) 9cm 이상

7. 쿠키의 모양은? 1) 원형 2) 사각형 3) 직사각형 4) 타원형 5) 기타 ()

8. 쿠키의 포장재는? 1) 종이 2) 플라스틱 3) 알루미늄 4) 기타 ()

9. 쿠키의 가격은? 1) 100원 이하 2) 100-200원 3) 200-300원 4) 300-400원 5) 400-500원 6) 500-600원 7) 600-700원 8) 700-800원 9) 800-900원 10) 900원 이상

10. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

11. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

12. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

13. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

14. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

15. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

16. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

17. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

18. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

19. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

20. 쿠키의 유통처는? 1) 대형마트 2) 편의점 3) 슈퍼마켓 4) 기타 ()

● 이 쿠키는 100% 국내산 완구키만을 선택하여 만든 고품질 완구키입니다.
● 오메가-6 불포화 지방산이 풍부한 오메가-3는 12% 첨가하여 맛, 영양과 기능성을
더하였습니다.
● 건강 친화적으로 좋은 식품입니다.
● 8,000 원/봉지(10개)

● 완구키를 시식 후 느끼는 정도를 10점 척도로 평가합니다.
(1: 매우 싫다 2: 미안하게 싫다 3: 보통으로 싫다 4: 약간 싫다 5: 좋지도 싫지도
않다 6: 약간 좋다 7: 보통으로 좋다 8: 미안하게 좋다 9: 매우 좋다)

완구키의 외관	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
완구키의 색상	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
완구키의 크기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
완구키의 맛	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
전반적인 기호도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
구매 의향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

* 설문지 응회부서서 대단히 감사합니다 *

Fig. 49. 설문지

(3) 기호도 조사

(가) 일반사항

배부된 설문지 1080부중 1050부를 회수하였으며(회수율: 97.22%), 이중 설문지에 대한 응답이 불충분한 4부를 제외한 1046부(96.85%)(남자 443부; 42.4%, 여자 598부; 57.2%)를 분석자료로 사용하였다. 분석자료에 사용한 설문조사 대상자는 초등학생 247명, 중학생 336명, 고등학생 24명, 대학생 312명, 성인 127명이었다.

(나) 소비자 기호도 조사 결과

① 성별에 따른 평가

남성에 비해 여성의 쌀쿠키에 대한 선호도가 높은 편이다.

다른 항목에 비해 쌀쿠키의 맛에 대한 평가는 매우 높게 나왔다(Fig. 50).

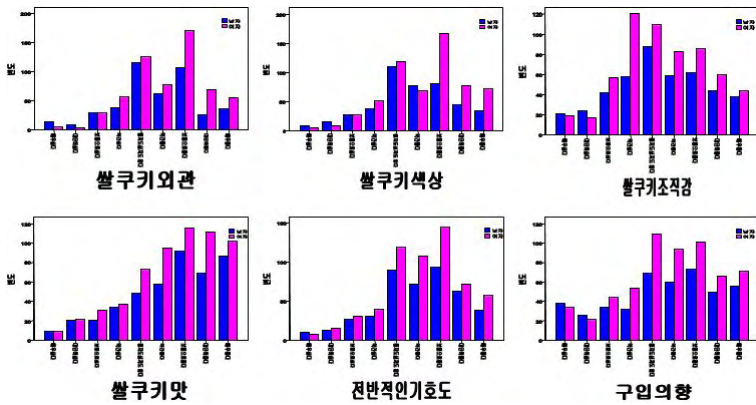


Fig. 50. 성별에 따른 쌀쿠키에 대한 선호도.

② 연령층에 따른 평가

전체적으로 대부분의 항목에서 초등학생, 중학생의 쌀쿠키에 대한 평가가 높은 편이다. 구입의향에 대한 전체 평균은 약 6점 수준으로 나타났다(Fig. 51).

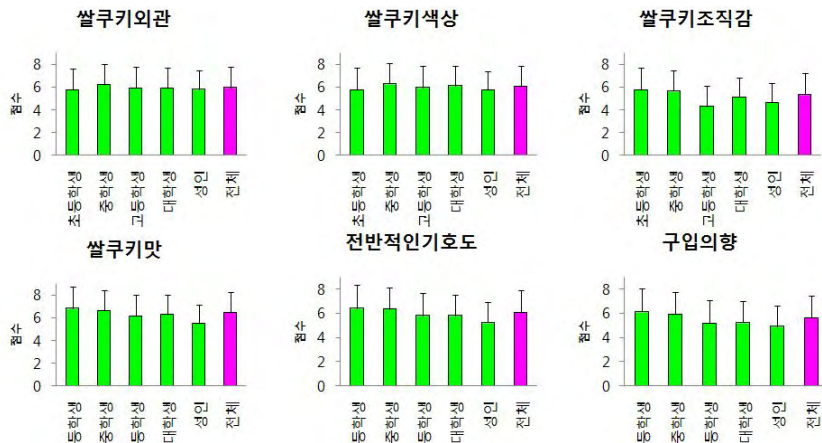


Fig. 51. 조사대상에 따른 쌀쿠키에 대한 선호도.

③ 쿠키구입 경험에 따른 평가

쿠키구입 경험에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다(Fig. 52).

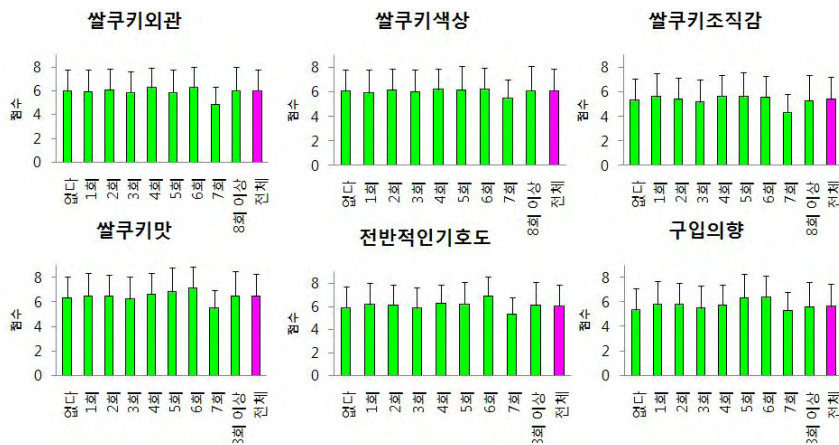


Fig. 52. 쿠키구입 경험에 따른 쌀쿠키에 대한 선호도.

④ 구입의향

구입의향에 따른 Top 3는 40%, Top 2는 23%이고, 맛에 대한 Top 3는 56%, Top 2는 35%로 나타났다(Fig. 53).

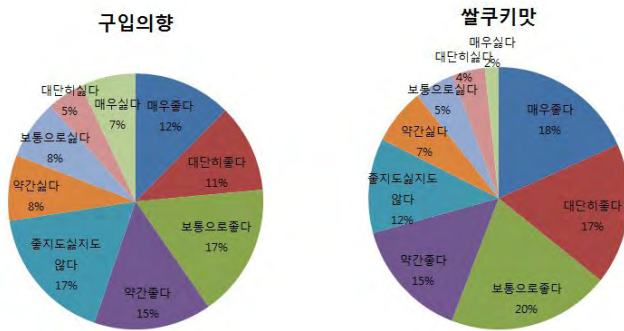


Fig. 53. 구입의향에 따른 Top 3와 맛에 대한 Top 3.

[1-6세부]

제 1 절 핵심 기술 개발 및 기술 적용 제품 개발과 산업화(1차 년도)

1. 쌀가공 제품 개발을 위한 핵심 기술 개발

가. 쌀루(Rice-Roux) 개발

(1) 배합비 개발

쌀가루 180~220 mesh로 같은 미분(米粉), 옥수수가루 및 서울우유 가공버터 ‘아침에버터’를 혼합하여 배합비 개발을 진행하였다. 쌀가루의 경우 다양한 mesh 사이즈를 검토하였으나, 180mesh 이하는 미분의 입자가 거칠어 식감이 좋지 않아 관능적으로 부정적인 결과를 나타내었다. 또한, 제품 호화도가(gelatinization) 낮아 분말스프에 사용이 적절하지 않았다. 반면에, 220mesh 이상은 호화도가 높아 지고, 관능적으로 부드러운 식감을 나타내지만, 제조단가가 높게 증가해 직접적인 산업화는 어렵다는 결론에 도달하였다. 이에 기존 쌀가루보다 관능 상 우월하며, 제조단가도 적절한 180~220 mesh 사이즈의 쌀가루를 기본으로 하여 배합비를 완성 하였으며, 그 배합비는 표 1 과 같다.

표 1. 쌀루 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
쌀가루	80.0	180~220 mesh
옥수수가루	13.0	
버터	7.0	
총 합	100.0	

(2) 공정 개발

기 개발 완료된 배합비를 토대로 쌀루의 제조공정을 확립하였다. 적정량의 180~220mesh 쌀가루에 옥수수가루를 혼합하여 95~130℃에서 30~60 분간 로스팅 한 후 미리 용해시킨 가공버터를 분사후 60~100℃ 에서 40분간 로스팅 후 냉각하여 제조 하였다. 제조 시 공정 확립 포인트로서 로스팅 온도 및 시간을 들 수 있는데, 온도가 95℃ 이하로 낮게 되면 관능 상 고소한맛이 떨어졌으며, 또한 수분함량이 높아 제품의 안전성 확보가 어려웠다. 또한 130℃ 이상으로 로스팅 시 분말원료가 타게 되어 관능 상 바람직하지 못한 결과가 나타났다. 이에 적합한 시간 및 온도를 산출하여 제조공정을 확립 하였으며, 그 공정은 표 2와 같다.

표 2. 쌀루 제조공정도

선별	<ul style="list-style-type: none"> - 각 분말원료 및 액상원료의 이물 선별 - 액상원료의 경우 90℃ 중탕으로 선(先) 용해
↓	
계량	<ul style="list-style-type: none"> - 계량: 배합비 상의 각 원료 계량
↓	
로스팅	<ul style="list-style-type: none"> - 로스팅: 분말원료 투입 -> 95~130℃ , 30~60 분간 로스팅 - 액상원료 분사 -> 분사 후 60~100℃ 에서 40분간 로스팅 후 완료
↓	
냉각	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각: 품온 40℃ 까지 교반 및 냉각
↓	
투입	

(3) 호화도 실험

개발완료된 배합비 및 제조공정을 토대로 산업화에 활용 가능한 쌀루를 제조하였으며, 제조한 쌀루의 호화도(gelatinization degree)를 측정하기 위하여 당사가 장류 제품에 사용중인 80mesh 쌀가루, 당사가 기존 사용중인 밀가루 루를 비교 샘플로 준비하여 각각의 호화도를 측정하였다. 측정 결과는 표 3과 같다. 결과를 보면 알 수 있듯이 180~220mesh 쌀가루의 호화도는 80mesh-쌀가루 및 밀가루 루에 비해 각각 14.8% 와 2.0% 높게 측정 되었다. 이는 별도의 제조공정을 거치지 않은 80mesh 쌀가루 및 밀가루 루에 비해, 180~220mesh로 같은 미분을 사용함으로써 입자표면이 증가 하여 열과의 반응을 빠르게 하고 또한 95~130℃의 높은 온도로 장시간 볶은 공정을 통해 전분의 호화도가 증가하였을 것으로 판단된다.

표 3. 쌀루 호화도 측정 결과

	80mesh-쌀가루	180~220mesh-쌀가루	밀가루 루
호화도	35.2%	50.0%	48.0%

나. 쌀카레루(Rice Curry-Roux) 개발

(1) 배합비 개발

쌀가루 180~220 mesh로 같은 미분(米粉), 카레분, 강황분 및 식용유지를 혼합하여 배합비 개발을 진행하였다. 쌀가루의 경우 다양한 mesh 사이즈를 검토하였으나, 180mesh 이하는 미분의 입자가 거칠어 치감 및 식감이 좋지 않아, 관능적으로 부정적인 결과를 나타냈다. 반면에, 220mesh 이상은 관능적으로 부드러운 식감을 나타내지만, 제조단가가 높게 증가해 직접적인 산업화는 어렵다는 결론에도달하였다. 이에 기존 쌀가루보다 관능 상 우월하며, 제조단가도 적절한 180~220 mesh 사이즈의 쌀가루를 기본으로 하여 배합비를 완성 하였으며, 그 배합비는 표 4와 같다.

표 4. 쌀카레루 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
쌀가루	42.0	180~220 mesh
식용유지	42.0	
카레분	15.0	
강황분	1.0	
총 합	100.0	

(2) 공정 개발

기 개발 완료된 배합비를 토대로 쌀 카레루의 제조공정을 확립하였다. 적정량의 180~220mesh 쌀가루에 카레분, 강황분을 혼합하여 70~90℃에서 30~60 분간 로스팅 한 후 미리 용해시킨 식용유지를 분사 하여 품온 100~130℃ 도달 시 까지 로스팅 한 후 냉각하여 제조 하였다. 제조 시공정 확립 포인트로서 로스팅 온도 및 시간을 들 수 있는데, 분말원료 로스팅 온도가 70℃ 이하로 낮게 되면 관능 상 고소한맛이 떨어졌으며, 또한 수분함량이 높아 제품의 안전성 확보가 어려웠다. 또한 90℃ 이상으로 로스팅 시 카레분의 향기물질이 증발되어 관능 상 카레향이 약해지는 현상이 발생하였다. 그러나 식용유지 분사 후 온도를 130℃ 도달 시에는 카레향의 손실이 발생하지 않았는데 이는 휘발성물질인 카레향이 기름에 포집되어 온도의 상승에도 불구하고 카레향이 손실되지 않은 것으로 판단되며 오히려 고온에서 유지류와 로스팅 시 카레향이 부드러워지는 현상을 나타내었다. 이에 적합한 시간 및 온도를 산출 하여 제조 공정을 확립 하였으며, 그 공정은 표 5와 같다.

표 5. 쌀카레루3 제조공정도

선 별	<ul style="list-style-type: none"> - 각 분말원료 및 액상원료의 이물 선별 - 액상원료의 경우 90℃ 중탕으로 선(先) 용해
↓	
계 량	<ul style="list-style-type: none"> - 계량: 배합비 상의 각 원료 계량
↓	
로 스팅	<ul style="list-style-type: none"> - 로스팅: 분말원료 투입 -> 70~90℃ , 30~60 분간 로스팅 - 액상원료 분사 -> 분사 후 품온 100~130℃ 도달 시까지 로스팅
↓	
냉 각	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각: 품온 55℃ 까지 교반 및 냉각
↓	
투 입	

(3) 관능검사

밀가루 카레루(Curry-Roux)와 쌀가루 카레루(Curry-Roux)의 전반적인 원료 관능검사를 실시 하였다. 일반적으로 제품이 아닌 원료는 관능검사를 실시하지 않으나, 카레루(Curry-Roux)의 경우 그 자체만으로도 카레 풍미를 지니고 있어 관능검사를 실시하였으며, 그 결과는 표 6과 같다. 쌀

가루를 첨가한 카레루(Curry-Roux)가 밀가루를 첨가한 카레루(Curry-Roux)에 비해 맛 뿐만 아니라 카레향에서도 유의적인 차이를 보여 관능적으로 우월한 제품임을 나타내었다. 이는 쌀가루를 첨가한 카레루(Curry-Roux)가 밀가루를 첨가한 카레루(Curry-Roux)에 비해 보다 깔끔하고 텁텁하지 않아 패널들에게 좋은 점수를 받은 것으로 나타났으며, 또한 물성이 부드러워져서 카레향이 끓기 시작하지 않고 끝까지 구현되어 전반적인 기호도가 상승한 것으로 판단된다.

(가) 조사시료: 밀가루 카레루 vs 쌀 카레루

(나) 조사날짜: 2010년 10월 15일

(다) 조사인원: 20명 (20대 60%, 30대30%, 40대 10%)

(라) 조사방법: Blind test/Paired comparison test/Sequential monadic test

(마) 시료제시: 쌀 카레루 20g + 물 100 cc, 밀가루 카레루 20g + 물 100 cc

(바) 준비방법: 쌀카레루 및 밀가루 카레루에 온수를 넣고 잘 저으면서 끓이되, 끓기 시작하면 불을 약하게 해서 약 3분 동안 저으면서 끓임.

표 6. 쌀카레루 관능검사

제 품	전체적 기호도	선호도	기호도		적당도	
			외관	맛	점도	카레향
밀가루 카레루	4.0* (57점)	35%* (7명)	4.4	4.0*	3.7 [4>약함]	3.2* [4>약함]
쌀 카레루	4.7* (67점)	65%* (13명)	4.5	4.7*	3.8 [4>약함]	4.0* [4=적당]
유의수준 α=0.05기준	0.009 차이있음	0.007 차이있음	0.659 차이없음	0.000 차이있음	0.748 차이없음	0.008 차이있음

2. 쌀루(Rice-Roux)를 활용한 제품 개발

가. 우리쌀 분말스프 5종 개발

(1) 배합비 개발

개발된 쌀루를 활용하여 분말스프 5종(쇠고기, 크림, 양송이, 야채, 마늘)을 개발하였다. 그 중 크림스프 배합비는 표 7과 같다. 개발된 분말스프 5종은 기존 유통 중인 분말스프에 대하여 ‘한국인의 입맛에 맞는 한국형 스프, 글루텐 프리인 스프 제품이 새롭게 출시되었으면 좋겠다’라는 소비자 니즈가 지속적으로 요구되었던 만큼 소비자 니즈에 적절하게 대응한 최적의 제품으로 판단된다. 이러한 판단은 표 8의 관능검사 결과 및 그림1의 분말스프 M/S변화를 통해서도 쉽게 확인 된다. 출시 초기 당사에서 실시한 관능검사 결과를 보면 외관 뿐만 아니라 맛과 점도에서 모두 유의적인 차이를 보이는 관능점수가 나타났으며, 또한 2010년 10월 출시 후 M/S변화를 보면 기존 밀가루 루 베이스 제품 판매 시 보다 약 10% 이상의 M/S신장을 나타냄으로서 소비자 니즈에 적합한 제품 출시를 판단 할 수 있는 근거라 할 수 있겠다.

표 7. 우리쌀 크림스프 배합비

원재료명	투입량(%)	비고
쌀루	42.3	쌀:국내산
유크림분말	27.3	우유:국내산
옥수수전분	13.7	
정제염	5.0	
스프씨즈닝	4.9	
백설탕	4.0	
효모엑기스	2.0	
양과분	0.4	
과분	0.3	
흑후추분	0.06	
강황분	0.04	
총합	100.0	

(4) 관능검사

밀가루 루(Roux)를 첨가한 스프와 쌀가루 루(Roux)를 첨가한 스프의 전반적인 제품 관능검사를 실시 하였다. 그 결과는 표 8과 같다. 쌀가루 루(Roux)를 첨가한 제품이 밀가루 루(Roux)를 첨가한 제품에 비해 외관 및 맛뿐 만 아니라 점도에서도 유의적인 차이를 보여 관능적으로 우월한 제품임을 나타내었다. 이는 쌀가루 루(Roux)를 첨가한 제품이 보다 깔끔하고 텁텁하지 않아 주부패널들에게 좋은 점수를 받은 것으로 나타났으며, 물성 또한 부드러워 전반적인 기호도가 상승한 것으로 판단 된다.

(가) 조사시료: 밀가루 스프 vs 쌀 스프

(나) 조사날짜: 2010년 9월 15일

(다) 조사인원: 32명 (20대 3%, 30대50%, 40대 47%)

(라) 조사방법: Blind test/ Paired comparison test/ Sequential monadic test

(마) 시료제시: 스프150g + 물1500 cc

(바) 준비방법: 분말스프에 찬물을 넣고 잘 저으면서 끓이되, 끓기 시작하면 불을 약하게 해서 약 3분 동안 저으면서 끓임

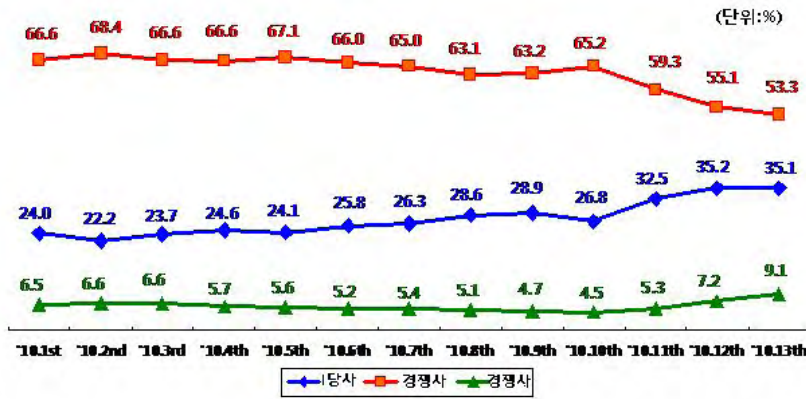
표 8. 우리쌀 스프 관능검사 결과

제품	전체적 기호도	선호도	기호도		적당도	
			외관	맛	점도	짠맛
밀가루 스프	3.3* (47점)	3%* (1명)	3.7*	3.3*	2.9* [4>약함]	3.7* [4>약함]
쌀가루 스프	4.7* (67점)	88%* (30명)	4.4*	4.7*	3.8* [4>약함]	4.0* [4=적당]
유의수준 α=0.05기준	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.001 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.020 차이있음

(5) 제품 MS 현황

2010년 10월 출시된 우리쌀 스프의 분말스프 M/S 현황(그림 1)을 비교 분석 하였다. 출시 후 우리쌀 스프 5종은 분말 스프 시장 내에서 M/S 24% (10년 1st-4week) 에서 M/S 35.1% (10년

13th-52week) 로 11.1%의 M/S 상승을 나타내어 업계에서 상당히 고무적인 성과로 평가 받고 있다. 특히 쌀루(Rice-Roux)를 첨가하여 시판하기 시작한 10th-40week 때부터 M/S 변화가 큰 폭으로 상승하기 시작되어 제품 매출 및 M/S상승에 쌀루(Rice-Roux)가 큰 영향을 미쳤다고 자체적으로 판단된다.



Ref) LinkAztec POS


그림 1. 출시 후 분말스프 시장 M/S 변화

(6) 우리쌀 수프 마케팅 전략 방안

년도	전략 방향	세부 실행 계획
'12년	<ul style="list-style-type: none"> 특수 유통 전용규격 개발을 통한 유통별 경쟁력 강화 업소용 제품 매출 확대 및 손익개선 즉석수프 시장 확대를 위한 신제품 개발(유통 다양성 강화) 	<ul style="list-style-type: none"> 이마트 트레이더스 및 코스트코 전용 규격 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 우리쌀죽/수프 번들 제품 및 특수규격 개발(3~5월) 홍보 양양사 인센티브 판촉 진행(연간) 원가 절감 및 OEM 전환 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 크림수프, 양송이수프 OP 개선 및 GP증대 - 원료 주 납품 업체(선제) OEM전환 → OEM 원가 검토 후 진행 제품 Portfolio 재편 <ul style="list-style-type: none"> - 쇠고기수프 1kg 철수 검토 → 지속적인 매출 및 GP 하락으로 철수 검토 씨리얼 컵수프 출시(9월) <ul style="list-style-type: none"> - 제품 Concept → '씨리얼과 함께 먹는 든든한 식사대용 컵수프' - 주요 타겟 → 20~30세 대학생 및 직장인 - 소매가 2,600원 - 편의점(컵수프)·일반매장(지함) 2가지 타입 출시

(7) 제품세부사항

표 9. 우리쌀 스프 5종 세부 사항

	상 품 명 : 우리쌀 스프 5종
	제 조 사 : 대상(주)
	출 시 일 : 2010. 10
	제품특징 : 국내산 쌀로 만든 우리입맛에 맞는 우리쌀스프, 주요원재료 모두 국내산
	매출액 : 2013년 6월 기준 100억

나. 우리쌀 컵스프 개발

(1) 배합비 개발

개발된 쌀루를 활용하여 컵스프 2종(콘크림, 포테이토)을 개발하였다. 그 중 콘크림 컵스프 배합비는 표 10과 같다. 개발된 컵스프 2종은 기존 유통 중인 컵스프에 대하여 ‘즉석에서 바로 섭취 가능한 한국인의 입맛에 맞는 한국형 즉석 컵스프 제품이 새롭게 출시되었으면 좋겠다’ 라는 소비자 니즈가 지속적으로 요구되었던 만큼 그러한 소비자 니즈에 적절하게 대응한 최적의 제품으로 판단 된다. 이러한 판단은 표 11의 관능검사 결과를 통해서도 쉽게 확인 된다. 출시 초기 당사에서 실시한 관능검사 결과를 보면 맛과 점도에서 모두 유의적인 차이를 보이는 관능점수가 나타났다. 아직 출시 후 2 개월여 정도 밖에 지나지 않아 정확한 매출현황 및 M/S 변화를 관측하기 어렵지만 관능 검사 결과 및 초기매출 금액을 근거로 하여 소비자 니즈에 적합한 제품이 출시되어 졌다고 판단 된다.

표 10. 우리쌀 콘크림 컵스프 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
콘과립	48.2	
감자전분	18.4	
유크림분말	12.0	우유:국내산
백설탕	5.8	
쌀가루	4.0	쌀:국내산
덱스트린	3.0	
정제염	3.4	
치즈분말	3.0	
스프씨즈닝	2.0	
강황분	0.2	
총 합	100.0	

(2) 관능검사

밀가루 루(Roux)를 첨가한 컵스프와 쌀가루 루(Roux)를 첨가 한 컵스프의 전반적인 제품 관능검사를 실시 하였다. 그 결과는 표 11과 같다. 쌀가루 루(Roux)를 첨가한 제품이 밀가루 루(Roux)를 첨가한 제품에 비해 맛과 점도에서 유의적인 차이를 보여 관능적으로 우월한 제품임을 나타내었다. 이는 쌀가루 루(Roux)를 첨가한 제품이 보다 깔끔하고 텁텁하지 않아 주부패널들에게 좋은 점수를 받은 것으로 나타났으며, 제품의 물성 또한 부드러워 전반적인 기호도가 상승 한 것으로 판단된다.

(가) 조사시료: 밀가루 컵스프(콘크림) vs 쌀가루 컵스프(콘크림)

(나) 조사날짜: 2010년 9월 13일

(다) 조사인원: 32명 (20대 7%, 30대 47%, 40대 40%, 50대 6%)

(라) 조사방법: Blind test/ Paired comparison test/ Sequential monadic test

(마) 시료제시: 스프15g + 물150 cc

(바) 준비방법: 컵스프 한 봉에 온수를 넣고 잘 저은 뒤 제시

표 11. 우리쌀 스프 관능검사 결과

제 품	전체적 기호도	선호도	기호도		적당도	
			외관	맛	점도	옥수수맛
밀가루 스프 (콘크림)	3.5* (47점)	19%* (6명)	4.3	3.6*	3.1* [4>약함]	3.5* [4>약함]
쌀가루 스프 (콘크림)	4.4* (67점)	81%* (26명)	4.3	4.5*	3.9* [4=적당]	4.1* [4=적당]
유의수준 α=0.05기준	0.009 차이있음	0.001 차이있음	0.787 차이없음	0.008 차이있음	0.006 차이있음	0.001 차이있음

(3) 제품 세부 사항

표 12. 우리쌀 컵스프 세부 사항

	상 품 명 : 우리쌀 컵스프 2종
	제 조 사 : 대상(주)
	출 시 일 : 2011. 02
	제품특징 : 국내산 쌀로 만든 우리입맛에 맞는 우리쌀 컵스프, 컵에 붓고 온수만 넣으면 바로 섭취 가능
	매출액 : 2013년 6월 기준 20억

3. 쌀카레루(Rice Curry-Roux)를 활용한 제품 개발

가. 우리쌀 분말카레 2종 개발

(1) 배합비 개발

개발된 쌀카레루(Rice Curry-Roux)를 활용하여 분말카레 2종(해물, 치즈&코코넛)을 개발하였다. 그

배합비는 표 13과 같다. 개발된 카레 2종은 기존 유통 중인 카레에 대하여 ‘한국인의 입맛에 맞는 한국형 카레, 글루텐 프리인 카레 제품이 새롭게 출시되었으면 좋겠다’ 라는 소비자 니즈와 또한, 육류 및 가금류 일색이던 카레제품에 대해 ‘다른 원재료를 활용한 카레 제품이 나왔으면 좋겠다’ 라는 소비자 니즈가 지속적으로 요구되어졌던 만큼 그러한 소비자 니즈에 적절하게 대응한 최적의 제품으로 판단된다. 특히, 이번에 개발된 우리쌀 해물 및 치즈&코코넛 카레제품은 기존의 범용적인 카레 제품과 다르게 타겟지향적인 제품으로서 기본적인 베이스는 한국인의 입맛에 맞게 쌀가루를 활용하였으며, 각 제품별로 해물 및 치즈&코코넛이라는 특별한 소재를 소구하여 어른용 및 아이들용으로 그 구분이 명확할 뿐만 아니라 기존 카레제품과 확연하게 차별화된 요소를 가지고 있는 제품이라고 판단된다. 물론, 출시 후 2개월여 정도 밖에 지나지 않아 정확한 매출현황 및 M/S 변화를 관측하기 어렵지만 관능검사 결과 및 초기 매출 금액을 근거로 하여 소비자 니즈에 적합한 제품이 출시 되어 졌다고 판단된다.

표 13. 우리쌀 카레 배합비

원료명	투입량	비고
카레프리믹스	42.0	
쌀가루	20.0	쌀:국내산
카레시즈닝오일	14.4	
순카레분	13.3	카레분:인도산
옥수수전분	6.6	
강황분	2.2	강황분:인도산
효모엑기스	1.4	
고추분	0.1	
총 합	100.0	

(2) 관능검사

밀가루 카레루(Curry-Roux)를 첨가한 분말카레와 쌀가루 카레루(Curry-Roux)를 첨가 한 분말카레의 전반적인 제품 관능검사를 실시하였다. 그 결과는 표 14와 같다. 쌀가루 카레루(Curry-Roux)를 첨가한 제품이 밀가루 카레루(Curry-Roux)를 첨가한 제품에 비해 맛과 색상에서 뿐 만 아니라 점도에서도 유의적인 차이를 보여 관능적으로 우월한 제품임을 나타내었다. 이는 쌀가루 카레루(Curry-Roux)를 첨가한 제품이 보다 깔끔하고 텁텁하지 않아 주부패널들에게 좋은 점수를 받은 것으로 나타났으며, 제품의 물성 또한 부드러워 전반적인 기호도가 상승 한 것으로 판단된다.

(가) 조사시료: 밀가루 카레 vs 쌀가루 카레

(나) 조사날짜: 2010년 11월 19일

(다) 조사인원: 32명 (20대 3%, 30대 50%, 40대 47%)

(라) 조사방법: Blind test/ Paired comparison test/ Sequential monadic test

(마) 시료제시: 식용유에 야채를 잘 볶은 다음 물을 붓고 완전히 익을 때까지 끓인다.

야채가 익으면 카레를 넣어 충분히(5~8분) 풀어준다.

(바) 준비방법: 표기조리법과 동일하게 카레 조리 후 그릇에 부어 분단 별로 제공함

표 14. 우리쌀 카레 관능검사 결과

제 품	전체적 기호도	선호도	기호도	적당도		
			외관	맛	색상	점도
쌀가루 카레	4.5* (64점)	84%* (27명)	4.0*	4.4*	4.8* [4<강함]	4.0* [4=적당]
밀가루 카레	3.5* (50점)	16%* (5명)	4.1*	3.6*	3.3* [4>약함]	3.2* [4>약함]
유의수준 α=0.05기준	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.686 차이없음	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음

(3) 제품 세부 사항

표 15. 우리쌀 카레 2종 세부사항

	상 품 명 : 우리쌀 카레여왕 2종
	제 조 사 : 대상(주)
	출 시 일 : 2011. 02
	제품특징 : 국내산 쌀로 만든 우리 입 맛에 맞는 우리쌀 웰빙카레
	매출액 : 2013년 6월 기준 154억

(4) 우리쌀 카레여왕 마케팅 전략 방안

년도	전략방향	세부 실행 계획
'12년	소비자 인지 확대 및 친숙도 제고	<ul style="list-style-type: none"> 경쟁사 대비 차별화된 USP 중심의 이성적 광고 런칭(매체비 20억) 광고 연계 BTL 운영 SNS(Facebook, 카카오톡 등)을 통한 브랜드인지도 및 호감도 제고로 구매행동 촉진유도 공익 마케팅 진행 : 정혜영 모델 이미지를 통한 Donation 프로그램 운영
	제품 포트폴리오 다각화	<ul style="list-style-type: none"> 실속형 제품 출시(5월, 소비자가 2,000원 수준) 채널별 다양한 가격 운영을 통한 원활한 행사 진행 유도 당사 열세 유통인 단독슈퍼 및 대리점(2차상) 경로 매출 및 M/S 확대 소비자 불편함을 감소시킨 '원더치형' 제품 출시 이마트 PL 제품 출시(2월, 소비자가 1,780원) 당사 편의제품군 신제품 우선 런칭 및 POG 개선을 통한 이마트 내 SKU 확대 및 카테고리 경쟁력 확보 카레여왕과의 시너지 있는 진열 및 프로모션을 통한 소비자 로열티 강화
	원가 경쟁력 확보 및 수익성 개선	<ul style="list-style-type: none"> 공정 자동화를 통한 원가 경쟁력 확보('11년 10월 적용) 포장 인원 절감을 통한 GP 개선(GP율 5% 개선) 현 자동화 설비 안정화 미비로 수율 90% 수준이나, 포재 사이즈 조정 및 재질 개선을 통해 98% 이상을 수율로 원가 경쟁력 확보 가격인상을 통한 수익성 개선('11년 12월 적용) 기존 소비자가 3,200원 → 3,500원, 9.4% 인상(GP율 4% 개선) 가격 행사 시 동일 DC율 적용 시 적정 GP확보(기존 행사 GP 30.7% → 인상 행사 GP 40.4%)
	유통 경쟁력 강화	<ul style="list-style-type: none"> 할인점 경쟁력 강화 이마트 & 롯데마트 POG 개선(중앙 골든 라인) 홀플러스 입점 규격 확대(신제품 2종 및 실속형 카레 입점 추진) 경로별 취급 품목 개선으로 판매 경쟁력 강화 대형 직거래 5종, 소형점 3종(구운마늘양파, 망고바나나, 치즈코코넛) 실속형 중·저가 카레를 통한 단독슈퍼 및 대리점(2차상) 경쟁력 강화

(5) 지적재산권 출원 및 등록

표 16. 지적재산권 출원 현황

과제명	등록 번호	등록 일자	비 고
부드러운 스프용 쌀가루 루의 제조방법	10-1221564	2013.03.27	2010.10 출원
부드러운 카레용 쌀가루 카레루의 제조방법	10-1276074	2013.06.12	2011.07 출원

제 2 절 프리미엄급 쌀 가공 제품의 컨셉 조사 및 제품의 개발 (2차 년도)

1. 컨셉 정교화를 위한 소비자 조사

가. 우리쌀 떡프리믹스 컨셉 소비자 조사

(1) 조사 목적

떡프리믹스 제품 컨셉에 대한 feature test 및 컨셉 호감도, 구매의향, 가격평가 등에 대한 속성 평가를 통한 향후 제품 개발의 지표로 활용하고자 하였다.

(2) 조사 방법

(가) 조사 지역: 서울/경기 지역

(나) 조사 대상:

<p>잠재 타겟</p> <ul style="list-style-type: none"> > 25~44세 여성 > 6~13세 (유치원생, 초등학생) 자녀를 둔 주부 > 자녀 간식에 대한 관여도가 높은 자 <ul style="list-style-type: none"> - 배달 또는 인스턴트 식품보다 직접 요리한 간식을 준비하는 주부 간식 준비 시 자녀와 함께하는 주부 좋은 재료 또는 새로운 간식에 대한 새로운 정보를 찾는 주부 <p>프리믹스 관련</p> <ul style="list-style-type: none"> > 최근 3개월 내 프리믹스 (호떡, 핫케익, 호밀빵, 떡 등) 구매한 자 > 프리믹스 제품에 대한 호감도가 높은 자 (5scales 중 Top2 이상) > 프리믹스 향후 구매의향이 높은 자 (5scales 중 Top2 이상) <p>떡 관련</p> <ul style="list-style-type: none"> > 최근 3개월 내 가족 간식으로 떡을 구매한 주부 > 평소 떡에 대한 호감도가 높은 주부 (5scales 중 Top2 이상) > 향후 떡 구매 의향이 높은 주부 (5scales 중 Top2 이상)

(다) 표본 크기 및 구성

	전입주부	취입주부	합계
	(유치초등저초등고녀1:1:1)		
포믹스heavy User (주1회이상)	20	20	40

(3) 조사 결과

컨셉 평가 후 긍정률 90%이상으로 평가되어, 떡 프리믹스 컨셉에 대한 패널 만족도는 매우 높은 수준으로 나타났다. 다만 일부 패널의 경우 제품 가격에 대한 저항감이 존재하므로, 향후 제품 출시 가격에 대한 탄력적인 운용방안 구축이 필요한 것으로 판단되었다. 제품 조리 과정에 대한 컨셉에 대해서도 긍정률이 85.0%로 평가되어 패널만족도는 높은 수준을 나타내었다. 일부 패널들의 의견 중 제품 내 떡 모양을 잡아주는 용기형 틀을 제공해주는 것을 아이디어로 제안하여 향후 제품 출시 시 고려 사항으로 판단되었다.

표 17. 떡프리믹스 컨셉 보드

찹쌀 인절미 믹스 (전자레인지용)	떡프리믹스레시피
<ul style="list-style-type: none"> ■ 전자레인지로 3분만에 만들 수 있는 떡 프리믹스입니다. ■ 프리믹스를 물로 반죽, 전자레인지에 돌린 후, 식혀서 고물믹스를 묻히면 맛있는 인절미가 완성됩니다. ■ 집에서 직접 만들어 따뜻한 떡을 즐길 수 있습니다. ■ 떡 믹스와 고물 믹스가 모두 준비되어 있어 손쉽게 만들 수 있습니다. ■ 국내산 100% 찹쌀로 만들어 가족영양간식으로 좋습니다. ■ 합성 보존료, 합성 착색료, 합성 착향료를 전혀 사용하지 않았습니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인절미 프리믹스 200g에 물 150g을 넣고 골고루 섞어준 다음 랍을 씌우고 전자레인지에 넣고 2분간 돌린다. ■ 전자레인지에서 꺼내어 내용물을 휘저은 다음 1분 정도 다시 돌린다. ■ 잘 익은 찹쌀 반죽을 꺼내어 미리 기름을 발라놓은 비닐을 이용하여 모양을 만들어준다. ■ 모양을 잡은 찹쌀반죽에 고물을 묻힌 후 칼이나 가위를 이용하여 먹기 좋은 크기로 자르고 골고루 고물을 묻힌다. (고물을 묻히지 않고 자르게 되면 칼이나 가위에 반죽이 달라붙어 잘 잘리지 않는다.)

표 18, 컨셉 제시 후 패널 평가

		긍정률 (Top-2)
컨셉	선호도	98.8
	독특성	95.0
	신뢰도	92.5
	필요도	96.3
	추천의향	92.5
	구입의향 (가격비제시)	98.8
	구입의향 (300g, 가격 4,200원 제시)	37.5
	평균구입의향 가격	3,295원
	선호이유	조리 간편성 (63.8%) > 원재료 (27.5%) > 직접 조리 가능성 (10.0%)
	비선호이유	원산지 (6.3%) > 첨가물 영양성분 (6.3%) / 없음 (82.5%)
컨셉 평가 결과		Pass
제품력	선호도	85.0 (▼ 13.8)
	독특성	86.3 (▼ 8.7)
	신뢰도	86.3 (▼ 6.2)
	필요도	80.0 (▼ 16.3)
	추천의향	78.8 (▼ 13.7)
	구입의향 (가격비제시)	80.0 (▼ 18.8)
	구입의향 (300g, 가격 4,200원 제시)	36.6 (▼ 0.09)
	평균구입의향 가격	3,293원
	선호이유 (맛 측면)	졸깃한 맛 (92.9%) > 고소하고 담백한 맛 (72.9%) > 부드러움 (21.4%) > 단 맛 (10.0%)
	전반적 맛 평가	87.5
	졸깃한 맛	85.0 (0.48)*
	콩가루 고소한 맛	82.5 (0.30)*
	콩가루 단 맛	62.5 (0.07)*
	향 / 냄새	78.8 (0.02)*
	떡 모양	57.5 (0.04)*
외관상 양	1.3 (0.09)*	
조리 과정	85.0	
개선편점	부가재료_떡 모양 틀 (18.8%) > 조리 방법 개선 (16.3%) / 없음 (60.0%)	
제품 테스트 결과		조건부 Pass

결과 중 선호도 및 구매의향에 대한 패널들의 세부 속성을 살펴보면, 전체 포션 중 약 65%에 해당하는 속성으로서 편리성을 나타내었다. 특히 집에서 전자레인지 활용하여 3분 만에 간단하게 떡을 직접 조리해 먹을 수 있는 점이 패널들의 소비심리를 자극한 것으로 판단되었다. 다음으로 높은 속성은 약 33%에 해당하는 신뢰성 부분이었다. 전체 컨셉에 대한 신뢰성 역시 상당 부분 패널들의 구매 의향을 자극 하는 속성으로 나타났는데, 이는 믿을 수 있는 회사에서 국내산 쌀을 이용하여 제품을 제조하였다는 점과, 국내 일부 시판 떡과 다르게 원산지 표시에 대한 믿음이 있어서 긍정적인 평가를 받은 것으로 판단된다. 이는 향후 프리믹스 제품 외에도 기타 제품에 컨셉 작성 시 상당부분 고려해야할 사안으로서, 일반 가공식품에 대한 소비자들의 원산지 표기사항의 신뢰성이 향후 제품 구입에 상당부분 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 특히, 일본 대지진 이후 일본산 원료에 대한 소비자들의 불신감이 커져 가면서 향후 원산지에 대한 소비자들의 관여도는 농산물 뿐만 아니라 기타 원료에 가지 높아 질 것으로 예상 되어 제품 개발 시 이에 대하여 충분히 고려해야 할 것으로 판단되었다.

표 19. 떡 프리믹스 구매의향에 대한 속성

(Base: 구입의향자, n=79, %)

조리 간편성	집에서 쉽고 간편하게 조리할수 있다	27.8
	집에서 직접 만들어 따뜻한 떡을 즐길 수 있다	12.7
	떡믹스와 고물믹스가 모두 준비되어 손쉽게 만들 수 있다	7.6
	전자레인지로 3분만에 만들 수 있는 떡 프리믹스다	7.6
	전자레인지로 바로 떡을 만들어 먹을 수 있다	3.8
	시간이 적게 소모된다/조리시간이 짧다	2.5
	3분만에 떡을 만들어 먹을 수 있다	2.5
[조리 간편성 계]		64.6
원재료	국내산 100% 찹쌀로 만들었다	15.2
	국내산 100% 찹쌀로 만들어 가족 영양 간식으로 좋다	12.7
	국내산 쌀을 이용해 믿음이 간다	6.3
	국내산 재료를 사용했다	2.5
[원재료 계]		36.7
첨가물	합성보존료, 합성착색료, 합성착향료를 전혀 사용하지 않았다	8.9
	합성보존료, 합성착색료, 합성착향료가 안 들어가 믿을 수 있다	7.6
[첨가물 계]		16.5
식사 대응	간식과 아침에 식사 대응으로 손색이 없다	5.1
[식사 대응 계]		5.1

[Qu : 구입할 것이다라고 말씀하셨습니다, 그 이유를 구체적으로 적어 주십시오]

나. 우리쌀 분말짜장 컨셉 소비자 조사

(1) 조사 목적

우리쌀 분말짜장 제품 컨셉에 대한 feature test 및 컨셉 호감도, 구매의향, 가격평가 등에 대한 속성 평가를 통한 향후 제품 개발의 지표로 활용하고자 하였다.

(2) 조사 방법

(가) 조사 지역: 서울/경기 지역

(나) 조사 대상:

- ▶ 최근 3개월 이내 분말 짜장 제품을 구입하여 취식한 경험이 있는 자를 주 대상으로 정함
- ▶ 춘장을 사서 짜장 요리를 만들어 취식하는 주부 가운데 향후 분말 짜장 구입의향자 일부 포함
- ▶ 춘장 구입경험자를 30% 정도 포함하여 조사를 진행함

<ul style="list-style-type: none"> ▶ 조사대상 : 30세-49세의 자녀와 함께 거주하는 기혼여성 ▶ 조사방법 : 일대일 개별 면접 (Face to Face) ▶ 표본추출 : 조사 대상 연령대에서 임의 할당 추출 ▶ 표본크기 : 160명 	각 제품 별 표본구성			
	구분	30~39세	40~49세	계
	전업	20명	20명	40명
	취업	20명	20명	40명
	계	40명	40명	80명

(3) 조사 결과

컨셉 제시 후 청정원 분말 짜장 구입의사는 5점 척도 평균 4.19(Top2-97.5%)로 매우 높은 반면, 경쟁사인 오뚜기 분말 짜장은 3.89(Top2-88.8%)로 상대적으로 낮게 나타났다. (유의확률 p=0.05) 패널의 Seg. 별로 살펴봐도 청정원 분말 짜장의 경우 대부분의 Seg.에서 4.0 이상으로 매우 높게 평가되어, 우리 쌀을 넣은 건강지향 분말 짜장이라는 점이 소비자 Benefit으로 인식되어 오뚜기 제품 대비 높게 나타나는 것으로 판단되었다.

표 20. 우리쌀 분말 짜장 컨셉 보드

<p>< 청정원 ></p> <p>우리쌀 분말짜장은 밀가루 대신 우리 쌀로 만들었습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 밀가루 대신 우리쌀을 원료로 만들어 우리 입맛에 더욱 잘 맞고, 일반 짜장 보다 밥에 더 잘 어울리는 프리미엄 분말 짜장입니다. ○ 믿을 수 있는 원료인 쌀로 만든 춘장으로 제품에 대한 신뢰도를 더욱 높였습니다. ○ 우리 아이의 건강을 생각해, 칼슘과 DHA를 첨가했습니다. ○ 새우, 오징어, 해삼의 추출물이 들어 있어 더욱 풍부한 맛을 냈습니다. ○ 매콤한 맛 분말짜장은 우리 쌀 고추장 분말과 청양고추 분말을 넣어 매콤한 맛을 강화했습니다. ○ 물에 잘 녹아 따로 끓일 필요가 없어 편리한 제품입니다. ○ 한 가족에 딱 맞는 중량으로 남기지 않고 만들어 편리하게 사용할 수 있습니다. ○ 입맛에 맞게 2가지 맛 (일반 분말 짜장, 매콤한 분말 짜장)으로 구성해 선택의 폭을 넓혔습니다. 	<p>< 오뚜기 ></p> <p>좋은 원료를 사용하여 정통 중화짜장의 맛을 쉽고 간편하게 즐길 수 있는 제품입니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 분말 형태로 야채, 고기를 볶은 후 짜장 분말을 물에 개어, 함께 끓이기만 하면 정통 중화 소스가 됩니다. ○ 중전 짜장 소스를 만들 때, 춘장과 야채를 따로 볶거나 전분을 별도로 구입하는 등의 번거로운 과정을 없앴습니다. ○ 사천 짜장은 두반장, 굴 소스 등 좋은 원료를 사용하여 매콤한 사천요리의 풍미를 쉽고 간편하게 즐길 수 있는 제품입니다. ○ 2가지 맛 (일반 짜장, 사천 짜장)으로 선택할 수 있습니다.
---	--

표 21. 컨셉 제시 후 패널 평가

결과 중 선호도 및 구매의향에 대한 패널들의 세부 속성을 살펴보면, 전체 포션 중 약 32%에 해당하는 속성으로서 원료에 대한 신뢰성을 나타내었다. 특히 밀가루 대신 우리쌀을 첨가하여 제품을 개발했다는 속성에 대한 패널들의 긍정적인 반응은 원료에 대한 신뢰성에서 약 67%에 해당할 만큼 높은 영역을 차지하여 제시 컨셉 중 우리쌀에 대한 속성이 상당부분 패널의 구입의사에 영향을 미치는 것으로 판단 되었다.

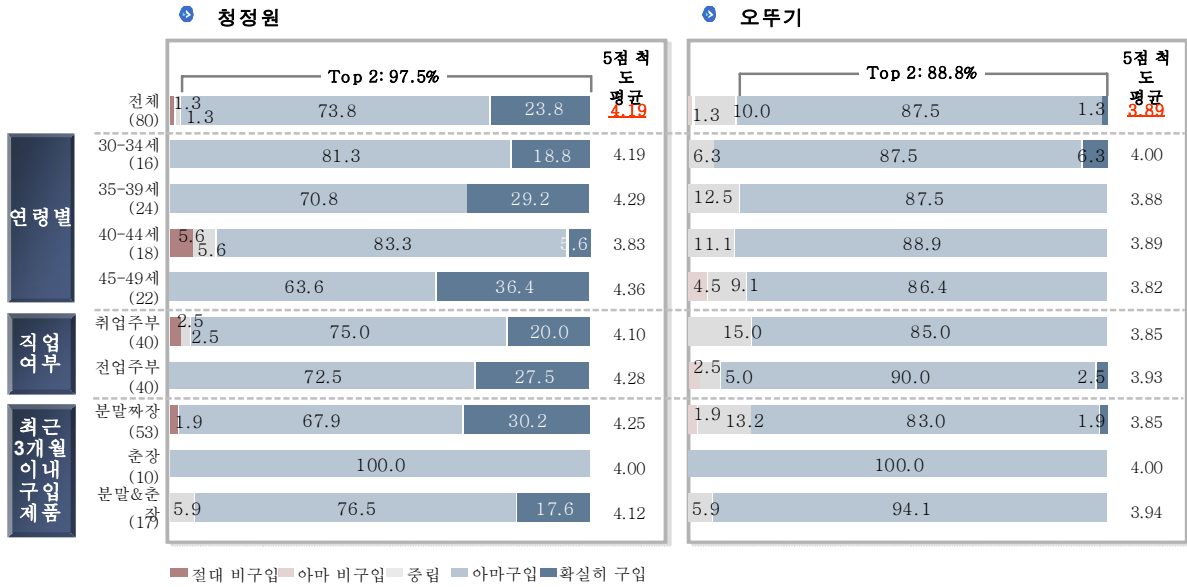
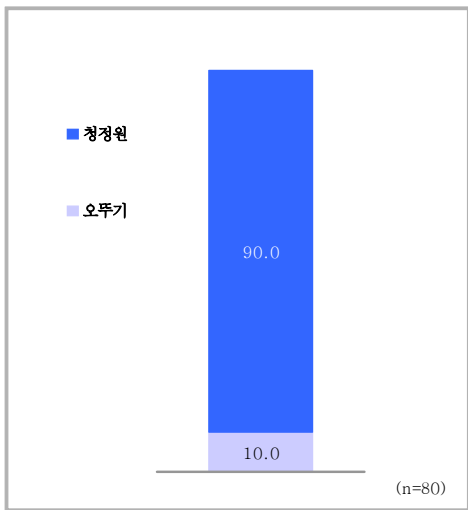


표 22. 우리쌀 분말 짜장 구매의향에 대한 속성

구입하고 싶은 컨셉



구입이유

항목	청정원	오뚜기
Base for %	72	8
원료 관련		
밀가루 대신 우리쌀로 만들었다	31.9	-
우리쌀로 만들었다	12.5	-
칼슘과 DHA를 첨가했다	8.3	-
새우, 오징어, 해삼의 추출물이 들어있다	5.6	-
영양 관련		
해물 추출물이 들어 있어 영양이 풍부하다	5.6	-
칼슘과 DHA를 첨가해서 영양이 풍부하다	5.6	-
건강 관련		
아이의 건강을 생각해 칼슘과 DHA를 첨가했다	18.1	-
칼슘과 DHA를 첨가해서 건강에 좋다	9.7	-
우리쌀로 만들어 건강에 좋다	4.2	-
편리성 관련		
좋은 원료를 사용하여 정통 중화짜장의 맛을 쉽고 간편하게 즐길 수 있다	5.6	87.5
두반장, 굴 소스 등 좋은 원료를 사용하여 사철요리의 풍미를 쉽고 간편하게 즐길 수 있다	-	37.5
매콤한 사철요리의 풍미를 쉽고 간편하게 즐길 수 있다	-	25.0
분말을 물에 걸 필요가 없어 조리가 편리하다	-	12.5
우리쌀로 만들어서 믿음이 간다	5.6	-
정통 중화짜장의 맛을 집에서 느낄 수 있다	9.7	-
	-	12.5

2. 프리미엄급 쌀가공 제품을 위한 핵심 공정/기술 개발

가. 우리쌀 떡프리믹스 제조 기술 개발

(1) 기본 떡프리믹스 배합비 개발

50~150 μ m의 찹쌀가루, 150~300 μ m의 쌀가루, 초산옥수수진분, 정백당 및 정제염을 혼합하여 배합비 개발을 진행하였다. 찹쌀가루의 경우 평균입자 크기가 상기 상한치를 초과하면 원하는 수준의 호화도를 달성하지 못할 수 있고, 상기 하한치 미만일 경우 소비자가 떡 프리믹스 제품에 물을 첨가하였을 때, 분말입자가 날리면서 균일하게 혼합되지 못할 가능성이 있다고 판단되었다. 쌀가루의 경우 평균 입자 크기가 상기 상한치를 초과하면 원하는 수준의 호화도를 달성하지 못할 수 있고, 상기 하한치 미만일 경우 호화된 쌀가루의 비중이 가벼워 분말 형태의 떡 프리믹스 조성에 물을 첨가하였을 경우 분말입자가 물위에 뜨면서 물을 균일하게 흡수 하지 못하였다. 이에 50~150 μ m의 찹쌀가루 및 150~300 μ m 사이즈의 쌀가루를 베이스로 하여 기본 배합비를 완성 하였으며, 그 배합비는 표 23과 같다.

표 23. 떡프리믹스 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
찹쌀가루	80.5	50 μ m ~ 150 μ m
호화쌀가루	3.0	150 μ m ~ 300 μ m
정백당	10.0	
초산옥수수전분	5.0	
정제염	1.5	
총 합	100.0	

입자 사이즈 300 μ m이상의 멥쌀 또는 찹쌀가루를 사용하여 제조되고 있는 일반적인 시중떡의 경우 호화도가 현저하게 떨어져 가정에서 전자레인지에 원하는 시간(전자레인지에서 3분)안에 떡을 제조 할 수 없었다. 이에 제품의 호화도를 상승시키기 위하여 호화쌀가루를 첨가하여 제품의 호화도를 향상 시켰다. 호화쌀가루의 경우 첨가량이 많아질수록 제품의 호화도는 증가하여 조리시간을 단축시키고 소화력을 향상시키는데 도움을 줄 수는 있지만 제품 조리 시 끈적거림이 강하여 손쉽게 반죽을 실행 하지 못하는 현상이 나타났다. 이에 반죽도 용이하고 조리 시간 안에 원하는 호화상태를 나타내는 함량을 설정하여 활용하였다. 또한 전자레인지로 떡 제조 시 시간이 지날수록 딱딱하게 굳어지는 표면경화 현상은 노화를 방지하는 초산옥수수전분을 첨가하여 보완하였다. 전자레인지 조리시 표면의 수분이 쉽게 날라가는 것 또한 표면 경화를 일으키는 원인이 되고 있다. 하여 제품에 입자 사이즈 50 μ m ~ 150 μ m인 미분의 찹쌀가루를 사용함으로써 제품 내 찹쌀 분말입자들이 짧은 조리시간 동안 균일하고 용이하게 수분을 보유할 수 있도록 제조 하였다.

(2) 호화도 실험

기존 찜기에 조리하는 방식 대비 전자레인지 조리 시 조리시간의 단축할 수 있지만 호화도 (gelatinization degree)가 현저하게 떨어지는 단점이 있다. 하여 멥쌀에 가수한 후 압축, 팽윤하여 제조된 호화쌀가루를 적용하여 전자레인지 떡의 호화도에 미치는 영향에 대하여 측정하여 보고 이를 토대로 산업화에 활용 가능성을 확인해 보았다. 호화도를 측정하기위해 호화쌀가루의 함량이 각각 84%(찹쌀0%), 42%(찹쌀가루 42%), 16.8%(찹쌀가루63.2%)인 떡 프리믹스를 비교 샘플로 준비하여 각각의 호화도를 측정하였으며, 이때 호화쌀가루 및 찹쌀가루 이외 샘플의 배합비는 동일하였다. 측정결과는 표 24와 같다. 결과를 보면 호화쌀가루 함량이 가장 높은 Sample 1의 240초 조리후의 호화도가 가장 높게 나타났으며, 호화쌀가루 함량이 가장 낮은 Sample 3의 120초 조리의 경우 가장 낮은 호화도를 나타냈다. 각각의 시료에서 호화쌀가루 함량이 증가함에 따라 전자레인지 조리시간이 길어짐에 따라 호화도가 증가되는 것을 볼 수 있었다. 이를 통해 압축 팽윤을 통해 이미 호화된 호화쌀가루를 사용함으로써 조리 시 높은 호화도를 보여 소화율에 도움을 줄 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 하지만 호화쌀가루는 조리 특성상 반죽형성이 다소 어렵고, 관능이 떨어져 개발완료 배합비에는 호화도를 높이지 관능에 최대한 영향을 주지 않는 범위내에서 적용하여 산업화 적용하는 것이 바람직하다고 할 수 있겠다.

표 24. 떡프리믹스 호화도 측정결과

	호화도(%)		
	Sample 1 (호화쌀가루 84%)	Sample 2 (호화쌀가루 42%)	Sample 3 (호화쌀가루 16.8%)
전자레인지 120초 조리	54.3	42.6	37.8
전자레인지 240초 조리	58.4	46.5	41.5

(3) 표면경도 측정

조리 후 시간이 지날수록 표면이 굳어지는 표면경화 현상은 전자레인지 조리의 대표적이 단점이라고 할 수 있다. 떡의 경우도 전자레인지 조리 후 표면의 수분이 쉽게 날라 가면서 표면이 경화되어 경도가 증가되는 현상을 보이고 있다. 표면 경화에 미치는 입자 사이즈에 영향을 확인하기 위해 TA(Texture analyzer)를 이용하여 표면경도를 측정하였다. 찹쌀가루 입도사이즈를 각각 120 μ m, 300 μ m로 분쇄한 떡 프리믹스 비교 샘플로 준비하여 각각의 표면경도를 측정하였으며, 이때 입도 사이즈 이외 샘플의 배합비는 동일하였다. 측정결과는 표 25와 같다. 결과를 보면 입자사이즈가 작을수록 낮은 표면경도를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이는 입자 사이즈가 작은 미분의 찹쌀가루를 사용함으로써 제품 내 찹쌀 분말입자들이 짧은 조리시간 동안 균일하고 용이하게 수분을 보유할 수 있었던 것으로 판단된다.

표 25. 떡프리믹스 표면경도 측정결과

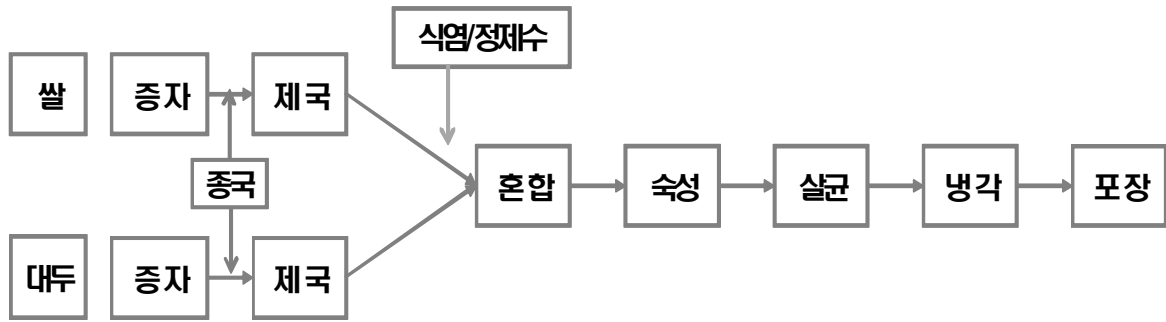
	표면경도	
	Sample 1 (찹쌀가루 입도120 μ m)	Sample 2 (찹쌀가루 입도300 μ m)
전자레인지 120초 조리	1457.5	1529.0
전자레인지 240초 조리	2122.2	2163.8

나. 우리쌀 춘장 제조 공정 개발

(1) 공정 개발

일반적으로 춘장의 제조공정은 대두나 밀을 주원료로 하여 누룩균 등을 배양한 후 식염, 카라멜 색소 등을 가하여 발효 및 숙성하거나 숙성 후 식염, 카라멜색소 등을 가한 것으로서 정의 할 수 있다. 국내 거의 모든 회사가 이러한 공정과 같이 대두를 침지 후 증자하여 종국한 후 식염 및 정제수로 혼합하여 숙성, 살균 및 냉각 공정을 거치고 있는 실정이다. 이에 예전부터 소비자조사를 통해 춘장에 대한 소비자 니즈를 확인한 결과 기존의 대두나 밀 외에 우리쌀을 활용한 춘장이 개발되면 좋겠다는 의견이 다수 있어, 이러한 소비자 니즈를 충족하기 위한 우리쌀 춘장 제조 공정 개발을 시도하였다. 우리 쌀 춘장의 경우도 일반 대두나 밀로 제조하는 공정과 크게 다르지 않다고 판단되었으며, 이에 따라 우선적으로 기존 공정에 단순히 대두 대신 쌀로 대체하여 춘장을 제조하였다.

표 26. 우리쌀 춘장 제조공정도



우리쌀 춘장 공정은 크게 1차적으로 쌀을 증자 후 누룩균을 접종 및 번식시킨 춘장베이스에 고품분 함량이 50~70 중량%가 되도록, 물 또는 1~10 중량%의 염수를 가한 후 카라멜 등을 혼합하는 단계와 혼합된 조성물에 곰팡이 생육 적정 온도인 25~30℃에서 30~60일간 숙성시키는 2차 단계 및 숙성이 완료된 후 88 ± 2℃조건으로 살균 및 냉각 후 포장하는 3차 단계로 볼 수 있다. 1차 단계 중 염수 및 카라멜을 첨가하는 배합비는 기존 춘장 배합비와 유사한 배합비를 구성하였으나, 일부 원재료, 특히 대두볶음분 등은 기존 춘장과 달리 원재료에서 누락 시킨 후 제조하였다. 그 이유는 우리쌀춘장 컨셉에 대하여 기존 원료인 대두 및 소맥의 첨가를 일절 배제하기 위함이었다. 최근 원재료표시사항에 대한 법적 규격이 엄격해지면서 상위원료에 대한 배합비 공개 여부가 중요한 관리요소로 부각되고 있는 만큼, 제품명에 위배되는 원료의 사용을 가능한 배제하자는 것이 기본 취지였다. 그 배합비는 표 27과 같다.

표 27. 기존 춘장 배합비 및 우리쌀 춘장 배합비

원재료명	기존	개선	비고
춘장베이스	78.00	78.0	쇼핑 후 사용
카라멜	17.00	17.0	
볶음대두분	2.00	-	

(4) 소비자 관능조사

우리쌀로 제조된 춘장과 밀가루 춘장의 품질 비교를 위하여 소비자 관능검사를 실시하였다. 그 결과는 표 28과 같다. 전체적인 제품 기호도 및 선호도는 밀가루 춘장에 비해 우리쌀 춘장이 유의적으로 높게 나타났다. 특히, 선호도에 가장 큰 영향을 미치는 맛 및 색상의 기호도에서 밀가루 춘장 대비 유의적으로 높은 점수를 받아 단순히 품질 비교 시 밀가루 춘장에 비해 우리쌀 춘장이 더 좋은 것으로 판단되었다. 다만, 점도의 적당도에 있어서 우리쌀 춘장이 밀가루 춘장에 비해 유의적으로 낮은 수준의 점수를 받았는데 이는 소맥과 쌀의 점성차이에서 기인하는 것으로 판단되었다. 그러나 우리쌀 춘장의 경우 단순히 단품을 제품화 하는 것이 아니라 조미식품의 원료로서 사용할 예정이었으므로, 부족한 점성에 대한 부분은 충분히 추가적인 소재를 활용하여 보완 가능한 부분이므로 전체적인 품질비교는 우리쌀 춘장이 더욱 우수하다고 판단되었다.

- (가) 조사시료 : 우리쌀 춘장 vs. 밀가루 춘장
- (나) 조사날짜 : 2011년 8월 30일 ~ 2011년 9월 2일
- (다) 조사인원 : 60명 (20대 2%, 30대 47%, 40대 50%, 50대 2%)
- (라) 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test
- (마) 시료제시 : 춘장 자체를 찍어 먹어 보고 평가

표 28. 우리쌀춘장 소비자 관능검사 결과

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도			적당도		
			외관	맛	유탄	색상	점도	춘장함
우리쌀 분말짜장	4.5* (64점)	84%* (27명)	4.0	4.4*	4.6*	4.8* [4<갈함]	4.0* [4=적당]	3.8* [4=적당]
밀가루 분말짜장	3.5* (50점)	16%* (5명)	4.1	3.6*	4.1*	3.3* [4>약함]	3.2* [4>약함]	3.0* [4>약함]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.686 차이없음	0.000 차이있음	0.015 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음

3. 우리쌀 떡프리믹스 proto type 제품 개발 및 제품 다양화(line-extetion)

가. 우리쌀 떡프리믹스 3종

(1) 배합비 개발

개발 완료된 떡프리믹스 배합비를 토대로 찹쌀인절미믹스, 죽인절미믹스, 흑미인절미믹스 등 총 3종의 떡프리믹스를 개발하였다. 호화도 실험결과 조리시간 단축 및 높은 호화특성을 확인한 호화쌀가루의 적용을 위해 조리에 불편함을 주지 않고 관능에 긍정적인 결과를 나타내는 범위내에서 호화쌀가루를 적용하였으며(호화쌀가루 함량 3%), 표면경도 측정 결과를 바탕으로 표면경화를 막을 수 있는 입자 크기 50~150 μ m로 같은 미분의 찹쌀가루를 사용하였다. 이를 통해 기존 찹쌀가루를 이용하여 찜기를 통해 제조한 인절미에 비해 조리간편성이 증대되고 조리시간 또한 현저하게 단축된 전자레인 지 조리 인절미 프리믹스 배합비를 완성하였으며, 그 배합비는 표 29와 같다.

표 29. 찹쌀인절미 프리믹스 배합비

(가) 떡 프리믹스

(나) 콩코물

원재료명	투입량(%)	비 고	원재료명	투입량(%)	비 고
찹쌀가루	80.5	50 μ m ~ 150 μ m	콩가루	85.4	
호화쌀가루	3.0	150 μ m ~ 300 μ m	정백당	13.5	
정백당	10.0		정제염	0.3	
초산옥수수전분	5.0		마늘	0.5	
정제염	1.5		생강	0.3	
총 합	100.0		총 합	100.0	

(2) 소비자 관능검사

전자레인지 조리 타입의 찹쌀 인절미(당사)와 찜기로 조리한 시판인절미(이마트 판매떡)의 전반적이

제품 관능검사를 실시하였다. 그 결과는 표 30과 같다. 전자렌지를 통해 조리한 찹쌀인절미 믹스의 경우 시중 이마트에서 판매되고 있는 시판떡에 비해 외관 및 식감에서 유의적인 차이를 보여 관능적으로 우월한 제품임을 나타내었다. 또한 쫄깃한맛, 단맛, 고소한맛에서도 적당한 수준의 관능을 유지하면서 전반적인 관능에서 시판떡에 비해 관능우위를 나타낸 것으로 판단된다.

- (가) 조사시료: 찹쌀인절미 vs 이마트 판매떡
- (나) 조사날짜: 2011년 7월 7일
- (다) 조사인원: 31명 (30대 55%, 40대 45%)
- (라) 조사방법: Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test
- (마) 시료제시: 개발 떡 - 전자렌지에 조리후, 약 20분 이후에 시료제시함
시판 떡 - 15분간 보온을 시켜서 약 30℃에서 시료 제시
- (바) 준비방법: ①반죽:물에 믹스를 넣고 덩어리가 없도록 반죽을 만든다.
②가열:전자렌지에 믹스반죽을 2분 돌리고 꺼내어 반죽을 섞어 1분 조리
③성형:가열한 반죽을 가래떡처럼 길게 늘여서 한입크기로 자른다.
④고물묻히기:성형된 떡을 콩고물에 골고루 묻힌다.

표 30. 찹쌀인절미믹스 관능검사 결과

제 품	전체적 기호도	선호도	기호도			적당도		
			외관	식감	맛	쫄깃함	단맛	고소한맛 (콩고물)
당사 찹쌀인절미	4.5 (64점)	52% (16명)	4.7*	4.6*	4.6	4.1 [4=적당]	3.8 [4=적당]	4.0 [4=적당]
이마트 시판인절미	4.3 (61점)	42% (13명)	4.0*	4.1*	4.5	4.1 [4=적당]	3.7 [4>약함]	3.9 [4=적당]
유의수준 α=0.05기준	0.380 차이없음	0.586 차이없음	0.000 차이있음	0.049 차이있음	0.670 차이없음	0.877 차이없음	0.401 차이없음	0.257 차이없음

(3) 떡프리믹스 마케팅 전략 방안

년도	전략 방향	세부 실행 계획
'12 년도	할인점 진열 매대 확장	<ul style="list-style-type: none"> ○ 할인점 입점 전략제품 위주 매대 확장 (인절미 3종 & 초코칩쿠키 & 치즈머핀) - 입점 확대를 위한 인센티브 및 진열 컨셉스트 프로모션 진행 - 톱플러스 인절미3종 입점 및 신제품 입점 강화를 통한 진열 매대 확보
	가격 경쟁력 강화 및 손익 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가격 경쟁력 강화 - 제품 중량 조정을 통한 원가 경쟁력 확보 및 가격 인상을 통한 손익확보 ○ 성수기 수입 밀 호역 기획 제품 개발을 통한 손익 개선 - 경쟁사 호역 1+1 대응을 위한 수입 밀 호역 개발로 관측 경쟁력 강화
	차별화 신제품 개발 및 경쟁사 me-too 제품 진입 차단	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하절기 (비수기) 신제품 개발을 통한 매출 확대 - 치즈 케익 믹스 등 하절기 신제품 조기개발 출시를 통한 경쟁사 대응 및 매출 볼륨 확대 ○ 경쟁사 me-too 제품 진입차단을 위한 떡 카테고리 신제품 선정 출시 및 제품 확장 전략 - 초코칩쿠키 칩믹스 & 코코넛 칩믹스 등 어린이 타겟 떡 프리믹스 신제품 선정 효과 지속 - 경쟁사 출시 시 침투 가격 전략에 대비한 당사의 공격적인 관측 및 홍보 전략 강화
	해외 시장 인절미 런칭	<ul style="list-style-type: none"> ○ 떡 프리믹스 해외 거점 시장 런칭 및 시장 확대 (일본 / 미국 / 중국) - 한류 문화 & 한식세계화 등 한국 음식문화 보급 확산을 이용한 떡 프리믹스 해외 런칭 - 전자렌지를 활용 조리 간편하고, 먹기도 쉬워 교포 및 현지인 인식 확대 기대
	벨빙 홈메이드 믹스 원료 차별화 커뮤니케이션 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경쟁사와 차별화 된 원료 (우리밀, 우리쌀) 커뮤니케이션 강화 - 경쟁사 수입 밀에 대응 MD 활동 / 할인점 떡 매장과의 원료 차별화 홍보 강화 - 패키지 전면 진환경 우리밀 & 진환경 우리쌀 USP 강화
	매출 부진 제품 철수 및 성수기 생산 Capa 확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매출 부진 제품 철수 : 아몬드 파운드 케익 & 찹쌀빙 & 단호박 쿠키 ○ 성수기 생산 대비 Capa 확보 (제조 2원화 도입) - 성수기 호역 기획제품 및 인절미 믹스 성수기 대비 생산기지 이원화 (오산/태평양물산)

(4) 제품 세부 사항

표 31. 떡프리믹스 3종 세부 사항

	상 품 명 : 떡프리믹스 3종
	제 조 사 : 대상(주)
	출 시 일 : 2011. 10
	제품특징 : 국내산 찹쌀 그리고 호화쌀가루를 주원료로 하여 편의성을 증대시킨 전자 레인지 조리용 떡 프리믹스
	매출액 : 2013년 6월 기준 12억원

나. 우리쌀 떡프리믹스 line-extension 2종

(1) 배합비 개발

우리쌀 인절미 믹스의 떡프리믹스를 활용하여 우리쌀 떡프리믹스 line-extension 2종(초코쿠키찰떡믹스, 코코넛 찰떡믹스)을 개발하였다. 그 결과는 표 32와 같다. 초코쿠키 및 코코넛 소재를 이용한 우리쌀 떡프리믹스 line-extension 2종은 기존에 개발된 우리쌀 인절미 믹스에 비해 어린 소비자의 니즈를 충족시킬 수 있는 타입으로 제품을 개발하였으며, 이 같은 제품 개발을 통해 어른의 기호도 만 충족 시켜줄 수 있다는 기존의 떡의 이미지를 벗어나 상대적으로 어린 소비자에게 간식 개념의 디저트로 좀 더 친숙하게 떡을 인식시켜줄 수 있는 좋은 기회가 될 것으로 판단된다. 또한 100% 국산 쌀의 사용을 통해 ‘자녀들에 간식을 안전 먹거리로 영양가 있게 직접 만들어서 주고 싶다’는 생각으로 제품을 구입하는 기존 홈메이드 프리믹스 시장의 소비자의 니즈를 충분히 충족시켜 줄 수 있는 적합한 제품이라고 판단된다.

표 32. 코코넛찰떡 프리믹스 배합비

(가) 떡 프리믹스

원재료명	투입량(%)	비 고
찰쌀가루	80.5	50 μ m ~ 150 μ m
호화쌀가루	3.0	150 μ m ~ 300 μ m
정백당	10.0	
초산옥수수전분	5.0	
정제염	1.5	
총 합	100.0	

(나) 볶은코코넛고물

원재료명	투입량(%)	비 고
볶은코코넛	100.0	
총 합	100.0	

(2) 소비자 관능검사

코코넛 찰떡 믹스의 전반적인 제품 관능을 알아보기 위하여 단독으로 관능검사를 실시하였다. 찰떡믹스 제품은 적당한 비교 샘플이 없으므로 단독으로 관능을 진행하여 각 항목에 대한 제품의 소비자 관능기호도를 검사하였다. 그 결과는 표 33과 같다. 코코넛 찰떡믹스의 고물은 볶은 코코넛으로 그 색상이 기존 콩으로 만들 콩고물과 유사하여 외관에서 거부감이 없다는 의견이 있었으며, 코코넛의 맛이 떡의 쫄깃한 맛과 잘 어울려 식감 및 기호도에서 높은 평가를 받은 것으로 판단된다.

(가) 조사시료: 코코넛찰떡믹스

(나) 조사날짜: 2011년 12월 6일

(다) 조사인원: 32명 (20대 3%, 30대 41%, 40대 56%)

(라) 조사방법: Blind test, Monadic test (단독평가), '프리믹스 떡'이라고 언급함.

(마) 시료제시: 개발 떡 - 전자렌지에 조리후, 약 20분 이후에 시료제시함
 시판 떡 - 15분간 보온을 시켜서 약 30℃에서 시료제시

(바) 준비방법: ① 반죽: 물에 믹스를 넣고 덩어리가 없도록 반죽을 만든다.

② 가열: 전자렌지에 믹스반죽을 2분 돌리고 꺼내어 반죽을 섞어 1분 조리

③ 성형: 가열한 반죽을 가래떡처럼 길게 늘여서 한입크기로 자른다.

④ 고물분하기: 성형된 떡을 코코넛고물에 골고루 묻힌다.

표 33. 코코넛찰떡믹스 관능검사 결과

제 품	전체적 기호도	기호도			적당도		
		외관	식감	맛	쫄깃함	코코넛맛	단맛
당사 코코넛찰떡	4.4 (63점)	4.4	4.8	4.5	3.9 [4=적당]	4.2 [4=적당]	4.5 [4<강함]

(3) 제품 세부 사항

표 34. 떡프리믹스 line-extention 2종 세부 사항

	상 품 명 : 떡프리믹스 line-extention 2종
	제 조 사 : 대상(주)
	출 시 일 : 2012. 03
	제품특징 : 국내산 찹쌀과 호화쌀가루를 주원료로 전자레인을 이용해 3분내 조리가 가능한 찰떡 프리믹스
	매출액 : 2013년 6월 기준 8억원

(4) 외부 품질평가 조사(가정 유치 조사_HUT)

떡프리믹스 line-extention 2종 신제품 출시에 앞서 제품의 컨셉에 대한 소비자 수용도 및 제품력 평가를 위해 HUT를 실시하였다. 떡프리믹스 line-extention 2종(초코쿠키 찰떡믹스, 코코넛 찰떡 믹스)의 조사 주요 결과는 표 35와 같다. 떡프리믹스 line-extention 2종의 경우 컨셉 조사 시 국내산 100% 찹쌀 및 국내산 호화쌀가루 사용 등 국산 원재료 사용에 대한 요인으로 높은 소비자 선호도를 보였으며, 단맛이 강할 것 같고 생소하다는 이유가 제품의 비선호 의견으로 나타났다. 컨셉보다 조리 및 취식 후 평점이 약간 낮아지기는 했으나, 초코쿠키와 코코넛이 떡과 잘 어울리며 만들기 간편하고 조리 시 아이들과 함께 만들며 재미를 부여할 수 있다는 점을 들어 높은 만족도를 보였다. 구입 의향 및 맛에 대한 만족도 높은 수준으로 두제품 모두 소비자들에게 긍정적이 평가를 받은 것으로 판단된다.

표 35. 떡프리믹스 line-extention 2종 외부조사 신제품 수용도 (5점척도)

	컨셉상		조리및취식 후			
	Purchase Intention	Differentiation	Purchase Intention	Differentiation	제품 호감도	맛 만족도
초코쿠키 찰떡 믹스	4.00	4.38	3.92	4.20	엄마 3.93 자녀 4.17	3.92
코코넛 찰떡 믹스	4.00	4.55	3.83	4.13	엄마 3.88 자녀 3.87	3.92

(5) 지적 재산권 출원 현황

과제명	출원 번호	출원 일자	비고
‘전자레인지용 떡 프리믹스 조성물 및 그를 이용한 즉석떡의 제조방법’	10-2011-0087962	2011.08	등록 진행 중

4. 우리쌀 준장을 활용한 proto type 제품 개발

가. 우리쌀 분말짜장 2종

(1) 배합비 개발

우리쌀 준장을 활용하여 분말짜장 2종(옛날식 짜장분말, 삼선 짜장분말)을 개발하였다. 그 중에서 옛날식 짜장 배합비는 표 36과 같다, 개발된 우리쌀 짜장2종은 기존 유통중인 분말짜장에 대하여 보다 한국인의 입맛에 맞는, 그리고 믿을 수 있는 원재료를 사용한 한국형 분말 짜장이 출시되었으면 좋겠다’ 라는 소비자 니즈가 지속적으로 조사되었던 만큼 기존 편의식 유저들의 니즈에 적절하게 대응한 최적의 제품으로 판단된다. 이러한 판단은 그림 2에 나타난 M/S를 통해서도 쉽게 확인된다. 우리쌀 짜장 출시전 기존 분말짜장의 M/S가 15% 전,후반대를 나타내었던 반면, 11년 출시 후 최초로 17%대의 M/S를 달성하였으며, 나아가 2012년 추정 M/S는 20%대에 거의 근접하는 수준으로 예측 되어 지고 있다. 이렇게 M/S의 혁신적인 신장은 바탕으로 우리쌀 분말짜장 제품은 소비자 니즈

에 적합한 제품이 출시되었다는 것을 판단할 수 있는 근거라고 할 수 있겠다.

표 36. 우리쌀 옛날식 짜장 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
쌀루	42.3	쌀:국내산
유크림분말	27.3	우유:국내산
옥수수전분	13.7	
정제염	5.0	
스프씨즈닝	4.9	
백설탕	4.0	
효모엑기스	2.0	
양파분	0.4	
파분	0.3	
흑후추분	0.06	
강황분	0.04	
총 합	100.0	

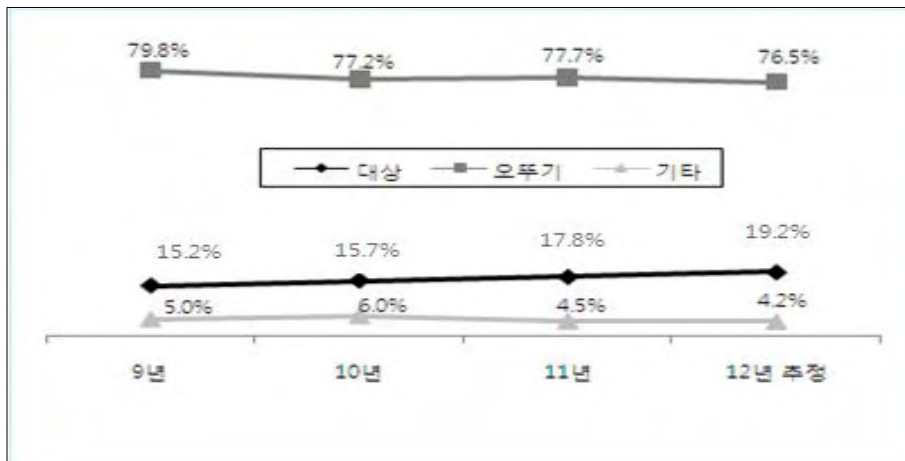


그림 2. 우리쌀 분말 짜장 M/S 현황

(2) 소비자 관능검사

밀가루 춘장을 첨가한 분말짜장과 우리쌀 춘장을 첨가한 분말짜장의 전반적인 제품 관능검사를 실시하였다. 그 결과는 표 37과 같다. 우리쌀 분말짜장의 관능검사 결과도 우리쌀 춘장 관능검사와 비슷한 양상을 나타내었다. 우리쌀 춘장을 첨가한 제품이 밀가루 춘장을 첨가한 제품에 비해 맛과 색상에서 뿐만 아니라 춘장향에서도 유의적인 차이를 보여 관능적으로 우월한 제품임을 나타내었다. 이는 우리쌀 춘장을 첨가한 분말짜장이 밀가루 춘장 첨가 제품 대비 맛이 담백하며, 깔끔하고 텁텁

하지 않아 주부패널들에게 좋은 점수를 받은 것으로 나타났으며, 밀가루 춘장 특유의 이취가 나타나지 않아 전반적인 기호도가 상승한 것으로 판단된다.

(가) 조사시료: 밀가루 카레 vs 쌀가루 카레

(나) 조사날짜: 2011년 8월 19일

(다) 조사인원: 35명 (20대 4%, 30대 50%, 40대 46%)

(라) 조사방법: Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test

(마) 시료제시: ① 식용유에 돼지고기 및 야채를 잘 볶은 다음 물을 붓고 완전히 익을 때까지 끓인다.

② 야채가 충분히 익으면 분말짜장을 넣어 충분히(5~8분) 풀어주면서 추가로 끓인다.

(바) 준비방법: 표기조리법과 동일하게 짜장 조리 후 그릇에 부어 분단 별로 제공함.

표 37. 우리쌀 분말짜장 관능검사 결과

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도			적당도		
			외관	맛	뒷맛	색상	절도	춘장함
우리쌀 분말짜장	4.5* (64점)	84%* (27명)	4.0	4.4*	4.6*	4.8* [4<감함]	4.0* [4=적당]	3.8* [4=적당]
밀가루 분말짜장	3.5* (50점)	16%* (5명)	4.1	3.6*	4.1*	3.3* [4>약함]	3.2* [4>약함]	3.0* [4>약함]
유의수준 α=0.05기준	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.688 차이없음	0.000 차이있음	0.015 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음

(3) 제품 세부 사항

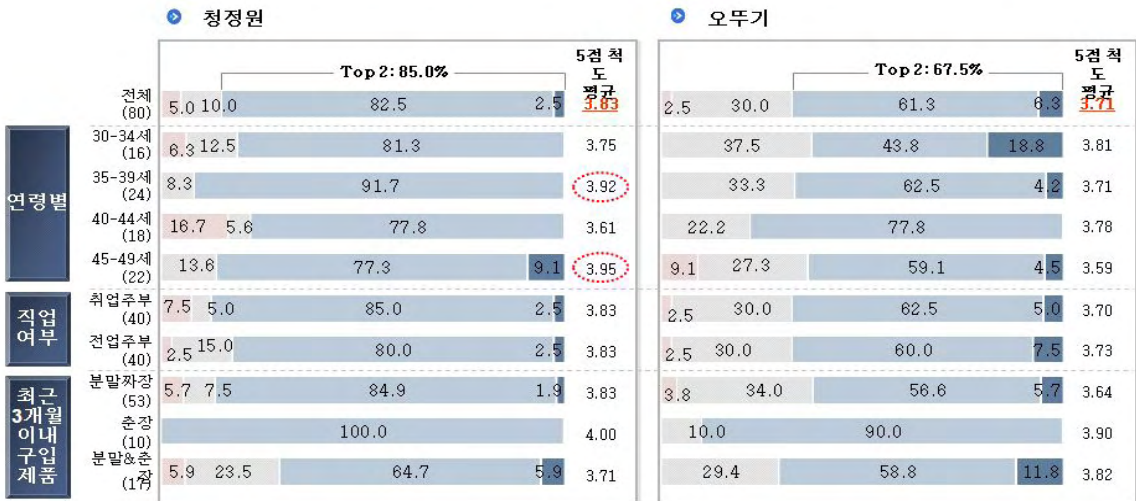
표 38. 우리쌀 분말짜장 2종 세부 사항

 	상 품 명 : 우리쌀 분말짜장 2종
	제 조 사 : 대상(주)
	출 시 일 : 2011. 10
	제품특징 : 높은 춘장 함량으로 깊은 맛을 내며 쌀 원료로 만든 춘장 사용으로 밥에 더 잘 어울리는 짜장분말
	매출액 : 2013년 6월 기준 18억

(4) 외부 품질평가 조사(HUT 조사)

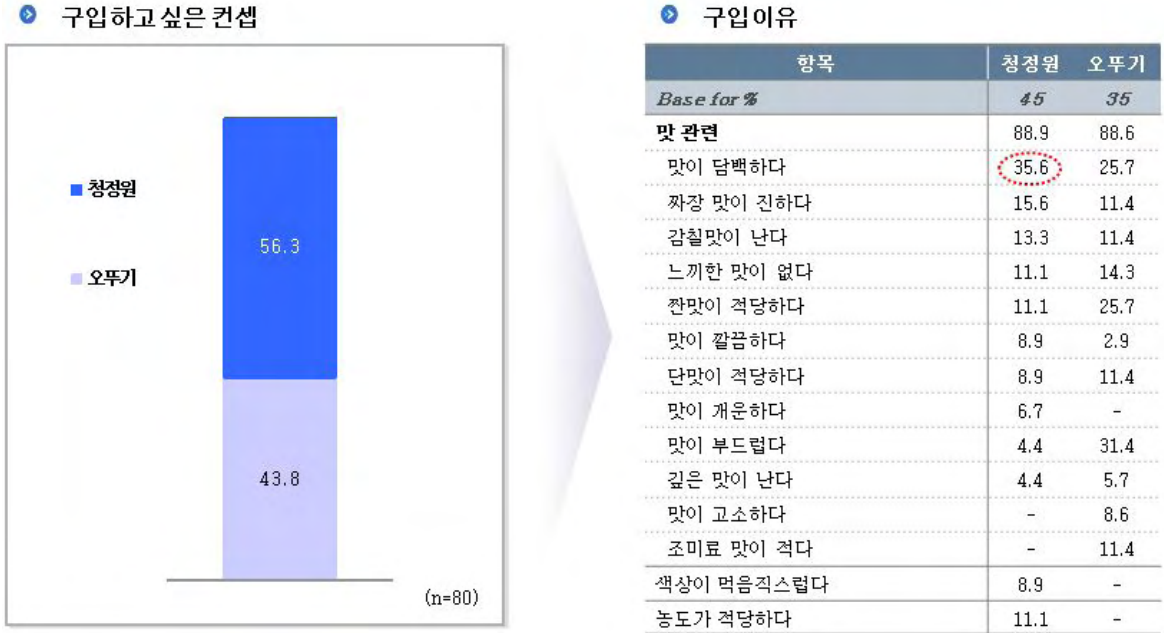
우리쌀 분말 자장의 시제품 제조 후 가정유치조사(HUT)를 실시하여 제품 품질력에 대한 객관적인 외부의 평가를 받았다. 가정 유치 후 제품 품질 평가 결과 청정원 분말짜장의 구입의사는 5점 척도 평균 3.83(Top2-85%)로 매우 높은 수치를 나타내었으며, 경쟁사 제품인 오뚜기 분말짜장의 경우 5점 척도 평균 3.71(Top2-67.5%)로 상대적으로 낮게 평가되었다. 그 결과는 표 39와 같다.

표 39. 우리쌀 분말 짜장 가정유치조사 결과



가정 유치 후 제품 구입의사 평가 결과 구입의사가 청정원 56.3%, 오뚜기 43.8%로 청정원의 짜장분말이 오뚜기 짜장 분말에 비해 높은 구입의사는 나타내었다. 청정원의 분말 짜장을 구입하는 이유로는 ‘맛이 담백하다’는 의견이 35.6%로 가장 높았으며, 다음으로는 ‘짜장맛이 진하다 감칠맛이 난다’는 의견이 나타났다. 그 결과는 표 40과 같다.

표 40. 우리쌀 분말 짜장 구입의사 결과



제 3 절 기 개발 제품 품질 개선 및 차별화 쌀 가공 제품의 개발 (3차년도)

1. 기 개발 및 출시 제품의 고객 클레임 분석 및 개선점 도출

가. 제품군별 고객 클레임 현황 조사

(1) 조사 목적

2차년도 과제 종료 이후, 과제 심사위원회를 통해 전반적인 과제 진행 사항에 대하여 검토 받은 결과 신규 제품을 개발 및 출시하는 것도 좋으나 이미 출시된 제품 중 품질에 문제가 있는 제품이 있을 수도 있으니 이에 대한 조사 및 제품 개선을 진행하는 것도 좋은 결과로 도출될 것 이라는 심사 결과를 받았다. 이에 심사위원회의 검토 결과를 토대로 기 개발 및 출시된 제품의 소비자 클레임 분석을 통하여 제품의 문제점을 도출하고 개선하고자 하였다.

(2) 조사 방법

당사 고객만족실을 통하여 2010년 10월 부터 2012년 8월 까지의 과제를 통한 개발 및 출시 제품에 대한 고객클레임에 대한 전반적인 자료를 수집, 분석하였다. 고객클레임 수집 기준은 동인 클레임으로 연간 3회 이상 발생되었을 때로 하였으며, 이물혼입 및 제품 외적인 요소(가격, 디자인, 중량 등) 등 주관적인 성향이 높은 클레임의 경우 기준에서 제외하고 분석 하였다.

(3) 조사 결과

2010년 과제 시작일부터 2012년 8월까지 본과제를 통해서 개발 및 출시된 제품수는 총 16건이며, 카테고리별로 살펴보면 조리용 수프 5건, 조리용 카레 2건, 조리용 짜장 2건, 즉석수프 2건, 디저트 프리믹스(떡프리믹스) 5건으로 나타났다. 해당 기간 동안 출시 제품 16건에 대한 고객만족실 클레임 건수는 그림 3과 같다.

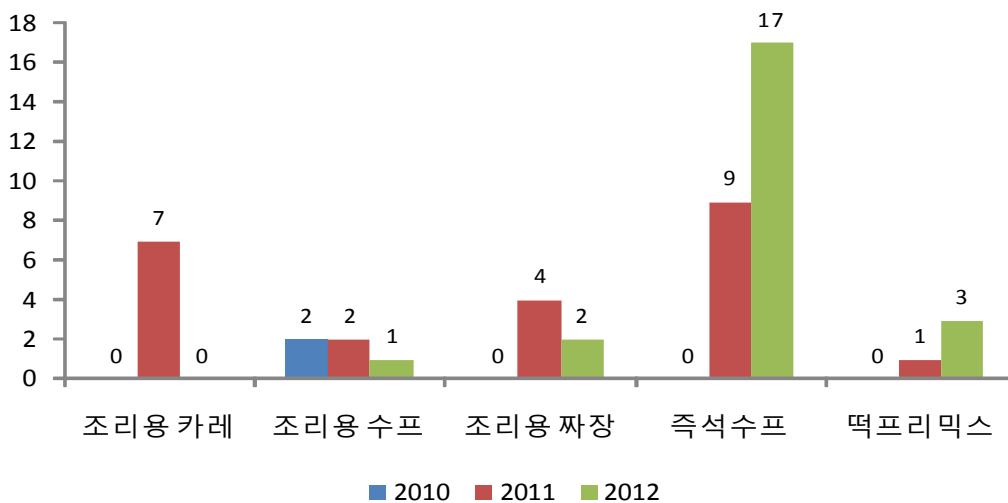


그림 3. 제품군별 클레임 건수

조리용 카레의 경우 약 2년여 간 고객클레임은 총 7건 이었으며, 클레임 발생 시기는 출시후 3개월 이내의 클레임으로 나타났다. 클레임 내용은 7건 모두 제품의 점도(물성)에 대한 내용 이었는데, 당사 제품이 경쟁사 제품 대비 ‘상당히 묽다’ 라는 내용 이었다. 이에 대해 초기 대응자료를 분석 결과 이는 당사 제품이 경쟁사 제품 대비 조리 시 첨가하는 물의 양이 약 20% 적은데도 불구하고 소비자가 평소 경쟁사 제품을 조리하듯이 물을 첨가하여 발생하는 현상으로 파악되었다. 이러한 클레임의 경우 시간이 지남에 따라 충분히 개선되어 지는 요소이며, 실제로도 2011년 8월 이후 동일 클레임은 더 이상 접수되지 않았다. 조리용 수프의 경우 단순관능에 대한 고객클레임만이 동일 기간 동안 총 5건 접수 되었다. 단순 관능에 대한 클레임을 내용을 살펴보면 소비자 취향에 따라 틀려지는 제품의 짠맛 2건, 싱겁다 2건, 달다 1건 이었다. 이러한 클레임의 경우 일부 소비자 의견에 따라 제품의 전체적인 밸런스를 개선하긴 힘들어 개선 기준에서 제외되는 항목으로 결정하고 제외시켰다. 조리용 짜장의 경우 동일 기간 동안 클레임 건수는 총 6건으로 나타났다. 그 중 4건이 제품의 단순관능(짠맛)에 대한 클레임이었으며, 나머지 2건은 제품의 색상에 대한 접수였다. 조리용 짜장의 경우도 수프와 마찬가지로 단순 관능에 대한 클레임만 접수되었기에 개선대상에 제외시키고 과제를 진행하였다. 떡프리믹스 경우도 같은 기간 클레임 발생은 총 4건 이었으나, 마찬가지로 단순 관능 및 가격에 대한 내용 이었으므로 제외 하였다. 마지막으로 즉석수프에 대하여 고객클레임을 분석하였다. 즉석수프의 클레임 발생 건수는 동일기간 중 총 26건으로 나타났다. 즉석수프의 클레임 분석 내용은 그림 4와 같다.

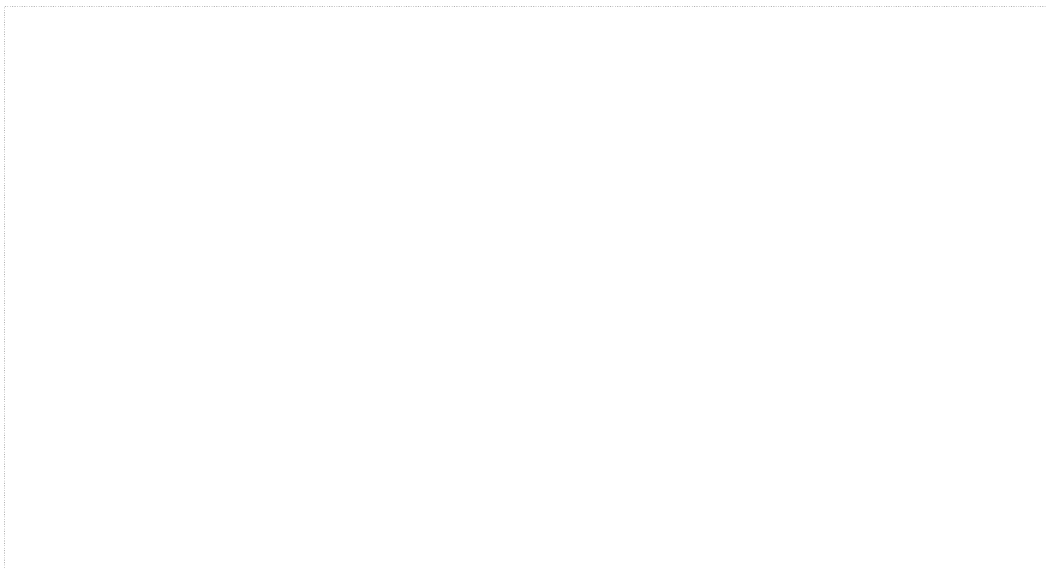


그림 4. 즉석수프 클레임 분석

즉석수프의 전체적인 클레임 내용을 살펴보면 단순관능(짜다, 싱겁다 등) 외 주요 개선 요소로서 제품의 풀림성에 대한 클레임이 상당부분 나타난 것으로 판단되었다. 특히 즉석수프는 소비자가 바로 컵에 제품을 넣고 온수로 1분여간 저은 후 바로 섭취하는 제품이므로 풀림성에 대한 클레임은 제품의 매출과 바로 연결되어 상당히 시급하게 개선되어야 할 클레임으로 분석되었다.

나. 즉석수프 클레임 개선점 도출

(1) 제품 분석

즉석수프의 풀림성에 대한 지속적인 고객클레임이 발생하여 제품 수거 후 풀림성에 대한 분석을 실시하였다. 제품 풀림성을 분석하기 위하여 당사 제품 및 경쟁사 제품 수거 후 각각의 취식 방법에 따라 조리한 후 체에 걸러 용해되지 않는 부분을 확인하였다. 당사 제품 및 경쟁사 제품의 풀림성은 그림 5와 같다.

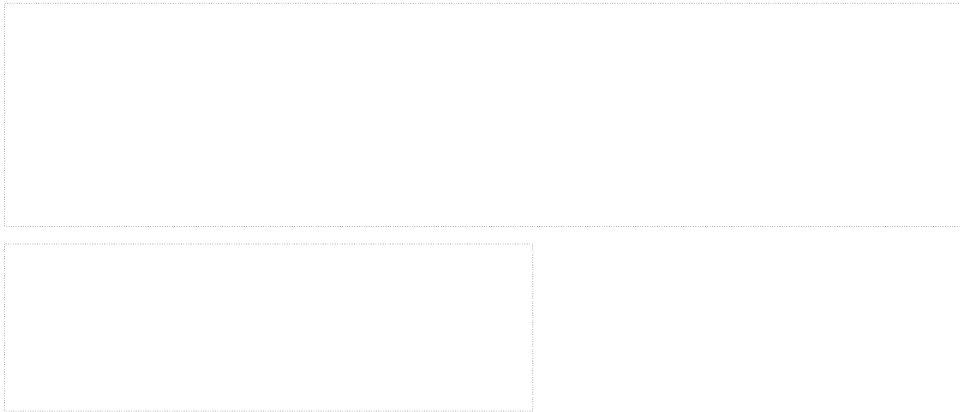


그림 5. 당사 및 경쟁사 즉석수프 풀림성 실험

당사 즉석수프의 풀림성은 경쟁사 제품 대비 확연하게 풀림성이 떨어졌으며, 특히 하단에 가라앉는 부분이 많아 제품 물성에도 영향을 미쳐 제품의 품질이 상당 부분 떨어지는 것으로 나타났다. 특히 시장 내 선두주자인 N社 제품의 경우 추가적으로 들어가는 스위트콘 플레이크 외에 용해되지 않는 부분이 전혀 없어 풀림성에 있어서 확연하게 좋은 결과를 나타내었다.

(2) 풀림성 개선 실험

즉석수프는 제품의 특성 상 조리용 수프와 다르게 끓는 물이 아닌 정수기 온수 정도의 온수로 조리 후 바로 섭취하는 제품이므로, 제품의 물성을 유지하며 낮은 온도(60℃ 이상)에서 호화가 일어나야 하므로 전분류 중 호화개시온도가 낮은 원료를 사용하여 개발하는 실정이다. 또한 일반적으로 즉석수프는 전분의 호화와 별도로 전반적인 원료를 블렌딩 시 일반적인 혼합공정을 거치는 것 아니라 과립형태로 가공 처리를 하여 제품의 용해성을 높이는 작업을 실시한다. 풀림성 분석을 위해 용해성 테스트를 진행했던 경쟁사 제품 중 N社 제품의 경우 다른 제품 대비 풀림성이 탁월하게 뛰어났는데, 그 이유가 바로 제품의 원료 모두를 과립 가공 처리를 거쳐 제품의 용해성을 높인 것으로 판단됐다. 당사의 즉석수프의 경우도 경쟁사와 유사하게 제품 원료에 대하여 용해성을 높이기 위해 원료 일부를 유동층 과립기를 이용하여 가공 후 제작하고 있는 실정이다. 다만 유동층 과립기 설비를 보유하지 못하고 있어 설비 보유 업체에 임가공 형태(ODM)로 과립 가공 처리 후 과립원료를 납품받아 원료로 활용하고 있다. 당사 즉석수프의 배합비는 표 41과 같다.

표 41. 즉석수프 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
콘과립	48.2	
감자전분	18.4	
유크림분말	12.0	우유:국내산
백설탕	5.8	
쌀가루	4.0	쌀:국내산
덱스트린	3.0	
정제염	3.4	
치즈분말	3.0	
스프씨즈닝	2.0	
강황분	0.2	
총 합	100.0	

이처럼 임가공 형태로 원료를 납품 받는 실정이므로 가공비 부담을 줄이기 위해 원료 중 용해성이 현저하게 떨어지는 원료만은 따로 구분하여 과립 가공 처리를 실행하고 있는데, 당사의 즉석수프에 대한 풀립성 실험 후 잔존물 분석 결과 추가적으로 과립 처리를 하는 원료가 아닌 1차 원료로서 바로 투입되는 감자전분이 90% 이상인 것을 측정 할 수 있었다. 표 43의 배합비를 살펴보면 콘과립 외 2순위 원료로서 감자전분이 18.4%가 투입되는데 함량이 많다보니 과립으로 따로 가공 하지 않고 투입을 하는 실정인데, 감자전분의 용해성이 초기 개발 시 보다 상당부분 낮아진 원료가 공급되는 것으로 판단되었다. 실질적으로 검토 결과 초기 개발 시 사용하였던 감자전분의 공급사가 A社에서 B社로 변경된 사실을 알 수 있었다. 원칙적으로 원료의 공급사가 변경되는 일의 경우에는 개발자에게 품질에 대한 이상 유무를 검증 후 변경하는 것이 원칙인데 즉석수프의 감자전분 사용량이 미비하다보니 일 처리에 다소 소홀한 점이 발생한 것으로 판단되었다. 1차적으로 실험을 통해 당사 즉석수프의 풀립성 저해요소가 감자전분임을 밝혀내었고 이를 개선하기 위하여 기존 과립 가공 시 감자전분 가지 첨가하여 같이 가공 처리하는 것을 진행 하였다. 개선 후 배합비는 표 42와 같다.

표 42. 즉석수프 개선 배합비

원재료명	투입량(%)	비 고
콘과립	64.6	
유크림분말	12.0	우유:국내산
백설탕	5.8	
쌀가루	4.0	쌀:국내산
덱스트린	3.4	
정제염	3.0	
치즈분말	3.0	
스프씨즈닝	2.0	
샐러리 조각	2.0	샐러리:인도산
강황분	0.2	
총 합	100.0	

이처럼 개선 배합비로 proto type 제작 후 연구소 lab test를 거친 결과 감자전분의 과립 가공 처리 전 제품의 잔존물의 양이 경쟁사 대비 현저하게 많이 나왔던 것에 비해 개선 후 제품의 잔존물이 상당부분 감소한 것을 확인하였다. 그 결과는 그림 6과 같다.

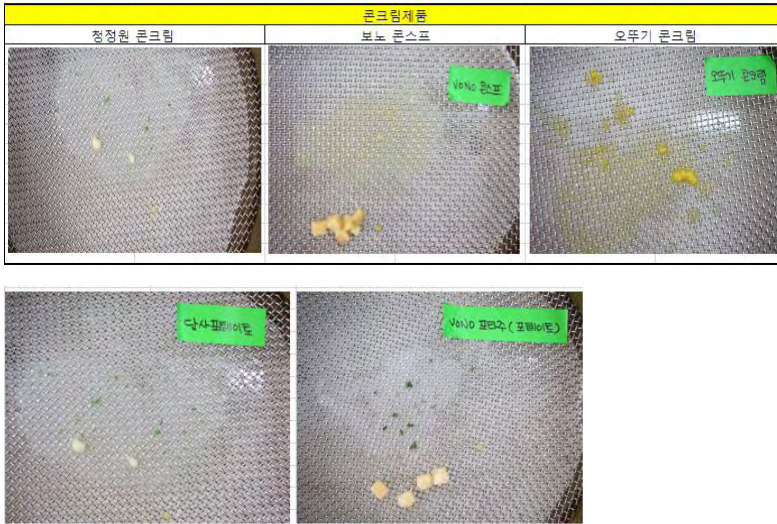


그림 6. 즉석수프 개선 후 풀림성 실험

(3) 소비자 관능검사

감자전분을 유동층 과립 처리하여 개선한 즉석수프와 기존 즉석수프의 풀림성 및 품질 비교 조사를 실시하기 위하여 전반적인 제품 소비자 관능검사를 실시하였다. 그 결과는 표 43과 같다. 감자전분을 과립화시킨 제품이 기존 제품에 비해 풀림성과 점도에 유의적인 차이를 우세하게 나타내었다. 또한 유의적인 차이는 나타내지 못하였으나, 용해도 개선에 의해 제품의 전반적인 관능 수준도 상당 부분 향상된 것으로 판단되었다. 이는 제품의 용해성이 증가하여 입안에서 남는 잔존물이 현저하게 줄었을 뿐만 아니라 섭취 시 기존 대비 보다 부드러운 식감을 나타내어 평가가 우세하게 나타난 것으로 판단된다. 특히 조사 후 소비자 의견 중 기존제품에 대한 불만점으로서 풀림성에 대한 불만이 53% (33명/62명)가 나온 반면, 기존 제품에 대해서는 풀림성에 대한 클레임이 단 한건도 나오지 않아 기존 제품에 대한 개선요소가 확실하게 해결되었음을 알 수 있었다.

(가) 조사시료: 기존 즉석수프 vs 개선 즉석수프

(나) 조사날짜: 2012년 10월 19일

(다) 조사인원: 조사인원 : 62명 (30대 37%, 40대 63%)

(라) 조사방법: Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test

(마) 시료제시: (분말20g, 뜨거운물 150ml)를 직접 부어 15초간 저은후, 1분 후 시식.)

표 43. 우리쌀 즉석수프 관능검사 결과

제품	전체점 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (질수가 높을수록 좋음)			적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)			
			흡입성	외관	맛	색상	질도	옥수수맛	짠맛
기준	3.7* (53점)	30%* (17명)	3.2*	4.0	3.9	3.7 [4>약함]	3.5* [4>약함]	3.4 [4>약함]	4.3 [4<강함]
변경	4.4* (63점)	70%* (40명)	5.0*	3.8	4.3	3.8 [4>약함]	4.2* [4>약함]	3.5 [4>약함]	4.4 [4<강함]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.017 차이있음	0.012 차이있음	0.000 차이있음	0.217 차이없음	0.359 차이없음	0.670 차이없음	0.000 차이있음	0.340 차이없음	0.212 차이없음

2. 차별화된 프리미엄급 쌀 가공 제품의 개발

가. 컨셉정교화를 위한 소비자 조사

(1) 조사 목적

우리쌀 동결건조죽 제품 컨셉에 대한 feature test 및 컨셉 호감도, 구매의향, 가격평가 등에 대한 속성 평가를 통한 향후 제품 개발의 지표로 활용하고자 하였다.

(2) 조사 방법

(가) 조사 지역: 서울/경기 지역

(나) 조사 대상: 대학생, 미혼 직장인 및 전업, 취업 주부

(최근 6개월 이내 용기형 즉석 죽 취식 경험자)

(용기형 즉석 죽 월 1회 이상 취식자)

(간편 편의식 선호자)

(다) 표본 크기 및 구성

대학생 (20~24세)	미혼 직장인 (25~34세)		30~34세 주부		35~39세 주부		40~44세 주부		계
여대생	남자	여자	전업	취업	전업	취업	전업	취업	
40	40	50	25	45	20	20	20	20	280

(3) 조사 결과

동결건조죽 신제품에 대한 컨셉 보드 작성 후 소비자에게 좌담회 형식으로 의견을 공유하였다. 그 결과는 그림 7 및 표 44와 같다. 컨셉 평가 후 구입의향은 TOP 2%에서 73%로 평가되어, 브런치 타입의 동결건조죽에 대한 패널 만족도는 높은 수준으로 나타났다.

그림 7. 동결건조죽 컨셉 보드

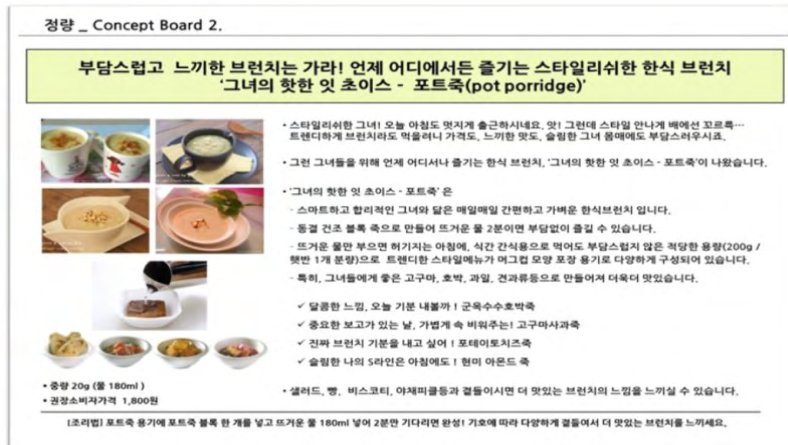
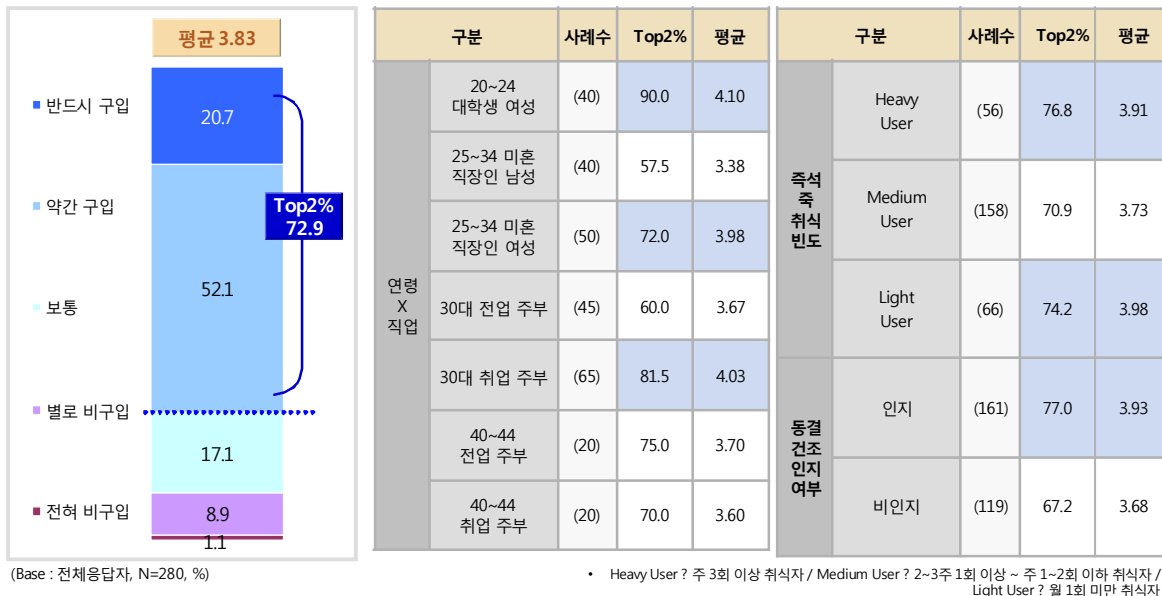


표 44. 동결건조죽 좌담회 결과



구입의사 및 비구입 의사를 분석 해보면, 구입의사의 의견 중 맛에 대한 기대감과 간편성에 대한 의견이 많이 나왔다. 이는 우선 동결건조타입의 제품들이 원재료 고유의 식감을 최대한 보존하면서 제공 되어지는 특성과 맞물려 구입의사에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단되며, 일반 즉석죽이 전자렌지로 조리해야 하는 불편함이 있는 반면에, 동결건조죽의 경우 온수만 준비되면 바로 취식이 가능하므로 제품의 간편성, 편의성에서 좋은 영향을 미친 것으로 판단된다. 제품에 대한 구입/비구입 의사는 표 45와 같다.

표 45. 동결건조죽 구입/비구입 의사

구입 이유 (N=204)	
맛	35.8
? 맛있을 것 같다	18.1
? 맛이 궁금하다	8.8
? 맛이 다양하다	4.9
느낌 / 이미지	28.4
? 간편하다	12.7
? 새롭다	5.9
? 차별적이다	3.4
? 스타일리시하다	2.5
건강 / 영양	12.3
? 건강하다	6.4
? 다이어트에 좋다	3.9
? 영양가가 높다	2.0
메뉴 / 재료	5.4
? 한식이라 좋다	2.5
? 브런치용이 새롭다	1.0
? 군옥수수 호박죽이 좋다	1.0
? 고구마 사과죽이 좋다	1.0
기타	42.6
? 식사대용으로 좋다	6.9
? 먹기 간단하다	6.9
? 가볍게 즐길 수 있다	5.9
? 여성을 위한 제품이다	3.4
? 호기심을 자극한다	3.4
? 조리 방식이 간편하다	2.9
? 메뉴가 좋다	2.9
? 가격이 저렴하다	2.5
? 가격이 적당하다	2.0
? 기호식품이다	2.0

비구입 이유 (N=76)	
맛	15.8
? 맛없을 것 같다	6.6
? 맛이 느끼할 것 같다	2.6
? 맛이 달아서 싫다	2.6
? 맛에 대한 확신이 없다	1.3
? 식감이 좋지 않다	1.3
메뉴 / 재료	9.2
? 현미와 아몬드가 어울리지 않는다	3.9
? 브런치가 좋지 않다	2.6
? 고구마 사과가 어울리지 않는다	2.6
? 군옥수수 호박죽이 어울리지 않는다	1.3
? 감자와 치즈가 어울리지 않는다	1.3
기타	67.1
? 좋아하는 제품이 없다	15.8
? 가격이 비싸다	6.6
? 조리가 번거롭다	6.6
? 구매력을 높이지 못 한다	5.3
? 기존과 차이가 없다	5.3
? 죽 같지 않아 거부감이 든다	3.9
? 와 닿지 않는다	3.9
? 여성만을 대상으로 한다	2.6
? 필요 없다	2.6
? 포만감이 적다	2.6
? 뜨거운 물이 불편하다	1.3
? 메뉴가 좋지 않다	1.3
? 인스턴트 식품 같다	1.3
? 블록형태를 좋아하지 않는다	1.3
? 양이 적다	1.3

다만 일부 패널의 경우 급속 동결 건조 방법에 대해서는 식감이 살아 있는 맛이 기대되고 영양소가 유지되어 긍정적이란 의견을 나타낸 경우도 있었으나 일부는 기존 컵라면과 유사하고 오히려 식감이 떨어질 것 같다는 우려 나타내어 동결건조 타입의 제품에 대한 거부감도 확인 되었다. 그 결과는 표 46과 같다.

표 46. 동결건조 방식에 대한 소비자 의견결과



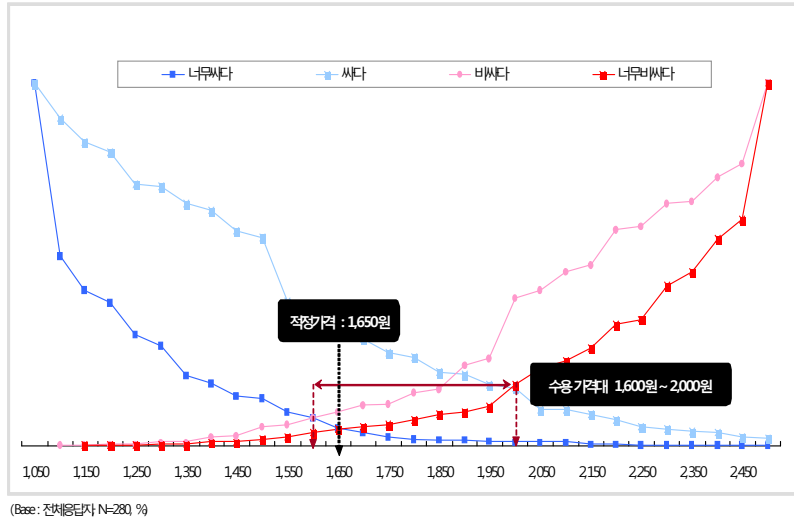




<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>식감이 살아 있는 맛 기대</p> <ul style="list-style-type: none"> - 특히, 동결 건조 제품 이용 경험자 • 기존보다 식감이 더 있을 것 같다 • 맛이 변하기 전에 열려서 처음 그 맛 그대로 살려낼 것 같다 • 고유의 맛을 잘 유지했을 것 같다 </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>영양소 유지</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영양소가 파괴되지 않을 것 같다 • 영양소가 유지 될 것 같다 </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p>간편하고 안전한 조리 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> • 간편하게 물만 부어서 먹으면 되니까 편하다 • 전자레인지 사용 안 해도 되니까 좋다 </div>	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>흐물거리는 식감 예상</p> <ul style="list-style-type: none"> • 건더기가 흐물거릴 것 같다 • 씹는 느낌이 덜할 것 같다 • 식감이 떨어질 것 같다 • 건조 딸기처럼 흐물흐물 할 것 같다 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>기존 컵라면과 유사</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존 컵라면에 물 부어 먹는 것과 비슷한 것 같다 • 일반 컵라면도 이런 식인 것 같다 </div>
---	--

특히 동결건조 타입 제품의 경우 기존 동결건조 시장 자체가 저가 형태의 제품이 주를 이루고 있어 품목이 다르다 하더라도 형태의 유사성으로 인해 가격 저항이 상당히 있는 것으로 판단되었다. 실제적으로 이번 조사를 통해서 동결건조 타입의 죽제품에 대한 가격 선호도 조사를 함께 실시하였는데, 상당 부분 예상 가격보단 낮은 가격에 대한 기대감이 커서 향후 제품 출시 가격에 대한 탄력적인 운용방안 구축이 필요한 것으로 판단되었다. 그 결과는 그림 8과 같다.

그림 8. 동결건조 타입의 죽제품에 대한 가격 선호도 조사



나. 프리미엄급 쌀가공 제품을 위한 핵심 공정/기술 개발

(1) 동결건조죽 배합비 개발

(가) 쌀 조건 확립

죽이란 쌀을 주원료로 하여 각각의 품목에 적절한 부제를 첨가함으로써 그 특성이 나타나는 제품으로 쌀의 식감 및 관능은 죽제품의 품질을 나타내는 중요한 요인이 되고 있다. 현재 당사에서 판매중인 분말죽 및 냉장죽의 소비자 관능검사 결과를 보면 쌀입자가 잘 퍼져서 부드러운 죽에 대한 선호도가 높게 나타나면 쌀입자가 덜 퍼져있어 거칠거나 쌀입자가 깨져있는 경우 낮은 선호도를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 이 같은 결과를 바탕으로 동결건조 타입의 죽제품 개발 시 쌀의 전처리 및 가공조건을 설정하였다. 쌀의 전처리는 쌀을 정제수에 2회 수세 후 트레할로스 용액에 1시간 침지하는 방법으로 진행하였다. 쌀의 침지 시 투입하는 트레할로스는 침지 후 죽의 조리과정에서 밥알 식감을 유지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 가열된 정제수에 전처리한 쌀과 트레할로스 용액을 함께 투입하고 95℃에서 35, 40, 45분간 가열하여 샘플을 제조하였다. 가열 조건에 따라 쌀의 식감에 차이를 확인할 수 있었는데 95℃에서 35분간 가열시 쌀의 식감이 딱딱하게 나타나며 동결건조 타입의 죽제품에 가장 중요한 요인 중 하나인 복원력이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 이와 반대로 가열조건을 늘려 95℃에서 45분간 가열한 죽의 경우 쌀이 조직감을 유지하지 못하고 입자가 깨지는 현상이 나타나는 것을 볼 수 있었다. 95℃에서 40분 가열시 소비자들이 선호하는 부드러운 식감을 가지며 쌀알의 입자가 깨지지 않고 복원력이 우수한 쌀의 식감을 확인할 수 있었다. 이와 같이 개발된 동결건조죽의 쌀베이스 배합비는 표 47과 같다.

표 47. 동결건조 타입의 죽제품에 쌀베이스 배합비







원재료	배합비(%)
쌀	13.03
정제수	86.86
트레할로스	0.11
합계	100

(나) 고형물 조건 확립

쌀을 베이스 죽에 관능에 중요한 영향을 미치며 각 품목별 고유의 풍미를 유지하는 고형물 에 대한 테스트를 진행하였다. 소비자 조사결과를 바탕으로 소비자들의 니즈가 크고 죽의 부재로 잘 어울리는 재료들을 위주로 고형물 테스트를 하였으며, 고형물 테스트시 동결건조 후 뜨거운 물을 첨가 시 본 형태를 가장 잘 복원할 수 있는지에 주안점을 두고 조건을 확립하였다. 고형물테스트는 계란, 순두부, 두부, 버섯, 단호박, 감자, 낙지, 복어 그리고 콩나물을 진행하였다. 계란은 흰자와 노른자를 거품기를 이용하여 풀어주고 8mesh체에 통과한 후 끓는물에 바로 투입하여 형태를 만들어주며, 그 외 원료들은 적합한 절단 규격 및 자숙조건에 의해 전처리를 진행하였다. 이같이 제조한 고형물을 동결건조한 고형물 및 동결건조 후 복원한 고형물의 조건 및 결과는 표 48 및 그림 9와 같다.

표 48. 동결건조 타입의 고형물 절단규격 및 자숙조건

No.	원료명	복원여부	절단규격	자숙 조건
1	계란	o	계란을 거품기로 풀어준 후 8mesh체 통과 후 자숙	95℃ 3분
2	순두부	o	10 x 10 x 10 mm	자숙 x
3	두부	o	5 x 5 x 5 mm	자숙 x
4	버섯	o	3mm 슬라이스	95℃ 3분
5	단호박	o	4mm×4mm×30mm	95℃ 1분 30초
6	감자	o	7 x 7 x 3 mm	95℃ 1분 30초
7	낙지	o	3mm슬라이스	85℃ 2분
8	복어	o	7 x 7 x 7 mm	85℃ 5분
9	콩나물	o	절단 x	95℃ 8분

No.	원료명	동결건조 고형물	동결건조 후 복원한 고형물
1	계란		
2	순두부		
3	두부		











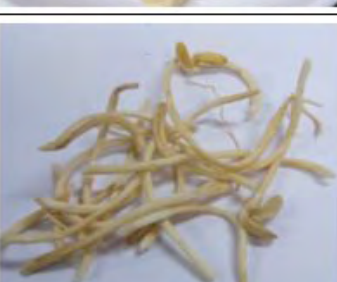

4	버섯		
5	단호박		
6	감자		
7	낙지		
8	복어		
9	콩나물		

그림 9. 동결건조 고형물 및 동결건조 후 복원한 고형물

(2) Proto type 3종 개발

동결건조 쌀 및 고품질의 가공조건 테스트 결과를 바탕으로 동결건조죽 Proto type에 대한 개발을 진행하였다. 그 배합비는 표 49와 같다. 동결건조죽의 메뉴는 ‘편의식 죽 이용 형태 파악을 통한 신규시장 기회 및 신제품 컨셉 수용도 검증을 위한 소비자 조사 보고서’를 바탕으로 3종(쇠고기야채죽, 모닝에그죽, 토푸머쉬룸죽)으로 선정하였다. 소비자 조사 보고서에 메뉴선정 선호 이유를 보면 쇠고기 야채죽은 고기가 들어가 있어서 맛있고 대중적이며 무난할 것이라는 의견이 확인되었고, 모닝에그죽은 간단한 아침식사로 무난하다는 의견이었으며, 토푸머쉬룸 죽은 두부 및 버섯이 건강 과 다이어트에 좋을 것 같다는 의견이 나타났다. 동결건조죽 3종은 복잡한 조리 과정을 필요로 하는 기존에 죽과는 다르게 어디서든 뜨거운 물만 부어 2분후 즐길 수 있는 타입으로 개발되었으며, 이 같은 간단한 조리 방법을 통해 편의식으로 소비자들에게 더욱 친숙하게 다가갈 수 있을 것으로 판단한다. 또한 간단한 아침식사 및 다이어트식을 원하는 여성 소비자들의 니즈를 충분히 충족 시켜 줄 수 있는 적합한 제품이라고 판단된다.

표 49. 동결건조죽 3종 배합비

(가) 쇠고기야채죽

원재료명	배합비(%)	비고
쌀	12.00	국산, 2012년산
당근	3.00	
쇠고기	3.00	
참기름	0.20	
정제염	0.50	
사골엑기스	0.10	
쇠고기엑기스	0.20	
멥쌀분말	0.80	60 μ m ~ 80 μ m
청경채	0.60	
정제수	79.60	
합계	100.00	

(나) 모닝에그죽

원재료명	배합비(%)	비고
쌀	12.00	국산, 2012년산
당근	2.00	
소금	0.50	
치킨찌즈닝	0.50	
계란	3.60	
멥쌀분말	0.80	60 μ m ~ 80 μ m
청경채	0.60	
정제수	80.00	
합계	100.00	

(다) 토푸머쉬룸죽

원재료명	배합비 (%)	비고
쌀	12.00	국산, 2012년산
양송이	2.00	
소금	0.50	
복어엑기스	0.20	
두부	3.90	
뽕쌀분말	0.80	60 μ m ~ 80 μ m
청경채	0.60	
정제수	80.00	
합계	100.00	

(3) 소비자 조사

개발된 동결건조죽의 품질 조사를 위하여 한국식품연구원 및 경기과학기술대학교의 협조를 받아 소비자 관능검사를 실시하였다. 경기과학기술대의 경우 동결건조죽 2종을 단독 시료로 하여 절대적인 관능 점검을 하였으며, 한국식품연구원에서는 경쟁제품과의 품질 비교를 통해 객관적인 분석을 실시하였다. 그 결과는 표 50과 같다. 단독시료로서 소비자 관능검사를 실시한 결과 모닝에그죽과 토푸머쉬룸죽 모두 전체적인 제품 기호도 및 선호도는 비교적 높게 나타났다. 다만, 제품의 쌀 조직감에 있어서 다소 낮은 점수를 받아 전체적인 기호도가 다소 낮게 나온 것으로 판단된다. 이는 단독시료로서 조사를 진행하면서 소비자들이 일반 죽 전문점에서 판매하는 제품과의 품질비교를 하면서 기호도 및 강도가 낮게 나온 것으로 판단된다. 이와 같은 판단은 일반 경쟁사 제품과의 관능 비교 결과를 보면 쉽게 알 수 있었다. 일반 레토르트 상온죽과 비교 시 전반적인 기호도가 유의적인 차이로 높게 나타났으며, 조직감 역시 절대적 수치로 비교 시 단독시료 때의 57점보다 높은 73점을 받아 약 30% 이상 높게 나타났다. 이는 기존 경쟁제품의 경우 상온죽 유통을 위해서 레토르트 처리를 하게 되는데 이 때 쌀 및 고형물 조직감의 품질이 급격하게 나빠지면서 동결건조죽 대비 품질에서 낮게 평가를 받은 것으로 된다. 또한 조직감 뿐만 아니라 제품의 색상에서도 큰 유의적인 차이를 나타냈는데, 이 또한 레토르트죽의 가공 처리 조건에 의해 색상 품질이 낮아지면서 상대적으로 색상을 최대한 유지할 수 있는 동결건조죽이 좋은 평가를 받은 것으로 판단되었다. 현재 시판되는 죽 시장은 전체적인 규모가 약 400억으로서 이 중 상온 레토르트죽 시장이 350억으로 약88%를 차지한다. 그 외 제품이 일부 냉장죽이 시장을 형성하고 있지만, 냉장죽 역시 유통구조만 냉장 유통으로 진행 할 뿐 가공 처리에 있어서는 일반 레토르트죽과 동일한 가공 처리를 하기 때문에 상온죽 및 냉장죽의 품질차이가 크게 나지 않아 동결건조죽의 품질은 상대적으로 기존 시장 진입 시 많은 효과를 볼 것으로 기대되었다.

(가) 조사시료 : ① 모닝에그죽, 토푸머쉬룸죽

② D社 양반죽 Vs. 당사 동결건조죽

(나) 조사날짜 : 2012년 2월 ~ 2014년 4월

(다) 조사인원 : ① 50명(20대 78%, 30대 20%, 40대 2%)

② 115명(20대 96%, 30대 4%)

(라) 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test

(마) 시료제시 : 온수 첨가 하여 약 2분 후 제공(제공 시 50~60℃ 품온 유지)

표 50. 동결건조육 소비자 관능검사 결과

① 경기과학기술대 단독시료 소비자 관능검사 결과 (n=115, 9점 만점)

항목			평균±표준편차	
			모닝에그죽	토포머쉬룸죽
외관	특성강도	부재료양	5.6±1.6	5.5±1.6
		색	5.5±1.5	5.0±1.4
		조직감	4.5±1.6	4.7±1.8
	기호도	외관	6.0±1.6	5.8±1.7
		색	6.2±1.6	5.8±1.7
		조직감	5.4±1.9	5.3±1.8
전반적인 기호도		5.8±1.4	6.0±1.6	
맛	특성강도	외관	5.8±1.4	5.6±1.3
		색	5.6±1.4	5.2±1.4
		향	5.3±1.4	5.7±1.4
		맛	5.5±1.7	6.3±1.5
		조직감	4.5±1.7	4.7±1.9
	기호도	외관	6.2±1.4	5.9±1.5
		색	6.2±1.5	5.9±1.6
		향	5.7±1.7	6.0±1.7
		맛	5.8±2.0	6.3±1.9
		조직감	5.1±1.9	5.3±2.0
	전반적인 기호도		5.7±1.8	6.2±1.8

② 한국식품연구원 경쟁사 비교 소비자 관능검사 (n=50, 7점 만점)

항목			평균±표준편차		
			D사(레토르트죽)	대상죽	유의확률
섭취 전	특성강도	부재료양	4.7±1.2	4.1±1.0	0.013**
		색	5.3±1.3	3.6±0.8	0.000***
		조직감	4.2±1.6	5.0±1.1	0.008**
	기호도	외관	3.9±1.3	5.2±1.0	0.000***
		색	3.8±1.2	5.4±1.0	0.000***
		조직감	4.1±1.2	5.1±1.0	0.000***
	전반적인 기호도		4.1±1.1	5.1±1.0	0.000***
섭취 후	특성강도	외관	5.0±1.4	4.4±1.0	0.040*
		색	5.5±1.3	3.9±1.1	0.000***
		향	4.7±1.4	4.8±1.1	0.867
		맛	4.8±1.3	5.3±0.9	0.031*
		조직감	4.9±1.3	4.6±1.1	0.303
	기호도	외관	3.8±1.3	5.5±1.0	0.000***
		색	3.7±1.4	5.3±1.1	0.000***
		향	3.9±1.3	5.5±0.9	0.000***
		맛	3.7±1.4	5.4±1.2	0.000***
		조직감	4.5±1.1	5.1±1.2	0.100
	전반적인 기호도		3.7±1.1	5.5±1.1	0.000***

(4) 시제품 제조

위와 같은 결과를 토대로 동결건조죽 3종의 시생산을 진행하였다. 최종 확립된 생산 조건은 다음 조건과 같다. 각각의 메뉴에 맞춰 쌀 및 고형물을 투입 후 95℃, 40분 가열 후 동결건조 몰드에 투입하여 바로 -30℃ 급속 냉동을 진행하였다. 급속 냉동 후 동결건조 처리를 진행하였다. 동결건조 조건은 70℃ 12시간 건조 후 60℃ 6시간 및 50℃ 6시간으로 순차적 건조를 진행하였다. 최종 시제품의 형태는 그림 10과 같다.



모닝에그죽



쇠고기야채죽



토무머쉬룸죽



그림 10. 동결건조죽 3종 블록 형태 및 조리 후 형태

[1-7세부]

가. 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 영양, 기능성, 감각 과학적 품질 특성 탐색

(1) 개발 대상 제품 선발 및 원료의 영양학적, 기능성에 관한 문헌 조사

쌀 가공 제품 선발은 본 과제의 협동기관인 (주)대상과 협의 하여 현재 판매되고 있는 쌀 가공품 4종을 선정하였고, 쌀에 관한 영양학적, 기능성에 관한 문헌 조사는 인터넷, 보고서, 논문, 특허 등을 검색하여 조사하였다.

(2) 시판 쌀 가공 제품의 품질 특성 연구

본 과제의 협동 기관인 (주)대상에서 현재 판매되고 있거나 개발중인 쌀 가공품 4종(쌀 된장, 쌀고추장, 쌀 카레, 쌀 스프)를 선정하여 밀가루가 첨가된 제품과 밀가루 대체 쌀 가공품을 (주)대상에서 제공받아 각 제품의 품질 특성을 조사하였다. 이때 각제품의 제조는 시판되고 있는 배합비대로 (주)대상에서 제조하여 제공을 하였고, 제품 제조시의 소재는 밀가루와 쌀가루만 차이가 있고, 다른 소재의 배합비는 동일하게 제조하였다. 된장, 고추장의 경우 쌀가루(밀가루) 배합비는 약 20% 정도이고, 쌀스프와, 쌀카레의 경우는 30% 정도 함유하였다. 각 제품의 품질 특성은 제품군별로 원료로 사용한 쌀가루와 밀가루 소재, 이를 이용하여 제조한 스프, 카레, 된장, 고추장의 특성을 조사하였다. 감각과학적(관능검사) 품질 특성 조사는 시판 쌀 가공 제품과 밀가루 첨가 제품과의 차이를 focus group interview에 의한 품질 특성 분석 및 쌀 첨가가 맛, 구매 등에 미치는 영향 분석하였다. 조리식품인 스프 및 카레 조리법은 대상에서 제공한 방법으로 제조하여 제공하였다. 쌀 가공 제품의 물리화학적 분석 항목은 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 일반 성분 및 미량 성분 및 폴리페놀함량 등 기능성 물질 분석과 물성 분석을 하였다.

(3) 개발 대상 쌀 가공 제품의 품질 지표 선정

1차년도 개발 대상 쌀가공품 4종의 동일한 배합비 중 쌀을 밀가루를 대체하여 제조한 차이 인자 도출과 품질 지표를 (주) 대상측 협의하여 품질 지표를 선정하였다.

나. 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 제시

(1) 개발 대상 prototype 시제품(떡 믹스)의 물리화학적 및 감각 과학적 품질 평가

2차년도 연구 대상인 쌀 가공 제품 선발은 본 과제의 협동기관인 (주)대상과 협의 하여 prototype의 떡 프리믹스 3종과 쌀짜장을 선정하여 물리적인 특성과 FGI에 의한 품질 특성을 조사한 후 개선점을 조사하여 제품 개발의 기초 자료로 사용하였다. 감각과학적(관능검사) 품질 특성 조사는 쌀로 만든 떡제품과 밀가루 첨가 짜장과 쌀로 대체한 제품을 focus group interview에 의해 품질 특성을 분석하였다. 각 제품의 조리 방법은 대상에서 제공한 방법대로 제조하여 제시하였다.



키즈타임 NEWS



(2) 쌀 가공 제품별 품질 특성 연구

본 과제의 협동 기관인 (주)대상에서 개발중인 떡 프리믹스 3종과 쌀짜장 2종을 제공받아 각 제품의 품질 특성을 조사하였다. 또 1차년도 쌀가공품(쌀 된장, 쌀 카레, 쌀 스프)과 2차년도 선정한 가공제품(떡프리믹스, 쌀짜장 등)의 원료인 가공용 쌀가루는 2010년도산 쌀가루(추청), 2006년도산 가공용 쌀(일반계), 2007년 가공용 쌀(일반계), 2010년도산 찰쌀(동진) 가루를 현재 (주) 대상에서 가공하기 않고 그대로 가공용 원료로 사용하고 있는 쌀을 제공 받아 시료로 사용하였다. 이들 쌀가루 전분은 이들 가공용 쌀을 알칼리 침전법으로 제조하였다. 쌀을 물로 세척하고 2시간 동안 물에 침지한 후 건져낸 다음, 4배 분량의 0.02 N NaOH 용액을 가하여 waring blender로 2분간 마쇄하였다. 슬러리를 100 mesh와 400mesh체로 거른 후 전분 현탁액을 증류수로 하루에 한번 세척액이 중성이 될 때까지 세척한 다음 30℃에서 건조한 후 마쇄한 후 40mesh를 통과한 것을 사용하였다.

① 원료 쌀의 일반 성분 및 색도 측정

원료 시료와 전분 시료의 일반 성분은 AOAC 방법에 따라 측정하였고, 총식이섬유 함량은 TDF aasay kit(Megazyme international LTD, Wicklow, Ireland)를 사용하여 AOAC 991.43방법으로 측정하였다. 색도는 시료를 균질화 시킨 후 직경 5 cm, 높이 5 mm의 원형 플라스틱틀에 넣어 색도계(CE-410, Macbeth, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter value인 L, a, b 값과 ΔE 값을 구하였다.

② 아밀로즈 함량, 용해도, 팽윤력 및 물 결합능력

아밀로즈 함량은 Juliano의 요오드 비색법을 이용하여 측정하였다. 시료 100mg에 95% 에탄

용액 1 ml와 1N NaOH 9ml를 첨가하여 끓는 물에서 10분간 반응시킨 후 100ml로 정용시켜 시험 용액을 얻었다. 이 용액 5ml에 1N acetic acid 용액 1ml와 0.2 % iodine 용액 2ml를 첨가하여 이를 100 ml로 한 후 20분간 방치시키고 620 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로즈 함량을 측정하였다. 용해도와 팽윤력은 시료 0.5g에 증류수 30 ml를 가한 다음 각각의 온도에서 60분간 반응시킨 후 3,000 rpm의 속도로 5분간 원심 분리하였다. 상등액을 항량으로 맞춘 도가니에 넣은 후 105°C dry oven에서 24시간 건조한 다음 상등액 중에 포함된 고형분 무게를 측정하여 용해도를 계산하였다. 팽윤력은 원심분리 후 침전물의 증가한 무게(B)로부터 계산하였으며, 그 계산식은 아래와 같다.

- 용해도 (%) = A/시료무게 x 100

- 팽윤력 = B/시료무게 x (100-용해도) x 100

물 결합 능력은 Medcalf과 Gilles의 방법을 변형하여 사용하였다. 시료 0.5 g을 corning tube에 증류수 10ml와 혼합한 다음 상온에서 10분마다 흔들며 1시간 동안 반응시켰다. 반응시킨 후 3,000 rpm으로 5분간 원심분리하고 corning tube를 뒤집어 20분 동안 방치한 다음 증가된 수분의 양으로부터 물 결합 능력을 계산하였다.

- 물 결합 능력 = 증가한 수분의 양/시료의 양 x 100

③ 호화특성 및 입도 분석

가공용 쌀가루 및 쌀전분의 호화 특성을 조사하기 위하여 Differential scanning calorimetry((DSC 8000, Perkin Elmer Inc., USA)를 사용하여 조사하였다. 수분함량을 알고 있는 시료 15mg을 알루미늄팬에 넣고 시료 3배에 해당하는 증류수를 첨가하고 밀봉한 다음 2시간 정도 상온에 충분히 수화시킨 다음 DSC 분석을 실시하였다. 분석 조건은 30-150°C까지 10°C/min의 속도로 가열하여 호화개시온도(T_o), 피크온도 (T_p), 결정온도(T_c) 및 흡열 엔탈피 (ΔH)를 측정하였다. 또 Rapid Visco-Analyzer (RVA, Newport Science Pty., Ltd., Narrabeen, Australia)에 의한 호화 특성을 AACC 방법에 의해 측정하였다. 수분 함량을 알고 있는 시료 약 4g을 증류수 25 mL에 분산시키고 50°C에서 1분간 유지한 다음 95°C까지 가열하여 호화시킨 후 50°C까지 10°C/min의 속도로 냉각시키고 2분간 유지하였다. 이때 RVA viscogram으로 측정되는 pasting 온도, 피크 점도, 최종 점도를 구한 후 breakdown 및 setback 을 계산하였다. 점도 단위는 Rapid Visco Unit(RVU)로 표시하였다. 시료의 입자 분포는 Particle size analyzer(CILAS, 1064, Orleans, France)로 측정하였고, 각 시료의 형태는 Scanning electron microscope(S-3500N, Hitachi Science Systems, Ltd., Japan)으로 500-3000배까지 측정하였다.

④ 통계분석

통계적 유의성은 SPSS(SPSS version 14.0, SPSS Inc., Chicago, IL)를 이용하여 분산분석, 시료간 평균 차이의 유무는 Duncan's multiple range test에 의해 비교 분석하였다.

(3) 쌀 가공 제품별 품질 지표 탐색

쌀 가공 제품별 품질 지표 탐색 후 (주)대상과 협의하여 각 쌀가공 제품의 품질 지표 선정, 쌀 가공 식품 원료인 쌀의 물리화학적 품질 특성과 원료 성분과의 상관관계를 통한 품질 지표 제시 및 제품의 개선안 제시하였다.

다. 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 확립 및 품질 규격화를 위한 지침 제시

(1) 쌀가공 제품(동결건조식품)의 품질 지표 확립

3차년도 쌀 가공 제품 선발은 본 과제의 협동기관인 (주)대상과 협의 하여 동결건조 쌀죽을 대상으로 prototype의 동결쌀죽의 특징, 죽의 원료인 쌀의 품질 특성 등을 조사하여 품질 지표를 확립하였다.

① 재료 및 실험 설계

실험에 사용된 쌀은 2010년도산 쌀(신동진, 전북 김제)과 2010년도산 찹쌀(동진, 충남 부여)을 (주) 대상에서 제공받아 사용하였고, 팽화미는 제공받은 가공용 쌀(신동진, 전북 김제)을 팽화미 제조업체(강원도 영월 소재)에 의뢰하여 제조하였다. 각 시료는 분쇄기(DA-280G, Daesung, Seoul, Korea)를 사용하여 분쇄한 후 60 mesh를 통과시켜 사용하였다. 본 실험은 디자인 혼합물 디자인에 따라 설계하였고(Table 1), 실험 설계를 위하여 Minitab Statistical Software(Version 16, Minitab Inc. Pennsylvania, USA)을 사용하였다. 시판되고 있는 5종의 죽(O사의 야채죽, D사 야채죽, C사 햇반죽, E사 야채죽)을 조사한 결과 고형분 함량이 약 12%로 이중 쌀 함량은 약 9~12%, 찹쌀 0~5%로 조사되었다. 죽의 고형분 함량을 12%로 두고 독립 변수로 죽에 가장 영향을 줄 수 있는 팽화미 함량(A), 찹쌀 함량(B)과 쌀 함량(C)을 설정하였고, 반응변수로는 수분함량, 당도, 점도, 색도 및 관능적 품질 특성으로 하였다. 팽화미, 찹쌀, 쌀 함량의 최소 및 최대 범위는 시판되고 있는 죽의 고형분 함량과 배합비 함량을 고려하여 예비 실험을 거쳐 전체 고형분 함량에 대한 쌀 함량은 67~100%, 찹쌀 0~5%, 팽화미 0~30%로 정하였고, 혼합 비율은 Table 1과 같다. 모든 실험 순서(run)는 구획에 따른 오차를 없애기 위하여 무작위로 실행하였다. 죽 제조는 실험 설계에 의한 혼합물 12 g에 소금 0.2 g, 물 100 mL을 뚜껑이 있는 용기에 넣어 혼합한 후 95°C 향온 수조(HK-IV-3-SWV, 한국종합기기제작소, Hawsung, Korea)에서 교반하면서 제조하였다.

Table 1. Experimental design for rice gruel containing puffed rice

No.	Run	Pseudo component ¹⁾			Actual component(%)		
		A ²⁾	B	C	A	B	C
1	4	0.12	0.02	0.86	1.44	0.24	10.32
2	8	0.12	0.04	0.84	1.44	0.48	10.08
3	7	0.24	0.02	0.74	2.88	0.24	8.88
4	6	0.24	0.04	0.72	2.88	0.48	8.64
5	2	0.06	0.03	0.91	0.72	0.36	10.92
6	5	0.30	0.03	0.67	3.60	0.36	8.04
7	3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	12.0
8	9	0.18	0.05	0.77	2.16	0.60	9.24
9	11	0.18	0.00	0.82	2.16	0.00	9.84
10	1	0.18	0.01	0.81	2.16	0.12	9.72
11	10	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	12.0

② 쌀죽 원료의 이화학적 특성 분석

쌀, 찹쌀 및 팽화미의 수분, 조단백질, 조지방 및 수분함량과 식이섬유 함량은 TDF aasay kit(Megazyme international LTD, Wicklow, Ireland)를 사용하여 측정하였다(AOAC 1990a, AOAC 1990b). 탄수화물 함량은 100에서 수분, 회분, 단백질 및 식이 섬유를 제외한 값으로 하였고, 각 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차를 구하였다. 팽윤력은 시료 0.5 g에 증류수 30 mL를 가한 다음 60분간 반응시킨 후 3,000 rpm의 속도로 5분간 원심 분리한 후 침전물의 증가한 무게로부터 환산을 하였다(Fu *et al* 1998). 용해도는 시료 0.5 g에 증류수 30 mL를 가한 다음 팽윤력과 동일한 과정을 거친 후 상등액 중에 포함된 고형분 무게를 측정하여 계산하였다. 또 물 결합 능력은 시료 1 g에 증류수 5 mL를 잘 혼합하여 30분간 방치한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 침전물의 무게로부터 환산하였다. 쌀, 찹쌀 및 팽화미는 균질화 시킨 후 직경 5 cm, 높이 5 mm의 원형 플라스틱틀에 넣어 색도계(CE-310, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter value인 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 구하였다. 이때 사용한 표준 백색판은 각각 L=92.67, a=-0.83, b=0.86의 값을 가졌고, 측정값은 각각 3회 측정한 수치의 평균 값으로 하였다.

③ 쌀죽의 품질 특성 및 관능검사

조리된 죽의 수분 함량은 105℃ 방법(AOAC 1990c)으로 측정하였고, 가용성 고형분 함량은 디지털 당도계(PDX-1, Vee gee, WA, USA)로 측정하였으며, °Brix %로 표시하였다. 점도는 점도계(LVDV-II+, Brookfield Co., Middleboro, MA, USA)로 50 g을 취해 spindle No.4를 사용하여 3 rpm에서 측정하였고, 시료의 온도는 50℃를 유지하고 30초간 작동시켰다. 실험계획에 의해 제조된 쌀죽은 직경 5 cm, 높이 5 mm의 원형 플라스틱틀에 넣어 색도계(CE-410, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter value인 L(lightness), a(redness),

b(yellowness) 값을 구하였다(Hutching JS 1994). 이때 사용한 표준 백색판은 각각 L=92.67, a=-0.83, b=0.86이었고, 측정값은 각각 3회 측정한 수치의 평균값으로 하였다.

혼합실험 계획법에 따른 배합비로 제조된 죽의 관능 특성을 평가하기 위하여 관능검사 요원 25명을 선발하였고, 훈련이 끝난 패널원 12명을 선정하여 실시하였다. 제조된 죽을 색과 향이 없는 흰색 유리 용기에 약 25~30 g씩 넣고 뚜껑을 덮은 후 증류수와 함께 제공하였다. 이때 시료 온도는 약 40~45℃로 제공하였고, 시료의 편견을 없애기 위하여 무작위 세자리 숫자로 표기하여 한 점씩 제시하였다. 시료의 제시 순서는 무작위로 하여 위치 오류와 대조 효과에 의한 오차를 최소화하였다. 평가 특성 항목은 색(brown color), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 조식감(viscous) 및 후미(sticky)에 대하여 9점 척도법(1점=약하다, 5점=보통이다, 9점=강하다)으로 평가하였고, 전반적인 선호도(Overall acceptability)는 9점 척도법(1점=대단히 나쁘다, 5점=보통이다, 9점=대단히 좋다)로 평가하였다(Meilgaard *et al* 1991). 이때 조식감은 죽을 먹었을 때 처음 느껴지는 농후함(viscous)을 평가하였고, 후미는 입안에서의 끈적거림(sticky)을 평가하였다.

④ 혼합물 모델 및 최적화

본 실험에서 얻어진 각 항목의 통계적 유의성은 SPSS 18.0을 이용하여 Duncan의 다중 검증법(Duncan's multiple range test)를 실시하였고, 설정된 혼합물 디자인 속 독립변수간의 상호 작용을 알아보기 위해서 Minitab Statistical Software(Version 16, Minitab Inc. Pennsylvania, USA)을 이용해서 quadratic design model을 적용하였다(Lee, *et al.* 2008). Model과 coefficient 값들은 F-test와 lack of fit test로 그 유의성을 검증하였고, 각 모형에 따른 성분들의 반응은 response surface plot와 trace plot을 이용하여 분석하였다. 최적화는 유의성 있는 모델로 검증된 반응에 목표 범위를 설정하여 구하였다.

(2) 쌀가공 제품의 원료 선별 기준, 최적 제조 방법, 품질 규격화를 위한 지침 제시

협동기관인 (주) 대상의 쌀 가공제품은 주로 분말 제품으로 제품의 특성에 따라 품질 규격화를 위한 쌀원료의 선별 기준을 제시하였고, 최적 제조 방법은 업체의 know-how로 각 제품의 공정도와 개발된 제품의 컨셉을 고려한 품질 지표만 제시하였다.

3. 연구 결과 및 고찰

가. 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 영양, 기능성, 감각 과학적 품질 특성 탐색

(1) 개발 대상 제품 선별 및 원료의 영양학적, 기능성에 관한 문헌 조사

쌀 가공 제품 선별은 본 과제의 협동기관인 (주)대상과 협의하여 현재 판매되고 있는 쌀가공품 4종(스프, 카레, 된장, 고추장)을 선정하였고, 쌀에 관한 영양학적, 기능성에 관한 문헌 조

사는 인터넷, 보고서, 논문, 특히 등을 검색하여 조사하였다. 그 결과 쌀에 관한 기능성 연구는 품종, 유색미, 미강 등 특정 부분에 관한 연구가 대부분이고, 특히 밀가루와 비교하여 쌀은 연구한 것은 거의 없고 최근 밀가루 전분 및 쌀 전분에 관한 비교 연구가 발표되었다.

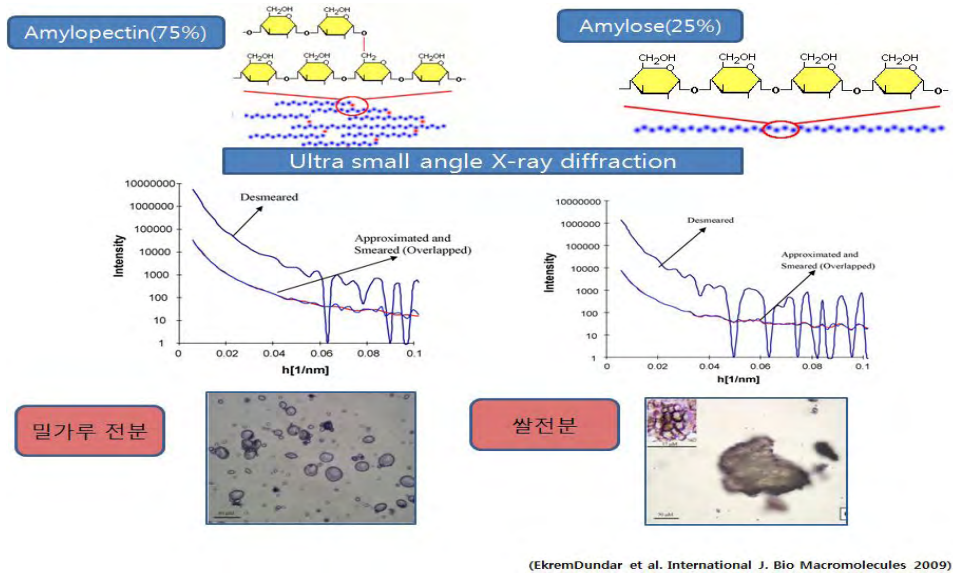


Fig.1. Structure comparison of wheat and rice starch (EkremDundar et al. International J. Bio Micro. 2009)

(2) 시판 쌀 가공 제품의 품질 특성 연구

본 과제의 참여기업인 (주) 대상과 협의하여 현재 시판되고 있거나 개발 중인 쌀 가공 제품을 선정한 후 배합비와 가공방법은 동일하게 하여 제조한 후 일반 성분 분석을 하였다(Table 1). 현재 (주) 대상에서 원료로 사용한 쌀가루와 밀가루를 비교한 결과 회분 함량의 경우 각각 0.31%, 0.68%, 조지방 0.52%, 1.83%, 조단백질 6.38%, 11.41%로 밀가루가 높았다. 이 원료로 제조한 쌀 스프, 쌀 카레, 쌀 된장과 고추장의 경우 원료로 사용한 쌀가루와 밀가루의 일반 성분 함량을 그대로 나타나 동일 배합비로 제조된 것을 확인할 수 있었다.

Table 2. Proximate composition of wheat flour replacement rice-processed products.

Sample	Proximate composition(%)				
	Moisture	Ash	Crude fat	Crude protein	TDF
Rice flour	12.90±0.25	0.31±0.03	0.52±0.01	6.38±0.04	0.80±0.00
Wheat flour	12.23±0.01	0.68±0.01	1.83±0.18	11.41±0.02	3.05±0.00
Rice soup	5.37±0.01	7.26±0.06	4.73±0.08	5.88±0.06	0.16±0.00
Wheat soup	4.49±0.11	7.96±0.31	5.61±0.16	7.29±0.01	0.98±0.00
Rice curry	6.84±0.03	8.12±0.03	19.22±0.02	10.11±0.08	4.76±0.00
Wheat curry	6.82±0.25	8.17±0.03	19.37±0.59	11.37±0.21	6.96±0.00
Rice doenjang	52.83±0.01	12.03±0.07	1.27±0.13	11.25±0.38	7.05±0.00
Wheat doenjang	52.89±0.09	12.15±0.04	1.48±0.14	12.30±0.40	7.04±0.00
Rice gochujang	36.55±0.26	7.69±0.01	0.12±0.01	4.36±0.03	10.03±0.00
Wheat gochujang	40.04±0.16	7.70±0.04	0.25±0.01	5.43±0.01	14.57±0.00

Fig 2는 원료로 사용한 쌀가루와 밀가루의 일반성분을 수분을 제외한 고형분 함량으로 환산한 결과이다. 현재 제품에 사용하고 있는 쌀가루의 전분 함량이 90.8%로 나타났다.

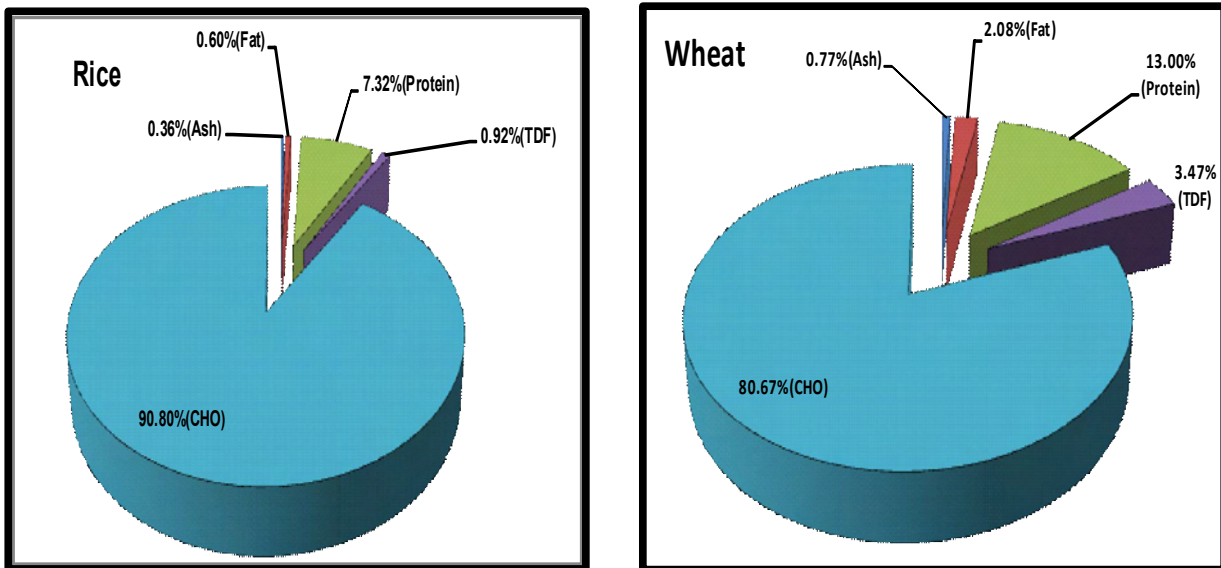


Fig. 2. Proximate composition of wheat flour replacement-rice processed products

Table 3은 밀 및 쌀 가공 제품의 일반 성분을 수분을 제외한 고형분 함량으로 일반성분을 환산한 결과이다. 쌀가공 제품이 밀가루 제품에 비하여 상대적으로 전분함량이 많은 것을 확인할 수 있었다.

Table 3. Proximate composition of rice flour and wheat flour replacement rice -processed products (dry base).

Sample	Proximate composition (dry base, %)				
	Ash	Crude fat	Crude protein	TDF	CHO
Rice flour	0.36	0.60	7.32	0.92	90.80
Wheat flour	0.77	2.08	13.00	3.47	80.67
Rice soup	7.67	5.00	6.21	0.17	80.95
Wheat soup	8.33	5.87	7.63	1.03	77.13
Rice curry	8.72	20.63	10.85	5.11	54.69
Wheat curry	8.77	20.79	12.20	7.47	50.77
Rice doenjang	25.50	2.69	23.85	14.95	33.01
Wheat doenjang	25.79	3.14	26.11	14.94	30.01
Rice gochujang	12.12	0.19	6.87	15.81	65.01
Wheat gochujang	12.84	0.42	9.06	24.30	53.39

Table 4는 쌀 가공 제품과 밀 가공제품의 색도와 pH를 측정된 결과이다. 밝기를 나타내는 L값의 경우 밀가루는 88.30, 쌀가루는 93.03으로 쌀가루가 높았고 황색을 나타내는 b값의 경우 쌀가루는 2.66, 밀가루는 7.84로 밀가루가 더 노란색을 나타내었다. 두 원료의 색도 차이를 나타내는 ΔE값의 경우 1.97을 나타내어 원료의 색차이가 있었고, pH의 경우는 각각 6.15와 6.20으로 큰 차이가 없었다. 한편 이를 이용하여 제조한 쌀 스프는 쌀가루와 밀가루 색의 차이가 제품에 그대로 이전되어 두가지 제품의 ΔE 값이 3.69로 육안으로 차이를 느낄 수 있었으나, 카레, 된장, 고추장의 경우 각각 0.79, 0.74, 0.82로 제품간 차이가 거의 없었고, pH의 경우도 차이가 없었다. Fig. 3은 각 제품을 사진으로 현상한 것으로 육안을 통해 시료의 차이가 있는 것과 없는 것을 확인할 수 있었다.

Table 5는 원료 쌀가루와 밀가루의 토크페놀 함량을 측정된 결과로 본 연구에 사용한 쌀가루의 경우 알파 토크페놀이 0.21mg/kg, 감마토크페놀은 0.93mg/kg으로 소량 함유하고 있었다. 또 아미노태 질소 함량이 쌀에 0.85%를 보였다(Fig. 4). 쌀 스프는 1.30%, 밀 스프는 1.16%로 차이가 없었고, 쌀 카레와 밀카레의 경우도 2.83%, 2.88%로 차이가 없었다. 그러나 된장과 고추장의 경우는 밀가루 가공 제품이 각각 2.65%, 2.17%로 약간 쌀제품보다 높게 나타났다.

Table 6은 쌀 가공 제품의 기능성 성분인 폴리페놀함량, 아질산 소거능 및 전자 공여능 등을 시험한 결과이다. 물 추출과 에탄올 100%로 추출한 성분의 총 폴리페놀 함량은 쌀가루와 밀가루는 물추출물보다 에탄올 추출물에서의 함량이 높게 나타났으나, 스프, 카레, 된장과 고추장의 경우는 물 추출물이 더 높았는데, 이는 원료 차이에 의한 것으로 여겨진다. 아질산 소거능의 경우, 원료 쌀가루와 밀가루의 경우 물 추출물보다 에탄올 추출물이 더 높은 반면 가공 제품은 물 추출물이 더 높은 값을 보였다. 또 전자 공여능은 쌀가루는 물추출물이 밀가루는 에탄올 추출물이 더 높았다. 즉 원료 기능성 성분보다 각 가공 제품에 첨가되는 재료에 따라 기능성 성분에 차이가 있는 것을 확인하였다.

Table4. Color and pH of rice flour and wheat flour replacement rice-processed products

Sample	Color value			ΔE	pH
	L	a	b		
Rice flour	93.08	0.16	2.66	—	6.15
Wheat flour	88.30	-0.29	7.84	7.06	6.20
Rice soup	83.56	-1.15	13.88	—	6.23
Wheat soup	80.97	-1.22	16.49	6.67	6.19
Rice curry	56.70	5.39	24.39	—	5.77
Wheat curry	56.07	5.56	23.94	0.79	5.79
Rice doenjang	37.90	4.61	12.92	—	5.73
Wheat doenjang	37.24	4.94	12.83	0.74	5.76
Rice gochujang	22.62	10.58	5.39	—	4.85
Wheat gochujang	22.22	9.90	5.16	0.82	4.85

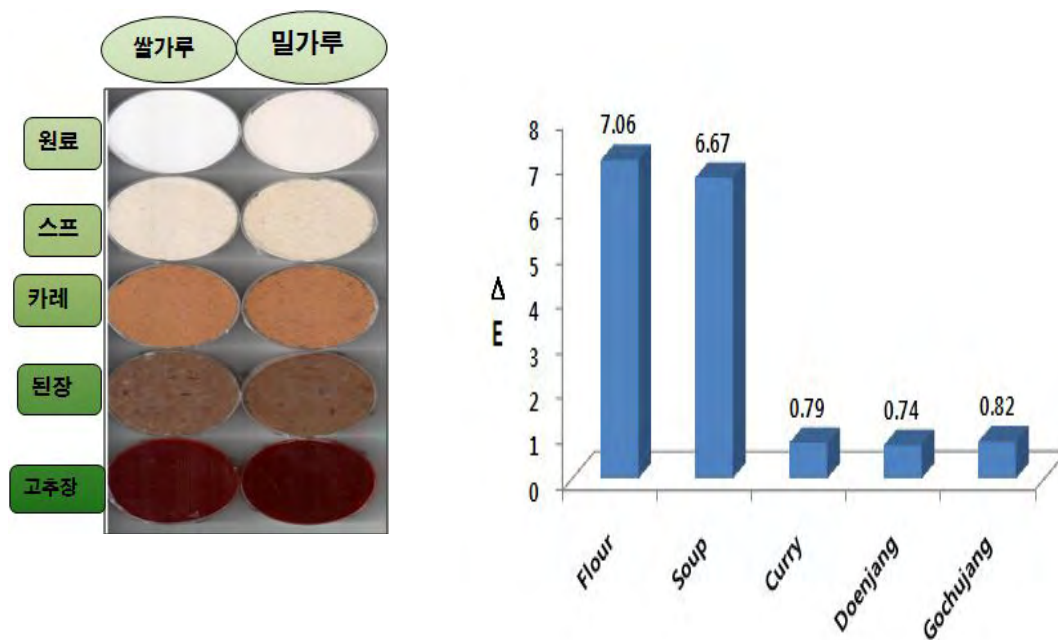


Fig.3. Picture and ΔE value of wheat flour replacement rice-processed products.

Table5. Tocopherol content of rice flour and wheat flour.

항 목	분석결과		unit
	Rice flour	Wheat flour	
alpha-Tocopherol	0.21	5.24	mg/kg
gamma-Tocopherol	0.93	3.10	mg/kg
delta-Tocopherol	0.00	0.00	mg/kg

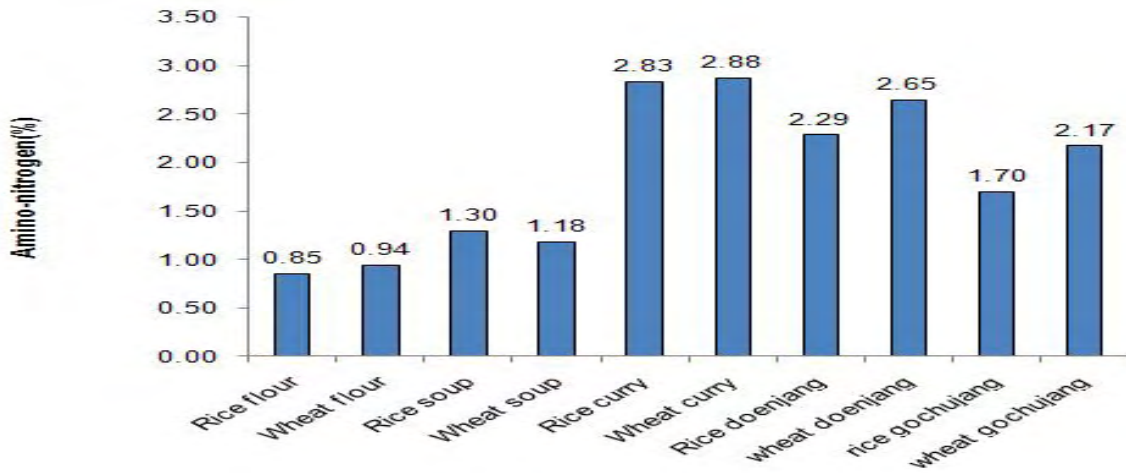


Fig.4. Aminonitrogen contents of processed product

Table 6. Water and ethanol extract antioxidative activities of processed product

sample	SOD-like(%)		Nitrogen scavenge activity(%)		EDA(%)		Total polyphenol (ug/mg)	
	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Water	Ethanol	Water	Ethanol
Rice flour	—	—	17.10	11.29	4.63	2.08	3	12.1
Wheat flour	—	—	20.57	19.17	6.87	7.30	7.8	15.8
Rice soup	—	—	57.98	53.60	—	8.98	25.5	9.6
Wheat soup	—	—	60.79	54.96	—	10.85	26.7	9.8
Rice curry	—	—	35.84	21.60	15.00	49.30	33.3	25.7
Wheat curry	—	—	41.01	26.19	22.78	52.60	39.7	27.2
Rice doenjang	56.84	—	39.73	25.02	17.01	17.10	21.5	11
Wheat doenjang	53.97	—	43.84	29.43	20.70	19.09	24.1	14.1
Rice gochujang	13.87	—	31.85	16.60	18.91	19.70	31.2	25.3
Wheat gochujang	10.55	—	36.29	29.06	21.50	23.69	37	37

Fig. 5는 물 또는 100% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량으로 물추출물의 경우 카레가 33.3-39.7ug/mg으로 가장 높은 함량을 보였고, 다음으로 고추장이 31.2-37.0ug/mg, 스프가 25.5-26.7ug/mg, 된장이 21.5-24.1ug/mg의 순으로 나타났다. 에탄올 추출물은 물추출물과 동일하게 카레가 25.7-27.2ug/mg, 고추장이 25.3-37.0ug/mg이었고, 스프와 고추장은 물추출물에 비하여 낮은 9.6-14.1ug/mg을 함유하였다.

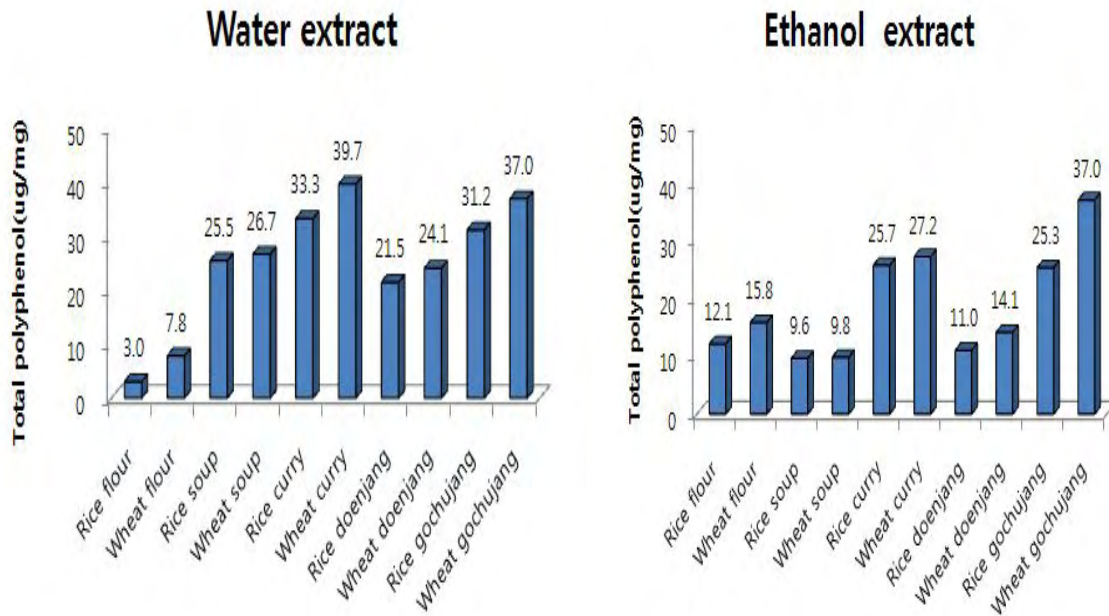


Fig.5. Total polyphenol contents of processed products

SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemical에 속하며 superoxide의 반응성을 억제하여 산화적 장애를 방어할 수 있다고 보고된 물질이다. Fig. 6은 SOD 유사 활성을 조사한 결과로 에탄올 추출물에는 검출되지 않았고, 물추출물의 고추장과 된장에서 나타났는데, 특히 쌀 된장과 쌀고추장이 밀된장과 고추장보다 약간 높은 SOD 유사 활성능을 보였다.

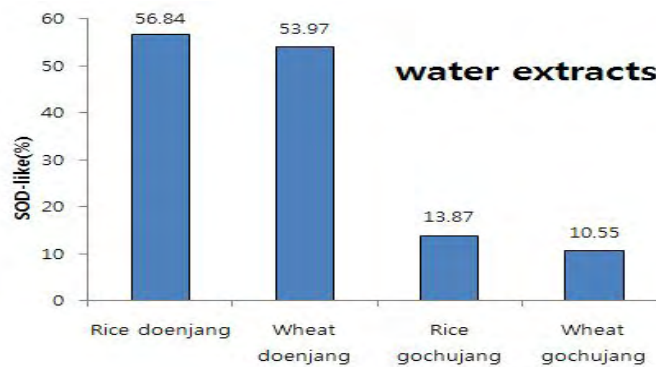


Fig.6. SOD-like activity of processed products

질산염을 많이 함유한 식품을 다량 섭취하게 되면 식품속의 아민류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하고 혈액 중 hemoglobin이 산화되어 methemoglobin을 형성하여 methemoglobin 중독증상이 발병된다고 알려져 있다. 이러한 아질산염을 소거하여 그에 동반되는 질병을 억제할 수 있는 연구가 이루어지고 있다. Fig. 7은 가공품들의 아질산염 소거능을 조사한 결과로 물과 에탄올 추출물 모두 밀과 쌀 원료에 약 11.3-20.6%의 아질산 소거능을 가

지고 있고, 특히 스프의 원료에서 높은 아질산 소거능을 나타내어 물과 에탄올 추출물 모두 53.6-60.8%의 높은 소거능을 나타내었다. 이는 비교 물질로 사용되는 ascorbate 0.1%의 경우 98.2%의 소거능과 비교하여 약 2/3 정도의 수준을 나타내었다.

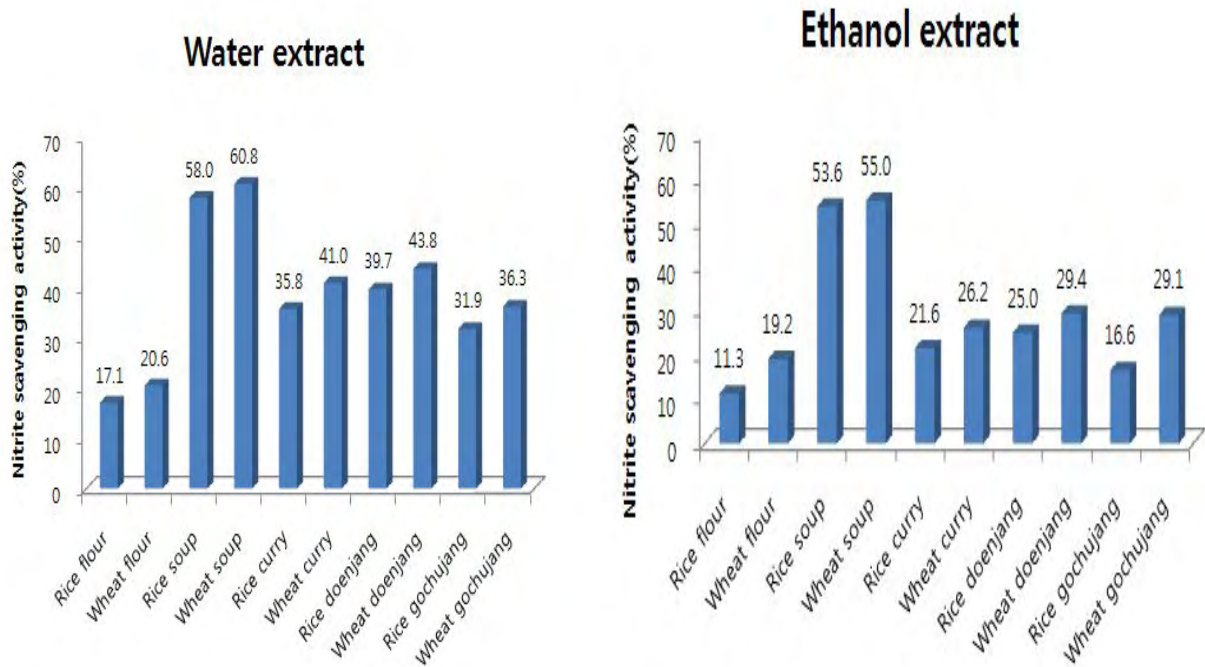


Fig. 7. Nitrite scavenging activity of processed products

전자공여능은 시료의 flavonoids 및 폴리페놀 물질 등에 대한 항산화 작용의 지표로 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 커서 높은 항산화 활성 및 활성 산소에 대한 소거 활성을 기대할 수 있다. Fig. 8은 전자공여능을 조사한 결과로 카레 에탄올 추출물이 가장 높은 49.3-52.6%의 활성을 나타내었다.

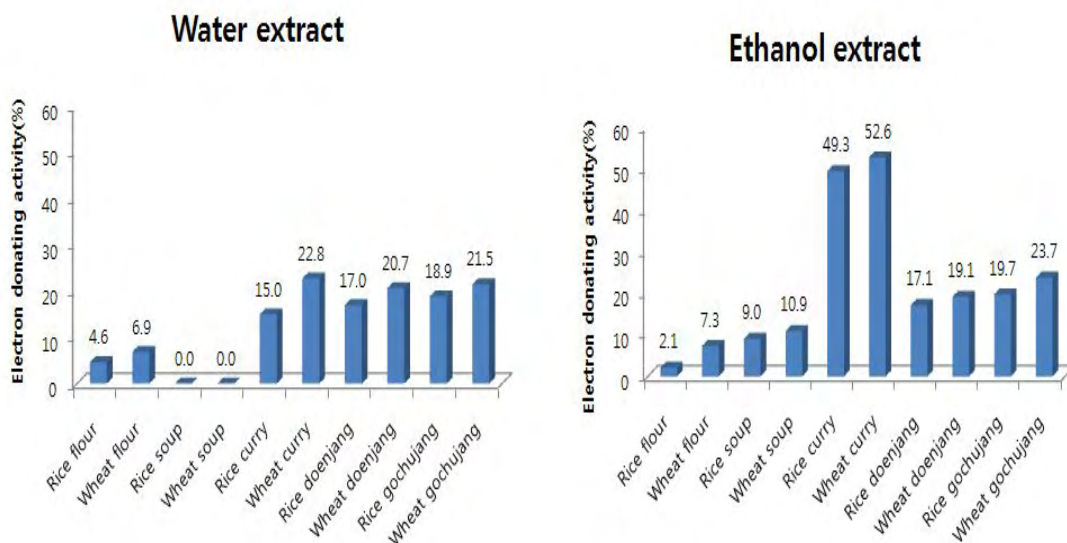


Fig. 8.

Nitrite scavenging activity of processed products

Fig. 9는 가공 제품의 전당과 환원당을 측정된 결과로 전당의 경우 쌀가루나 가공 제품보다 밀가루 또는 밀가공 제품이 높은 함량을 나타내었다. 쌀 원료의 전당함량은 2.55mg/ml, 밀가루는 3.10 mg/ml였는데, 이는 페놀 가수분해에 의해 잘라진 당당류를 정량하는 방법으로 전분함량이 많은 쌀에 비하여 밀가루가 높은 것은 전분 특성이 달라 이 방법에 의해 분해되지 않는 것으로 여겨진다. 스프는 각각 5.12mg/ml, 5.17mg/ml로 거의 비슷한 함량을 나타낸 반면 고추장의 경우는 쌀고추장은 6.73mg/ml, 밀고추장은 11.79mg/ml로 전당함량이 높았는데, 이는 가공제품의 원료에 따른 당화정도에 의한 것으로 여겨진다. 반면에 환원당의 경우는 시료군 간에 큰 차이가 없었다. Fig. 10은 각 시료의 총아미노산 함량을 측정된 결과로 쌀아미노산은 5,557mg/100g, 밀 아미노산은 9,187mg/100g, 가장 많은 함량을 가지고 있는 가공품은 밀 된장으로 11,823mg/100g이었고, 가장 낮은 함량을 가지는 가공품은 쌀고추장이었다. Fig. 11은 원료 쌀과 밀의 아미노산 함량과 비율을 비교한 결과이다. 아미노산 함량이 쌀보다 밀이 약 두배 정도 많은데도 불구하고 개별 아미노산중 aspartic acid, alanine, arginine이 밀 아미노산보다 높은 함량을 보였다. 또 구성아미노산의 비율을 비교하면 밀가루에는 glutamic acid가 약 40%를 차지하고 있는 반면 쌀은 약 20%였고, aspartic, threonine, serine, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, lucine, phenylalanine, lysine, histidine, arginine 대부분의 개별 아미노산의 구성 비율이 높게 나타났다. 즉 비교적 총 아미노산 함량은 적으나 구성 아미노산 비율은 비교적 균형되게 분포되어 있음을 알 수 있었다.

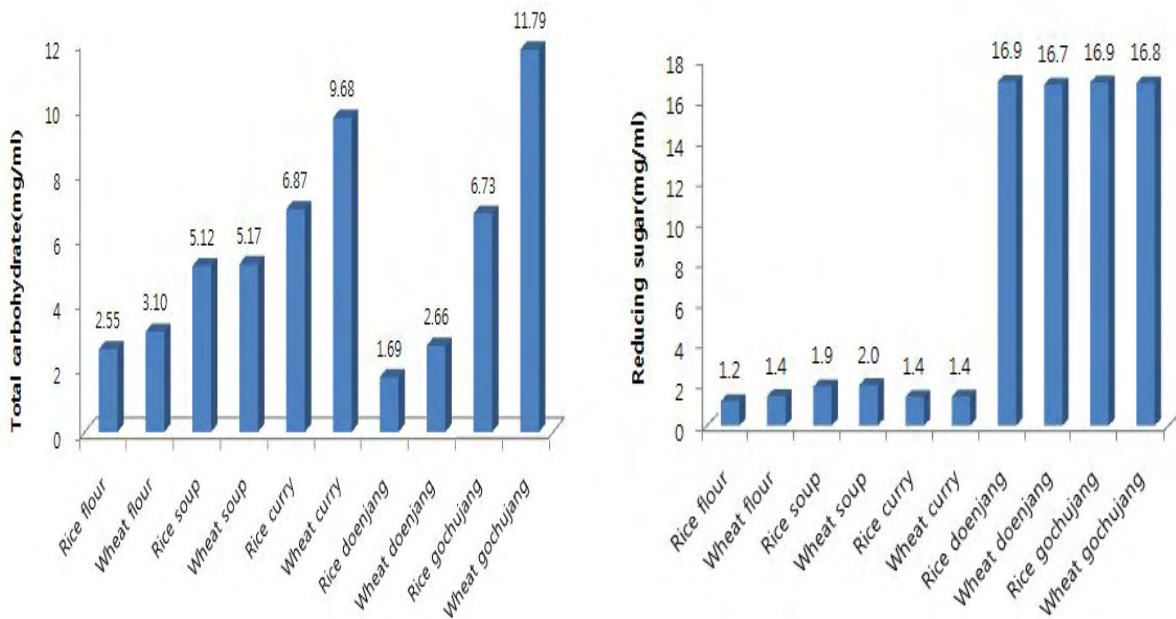


Fig.9. Total carbohydrate and reducing sugar content of processed products

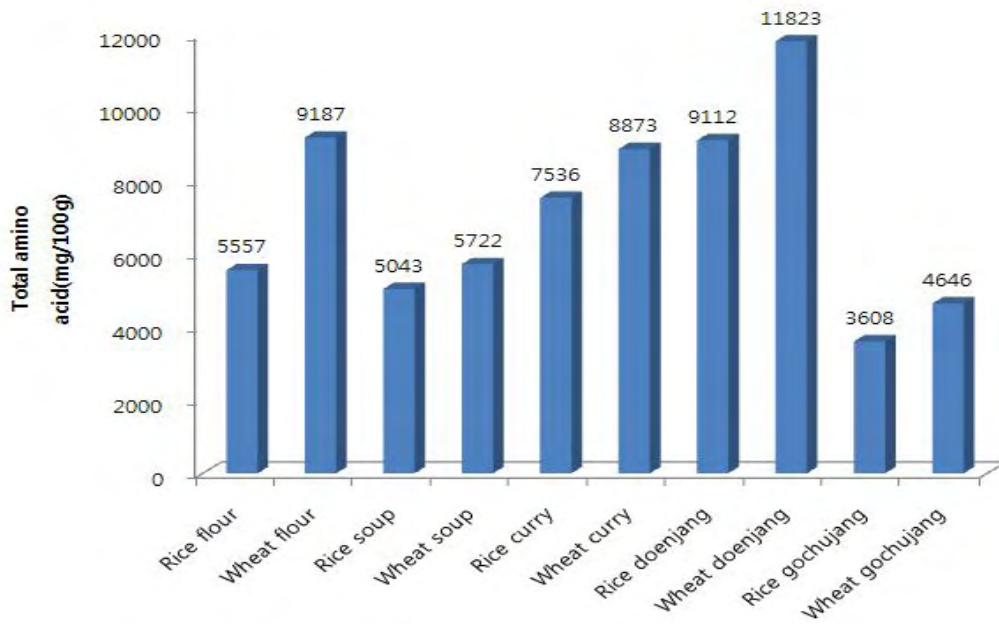


Fig.10.Totalaminoacidcontentofprocessedproducts

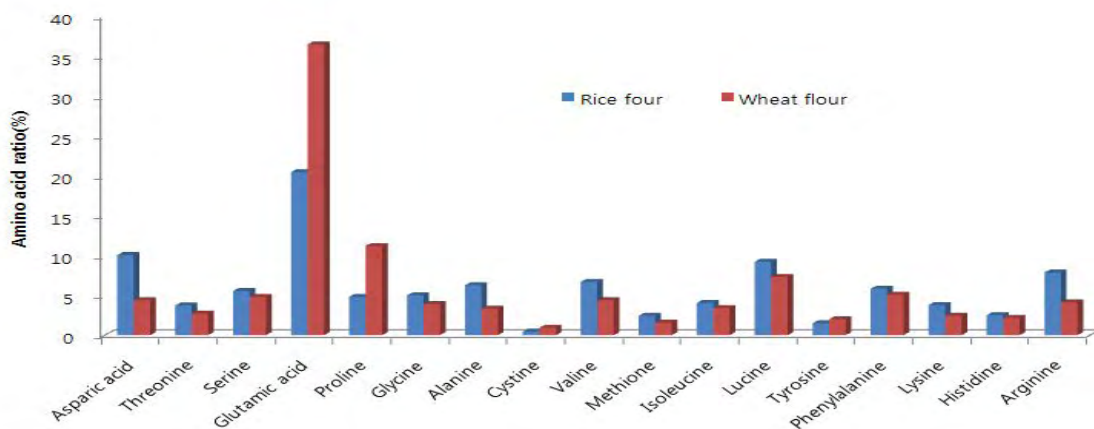
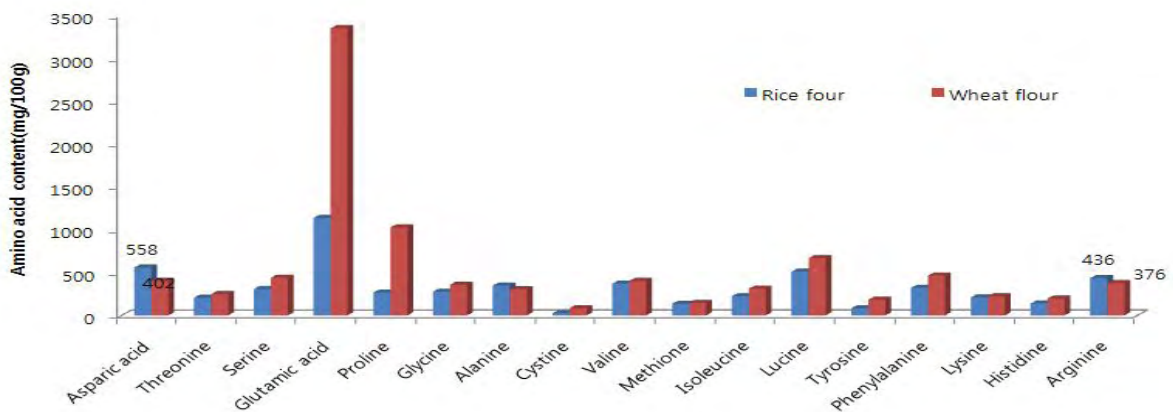


Fig.11.Aminoacidcontentandratioofriceprocessedproducts

Fig 12는 각 쌀 가공품의 아미노산 함량을 비교 분석한 결과이다. 쌀 스프의 경우 쌀 단백질은 밀단백질보다 낮은 함유량을 가지고 있지만, 쌀 아미노산에 상대적으로 많이 함유하는 aspartic acid, glycine, alanine, valine, lysine 및 arginine 함량이 높았다. 카레의 경우 제품의 특성상 glycine이 높은 함유량을 보였으며, 고추장은 aspartic acid 함량이 약간 높은 반면 된장은 콩을 주재료로 이용하기 때문에 다른 가공제품에 비하여 단백질 함량이 높게 나타났다.

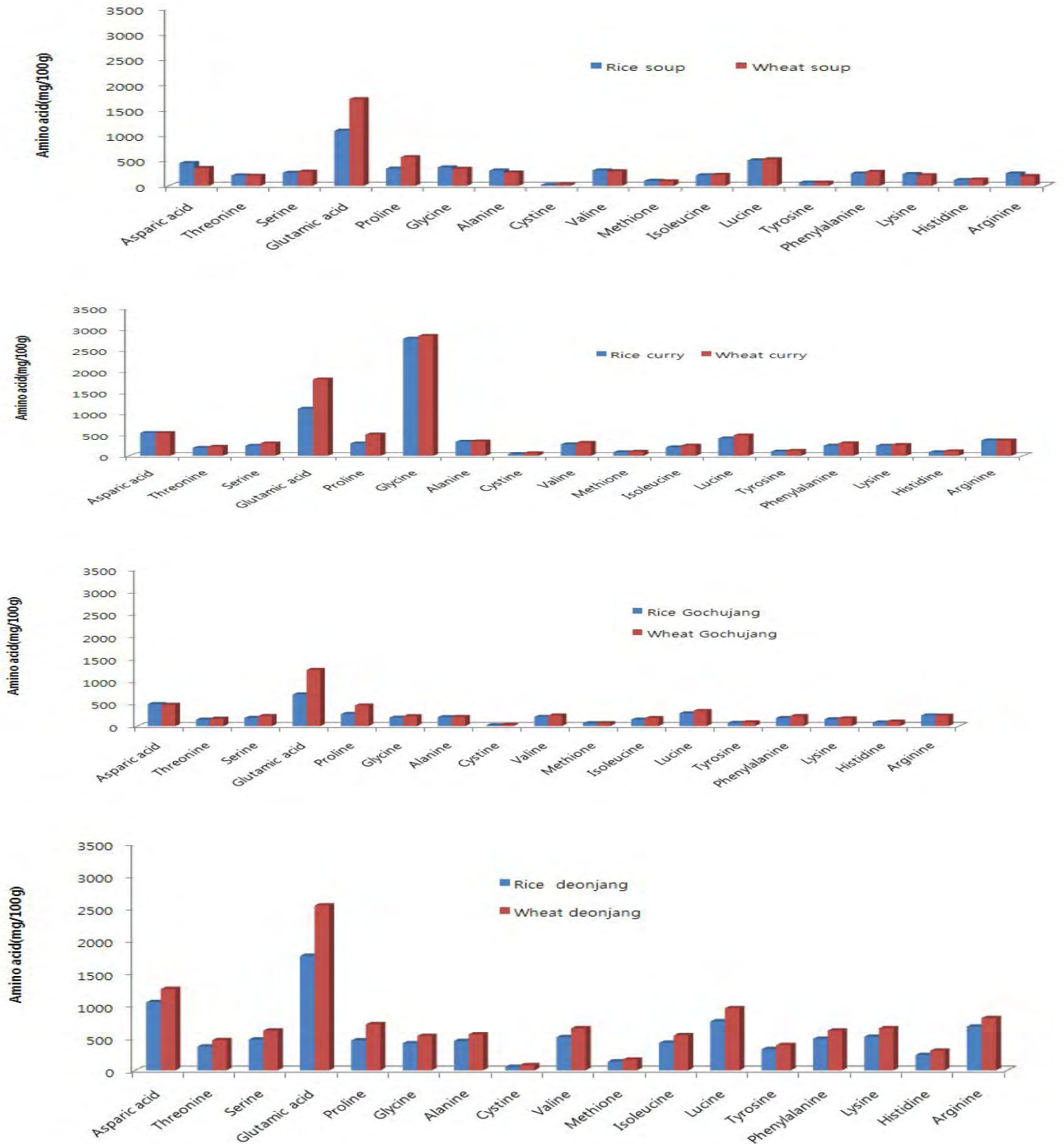


Fig.12. Amino acid content of rice processed products

유리당 함량을 분석을 한 결과(Table 7) 밀가루가 쌀가루보다 높은 함유량을 보였고, 가공 제품의 경우 제품에 따라 차이가 있었는데, 전분 특성, 가공 방법 등에 따라 차이가 있는 것으

로 여겨진다. Fig. 13은 원료 밀가루와 쌀가루의 호화 특성을 조사한 결과로 전분 함량이 상대적으로 많은 쌀가루가 높은 점도를 나타내었고, 가공식품의 경우도 흐름성에서 쌀 첨가 제품이 더 농후하게 나타나 제품 개발시 고려해야 할 사항으로 여겨졌다.

Table 7. Sugar content of rice processed products

Sample	Maltose (%, area)	Unknown (11.46)	Glucose (%,area)	Unknown (13.92)	Fructose (%, area)	Total	
Rice flour	0.0042(10299)	-	0.0054(24513)	-	-	0.01	34812
Wheat flour	3.95(49083386)	-	2.70(3447166)	216098	0.15(21894)	2.85	8790590
Rice soup	1.72(1999891)	-	0.62(805498)	-	0.62(41968)	2.96	3217357
Wheat soup	1.33(1548423)	212900	5.07(6442733)	379962	0.39(517055)	6.79	9101072
Rice curry	2.51(2913538)	-	12.14(15417284)	344877	0.85(1083536)	15.50	19759234
Wheat curry	0.16(11175)	-	0.01(26773)	-	0.00(3168)	0.16	41115
Rice doenjang	3.96(4956632)	-	2.88(3694224)	211474	0.11(167461)	6.95	9029790
Wheat doenjang	1.89(2198818)	-	0.79(1019217)	-	0.33(437986)	3.00	3656020
Rice gochujang	1.35(1584906)	231002	5.33(6819451)	265085	0.41(544578)	7.09	9445020
Wheat gochujang	2.58(3013026)	-	12.58 (16091002)	371118	0.86(1104338)	16.02	20579483

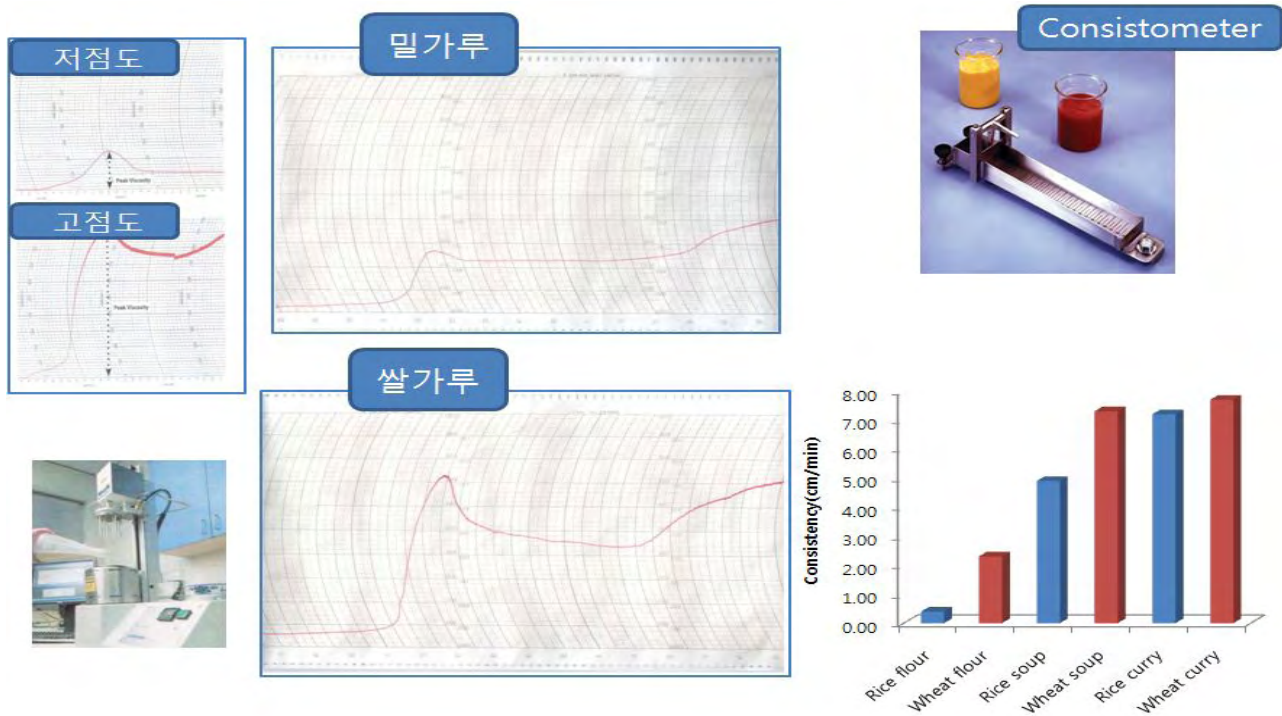


Fig. 13. Amylogram of flour samples and consistency of rice processed products

본 FGI에 의한 쌀가공 제품 평가는 쌀이 첨가된 가공 식품에 대한 품질 특성을 조사한 후 쌀가공 제품의 품질 기준 마련을 위한 기초 자료로 활용되기 위해 수행되었다. 원료로 사용하는 쌀가루와 밀가루 이를 이용하여 제조한 가공 제품을 평가하였다.

조사 방법은 Fig. 15와 같이 20-30대 한국식품연구원에 근무하고 있는 8명의 패널원을 이용하여 실시하였고, 한 품목당 1시간에서 1시간 30분간 진행하여 제품의 품질 특성과 선호도를 평가하였다. 조사 방법은 조리가 필요한 식품은 조리전과 조리후로 나누어 진행하였고, 조리 방법은 대상에서 제공한 방법대로 제조하여 수행하였다.

본 조사는 쌀을 첨가한 가공 식품에 대한 품질 특성을 조사하기 위함.

밀가루가 쌀로 대체된 가공 제품의 특성 평가를 통해 쌀 가공 제품의 품질 평가 기준 마련을 위한 기초 자료로 활용하기 위해 기획되었음



Fig. 14. Plan of focus group interview for rice processed products.

○ 카레

- 조리전 가루

쌀이 첨가된 카레가루의 외관은 약간 붉은 기가 도는 노란색이며, 입자가 고와보이고, 약간 수분기가 있어 보이며, 덩어리가 크게 있다고 하였다, 밀카레가루의 외관은 약간 짙은 노란색이며, 갈색 빛을 가진 입자가 덩어리져있다고 평가하였고, 외관의 선호도는 두 시료의 차이가 없었다. 향미의 경우 쌀카레가루의 향미는 카레향이 밀가루 카레보다 강하며, 강황 냄새가 나고, 조미료 냄새가 나며 다양한 향신료의 냄새가 섞여있다. 짠 냄새, 단 냄새, 후추냄새, 매운 냄새가 난다고 평가하였다. 밀카레가루의 향미는 쌀가루 카레와 냄새 차이가 없다고 하였다. 이외에 조직감은 쌀카레가루는 부드럽고 촉촉하지만 입자는 고르지 않다고 하였고, 밀카레가루는 거칠고 수분이 없으며, 딱딱한 알갱이가 씹힌다고 하였다. 손으로 만져 보거나 입안에서의 조직감은 쌀카레가 밀카레보다 선호도가 좋았다.

- 조리후 카레

외관의 경우 쌀카레는 갈색이며, 후추입자가 보이고 갈색 알갱이가 드문드문 보이고, 윤기가 난다고 하였다. 반면 밀카레의 경우는 쌀카레보다 짙은 갈색이며, 더 묽어서 흐름성이 있고, 후추입자가 보인다고 하였으며, 외관의 선호도는 윤기가 있는 쌀카레를 선호하였다. 쌀카레의 향미는 고기냄새, 단내, 매운 냄새, 사과냄새, 향신료 냄새, 그리고 후추냄새가 난다고 표현하였으며, 밀카레보다 익숙하고 덜 자극적인 냄새라고 하였다. 또 밀카레 향미는 고기냄새, 고수냄새, 매운냄새, 쌀풀 냄새, 후추냄새, 그리고 크림스프 냄새가 난다고 하였으며, 향신료 냄새가 많이 난다고 표현하였다. 선호도의 경우 익숙한 냄새를 가진 쌀카레를 더 높게 평가하였다. 맛의 경우 쌀카레는 단맛, 매운맛, 부드러운 맛(크림스프 맛), 쓴맛, 조미료 맛, 짠맛, 후추맛이 나타났으며 꽤널들은 먼지맛, 탄맛이 난다고 평가한 반면 밀카레는 매운맛, 부드러운 맛(크림스프 맛), 쓴맛, 짠맛, 후추 맛이 나타난다고 하였으며, 뚝은맛과 박하의 맛이 나타난다고 하였다. 맛의 선호도의 경우도 익숙하고 부드러운 맛이 높은 쌀카레를 선호하였다. 한편 조직감 및 후미는 쌀카레는 점도가 강하고 부드러우며, 약간 입자가 남는다고 하였다. 후미는 부드럽지만, 알갱이가 남아서 텁텁하다고 하였고, 밀카레는 부드럽지만, 후추가 남고 후추의 화한 맛이 느껴지며 뚝은 맛이 난다고 하였다. 후미는 매운맛이 남는다고 하였다. 조직감 및 후미는 쌀카레를 선호하였다. 전반적으로* 외관, 향미, 맛, 조직감 및 후미의 전체적인 조화는 부드러우며 익숙한 맛이라고 표현한 쌀카레의 선호도가 높게 나타났다. 밀카레는 익숙하지 않은 향신료 냄새가 강하여 약간은 거부감이 있다고 표현하였다.

카레(조리전)

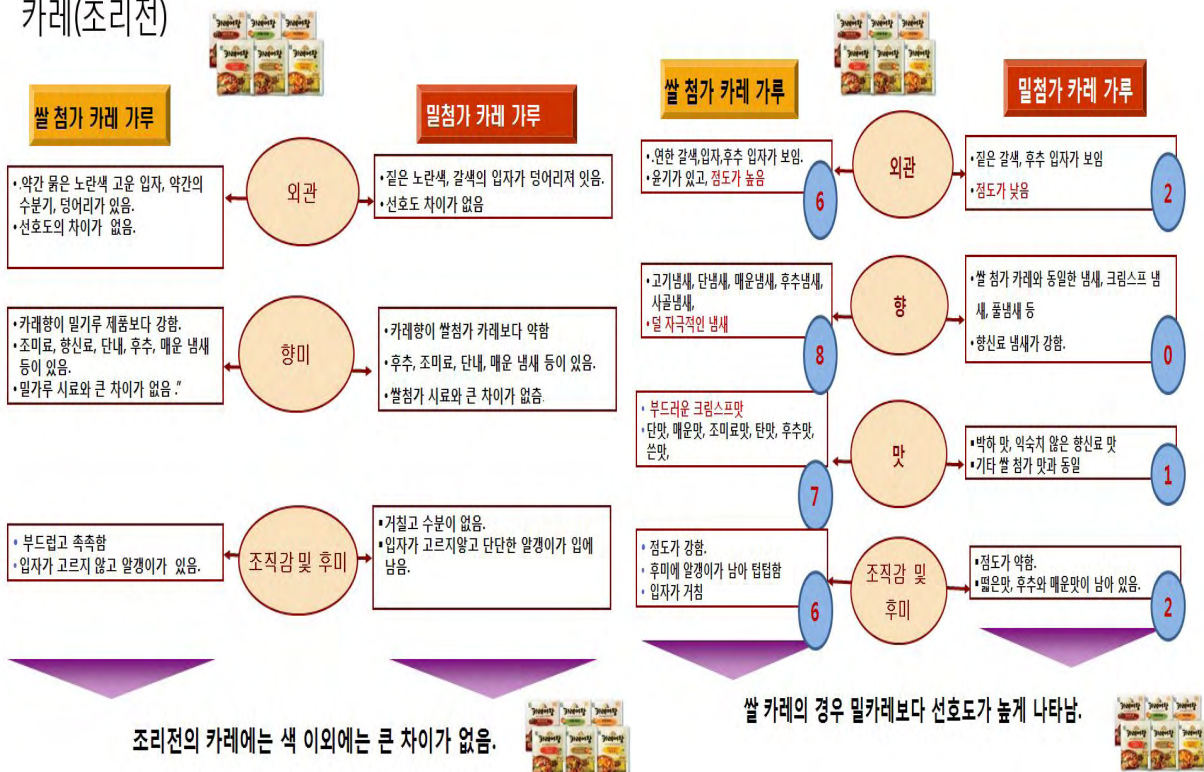


Fig. 15. Evaluation of rice curry products by focus group interview

○스프

-조리전 스프 가루

외관의 경우는 쌀스프는 아주 흐린(엷은) 노란색이며, 입자가 고와보이고, 초록색 가루가 드문드문 보인다고 한 반면 밀스프가루의 외관은 노란색이며, 드문드문 갈색입자가 보이고 우리가 먹던 보통 스프의 외관이라고 평가하였으며, 선호도는 밀스프가루가 높았다. 향미의 경우 쌀스프가루는 분유(우유) 냄새가 나며, 프림냄새, 바닐라향, 조미료냄새, 짠냄새, 단냄새가 나고, 크림 냄새가 다른 냄새에 비해 강하다고 하였다. 반면에 밀스프가루는 건조야채냄새, 후추냄새(약간 매콤한), 짠내, 바닐라향, 단내, 조미료 냄새가 강하다고 하였다. 쌀스프가루보다 냄새가 진하다고 평가하였으며, 향미의 선호도는 밀스프가루가 높았다. 한편 조직감의 경우 쌀스프가루가 밀스프가루 보다 입자가 부드럽다고 평가하였으며, 부드러운 쌀스프가루가 더 높은 선호도를 나타냈다.

-조리후 스프

외관의 경우 쌀스프는 연한 노란색이며, 초록색 입자(파)가 보이고, 약간 뿌옇고 탁한 느낌이 나고, 균질해 보이지 않으며, 스프를 흔들었을 때 멍치는 느낌이 있다. 밀스프의 경우는 진한 노랑색이며, 파가 보인다고 하였다. 스프가 맑고 탁하지 않으며, 윤기가 있고, 분산이 잘되어 보통 스프처럼 흘러내린다고 하였다. 또 향미의 경우 쌀스프는 유제품냄새(분유냄새), 곡식냄새(울무차, 보리차), 단냄새, 바닐라향이 나며, 아주 약한 양파 냄새와 약간 느끼한 냄새가 난다고 하였다. 밀스프의 향미는 고소한 냄새, 치즈냄새, 후추냄새, 짠내, 단내, 양파냄새, 조미료냄새가 난다고 하였고, 선호도는 밀스프를 높게 평가하였다. 맛의 경우 쌀스프는 크림맛, 곡식맛, 후추맛(향신료맛), 구수한맛, 사골분말맛, 단맛, 이유식 맛이 나며, 느끼하고 기름지며, 깊은 맛이 부족하여 싱거운 맛이라고 표현하였고, 밀스프는 짠맛, 매운맛(후추의), 양파맛, 건조야채맛, 스프가 더 진하고 풍부한 맛이 나고, 맛의 선호도도 냄새와 마찬가지로 밀스프를 더 선호하여 밀스프에 익숙한 소비자에게는 쌀 스프맛을 다른 재료와 제조 방법으로 고려해서 개선해야 하는 것으로 평가되었다. 한편 조직감과 후미의 경우 쌀스프는 부드럽고 균질하지만, 후미는 짠맛과 단맛이 남고, 약간 느끼하고 텁텁함이 남는다고 하였다. 반면에 밀스프는 부드럽지만, 균질하지 않고 후미는 단맛과 고소한 맛, 그리고 후추의 매운맛이 남는다고 하였다. 조직감은 쌀 스프를 선호하였고, 후미는 밀스프를 선호하였다. 전반적으로 스프의 전체적인 선호도의 경우 깊고 풍부한 맛이 난다고 표현한 밀 스프가 더 좋았고, 쌀스프는 아기들이 이유식 등으로 먹을 수 있는 부드러운 맛이라고 표현하였다. 패넬들은 둘을 비교했을 때 맛의 차이가 확실히 느껴진다고 하였다.

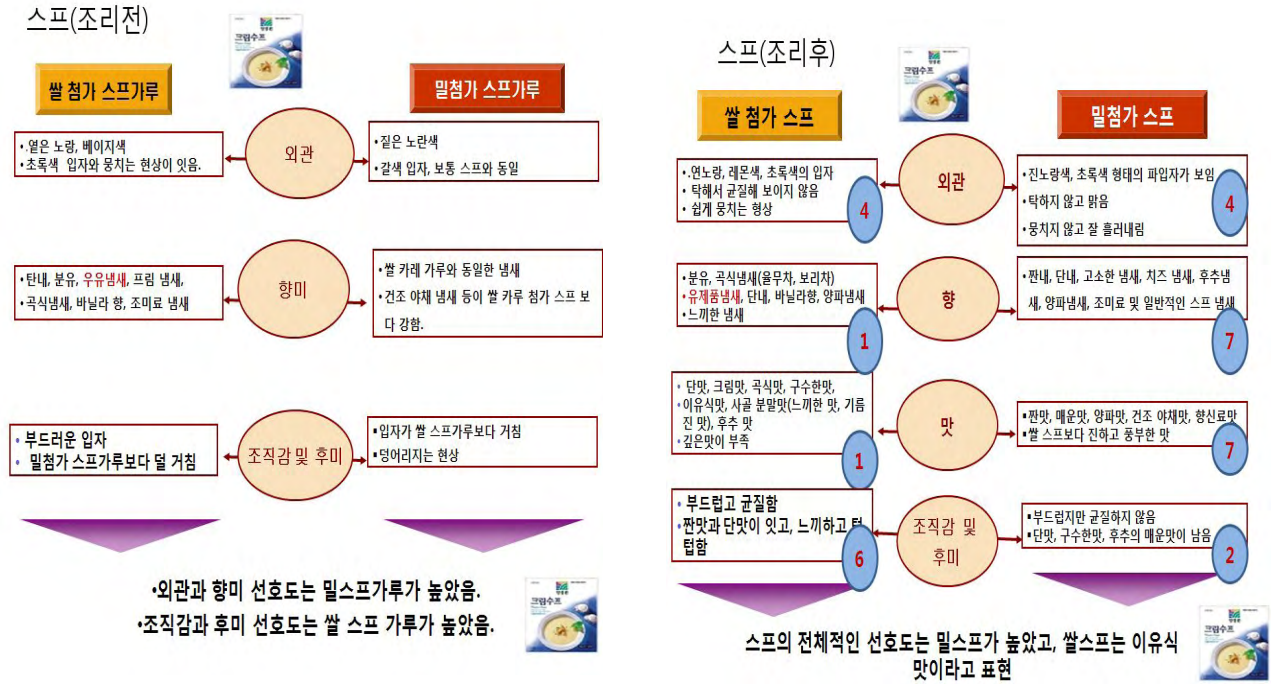


Fig. 16. Evaluation of rice soup products by focus group interview

○된장

쌀된장의 외관은 옅은 갈색이며, 콩껍질, 콩알, 드문드문 하얀 입자가 보이고, 입자가 크고 불균일하며, 윤기가 있어 촉촉하다고 평가 하였다. 된장의 경우는 쌀된장보다 약간 더 진한 갈색이며, 드문드문 갈색이 보이고, 입자가 균일해 보이며, 약간 질어서 멍쳐진다고 표현하였으며, 선호도는 햇된장 느낌이 나는 쌀된장을 높게 평가하였다. 향미의 경우 쌀된장은 탄내, 짠내, 구수한내, 진간장내, 신내, 콩냄새, 발효취, 알코올냄새, 조미료 냄새가 난다고 하였다. 밀된장의 향미는 탄내, 짠내, 간장냄새, 고소한 냄새, 구수한 냄새, 카라멜 냄새, 조미료 냄새, 묵은냄새(오래된 된장), 알코올냄새(막걸리 쉼내), 가쓰오부시 냄새가 난다고 평가하였으며, 선호도는 쌀된장이 더 좋았다. 맛의 경우 쌀된장은 짭맛, 쓴맛, 구수한 맛, 고소한맛, 간장맛, 특 쏘는 맛이 나고, 단맛과 느끼한 맛이 강하다고 표현하였고, 밀된장은 짭맛, 단맛, 신맛, 구수한 맛, 조미료맛, 간장맛이 나고, 쓴맛이 강하다고 하였다. 조직감 및 후미의 경우 쌀된장은 전체적으로 부드러우나 콩껍질이 입에 많이 남고, 입자가 느껴진다고 하였다. 후미는 고소한맛, 짭맛, 단맛, 느끼한 맛이 나며 전체적으로 텅텅함이 많이 남는다고 하였다. 밀된장의 조직감은 매우 부드럽지만, 약간 질고, 끝에는 콩껍질이 남아 텅은 느낌이 나는 반면, 후미는 쓴맛, 짭맛, 조미료의 단맛이 나며 콩껍질이 남아 텅텅하다고 평가하였으며, 조직감 및 후미는 쌀된장을 선호하였다. 전반적으로 된장의 경우 외관, 향미, 맛, 조직감 및 후미의 전체적인 조화에서 쌀된장은 콩이 많아서 단맛이 강하고 약간 덜 짜서 아기들을 먹이기가 좋을 것 같다고 표현하였고, 밀된장은 우리가 먹던 익숙한 느낌의 된장이라고 표현하였다.

○고추장

외관의 경우 쌀고추장은 밝은 빨간색이며, 흰 입자가 보이고, 윤기가 난다고 평가하였고, 밀

고추장의 경우는 짙은 빨간색이며, 수분이 적어 덜 촉촉해 보인다고 하였다. 향미는 쌀고추장의 향미는 짠내, 단내, 고춧가루 냄새, 간장냄새가 나며 전통고추장 냄새가 나고, 밀고추장의 향미는 간장냄새, 메주가루 냄새, 콩가루 냄새, 초장 냄새가 나며, 단내가 강하다고 하였으며, 향미의 선호도는 전통 고추장 냄새가 난다고 말한 쌀고추장이 더 좋게 평가하였다. 맛의 경우 쌀고추장은 단맛, 짠맛, 쓴맛, 매운맛, 조미료맛, 물엿맛, 쌀맛(밥맛), 고소한 맛이 나며, 밀고추장은 단맛, 짠맛, 감칠맛, 신맛, 상큼한 과일 맛, 초고추장 맛이 난다고 하였으며, 쌀고추장에 비해 더 매운맛이 강하다고 하였다. 선호도의 경우 쌀고추장을 높게 평가하였으며, 조직감 및 후미의 경우 쌀고추장은 전체적으로 부드럽고, 알갱이가 약간 씹힌다고 하였으며, 찹쌀풀같이 입안에 감기는 느낌이 난다고 하였다. 후미는 단맛, 매운맛과 물엿맛이 남는다고 하였다. 밀고추장의 조직감은 촉촉하며, 약간 끈적거리고, 알갱이가 씹혀 약간 텁텁하다고 하였다. 후미는 신맛과 매운맛이 오래 지속되며 개운한 맛이라고 표현하였다. 전반적으로 외관, 향미, 맛, 조직감 및 후미의 전체적인 조화에서 전통 고추장의 느낌이라고 표현한 쌀고추장이 더 좋았으며, 밀고추장은 고추장보다는 양념소스 같다고 표현하였다.

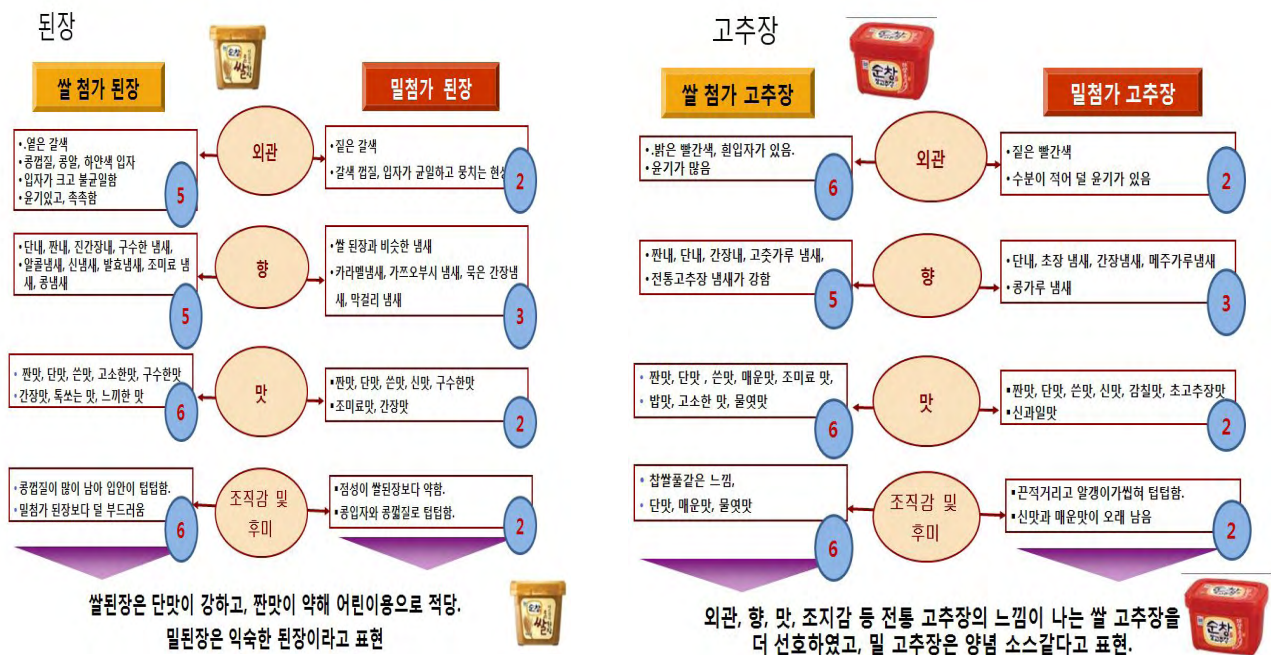


Fig. 17. Evaluation of rice soybean paste(Deonjang) and red pepper paste(Gochujang) by focus group interview

(3) 개발 대상 쌀 가공 제품의 품질 지표 선정

1차년도 개발 대상 쌀가공 제품인 쌀루(Rice-Roux)를 활용한 우리쌀로 만든 우리쌀 스프5종(쇠고기, 크림, 양송이, 야채, 마늘), 우리쌀 컵스프 2종(콘크림, 포테이토) 및 쌀카레루(Rice Curry-Roux)를 활용한 우리쌀 웰빙 카레여왕 2종(해물, 치즈&코코넛)의 업체 수행 실적과 쌀

가공품 3종(쌀 된장, 쌀 카레, 쌀 스프)를 선정하여 밀가루가 첨가된 제품과 밀가루 대체 쌀 가공품을 대상에서 제공받아 각 제품의 품질 특성을 조사한 결과를 기초로 (주)대상과 협의하에 아래와 같은 품질 지표를 선정하였다.

- 제 1 품질 지표 ; 글루텐 프리제품
- 제 2 품질 지표 : 쌀 특유의 단백한 맛을 강조한 깔끔한 후미의 한국형 향미
- 제 3 품질 지표 : 소화율이 높은 쌀 가공제품
- 기타 품질 지표 : 예) 아질산소거능이 높은 성분이 함유된 쌀가공제품, 가바 함량이 높은 쌀가공제품

나. 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 제시

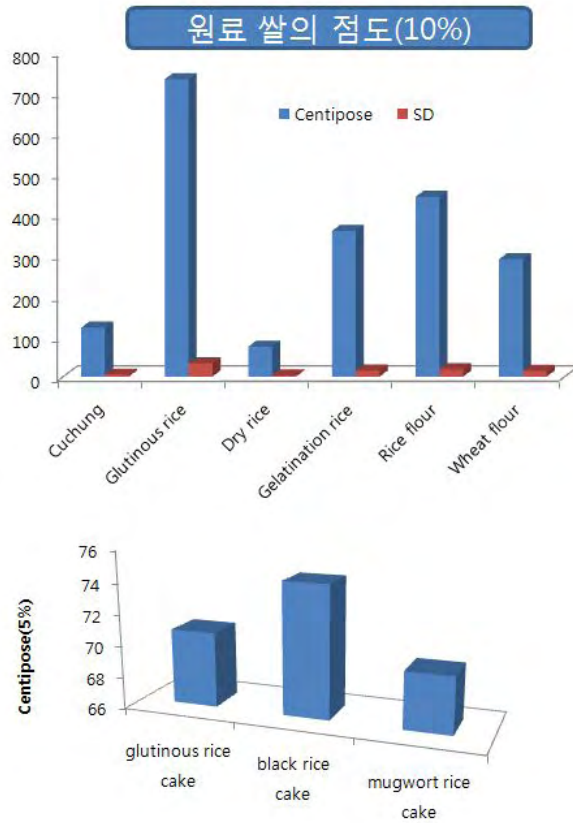
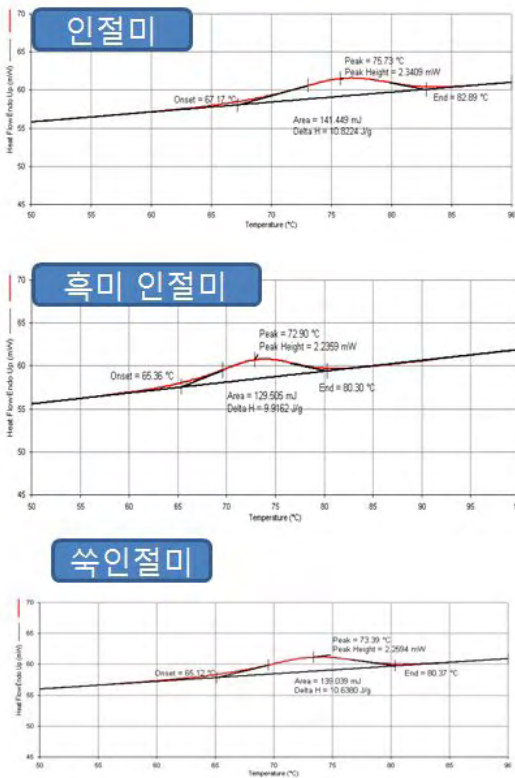
2년차에는 과제 계획서상 프리미엄급 쌀가공제품의 숙성 및 가공 공정중의 품질 지표 탐색으로 계획되어 있으나, 본 과제는 6세부과제인 (주) 대상의 쌀가공제품인 쌀카레, 쌀스프 등과 연계되어 수행되었으며, 현재 1차년도에 개발된 제품이 성공적으로 출시, 판매되고 있어, 협의 결과 2년차에는 업체에서 출시 예정인 떡믹스류 등의 새로운 쌀가공 제품에 관한 연구 수행이 요구되어 변경하여 연구를 수행하였다.

(1) 개발 대상 prototype 시제품(떡 믹스)의 물리화학적 및 감각 과학적 품질 평가

쌀 가공 제품 시제품은 (주) 대상에서 제공받아 물리적 특성과 제품의 감각 과학적 특성을 조사하였다. Fig. 18과 Table 8은 prototype의 쌀 떡 프리믹스의 DSC에 의한 호화특성과 점도, 쌀가공 식품의 원료인 건조쌀, 호화쌀, 찹쌀 등의 점도를 측정된 결과이다.

시차주사열량계에 의한 쌀가공제품 원료의 쌀가루와 전분의 호화특성을 측정된 결과 시제품간 약간의 차이를 보였다. 호화 상전이에 필요한 에너지량을 나타내는 첫번째 흡열 피크의 호화개시온도는 인절미 프리믹스가 66.16℃ 가장 높았고, 흑미 프리믹스와 쭈 프리믹스는 각각 64.17℃, 64.20℃였고, 호화에 필요한 흡열 엔탈피는 인절미 프리믹스는 10.80 J/g, 흑미 프리믹스는 10.47 J/g, 쭈 프리믹스는 10.76 J/g으로 큰 차이가 없었다.

쌀떡 믹스 원료(쌀)의 DSC 특성



Fi.g 18. Physical properties of various prototype rice cake ingredients

Table 8. Gelatinization properties of rice cake as determined by differential scanning calorimetry.

Sample	Correlation coefficients			$\Delta T(^{\circ}C)$	$\Delta H(J/g)$
	$T_o(^{\circ}C)$	$T_p(^{\circ}C)$	$T_c(^{\circ}C)$		
Glutinous rice cake	66.16	74.57	81.64	15.48	10.80
Black rice cake	64.17	72.07	79.36	15.19	10.47
Mugwort rice cake	64.20	72.64	80.17	15.97	10.76

한편 RVA에 의한 쌀가루와 전분의 호화 특성은 시차주사열량계에 의한 호화특성을 조사한 결과 3종의 프리믹스(인절미, 흑미, 썩)에 pasting 온도는 77.33-77.60°C로 시료간에 큰 차이가 없었고, 최고 점도도 107.68-110.50°C로 큰 차이를 보이지 않았다(Table 9, Fig. 19).

Table 9. Pasting characteristics of rice cake by rapid visco analyzer(RVA)

Sample	Pasting temp(℃)	Peak time	Viscosity(RVU)			
			Peak	Final	Break down	Setback
Glutinous rice cake	77.60±0.1	3.98±0.1	167.50±0.3	107.68±0.2	84.89±0.4	25.08±0.1
Black rice cake	77.33±0.5	3.93±0.0	167.86±4.7	110.17±2.1	84.58±3.5	26.89±0.8
Mugwort rice cake	77.58±0.1	3.93±0.0	161.36±1.1	110.50±0.5	83.97±0.6	23.11±0.3

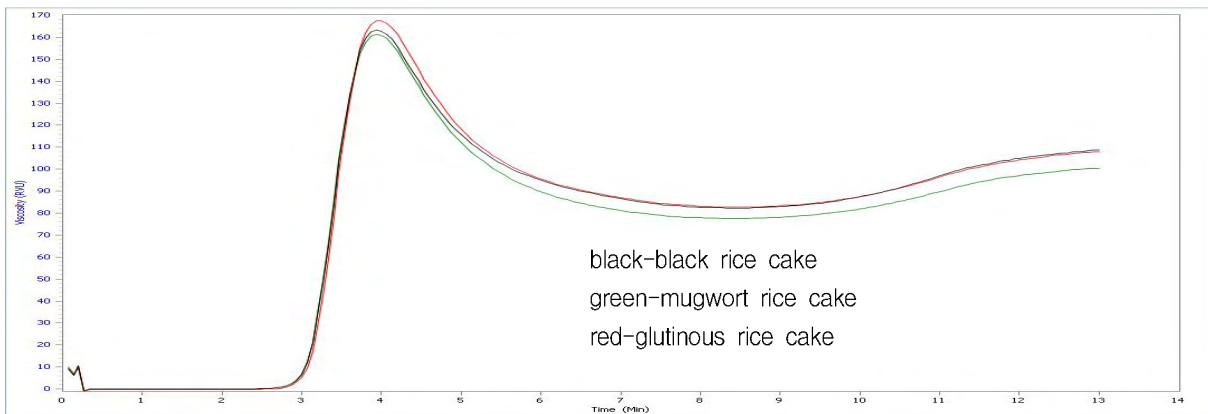


Fig. 19. RVA pattern of various rice cake powder

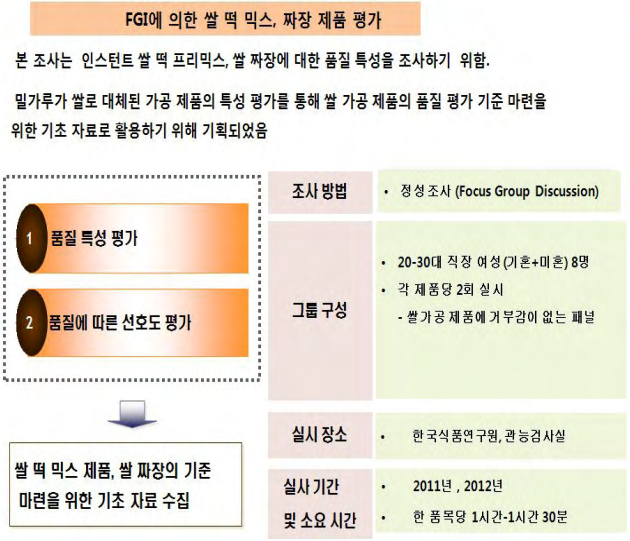
떡 프리믹스의 감각과학적 품질 평가를 위해서 Fig. 21과 같이 20-30대 한국식품연구원에 근무하고 있는 8명의 패널원을 이용하여 실시하였고, 한 품목당 1시간에서-1시간 30분간 진행하여 시제품의 품질 특성을 평가하였다. 조사 방법은 조리 전과 조리 후 또는 고물은 묻히지 않은 떡과 묻힌 후로 나누어 진행하였고, 진행 방법은 대상에서 제공한 방법대로 제조하여 수행하였다.

○떡 프리믹스

- 고물을 묻히지 않은 떡

고물을 묻히지 않은 떡의 외관의 경우 일반 떡집에서 구매한 인절미는 윤기가 없고, 광택이 나지 않는 탁한색을 가지며, 연갈색의 알갱이가 보이면서 수분이 부족해 보였다. 한편 prototype의 찹쌀 인절미의 외관은 상아색으로 매끈하며 광택이 있고, 탄력이 있으며, 수분이 촉촉해 보이며, 캔디같다고 평가하였다. 흑미인절미의 외관은 팔색(고구마껍질색)으로 광택이 있으며, 흑미(까만색) 알갱이가 보이고, 곡식의 입자가 다른 시제품에 비하여 있다고 평가하였다. 또 쭈인절미의 외관은 쭈색(진초록)이고 약간 노란빛도 나며, 광택이 있고, 쭈입자가 작다고 평가하였다. 전체적으로 일반 떡집에서 구매한 인절미(대조구)의 경우 거칠고 윤기가 없는 우리가 많이 보던 인절미 같은 느낌이고, 다른 시료는 외관이 떡이라기보다 약간은 젤리(카라멜)같은 느낌을 가졌다고 하였다.

Prototype 쌀떡 믹스 및 쌀 짜장의 관능적 품질 특성



조사 내용 및 방법

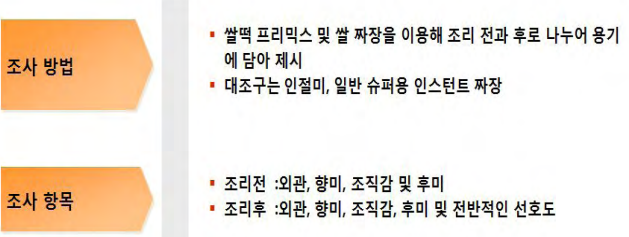


Fig. 20. Plan of focus group interview for rice processed products

향미의 경우 대조구는 참기름 냄새가 많이 나며, 단내, 고소한 냄새가 남고, 쌀 냄새(쌀떡냄새)가 있다고 평가하였고, 찹쌀인절미의 향미는 기름 냄새가 나며, 찹쌀풀냄새, 떡 냄새가 난다고 하였다.(control 보다 쌀냄새가 더 남) 흑미인절미의 향미는 기름 냄새, 신냄새, 단내, 고구마 냄새가 난다고 하였다.(전반적으로 향이 약함) 이외에 죽인절미의 향미는 죽냄새가 강하고, 풀냄새, 단내, 떡 냄새가 난다고 하였다.

맛의 경우는 대조구는 단맛이 강하며, 짠맛, 구수한맛, 고소한맛, 가래떡 맛이 나며, 씹을수록 기름에 의한 쓴맛이 있다고 평가하였다. 시제품인 찹쌀인절미의 맛은 시료 중 단맛이 제일 강하며, 짠맛도 강하고, 고소한맛, 생쌀 맛이 나며, 쓴맛이 난다고 하였다. 흑미인절미의 맛은 전분맛, 짠맛, 신맛, 단맛이 나며, 맛 자체가 약하다고 평가하였고, 죽인절미의 맛은 단맛, 짠맛, 씹떡맛, 쓴맛(썩)이 난다고 하였다. 전체적으로 단맛은 찹쌀인절미가 제일 강하며, 짠맛은 죽인절미가 제일 강하고, 쓴맛의 경우 죽인절미를 제외하고 대조구가 제일 강하다고 평가하였다.

조직감은 대조구의 경우 적당한 탄성을 가져서 쫄깃하며, 거친 입자가 느껴지고, 덜 미끌거리며 치아에 들러붙지 않아서 걸도는 느낌이 덜하다고 하였다. 반면에 찹쌀인절미는 높은 탄성을 가졌고, 쫄깃하고, 부드럽고, 매끄러우며, 입안에서 치아에 잘 붙는다고 하였다. 흑미인절미는 쫄깃하고 부드러우며 약간 텁텁함이 있고, 죽인절미는 단단한 탄성과 씹입자로 인해 꺼끌꺼끌한 느낌이 나며 입안에서 걸도는 느낌을 받았다고 하였다. 전반적으로 대조구는 씹으면 강도가 약해지고 치아에 잘 붙지 않아서 깔끔한 느낌이 났으나, 나머지 시료는 씹어도 탄성이 계속 유지돼서 씹는데 어려움이 있고 입에 남아있어 텁텁한 느낌이 남는다고 평가하였다.

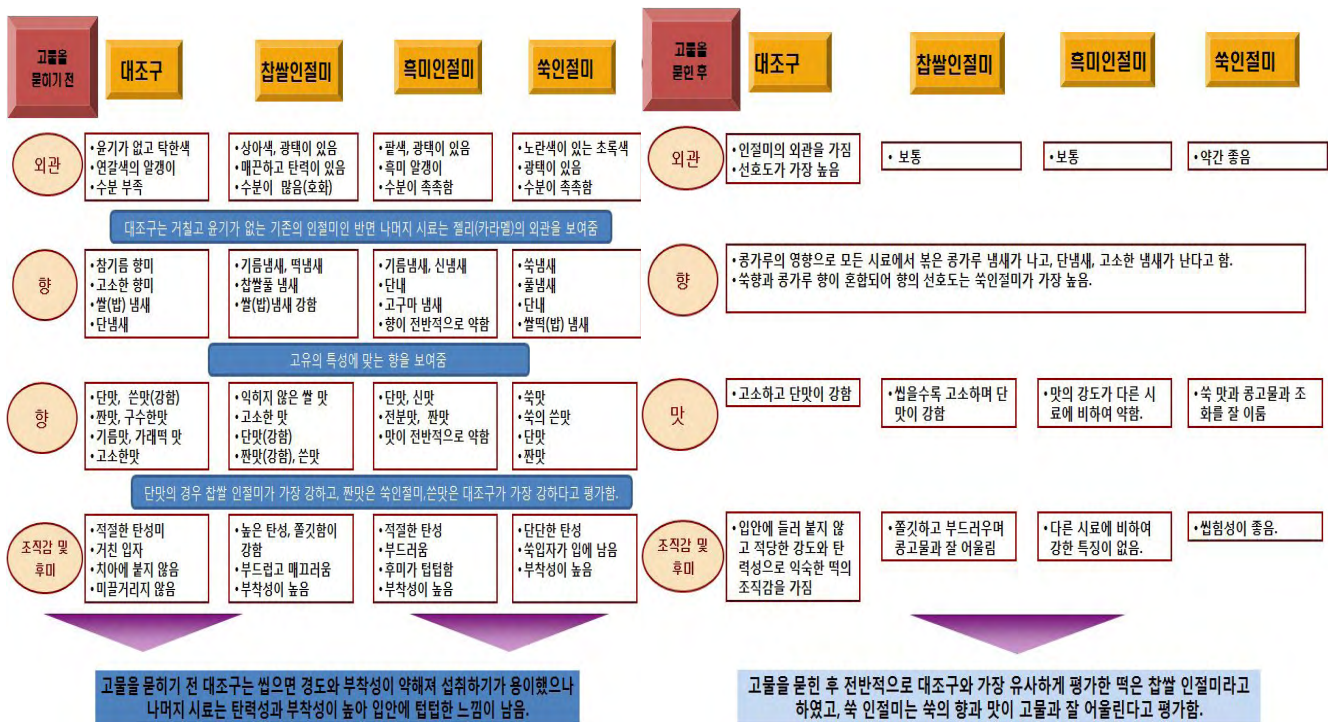


Fig. 21. Evaluation of rice cake products by focus group interview

○ 고물을 묻힌 떡

구매한 인절미와 시제품의 고물을 묻힌 후 평가를 한 결과 외관 선호도는 대조구가 제일 높았으며, 향미는 콩가루 고물의 영향이 커 모든 시료가 볶은 콩가루 냄새, 단내, 고소한 냄새가 난다고 평가하였고, 숙 냄새와 콩가루 냄새가 잘 어울린다고 평가하였다. 맛의 경우 대조구는 고소하고 단맛이 있고, 시제품인 참쌀 인절미는 고소하며 씹을수록 단맛이 높아진다고 평가하였다. 또 조직감의 경우 대조구는 입에 들러붙지 않는 적당한 부착성이 있는 반면 시제품인 참쌀 인절미는 고소하고 탄력성이 있다고 하였으나, 전반적으로 구매한 인절미(대조구)가 시제품보다는 더 선호하는 것으로 평가되었다. 이들 관능적 특성 조사 결과를 제품을 보완하여 2차로 코코넛 떡 프리믹스와 초코렛 떡 프리믹스를 제조하여 시판 중에 있고, 현재 이에 관한 물리적 품질 특성과 관능적 품질 특성을 수행하고 있다.

○ 조리전 짜장가루

외관의 경우 시판되고 있는 O사의 밀가루 베이스 짜장가루는 인공적인 느낌의 후추색으로 흰알갱이가 많이 보이고, 입자가 크고, 시료 중 제일 건조하다고 평가하였다. 반면 시제품 사천 짜장가루의 경우 갈색 설탕 느낌으로, 고춧가루 입자가 보이고, 습기가 있어서 시료 중 제일 축축하다고 평가하였다. 옛날짜장가루 제품은 검은깨를 갈아놓은 느낌으로, 설탕 알갱이가 보이고, 입자가 고우며, 약간 축축해 보인다고 하였다. 본 과제에서 평가한 사천 짜장가루와 옛날 짜장가루의 경우 밀가루 베이스 짜장가루와는 차이가 있었으나, 쌀베이스 짜장가루는 큰 차이가 없었다.

향미의 경우 대조구인 밀가루 베이스 짜장 가루의 향미는 짠 냄새, 조미료 냄새, 탄내, 야채냄

새, 고소한 냄새, 인스턴트 향이 난다고 하였다. 쌀 베이스 사천짜장가루는 고춧가루향, 매운향, 짠 냄새, 조미료 냄새가 난다고 하였고, 짜장 향이 약하다고 하였다. 옛날짜장가루의 향미는 단 냄새, 고소한 냄새, 커피향이 나며, 춘장 고유의 짜장 향이 제일 많이 난다고 하였다.

○조리 후 짜장 소스

외관의 경우 밀가루 베이스 O사 짜장은 약한 갈색으로, 기름 성분이 많아 보이고, 입자가 곱고, 물기가 보이며, 점성이 제일 약하다고 평가하였다. 쌀베이스인 사천짜장은 진한 갈색으로, 붉은 색도 가지고 있으며, 입자가 굵으며, 기포가 보이며, 윤기가 있다고 하였다. 또 옛날짜장의 외관은 제일 진한 갈색으로, 입자가 미세해 보이고, 곱쫄다고 평가하였다. 점도의 경우 밀가루 베이스 시판 짜장과 사천짜장의 점도는 차이가 없었으나, 옛날짜장은 점성이 있다고 평가하였다.

향미의 경우 밀가루 베이스 짜장은 춘장냄새, 짜파게티향, 인스턴트 짜장 냄새, 고소한 냄새, 짠내, 단내, 올리브 냄새가 난다고 하였으며, 향이 강하고, 제일 많이 맡아본 것 같은 익숙한 향이라고 하였다. 쌀 베이스 사천짜장의 향미는 고춧가루 냄새, 고추장 냄새, 떡볶이 냄새, 기름냄새, 찐빵 냄새, 간장냄새, 매운냄새, 짠내가 난다고 하였으며, 짜장 향이 제일 약하다고 하였다. 또 옛날짜장의 향미는 떡볶이 냄새, 달면서 싱거운(약한) 냄새, 캡사이신 냄새, 간장냄새, 짠내가 가장 많이 난다고 하였다.

맛의 경우 밀가루 베이스 짜장의 맛은 짜파게티맛, 감칠맛, 조미료맛, 야채스프맛, 소고기맛, 춘장맛, 올리브유맛이 난다고 하였고, 짠맛이 높으며, 쓴맛, 시큼한 맛도 약간 있다고 하였다. 사천짜장의 맛은 매운맛이 강하고, 고춧가루맛, 기름맛, 짜장맛, 갓 담은 고추장맛이 난다고 하였고, 아린맛과 시큼한 맛이 약간 난다고 하였다. 옛날짜장의 맛은 단맛, 짠맛, 카라멜맛, 간장맛이 난다고 하였으며, 쓴맛과 시큼한 맛이 난다고 하였다.

한편 조직감 및 후미의 경우 밀가루 베이스 짜장의 조직감이 가장 부드럽고, 가장 깔끔하며 조화로운 맛이 나고, 후미는 고기맛, 짠맛, 느끼한 맛이 남는다고 하였다. 쌀베이스 사천짜장의 조직감은 작은 입자가 약간씩 씹히며, 후미는 기름맛, 아린 매운맛, 떡볶이맛이 남는다고 하였다. 옛날짜장의 조직감은 짜장 고유의 풍미가 부족하여 약간 싱겁고, 후미는 짠맛, 고춧가루, 단맛, 조미료맛, 느끼한 맛이 있다고 평가하였다.

전반적으로 짜장의 경우 밀가루 베이스에 익숙하여 시판되고 있는 짜장의 맛이 정통이라 평가하고, 쌀 베이스인 사천짜장 및 옛날짜장은 익숙하지 않은 맛이라고 표현하였다.

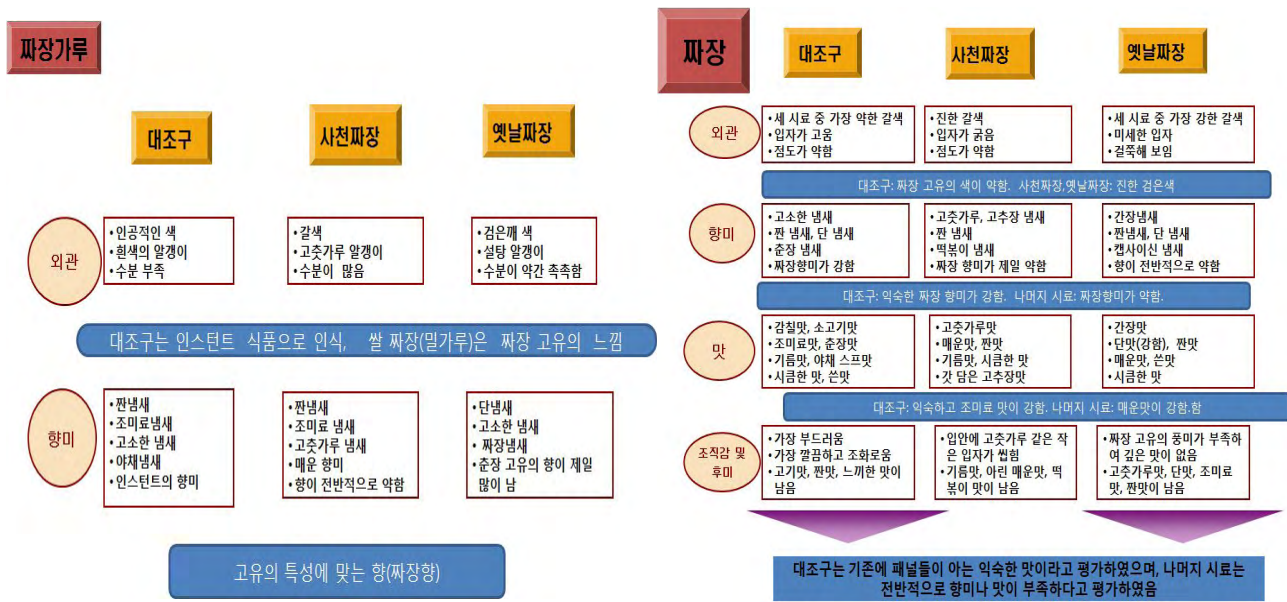


Fig. 22. Evaluation of *Jajang* products by focus group interview

Table 10은 2차로 개발된 prototype의 떡 프리믹스(코코넛, 초코렛 떡 프리믹스)의 RVA값을 비교한 결과 1차로 개발된 3종의 쌀 프리믹스와 다른 호화개시온도, peak 점도, Break down, setback값을 나타내었다.

Table 10. Pasting characteristics of rice cake by rapid visco analyzer(RVA)

Sample	Pasting temp(°C)	Peak	Viscosity(RVU)			
			Peak	Final	Break down	Setback
Glutinous rice cake	77.60±0.1	3.98±0.1	167.50±0.3	107.68±0.2	84.89±0.4	25.08±0.1
Black rice cake	77.33±0.5	3.93±0.0	167.86±4.7	110.17±2.1	84.58±3.5	26.89±0.8
Mugwort rice cake	77.58±0.1	3.93±0.0	161.36±1.1	110.50±0.5	83.97±0.6	23.11±0.3
Coconut rice cake	72.53±0.3	3.60±0.0	82.88±0.8	41.04±0.1	52.09±0.6	10.25±0.1
Chocolate rice cake	72.75±0.1	3.60±0.0	81.79±2.1	39.63±1.2	52.29±1.0	10.13±0.2

2. 쌀 가공 제품별 품질 특성 연구

본 과제의 협동 기관인 (주)대상에서 개발중인 떡 프리믹스 3종과 쌀짜장 2종을 제공받아 각 제품의 품질 특성을 조사하였다. 또 1차년도 쌀가공품(쌀 된장, 쌀 카레, 쌀 스프)과 2차년도 선정된 가공제품(떡프리믹스, 쌀짜장 등)의 원료인 2006년, 2007년, 2010년도 산 일반계 가공용 쌀을 제공받아 아래와 같은 품질 특성을 조사하였다. 를 선정하여 밀가루가 첨가된 제품과 밀가루 대체 쌀 가공품을 대상에서 제공받아 각 제품의 품질 특성을 조사하였다.

쌀가공 제품 원료의 쌀과 전분의 일반성분을 분석한 결과는 Table 11과 같다.

Table 11. Proximate composition of the rice flours and starches

Sample ¹⁾ (dry basis, %)	Rice I	Rice II ¹⁾	Rice III	Glutinous Rice
Flour				
Moisture	14.11±0.04a ²⁾	9.05±0.03b	12.90±0.02ab	13.69±0.01a
Crude protein	6.54±0.02ab (7.61b)	6.99±0.04a (7.69b)	6.38±0.02ab (7.32b)	7.62±0.01a (8.83a)
Crude lipid	0.28±0.05b (0.33b)	0.28±0.03b (0.31b)	0.52±0.01a (0.60a)	0.36±0.02b (0.42ab)
Crude ash	0.34±0.01a (0.40a)	0.30±0.03a (0.33a)	0.31±0.01a (0.36a)	0.20±0.01b (0.23b)
Total dietary fiber	1.05±0.01ab (1.22a)	0.88±0.02b (0.97ab)	0.80±0.02b (0.92ab)	1.38±0.01a (1.60a)
Carbohydrate	77.69±0.02ab (90.45a)	82.50±0.02a (90.71a)	79.09±0.02ab (90.80a)	76.76±0.01ab (88.94b)
Amylose	13.23±0.41ab	15.59±0.03a	14.58±0.10a	4.88±0.06b
Amylopectin	64.46±0.02b	66.91±0.02b	64.51±0.03b	71.88±0.05a
Starch				
Moisture (%)	6.95±0.01a	5.06±0.34ab	6.36±0.08a	5.14±0.08ab
Crude ash (%)	0.84±0.01a	0.85±0.03a	0.81±0.02a	0.82±0.02a
Amylose (%)	16.66±0.45a	16.54±0.01a	13.42±0.12b	5.20±0.02c

1) Rice I ; rice produced in 2010, Rice II; rice produced in 2007, Rice ; rice produced in 2006, Glutinous rice ; glutinous rice produced in 2010

2) Means with different letters within the same column are significantly different($\alpha=0.05$) using Duncan's multiple range test.

수분 함량의 경우 9.05-14.11%로 벼의 적정 수분함량인 15.0%, 도정을 위한 적정 수분 함량 15.80%라고 보고된 결과에 비교할 때 쌀 가공용 쌀인 2006년도산인 RFIII는 12.90% 2007년도산인 RFII 12.90%, 2010년도 산 추청(RFI)은 14.11%로 약간 낮은 값을 보였다. 쌀의 단백질 함량은 6.38-6.99%, 찹쌀은 7.62%였고, 건물량으로 환산할 경우 7.29-7.69%로 시료 간에 크게 차이가 나지 않았다. 농진청의 탐라이스 기준에 의하면 단백질 함량이 6.5% 이하일 경우 고품질의 쌀이라고 설정하고 있는데, 본 실험에 사용한 가공용 쌀의 경우 6.5% 내외로 단백질 함량을 기준으로 봤을 때 비교적 품질이 좋은 범주에 속하였고, 호화 쌀의 경우도 6.49%로 고품질의 쌀 기준에 속하였다. 일반적으로 단백질 함량이 높으면 영양면에서는 우수하나 흡수성 저하, 전분의 호화 및 팽창 억제 등의 문제로 식미 평가시 낮은 점수를 얻게 된다고 보고되어 있다. 실험 결과 쌀의 조지방 함량은 0.28%-0.52%, 조회분은 0.30-0.34%, 식이섬유 함량은

0.80-1.05%였고, 아밀로즈 함량은 13.23-15.59%의 범위였다. 이는 김 등의 쌀 가공 제품을 위한 국내산 쌀 19품종과 수입쌀 1품종의 지방 함량 0.18-0.73%, 단백질 5.22-7.00%, 회분 0.26-0.40%, 아밀로즈 함량 10.30-19.30%와 비교할 때 중간 정도의 값에 해당하였다. 또 Zhu 등에 의해 아밀로즈 함량이 낮은 쌀이나 찹쌀의 단백질 함량의 경우 아밀로즈 함량이 높은 쌀에 비하여 높다고 보고한 결과와 달리 본 연구에 사용한 찹쌀 시료나 호화 쌀의 경우 다르게 나타났는데, 이는 원료 품종 차이나 도정 차이에 의한 것이라고 여겨진다. 또 이들 가공용 쌀과 찹쌀에서 분리한 전분의 경우 회분 함량은 0.81-0.84%, 단백질과 지방 함량은 거의 없어 대부분 전분으로 판단되었다.

Table 12는 쌀 가공 제품 원료의 쌀과 전분의 색도를 측정된 결과이다. 대조구인 2010년도산 단일 품종(추청)의 경우 밝기를 나타내는 L값은 87.22, 적색도인 a 값은 -0.30, 황색도는 7.02를 기준으로 RFII(2007년도산) 쌀의 L값 90.97, a값 -0.15, b값 5.25, RFIII(2006년도산) 93.08, 0.16, 2.66으로 대조구를 기준으로 ΔE 값을 환산한 결과 4.14-7.49의 값을 나타내었다. 전분의 경우 RSI의 L, a, b값이 각각 95.72, -0.12, 2.00을 기준으로 각 원료에서 분리된 전분 시료의 ΔE 값이 0.52-1.20으로 시료간 차이가 거의 없었다. 한편 Table 13은 쌀 가공용 원료의 쌀과 찹쌀의 입도 분포를 particle size analyzer로 측정된 결과이다. 쌀가루의 입도 분포는 원료의 호화특성과 gel consistency 등의 이화학적 특성에 영향 주고, 팽윤력이나 보수력도 최종 쌀가공 제품에 직접적인 영향을 끼치는 요인으로 보고되어 있다. 대조구인 RFI는 63.29 μ m, RFII는 67.05 μ m, RFIII는 19.29 μ m, 찹쌀가루는 102.47 μ m, 이들 원료에서 제조된 전분의 평균 입도는 86.65-102.18 μ m를 보였다. 쌀가루의 입도 분포는 원료의 호화특성과 gel consistency 등의 이화학적 특성에 영향을 주므로 최종 쌀가공 제품에 직접적인 영향을 끼치는 요인이다 (Table 13).

Table 12. Color value of the rice flours and starches

Sample ¹⁾	Color value			ΔE
	L	a	b	
Flour				
RFI	87.22±0.02c ²⁾	-0.30±0.02c	7.02±0.01a	-
RF II	90.97±0.00ab	-0.15±0.02b	5.25±0.01b	7.49
RFIII	93.08±0.01a	0.16±0.01a	2.66±0.02c	5.04
GRF	93.78±0.00a	-0.10±0.02b	3.39±0.01c	4.14
Starch				
RS I	95.72±0.02a	-0.12±0.01a	2.00±0.00a	-
RS II	94.69±0.01a	-0.58±0.00a	2.41±0.00a	1.20
RS III	94.69±0.00a	-0.05±0.01a	1.39±0.02b	0.62
GRS	95.64±0.14a	0.02±0.03a	1.59±0.02b	0.52

1) RFI ; rice produced in 2010, RFII; rice produced in 2007, RFIII; rice produced in 2006, GRF; glutinous rice produced in 2010

RSI; starch prepared from RFI, RSII; starch prepared from RFII, RSIII; starch prepared from RFIII, GRS; starch prepared from GRF

2) Means with different letters within the same column are significantly different($\alpha=0.05$) using Duncan's multiple range test.

쌀가루의 swelling power는 8.96-9.17g/g으로 가장 낮은 시료는 대조구인 RFI으로 8.96g/g이었고, 가장 높은 시료는 RFII 9.17g/g 찹쌀은 5.53g/g이었다. 용해도는 RFII가 가장 낮은 2.26%인 반면에 찹쌀은 22.76%로 쌀가루와 큰 차이를 보였다. 보수력의 경우 가장 낮은 보수력을 가지는 시료는 RFII가 109.00%, 찹쌀가루가 124.00%를 보였다. 반면에 전분의 경우 팽윤력이 원료 시료의 5.53-9.17g/g에서 9.56-13.19g/g로 증가하였고, 용해도는 찹쌀 전분의 경우 원료 찹쌀 가루의 3배 정도가 증가하였고, 쌀전분은 7-20배 정도 증가하였다. 보수력은 팽윤력이나 용해도에 비하여 원료 분말에 비하여 크게 증가하지 않은 104.00-126.00%를 유지하였다(Table 14).

Table 13. Particle size distribution of the rice flours and starches

Sample ¹⁾	Cumulative particle size(um)			Mean Diameter (um)
	Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%	
Flour				
RF I	3.47±0.03a ²⁾	12.57±0.38b	173.84±4.72b	63.29±1.71b
RF II	2.71±0.01ab	12.47±0.35b	185.98±11.74b	67.05±4.03b
RF III	2.78±0.07ab	12.28±0.94b	42.82±2.32c	19.29±1.11c
GR	3.53±0.11a	20.76±1.50a	283.12±29.64a	102.47±90.34a
Starch				
RS I	2.54±0.02a	8.37±0.16b	249.04±9.12b	86.65±2.98b
RS II	2.67±0.27a	17.18±11.71a	286.68±57.43a	102.18±23.14a
RS III	2.75±0.10a	9.85±0.61b	285.93±36.71a	99.51±12.00b
GRS	2.94±0.04a	17.18±11.71a	272.28±17.84a	94.50±6.09b

1) RFI ; rice produced in 2010, RFII; rice produced in 2007, RFIII; rice produced in 2006, GRF; glutinous rice produced in 2010

RSI; starch prepared from RFI, RSII; starch prepared from RFII, RSIII; starch prepared from RFIII, GRS; starch prepared from GRF

2) Means with different letters within the same column are significantly different($\alpha=0.05$) using Duncan's multiple range test.

Table 14. Swelling power, solubility and water holding capacity of rice flour and starch

	Swelling power(g/g)	Solubility(%)	Water holding capacity(%)
Flour			
RF I	8.96±0.31a ²⁾	6.91±0.04b	112.00±2.83b
RF II	9.17±0.31a	5.67±0.61b	111.00±7.07b
RF III	7.64±0.69ab	2.26±0.79c	109.00±4.24bc
GR	5.53±0.28b	22.76±0.11a	124.00±2.83a
Starch			
RS I	13.19±0.35a	47.79±1.48b	123.00±1.41a
RS II	9.56±1.07b	36.32±3.37bc	126.00±8.49a
RS III	10.47±1.35ab	23.04±0.08c	104.00±22.63ab
GRS	11.87±0.84ab	69.83±2.84a	115.00±1.41a

1) RFI ; rice produced in 2010, RFII; rice produced in 2007, RFIII; rice produced in 2006, GRF; glutinous rice

produced in 2010

RSI; starch prepared from RFI, RSII; starch prepared from RFII, RSIII; starch prepared from RFIII, GRS; starch prepared from GRF

2) Means with different letters within the same column are significantly different($\alpha=0.05$) using Duncan's multiple range test.

시차주사열량계에 의한 쌀가공제품 원료의 쌀가루와 전분의 호화특성을 측정된 결과 시료간에 약간의 차이를 보였다(Table 15). 호화 상전이에 필요한 에너지량을 나타내는 첫번째 흡열 피크의 호화개시온도는 찹쌀이 67.65°C 가장 높았고, 2010년도산인 RFI과 RFII는 65.65°C, RFIII(2006년도산)는 58.01°C로 약간 낮은 호화개시 온도를 보였다. 호화에 필요한 흡열 엔탈피는 RFI은 2.66 J/g, RFII는 4.09 J/g, 찹쌀이 2.55 J/g인 반면 RFIII는 10.41 J/g으로 높게 나타났다. 또 이들 원료에서 제조된 전분의 경우 호화개시온도는 63.92-66.35°C로 원료 시료와 차이가 거의 없었으나, 호화 엔탈피는 12.30-14.50 J/g으로 높게 나타났다. 호화 엔탈피는 전분을 구성하는 분자 구조간 결합력과 결정성을 나타내는 것으로 아밀로즈 함량이 높은 품종이 낮은 품종보다 분자 구조간 결합력과 결정성이 약하다고 보고되었는데, 본 실험 결과에서는 다른 경향을 나타내었다. 그러나 Zhu 등의 16.10% 아밀로즈 함량의 쌀전분, 22.50% 아밀로즈 함량을 가지는 쌀전분과 55.40% 아밀로즈를 함유하는 쌀전분의 흡열 엔탈피가 14.90g/J, 15.60g/J, 15.80g/J로 아밀로즈 함량에는 큰 영향을 끼치지 않았다고 보고된 본 결과는 유사하였다.

한편 RVA에 의한 쌀가루와 전분의 호화 특성은 시차주사열량계에 의한 호화특성과 좀 더 큰 차이가 있었다(Table 15). 호화 개시온도는 가열시 전분입자가 호화되는데 필요한 온도로 시차주사열량계에 의한 개시 온도58.01-67.05°C와 비교하여 RFI, RFII는 95.10°C이고, RFIII는 77.30°C, 찹쌀은 73.90°C였다. 이는 김 등의 품종별 쌀의 특성 중 pasting 온도가 품종에 따라 차이가 있어 국내산 19품종의 RVA에 의한 pasting 온도가70.20-86.60°C였다는 보고와 비교하여 RFIII는 범위 내의 pasting 온도를 보였으나, RFI과 RFII는 더 높은 pasting 온도를 보였다. 또 최고 점도는 RFIII(2006년도산) 332.4 RVU였고, 가장 낮은 점도를 보인 시료는 RFI의 231.6 RVU였다. 한편 이들 시료에서 제조된 각 시료의 경우 pasting 온도는 76.50-77.70°C로 시료간에 큰 차이가 없었고, 최고 점도는 RSIII로 최고 점도를 보였던 RFIII에서 추출한 전분의 점도가 345.1 RVU로 가장 높은 점도를 보였다. 즉 최종 점도의 경우 최고 점도가 높은 쌀 시료가 추출 전분도 높은 점도를 나타내었으나, 전반적으로 쌀시료보다 전분시료가 낮은 최고 점도를 보였다. 찹쌀 시료는 쌀시료와는 상반된 결과로 찹쌀 가루의 111.6 RVU, 찹쌀 전분은 187.9 RVU로 쌀시료와는 다른 호화특성을 보였다. 시료간에 가열이 중지되고 cooling이 되는 단계에서 일어나는 과정으로 아밀로즈 함량이 높으면 전분 분자들이 다시 재결합하여 점도가 증가한다고 보고(26)한 결과와 비교하여 본 연구 결과는 아미로즈 함량과는 상관성이 없는 231.6-437.3 RVU를 보였다. 또 호화 중 전분의 열과 전달력에 대한 저항의 척도인 강화점도(breakdown)는 가장 낮은 것은 RFI이었고, 가장 높은 시료는 RFII로 나타났다.

Table 15. Gelatinization properties of rice flours and starches as determined by differential scanning calorimetry.

Sample ¹⁾	Temperature(°C) ²⁾				ΔH(J/g)
	Pasting	To	Tp	Tc	
Flour					
RF I	65.72±0.1a ³⁾	71.50±0.2a	74.81±0.1ab	9.09±0.1b	2.66±0.1bc
RF II	65.65±0.1a	71.50±0.1a	76.89±0.2ab	11.05±0.1ab	4.09±0.2b
RF III	58.01±0.1b	64.07±0.1b	70.46±0.2b	12.45±0.1a	10.41±0.2a
GRF	67.65±0.1a	72.58±0.2a	79.43±0.1a	11.78±0.1a	2.55±0.1bc
Starch					
RS I	64.98±0.1ab	72.06±0.1a	79.56±0.2b	14.58±0.1b	14.50±0.1ab
RS II	64.95±0.1ab	72.39±0.1a	84.56±0.1a	15.27±0.1b	14.49±0.1ab
RS III	63.92±0.1ab	71.56±0.2ab	79.47±0.2b	15.55±0.2b	12.30±0.2b
GRS	66.35±0.1a	74.81±0.1a	84.56±0.1a	18.21±0.1a	15.33±0.1a

1) RFI ; rice produced in 2010, RFII; rice produced in 2007, RFIII; rice produced in 2006, GRF; glutinous rice produced in 2010

RSI; starch prepared from RFI, RSII; starch prepared from RFII, RSIII; starch prepared from RFIII, GRS; starch prepared from GRF

2) Means with different letters within the same column are significantly different(α=0.05) using Duncan's multiple range test.

한편 쌀 가공용 원료 쌀 가루와 전분의 SEM micrograph는 Fig 24와 같다. 입자 크기 분포 결과(Table 16)와 비교하여 평균 입도가 가장 큰 찹쌀가루가 쌀가루 시료보다 큰 입자를 보였다. 각 시료의 가루에서 추출한 전분의 입자 모양과 크기의 경우 평균 입도가 가장 컸던 102.18um의 RSII(2006년도산) 쌀전분 시료와 비교하여 86.65-99.51um로 약간 작은 평균 입도를 보였으나, SEM image로는 확실한 차이를 볼 수 없었다. Zhu 등의 아밀로즈 함량이 각각 16.1%, 22.5%, 55.4% 다른 쌀전분의 SEM image를 본 결과 55.4%의 아밀로즈 함량이 높은 쌀전분이 낮은 아밀로즈의 쌀전분보다 입자가 크고, 칩쌀전분, 중간 아밀로즈함유 쌀전분, 저아밀로즈 함유 쌀전분의 크기 순이라고 보고하였다. 본 연구도 4.88%아밀로즈 함량을 가지는 찹쌀전분이 13.42-16.66%의 중간정도의 아밀로즈 함량을 가지는 쌀전분 시료에 비하여 약간 입자 크기가 큰 것으로 나타났다(Fig. 23, Fig. 24).

Table 16. Pasting characteristics of rice flours and starches rice by rapid visco analyzer(RVA)

Sample	Pasting temp (°C)	Peak time	Viscosity(RVU) ²⁾			
			Peak	Final visco.	Break down	Setback

Flour							
RF	I	95.1±0.5a ³⁾	5.7±0.0b	207.8±5.8c	293.8±1.4c	70.88±6.2b	156.9±1.0b
RF	II	95.0±0.5a	5.7±0.1b	295.3±2.1b	319.5±6.4b	127.6±7.6a	151.9±0.9b
RF	III	95.03±0.1a	6.7±0.1a	332.4±2.3a	437.3±1.5a	85.2±1.5b	190.1±3.9a
GFr		73.9±0.5b	3.7±0.1c	203.6±14.0c	111.6±2.8d	121.8±3.5a	29.8±0.9c
Starch							
RS	I	76.5±0.2a	4.2±0.1a	477.1±8.3b	219.0±.3b	392.2±5.6b	134.1±10.6b
RS	II	77.3±0.5a	4.2±0.1a	534.6±19.6a	244.8±9.2b	441.3±0.3a	151.5±18.5b
RS	III	77.3±0.6a	4.4±0.0a	454.6±2.9b	345.1±16.1a	321.5±2.9b	207.8±12.6a
GRS		77.7±0.1a	3.9±0.1b	269.1±4.3c	187.9±2.9c	173.0±6.9c	91.8±3.1c

1) RFI ; rice produced in 2010, RFII; rice produced in 2007, RFIII; rice produced in 2006, GRF; glutinous rice produced in 2010

RSI; starch prepared from RFI, RSII; starch prepared from RFII, RSIII; starch prepared from RFIII, GRS; starch prepared from GRF

2) Means with different letters within the same column are significantly different($\alpha=0.05$) using Duncan's multiple range test.

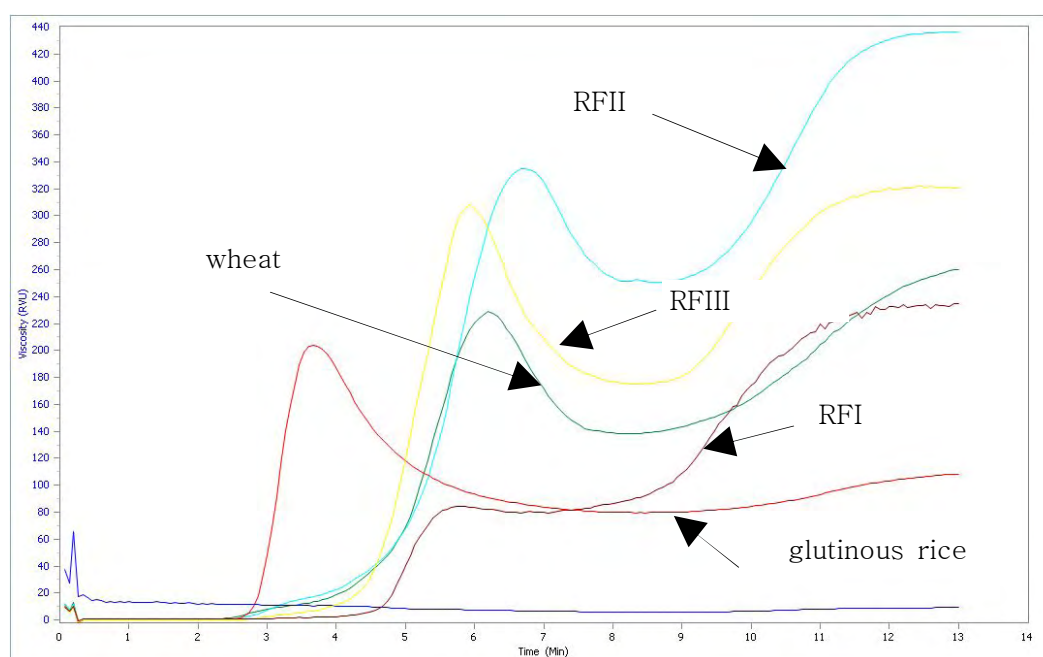


Fig. 23. Pasting characteristics of various rice flour by rapid visco analyzer(RVA)

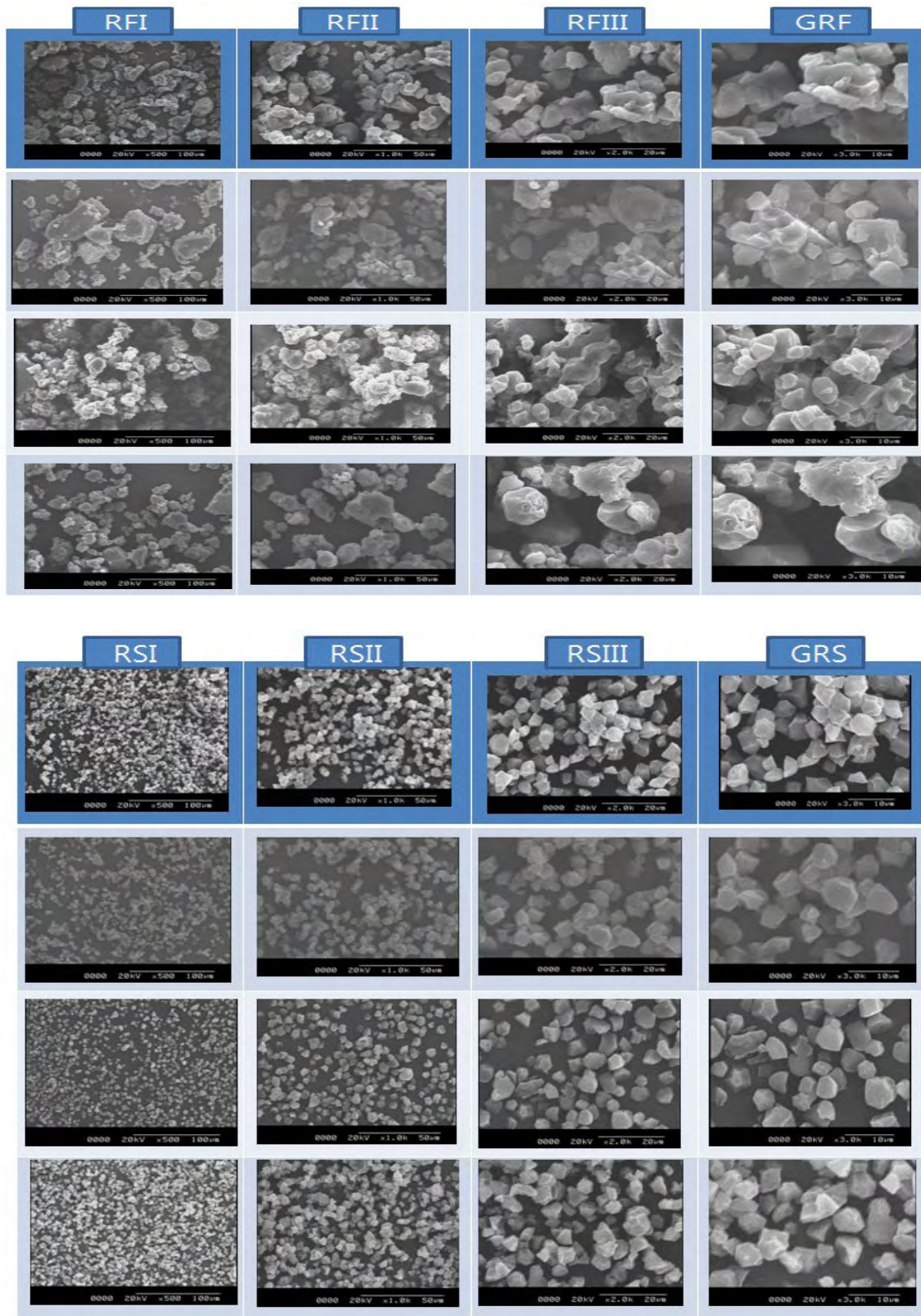


Fig. 24. Scanning electron microscopy(SEM) micrographs of rice and rice starch (x500~x3,000)

3. 쌀 가공 제품별 품질 지표 탐색

가공용 쌀 원료와 전분의 일반 성분중 단백질, 회분, 식이섬유, 아밀로즈 함량과 팽윤력, 용해도, 보수력 및 호화 특성 값의 상관 관계를 분석하였다(Table 10). 단백질 함량은 회분함량($r=-0.914$), RVA의 peak time($r=-0.943$), final viscosity($r=-0.908$), setback($r=-0.947$) 값과 유의적인 음의 상관관계를 보인 반면, 용해도($r=0.914$), 보수력($r=0.907$)은 유의적인 양의 상관계수를 보였다. 회분은 탄수화물($r=0.923$), 팽윤력($r=0.820$), 용해도($r=0.755$), RVA의 break down($r=0.839$), DSC에 의한 흡열엔탈피 ΔH ($r=0.898$)와 유의적인 양의 상관계수를 나타냈다. 식이섬유는 탄수화물($r=-0.970$), 아밀로즈 함량($r=-0.954$), RVA의 pasting temperature($r=-0.913$), peak time($r=-0.961$), final viscosity($r=-0.969$), set back($r=-0.952$)과 음의 상관계수를 보인 반면 용해도($r=0.971$), 보수력($r=0.967$)은 양의 상관을 나타내었다. 이는 Baik등 아밀로즈 함량은 RVA의 setback 값과 ($r=0.758$)의 유의적인 양의 상관관계를 보였는데, 이는 Yoshimotou와 Takeda(26)의 아밀로즈 함량이 낮은 보리와 보리 전분의 경우 낮은 setback 점도를 가지고 있다는 연구와 유사하였다.

Table 17. Correlation coefficients between proximate composition and pasting characteristics of rice flour and starch

	Protein	Ash	TDF	CHO	Amylose	Swelling power	Solubility	Water holding capacity	Pasting temp	Peak time	Final visco.	Break down	Setback	To	ΔH
Protein	1														
Ash	-0.914(*)	1													
TDF	0.819	-0.782	1												
CHO	-0.871	0.923(**)	-0.970(*)	1											
Amylose	-0.808	0.196	-0.954(*)	0.177	1										
Swelling power	-0.661	0.820(**)	-0.728	0.726(*)	0.302	1									
Solubility	0.914(*)	0.755(*)	0.971(*)	0.891(*)	-0.371	0.653(*)	1								
Water holding capacity	0.907(*)	0.182	0.967(*)	0.058	-0.105	-0.017	0.434	1							
Pasting temp	-0.886	-0.596	-0.913(*)	-0.392	0.383	-0.244	-0.726(*)	-0.542	1						
Peak time	-0.943(*)	-0.537	-0.961(*)	-0.360	0.473	-0.283	-0.780(*)	-0.575	0.947(**)	1					
Final visco.	-0.908(*)	-0.131	-0.969(*)	0.009	0.615	-0.015	-0.610	-0.743(*)	0.705(*)	0.848(**)	1				
Break down	0.791	0.839(**)	0.296	0.887(*)	0.493	0.589	0.497	0.422	-0.642(*)	-0.544	-0.173	1			
Setback	-0.947(*)	0.229	-0.952(*)	0.297	0.758(*)	0.279	-0.402	-0.653(*)	0.473	0.801	0.900(**)	0.193	1		
To	0.744	0.084	0.736	-0.019	-0.442	0.084	0.402	0.451	-0.458	-0.711(*)	-0.838(**)	0.104	0.688(*)	1	
ΔH	-0.616	0.898(**)	-0.701	0.887(**)	0.183	0.717(*)	0.709(*)	0.122	-0.483	-0.334	0.043	0.712(*)	0.259	-0.258	1

팽윤력은 용해도($r=0.653$)와 ΔH ($r=0.717$)와 양의 상관관계를 용해도는 RVA의 pasting temp($r=-0.726$), peak time($r=-0.760$)과 음의 상관관계를 보였다. 보수력은 RVA의 final viscosity($r=-0.743$), setback($r=-0.653$)과 유의성 있는 음의 상관관계를 보였다. 호화 특성중 DSC의 흡열엔탈피를 나타내는 ΔH 와 RVA의 setback($r=0.712$)과 유의적인 양의 상관관계를 보였다. Table 18은 주성분 분석에 의해 추출된 2가지 성분중 요인 1은 단백질, 회분, 식이섬유, 전분, 용해도, 호화 개시온도 등이었고, 요인 2는 amylose함량, RVA의 최종 점도, setback 값

이었다. Fig. 25는 쌀 가공제품의 원료인 일반계 쌀(2006년, 2007년, 2010년)의 일반 성분 분석과 호화 특성 항목, 물리적 특성 등의 주성분 분석을 한 결과이다. 제 1요인으로 설명할 수 있는 설명력은 52.32%, 제 2요인은 29.98%의 설명력을 나타내었다. 단백질, 식이섬유는 DSC에 의한 ΔH , 팽윤력, 전분함량, 회분 함량과 반대 방향에 위치하여 음의 상관성을 보였고, 소화율, 호화 개시온도는 양의 상관성을 보였다. 또 ΔH , 팽윤력, 전분함량, break down, 회분 함량은 양의 같은 면에 위치하여 어느 정도 상관성이 있었다. 일반계 쌀은 생산 년도에 상관없이 같은 면에 위치하여 상관성은 있었으나, 완전 일치하지 않고 거리가 떨어져 있어 품질에 차이가 있는 것을 알 수 있다. 추출한 전분도 같은 방향에 위치하여 비슷한 품질 특성을 보이지만, 년도별로 거리를 두고 위치하여 시료간 차이가 있음을 알 수 있었다.

Table 18. Squared cosines of the variables

	F1	F2
Protein	0.837	0.151
Ash	0.827	0.165
TDF	0.687	0.305
Starch	0.622	0.239
Amylose	0.008	0.538
Swelling power	0.461	0.227
Solubility	0.783	0.020
WHC	0.183	0.271
Pasting Temp	0.691	0.141
Peak time	0.688	0.283
Final viscosity	0.266	0.701
Break down	0.656	0.087
Setback	0.029	0.867
To	0.169	0.540
ΔH	0.574	0.278
Starch digestive activity	0.841	0.012
Diameter	0.626	0.221

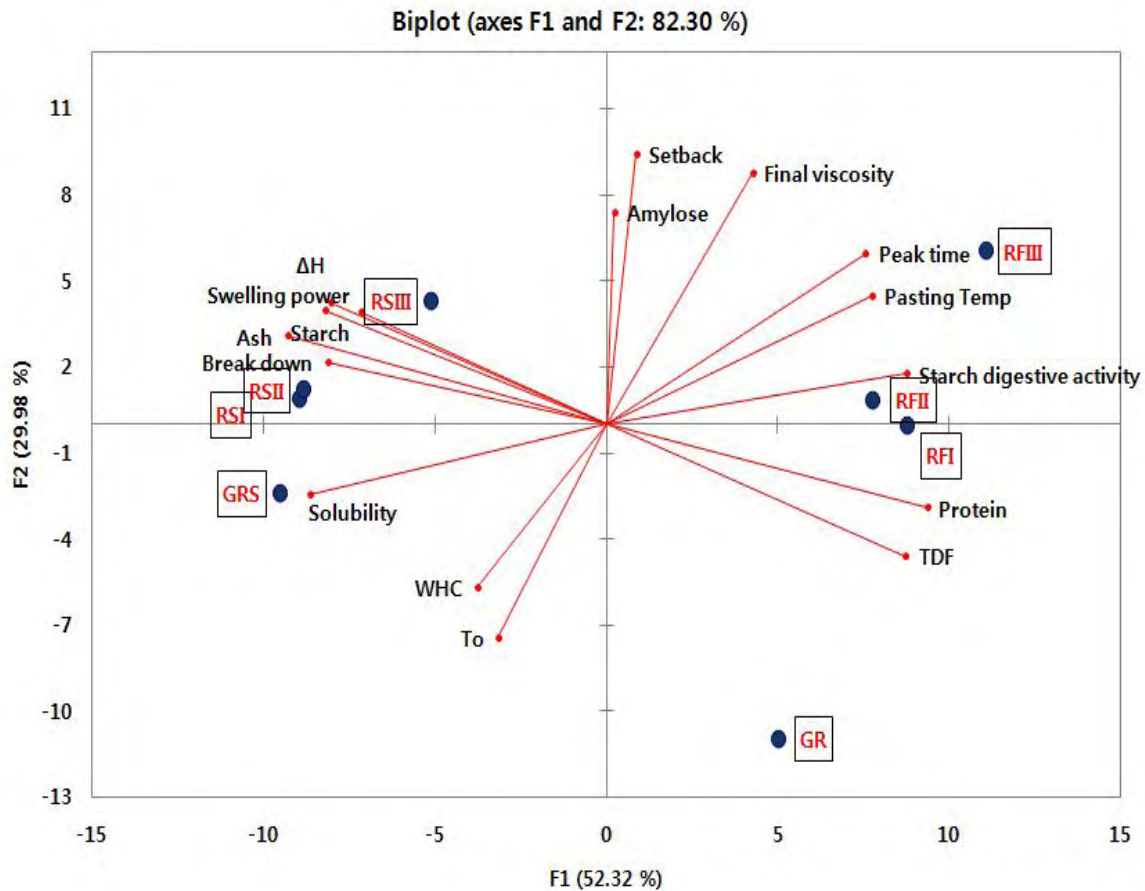


Fig. 25. Principal component analysis between proximate composition and pasting properties of rice flour and starch

이상의 결과에서 일반계 쌀의 성분에 따라 호화 특성 등 물리적 특성이 차이가 있는 것을 확인한 후 가공용 쌀의 일반 성분 등의 변화에 의해 쌀 가공 제품의 물리적 특성도 변할 수 있다는 것을 확인하였다. 그러므로 가공용 쌀의 경우 대부분 85% 이상 전분으로 구성되어 있지만 제품 특성에 맞는 가공용 쌀을 선발해야 항상 같은 제품을 출시할 수 있으므로 원료 쌀에 대한 표준 지표가 제시되어야 한다.

한편 Table 19는 일반계 가공용 쌀의 물리적 특성 변화와 기능성을 부여한 쌀 제조를 위하여 쌀분말과 전분을 가교 결합시킨 후 RVA에 의한 물리적 특성을 분석한 결과이다. 원료 쌀과 전분과 달리 가교 결합한 시료의 경우 호화 개시온도, 최고 점도, breakdown, setback 값이 완전히 차이가 있어 열적 특성이 변화한 것을 확인할 수 있었다(Fig. 26). Fig. 27은 가교 결합한 전분있음을 확인하였다.

Table 19. Pasting characteristics of rice flours and crossed linked samples by rapid visco analyzer(RVA)

Sample	Pasting temperature (°C)	Peak time (min)	Viscosity(RVU)			
			Peak	Final	Breakdown	Setback
RSIII	77.3±0.6	4.4±0.0	454.6±2.9	321.5±2.9	207.8±12.6	160.00±8.27
Cross - linked RSIII	-	7.00±0.00	54.54±2.06	63.96±1.59	11.17±0.23	20.58±0.71
RFIII	95.03±0.1	6.7±0.1	332.4±2.3	437.3±1.5	85.2±1.5	190.1±3.9
Cross-linked RFIII	-	7.0±0.0	44.33±4.60	86.46±7.37	13.29±1.0	55.42±3.77

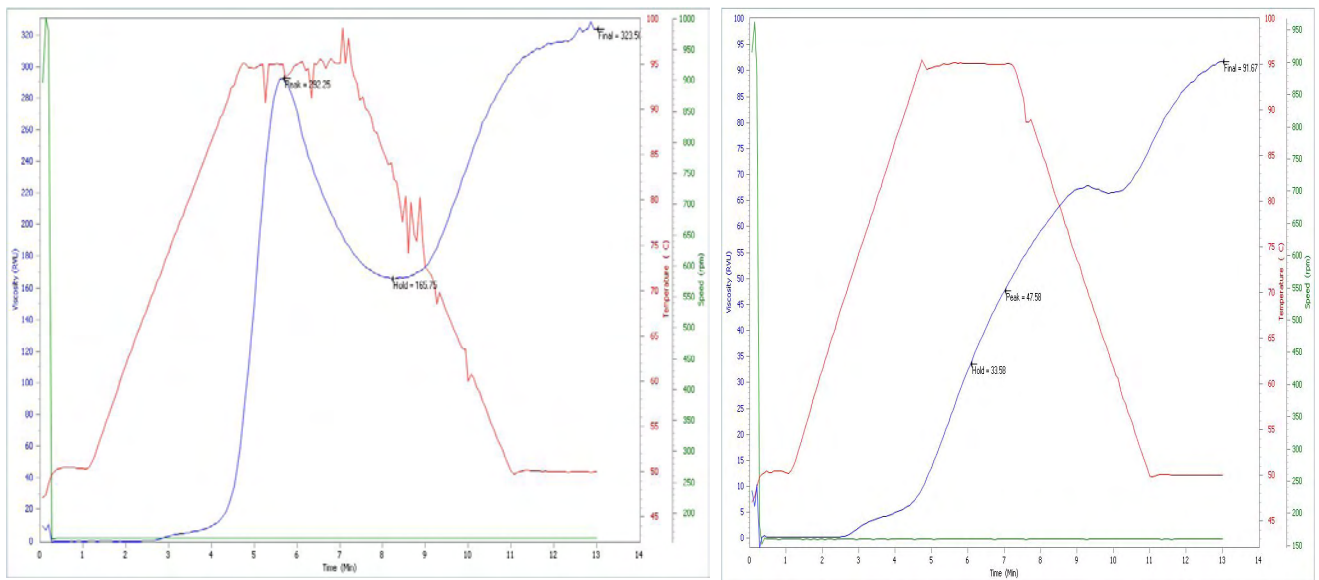


Fig. 26. Pasting characteristics of rice flours and crossed linked samples by rapid visco analyzer(RVA)

가교 전분의 SEM 분석

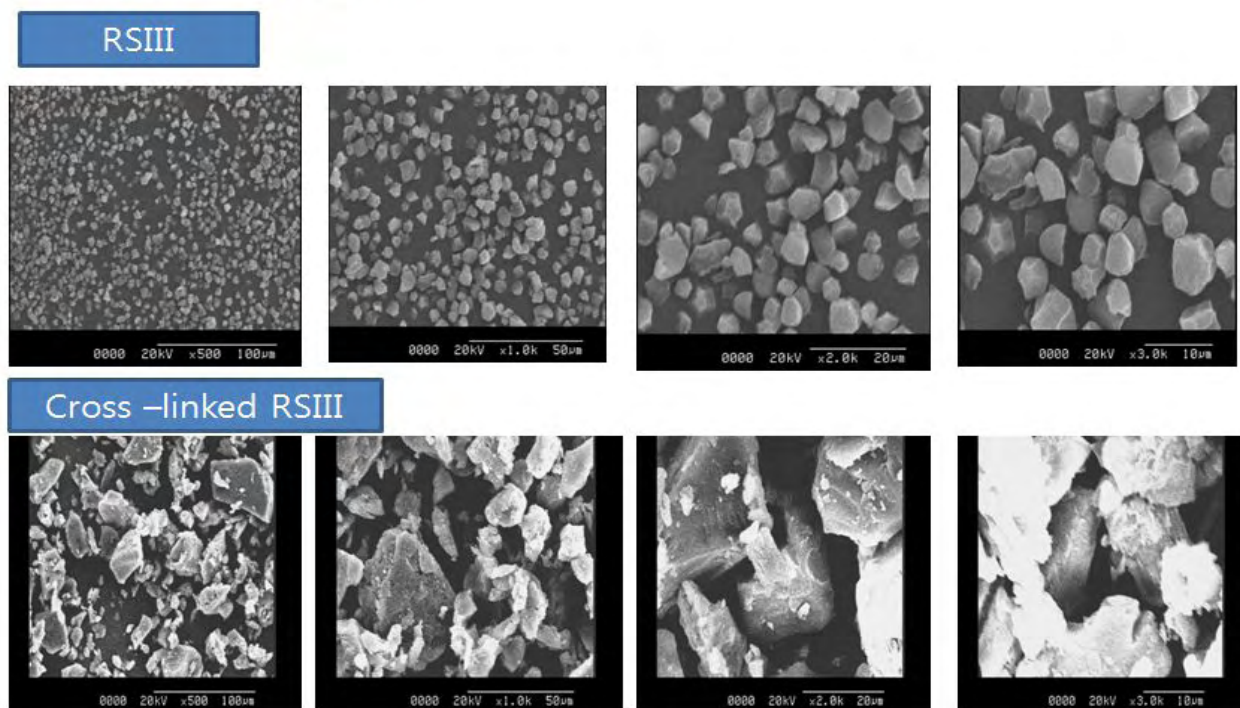


Fig. 27. Scanning electron microscopy(SEM) micrographs of rice starch (x500~x3,000)

가공용 쌀 원료의 품질 지표 선별은 (주)대상과 협의한 결과 1차, 2차 연구에서 수행하였던 쌀 카레, 쌀 된장, 쌀 고추장, 쌀 스프의 경우 쌀 함량인 전체 배합비의 10-25% 내외로 쌀 원료보다는 다른 성분에 의해 품질 지표가 변화하므로, 쌀 함량이 많은 카레 루(쌀루)를 타겟으로 하여 품질 지표를 선별하였다. 현재 (주) 대상에서는 쌀 원료의 품질 지표로 쌀가루 입도 크기, 수분함량, 외관 등의 육안 검사를 하고, 필요시 납, 보존료, 타르색소, 오클라톡신 A, 카드뮴을 필요에 따라 검사를 하고 있다. 본 연구 결과 쌀 품질 지표로 (주) 대상에서 현재 쌀 원료 구입시 하고 있는 육안 검사, 입도 크기, 수분 함량 이외에 쌀가루의 용해도, WHC, RVA 값을 품질 지표를 검토하였다.

다. 밀가루 대체 쌀 가공 제품의 품질 지표 확립 및 품질 규격화를 위한 지침 제시

(1) 쌀 가공 제품(동결 건조 식품)의 품질 지표 확립

① 쌀죽 원료의 이화학적 특성

본 실험에 사용한 팽화미, 찹쌀 및 쌀의 일반성분을 분석한 결과는 Table 13과 같다. 수분 함량의 경우 팽화미는 쌀이나 찹쌀에 비하여 낮은 5.65%였다. 쌀의 수분 함량은 $14.11 \pm 0.04\%$, 찹쌀은 $13.69 \pm 0.01\%$ 로 벼의 적정 수분함량인 15.0%, 도정을 위한 적정 수분 함량 15.80%라고 보고(Moon *et al* 2010)된 결과와 비교할 때 약간 낮은 값을 보였다. 단백질 함량의 경우 팽화미는 $6.99 \pm 0.04\%$, 쌀은 $6.54 \pm 0.02\%$ 였고, 찹쌀은 $7.62 \pm 0.01\%$ 였다. 본 연구에 사용한 쌀의 경우 농진청의 타라이스 기준(Son *et al* 2002)인 단백질 함량 6.5% 이하와 유사한 함량을 나타내었다. 쌀과 팽화미의 조지방 함량은 0.28~0.30%, 조회분은 0.31~0.34%, 식이섬유 함

량은 0.98~1.05%로 Kim *et al*(2011)의 쌀 가공 제품을 위한 국내산 쌀 19품종과 수입쌀 1품종의 지방 함량 0.18~0.73%, 단백질 5.22~7.00%, 회분 0.26~0.40%, 아밀로즈 함량 10.30~19.30%와 비교할 때 그 범위에 해당하였다. 탄수화물은 팽화미 85.77± 0.02%, 찰쌀 76.76±0.01%, 쌀 77.69±0.02%로 팽화미의 전분 함량이 높게 나타났는데, 이는 팽화미의 경우 팽화에 의한 수분 함량의 차이에 의한 것으로 여겨진다.

② 팽윤력, 용해도, 물 결합 능력 및 색도

팽윤력의 경우 팽화미는 28.24±0.22 g/g, 쌀은 8.96±0.31 g/g, 찰쌀 5.53±0.28 g/g으로 팽화미가 쌀보다 약 3배 이상 높았고, 찰쌀과 비교하면 약 5배 정도 높은 값을 보였다. 용해도는 찰쌀이 가장 높은 22.76±0.11%, 팽화미와 쌀은 각각 8.11±0.25%, 6.91±0.04%였다. 물 결합 능력은 팽화미가 456.23±7.7%로 쌀의 112±2.83%, 찰쌀 124.0±2.83%에 비해 높은 값을 보였다. 전반적으로 팽화미가 쌀이나 찰쌀보다 팽윤력, 용해도 및 물 결합 능력이 높았는데, 이는 고온과 고압으로 유지하다가 급격히 상온과 상압으로 조절하여 팽창시킨 팽화미가 전분 붕괴로 인해 용해도가 높고, 보수력이 높은 기공이 많은 조직으로 변화된다는 보고(Jeong *et al* 2001, Tie *et al* 2008, Lee *et al* 2011)와 동일한 결과를 보였다. 한편 색도의 경우 쌀은 밝기를 나타내는 L값은 93.08±0.01, 적색도인 a 값은 -0.30±0.02, 황색도인 b값은 7.02±0.01였고, 찰쌀의 L값은 93.78±0.0, a값은 -0.10±0.02, b값은 3.39±0.01였다. 반면에 팽화미는 L값 82.38±0.39, a값 1.76±0.01, b값 11.78±0.03로 황색도를 나타내는 b값이 쌀이나 찰쌀보다 높은 값을 보였는데 이는 쌀에 함유된 당류나 아미노류가 팽화미 제조 시 열에 의해 갈변 물질을 형성한 것으로 여겨진다(Ha *et al* 2004).

Table 20. Proximate composition, color, swelling power, solubility and water holding capacity of the rice, glutinous rice and puffed rice

	Puffed rice	Glutinous Rice	Rice
Moisture(%)	5.65±0.11 ^{1)bc2)}	13.69±0.01 ^a	14.11±0.04 ^a
Crude protein(%)	6.99±0.04 ^{ab}	7.62±0.01 ^a	6.54±0.02 ^c
Crude lipid(%)	0.30±0.03 ^b	0.36±0.02 ^a	0.28±0.05 ^b
Crude ash(%)	0.31±0.03 ^a	0.20±0.01 ^b	0.34±0.01 ^a
Total dietary fiber(%)	0.98±0.02 ^b	1.38±0.01 ^a	1.05±0.01 ^{ab}
Carbohydrate(%)	85.77±0.02 ^a	76.76±0.01 ^b	77.69±0.02 ^b
Swelling power(g/g)	28.24±0.22 ^a	5.53±0.28 ^c	8.96±0.31 ^b
Solubility(%)	8.11±0.25 ^b	22.76±0.11 ^a	6.91±0.04 ^c
Water holding capacity(%)	456.23±7.7 ^a	124.00±2.83 ^b	112.00±2.83 ^{bc}
Color value	L	82.38±0.39 ^b	93.78±0.00 ^a
	a	1.76±0.01 ^a	-0.10±0.02 ^b
	b	11.78±0.03 ^a	3.39±0.01 ^c

¹⁾ values are Mean±S.D(n=3)

²⁾ ^{a-c} Means with different letters within the same row are significantly different(p<0.05) using Duncan's multiple range test.

③ 쌀죽의 수분, 가용성 고형분, 점도 및 색도

실험계획에 따라 제조한 죽의 수분함량, 가용성 고형분 함량, 점도 및 색도 측정 결과는 Table 21과 같다. 수분 함량의 경우 쌀죽 배합비에 따라 제조된 시료는 89.29±0.97~89.85±0.09% 범위로 시료 간 수분함량의 유의적인 차이는 없었다. 가용성 고형분 함량과 점도의 경우 최대값을 나타내는 시료구는 쌀 함량이 12%였을 때 가장 높아 각각 10.10±0.07 °Brix와 9,150±25~9,153±36 cP·s를 나타내었다. 최소 가용성 고형분 함량은 팽화미 1.44%, 찹쌀 0.24%, 쌀 10.32%였고, 가장 낮은 점도인 2,892±15 cP·s를 나타낸 시료는 No. 4(A:2.88%, B07~8%, C:8.24%)와 No. 6(A:3.20%, B:0.36%, C:8.04%)였다. 이는 전분의 점도는 아밀로즈 함량 보다는 아밀로펙틴이 많으면 점도가 높다고 보고된 결과(Julian BO 1971)와 비교할 때 본 연구에서는 아밀로펙틴이 많은 찹쌀 비율이 적어 아밀로펙틴에 의한 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. 전반적으로 팽화미 비율이 높고 쌀 비율이 낮았던 No. 3, No. 4, No. 6가 낮은 점도를 보였다. 색도의 경우 쌀 함량 100%인 No. 7과 No. 11시료의 L값이 58.80~58.81, a값 -1.41~-1.42, b값 -2.92~-2.91이었고, 쌀 함량이 낮은 시료(No. 3, No. 4, No. 6)는 L값은 54.25~55.19, a값은 -0.89~-0.99, b값은 1.62~1.96이었다. 전반적으로 쌀 함량이 낮아질수록 L값은 낮아지고 a와 b값은 약간 증가하는 경향을 보였다. 가하는 경향을 보였다.

Table 21. Quality characteristics of rice gruel by mixture design

No.	Run	Moisture (%)	Soluble solid (°Brix)	Viscosity (cP·s)	Color value		
					L	a	b
1	4	89.71±0.03	7.59±0.30 ^{1)c2)}	3,951±21 ^d	57.44±0.13 ^b	-1.27±0.01 ^c	-0.04±0.02 ^d
2	8	89.78±0.08	8.80±0.00 ^b	3,590±44 ^e	57.64±0.47 ^b	-1.32±0.04 ^{cd}	0.03±0.08 ^d
3	7	89.61±0.25	8.51±0.34 ^b	3,020±11 ^f	55.19±0.63 ^{cd}	-0.99±0.04 ^{ab}	1.62±0.21 ^b
4	6	89.54±0.08	8.39±0.19 ^c	2,892±15 ^g	54.80±0.57 ^d	-0.95±0.06 ^a	1.65±0.21 ^b
5	2	89.78±0.05	9.04±0.30 ^b	4,479±61 ^b	59.08±0.45 ^a	-1.41±0.01 ^d	-1.24±0.14 ^e
6	5	89.78±0.10	8.23±0.14 ^{bc}	2,892±15 ^g	54.25±0.29 ^d	-0.89±0.01 ^a	1.96±0.02 ^a
7	3	89.29±0.07	10.10±0.07 ^a	9,153±36 ^a	58.81±0.27 ^a	-1.41±0.01 ^d	-2.92±0.30 ^f
8	9	89.73±0.47	8.56±0.12 ^b	3,531±71 ^e	55.99±0.42 ^{bc}	-1.14±0.07 ^b	0.54±0.04 ^c
9	11	89.83±1.02	8.55±0.00 ^b	4,065±18 ^c	56.13±0.01 ^c	-1.17±0.02 ^b	0.46±0.03 ^c
10	1	89.85±0.09	8.73±0.00 ^b	3,725±41 ^d	55.74±0.04 ^c	-1.14±0.05 ^b	0.50±0.01 ^c
11	10	89.29±0.97	10.13±0.07 ^a	9,150±25 ^a	58.80±0.87 ^a	-1.42±0.01 ^d	-2.91±0.32 ^f

¹⁾ values are Mean±S.D(n=3)

²⁾ a-f Means with different letters within the same column are significantly different(p<0.05) using Duncan's multiple range test.

④ 관능검사

실험계획에 따라 제조된 죽의 색도(brown), 향미(flavor), 맛(sweetness), 텍스처(viscous)

및 후미(sticky)등의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 15와 같다. 갈색도의 경우 쌀 함량 100%인 No. 11과 No. 7은 2.0 ± 1.2 의 낮은 점수로 평가한 반면 쌀 함량이 적어질수록 색도가 증가하였다. 쌀죽의 향미와 단맛의 경우 시료 간 차이는 있었지만 전반적으로 쌀 함량이 적었던 No. 3, No. 4, No. 6 시료가 쌀 비율이 많은 시료보다 높은 값으로 평가하였다. 죽을 먹을 때 처음 느껴지는 조직감(viscous)은 팽화미 함량이 많아질수록 낮은 점수로 평가하였고, 반면에 입안에서의 후미(sticky)는 팽화미 함량이 많아질수록 높은 점수로 평가하였다. 전반적으로 쌀 함량 비율이 적어지고, 팽화미 비율이 많아질수록 갈색도, 단맛, 후미의 입안에서의 끈적임을 높게 평가한 반면 죽의 조직감(농후함)은 낮다고 평가하여 점도계에 의한 점도측정 결과와 유사하였다. 또 전반적 기호도(overall acceptability)는 시료에 따라 $4.7\pm 1.6\sim 5.6\pm 2.2$ 의 평가 점수의 차이는 있었으나, 통계적인 유의성은 없었다.

Table 22. Sensory characteristics of rice gruel containing puffed rice by mixture design

No.	Run	Color (brown)	Flavor	Taste (sweetness)	Texture (viscous)	Aftertaste (sticky)	Overall accept
1	4	3.9 ± 0.9^{bc1}	3.0 ± 0.9^b	3.5 ± 1.6^{ab}	5.7 ± 1.6^a	3.9 ± 1.4^{ab}	5.4 ± 1.1
2	8	3.4 ± 0.7^{bc}	2.6 ± 1.3^b	3.8 ± 1.9^{ab}	5.4 ± 1.6^{ab}	4.2 ± 2.0^{ab}	5.2 ± 1.9
3	7	6.2 ± 1.1^a	4.9 ± 2.3^a	4.2 ± 1.4^a	4.7 ± 1.4^b	4.5 ± 1.7^a	5.2 ± 1.6
4	6	6.5 ± 0.7^a	5.0 ± 2.2^a	4.1 ± 1.7^a	4.7 ± 1.7^b	4.1 ± 1.7^{ab}	5.6 ± 1.3
5	2	1.8 ± 0.4^d	2.4 ± 1.6^b	3.7 ± 2.5^{ab}	5.3 ± 1.7^{ab}	3.4 ± 1.6^b	5.3 ± 2.2
6	5	6.4 ± 0.7^a	4.9 ± 2.3^a	4.4 ± 1.8^a	4.4 ± 1.6^b	4.8 ± 1.7^a	4.8 ± 1.6
7	3	2.0 ± 1.2^d	3.2 ± 1.8^b	3.4 ± 2.2^{ab}	5.9 ± 1.9^a	2.9 ± 1.4^{bc}	4.7 ± 1.6
8	9	4.8 ± 0.9^b	4.2 ± 1.8^{ab}	4.2 ± 1.4^a	5.1 ± 1.2^{ab}	4.3 ± 1.7^{ab}	4.9 ± 1.1
9	11	4.7 ± 0.8^b	4.2 ± 1.9^{ab}	4.5 ± 1.4^a	5.6 ± 1.2^{ab}	3.8 ± 1.6^{ab}	5.3 ± 1.3
10	1	4.7 ± 1.1^b	4.0 ± 1.8^{ab}	4.4 ± 1.3^a	4.1 ± 1.6^b	3.8 ± 1.9^{ab}	5.3 ± 1.2
11	10	2.0 ± 1.2^d	3.2 ± 1.8^b	3.4 ± 2.2^{ab}	5.9 ± 1.9^a	2.9 ± 1.4^{bc}	5.0 ± 2.2

¹⁾ values are Mean \pm S.D(n=12)

²⁾ ^{a-c} Means with different letters within the same column are significantly different(p<0.05) using Duncan's multiple range test.

⑤ 혼합물 모델 및 최적화

실험 계획에 따라 제조된 쌀죽의 각 품질 특성에 미치는 영향을 모델링화하여 F-test를 통해 유의성 검사를 하였다(Table 23). 각각의 물리적 품질 특성 중 시료의 점도, 색도 중 a값과 b값이 quadratic 모델로 선택되었고, probability는 0.001, 0.037, 0.042로 5% 이내의 유의성을 보여 모델의 적합성을 보였다. 관능적 특성의 경우는 색도(갈색도), 맛(단맛), 죽의 농후함(viscous)의 probability가 0.031, 0.05, 0.001로 5% 이내의 유의성을 보여 quadratic 모델로 선택되었다. Fig 28은 선택된 모델에 대한 반응 표면도와 trace plot를 한 결과로 팽화미 함량(A)이 많으면 점도가 감소하고 쌀(C) 함량이 많을수록 점도가 증가한 반면, 찹쌀(B) 함량은 팽화미와 쌀 함량과 비교하여 상대적으로 큰 영향을 끼치지 않았다. 적색도를 나타내는 a값과 황색

도를 나타내는 b값의 경우 팽화미 함량(A)이 많을수록 a값과 b값이 증가하였고, 쌀 함량(C)이 많을수록 a값과 b값이 감소하는 경향을 보였다. 이는 Kim *et al*(2007)의 팽화미로 쌀을 대체하여 탁주를 제조할 경우 팽화미 첨가 시료가 쌀가루 첨가 시료보다 L값과 b값이 증가하였다는 결과와 유사하였다. 한편 Fig. 29는 선택된 모델에 대한 관능특성의 반응 표면도와 trace plot에 의한 결과이다. 갈색도는 팽화미(A) 함량이 많을수록 그 값이 증가하였고, 찹쌀(B)함량과 쌀(C)함량이 많을수록 감소하는 경향을 보였다. 맛의 경우 팽화미(A) 함량이 많을수록 단맛이 증가하는 경향이었고, 찹쌀(B)과 쌀(C) 함량이 많을수록 단맛이 감소하였다. 또 죽의 조직감인 입안에서의 농후함은 쌀(C)과 팽화미 함량이 많을수록 증가하는 경향이었고, 팽화미보다는 쌀의 영향이 더 크게 나타났다. 최적화는 혼합 비율에 따른 팽화미, 찹쌀 및 쌀 함량에 따른 관능적 품질 특성을 모델링한 결과 유의성이 있었던 색도(갈색도), 맛(단맛) 및 텍스처(농후함)를 기준으로 하였다(Table 23). 이때 각각의 관능적 품질 특성의 하한값과 상한값은 각각 3.5와 4.5이었고, 목표값을 4점으로 하여 최적화를 수행한 결과 Fig. 30과 같다. 최적 예측된 최적값은 pseudo 성분을 실제 성분 비율로 환산한 결과 팽화미는 1.69%, 찹쌀가루 0.47%, 쌀가루 9.84%이었다. 예측된 최적의 비율로 죽을 제조하여 관능적 품질 특성인 색도(brown color), 맛(sweetness) 및 텍스처(viscous)을 평가한 결과 각각 4.2, 4.0, 4.3으로 평가되어 실험계획법의 목표와 일치하였다.

혼합물 실험 계획법을 이용하여 팽화미가 첨가된 쌀죽 배합비율에 따른 품질 특성을 조사한 후 최적화 분석을 하였다. 실험계획에 따라 제조된 쌀죽의 각 품질 특성에 미치는 영향을 조사한 결과 최대 가용성 고형분 함량과 점도는 쌀 함량이 12%였을 때 가장 높은 10.13 °Brix와 9,153 cP·s를 나타내었다. 색도는 전반적으로 쌀가루 함량이 적을수록 L값은 낮아지고 a와 b값은 약간 증가하는 경향을 보였다. 또 관능검사 결과 쌀 함량이 적어지고, 팽화미와 찹쌀 비율이 높아질수록 가용성 고형분 함량, 점도, b값과 관능적 특성인 갈색도, 향미, 단맛을 높게 평가하였다. 모델링화하여 F-test를 통해 유의성을 검사한 결과 시료의 점도, 색도 중 a값과 b값의 probability가 5% 이내의 유의성을 보여 모델의 적합성을 보였다. 최적화는 모델링한 결과 유의성이 있었던 색도(갈색도), 맛(단맛) 및 텍스처(농후함)를 기준으로 예측된 쌀죽의 최적 비율은 팽화미 1.69%, 찹쌀 0.47%, 쌀 9.84%이었다(Fig. 30). 이상의 결과에서 쌀과 팽화미를 적절히 혼합할 경우 죽의 점도, 색 등의 물리적 특성과 단맛, 농후함 등의 관능적 특성이 변화되는 것을 확인할 수 있어서 죽의 원료로 팽화미를 사용할 경우 기초 자료로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 23. Analysis of predicted model equation for the quality characteristics of rice gruel

Response	Model	P-value	R ²	Equation on terms of pseudo component
Moisture(%)	Linear	0.950	0.031	99.59A-17.2B+89.7C+15.92AB-12.3AC+127.9BC
Soluble solid(°Brix)	Linear	0.255	0.744	47A+1259.0B+10.1C-1473.0AB-54.0AC-1295.0BC
Viscosity(cP·s)	Quadratic	0.001*	0.995	22046A+1003212B+9108C-800368AB-48996AC-1135701BC
Color value	L	Quadratic	0.598	57.7A-438.2B+58.9C+374.4AB-19.3AC+155.5BC
	a	Quadratic	0.037*	-1.64A-43.6B-1.4C+88.59AB+1.8AC+37.03BC
	b	Quadratic	0.042*	-14.3A-597.5B-2.9C+711.8AB+36.0AC+624.5BC
Sensory characteristics	Color	Quadratic	0.031*	-36.7A-702.0B+2.0C+1265AB+65.4AC+639.2BC
	Flavor	Quadratic	0.069	-1.2A+418.5B+3.2C-181.5AB+12.6AC-498.2BC
	Taste	Quadratic	0.054*	21A+843B+3C-1054AB-13AC-857BC
	Texture	Quadratic	0.001*	-24.6A-339.4B+6.0C+958.0AB+26.7AC+248.8BC
	After taste	Quadratic	0.825	14.5A+19.3B+2.9C-83.8AB-7.59AC+6.337BC
	Overall accept.	Quadratic	0.501	0.716

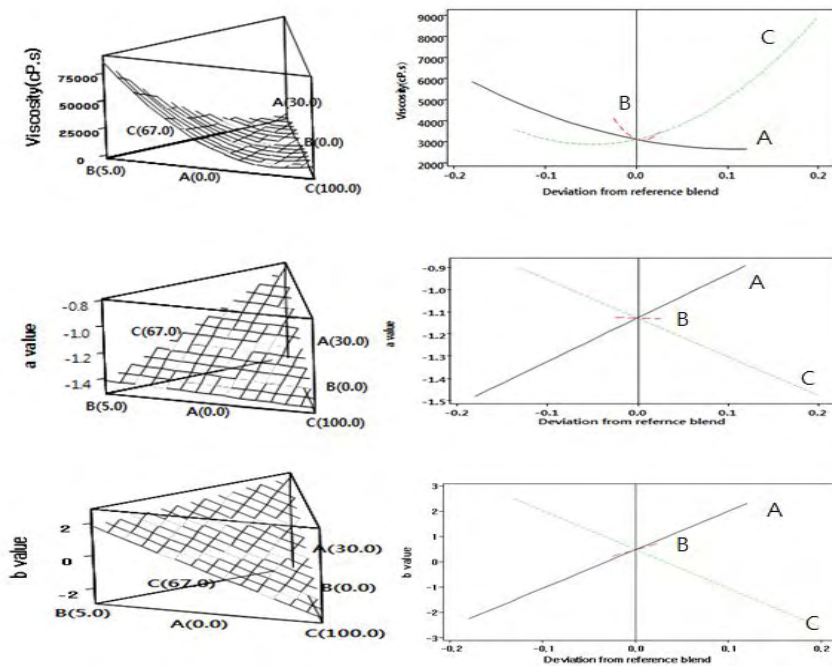


Fig. 28. Response surface and trace plot for the effect of puffed rice flour(A), glutinous rice flour(B) and rice flour(C) on viscosity and color value of rice gruel.

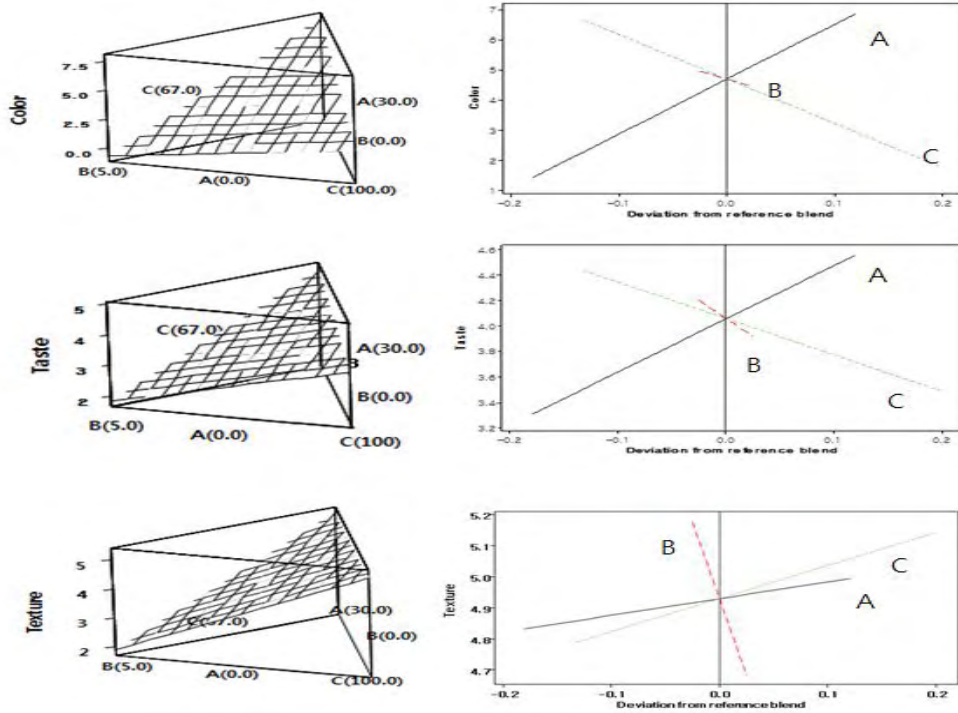


Fig. 29. Response surface and trace plot for the effect of puffed rice flour(A), glutinous rice flour(B) and rice flour(C) on color, texture and taste of rice gruel sensory evaluation

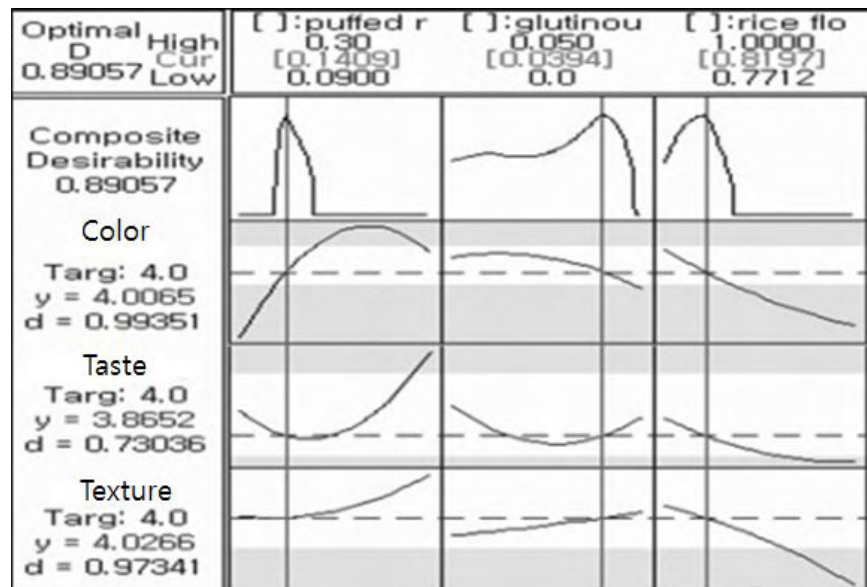


Fig. 30. Response Optimization for mixture ratio of rice gruel

○쌀 가공 제품(동결 건조 식품)의 물리화학적 및 감각과학적 품질 평가

3차년도 개발하고자 하는 쌀가공 제품은 동결 건조 쌀죽을 대상으로 Fig 31과 같은 단계로 (주) 대상과 한국식품연구원에서 연구를 진행하였다. (주) 대상에서 소비자 조사를 통한 컨셉 확립, prototype 개발을 위한 핵심 기술 및 제조 공정 확립을 수행하는 동안 연구원에서는 시판 인스턴트 쌀죽에 대한 품질 특성과 동결 쌀죽의 품질 평가 기준 마련을 위한 기초 자료를 준비한 후 (주) 대상에서 제공한 prototype의 제품으로 감각과학적 품질 특성 및 물리적 특성을 조사하였다. 20-30대 직장여성 8명을 대상으로 시판 즉석 죽과 비교하여 차별성, 식생활 트렌드, 즉석 죽과 스프의 일반적인 특성을 평가하였다. 스프와 prototype I 동결죽과 비교한 결과 쌀 맛이 강하고 제품이 특징적인 맛이 없으며 입안에 텁텁함이 많이 남아 있다고 평가하였다. 동결 건조죽은 일반 스프와 비교하여 용해도가 낮은 반면 점도는 10배 이상 높았는데 이는 원료 자체가 동결 건조죽은 쌀이 주원료이고, 스프는 밀가루나 변성 전분이 주 원료여서 스프와는 전혀 다른 조직감을 가지고 있음을 알 수 있었다(Fig. 32). Fig.34는 일반 시판 쌀죽과 동결 건조죽을 비교한 결과로 시판되고 있는 쌀죽에 비하여 prototype 죽(II)는 호화가 덜 된 느낌과 쌀 입자의 조직감 개선이 요구되었다. 또 죽 원료인 쌀의 팽화도, 용해도 및 보수력 등을 다른 곡류와 비교한 결과 차이가 있어 동결 죽 원료로 사용하는데 기초자료로 사용하여 prototype 죽 개선에 응용하였다(Fig. 33).

(주)대상

- 본 조사는 시판 인스턴트 쌀죽에 대한 품질 특성을 조사 .
- 쌀 가공 제품(동결 쌀죽)의 품질 평가 기준 마련을 위한 기초 자료로 활용



조사 내용 및 방법

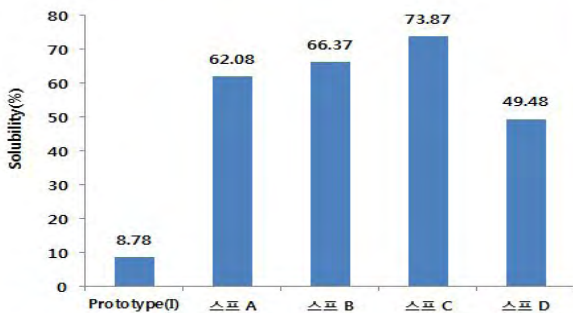
- 시료 제시 및 조사 방법**
- 시판 즉석 스프와 목표 제품의 차별성
 - 시판 4종의 즉석 스프와 동시 제시
 - 시판 죽과 목표 제품(동결죽 실험실 제품)의 차별성
 - 시판 4종의 즉석죽과 동시 제시
- 조사 항목**
- 식생활 트렌드
 - 즉석 스프 및 쌀죽 관련 일반적인 사항
 - 즉석 스프, 죽의 맛, 외관 등에 대한 평가



Fig. 31. Evaluation method of freeze dried rice gruel



즉석죽과 스프의 품질 특성 비교



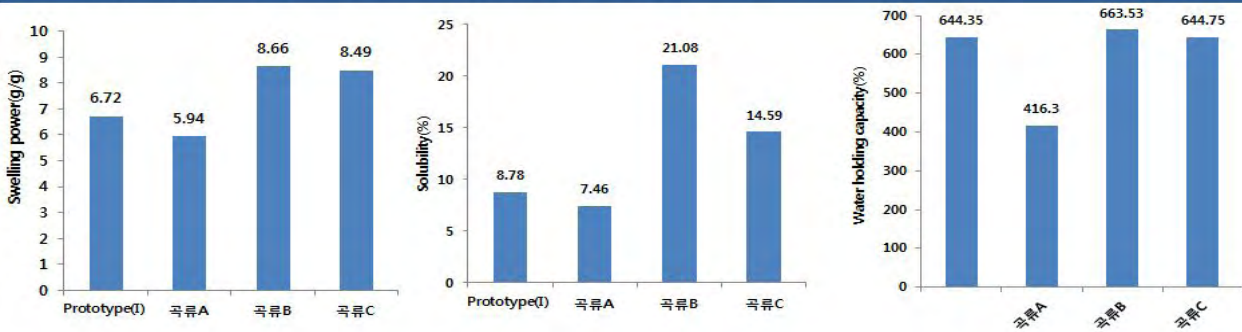
Sample	Cumulative particle size(μm)		
	Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%
Prototype(I)	18.78	79.47	201.88
스프 A	4.23	42.49	110.00
스프 B	3.03	28.66	65.93
스프 C	6.79	53.16	185.19
스프 D	13.88	150.51	251.04

Sample	Peak time (min)	Viscosity(cP)				
		Peak	Trough	Final	Breakdown	Setback
Prototype (I)	5.42±0.17	1272.33±242.48	1012.00±148.62	1590.33±260.70	260.33±93.86	578.33±113.29
스프 A	6.95±0.04	87.00±0.00	75.00±0.00	177.67±1.53	12.00±0.00	102.67±1.53
스프 B	6.98±0.04	101.00±4.36	82.67±3.21	235.67±6.66	18.33±1.15	153.00±3.61
스프 C	6.93±0.07	56.67±9.07	47.33±6.81	109.00±19.16	9.33±2.31	61.67±12.42
스프 D	6.87±0.07	39.33±1.15	33.67±0.58	108.00±1.73	5.67±0.58	74.33±1.15

Fig. 32. Sensory evaluation and physical properties of various soup and prototype gruel(I)



동결 건조죽 원료(조리전)와 유사 곡류와의 품질 특성 비교



Sample	Cumulative particle size(μm)		
	Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%
Prototype (II)	18.78±0.21	79.47±0.49	201.88±2.18
곡류A	10.94±0.07	68.60±0.72	168.36±1.41
곡류B	19.59±0.38	69.64±0.51	154.13±2.41
곡류C	21.51±0.16	66.27±0.61	144.56±2.83

Sample	Pasting temp. (°C)	Peak time (min)	Viscosity(CP)				
			Peak	Trough	Final	Breakdown	Setback
Prototype (II)	50.22±0.08	5.42±0.17	1272.33±242.48	1012.00±148.62	1590.33±260.70	260.33±93.86	578.33±113.29
곡류A	83.25±0.05	6.53±0.17	379.33±2.08	364.33±0.58	494.67±4.04	15.00±1.73	130.33±4.16
곡류B	52.43±2.93	1.13±0.07	326.67±43.84	225.00±11.36	339.67±8.50	101.67±33.02	114.67±2.89
곡류C	50.57±0.39	4.58±1.29	321.33±35.28	306.67±30.62	433.67±34.08	14.67±5.51	127.00±3.46

Fig. 33 . Sensory evaluation and physical properties of commercial rice gruel and prototype freeze dried rice gruel

Fig. 34는 즉석 동결죽 prototype II의 기호도 검사를 실시한 결과이다. 식품연구원에 근무하고 있는 20-40대의 50명을 대상으로 prototype II와 유사한 시판 죽과 비교하여 동일한 조건으로 제공하여 기호도 검사를 실시하였다. 본 기호도 검사를 한 패널원은 대부분이 20-30대 여성이었고, 월식비는 5-20만원, 마트 이용 빈도는 일주일에 1번이 가장 많은 전형적인 회사원이었다. 즉석죽 섭취 빈도는 3개월에 한번 정도가 가장 많은 40%를 차지하였고, 즉석죽을 구매하는 장소는 74%가 죽 전문점이었으며, 구매 용도는 식사 대응보다는 몸이 아플 때 먹는다고 답을 하였다. 구매시 고려 사항으로 맛이 가장 중요하다고 응답하였다. Prototype II 죽을 섭취전과 섭취후로 나누어 7점법으로 관능검사를 실시하였다 (Fig. 35). 그 결과 섭취 전의 경우 시판 죽과 비교하여 색특성을 제외하고 조직감, 색, 외관 등의 기호도 항목에서 높은 점수로 평가하였다. 섭취 후에도 색 특성을 제외하고 향, 맛, 조직감 등이 시판 죽과 유사하면서 조직감, 맛, 향, 색, 외관의 기호도 항목에서 높은 점수로 평가하여 전반적으로 시판 죽보다 높은 기호도를 보였다. Fig. 36은 관능검사 후의 기존 시판 죽과 동결 건조죽(prototype II)을 비교한 것으로 시판되고 있는 일반 죽과 차이가 있다고 평가하였고, 맛, 향, 색, 영양 등 전반적으로 시판죽과 차이가 있다고 평가하였다. 선호 포장으로는 플라스틱 케이스, 개별 포장, 컵포장이 약 30% 내외의 비율로 선호하였고, 선호 포장 용량은 200g이 약 48%로 가장 높았다. 이외에 죽을 구매하지 않겠다는 이유로 섭취 빈도가 낮기 때문이라는 응답이 22%로 가장 높았으며, 제품의 개선 사항으로 가격, 레시피, 다양성 등이 있었다. 한편 소비자 기호도 항목간 상관 관계를 분석한 결과 전반적인 기호도와 상관성이 높은 특성 강도 항목의 경우 섭취전에는 색과 조직감, 섭취후에는 색과 맛이 높은 상관성을 나타내었다. 전반적인 기호도에 영향을 주는 특성 항목은 외관, 색, 맛, 향, 조직감 항목 모두가 높은 상관성을 보였다.

● 개발 대상 prototype II 시제품 감각 과학적 품질 평가

➢ 개선된 prototype 동결 쌀죽의 기호도 검사



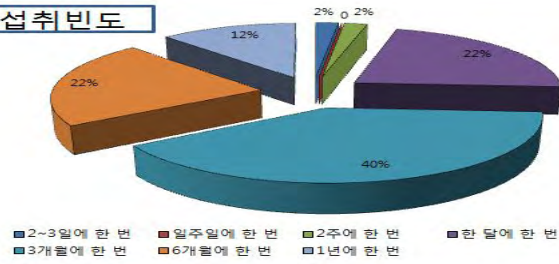
◆ 패널원의 일반 사항

항목	빈도(명)	백분율(%)	항목	빈도(명)	백분율(%)		
성별	남	1	2	가정내 요리담당	예	15	30
	여	49	98		아니오	35	70
연령	20대	39	78	식사준비여부 ¹⁾	아침	13	26
	30대	10	20		점심	9	18
	40대	1	2		저녁	35	70
	50대	0	0	식사준비 횟수 (회/주)	아침	1.02±2.04	
	60대 이상	0	0		점심	0.38±0.96	
			저녁		1.98±2.02		
직업	학생	0	0	월 식생활비	5만원 이하	12	24
	공무원	0	0		10만원 이하	10	20
	회사원	50	100		20만원 이하	14	28
	자영업	0	0		30만원 이하	3	6
	전문직	0	0		50만원 이상	5	10
	주부	0	0	마트 이용빈도	일주일에 2~3번	6	12
	기타	0	0		일주일에 한 번	20	40
	가족 구성원 수	3.52±1.41			한 달에 2~3번	20	40
			한 달에 한 번	1	2		
			3개월에 한 번	1	2		
			거의 이용하지 않음	2	4		

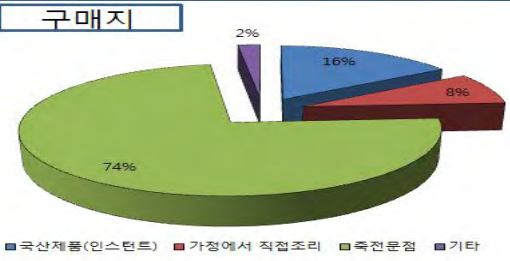
Fig. 34. Procedure of consumer test and general information of panel(Prototype II)

● 즉석죽의 소비 실태

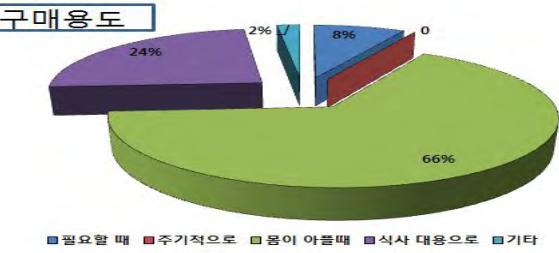
섭취빈도



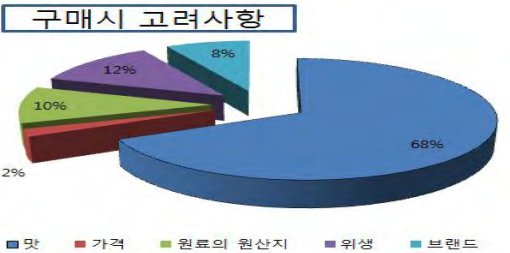
구매지



구매용도

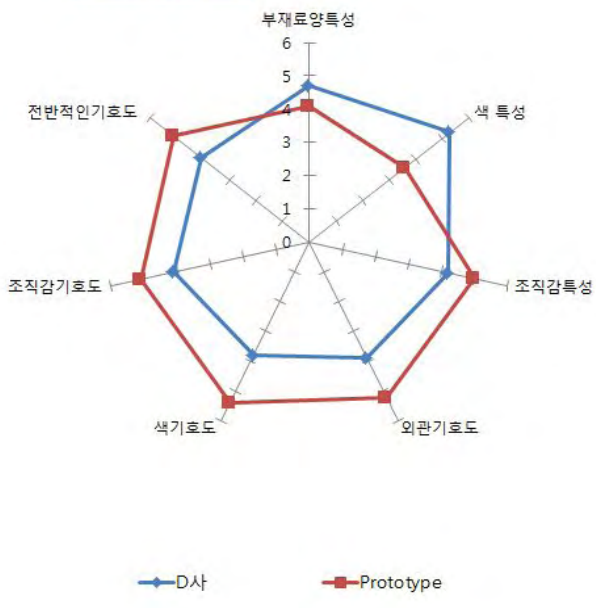


구매시 고려사항



◆ 즉석죽(동결죽)의 관능평가(7점법)

섭취전



섭취후

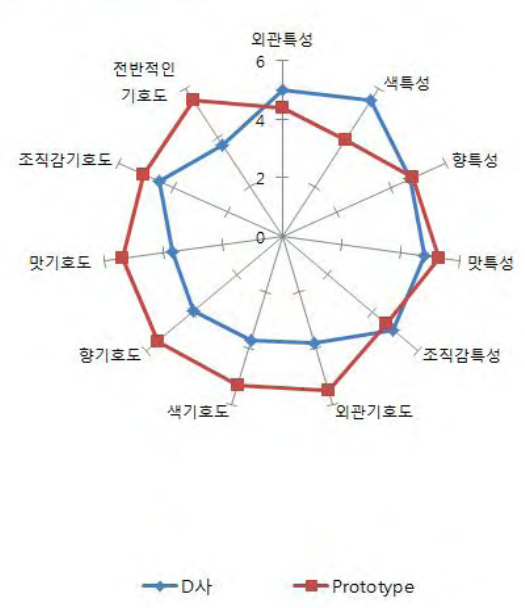


Fig. 35. Consumption frequency and sensory evaluation of consumer on the rice gruel

◆ 기존 죽과의 prototype(동결건조 죽) 제품 비교

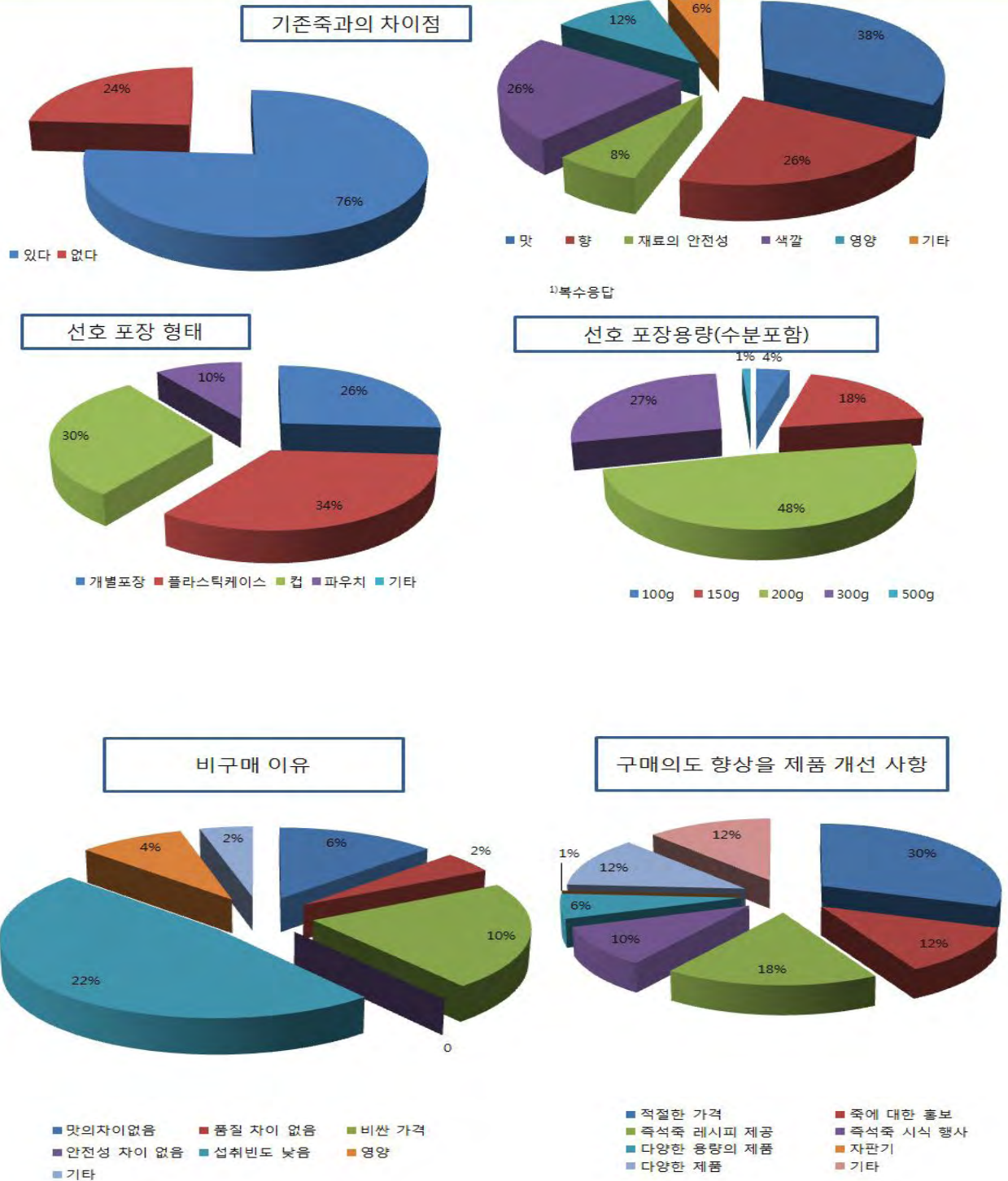


Fig. 36. Comparison between commercial rice gruel and prototype rice gruel

Table 24. Correlation analysis of sensory attribute on the prototype freeze dried rice gruel

◆ 관능검사 항목간의 상관관계 분석

		섭취 전								섭취 후									
		특성 강도				기호도				특성 강도				기호도					
		부재료 양	색	조직감	외관	색	조직감	전반적 기호도	외관	색	향	맛	조직감	외관	색	향	맛	조직감	전반적 기호도
섭취 전	부재료 양	1	.418**	0.163	.221*	0.142	-0.031	0.156	.453**	.287**	0.178	0.038	0.104	0.068	0.055	-0.067	-0.031	0.078	0.076
	특성 강도 색		1	-0.094	-.226*	-.311**	-0.181	-0.171	.522**	.718**	.220*	0.018	0.16	-.320**	-.316**	-.241*	-.312**	-0.099	-.292**
	조직감(점성)			1	.263*	0.17	.453**	.242*	0.045	-0.034	0.146	.208*	.284**	.204*	.231*	0.156	0.167	0.152	.300**
	외관				1	.770**	.554**	.654**	0.096	-0.2	.245*	.258*	-0.023	.800**	.707**	.516**	.563**	.327**	.623**
	기호도 색					1	.522**	.741**	0.072	-0.193	.229*	.266**	-0.125	.809**	.815**	.583**	.526**	.300**	.659**
	조직감						1	.661**	0.066	-0.083	.212*	.291**	-0.031	.565**	.573**	.428**	.457**	.378**	.584**
	전반적 기호도							1	0.167	-0.014	.241*	.346**	-0.075	.736**	.678**	.666**	.532**	.407**	.777**
섭취 후	외관								1	.553**	0.196	0.103	0.147	0.088	0.083	0.009	-0.034	-0.051	0.053
	특성 강도 색									1	.244*	0.144	.247*	-0.162	-.231*	-0.129	-.303**	-0.173	-.231*
	향										1	.384**	0.149	0.166	0.199	.221*	0.192	0.097	0.149
	맛											1	.255*	.280**	.205*	.339**	.360**	.372**	.295**
	조직감(점성)												1	-0.129	-0.114	0.005	-0.005	0.089	-0.038
	외관													1	.814**	.593**	.573**	.314**	.669**
	색														1	.489**	.532**	.313**	.645**
	향															1	.729**	.399**	.708**
	기호도 맛																1	.488**	.776**
	조직감																	1	.482**
전반적 기호도																		1	

* Pearson 상관계수, *: 0.05 수준에서 유의, **: 0.01수준에서 유의

Prototype II의 소비자 기호도 검사 결과와 제조 공정 및 단가를 고려하여 배합비 등을 고려하여 개선된 동결 건조죽 시제품에 대한 소비자 기호도 검사를 실시하였다. 기호도 검사 대상은 한국산업 기술대학교 식품공학과 학생 115명, 식품연구원에 근무하고 있는 50명으로 총 165명이었고, 관능검사자의 일반 사항, 죽의 소비형태 등을 조사하였다. Fig. 37은 개선된 prototype II의 결과로 죽 섭취는 한달에 한번이나 6개월에 한번이 각각 27%(45명), 26%(43명)으로 가장 많았고, 죽구매시 고려 사항은 맛 항목을 79%(130명)로 가장 중요하게 여겼다. 구매 용도는 몸이 아플 때 69%(113명) 섭취한다고 응답하였고, 65%(106명)가 죽 구매처가 죽 전문점이라고 하였다. 개선된 동결 건조죽 시제품인 에그죽과 머쉬룸 죽을 9점법으로 소비자 검사를 한 결과(Fig. 38) 섭취하기 전에는 에그죽이 색기호도와 외관 기호도가 머쉬룸 죽보다 높은 점수로 평가하였으나, 섭취 후에는 머쉬룸 죽이 관능검사 특성 항목에서 에그죽보다 높은 점수로 평가하였다. 특히 조직감 특성의 경우 에그죽과 머쉬룸 죽 모두 다른 특성 항목보다 낮은 점수를 주어 1차 시제품 평가에서 조직감 특성 점수와는 차이가 있었다. 또 기존 죽죽과 차이점의 경우 1차 시제품 평가에서는 시판되고 있는 죽과 차이가 있다고 했으나 본 시제품의 경우는 일반 시판 죽과 큰 차이가 없다고 평가하였다. 소비자가 선호하는 포장 용기와 용량은 1차 시제품 평가와 큰 차이가 없었고, 적당한 가격은 2500-3000원이 가장 많은 비율을 차지하였고, 죽의 개선 사항으로 적절한 가격, 레시피 제공, 홍보 등 1차 평가와 큰 차이가 없었다(Fig. 39).

➤ 개선된 시제품 동결 건조 죽석죽의 기호도 검사

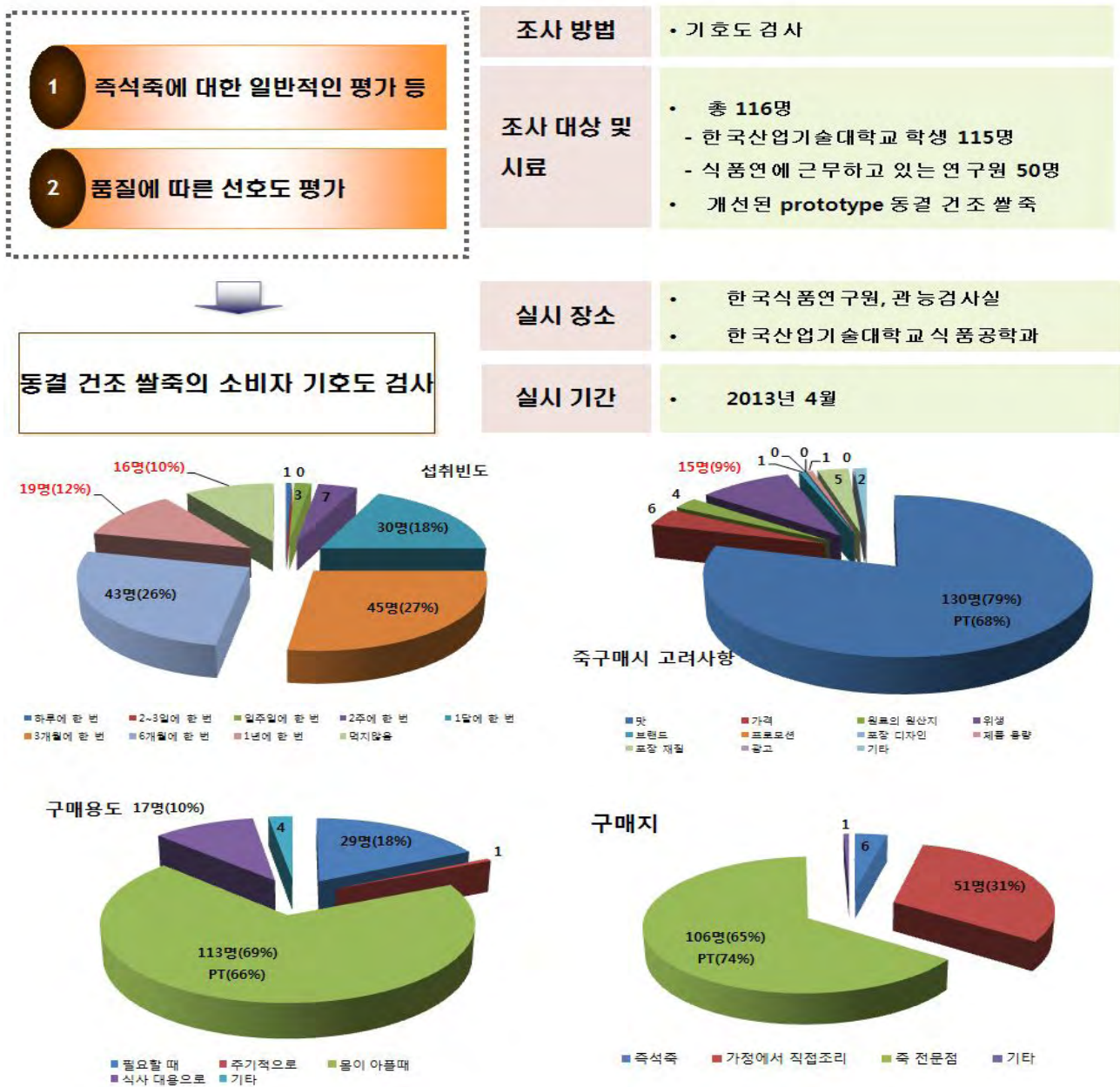
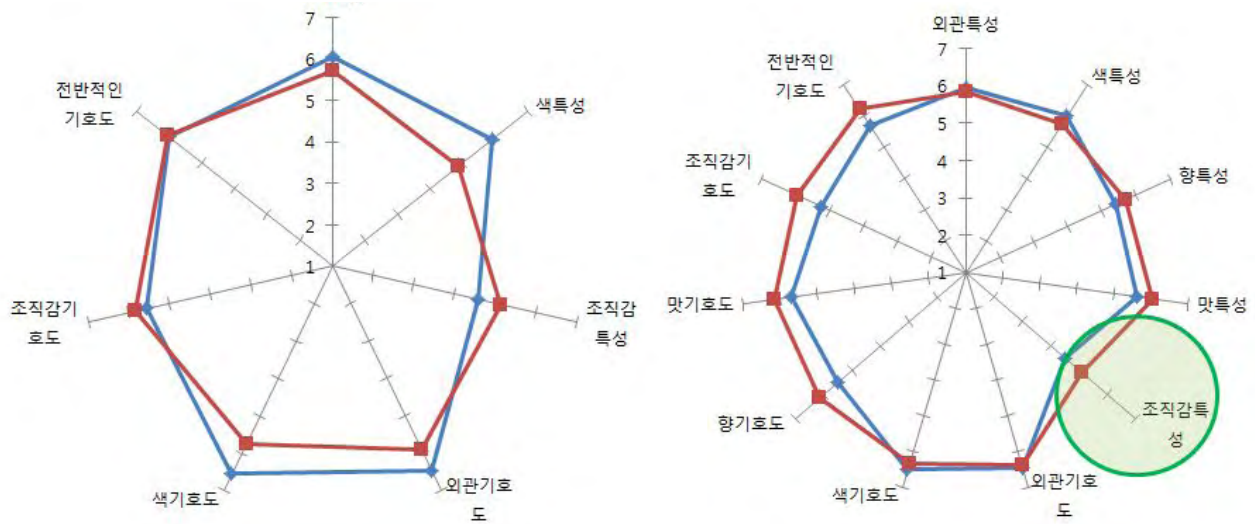


Fig. 37. Procedure of consumer test and general information of panel(improved prototype II)



기존 즉석죽과의 차이점

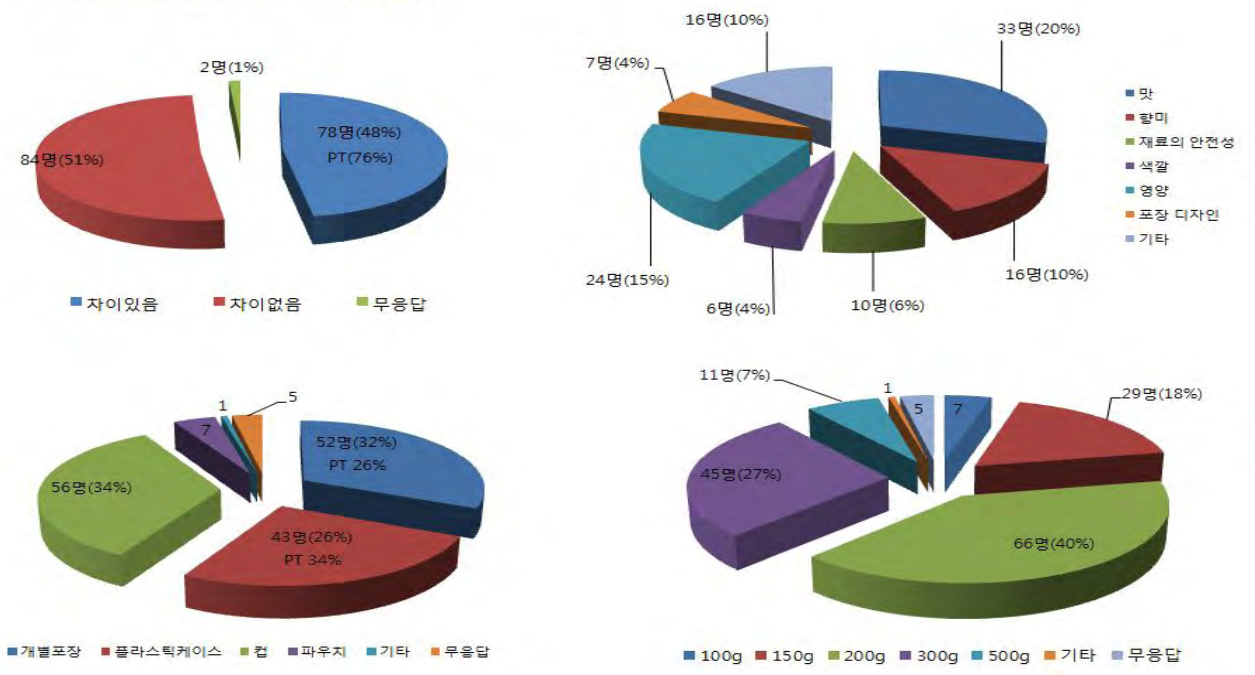


Fig. 38. Consumer test and difference comparison of freeze dried rice gruel(improved prototype II)

기타

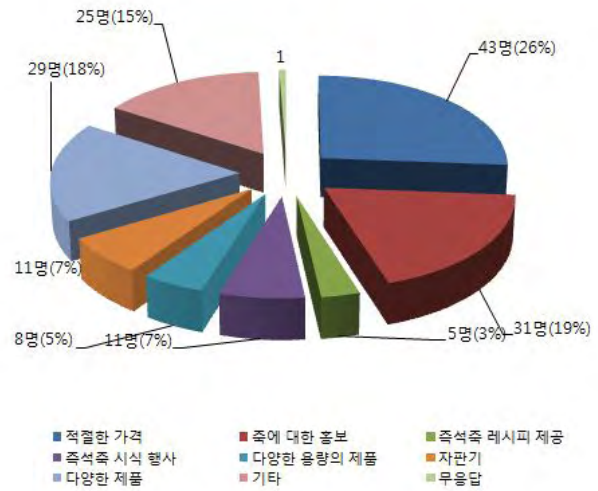
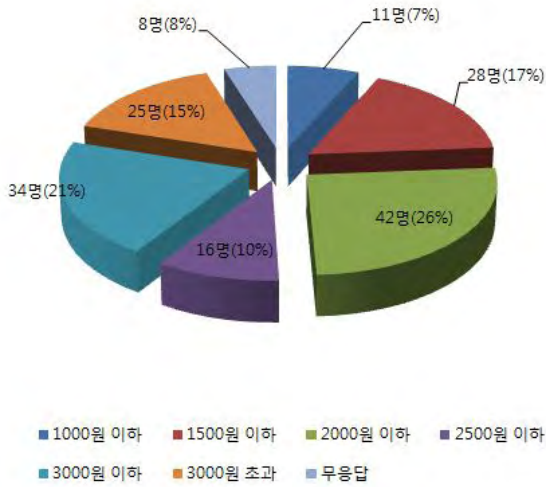


Fig. 39. General information of freeze dried rice gruel(improved prototype II)

(2) 쌀 가공 제품의 원료 선별 기준, 최적 제조 방법 품질 규격화를 위한 지침 제시

협동기관인 (주) 대상의 쌀 가공제품은 주로 분말 제품으로 제품의 특성에 따라 품질 규격화를 위한 쌀원료의 선별 기준을 제시하였고, 최적 제조 방법은 업체의 know-how로 각 제품의 공정도와 개발된 제품의 컨셉을 고려한 품질 지표만 제시하였다.

쌀루(Rice-Roux)를 활용한 우리쌀로 만든 우리쌀 스프5종(쇠고기, 크림, 양송이, 야채, 마늘), 우리쌀 컵스프 2종(콘크림, 포테이토) 및 쌀카레루(Rice Curry-Roux)를 활용한 우리쌀 웰빙 카레여왕 2종(해물, 치즈&코코넛)는 (주)대상과 협의하에 제 1품질 지표: 글루텐 프리제품, 제 2 품질 지표 : 쌀 특유의 단백한 맛을 강조한 깔끔한 후미의 한국형 향미, 제 3 품질 지표 : 소화율이 높은 쌀 가공제품으로 선정을 하였다.

가공용 쌀 원료의 품질 지표 선별의 경우 주)대상과 협의한 결과 1차, 2차 연구에서 수행하였던 쌀 카레, 쌀 된장, 쌀 고추장, 쌀 스프의 경우 쌀 함량인 전체 배합비의 10-25% 내외로 쌀 원료보다는 다른 성분에 의해 품질 지표가 변화하여 가공 식품의 품질지표를 선별하기가 어려웠다. 현재 쌀 원료의 품질 지표로 쌀가루 입도 크기, 수분함량, 외관 등의 육안 검사를 하고, 필요시 납, 보존료, 타르색소, 오클라톡신 A, 카드뮴을 필요에 따라 검사 이외에 쌀가루의 용해도, WHC, RVA 값을 품질 지표를 검토하였다.

핵심기술	쌀루(Rice-Roux) 개발
공정	쌀 선별-계량-로스팅-냉각-투입
제품	
출시일	2010.11(스프), 2011. 2(컵스프)
품질지표	육안 검사, 입도 크기, 수분 함량, 용해도, 점도

핵심기술	카레루(Rice Curry-Roux) 개발
공정	쌀 선별-계량-로스팅-냉각-투입
제품	
출시일	2011. 2(카레)
품질지표	육안 검사, 입도 크기, 수분 함량, 용해도, 점도

핵심기술	우리쌀 분말 짜장
공정	쌀-증자-제국 대두-침지-증자 -혼합(식염+정제수)-숙성-살균-냉각-포장
제품	
출시일	2011. 8(짜장)
품질지표	육안 검사, 입도 크기, 수분 함량, 용해도, 점도

핵심기술	우리쌀 떡프리믹스
공정	즉석 떡 프리믹스 조성물(렌지용 떡 프리믹스)
제품	
출시일	2011. 11(떡 프리믹스)
품질지표	육안 검사, 입도 크기, 수분 함량, 호화도, 찹쌀/멥쌀 비율, 노화도, 조직감
핵심기술	우리쌀 콘크림 컵스프
공정	
제품	
출시일	2012. 12(콘크림)
품질지표	분산성, 용해도, 점도
핵심기술	동결 건조죽 prototype
공정	선별-계량-전처리-배합-가열조리-성형-동결건조-포장
제품	
출시일	2013. 8월 출시예정
품질지표	조직감, 점도, 복원력

2핵심 [2-1세부]

제 1절 *in vivo* 밥 중심식사의 기능적 우수성 발굴

1. 밥과 빵의 항고지혈증 효능

가. 실험재료 및 방법

1) 재료

본 실험에서는 2010년에 수확된 이천 쌀(추청미) 및 식빵(시판 우유식빵)을 동물 실험시 시험사료로 사용하였다. 시험사료로 구입한 쌀은 5회 수세하여 30분간 수침한 후 수세전 쌀 무게의 1.5배의 물을 첨가하여 전기밥솥을 사용하여 밥을 제조하였다. 제조한 밥과 시중에서 구입한 식빵은 각각 동결건조((주) 자연 그대로) 하여 시험사료 제조 시까지 -20℃에서 냉장보관하였다.

2) 실험동물의 사육 및 식이조성

본 실험에서는 SLC (Shizuoka, Japan)로부터 생후 4주령의 Golden syrian hamster을 분양받아 실험에 이용하였으며, 고형배합사료로 1주일간 환경에 적응시킨 후 실험식을 공급하여 8주간 사육하였다. 실험식은 AIN-76 diet조성에 의거하여 조제하였으며, 코코넛 오일 3%, 코코아 버터 7% 및 콜레스테롤 0.5%를 첨가하여 고지혈증을 유도하였다. 또한 실험군은 고지방식이 대조군(Con), 빵급여군(B) 및 밥 급여군(R)의 3군으로 나누었으며, 빵 및 밥 급여군은 사료 제조 시 대조군에 첨가되는 corn starch를 대체하여 첨가, 제조한 후 급여하였다.

3) 생화학적 지표 분석

가) 혈액과 장기의 채취

실험이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후, 안정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 1시간 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리 (Centrifuge, VS-500, Vision Scientific Co. Korea)하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였다. 채혈이 끝난 후 개복하여 간 및 다른 장기를 적출하여 무게를 잰 후 -70℃에서 보관하였다.

나) 혈청 중 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 Lipoprotein의 분석

혈청의 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 (주) 신양화학의 혈액분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다. 총 콜레스테롤은 Cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyzime-V 및 HDL-콜레스테롤은 HDL-C555를 이용하여 분석하였으며 LDL-콜레스테롤의 함량은, 측정된 콜레스테롤의 함량으로부터 계산하여 산출하였다. 또한 Apo a, Apo B, Lp(a)은 (주) Nittobo의 혈액분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다.

다) 간 중 총 지방, 중성 지방 및 총 콜레스테롤

간의 총 지질함량의 측정을 위하여 Folch으로 지질을 추출하여 총 지질농도를 측정하였고 간의 중성 지방과 콜레스테롤 농도는 추출한 총 지방을 클로로포름methanol로 녹여 혈청에

서와 같은 방법으로 kit를 이용하여 측정하였다.

라) 분변 중 지방, 콜레스테롤 및 담즙산 함량

분변으로 배설된 지방과 콜레스테롤 및 담즙산의 양을 측정하기 위해 실험동물의 희생 3일 전 2일 간 수거하여 -70℃에서 분석시까지 보관하였으며. 분변 중의 지질함량은 간의 분석법과 동일하다. 분변 중의 담즙산 분석을 위하여 동결건조된 분변 일정량을 취하여 DeWeal 등의 방법을 modify하여 담즙산을 추출하고 효소법으로 측정하였다.

마) Western Blotting을 통한 콜레스테롤 대사 관련 단백질 발현

간 조직의 일부를 Protein extraction solution(PRO-PREPTM)에 균질화하여 13,000rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액을 분리하였다. 분리한 상층액에서 얻어진 단백질은 12% SDS-PAGE gel을 사용하여 전기영동을 실시하였다. 이후 transfer된 membrane을 5% skim milk로 2시간 동안 blocking을 한 후 primary Ab(.Cyp7A1, HMGCo-R 및 LDLR)과 secondary Ab(rabbit 및 goat Ab)를 부착시킨 후, ECL용액을 이용하여 현상하였다.

바) RT-PCR을 통한 간 중 지방대사 및 콜레스테롤 대사 관련 유전자 발현

RNA의 추출은 RNeasy Plus mini kit(Qiagen, USA)를 이용하였다. 추출된 RNA는 분광광도계(JASCO, V-530)을 이용하여 260nm와 280nm에서 측정하여 260nm/280nm의 비가 1.8 이상인 표본을 실험에 이용하였다. 추출된 RNA는 Maxime RT Premix Kit(intronbio)를 이용하여 총 RNA 용액과 oligo dT primer를 혼합하여 45℃에서 60min과 95℃dptj 5min 동안 PCR 기계(Eppendorf, mastercycler)를 통해 cDNA를 얻었다. 얻어진 cDNA를 Table 2와 같은 Primer를 이용하여 Light Cycler 480 SYBR Green I Master로 이용하여 분석하였다.

사) 통계분석

실험결과는 SPSS를 이용하여 실험군당 평균 ± 표준오차로 나타내었으며, 각 군의 유의차 검정은 duncan's multiple range test를 사용하였다..

나. 실험결과

1) 체중 및 장기무게

탄수화물의 급원을 밥으로 대체함으로써, 밥의 급여가 고지방 식이(Con)를 섭취한 실험동물의 체중, 식이섭취량 및 장기무게 등에 미치는 영향을 Table 1-1, 1-2에 나타내었다. 실험식이 급여 전과 급여 후 체중의 차이 및 변화는 나타나지 않았으며 또한 식이섭취량의 차이도 나타나지 않았다. 그러나 장기무게를 비교해 볼 때, 빵 급여군(R)의 간 및 지방조직의 무게는 대조군과 비슷한 수치를 나타내었으나, 밥 급여군(R)에서는 대조군(Con)에 비하여 간 및 지방조직 (Epididymal fat pad)의 무게가 유의하게 감소하였다 (Table 1-2). 본 실험의 결과, 햄스터에게 고지방식이로 비만을 유도한 경우 탄수화물의 급원을 밥으로 대체함으로써 직접적으로 체중의 저하를 유도하지는 않으나, 간 및 지방조직의 무게가 유의적으로 감소됨을 확인할 수 있었다.

Table 1-1. Body weight and food intakes of hamsters fed experimental diet for 8 weeks.

	Con	B	R
IBW (g) ¹⁾	80.4±1.39	79.4±1.46	79.5±1.49
FBW (g) ²⁾	130.6±2.69	132.2±2.17	130.0±2.76
Food Intake(g/day)	6.82±0.42	7.01±0.38	6.91±0.30

Table 1-2. Organ tissue weights of the experimental hamsters.

(g/100g BW)	Con	B	R
Liver	5.90±0.11 ^a	5.79±0.10 ^a	5.38±0.07 ^b
EP ¹⁾	2.97±0.08 ^a	2.79±0.09 ^{ab}	2.67±0.12 ^b
RE ²⁾	1.27±0.05	1.22±0.08	0.17±0.06

1) Epididymal fat pad, 2) Retrorenal fat pad

2) 혈중 지질 농도

탄수화물의 급원을 밥으로 대체 하므로써, 밥의 급여가 고지방 식이(Con)를 섭취한 실험 동물의 혈중 지질농도에 미치는 영향을 측정된 결과는 Fig. 1-1과 같다. 대조군의 중성지방 및 콜레스테롤 수치를 고려해 볼 때, 본 실험에서 급여한 고지방 식이는 실험 동물에 있어서 고지혈 증 및 고콜레스테롤 혈증을 유발했음을 확인 할 수 있었다. 또한 이와 같이 고지방 식이로 인하여 나타난 혈중 중성 지방 및 콜레스테롤 농도의 상승은 빵 급여군(B)의 중성지방 및 총 콜레스테롤의 농도와 비교해 볼 때 고지방 사료를 급여한 대조군과 비슷한 수치를 나타내었으나, 밥 급여군(R)에서는 고지방 사료를 급여한 대조군과 비교하여 유의적으로 감소하였다. 밥 급여군(R)에서의 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율(HDL-C/TC) 역시 대조군에 비하여 유의하게 증가하였고, LDL-C의 농도는 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 빵 급여군에서의 HDL 및 LDL 콜레스테롤의 변화는 대조군과 비슷한 경향을 나타내었다.

또한 탄수화물의 급원을 밥으로 대체 하므로써, 밥의 급여가 고지방 식이(Con)를 섭취한 실험 동물의 혈중 lipoprotein 농도에 미치는 영향을 측정된 결과는 Fig. 1-1와 같다. 밥 급여군 (R)에서의 Apo A1 의 농도는 대조군의 경우와 비교하여 유의하게 증가하였으며, NEFA 및 Apo B의 농도는 대조군과 비교하여 유의하게 감소하였다. 밥 급여군(R)에서의 Apo A1의 증가는 HDL 콜레스테롤의 농도의 상승 경향 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL 콜레스테롤 농도 비율의 증가와 같은 경향을 나타내어 고지방 식이의 탄수화물의 급원을 밥으로 대체함으로써 고지방 식이에 의한 혈중 중성지방 및 콜레스테롤의 상승을 억제하며 또한 lipid profile이 개선되는 것으로 사료되었다.

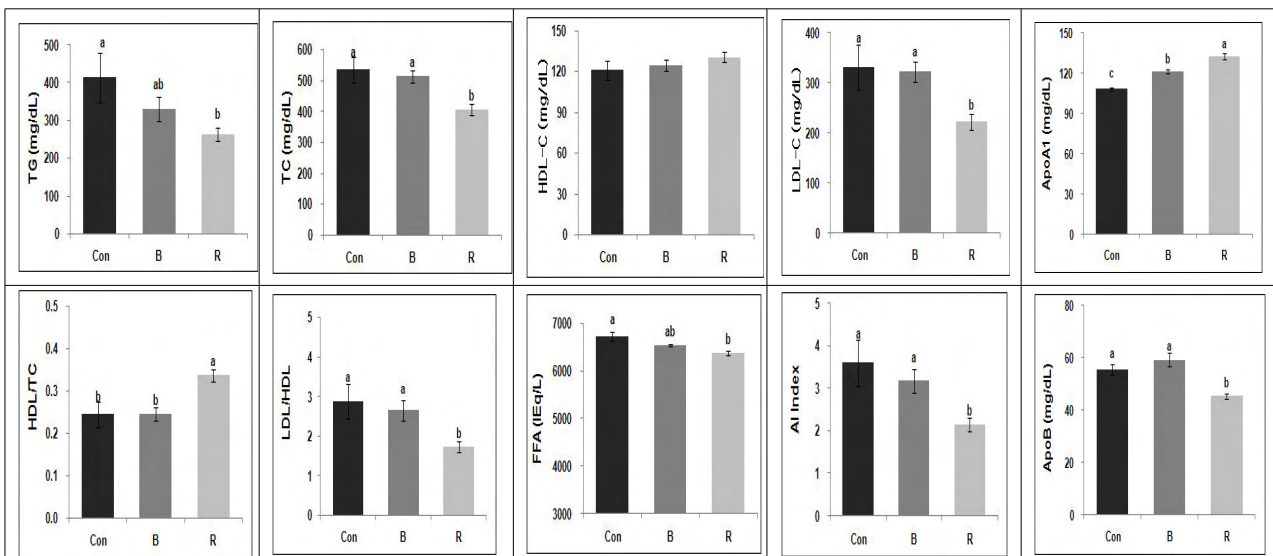


Fig 1-1. Plasma biochemical parameters

3) 간 중 지질함량

간 조직 중의 총 지방, 총콜레스테롤, 중성지방의 함량은 Fig 1-2에 나타내었다. 총 지방 농도는 고지방 대조군에 비하여 밥 급여군(R)은 유의하게 감소하였다. 총 콜레스테롤 역시 대조군에 비하여 밥 급여군(R)과 빵 급여군(B)에서 모두 유의하게 감소하였다. 그러나 간 중 중성지방의 농도는 실험 군들 간에 유의차를 나타내지 않았다.

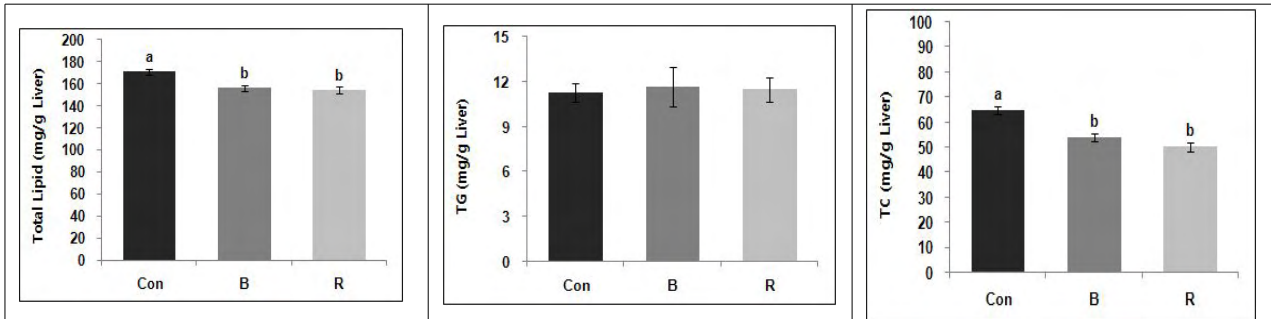


Fig 1-2. Hepatic lipid contents,

4) 분변 중 bile acid 및 지질의 배출

사육 마지막 3일간 배설되는 분변을 모아서 분변으로 배출되는 담즙산의 함량 및 콜레스테롤, 지방의 함량을 측정하여, Fig 1-3에 나타내었다. 분변 중 포함되어 있는 담즙산의 양은 고지방 대조군(Con)에 비하여 빵 및 밥 급여군(B, R)에서 모두 유의하게 증가하였다. 변으로 배출된 total lipid의 양 역시 대조군에 비하여 빵 및 밥 급여군(B, R)에서 모두 증가하였으나 밥 급여군(R)에서의 분변으로 배출량이 빵 급여군(B)에 비해 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과는 혈중 중성지방의 농도가 밥 급여군에서 유의적으로 감소한 결과와 함께 일치하였다. 또한 분변으로 배출된 콜레스테롤의 양은 대조군에 비하여 밥 급여군(R)에서 유의적으로 증가하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 밥 급여군(R)의 간 중 콜레스테롤농도의 감소는 분변 중으로 배출된 담즙산과 콜레스테롤에 의한 것으로 사료된다.

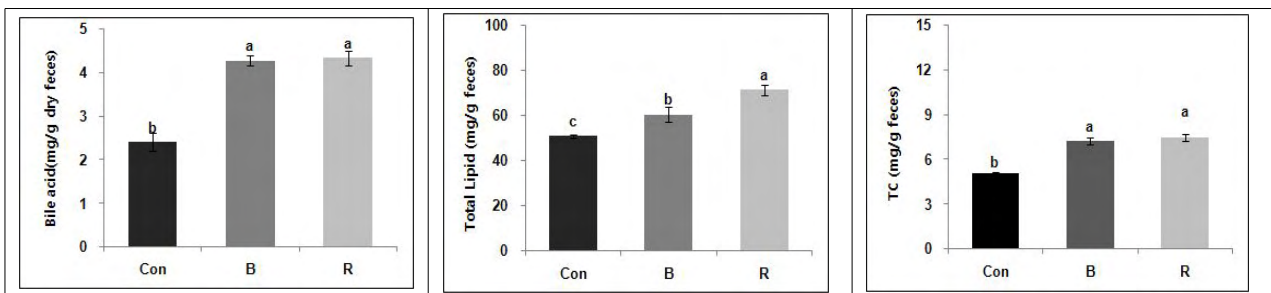


Fig 1-3. Fecal bile acid and lipid contents

5) Western blotting을 통한 지질대사관련 단백질 발현

햄스터의 항원 적합성을 지닌 항체 (HMGCR, LDLR, CYP7A1))를 이용하여 간조직에서 콜레스테롤 생합성, 담즙산의 생성 등 콜레스테롤대사 관련 단백질 발현의 변화를 western blot 을 통해 확인하였으며 그 결과는 Fig. 1-4에 나타내었다. HMGCR (3-hydroxy-3-methylglutaryl-Coenzyme A reductase) 는 간에서 콜레스테롤 합성의 rate-limiting enzyme으로 작용하며 HMGC_oA로부터 mevalonic acid로 전환시키는 역할을 하며 콜레스테롤 생합성을 촉진한다 (Cheema et al. 1997). CYP7A1 (cholesterol 7-alpha-hydroxygenase)은 간에 존재하는 콜레스테롤로부터 담즙산을 생성하는데 작용하는 주

요 효소로서, 간에 존재하는 콜레스테롤의 체외 배출을 촉진하는 역할을 담당한다 (Griendling et al. 1994). 또한 LDLR (Low density lipoprotein receptor)은 혈중 LDL과 결합하여 조직으로 이동시킴으로써 혈중의 지질개선효과를 유도한다. 밥 섭취군(R)에서 HMGCR의 발현은 고지방 식이의 대조군(Con)에 비하여 감소하였으며 LDLR과 CYP7A1은 대조군에 비하여 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 미루어 대조군과 빵 섭취군에 비해 밥 섭취군에서는 간장에서의 콜레스테롤 생합성이 억제되며 또한 간장 중 존재하는 콜레스테롤을 담즙산으로 전환시킴으로써 콜레스테롤의 체외 배출을 촉진하며, 혈중 LDL의 농도를 증가시킴으로써 지질개선효과가 나타난 것으로 사료된다. 이러한 결과는 대조군과 빵 섭취군에 비하여 밥 섭취군에서의 저하된 혈중, 간중 콜레스테롤 및 지질수준의 결과 (Fig. 1-1, 1-2)와 분변 중 증가한 콜레스테롤의 농도 및 담즙산의 농도의 결과 (Fig. 1-3)와도 일치하는 경향을 나타내었다.

6) qRT-PCR을 통한 지질대사 관련 유전자 발현

본 실험에서 밥 섭취시 지질수준 개선효과의 작용기전을 확인하고자 지방대사 관련 유전자의 발현을 Real-Time PCR을 통해 확인한 결과를 Fig 1-5에 나타내었다. 8주간 실험식을 섭취한 햄스터의 간 중 콜레스테롤 대사와 관련된 HMGCR, CYP7A1 및 LDLR 유전자의 발현 경향은 western blot의 결과와 일치하였다. 즉, HMGCR의 발현은 대조군(Con)에 비하여 유의적으로 감소하여 콜레스테롤 합성이 억제되었으며, CYP7A1의 발현은 증가하여 콜레스테롤의 배출이 증가되고 또한 혈중 LDLR의 발현도 증가됨으로써 혈중의 LDL 콜레스테롤의 농도가 감소되는 현상을 확인할 수 있었다. 또한, 밥 섭취군(R)에서는 지방산 합성을 촉진하는 FAS, SCD1, SREBP1 및 ACC1의 유전자의 발현이 고지방 식이를 섭취한 대조군에 비하여 감소하였으며, fatty acid β -oxidation을 촉진하는 PPAR- α , CPT-1, ACOX 유전자의 발현은 대조군에 비하여 밥 섭취군에서 증가하는 경향을 나타내었다.

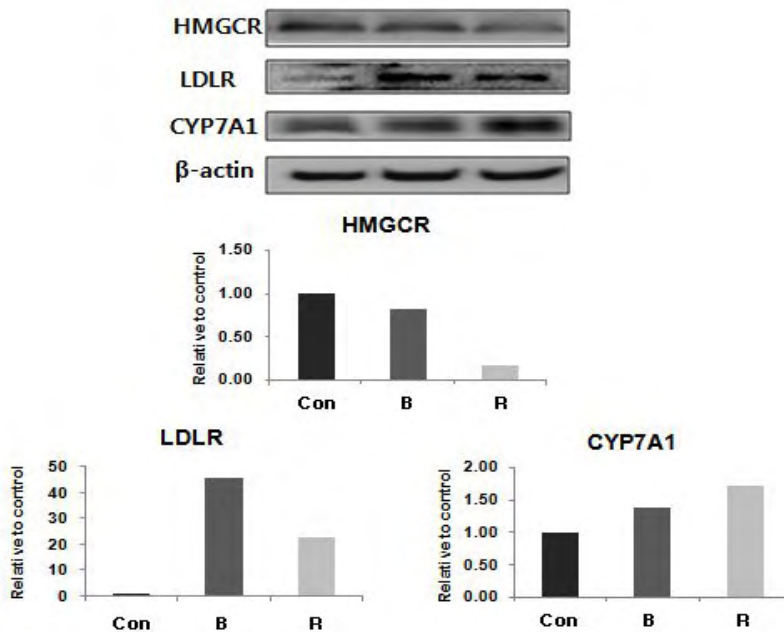


Fig. 1-4 Representative western blot analysis of the lipid metabolism related protein

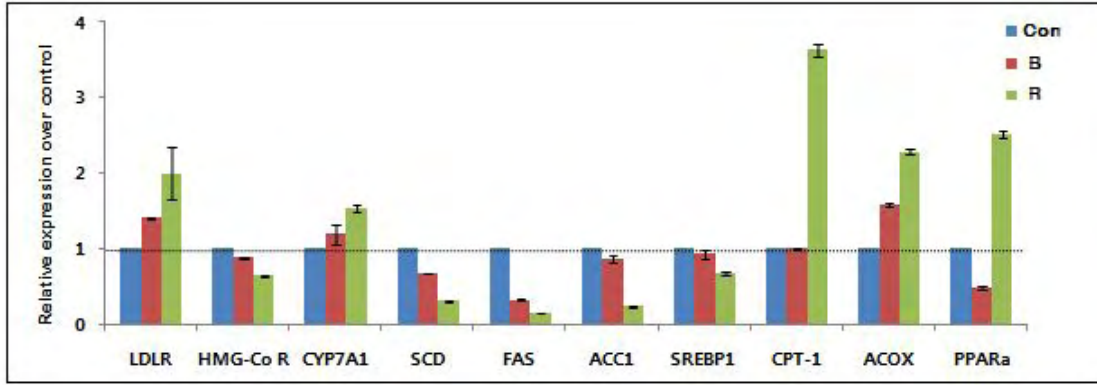


Fig 1-5. qRT-PCR analysis of the lipid metabolism related gene expression

사. 요약

본 실험에서는 Golden Syrian hamster를 이용하여 밥 섭취 시 체내 지질대사 개선효과를 확인하였다. 고지방으로 유도된 햄스터의 혈중, 간중 중성지방 및 콜레스테롤 농도의 상승은 고지방 식이에 포함된 탄수화물의 급원을 밥으로 대체함으로써 매우 효과적으로 개선되는 것으로 관찰되었다. 지금까지의 지질수준 개선에 대한 효과 및 기전을 요약하여 Fig. 1-6에 나타내었다. 본 실험에서 나타난 결과에 의하면, 이러한 혈중, 간중 지질 수준의 개선은 간중 HMGCR의 발현이 억제됨으로써 간에서의 콜레스테롤 생합성이 억제되고 아울러 CYP7A1의 발현의 증가에 의해 간 중에 존재하는 콜레스테롤이 담즙산으로 전환되어 체외로 콜레스테롤의 배설을 촉진시킴으로 혈 중, 간 중의 콜레스테롤 농도가 저하된 것으로 나타났다. 또한 LDLR의 활성이 증가되어 혈 중 LDL 콜레스테롤의 조직내 이동이 원활해 짐으로써 혈중에 존재하는 LDL 콜레스테롤농도가 감소된 것으로 사료되었다.

아울러 지방산 합성에 관여하는 FAS, SCD1, SREBP1 및 ACC1의 유전자의 발현이 억제되고, fatty acid β -oxidation을 촉진하는 PPAR- α , CPT-1, ACOX 유전자의 발현이 증가함으로써 항고지혈증 및 항고콜레스테롤 효과를 나타내는 것으로 사료되었다.

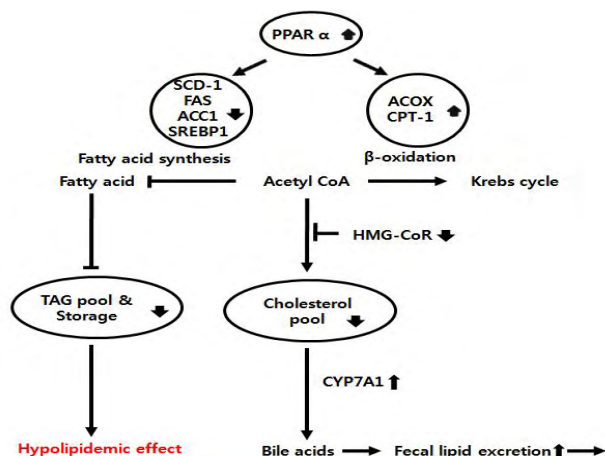


Fig. 1-6. Summary of anti-hyperlipidemic and hypercholesterolemic effect of cooked rice.

2. 밥의 비만 및 당뇨 예방 효능

가. 실험재료 및 방법

1) 재료

본 실험에서는 시료는 1항,가,1) 재료에 서술한 것과 동일 한 시료를 사용하였다

2) 실험동물의 사육 및 식이조성

실험에 사용된 동물은 생후 4주령 된 수컷 C57 BL/6J로써, 한림실험동물(주)로 부터 구입하였으며, 고형배합사료로 1주일간 환경에 적응시켰다. 이 후 각 실험군의 평균체중이 같도록 10마리씩 4군으로 나누고, 실험식이를 공급하여 12주간 사육하였으며, 물과 실험식은 자유롭게 섭취하도록 하였다. 실험식이는 AIN-76 diet조성에 의거하여 조제하였으며, Lard 15% 및 콜레스테롤 0.5%를 첨가하여 비만 및 제 2형 당뇨를 유도하였다 (Table 1-3). 실험군은 정상군(N), 고지방 식이 대조군(C)과 corn starch, sucrose의 첨가량을 각각 빵 및 밥으로 대체한 빵(B), 밥 급여군(R) 등 4군으로 나누어 실험하였다.

Table 1-3. Composition of high fat diet

	N	High fat diet		
		C	B	R
Casein	200	200	200	200
Corn oil	50	30	30	30
Lard		150	150	150
Cholesterol		5	5	5
Corn Starch	350	215		
Rice powder				515
Bread Powder			515	
Sucrose	300	300		
Cellulose	50	50	50	50
Vitamin ¹⁾	10	10	10	10
Mineral ²⁾	35	35	35	35
Methionine	3	3	3	3
Cholin bitartrate	2	2	2	2

1) AIN 76 diet based vitamin mixture, 2) AIN 76 diet based mineral mixture

3) 생화학적 지표 분석

가) 혈액과 장기채취는 1항의 재료 및 방법과 동일한 방법을 이용하였고 혈중 각종 바이오 마커 분석도 1항과 동일한 방법을 이용하였다.

나) 췌장의 면역조직화학 검사

10% formaldehyde에 고정시킨 췌장을 절편하여 slide glass에 부착시킨 후 건조시켜 Triton-X 100이 첨가된 0.1M PBS로 세척하였다. 그리고 0.3%의 H₂O₂가 들어있는 PBS로 30분간 반응시킨 후 1%의 horse serum을 처리하였다. 1차 항체반응은 anti-insulin (Sigma, USA)을 사용하여 4°C에서 반응시켰으며 2차 항체는 biotinylated anti-mouse IgG를 이용하여 1시간 동안 반응시킨 후 DAB 용액으로 발색시켜 mount한 후 현미경에서 관찰하였다.

다) Oral Glucose Tolerance Test (OGTT)

경구 당부하 검사 (OGTT)는 실험식이 시작 8주 및 10주차에 실시하였다. 실험동물을 4시간 절식시킨 후 미정맥에서 채혈하여 공복 시 혈당수준을 측정하여 초기혈당으로 한 후 2 g/kg 포도당을 경구투여하고 30, 60, 90 및 120분에 미정맥으로 부터 채혈하고 혈당측정기 (G-doctor, 녹십자)로 측정하였다.

라) Peritorial Insulin Tolerance Test (PITT)

복강으로 투여된 인슐린에 대한 민감성 테스트 (PITT)는 실험식이 시작 8주 및 10주차에 실시하였다. 실험동물을 4시간 절식시킨 후 미정맥에서 채혈하여 공복 시 혈당수준을 측정하여 초기 혈당으로 한 후 0.75 U/kg의 인슐린을 복강주사하고 30, 60, 90 및 120분에 미정맥으로 부터 채혈한 후 혈당측정기(G-doctor, 녹십자)로 측정하였다.

마) Western Blotting을 통한 단백질발현 분석

간조직의 일부를 Protein extraction solution(PRO-PREPTM)에 균질화하여 13,000rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액을 분리하였다. 분리한 상층액에서 얻어진 단백질은 12% SDS-PAGE gel을 사용하여 전기영동을 실시하였다. 이후 transfer된 membrane을 5% skim milk로 2시간 동안 blocking을 한 후 primary Ab와 secondary Ab(mouse and rabbit Ab)를 부착시킨 후, ECL용액을 이용하여 현상하였다.

바) qRT-PCR을 통한 유전자 발현 분석

- RNA preparation

TRIzol을 이용하여 조직 무게의 10배의 reagent를 넣고 homogenize한다. lysis한 volume에 동량의 ethanol을 넣은 다음 RNasy kit를 사용하여 genomic DNA를 제거한다. 그 다음 RNA만을 추출한다. 추출한 RNA의 quality control을 위해 흡광도를 측정한다. A260/A230의 비율이 1.7이상, A260/A280의 비율이 1.8 이상되는지 확인한다.

- cDNA 합성

Genimic DNA elimination 과정으로 Total RNA의 농도가 1 μ g이 되도록 맞춘 다음 5x g DNA elimination buffer를 넣고 42 $^{\circ}$ C에서 5분간 incubation한 다음 곧바로 ice cooling한다. 그 다음 RT buffer 4 μ l, Primer and External control mix 1 μ l, RT Enzyme mix 3 2 μ l, RNase free water 3 μ l를 총 volume이 10 μ l가 되도록 미리 RT cocktail을 만든다. 위에서 만들어진 Genomic DNA elimination mixture 10 μ l와 RT cocktail 10 μ l를 tube에 넣고 vortexing 한 후 42 $^{\circ}$ C 15분 incubation, 95 $^{\circ}$ C 5분 incubation한다. 만들어진 cDNA 20 μ l와 RNase free water 91 μ l를 넣어 cDNA synthesis reaction mixture를 만들어둔다. PCR을 실시하기 전에 -20 $^{\circ}$ C에서 보관한다.

- qReal-Time PCR의 실시

qRT PCR Master mix (SYBRgreen), cDNA synthesis reaction mixture, RNase free water등을 96 well에 넣은 다음 heat activation(95 $^{\circ}$ C, 10 min), PCR cycle(95 $^{\circ}$ C, 15 sec (45 cycle), 60 $^{\circ}$ C, 1 min) 및 melting curve(60 $^{\circ}$ C, 15 sec, 95 $^{\circ}$ C)의 조건으로 PCR을 실시한 후 얻어진 결과치를 분석하였다.

바) 통계분석

실험결과는 SPSS를 이용하여 실험군당 평균 \pm 표준오차로 나타내었으며, 각 군의 유의차 검정은 duncan's multiple range test를 사용하였다.

나. 실험결과

1) 체중 및 장기무게

밥의 급여가 고지방 식이(C)를 섭취한 실험동물의 체중, 식이섭취량에 미치는 영향을 Table 1-4에 나타내었다. 실험식이의 섭취 1주일 이후부터 고지방 대조군의 체중증가량은 정상군(N)에 비하여 유의하게 높게 나타났고 이러한 체중 증가는 밥 섭취군(R)에서 식이 섭취 9주 이후로 유의적으로 감소하였다. 즉, 총 12주간의 실험기간 동안 정상군의 체중 증가량은 약 10.4g이었으나 고지방식을 한 대조군의 경우 20.65 g으로 정상군에 비하여 약 2배의 증가를 보였다. 그러나 대조군의 탄수화물 급여 분을 밥으로 대체하여 12주간 섭취한 경우 12주간의 체중증가량이 16.85 g으로 대조군에 비해 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내어 항 비만의 효과를 확인할 수 있었다. 그러나 탄수화물 급여분을 빵으로 대체한 빵 급여군(B)의 경우, 체중 증가량이 21.4g으로 대조군의 증가량 이상으로 상승하였다. 그리고 실험군들 간의 식이섭취량에는 유의적인 차이가 인정되지 않아, 본 밥 급여군(R)에서의 체중증가 억제 효과는 식이섭취량의 저하에 의한 효과에 기인하지 않는 것으로 사료되었다. 또한 각 실험군의 간 및 장기주변 지방의 무게를 Table 1-5에 나타내었다. 정상군에 비해 고지방 대조군의 간 및 지방조직(신장 주변 지방 및 부고환 주변 지방)의 무게가 유의하게 증가하여 고지방 식이로 의하여 이러한 장기주변에 지방의 침착이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 지방의 증가는 밥 섭취군(R)에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 1-4. Body weight gain and food intake of mice fed experimental diet for 12 weeks.

	N	High fat diet		
		C	B	R
IBW (g)1	15.7±0.29	15.9±0.34	15.6±0.26	15.6±0.24
FBW (g)2	26.06±0.58 ^c	36.53±0.65 ^a	36.97±1.16 ^a	32.44±0.96 ^b
Weight gain (g/12 weeks)	10.40±3.25 ^c	20.65±1.85 ^a	21.39±3.65 ^a	16.85±2.14 ^b
Food intake (g/day)	2.58±0.39	3.89±0.61	3.92±0.84	3.56±0.65

Table 1-5. Organ tissue weights of the experimental mice.

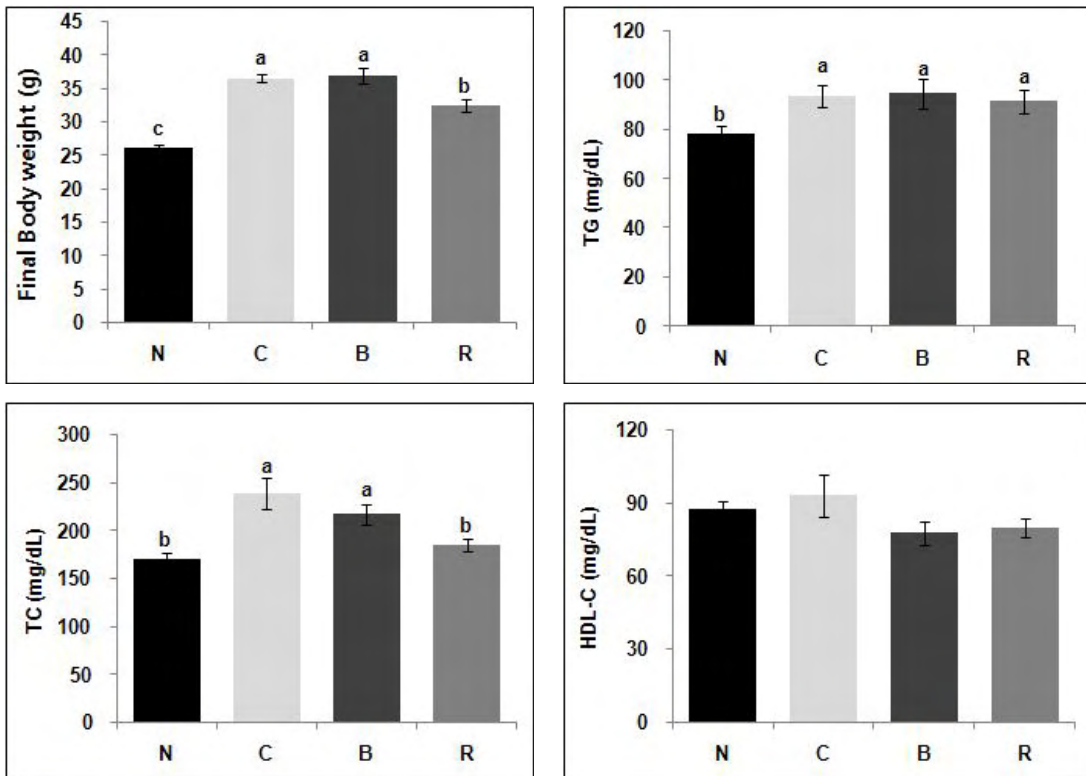
	N	High fat diet		
		C	B	R
Liver	0.88±0.019 ^c	1.40±0.056 ^a	1.25±0.138 ^{ab}	1.06±0.035 ^{bc}
EP ¹⁾	0.87±0.061 ^c	2.18±0.091 ^a	2.46±0.145 ^a	1.86±0.105 ^b
RE ²⁾	0.35±0.032 ^c	0.90±0.052 ^a	0.98±0.068 ^a	0.71±0.054 ^b

2) 혈중 지질 농도

탄수화물 급여으로써 밥을 급여한 밥 급여군(R)의 실험 쥐 혈청의 지방성분 함량의 변화를 측정하였다 (Fig. 1-7). 고지방 식이의 대조군(C)의 경우 정상군(N)에 비하여 혈중 중성지방의 함량은 유의하게 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 밥 급여군(R)의 경우 혈중 중성지

방의 함량이 대조군에 비하여 감소하는 경향을 나타내었으나 유의차가 인정되지는 않았다. 혈중 총 콜레스테롤의 함량은 고지방사료 대조군의 경우 정상군에 비하여 유의하게 증가하였으며 이러한 증가는 밥 급여군(R)에서 유의하게 감소하였다.

빵 급여군(B)의 중성지방 및 콜레스테롤 함량은 대조군과 비슷한 수치를 나타내었다. HDL 콜레스테롤의 함량은 대조군의 경우 정상군에 비하여 증가하는 경향을 나타내었으나, 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 전 처리군에서 HDL 콜레스테롤 함량에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. HDL : total cholesterol 비율 역시, 정상군에 비하여 고지방 대조군은 총콜레스테롤에 대하여 HDL 콜레스테롤의 비율이 유의적으로 감소하였으나, 빵(B) 및 밥 급여군(R)에서도 역시 대조군과 비슷한 농도를 나타내어 고지방 식이로 인한 HDL 콜레스테롤의 비율이 증가되는 효과는 관찰되지 않았다. 그러나, LDL 콜레스테롤의 농도는 정상군에 비하여 대조군에서 유의하게 증가하였으며, 이러한 LDL 콜레스테롤의 증가는 밥 급여군(R)에서 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과로 미루어 탄수화물 급여으로써 밥의 급여는 실험쥐의 혈중 총 콜레스테롤 함량과 LDL 콜레스테롤의 농도를 감소시키며 중성지방 농도를 감소시키는 등의 혈행 개선에 유익한 효과를 갖는 것으로 사료되었다.



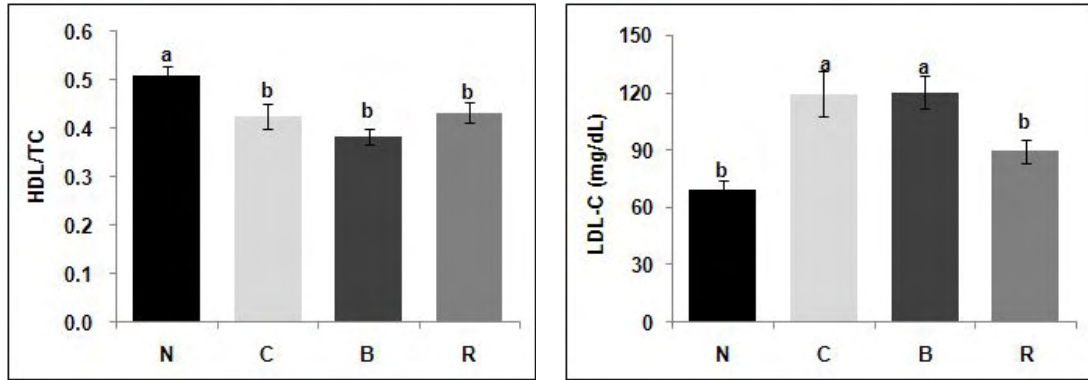


Fig. 1-7. Lipid levels in serum of the mice fed experimental diet for 12 weeks.

3) 간 중 지질분석

탄수화물 급원으로써 밥을 급여한 밥 급여군(R)의 실험 쥐 간조직 중 지방성분 함량의 변화를 측정하였다. 고지방 식이의 대조군(C)의 경우 정상군(N)에 비하여 간 중 총 지방함량, 총 콜레스테롤 및 중성지방의 함량을 유의적으로 증가시켰다. 그러나 이러한 증가는 탄수화물 급원으로써 밥을 급여함으로써 유의적으로 억제하며 간 중 지질 수준을 개선하는 것으로 나타났다 (Fig. 1-8). 빵 급여군(B)의 경우 혈중 지질함량과는 대조적으로 간 중 지방함량이 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈으며 이러한 수치는 밥 급여군(R)과 비슷한 함량을 보였다.

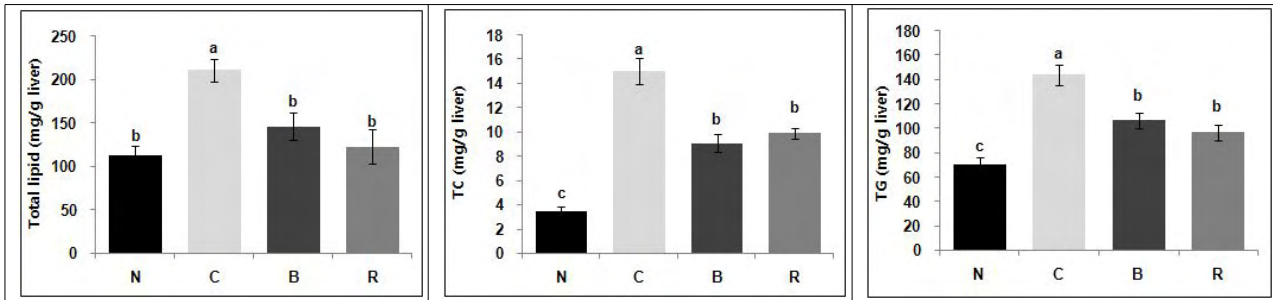


Fig. 1-8. Lipid levels in liver of the mice fed experimental diet for 12 weeks.

4) 간 및 지방조직의 조직형태 변화

Hematoxylin-Eosin (HE)으로 간조직을 염색한 결과는 Fig. 13과 같다. 정상군(N)의 조직에는 지방의 침착이 거의 관찰되지 않았으나 고지방 대조군(C)의 간조직에는 지방축적이 뚜렷하게 관찰되었다. 그러나 이러한 지방의 축적은 탄수화물 급원으로 밥을 급여함으로써 뚜렷이 감소하는 경향을 나타내어 밥 급여군(R)에서 간 조직의 지방의 축적이 억제되는 것으로 관찰되었다. 빵 급여군(B)에서도 대조군에 비해 간 중 지방축적이 억제되는 현상을 나타내었는데, 이러한 현상은 간 중 지질성분 분석의 결과에서 나타난 바와 같이, 빵 급여군과 밥 급여군에서 비슷한 간중 지질함량을 나타낸 결과와 일치하는 것으로 사료되었다. 또한 부고환 지방 조직을 염색하여 조직의 크기를 관찰한 결과, 정상군의 지방조직에 비하여 고지방 대조군에서는 지방세포의 크기가 상당히 커짐을 알 수 있었으며, 밥 급여군(R)에서는 대조군에 비하여 지방세포의 크기가 감소하는 경향이 나타났다 (Fig. 1-9). 빵 급여군(B)의 경우는 대조군과 비교하여 지방세포의 크기도 감소하고 간장 중 지방의 침착이 약간 감소하는 경향을 보였으나, 밥 급

여군(R)과 비교했을 경우, 밥 급여군에 비해 간장 중 지방의 침착이 증가하고 지방세포의 크기도 커진 것을 관찰할 수 있었으며, 이러한 현상 역시 지방조직 무게의 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

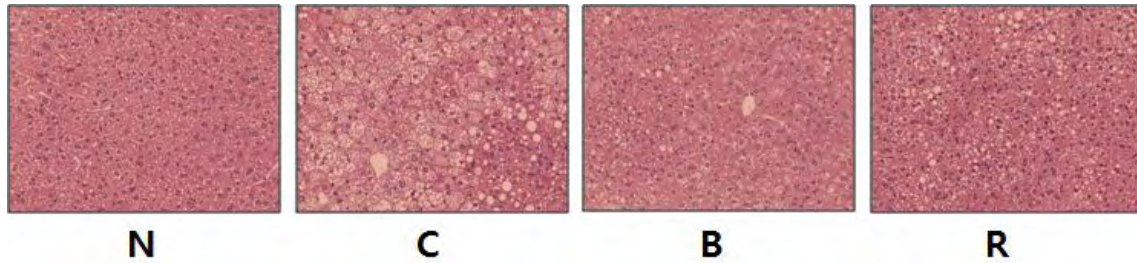


Fig 1-9. Representative HE staining of liver tissue on experimental mice

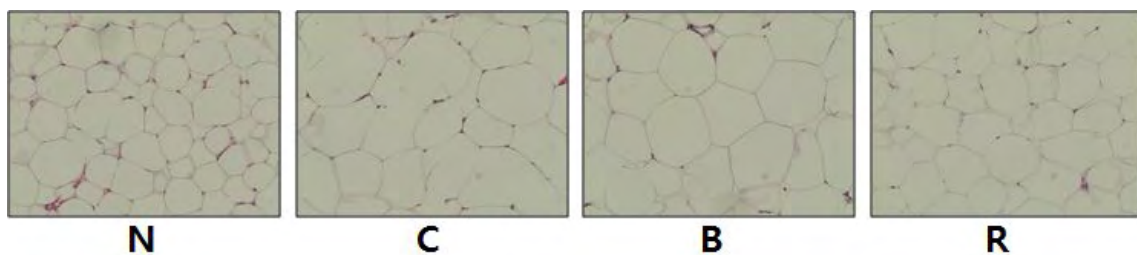


Fig 1-10. Representative HE staining of epididymal fat tissue on experimental mice

5) 혈청 중 glucose, insulin, leptin 및 adiponectin의 농도

실험동물의 혈 중 leptin, adiponectin, insulin 및 glucose의 함량을 측정된 결과는 Fig. 15과 같다. Leptin은 지방세포에서 생성되는 cytokine의 종류로써 특히 leptin은 뇌의 시상하부에 있는 만복중추를 자극하는 식용조절 인자로 알려져 있다. 주로 비만환자의 혈중 leptin농도는 상승되어 있는 것으로 알려져 있으며, 이러한 고 렙틴혈증은 비만의 전형적인 특징이라 할 수 있다. 또한 adiponectin 역시 지방세포에서 생성되는 cytokine으로써 leptin과 상반되는 역할을 하며 adiponectin의 농도는 정상인의 혈중에는 높게 존재하며 상대적으로 비만환자의 혈중 농도는 낮은 것으로 조사되어지고 있다. 본 실험의 결과에 나타난 대로 고지방 식이를 12주간 급여 한 혈중 leptin의 농도는 정상군에 비하여 유의하게 증가한 형태를 나타내었으며, 이러한 증가는 탄수화물 급여원으로써 밥을 급여한 밥 급여군(R) 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. Fig. 15에 나타난 결과에 의하면 본 실험에서 유도한 고지방 대조군의 혈중 insulin의 농도는 leptin의 경우와 마찬가지로, 정상군에 비하여 유의적으로 증가하였다. 이러한 insulin농도의 증가는 insulin sensitivity의 감소로 인하여 인슐린 저항성이 높아짐에 기인하며, 제 2형 당뇨의 특징이라 할 수 있으며, 이러한 혈 중 인슐린농도의 증가는 밥 급여군(R) 및 빵 급여군(B)에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 이러한 혈중 인슐린농도의 감소는 빵 급여군에 비하여 밥 급여군에서 더욱 큰 감소를 나타내었으나, 유의차는 인정되지 않았다. Adiponectin의 농도는 정상군에 비하여 대조군에서 약간 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러나 밥 급여군(R)에서는 대조군에 비해 유의적으로 증가하여 정상군의 농도와 비슷한 수치를 나타내었다. 본 실험의 결과를 종합해 볼 때 탄수화물 급여원으로써 밥의 급여는 고지방 식이로 인한 혈중 지질개선 및 간 중 지질 개선, 제 2형 당뇨 및 비

만 예방의 가능성이 있는 것으로 관찰되었다.

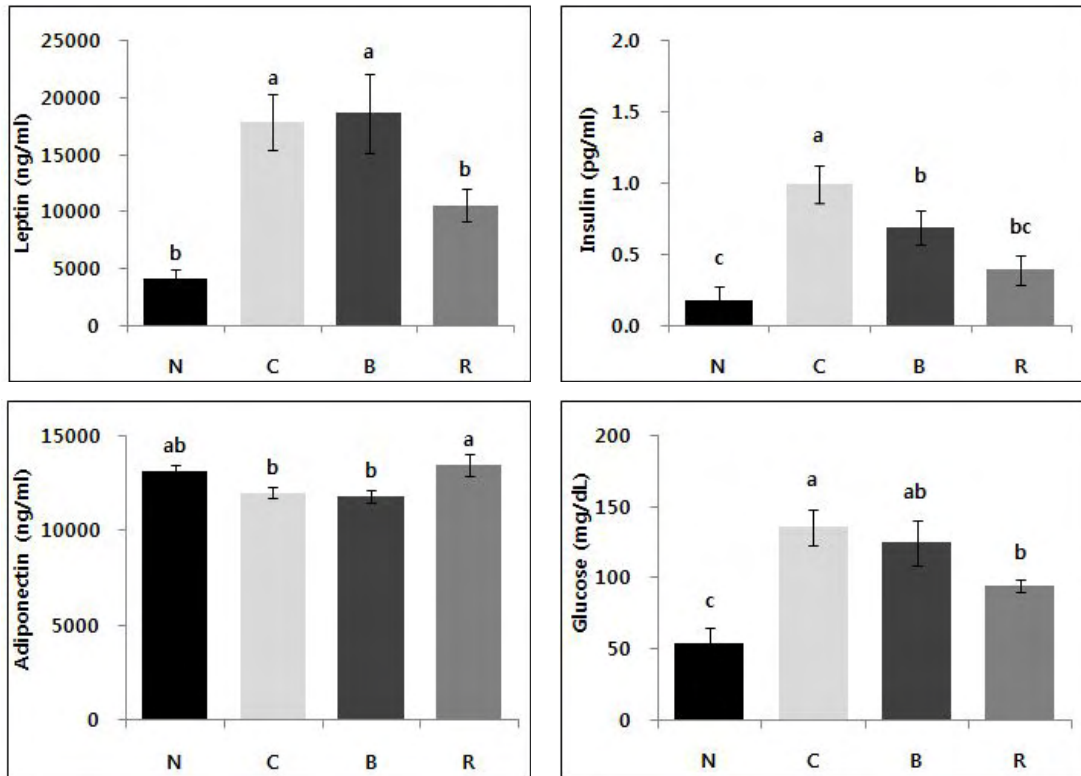


Fig. 1-11. Leptin, insulin, adiponectin and glucose concentration in the serum of the mice fed experimental diet for 12 weeks.

6) 당화혈색소(HbA1C)의 변화

혈중 당뇨를 나타내는 지표인 당화혈색소의 함량을 비교하여 Fig. 1-12에 나타내었다. 정상군(N)에 비하여 대조군(C)의 당화혈색소는 유의적으로 증가하였다. 그러나 대조군의 비하여 밥 급여군(R)에서는 혈중 당화혈색소의 수치가 감소되는 경향을 나타내었다. 빵 급여군(B)의 당화혈색소 수치는 대조군과 같은 수치를 나타내었다. 사람의 적혈구에는 혈색소(헤모글로빈)라고 하는 산소운반에 중요한 단백질이 있는데 혈당이 상승하면 혈액 내의 포도당 일부가 혈색소와 결합하게 된다. 이렇게 포도당과 결합된 혈색소를 당화혈색소라(HbA1c)라하며, 혈당이 높은 채로 오랫동안 계속되면 적혈구 내에 있는 당화혈색소의 양도 증가하게 된다. 즉, 일반적으로 당뇨가 진행되며 당화혈색소의 함량이 증가하게 되는데, 결과에 나타난 대로 밥의 급여는 비만으로 인한 당뇨의 증상에 있어서 당화혈색소를 감소시키는 것으로 관찰되었다.

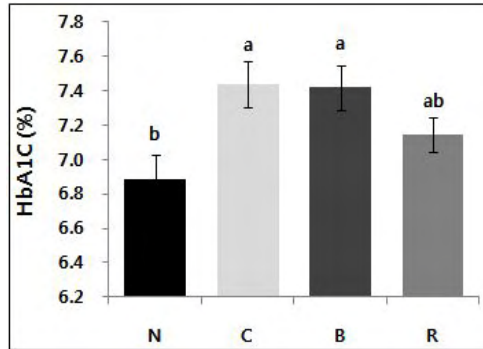


Fig. 1-12. HbA1c level in the serum of the mice fed experimental diet for 12 weeks.

7) 내당능 및 인슐린 반응성 test (OGTT, PITT)

탄수화물 급원으로써 밥의 급여가 고지방 식이로 인한 제 2형 당뇨병의 인슐린 민감성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 실험식이 급여 8주 및 10주차에 내당능 (Oral glucose tolerance test, OGTT) 및 인슐린에 대한 반응성 (Peritiorial insulin tolerance test)을 실시한 결과는 Fig. 1-13, 1-14와 같다. OGTT는 2g/kg의 농도로 포도당을 경구투여 한 후 각 시간 별 대로 꼬리정맥으로부터 채혈한 후 혈당을 측정하는 방법으로 실시하였다. 실험 식이 급여 8주차 공복시의 혈당은 고지방 식이를 급여한 대조군(C)의 경우 155mg/dL로 정상군(N)의 135 mg/dL에 비하여 약간 상승한 경향을 나타내었다 (Fig. 17). 또한 빵 급여군(B)은 150 mg/dL로 대조군과 비슷한 수치를 나타내었으나 밥 급여군(R)의 경우 130 mg/dL로 정상군의 수준을 나타내었다. 포도당 섭취 15분에는 모든 실험쥐들 간에 최고치의 혈당을 나타내었다. 특히 대조군과 빵 급여군의 경우 15분의 최대혈당은 각각 371.6 mg/dL과 320.4 mg/dL로 급격한 혈당의 상승을 보인 반면 정상군과 밥 섭취군의 경우 320.4 mg/dL과 285.4 mg/dL로 대조군 및 빵 급여군에 비해 완만한 상승을 나타내었다. 15분 이후에는 전 처리구에서 혈당 수준이 감소하기 시작하였다. 이러한 혈당변화를 AUC로 환산하여 계산한 결과 정상군(N), 대조군(C), 빵 섭취군(B) 및 밥 섭취군(R)의 AUC는 각각 968, 1225.4, 1169 그리고 1026으로, 정상군과 밥 섭취군은 대조군과 비교하여 유의적으로 낮은 AUC를 나타내었다. 또한 인슐린에 대한 포도당의 반응성을 실험해 본 결과 0.75 U/kg으로 복강주사된 insulin에 의해 전 실험군에서 빠른 혈당의 감소를 나타내었으며, 이러한 감소경향을 AUC로 환산하여 계산한 결과, 정상군(N), 대조군(C), 빵 섭취군(B) 및 밥 섭취군(R)의 AUC는 각각 481.1, 592.2, 605.1 및 472.4으로 정상군과 밥 섭취군은 대조군과 비교하여 유의적으로 낮은 AUC를 나타내었다.

실험식이 급여 10주차의 공복 시 초기 혈당은 고지방 식이를 급여한 대조군(C)의 경우 150.9mg/dL로 정상군(N)의 134.6 mg/dL에 비하여 높게 나타났다 (Fig. 1-14). 또한 빵 급여군(B)과 밥 급여군(R)의 경우 각각 153.4 mg/dL 및 148 mg/dL의 수치를 나타내었다. 밥 급여군은 실험 8주차에 비하여 공복시 혈당이 약간 상승하는 경향을 보였다. 포도당 섭취 15분에는 모든 실험쥐들이 최대의 혈당을 나타내었다. 특히 대조군과 빵 급여군의 경우 15분의 최대혈당은 각각 313.9 mg/dL과 271.3 mg/dL로 급격한 혈당의 상승을 보인 반면 정상군과 밥 섭취군의 경우 264.5mg/dL과 224.0 mg/dL로 대조군 및 빵 급여군에 비해 완만한 상승을 나타내었다. 15분 이후에는 전 처리구에서 혈당 수준이 감소하기 시작하였으며, 그래프에서 나타난 대로 최

대 혈당치로부터 혈당의 감소속도 역시 대조군에 비해 정상군 및 밥 급여군에서 완만한 경향을 나타내기도 하였다. 이러한 혈당변화를 AUC로 환산하여 계산한 결과 정상군(N), 대조군(C), 빵 섭취군(B) 및 밥 섭취군(R)의 AUC는 각각 863.9, 1020, 946.1 그리고 845.3을 나타내었으며 정상군과 밥 섭취군은 대조군과 비교하여 유의적으로 낮은 AUC를 나타내었다. 또한 인슐린에 대한 포도당의 반응성을 실험해 본 결과 0.75 U/kg으로 복강주사된 insulin에 의해 전 실험군에서 빠른 혈당의 감소를 나타내었으며, 이러한 감소경향을 AUC로 환산하여 계산한 결과, 정상군(N), 대조군(C), 빵 섭취군(B) 및 밥 섭취군(R)의 AUC는 각각 277, 336.5, 323.4 및 270.6을 나타내었으며 정상군과 밥 섭취군은 대조군과 비교하여 유의적으로 감소하였다. 본 실험의 결과로부터, 대조군에서는 정상군에 비하여 고지방식으로 인한 인슐린 민감성의 감소 및 인슐린 저항성이 초래되었으며, 고지방 식이의 대조군의 탄수화물 급원을 밥으로 대체 하였을 때 인슐린 민감성이 증가하고 이에 의한 혈당의 상승이 억제되는 것으로 사료되었다. 또한 이러한 밥 급여의 인슐린 민감성에 대한 혈당 강하 효과는 빵을 급여하는 경우와 비교하여 우수한 것으로 사료되었다.

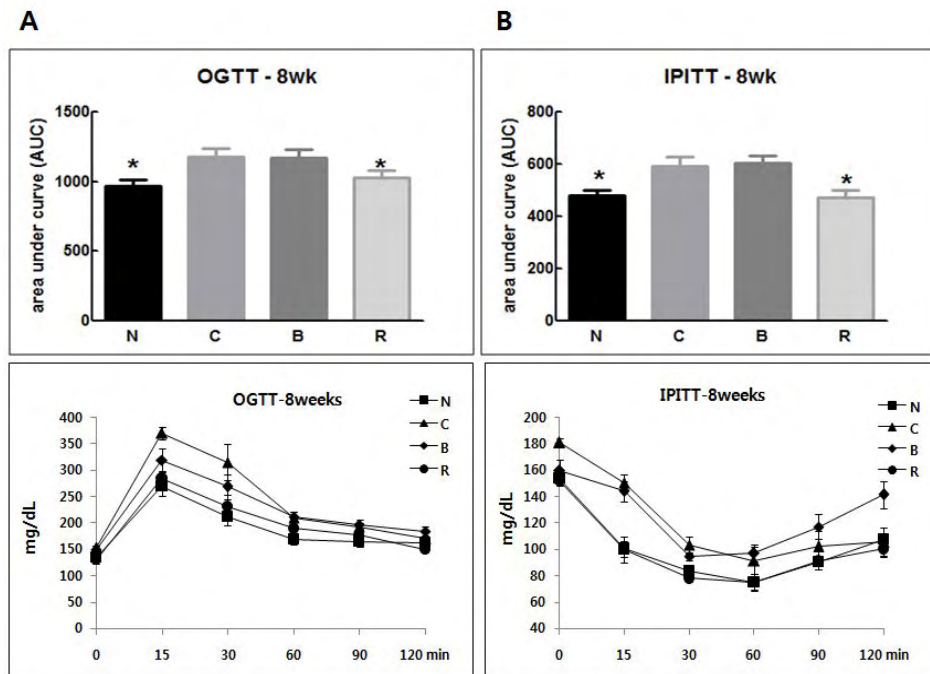


Fig. 1-13. Oral glucose tolerance test (OGTT) and Peritioral insulin tolerance test (PITT) of the mice fed experimental diet on 8 weeks.

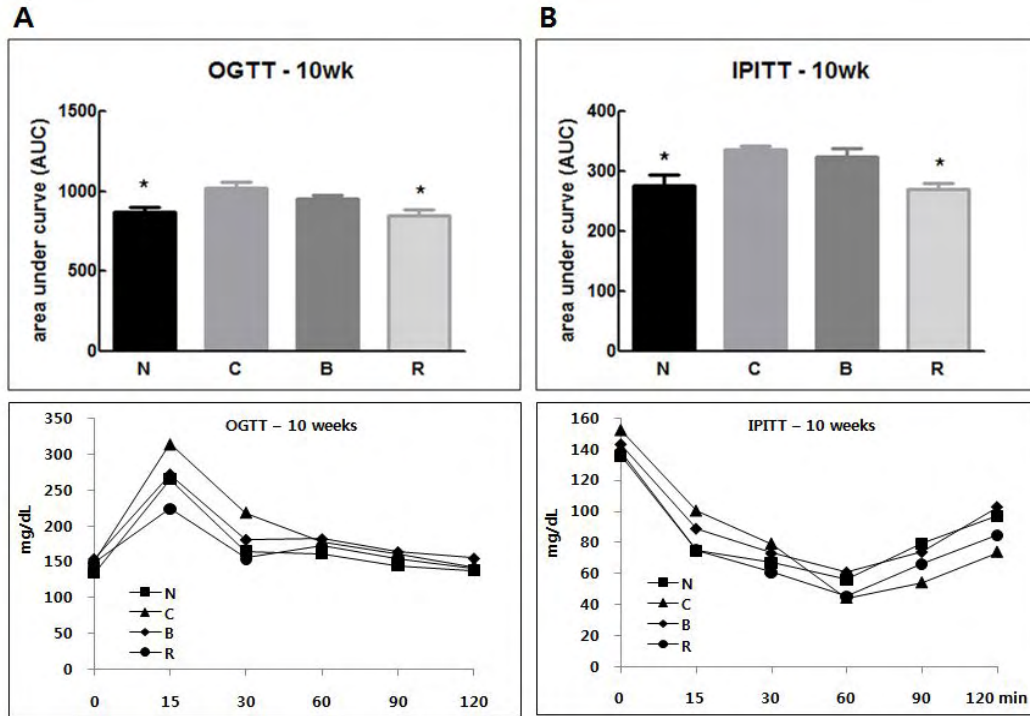


Fig. 1-14. Oral glucose tolerance test (OGTT) and Peritiorial insulin tolerance test (PITT) of the mice fed experimental diet on 10 weeks.

8) 췌장조직의 면역조직화학적 분석

췌장조직의 면역조직화학적 염색을 통하여 췌장의 베타세포에 모여진 인슐린을 염색하여 췌장에서의 베타세포 및 islet의 형태학적 특성 및 인슐린 분비능 등을 관찰하였다 (Fig. 1-15). 본 실험에서 진행한 12주간의 고지방 식이는 정상군에 비하여 췌장의 베타세포 및 islet의 크기, 형태 등에 유의적인 영향을 나타내지 않은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 본 실험의 고지방식이 및 식이섭취 기간이 혈청화학적 분석항목에는 영향을 나타내나 췌장 내 베타세포의 기능 및 수적 손상을 초래하여 인슐린 분비 능 혹은 islet의 형태 변화에 직접적인 영향을 미치는 정도는 아닌 것으로 사료되었다.

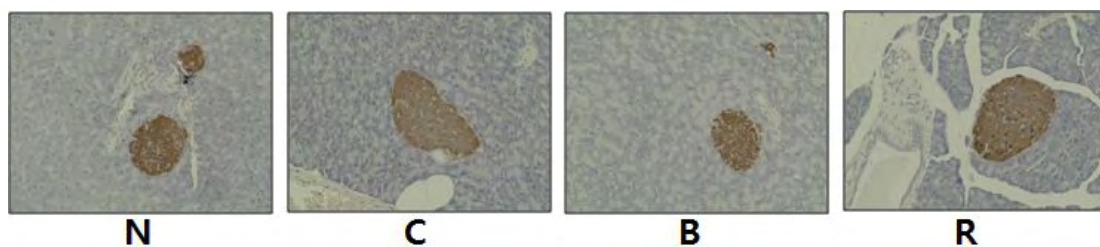


Fig 1-15. Histological observation of β -cell and islet by insulin immunohistochemical staining in the pancreas of experimental mice.

9) Western blotting을 통한 단백질 발현

본 실험에서는 고지방 식이 대조군의 탄수화물 급원을 밥으로 대체하였을 때의 비만 억제 및 지질수준 개선효과의 작용기전을 확인하고자 지방대사 관련 유전자의 발현을 western blotting을 통해 확인하여 Fig. 1-16에 나타내었다. PPAR은 peroxisome proliferator activated

receptor의 약자로 ligand-activated nuclear hormone receptor의 일종이며 alpha, delta, gamma 등의 subtype이 알려져 있다. 간 조직중의 PPAR-a는 미토콘드리아에서의 fatty acid oxidation을 증가시키며, 조직중의 fatty acid metabolism을 촉진시켜 간 조직 내의 지방 축적을 감소시키고 방지하는 역할을 하는 반면에 PPAR-r는 fatty acid synthesis를 촉진하는 단백질이다. 또한 지방산은 fatty acid acylCoA로 전환되어 미토콘드리아 외막의 CPT1에 의해 미토콘드리아 기질로 운반되어 β -oxidation이 진행되는데, 이러한 과정중 지방산의 acyl form으로의 전환을 위해 Acss(AcylCoA synthase)의 활성이 증가하게 된다. 본 western blotting의 결과에 의하면 정상식이군(N)에 비해 대조군(C)에서의 PPARa 및 Acss의 발현이 감소하고 PPARr의 발현이 증가하였다. 그러나 탄수화물 급원을 밥으로 대체한 밥급여군(R)에서는 지방산의 β -oxidation을 촉진하는 PPAR-a 및 Acss의 발현이 대조군에 비하여 증가하였으며, PPAR-r의 발현은 감소하여 본 실험의 결과에 미루어 밥의 급여는 고지방 식이에 있어서 지방산의 β -oxidation을 증가시키고 이로 인해 비만억제의 효과를 나타내는 것으로 사료되었다.

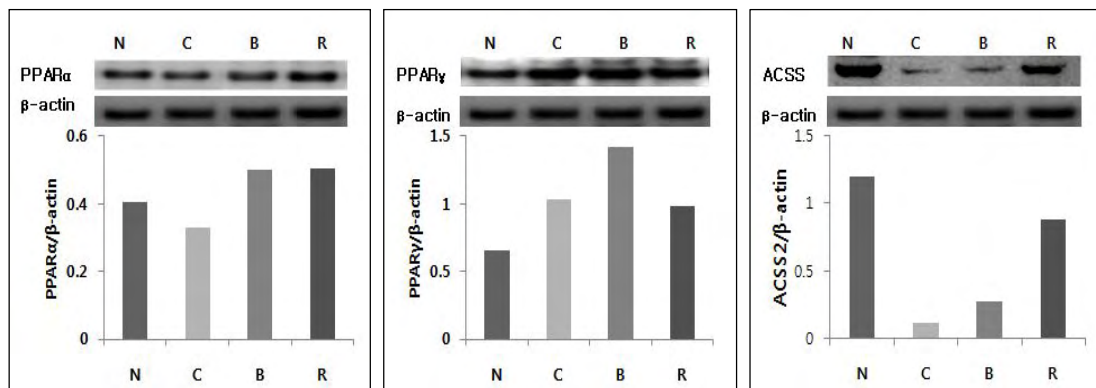


Fig 1-16. Lipid metabolism related protein expression by Western blotting

10) 유전자 발현

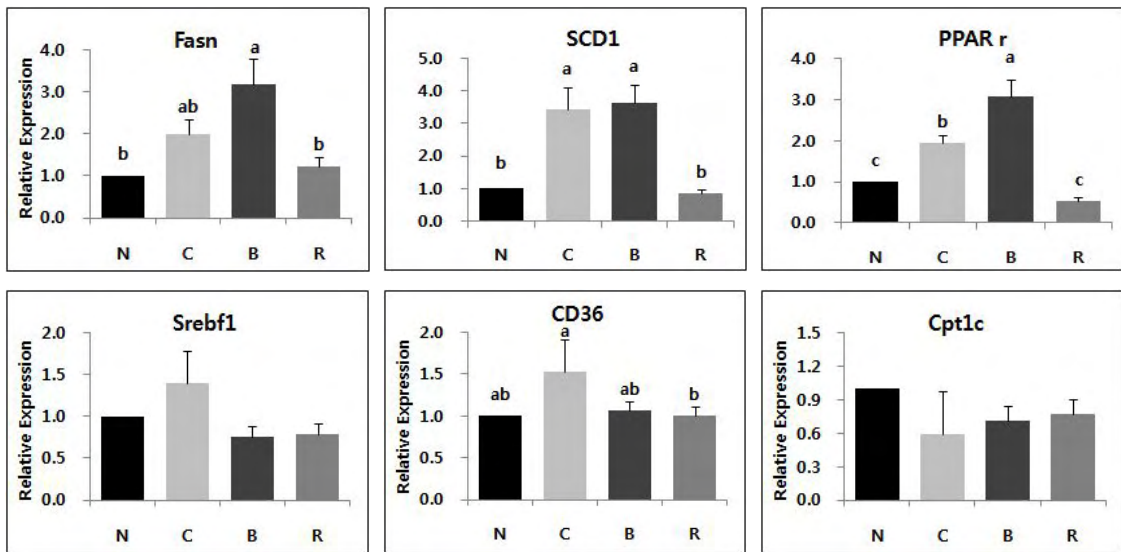
본 실험에서는 고지방 식이 대조군의 탄수화물 급원을 밥으로 대체하였을 때의 비만 억제 및 지질수준 개선효과의 작용기전을 확인하고자 지방대사 관련 유전자의 발현을 Superarray를 통해 확인하여 Fig. 1-17에 나타내었다.

Fig. 21의 A)에는 fatty acid synthesis, lipid uptake 및 β -oxidation에 관여하는 유전자들의 발현에 대해 나타내었다. Fasn, SCD1, PPARr등의 fatty acid synthesis를 촉진하는 유전자들의 발현은 정상식이군(N)에 비하여 고지방 대조군(C)에서 유의하게 발현하였으나 밥 섭취군(R)에서는 위의 유전자들의 발현이 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였다. Srebp1 유전자의 발현 역시 대조군에 비하여 감소하였으나 유의적인 차이는 없었다. 이 외에 중성지방의 uptake를 촉진하는 CD36은 fatty acid translocase (FAT)라고 불리우기도 하며 주로 조직 중 long chain fatty acid를 받아들이는 역할을 하는데 고지방 대조군에서 CD36의 발현은 정상군에 대하여 유의적으로 증가하였으나 밥급여군(R)에서는 대조군에 대해 유의적으로 감소하는 경향이 나타났다. 이 외에 CD36은 adipogenesis를 담당하는 PPAR γ 에 의해 직접적으로 영향을 받는다는 보고가 있으며(Tontonoz et al., 1998), oxidized LDL은 PPAR γ 를 활성화시키고 이렇게 활성화된 PPAR γ 는 CD36의 발현을 촉진한다. 즉 CD36은 oxidized LDL과 다른 lipoprotein에 있어서 receptor의 역할을 담당하여 lipoprotein의 축적을 야기하고 조직 중 중성지방의 농도를 증

가시키는 역할로써(Aitman et al., 1999) 지질대사에 있어 매우 중요한 요소로 설명될 수 있다. 반면에 β -oxidation에 관여하는 Cpt1c의 발현은 정상군에 비해 대조군에서 감소하였으나 밥 섭취군에서 증가하는 경향을 나타내었다. CPT1(Carnitine palmitoyltransferase)은 fatty acids의 β -oxidation에 관여하는 주요 효소로써 long-chain fatty acids를 미토콘드리아로 이동시킴으로써 β -oxidation을 야기시키는 역할을 한다.

Fig. 21의 B)에는 콜레스테롤 및 스테롤 대사와 관련된 유전자의 발현 정도를 나타내었다. 나타난 유전자 들 중 HDL-콜레스테롤의 발현과 상관관계에 있는 ApoA1 및 Abca1의 발현은 정상군에 비해 대조군에서 유의적으로 감소하였으나 밥 섭취군에서는 대조군에 비하여 유의적인 증가가 되었다. HDL 콜레스테롤과 직접적인 관련이 있는 메카니즘으로써 하나의 중요한 factor인 Abca1(ATP-binding cassette A1)은 macrophages로부터 콜레스테롤을 제거하는 역할을 하며, Abca1의 발현은 동맥경화증을 완화시키는 역할을 한다는 보고가 있다. 또한 HDL의 주된 protein인 ApoA1 역시 macrophages로부터 콜레스테롤을 제거함으로써 Abca1 과 함께 동맥경화증 및 고 콜레스테롤혈증을 억제하는 효과가 있다. 즉, HDL 콜레스테롤의 콜레스테롤 수송은 Abca1 pathway를 통하여 이루어지는 것으로, 본 실험에서 나타난 밥 급여군에서의 Abca1 및 ApoA1의 발현의 증가는 간 중 콜레스테롤 함량의 저하와 일치하는 것으로 사료되었다. 또한, Scarb1(scavenger receptor b1)은 주로 liver에 존재하고 HDL과 결합하여 선택적으로 cholesterol uptake를 증대하는 동시에 reverse cholesterol transport pathway에 주요 역할을 하는 것으로 본 실험을 통하여 scarb1은 정상군에 비해 고지방 대조군에서 up regulation 되었고 이러한 발현의 증가는 밥 급여군에서 유의하게 감소하였다. 이외에, Cyp7a1과 함께 간 중 콜레스테롤을 bile acid로 전환시켜 콜레스테롤의 농도를 저하시키는 Cyp8b1 역시 정상군에 비해 대조군에서 유의적인 감소를 나타내었으나, 밥 급여군에서 증가하는 경향을 나타내어 이 또한 간 중 콜레스테롤 수치가 저하되는 하나의 기전으로 설명될 수 있을 것이다. 또한 직접적으로 콜레스테롤 합성에 관여하는 Hmgcs1 (3-Hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A synthase 1)은 acetoacetyl-Co로부터 HMG-CoA의 과정을 촉진하며, Hmgcr (3-hydroxy-3-methylglutaryl-Coenzyme A reductase)은 HMG-CoA가 mevalonate로 전환되는 과정을 촉진하는 효소들로서 이들 유전자들의 발현은 정상군에 비해 대조군에서 유의적인 증가를 보였으나 밥 섭취군에서는 유의적으로 감소하는 효과를 나타내었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 고지방 대조군에 비하여 밥 급여군에서는 fatty acids 합성에 관계되는 fasn, SCD, PPAR α , Srebp1 및 CD36의 발현이 억제되고, fatty acids의 β -oxidation을 촉진하는 cpt1c의 발현이 증가되어 혈중, 간 중 지질수준을 개선하며 조직내 지방의 축적을 억제함으로써 비만의 진행을 감소시키는 효과를 나타내며 아울러 간 중 콜레스테롤의 합성을 촉진하는 Hmgcs1, Hmgcr, Sqle의 발현은 억제되고, 콜레스테롤 수준을 개선하는 Abca1, ApoA1 발현의 증가, 또한 Scarb1이 감소되었으며, 간중 콜레스테롤의 배출을 촉진하는 Cyp8b1이 증가함으로써 혈중, 간 중 콜레스테롤의 함량 및 profile을 개선시키는 것으로 사료되었다.

A) Fatty acid synthesis and β -oxidation



B) Cholesterol metabolism and Sterol synthesis

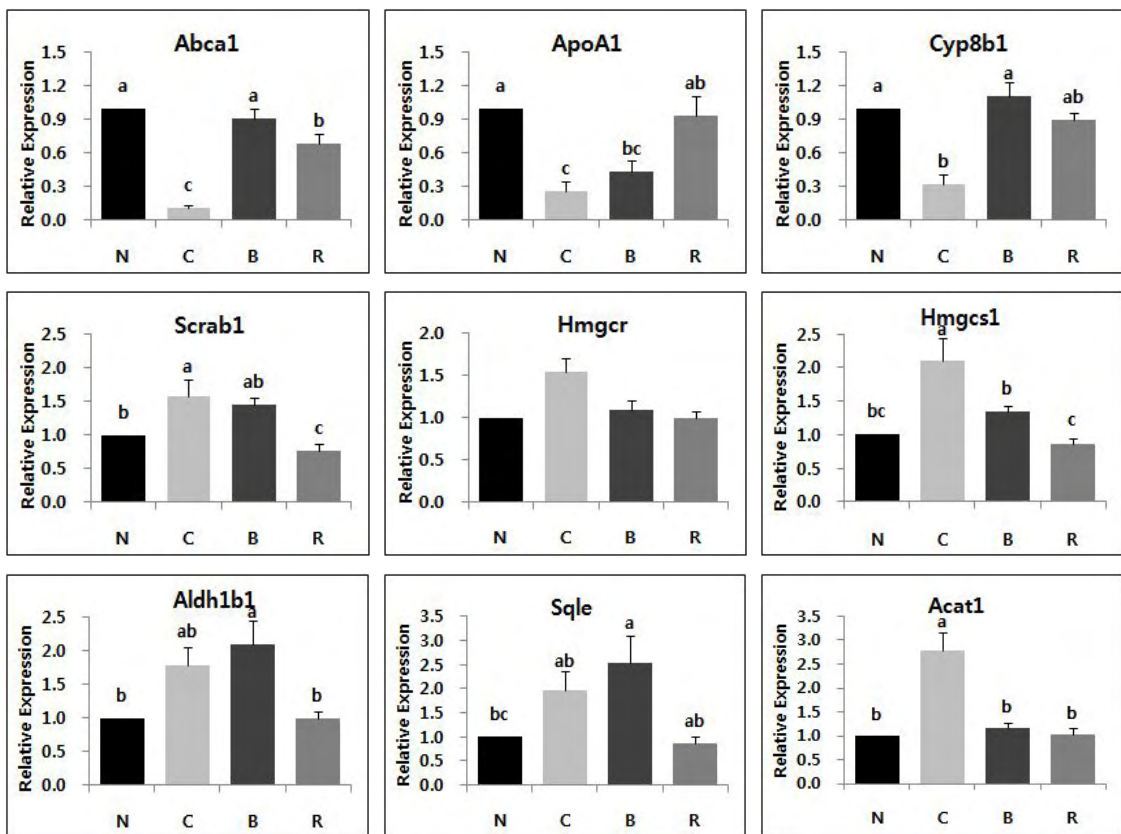


Fig 1-17. Lipid metabolism related gene expression by qRT-PCR.

3. 밥 중심 식사의 항 비만 및 항 당뇨 효능

본 실험에서는 한국인이 일상적으로 섭취하는 밥중심식사의 항비만/ 항당뇨 효능을 빵중심식사와 비교 검토하기 위하여 밥중심식사와 빵중심식사의 열량을 동일하게 식단을 구성하여 열

량의 차이를 배제한 상태에서 밥중심식사의 효능을 빵중심식사와 비교 검토하고자 하였음. 식단 구성은 1차년도 위탁기관의 연구결과로 나타난 국민건강영양조사의 한국인 상용식품 10위 이내 식품으로 구성하였음.

또한, 비만 모델은 고지방식이로 7주간 비만을 유도한 후에 비만이 유도된 마우스를 다시 3군으로 나누어 고지방식이 대조군, 밥중심식사군, 빵중심식사군의 3군으로 나누어 7주간 사육함으로써 비만개선 및 항당뇨 효능을 검토하고자 하였음

가. 실험재료 및 방법

1) 실험식단의 구성

본 실험에서는 한국인 영양섭취기준을 기본으로 하여 한국인 성인 남성의 권장 열량인 밥중심 식단 (KD, 2600 Kcal)과 한국인 다소비 서양식인 빵중심 식단 (WD, 2600 Kcal)을 구성하였다. 각각의 식단구성은 위탁연구기관에서 1차년도 연구결과인 국민건강영양조사표에 의거하여 한국인의 상용 다소비 식품으로 구성하였다. 식단표 (Table 1-6)로 구성된 밥중심 식사와 빵중심 식사를 동결건조 하였으며 각각의 동결건조한 실험 시료는 일반성분 분석법 및 Can pro 프로그램에 의하여 diet의 성분분석을 실시하였다.

Table 1-6 밥 중심 식단 (KD) 및 빵 중심 식단 (WD) 구성표.

밥중심 식단 (KD, 2600 Kcal)-1			밥중심 식단 (KD, 2600 Kcal)-2		
아침	점심	저녁	아침	점심	저녁
쌀밥	쌀밥	쌀밥	쌀밥	쌀밥	쌀밥
북어국	두부된장찌개	김치콩나물국	쇠고기무국	시금치조개국	표고버섯북어국
두부양념조림	닭찜	돼지불고기	갈치구이	쇠고기장조림	콩나물잡채
김구이	미역오이초무침	상추꽃고추쌈장	미역오이초무침	상추겉절이	더덕구이
배추김치	배추김치	총각김치	배추김치	열무김치	배추김치
바나나우유/식빵	오렌지주스/배		두유/사과	토마토	

빵중심 식단 (WD, 2600 Kcal)-1			빵중심 식단 (WD, 2600 Kcal)-2		
아침	점심	저녁	아침	점심	저녁
	한우불고기버거	리치폴드			
튜나클립샌드위치 (파리바게트)	감자튀김 콜라 (한우불고기버거 세트,롯데리아)	베이컨포테이도 피자 (F, 2조각, 피자헛) 콜라	크렌베리치킨 호밀샌드위치 (파리바게트) 흰우유	빅비프버거 치킨 2조각 (롯데리아) 콜라	리치폴드 바베큐치킨피자 (F, 2조각, 피자헛) 콜라

2) 실험동물의 사육 및 실험식이의 구성

실험에 사용된 동물은 생후 4주령 된 수컷 C57 BL/6 로써, 한림실험동물(주)로 부터 구입하였으며, 고형배합사료로 1주일간 환경에 적응시켰다. 이 후 AIN 76 diet의 조성에 의하여 corn oil 5%, lard 20% 및 콜레스테롤 0.5%이 첨가된 고지방 식이를 제조 (Table 1-7)하여 7주간 급여함으로써 비만을 유도시킨 후 각 실험군의 평균체중이 같도록 10마리씩 3군으로 나누고, 각각의 실험식이를 공급하여 7주간 사육하였다. 즉, Fig. 1-18에 나타난 바와 같이 7주간의 고지방 사료로 비만이 유도된 실험동물은 고지방 대조군 (HFD) 이외에 전 실험식이의 열

량을 고지방 대조군과 동일하게 맞추어 실험식이를 구성한 밥중심 식사 급여군 (iso-KD)과 빵중심 식사 급여군 (iso-WD)의 3군으로 나누어 7주간 실험식이를 급여하며 사육하였다.

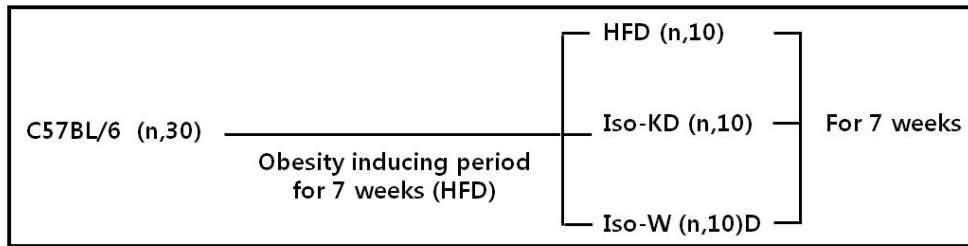


Fig. 1-18. Diagram for experiment

3) 실험식이의 분석

각각의 식단 표 대로 만들어진 밥중심 식사 (KD) 빵중심 식사 (WD)를 동결건조 한 후 일반성분 분석법 및 Can pro 프로그램에 의하여 diet의 성분분석을 실시하여 Table 1-8에 나타내었다. 분석한 결과, 1000g KD와 WD의 열량은 각각 3944, 4740 Kcal로 WD의 g당 열량이 높았는데, 이러한 현상은 KD에 비하여 WD의 지질함량이 약 2배 높은 것에 기인하는 것으로 사료된다. 당질의 경우 KD가 WD에 비하여 약 1.15배 높았으며 WD에 비하여 KD에는 섬유질의 함량이 2.1배 높은 것으로 분석되었다. 이외에 WD에 비하여 KD에는 칼륨, 비타민 A 및 비타민 C, 엽산 및 비타민 E의 함량이 월등이 높은 것으로 나타났다. 또한 표 5에 나타난 대로 일반성분 분석법 및 Can pro 프로그램에 의하여 diet의 성분분석을 실시하여 각 식이에 포함된 성분을 분석 한 후 실험동물에게 고지방 대조군 (HFD)과 열량을 동일하게 맞추어 급여하기 위하여 KD와 WD 사료 제조 시 corn oil의 첨가로 모든 처리구의 열량을 동일하게 맞추어 iso-KD와 iso-WD로 사료를 제조하였으며, 각각 열량이 맞추어진 처리구의 식이 성분을 비교하여 표 1-8에 나타내었다.

Table 1-7 실험식이 (HFD, KD, WD)의 성분분석(단위/ 1000g dry diet)

	HFD	KD	WD
열량 (Kcal)	4830	3944	4740
단백질 (g)	200	168.6	231.1
지질 (g)	250	93	189.1
당질 (g)	445	610.8	527.8
섬유질 (g)	500	52	23.8
칼슘 (mg)	2975	1476	1191
아연 (mg)	984.2	13.2	23.1
철분 (mg)	48.3	33.2	23.8
칼륨 (mg)	3388	6963.6	3693.0
비타민 A (ug)	1201	1840	903
비타민 B1 (mg)	4.68	2.4	2.7
비타민 B2 (mg)	6	2.6	2.7
비타민 C (mg)	-	378.5	54.4
나이아신 (mg)	30	38.5	45.7
엽산 (mg)	2	596.3	62.7
비타민 E (mg)	50	24	7
콜레스테롤 (mg)	5000	556.4	713.2

Table 1-8 실험식이 (HFD, iso-KD 및, iso-WD)의 성분비교

	HFD	iso-KD	iso-WD
Kcal/kg	4830	4832	4835
Protein (%/w)	20	16.2	23.0
Carbohydrate (%/w)	44.5	60.4	52.2

Fat (%/w)	25	19.5	20.3
Animal:Vegetable	(20:5)	(4.6:14.9)	(18.5:1.8)

4) 생화학적 지표 분석

가) 혈액과 장기의 채취

실험이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후, 안정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 1시간 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리 (Centrifuge, VS-500, Vision Scientific Co. Korea)하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였으며, 채혈이 끝난 후 개복하여 간 및 다른 장기를 적출하여 무게를 잰 후 -70℃에서 보관하였다.

나) 혈청 중 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤의 분석

혈청의 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 (주) 신양화학의 혈액분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다. 총 콜레스테롤은 Cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyzyme-V 및 HDL-콜레스테롤은 HDL-C555를 이용하여 분석하였으며 LDL-콜레스테롤의 함량은, 측정된 콜레스테롤의 함량으로부터 계산하여 산출하였다.

다) 혈청 중 glucose, insulin 및 cytokine 분석

혈청 중의 glucose 농도는 (주) 신양화학의 Glyzyme kit를 이용하여 분석하였으며, insulin 및 leptin의 농도는 mouse insulin/leptin immunoassay kit(ALPCO, USA)를 이용하였다. Resistin, PAI-1 및 inflammatory cytokine인 IL-6, TNF- α , MCP-1은 Millipore MAP kit (Millipore, USA)를 이용하여 Luminex 200 (Luminex, USA)으로 분석하였다.

라) 간 중 총 지방, 중성 지방 및 총 콜레스테롤

간의 총 지질함량의 측정을 위하여 Folch으로 지질을 추출하여 총 지질농도를 측정하였고 간의 중성 지방과 콜레스테롤 농도는 추출한 총 지방을 클로로포름methanol로 녹여 혈청에 서와 같은 방법으로 kit를 이용하여 측정하였다.

마) 간 및 지방조직의 형태학적 분석

간 및 지방조직 세포의 형태학적 관찰을 위해 동물희생시 적출한 간과 부과환조직의 일부를 적출하여 10% formaldehyde용액에 24시간 고정한 다음 같은 용액으로 2회 교환하였다. 흐르는 물로 충분히 수세한 다음, 78% 80%, 90% 및 100% 에탄올을 이용하여 단계적으로 탈수시킨 다음 paraffin 투과과정을 거쳐 포매하였다. 포매된 조직은 박질편기로 약 4 μ m 두께로 박질하여 hematoxylin-eosin (HE)으로 염색하고, xylene으로 투명화 시켜 봉입한 다음 광학현미경으로 관찰하였다.

바) 췌장의 면역조직화학 검사

10% formaldehyde에 고정시킨 췌장을 절편하여 slide glass에 부착시킨 후 건조시켜 Triton-X 100이 첨가된 0.1M PBS로 세척하였다. 그리고 0.3%의 H₂O₂가 들어있는 PBS로 30분간 반응시킨 후 1%의 horse serum을 처리하였다. 1차 항체반응은 anti-insulin, glucagon

(Sigma, USA)을 사용하여 4°C에서 반응시켰으며 2차 항체는 biotinylated anti-mouse IgG를 이용하여 1시간 동안 반응시킨 후 DAB 용액으로 발색시켜 mount한 후 현미경에서 관찰하였다.

사) Oral Glucose Tolerance Test (OGTT)

경구 당부하 검사 (OGTT)는 실험식이 시작 6주차에 실시하였다. 실험동물을 4시간 절식시킨 후 미정맥에서 채혈하여 공복 시 혈당수준을 측정하여 초기혈당으로 한 후 2 g/kg 포도당을 경구투여하고 15, 30, 60, 90 및 120분에 미정맥으로 부터 채혈하고 혈당측정기(G-doctor, 녹십자)로 측정하였다.

아) Peritorial Insulin Tolerance Test (PITT)

복강으로 투여된 인슐린에 대한 민감성 테스트 (PITT))는 실험식이 시작 6주차에 실시하였다. 실험동물을 4시간 절식시킨 후 미정맥에서 채혈하여 공복 시 혈당수준을 측정하여 초기 혈당으로 한 후 0.75 U/kg의 인슐린을 복강주사하고 15, 30, 60, 90 및 120분에 미정맥으로 부터 채혈한 후 혈당측정기(G-doctor, 녹십자)로 측정하였다.

자) 비만 및 당뇨관련 유전자 발현

① RNA preparation

TRIZol을 이용하여 조직 무게의 10배의 reagent를 넣고 homogenize한다. lysis한 volume에 동량의 ethanol을 넣은 다음 RNasy kit를 사용하여 genomic DNA를 제거한다. 그 다음 RNA만을 추출한다. 추출한 RNA의 quality control을 위해 흡광도를 측정한다. A260/A230의 비율이 1.7이상, A260/A280의 비율이 1.8 이상되는지 확인하였다..

② cDNA 합성

Genimic DNA elimination 과정으로 Total RNA의 농도가 1µg이 되도록 맞춘 다음 5x g DNA elimination buffer를 넣고 42°C에서 5분간 incubation한 다음 곧바로 ice cooling한다. 그 다음 RT buffer 4 µl, Primer and External control mix 1 µl, RT Enzyme mix 2 µl, RNase free water 3 µl를 총 volume이 10µl가 되도록 미리 RT cocktail을 만든다. 위에서 만들어진 Genomic DNA elimination mixture 10µl와 RT cocktail 10µl를 tube에 넣고 vortexing 한 후 42°C 15분 incubation, 95°C 5분 incubation한다. 만들어진 cDNA 20µl와 RNase free water 91 µl를 넣어 cDNA synthesis reaction mixture를 만들어둔다. PCR을 실시하기 전에 -20°C에서 보관한다.

③ qReal-Time PCR의 실시

qRT PCR Master mix (SYBRgreen), cDNA synthesis reaction mixture, RNase free water등을 96 well에 넣은 다음 heat activation(95 °C, 10 min), PCR cycle(95°C, 15 sec (45 cycle), 60°C, 1 min) 및 melting curve(60 °C, 15 sec, 95°C)의 조건으로 PCR을 실시한 후 얻어진 결과 치를 분석하였다. 본 실험에서 사용한 유전자 primer는 표 5와 같다.

Table 1-9. 유전자 Primer sequence

Gene	Forward	Reverse
FAS	ATCCTGGAACGAGAACACGATCT	AGAGACGTGTCCTCCTGGACTT
SCD-1	TTCTTACACGACCACCACCA	GCGTTGAGCACCAGAGTGTA
CD36	GATGACGTGGCAAAGAACAG	AAAGGAGGCTGCGTCTGTG

ACSL	TGCCAGAGCTGATTGACATTC	GGCATAACCAGAAGGTGGTGAG
SREBP-1c	GATGTGCGAACTGGACACAG	CATAGGGGGCGTCAAACAG
Glucokinase	AGAAGGCTCAGAAGTTGGAGAC	GGATGGAATACATCTGGTGTTCG
Glut 4	CTGCAAAGCGTAGGTACCAA	CCTCCCGCCCTTAGTTG

차) 통계분석

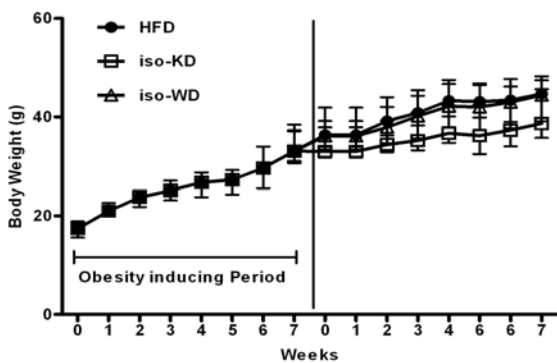
실험결과는 Graphpad Prism 5의 통계 프로그램 및 SPSS를 이용하여 실험군당 평균±표준 오차로 나타내었다.

2. 실험결과

가. 실험동물의 생화학적 분석

1) 체중의 변화

본 실험에서는 7주간 고지방 식이로 비만을 유도한 실험쥐에게 열량을 일정하게 조정된 밥 중심 식사(iso-KD)와 빵중심 식사 (iso-WD)의 급여가 실험쥐의 체중의 변화에 미치는 영향을 조사하였다. 7주간의 고지방 식이의 급여는 17.43 g에서 33.04 g으로 약 15.61 g의 체중을 증가시켰다. 이후 3개의 처리구로 나누어 7주간의 실험식이 (HFD, iso-KD 및 iso-WD)를 급여하며 체중의 증가정도를 관찰하였다 (Fig. 1-19). iso-WD 급여군의 체중 증가량은 고지방 대조군인 HFD군의 체중증가량과 유의적 차이 없이 동일한 경향으로 증가하였으나, iso-KD의 급여군의 체중 증가량은 HFD와 iso-WD 급여군에 비하여 유의적으로 감소하는 결과를 나타내었다. 즉, 비만 유도 후 7주간의 실험식이 급여기간 동안 고지방 대조군 (HFD), iso-KD 및 iso-WD 급여군의 체중증가량은 각각 11.64 g, 5.61 g 및 11.36 g으로, iso-WD에 비하여 iso-KD의 급여는 약 2배의 체중 증가량을 감소시켰다. 또한 식이섭취량의 경우 HFD 급여군, iso-KD 및 iso-WD의 식이섭취량에는 유의적인 차이가 관찰되지 않아 이러한 iso-KD 급여의 체중증가 억제 효과는 식이섭취량의 저하에 의한 효과에 기인하지 않는 것으로 사료되었다.



Group	Food Intake (g/day)
HFD	3.53 ± 0.11 ^{ns}
iso-KD	3.45 ± 0.01
iso-WD	3.29 ± 0.07

Fig. 1-19. Body weight change and food intake of experimental mice.

2) Micro-CT를 통한 체지방 분포도 측정

본 실험에서는 iso-KD 및 iso-WD의 급여가 체지방의 분포에 미치는 영향을 Micro-CT (eXplore CT120, GE healthcare, USA)을 이용하여 측정하였다 (Fig. 1-20). 7주간의 고지방 식이로 비만을 유도한 후 계속되는 고지방 식이를 섭취한 HFD의 실험쥐의 경우 총 54.6%의 체

지방을 보였으나, 실험식이를 iso-KD 및 iso-WD 로 급여한 경우 체지방이 각각 43.5% 및 51.17%로, HFD 급여 시와 비교하여 약 11.1% 및 3.43%의 체지방 감소를 나타내었다. 또한 총 체지방에 대한 복부지방의 분포정도를 관찰한 결과, HFD 급여군, iso-KD 및 iso-WD 급여군 각각, 33.1%, 27.3% 및 29.7%를 나타내어, iso-KD의 급여는 체지방 및 복부지방 형성을 억제하는 효과가 있는 것으로 관찰되었다.

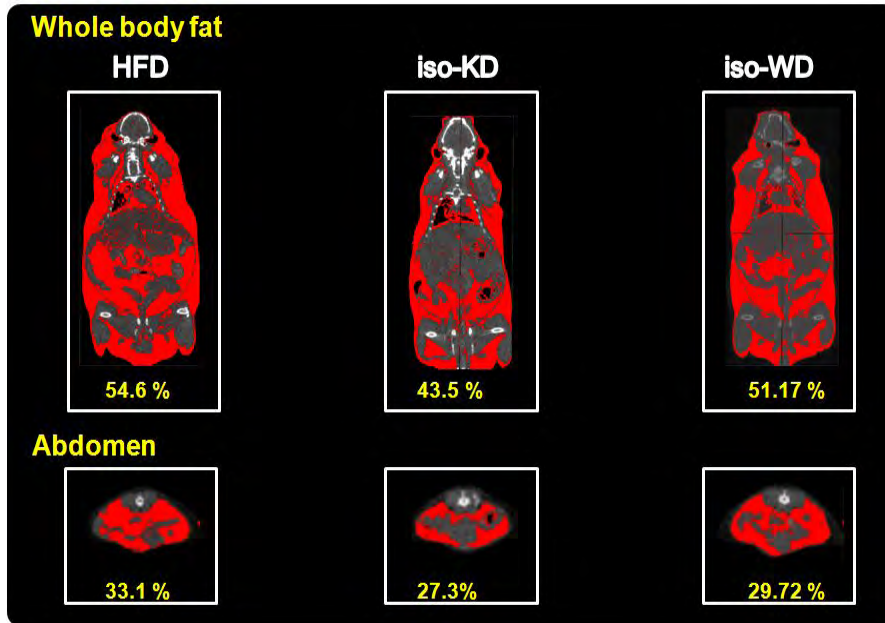


Fig. 1-20. Body fat distribution of experimental mice confirmed by micro CT

3) 혈중 지질 농도

Iso-KD 및 iso-WD를 급여한 실험 쥐의 혈중 지방성분 함량의 변화를 측정하였다 (Fig. 1-21). 혈중 중성지방 함량은 전 실험군에서 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 또한 iso-KD의 급여는 총 콜레스테롤의 함량 역시 고지방사료 대조군과 비교하여 함량에 변화를 나타내지 않았으나 iso-WD의 경우 오히려 대조군 및 iso-KD에 비하여 혈청 중 총 콜레스테롤 함량이 유의하게 증가하였다. 총 콜레스테롤 중 HDL 콜레스테롤 함량이 차지하는 비율을 측정한 결과, iso-KD군은 고지방 대조군에 비하여 약간 증가하는 경향을 나타내었으나, 유의차는 나타내지 않았으며, iso-WD의 경우 HDL 콜레스테롤의 비율이 고지방 대조군 및 iso-KD에 비하여 유의적으로 감소하였으며 또한 LDL 콜레스테롤 함량의 유의적인 증가를 나타내었다. 이상의 결과로 미루어 이미 비만이 초래된 실험동물에게 있어서 iso-KD의 급여는 혈중 지질의 profile을 개선시키는 효과를 나타내지는 않았지만 iso-WD의 급여는 iso-KD에 비하여 혈중 총 콜레스테롤 함량 및 LDL 콜레스테롤의 함량을 증가시키는 등의 고콜레스테롤 혈증을 초래하고 악화시키는 것으로 사료되었다.

4) 간 중 지질 농도

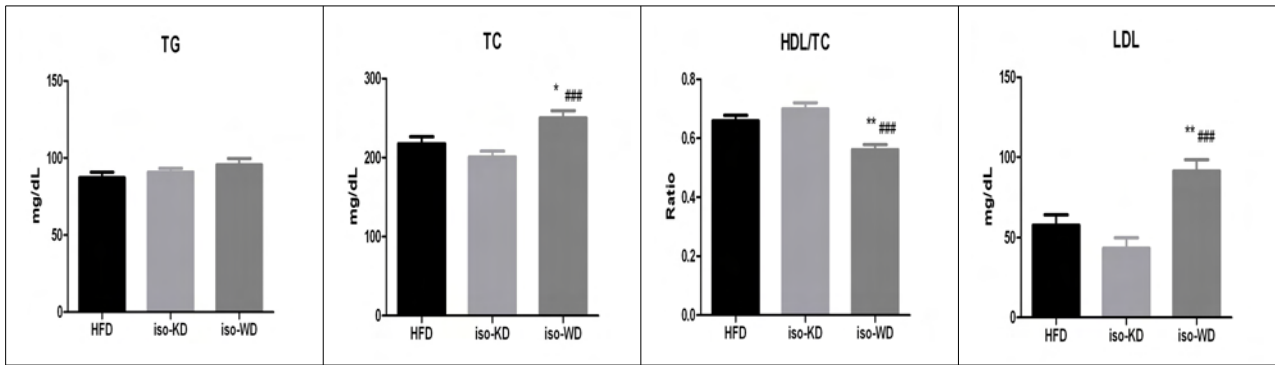


Fig. 1-21. Lipid levels in serum of the mice fed experimental diet

Iso-KD 및 iso-WD를 급여한 실험 쥐의 간 중 지방성분 함량의 변화를 측정하였다 (Fig. 1-22). Iso-KD의 급여는 간 중 총 지질의 함량, 중성지방 및 총 콜레스테롤의 함량을 유의적으로 감소시켰으며, iso-WD의 급여는 고지방 대조군과 비슷한 경향을 나타내었다. 즉, 비만이 유도된 실험쥐에게 있어서 iso-KD의 급여는 간 중 지질의 축적과 중성지방 및 콜레스테롤의 축적을 유의적으로 감소시키는 효과를 나타내었으나, iso-WD의 급여는 비만이 유도된 실험쥐의 간 중 지질의 축적을 억제하지 못하는 것으로 관찰되었다.

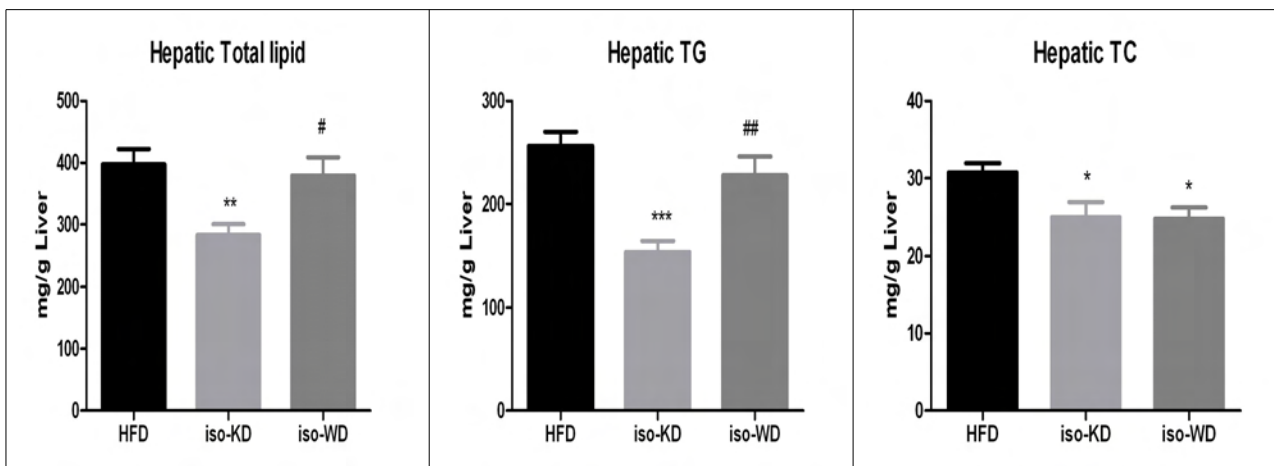


Fig. 1-22. Hepatic lipid levels of the mice fed experimental diet

5) 간 및 지방조직 무게 및 형태 변화

Iso-KD 및 iso-WD의 실험식이를 급여한 실험동물의 간 조직 무게를 측정한 결과는 Fig. 1-23과 같다. 고지방 대조군 (HFD) 및 iso-WD 급여군의 간조직 무게에 비하여 iso-KD의 간 무게는 유의하게 감소하였다. iso-WD 급여군의 간 조직 무게는 HFD의 경우와 비슷한 수치를 나타내었으며, 이러한 경향은 hematoxylin-Eosin (HE)으로 간조직을 염색한 결과에서도 확인 할 수 있었다. 즉, 고지방 대조군 (HFD)의 간조직에는 지방축적이 뚜렷하게 관찰되었으나 iso-KD를 급여함으로써 간조직의 지방 축적이 뚜렷하게 감소하였다. 그러나 iso-WD 급여군에서는 간조직의 지방 축적이 고지방 대조군 (HFD)의 경우와 비슷한 경향을 나타내었다. 즉, 간 무게 및 간에 침착된 간의 형태학적 분석 또한 Fig. 1-22의 결과에 의한 간 중 지질의 함량을 종합해 볼 때, 비만이 유도된 실험쥐에 있어서 iso-KD의 급여는 지방간의 증상을 효과적으로 억제시키는 것으로 사료되었다. 또한 부고환 지방 조직을 염색하여 조직의 크기를 관

찰 한 결과, 고지방 대조군에서는 지방세포의 크기가 매우 증가함을 알 수 있었으며, iso-KD 군에서는 고지방 대조군 및 iso-WD군에 비하여 지방세포의 크기가 감소한 경향이 나타났다 (Fig. 1-24). 이러한 현상 역시 지방조직 무게의 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

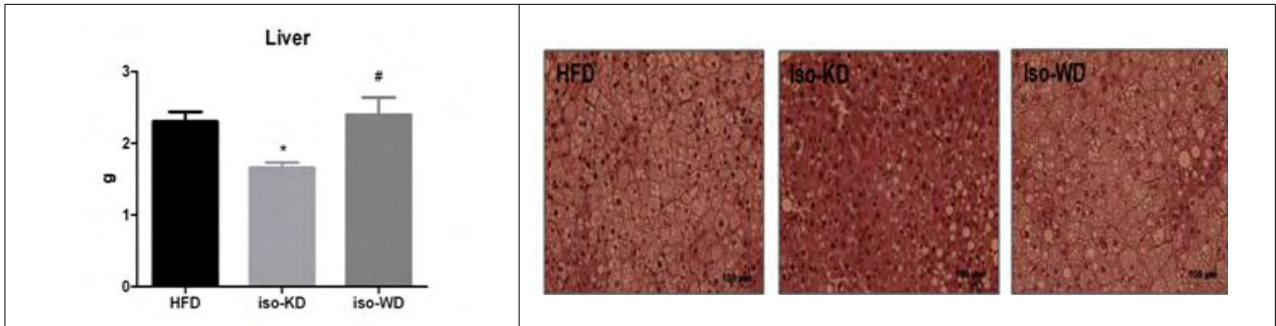


Fig 1-23. Weight of liver (A) and representative HE staining of liver (B) of experimental mice.

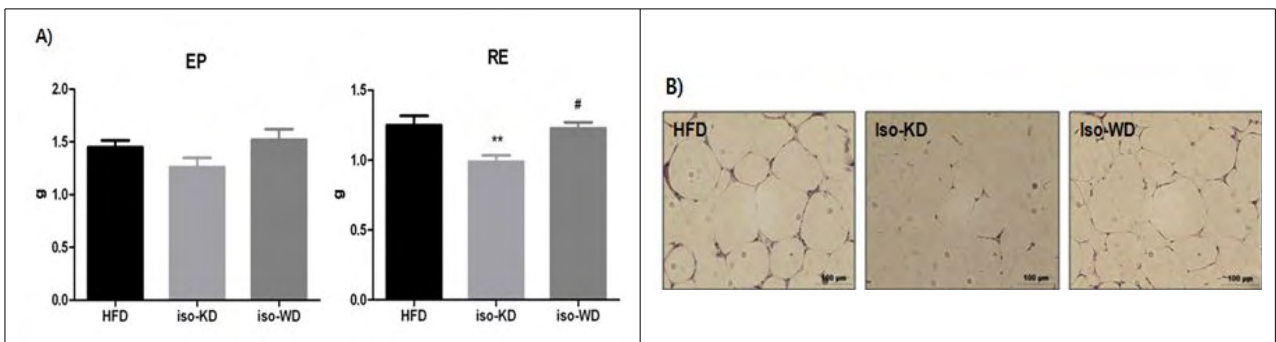


Fig 1-24. Weight of Fat tissues (A) and representative HE staining of EP (B) of experimental mice (EP: Epididymal fat tissue, RE: Retroperitoneal fat tissue)

6) 혈청 중 glucose, HbA1c, insulin 및 당뇨관련 cytokine의 농도

실험동물의 혈청 중 glucose, insulin, leptin의 농도 및 HbA1C의 함량을 측정 한 결과는 Fig. 1-25과 같다. 본 실험의 결과에 나타난 대로 고지방 식이를 7주간 급여하여 비만을 유도한 후 iso-KD를 7주간 급여한 실험쥐의 혈중 glucose의 농도는 고지방 대조군 및 iso-WD에 비하여 유의적으로 감소하였다. 또한 당화혈색소를 나타내는 HbA1C의 함량 역시 감소하는 경향을 나타내었다. 사람의 적혈구에는 혈색소(헤모글로빈)라고 하는 산소운반에 중요한 단백질이 있는데 혈당이 상승하면 혈액 내의 포도당 일부가 혈색소와 결합하게 된다. 이렇게 포도당과 결합된 혈색소를 당화혈색소라(HbA1c)라하며, 혈당이 높은 채로 오랫동안 계속되면 적혈구 내에 있는 당화혈색소의 양도 증가하게 된다. 즉, 일반적으로 당뇨가 진행되며 당화혈색소의 함량이 증가하게 되는데, 결과에 나타난 대로 iso-KD의 급여는 비만으로 인한 당뇨의 증상에 있어서 당화혈색소를 감소시키는 것으로 관찰되었다. 그리고 iso-KD 급여군에서는 insulin 및 leptin의 농도 역시 HFD 및 iso-WD 급여군에 비하여 유의적으로 그 농도가 감소하였다. 그러나 iso-WD의 급여는 오히려 HFD 급여군에 비하여 그 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. Leptin은 지방세포에서 생성되는 cytokine의 종류로써 특히 leptin은 뇌의 시상하부에 있는 만복중추를 자극하는 식용조절 인자로 알려져 있다. 주로 비만환자의 혈중 leptin농도는 상승되어

있는 것으로 알려져 있으며, 이러한 고 렵틴혈증은 비만의 전형적인 특징이라 할 수 있다. 또한 혈중 insulin농도의 증가는 insulin sensitivity의 감소로 인하여 인슐린 저항성이 높아짐에 기인하며, 제 2형 당뇨의 특징이라 할 수 있고, 이러한 고지방 식이에 의한 혈 중 인슐린농도의 증가는 iso-KD의 급여에 의하여 유의적으로 감소하였다. Resistin과 PAI-1 또한 iso-KD 급여군에서 유의적으로 감소하였다. Resistin과 PAI-1 역시 지방세포로부터 분비되는 cytokine으로써 pro-inflammatory cytokine에 영향을 받는다는 보고가 있다. 특히 인슐린 저항성이 있는 실험쥐에서 resistin이 증가된 경우가 있으며 당뇨치료제인 rosiglitazone은 혈중 resistin의 농도를 감소시킨다는 보고가 있으나 명확한 기전에 대한 설명은 불분명한 상태이다. 또한 많은 임상실험을 통해 PAI-1 역시 인슐린 저항성과 관계가 있다는 결과가 보고되어 지고 있다. 본 실험의 결과를 종합해 볼 때 고지방 식이로 비만이 유도된 실험쥐에 있어서 iso-KD의 급여는 고지방 식이로 인한 혈중 지질개선 및 간 중 지질 개선, 제 2형 당뇨 및 비만 예방의 가능성이 있는 것으로 관찰되었다.

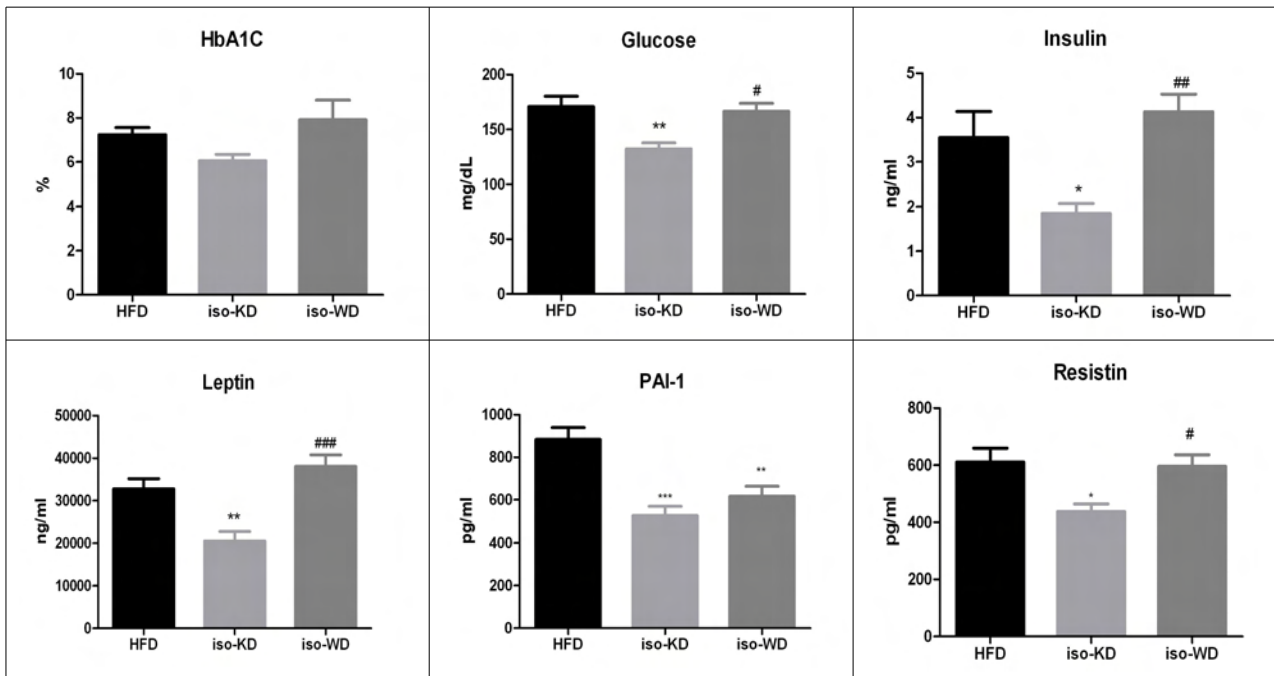


Fig. 1-25. Glucose, insulin and diabetic cytokine concentration of experimental mice. *; $p < 0.05$, ** $p < 0.001$, *** $p < 0.0001$ compared to HFD, #; $p < 0.05$, ## $p < 0.001$, ### $p < 0.0001$ compared to iso-KD

7) 내당능 및 인슐린 반응성 test (OGTT, IPITT)

7주간의 고지방 식이로 비만 및 제 2형 당뇨를 유발한 실험쥐에 있어서 iso-KD 및 iso-WD의 급여가 인슐린 민감성 및 내당능에 미치는 영향을 측정하기 위하여 고지방 유도후 실험식이 급여 6주차에 내당능 (Oral glucose tolerance test, OGTT) 및 인슐린에 대한 반응성 (Peritiorial insulin tolerance test)을 실시한 결과는 Fig. 1-26과 같다. OGTT는 2g/kg의 농도로 포도당을 경구투여 한 후 각 시간 별 대로 꼬리정맥으로부터 채혈한 후 혈당을 측정하는 방법으로 실시하였다. 포도당 섭취 15-30분 사이에 모든 실험쥐들 간에 최고치의 혈당을 나타내었다. 특히 HFD, iso-KD 및 iso-WD 급여군의 최대 혈당은 각각 291.3 mg/dL, 275.1

mg/dL과 348.2 mg/dL로 iso-WD의 급여군에서 급격한 혈당의 상승을 보인 반면 iso-KD의 급여군에서는 iso-WD의 경우와 비해 완만한 상승을 나타내었다. 이러한 혈당변화를 AUC로 환산하여 계산한 결과 HFD, iso-KD 및 iso-WD 급여군의 AUC는 각각 1182.1, 1146.5 및 1455.4로 iso-WD에서는 오히려 고지방 대조군에 비하여 유의적으로 높은 AUC를 나타내었다. 또한 인슐린에 대한 포도당의 반응성을 실험해 본 결과 0.75 U/kg으로 복강주사된 insulin에 의해 전 실험군에서 빠른 혈당의 감소를 나타내었으나 전 실험군 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러나 OGTT의 경우와 마찬가지로 iso-WD의 경우 가장 높은 AUC를 나타내어 인슐린에 대한 민감성이 가장 떨어지는 경향을 보였다.

8) 췌장조직의 면역조직화학적 분석

췌장조직의 면역조직화학적 염색을 통하여 췌장의 islet에 모여진 insulin과 glucagon을 염색하여 췌장의 형태학적 특성 및 인슐린, glucagon의 분비정도를 관찰하였다. (Fig. 1-27). 7주간의 고지방 식이 이후 iso-KD 및 iso-WD의 급여는 췌장의 형태를 변화시키지는 않았으나 베타세포에서 분비되는 insulin에 대한 염색정도는 고지방 대조군 (HFD)에 비하여 iso-KD 급여군에서 감소한 것으로 나타났으며, iso-WD 급여군에서는 대조군과 큰 차이를 나타내지 않았다. 이러한 인슐린 염색정도는 앞서 Fig 1-25를 통하여 혈중 인슐린 농도를 측정된 결과와 일치하는 것으로 iso-KD의 급여는 고지방 식이 또는 iso-WD 식이에 비하여 췌장에서의 과도한 인슐린 분비를 억제한 것으로 사료된다. Glucagon은 췌장의 알파세포로부터 glucose를 생산하는 역할을 한다. 고지방 식이로 인한 glucagon의 증가는 iso-KD의 급여로 glucagon의 염색정도를 감소시켰으나 iso-WD의 급여는 고지방 식이에 의한 glucagon의 생성을 억제하지 못하며 이로 인한 계속되는 혈당의 상승을 초래한 것으로 나타났다.

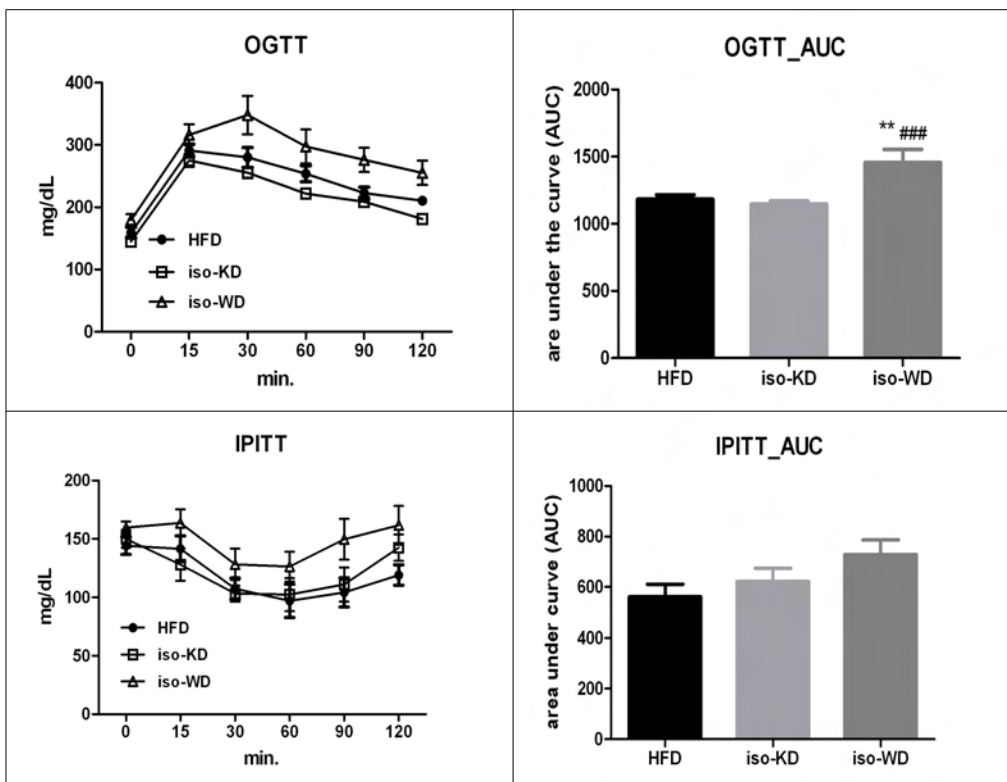


Fig. 1-26. Oral glucose tolerance test (A, OGTT) and Peritoreal insulin tolerance

test (B, PITT) of the mice fed experimental diet on 6 weeks. ** $p < 0.001$ compared to HFD, ### $p < 0.0001$ compared to iso-KD

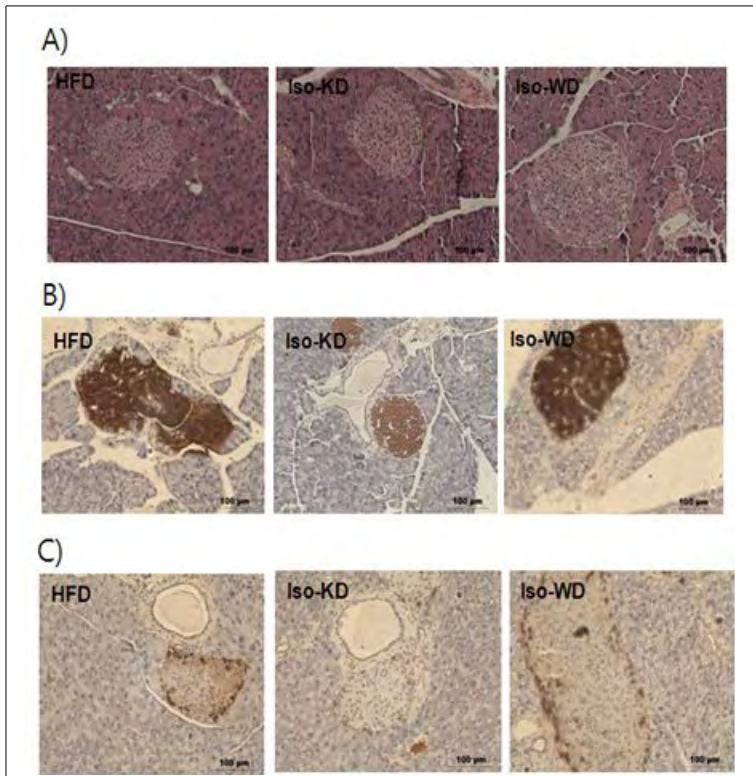


Fig 1-27. Histological observation of pancreas and islet by insulin and glucagon immunohistochemical staining of the pancrease. A) pancreatic morphology. B) insulin, C) glucagon.

9) 비만 및 당뇨관련 유전자 발현

본 실험에서는 7주간의 고지방 식이로 비만 및 제 2형 당뇨를 유발한 실험쥐에게 iso-KD 및 iso-WD를 급여하였을 때의 비만 억제, 지질수준 개선효과 및 혈당수준의 개선에 대한 작용기전을 확인하고자 지방대사 및 당대사 관련 유전자의 발현을 qPCR을 통해 확인하여 Fig 1-28에 나타내었다. 간 중 FAS, SCD1 등의 fatty acid synthesis를 촉진하는 유전자들의 발현은 고지방 대조군(HFD)과 iso-WD군에 비하여 iso-KD 군에서 유의하게 감소하였으나, iso-WD의 급여군에서는 고지방 대조군에 비하여 오히려 그 발현양이 증가하였다. 또한 iso-KD 군에서의 lipogenic gene의 발현을 촉진하는 SREBP1c 유전자의 발현 역시 고지방 대조군과 iso-WD군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 즉, iso-KD군에서의 SREBP1c 유전자의 감소는 FAS 및 SCD1 유전자발현의 감소를 유도하여 지방산의 합성을 억제하는 것으로 사료되며, 이 외에 조직 중 중성지방의 uptake를 촉진하는 CD36은 fatty acid translocase (FAT)라고 불리우기도 하며 주로 조직 중 long chain fatty acid를 받아들이는 역할을 하는데 iso-KD 급여군에서의 CD36 유전자의 발현은 고지방 대조군과 iso-WD 군에 비하여 감소하는 경향을 나타내었다. 이 외에 iso-KD 급여군에서는 fatty acid의 활성화된 형태인 ACSL (long chain fatty acid) 유전자의 발현양이 유의적으로 감소하였다. ACSL는 fatty acid를 활성화시켜 lipid biogenesis를 촉진하는 것으로 알려져 있다. 이러한 지방대사 관련 유전자들의 발현양의 변화

를 앞서 설명한 iso-KD에 의한 간 조직 중 총 지질, 중성지방의 함량 및 조직의 형태학적 변화 등의 phenotype의 특징들과 관련지어 생각해보면 고지방 식이로 비만이 유도된 실험쥐에게 iso-KD의 급여는 간 조직중 지방산의 uptake를 억제할 뿐만 아니라 지방산의 합성 및 생성된 지방산이 lipid로 재 합성되는 것을 억제함으로써 고지방 식이로 인한 hepatosteatosis를 억제하는 것으로 사료되었다. 이와 더불어 고지방 식이로 비만이 유도된 실험쥐에게 있어서 iso-WD의 급여는 고지방 식이의 대조군과 마찬가지로 간중 지방산의 합성과, 생성된 지방산으로부터 lipid의 재합성을 촉진하며, 조직으로의 지방산의 uptake를 가속화 시킴으로 hepatosteatosis를 초래하는 것으로 사료되었다.

또한 iso-KD 및 iso-WD의 급여가 당대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 qPCR을 통하여 glucokinase의 발현양을 측정하였다. 고지방 식이로 비만이 유도된 실험쥐에게 있어서 iso-KD의 급여는 glucokinase 유전자의 발현양을 유의적으로 증가시키는 것으로 나타났다. 간중 glucokinase는 해당작용의 첫 단계 주요 조절 효소로서 glucose를 glucose-6-phosphate로 전환하여 세포내로 흡수된 당의 이용속도를 증가시키는 효소이며 췌장중의 glucokinase는 베타 세포에서 포도당을 인지하여 인슐린 분비를 조절하는 포도당 감지 기구으로써 작용을 한다. 즉, iso-KD의 glucokinase 유전자의 발현양의 증가는 간으로 흡수된 포도당의 이용속도를 증가시킴으로 당대사를 조절한 것으로 사료된다. 또한 근육조직으로부터 glut 4 유전자 발현을 측정하여 Fig. 17에 나타내다. iso-WD에 비하여 iso KD의 근육조직에서는 약 4배의 glut 4 유전자 발현의 증가를 나타내어 glut4 발현 증가에 의한 근육으로 glucose uptake가 촉진되었음을 알 수 있었다.

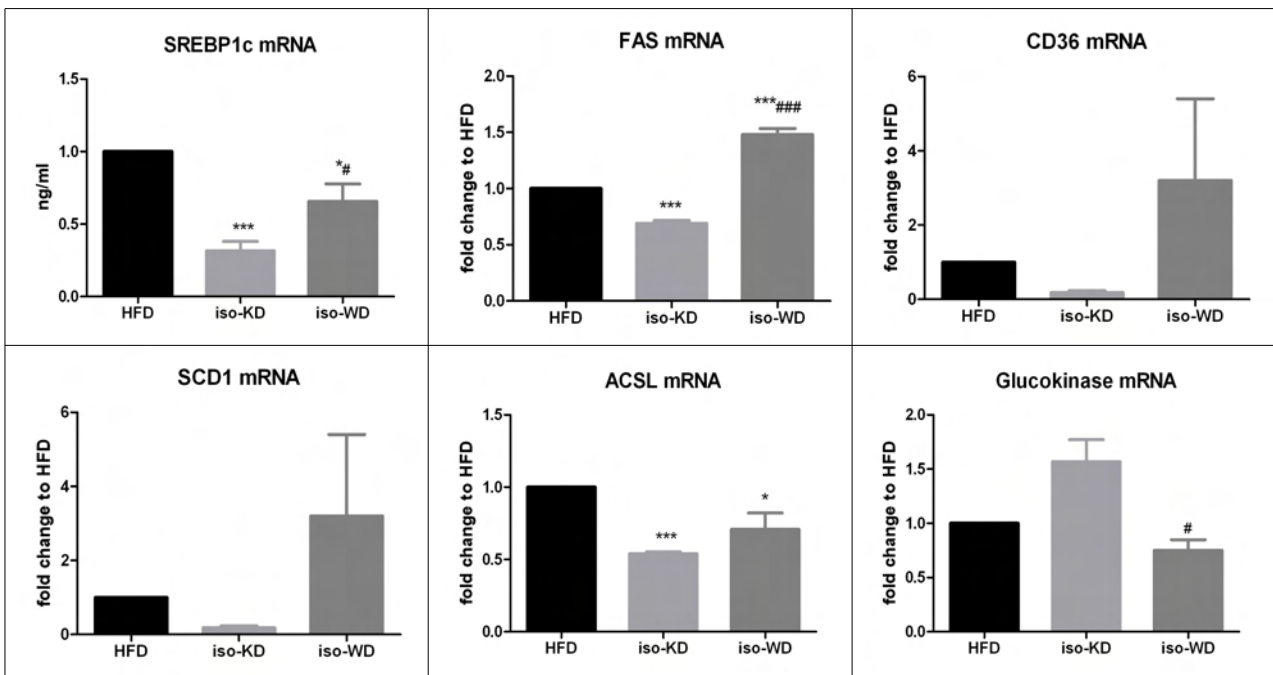


Fig 1-28. Lipid and glucose metabolism related gene expression in the liver by qPCR.

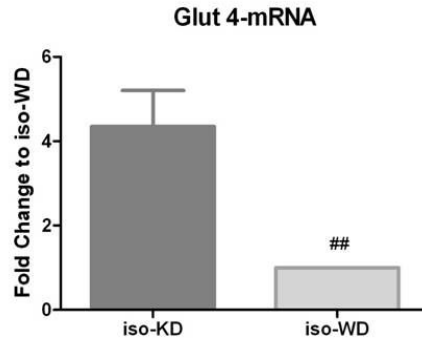


Fig 1-29. Glut 4 mRNA expression by qPCR.in the skeletal muscle. ##; $p < 0.001$ compared to iso-KD

10) 염증관련 cytokine의 분석

비만의 진행은 염증을 유발하는 cytokine의 활성화 관계가 있음이 많은 보고를 통해 알려지고 있으며 장기간의 고지방 식이로 인한 비만의 진행은 지방세포로의 macrophage의 유입을 유도함으로써 pro-inflammatory cytokines의 증가를 유도시킨다. 그러므로 본 실험에서는 고지방 식이로 7주간 비만을 유도한 후 iso-KD 및 iso-WD를 급여한 실험쥐에서의 염증관련 cytokine의 양을 ELISA 분석법을 통해 확인하였다 (Fig. 1-30). 고지방 대조군에 비하여 iso-KD 급여군에서의 IL-6 함량은 감소하는 경향이 나타났으나 유의차는 인정되지 않았다. 그러나 TNF- α 함량은 유의적으로 감소하여 비만에 의한 염증성 cytokine의 함량이 감소하여 염증반응이 완화됨을 알 수 있었다. IL-6는 염증이 유발되었을 때 대표적으로 증가하는 cytokine으로써 insulin sensitivity를 감소시킴으로 insulin resistance state의 경우 염증을 유발시킨다고 Dandona 등은 보고하였으며 더욱이 IL-6는 hyperinsulinemic state상태일 때 증가함으로 당뇨의 상태와 이러한 염증관련 cytokine은 서로 깊은 연관이 있다고 할 수 있다. 또한 TNF- α 는 IL-6와 함께 대표적인 비만으로 인해 유도되는 pro-inflammatory cytokine인데 이러한 TNF- α 농도의 증가는 비만의 정도와 인슐린 저항성을 나타내는 중요한 지표라 할 수 있다. Monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) 또한 염증의 상태에서 monocyte recruitment에 중요한 역할을 하며 지방세포에서의 macrophage filtration에 필요한 cytokine으로써 주로 유전적 당뇨 mouse 혹은 고지방 식이로 인한 비만을 유도하였을 경우 혈중 MCP-1의 농도가 증가하는 것으로 알려져 있으며 특히 insulin은 insulin 저항성을 지닌 비만쥐의 지방조직 및 serum에서 MCP1의 발현을 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 본 실험의 결과에 의하면, iso-KD의 급여는 MCP-1의 함량을 효과적으로 감소시켰다. 그러나 iso-WD의 급여군에서도 유의적인 감소를 나타내어, 이에 대한 추가 연구를 진행해야 할 것이다. 즉, 본 실험의 결과에서 나타난 바와 같이 7주간의 고지방식으로 비만을 유도한 후 iso-KD 및 iso-WD를 급여한 결과, iso-WD의 급여는 실험동물에게 있어 비만 및 고지혈 증을 개선하고, 당신생을 통한 혈당의 상승의 억제와 함께 염증발현도 억제하는 효과를 나타내는 것으로 조사되었다.

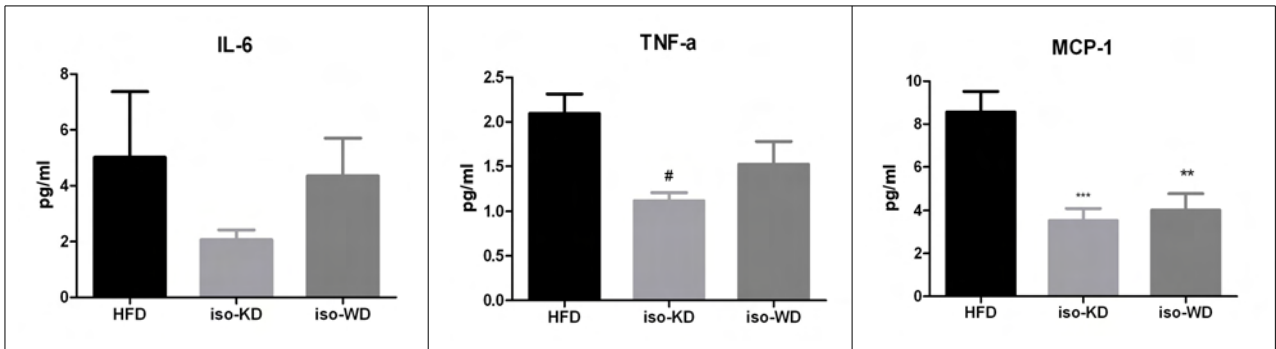


Fig 1-30. The concentration of pro-inflammatory cytokine by ELISA.

요약 및 결론

본 실험에서는 한국인영양섭취기준과 상용 다소비 식품을 기본으로 밥중심 식단과 빵중심 식단을 구성하였으며 이에 따른 밥중심 식사의 항비만/항당뇨 효과 (실험 1, 열량차이 반영)와 7주간의 고지방 식이로 비만을 유도한 실험쥐에 있어 밥 중심 식사의 항비만/항당뇨 효과 (실험 2, 열량차이 배제, iso-calorie)를 검토하였다.

실험결과, 열량차이를 그대로 반영한 밥중심 식사의 급여는 고지방 대조군에 비하여 실험동물의 체중증가 및 혈중/간중 지질농도를 감소시켰다. 또한 혈중 glucose와 insulin 농도를 효과적으로 감소시키는 효과를 나타내었다.

열량차이에 의한 영향을 배제하기 위하여 동일열량의 실험식이를 비만이 유도된 실험동물에게 급여하였을 때, 밥중심식사의 급여는 고지방식이 대조군과 빵중심식사 대조군에 비하여 유의적으로 체중증가 및 혈중/간중 지질농도를 감소시켰다. 이러한 효과는 간중 lipogenic 유전자 (SREBP-1c, FAS, SCD1, ACSL 및 CD36 mRNA) 발현의 감소를 qPCR을 통해 확인하였으며, 또한 밥중심 식사의 급여는 혈중 glucose, insulin 농도와 당뇨관련 cytokine의 농도를 감소시키며 insulin sensitivity를 증가시켰다. 또한 혈중 pro-inflammatory cytokine의 농도를 감소시켰다. 즉, 밥중심 식사는 비만 및 비만으로 인한 지방간증상을 완화시키고 insulin sensitivity를 상승시키며 당뇨 및 염증의 증상 또한 개선하는 것으로 나타났다.

4. Policosanol-DHA의 고지혈증 개선 효능

가. 실험재료 및 방법

1) 재료

본 실험에서 사용한 policosanol은 쌀로부터 추출한 policosanol과 DHA를 1.3:1의 비율로 ester 결합시킨 것으로 2-2세부과제로부터 제공받아 사용하였다.

2) 실험동물의 사육 및 식이조성

실험에 사용된 동물은 생후 4주령 된 수컷 C57 BL/6J로써, 한림실험동물(주)로부터 구입하였으며, 고형배합사료로 1주일간 환경에 적응시켰다. 실험식은 AIN-76 diet조성에 의거하여 조제하였으며 corn oil 5%, lard 22% 및 콜레스테롤 0.5%이 첨가된 고지방 사료로 7주간 비만을 유도시킨 후 각 실험군의 평균체중이 같도록 10마리씩 2군으로 나누고, 계속되는 고지방 식이 급여군 (HFD)과 고지방 식이에 policosanol과 DHA를 결합시킨 PC-DHA 첨가군 (0.4%, PC-DHA,)으로 나누어 실험식이를 공급하였다 (Table 1-10).

Table 1-10. Composition of experimental diet.

(g/kg diet)

	HFD	PC-DHA
Casein	200	200
Corn oil	30	26
Lard	220	220
Cholesterol	5	5
Corn Starch	145	145
Sucrose	300	300
Cellulose	50	50
Vitamin ¹⁾	10	10
Mineral ²⁾	35	35
Methionine	3	3
Cholin bitartrate	2	2
Policosanol+ DHA		4

1) AIN 76 diet based vitamin mixture

2) AIN 76 diet based mineral mixture

3) 생화학적 지표 분석

가) 혈액과 장기의 채취

실험이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후, 안정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 1시간 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리 (Centrifuge, VS-500, Vision Scientific Co. Korea)하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였으며, 채혈이 끝난 후 개복하여 간 및 다른 장기를 적출하여 무게를 잰 후 -70℃에서 보관하였다.

나) 혈청 중 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤의 분석

혈청의 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 (주) 신양화학의 혈액분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다. 총 콜레스테롤은 Cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyzyme-V 및 HDL-콜레스테롤은 HDL-C555를 이용하여 분석하였으며 LDL-콜레스테롤의 함량은, 측정된 콜레스테롤의 함량으로부터 계산하여 산출하였다.

다) 혈청 중 glucose, insulin 및 cytokine 분석

혈청 중의 glucose 농도는 (주) 신양화학의 Glyzyme kit를 이용하여 분석하였으며, insulin 및 leptin의 농도는 mouse insulin/leptin immunoassay kit(ALPCO, USA)를 이용하였다. Resistin, PAI-1 및 inflammatory cytokine인 IL-6, TNF-a, MCP-1은 Millipore MAP kit (Millipore, USA)를 이용하여 Luminex 200 (Luminex, USA)으로 분석하였다.

라) 간 중 총 지방, 중성 지방 및 총 콜레스테롤

간의 총 지질함량의 측정을 위하여 Folch으로 지질을 추출하여 총 지질농도를 측정하였고 간의 중성 지방과 콜레스테롤 농도는 추출한 총 지방을 클로로포름methanol로 녹여 혈청에서와 같은 방법으로 kit를 이용하여 측정하였다.

마) 간 및 지방조직의 형태학적 분석

간 및 지방조직 세포의 형태학적 관찰을 위해 동물희생시 적출한 간과 부과환조직의 일부를 적출하여 10% formaldehyde용액에 24시간 고정한 다음 같은 용액으로 2회 교환하였다. 흐르는 물로 충분히 수세한 다음, 78% 80%, 90% 및 100% 에탄올을 이용하여 단계적으로 탈수시킨 다음 paraffin 투과과정을 거쳐 포매하였다. 포매된 조직은 박질편기로 약 4 μ m 두께로 박질하여 hematoxylin-eosin (HE)으로 염색하고, xylene으로 투명화 시켜 봉입한 다음 광학현미경으로 관찰하였다.

바) 비만 및 지질대사 관련 유전자 발현

① RNA preparation

TRIzol을 이용하여 조직 무게의 10배의 reagent를 넣고 homogenize한다. lysis한 volume에 동량의 ethanol을 넣은 다음 RNasy kit를 사용하여 genomic DNA를 제거한다. 그 다음 RNA만을 추출한다. 추출한 RNA의 quality control을 위해 흡광도를 측정한다. A260/A230의 비율이 1.7이상, A260/A280의 비율이 1.8 이상되는지 확인한다.

② cDNA 합성

Genimic DNA elimination 과정으로 Total RNA의 농도가 1 μ g이 되도록 맞춘 다음 5x g DNA elimination buffer를 넣고 42°C에서 5분간 incubation한 다음 곧바로 ice cooling한다. 그 다음 RT buffer 4 μ l, Primer and External control mix 1 μ l, RT Enzyme mix 3 2 μ l, RNase free water 3 μ l를 총 volume이 10 μ l가 되도록 미리 RT cocktail을 만든다. 위에서 만들어진 Genomic DNA elimination mixture 10 μ l와 RT cocktail 10 μ l를 tube에 넣고 vortexing한 후 42°C 15분 incubation, 95°C 5분 incubation한다. 만들어진 cDNA 20 μ l와 RNase free water 91 μ l를 넣어 cDNA synthesis reaction mixture를 만들어둔다. PCR을 실시하기 전에 -20°C에서 보관한다.

③ Real-Time PCR의 실시

qRT PCR Master mix (SYBRgreen), cDNA synthesis reaction mixture, RNase free water등을 96 well에 넣은 다음 heat activation(95 °C, 10 min), PCR cycle(95°C, 15 sec (45 cycle), 60°C, 1 min) 및 melting curve(60 °C, 15 sec, 95°C)의 조건으로 PCR을 실시한 후 얻어진 결과 치를 분석하였다. 본 실험에서 사용한 유전자 primer는 Table 1-11과 같다.

Table 1-11. 유전자 Primer sequence

Gene	Forward	Reverse
FAS	ATCCTGGAACGAGAACACGATCT	AGAGACGTGTCACTCCTGGACTT
SCD-1	TTCTTACACGACCACCACCA	GCGTTGAGCACCAGAGTGTA
CD36	GATGACGTGGCAAAGAACAG	AAAGGAGGCTGCGTCTGTG
ACSL	TGCCAGAGCTGATTGACATTC	GGCATAACCAGAAGGTGGTGAG
SREBP-1c	GATGTGCCAACTGGACACAG	CATAGGGGGCGTCAAACAG
ACC	CTTCCTGACAAACGAGTCTGG	CTGCCGAAACATCTCTGGGA

사) 통계분석

실험결과는 Graphpad Prism 5의 통계 프로그램 및 SPSS를 이용하여 실험군당 평균±표준 오차로 나타내었다.

나. 실험결과

1) 체중 및 장기무게

7주간의 고지방 식이로 비만을 유도한 실험쥐에게 고지방 식이에 0.4%의 PC-DHA를 첨가한 실험식을 7주간 급여한 실험쥐의 체중 및 식이섭취량, 장기무게 등을 Table 1-12에 나타내었다. 체중과 장기무게 등의 측정항목에서 지방 대조군 및 PC-DHA 간의 유의적인 차이는 나타나지 않아, 0.4%의 PC-DHA의 첨가는 비만이 유도된 실험쥐에게 체중조절의 효과를 나타내지는 않는 것으로 사료되었다. 또한 처리구들 간의 식이첨가량의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 1-12. Body Weight, food intake and tissue weight of experimental mice

	HFD	PC-DHA
Body weight (g)		
IBW	33.67 ± 0.73	33.63 ± 0.64 ^{ns}
FBW	44.18 ± 0.87	44.32 ± 0.43 ^{ns}
Food Intake (g)	2.81 ± 0.07	2.78 ± 0.06 ^{ns}
Tissue weight (g)		
Liver	2.54 ± 0.11	2.75 ± 0.08 ^{ns}
EP	1.85 ± 0.16	2.07 ± 0.17 ^{ns}
RE	1.56 ± 0.20	1.97 ± 0.18 ^{ns}

2) 혈중 지질 함량 분석

고지방 식이로 비만을 유도한 실험동물에게 고지방 식이에 0.4%의 PC-DHA의 첨가가 실험

험동물의 혈중 지질농도에 미치는 영향을 측정된 결과는 Fig. 1-31과 같다. 대조군의 중성지방 및 콜레스테롤 수치와 비교해 볼 때 PC-DHA의 첨가는 혈중 총 콜레스테롤의 농도에는 변화를 나타내지 못하였다. 그러나 고지방 식이 대조군 (HFD)에 비해 혈중 중성지방의 함량이 유의적으로 감소하였다.

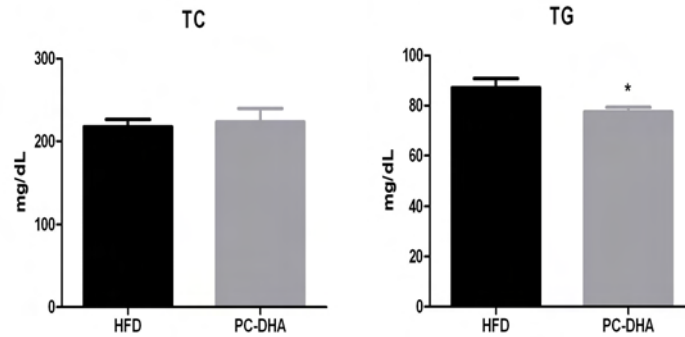


Fig. 1-31. Lipid levels in the serum of the experimental mice. *; $p < 0.05$, compared to HFD.

3) 간중 지질 함량 분석

고지방 식이로 비만을 유도한 실험동물에게 고지방 식이에 0.4%의 PC-DHA의 첨가가 실험동물의 간중 지질농도에 미치는 영향을 측정된 결과는 Fig. 1-32와 같다. 혈중 지질의 분석 결과와 마찬가지로, 대조군의 중성지방 및 콜레스테롤 수치와 비교해 볼 때 PC-DHA의 첨가는 간중 총 콜레스테롤의 농도에는 변화를 나타내지 못하였으나 고지방 식이 대조군 (HFD)에 비해 간중 총 지질의 함량 및 중성지방의 함량이 유의적으로 감소하여 고지방 식이로 인한 간중 지방의 축적이 유의적으로 억제되는 것으로 사료되었다.

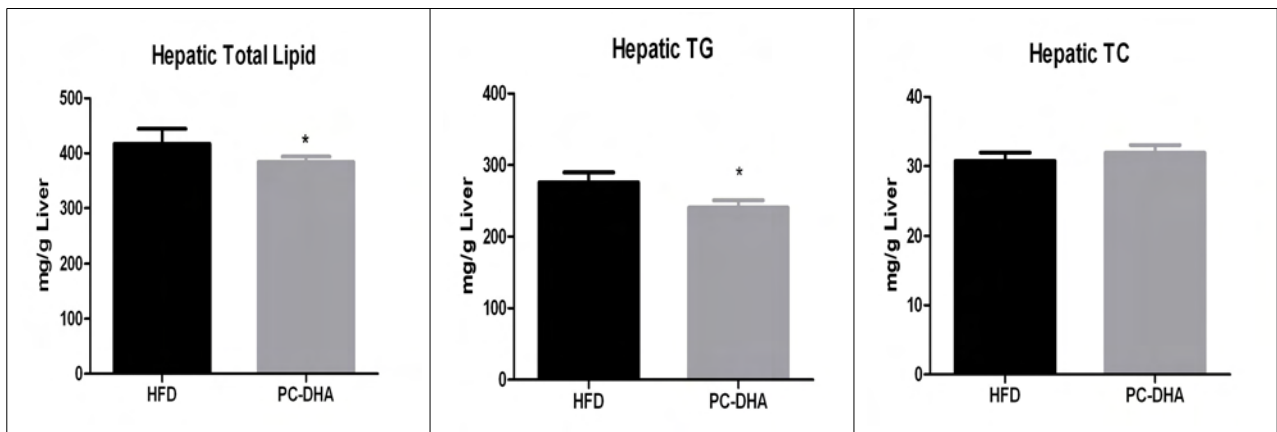


Fig. 1-32. Lipid levels in the liver of the experimental mice. *; $p < 0.05$, compared to HFD.

4) 간 및 지방조직의 형태학적 관찰

고지방 식이로 비만을 유도한 실험동물에게 고지방 식이에 0.4%의 PC-DHA의 첨가가 실험동물의 간 조직 및 지방조직의 형태학적 변화에 미치는 영향을 hematoxylin-eosin (HE) 염색법에 의하여 관찰한 결과는 Fig. 1-33과 같다. 과도한 지방이 침착된 고지방 대조군 (HFD)의 간조직에 비하여 PC-DHA의 첨가군의 간 조직에는 지방의 침착이 감소된 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 간중 총 지질함량 및 간중 중성지방의 함량을 측정된 Fig. 6의 결과와

도 일치하는 것으로 비만이 유도된 실험동물에게 0.4%의 PC-DHA의 급여는 간중 지방의 축적을 감소하여 hepatosteatosi를 억제하는 효과가 있는 것으로 사료되었다. 그러나 부고환지방을 염색하여 관찰한 결과, 고지방 대조군에 비하여 지방세포의 크기의 변화를 관찰할 수 없었다. 이러한 결과는 앞서 체중의 변화 및 지방조직의 무게 등을 관찰한 Table 1-12의 결과와 일치하는 것으로 비만이 유도된 실험동물에게 0.4%의 PC-DHA의 급여는 지방세포 크기를 감소시키며 나타내는 체중 저하 효과는 나타내지 못하는 것으로 사료되었다.

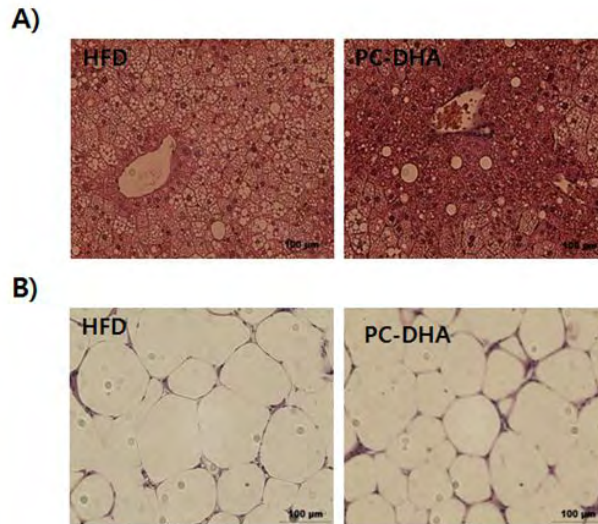


Fig. 1-33. Representative HE staining of liver (A) and epididymal fat tissue (B)

5) 혈청 중 glucose, HbA1c, insulin 및 당뇨관련 cytokine의 농도

실험동물의 혈 중 glucose, insulin, leptin의 농도 및 HbA1C의 함량을 측정된 결과는 Fig. 1-34와 같다. 본 실험의 결과에 나타난 대로 고지방 식이를 7주간 급여하여 비만을 유도한 실험동물에게 0.4%의 PC-DHA의 급여는 고지방 대조군에 비하여 혈중 glucose와 HbA1C의 농도가 감소하는 경향을 나타내었다. 사람의 적혈구에는 혈색소(헤모글로빈)라고 하는 산소운반에 중요한 단백질이 있는데 혈당이 상승하면 혈액 내의 포도당 일부가 혈색소와 결합하게 된다. 이렇게 포도당과 결합된 혈색소를 당화혈색소라(HbA1c)라하며, 혈당이 높은 채로 오랫동안 계속되면 적혈구 내에 있는 당화혈색소의 양도 증가하게 된다. 즉, 일반적으로 당뇨가 진행되며 당화혈색소의 함량이 증가하게 되는데, 결과에 나타난 대로 0.4%의 PC-DHA의 급여는 비만으로 인한 당뇨의 증상에 있어서 당화혈색소 및 혈중 glucose 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 혈 중 Insulin, leptin 및 PAI-1의 농도 역시 고지방 대조군에 비하여 감소하는 경향을 나타내었으나 유의차는 나타나지 않았다. Leptin은 지방세포에서 생성되는 cytokine의 종류로써 특히 leptin은 뇌의 시상하부에 있는 만복중추를 자극하는 식용조절 인자로 알려져 있다. 주로 비만환자의 혈중 leptin농도는 상승되어 있는 것으로 알려져 있으며, 이러한 고 렙틴혈증은 비만의 전형적인 특징이라 할 수 있다. 또한 혈중 insulin농도의 증가는 insulin sensitivity의 감소로 인하여 인슐린 저항성이 높아짐에 기인한다. 반면에 resistin의 경우, PC-DHA 급여군에서 유의적으로 감소하였다. Resistin과 PAI-1 역시 지방세포로부터 분비되는 cytokine으로써 pro-inflammatory cytokine에 영향을 받는다는 보고가 있으며 특히 인슐린 저항성이 있는 실험쥐에서 resistin이 증가된 경우가 있으며 당뇨치료제인 rosiglitazone은 혈중 resistin의 농도를 감소시킨다는 보고가 있으나 명확한 기전에 대한 설명은 불분명한 상태이다. 또한 많

은 임상실험을 통해 PAI-1 역시 인슐린 저항성과 관계가 있다는 결과가 보고되어 지고 있다. 본 실험의 결과를 종합해 볼 때 고지방 식이로 비만이 유도된 실험쥐에 있어서 0.4%의 PC-DHA의 급여는 고지방 식이로 인한 고지혈증 또는 지방간을 개선시키는 효과가 있으며, 아울러 제 2형 당뇨 예방의 가능성이 있는 것으로 관찰되었다.

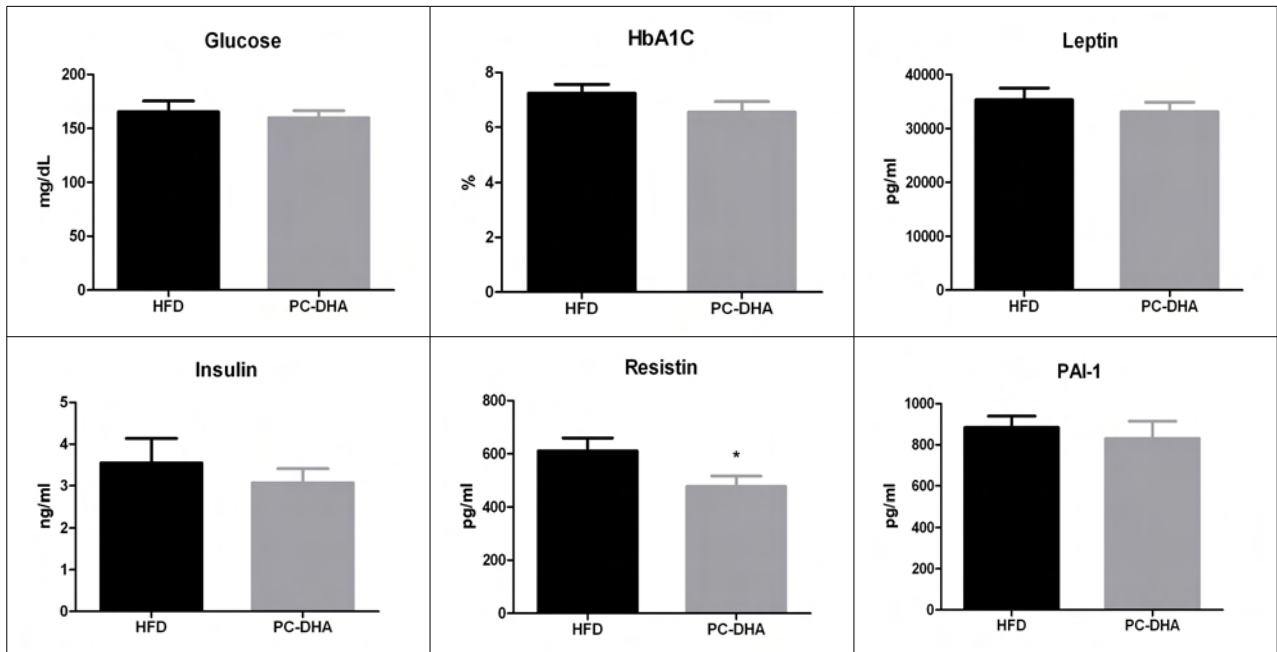


Fig. 1-34. Glucose, insulin and diabetic cytokine concentration of experimental mice. *; $p < 0.05$, compared to HFD.

6) 지방대사 관련 유전자 발현

본 실험에서는 7주간의 고지방 식이로 비만 및 고지혈증을 유발한 실험쥐에게 0.4%의 PC-DHA를 급여하였을 때의 지질수준 개선효과에 대한 작용기전을 확인하고자 지방대사 관련 유전자의 발현을 qPCR을 통해 확인하여 Fig 1-35에 나타내었다. 간 중 FAs, SCD1 등의 fatty acid synthesis를 촉진하는 유전자들의 발현은 고지방 대조군(HFD)에 비하여 PC-DHA군에서 유의하게 감소하였으며, acetyl CoA로부터 malonyl CoA를 형성함으로써 지방산의 생합성을 유도하는 ACC의 유전자 발현 역시 PC-DHA군에서 유의하게 감소하였다. 또한 lipogenic gene의 발현의 transcription factor로 작용하는 SREBP1c 유전자의 발현 역시 고지방 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 즉, PC-DHA 급여군에서의 SREBP1c 유전자의 감소는 FAS 및 SCD1 유전자발현의 감소를 유도한 것으로 사료된다. 이 외에 PC-DHA 급여군에서는 fatty acid의 활성화된 형태인 ACSL (long chain fatty acid)의 발현양이 유의적으로 감소하였다. 이러한 PC-DHA 급여군에서의 ACSL 발현의 감소는 fatty acid를 활성화시켜 lipid biogenesis를 촉진하는 과정을 억제하여 지방의 생합성을 억제시키는 것으로 사료되었다. 그러나 대조군에 비하여 PC-DHA 급여에 의한 CD36 유전자의 발현의 감소는 나타나지 않았다. CD36은 fatty acid translocase (FAT)라고 불리우기도 하며 주로 조직으로 long chain fatty acid를 받아들이는 역할을 담당한다. 즉, PC-DHA의 급여에 의한 간 중 지방 축적의 감소는 조직으로의 지방산의 uptake가 감소됨에 기인하는 것은 아닌 것으로 사료되었다. 이러한 지방대사 관련 유전자들의 발현량의 변화를 앞서 설명한 PC-DHA에 의한 혈중 중성지방의 함량 및 간 조직 중 총 지질, 중성지방의 함량 및 조직의 형태학적 변화 등의 phenotype의 특징들과 관련지어 생

각해볼 때 고지방 식이로 비만이 유도된 실험쥐에게 PC-DHA의 급여는 지방산의 합성 및 생성된 지방산이 lipid로 재 합성되는 것을 억제함으로써 고지방 식이로 인한 고지혈증 및 지방간을 억제하는 것으로 사료되었다.

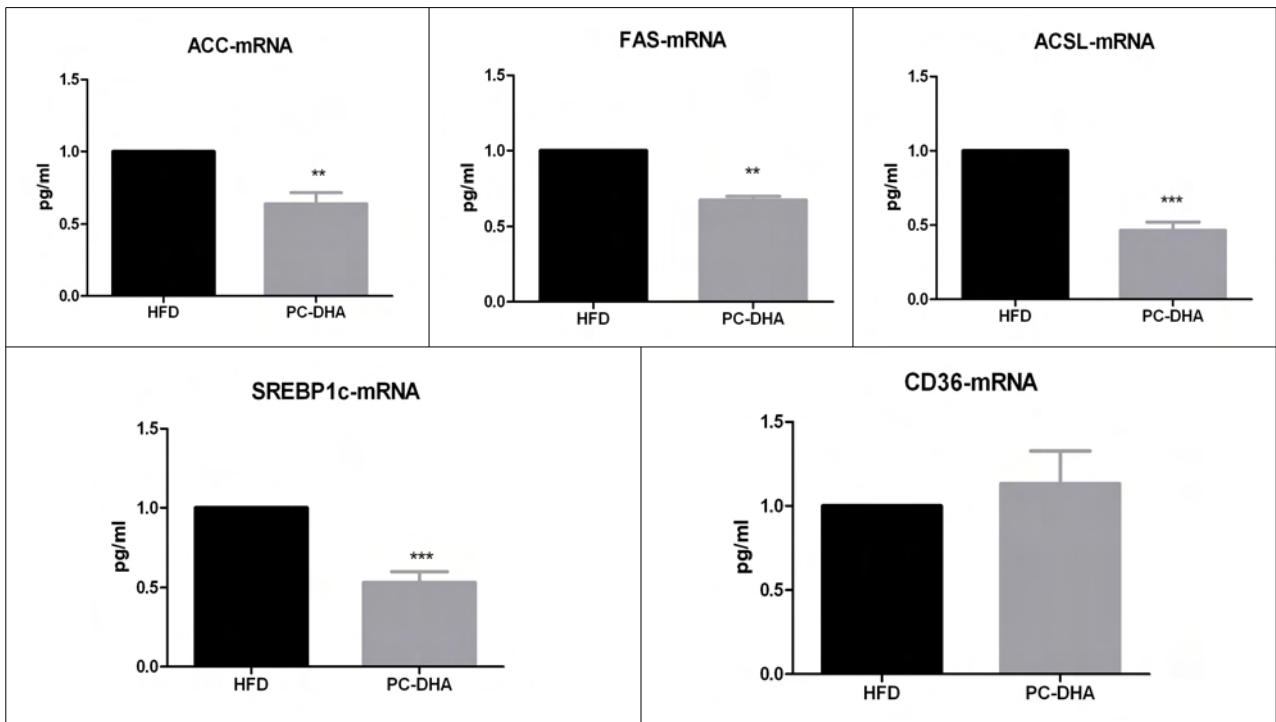


Fig. 1-35. Lipid metabolism related gene expression in the liver by qPCR.

7) 염증관련 cytokine의 분석

비만의 진행은 염증을 유발하는 cytokine의 활성화와 관계가 있음이 많은 보고를 통해 알려지고 있으며 장기간의 고지방 식이로 인한 비만의 진행은 지방세포로의 macrophage의 유입을 유도함으로써 proinflammatory cytokines의 증가를 유도시킨다. 그러므로 본 실험에서는 고지방 식이로 7주간 비만 및 고지혈증을 유발한 실험동물에게 0.4%의 PC-DHA의 급여가 염증관련 cytokine의 농도에 미치는 영향을 관찰하여 Fig. 1-36에 나타내었다. PC-DHA의 급여는 혈중 IL-6, TNF- α 및 MCP-1의 농도를 감소시키는 경향을 나타내었다. IL-6는 염증이 유발되었을 때 대표적으로 증가하는 cytokine으로써 insulin sensitivity를 감소시킴으로 insulin resistance state의 경우 염증을 유발 시킨다고 Dandona 등은 보고하였으며 더욱이 IL-6는 hyperinsulinemic state상태일 때 증가함으로 당뇨의 상태와 이러한 염증관련 cytokine은 서로 깊은 연관이 있다고 할 수 있다. 또한 TNF- α 는 IL-6와 함께 대표적인 비만으로 인한 pro-inflammatory cytokine이하 할 수 있으며 이러한 TNF- α 농도의 증가는 비만의 정도와 인슐린 저항성을 나타내는 중요한 지표라 할 수 있다. Monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) 또한 염증의 상태에서 monocyte recruitment에 중요한 역할을 하며 지방세포에서의 macrophage filtration에 필요한 cytokine이다. 그러므로 pro-inflammatory cytokine 분석과 Fig. 8에 나타난 혈당 및 insulin 농도, 당뇨관련 cytokine의 농도 등을 종합해 볼 때 PC-DHA는 hyperinsulinemia 및 hyperleptinemia 등을 특징으로 하는 제 2형 당뇨 증상을 개선시키는 가능성이 있을 것으로 사료되며 이에 대한 추가 연구가 필요한 실정이다.

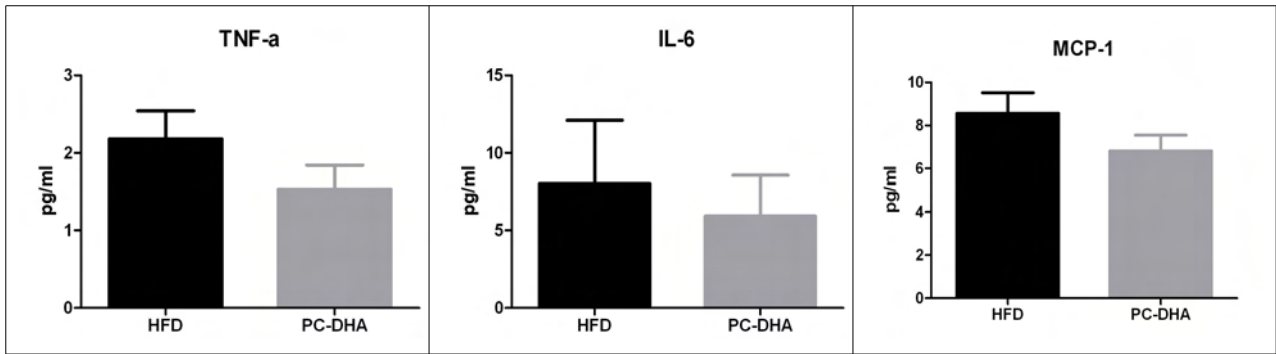


Fig. 1-36. The concentration of pro-inflammatory cytokine by ELISA.

요약 및 결론

본 실험에서는 쌀유래 policosanol을DHA와 conjugation 시킨 ester 화합물의 항고지혈증 효과를 검토하였다. 8주간의 policosanol-CLA의 급여는 혈중/간조직중의 콜레스테롤의 농도를 감소시켰으며, 비만을 유도한 후 비만쥐에게 policosanol-DHA을 7주간 급여한 결과 혈중 중성지방의 농도를 감소시키고 간중 총지질과 중성지방의 함량을 유의적으로 감소시켰다. 이러한 효과의 작용기전을 구명하기 위하여 간중 lipogenic 유전자 (SREBP-1c, FAS, SCD1, ACSL 및 ACC mRNA) 발현의 감소를 qPCR을 통하여 확인한 결과 쌀유래 policosanol-DHA는 지방합성관련 유전자 발현을 억제함으로써 혈중 중성지방 농도 및 간조직의 지방축적을 억제하는 것으로 나타났다.

5. 밥 중심 식사의 항 고지혈증 효능

가. 실험재료 및 방법

1) 실험식단의 구성

본 실험에서는 한국인 영양섭취기준을 기본으로 하여 고지혈 환자 대상 식단 (1800 Kcal)을 구성하였으며 식단표 (Table 1-13) 대로 만들어진 밥 중심 식단을 동결건조 하여 실험동물에게 급여하였다.

Table 1-13. 밥 중심 식단 구성표.

밥 중심 식단 (1800 Kcal)		
아침	점심	저녁
잡곡밥	비빔밥	현미밥
미역국	감자된장국	쇠고기국
닭조림	두부전	고등어구이
우영볶음	깍두기	푹고추조림
오이소배기	배/우유	배추김치
사과주스		

2) 실험동물의 사육 및 실험식이의 구성

실험에 사용된 동물은 생후 3-4주령의 Golden syrian hamster로써 Harlan Laboratories로부터 구입하였으며, 고형배합사료로 1주일간 환경에 적응시켰다. 이 후 AIN-76 diet조성에 의거하여 코코넛 오일 3%, 코코아 버터 7% 및 콜레스테롤 0.5%를 첨가한 식이를 제조하여 5주간 급여함으로써 고지혈증을 유도하였다.(Table 1-14) 5주간의 식이급여로 고지혈을 유도한 후 평균 혈중 콜레스테롤이 같도록 난괴법에 따라 정상식이(Normal)군, 고지방 식이 대조군(HL/HC), 밥 중심 식사 군(Rice)의 3군으로 나누고, 각각의 실험 식이를 공급하여 4주간 더 사육하였다. (Fig. 1-37)

Table 1-14. Composition of Normal and High fat/ High cholesterol diet.
(g/kg diet)

	Normal diet	High Fat/ High Cholesterol Diet
Casein	200	200
Corn oil	50	50
coconut oil		30
cocoa butter		70
Cholesterol		5
Corn Starch	550	345
Cellulose	50	50
Sucrose	100	200
Mineral ¹⁾	35	35
Vitamin ²⁾	10	10
Methionine	3	3
Cholin bitartrate	2	2

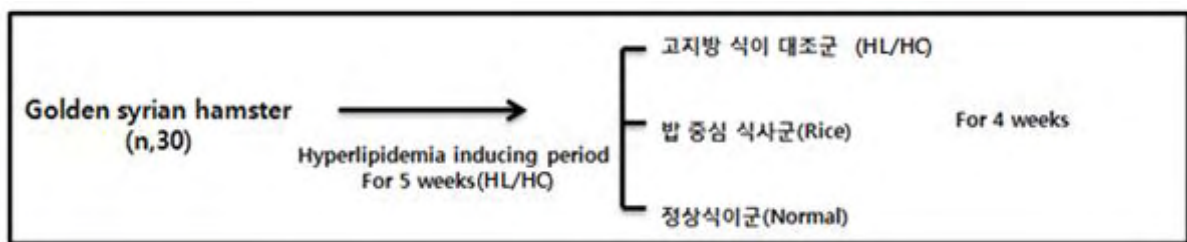


Fig. 1-37. Diagram for experiment

3) 생화학적 지표 분석

가) 혈액과 장기의 채취

실험이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후, 안정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 1시간 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리(Centrifuge, VS-500, Vision Scientific Co. Korea)하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였으며 채혈이 끝난 후 개복하여 간 및 다른 장기를 적출하여 무게를 잰 후 -70℃에서 보관하였다.

나) 혈청 중 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤의 분석

혈청의 중성 지방 농도는 (주) 엠비엘, HDL-콜레스테롤 농도는 (주) 신양화학의 혈액분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다. 총 콜레스테롤은 Cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyceride TEST, HDL-콜레스테롤은 HDL-C555를 이용하여 분석하였으며, LDL-콜레스테롤의 함량은 측정된 콜레스테롤의 함량으로부터 계산하여 산출하였다.

다) 간 중 총 지방, 중성 지방 및 총 콜레스테롤

간의 총 지질함량의 측정을 위하여 Folch solution으로 지질을 추출하여 총 지질농도를 측정하였다. 간의 중성 지방과 콜레스테롤 농도는 추출한 총 지방을 클로로포름으로 녹여 혈청에서와 같은 방법으로 kit를 이용하여 측정하였다.

4) 콜레스테롤 관련 유전자 발현

가) RNA preparation

RNA extraction kit(MACHEREY-NAGEL)를 이용하여 RNA를 추출하였다. 먼저 일정량의 간 조직을 lysis 한 후 genomic DNA 제거하여 RNA를 추출하였다. 추출한 RNA는 quality control을 위해 nano drop을 이용하여 흡광도를 측정하였다. 이때 A260/A230의 비율이 1.7이상, A260/A280의 비율이 1.8 이상이 되는지 확인한 후 다음 실험을 진행하였다.

나) cDNA 합성

5x iScript reaction mix, iScript reverse transcriptase, Nuclease-free water, RNA template를 조성으로 PCR mixture 20ul를 만들었다. 이때 mixture 중 5x iScript reaction mix의 volume은 4ul, iScript reverse transcriptase는 1ul로 고정시키고, Total RNA는 그 농도가 1µg가 되도록 계산하여 넣어준 뒤 나머지 volume은 Nuclease-free water로 채워주었다. mixture는 vortexing한 후 25°C에서 5분, 42°C 5분, 85°C 5min, 4°C에서 holding되는 cycle로 PCR한다. 만들어진 cDNA 20µl는 qRT-PCR을 실시하기 전에 -20°C에서 보관하였다.

다) qReal-Time PCR의 실시

qRT PCR Master mix (SYBRgreen), cDNA, primer, RNase free water를 96 well에 넣은 다음 heat activation(95 °C, 10 min), PCR cycle(95°C, 15 sec (40 cycle), 60°C, 1 min) 및 melting curve(60 °C, 15 sec, 95°C)의 조건으로 PCR을 실시한 후 얻어진 결과치를 분석하였다. 본 실험에서 사용한 유전자 primer는 Table 1-15와 같다.

Table 1-15. 유전자 Primer sequence

Gene	Forward	Reverse
LDLR	ACAGATTCAGTTCCAGGCAG	TGGGGACAAGAGGTTTTTCAG
SREBP2	CCCCCGGCCTCTGACT	GGTTCATCTTTAACCTTTGCATCA
HMG-CoA reductase	GAGCCTGTGCTCTCGAGAAGGA	TGCATCGCTCAGGAACCTTGCACC
CYP7A1	TTTGGACACAGAAGCATT	TCCATGTCATCAAAGGTA
GAPDH	GACCCCTTCATTGACCTCAAC	GGAGATGACCCTTTTGGC

5) 통계분석

실험결과는 Graph pad Prism 5의 통계 프로그램 및 SPSS를 이용하여 실험군당 평균 ± 표준오차로 나타내었으며, 각 군의 유의차 검정은 One-way ANOVA-Tukey를 사용하였다.

나. 실험결과

1) 실험식이의 분석

식단표에 의하여 제조된 밥 중심 식사를 동결건조 한 후 일반성분 분석법 및 Can pro 프로그램에 의하여 diet의 성분분석을 실시하여 Table 1-16에 나타내었다. 분석 결과, 고지방/고콜레스테롤 식이 (HL/HC)에 함유되어 있는 열량은 실험식이 kg당 4430 Kcal였으며, 밥중심식사 (Rice) 및 정상식이 (Normal)는 각각 3547 및 3902Kcal였다. 단백질의 경우 HL/HC, Rice 및 Normal diet의 경우 해당 diet kg 당 각각 200, 183 및 203g을 나타내었으며, 지질의 경우 각각 150, 71 및 50g이 함유되어 HL/HC diet에 비하여 Rice 및 Normal diet 군에서 월등히 낮은 지질함량을 나타내었다. 반면 Rice diet의 당질의 함량은 HL/HC diet와 비슷한 함량을 나타내었다.

Table 1-16. 실험식이 (HL/HC, Rice, Normal))의 성분분석

	단위/ kg dry diet		
	HL/HC	Rice	Normal
열량 (Kcal/kg)	4430	3547	3902
단백질 (g)	200	183	203
지질 (g)	150	71	50
당질 (g)	570	544	660

2) 실험동물의 생화학적 분석

가) 체중의 변화

밥 중심 식사가 실험동물의 체중 및 식이섭취량에 미치는 영향을 Fig 1-38에 나타내었다.

5주간 고지방 식이로 사육한 뒤, 4주간 군별로 실험 식이를 공급하고 체중 변화를 측정하였다. 실험 식이 급여 전 HL/HC(109.57±4.12), Rice(113.84±6.16), Normal(107.89±3.73)과 급여 후 HL/HC(118.72±3.16), Rice(117.67±4.47), Normal(121.97±2.16) 모두 군 간 체중의 유의차가 나타나지 않았다. 또한 군 간 식이섭취량도 유의차를 나타내지 않았다.

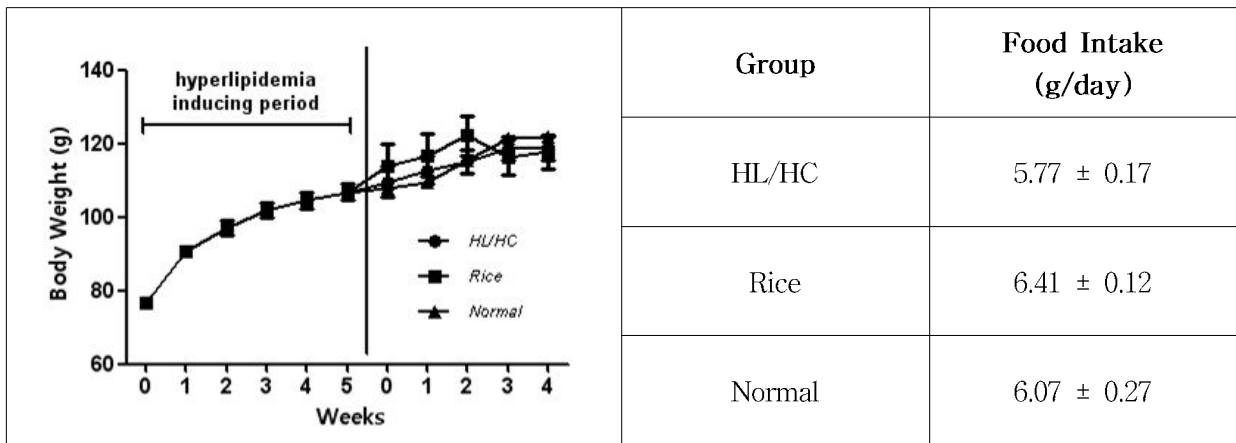
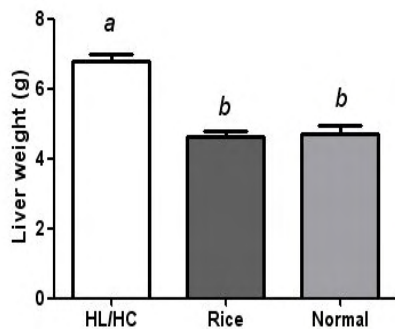


Fig. 1-38. Body weight change and food intake of experimental hamster.

나) 간 조직 무게

간의 지방축적 여부를 분석하기 위하여 간 조직을 떼어내어 trimming 후 무게를 측정하였다. 측정된 각 실험군의 간 무게를 Fig. 3-A에 나타내었다. 측정 결과, 고지방 식이 대조군 (HL/HC)에 비해 밥 중심 식사군(Rice) 및 정상식이(Normal)군에서 간 무게가 유의적으로 감소하였으나, 밥 중심 식사군과 정상식이군 간에는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 또한 외관적 관찰 결과, 고지방 식이 대조군의 간에서 다른 군과 비교하여 지방축적이 관찰된 반면, 밥 중심 식사 군과 정상 식이 군에서는 5주간의 고지혈 유도 기간에 축적되었던 지방이 실험 식이를 급여한 4주 동안 감소되었음을 관찰할 수 있었다.(Fig. 1-39)

A)



B)



Fig. 1-39. Weight of liver(A) and image of livers from experimental hamster(B). Values with different letters are significantly different. ($p < 0.05$)

다) 혈중 지질 농도

실험 쥐의 혈청 지질 농도를 측정된 결과를 Fig. 1-40에 나타내었다. 측정 결과, 고지방 식이군(HL/HC)에 비하여 밥 중심 식사군의 혈중 중성지방 및 혈중 콜레스테롤 함량은 유의적으로 감소하였다. HDL 함량은 정상 식이 군과 비교하여 밥 중심 식사군에서 유의적으로 감소하였으며, HDL/TC 비율에서는 유의차를 나타내지 않았다. 위의 결과로 보아 밥 중

심 식사를 급여함으로써 초기 고지방 식이에 의한 혈중 중성지방 및 콜레스테롤의 상승을 억제하며 lipid profile이 개선되는 것으로 사료되었다.

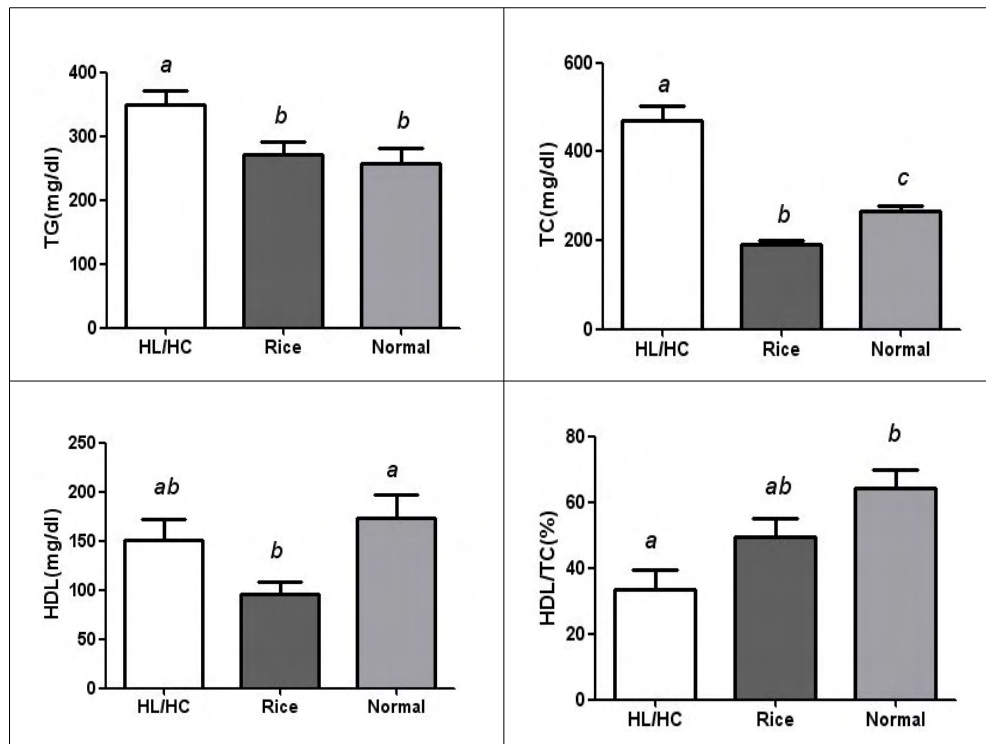


Fig. 1-40. Lipid levels in serum of the hamster fed experimental diet for 4 weeks.

라) 간 중 지질농도

실험 쥐의 간 중 지방축적 여부를 분석하기 위하여 지방성분 함량 변화를 측정하였다 (Fig. 1-41). 측정 결과, 고지방 식이의 대조군(HL/HC)에 비하여 밥 중심 식사 군(Rice)에서 총 총 지질 함량, 중성지방 및 혈중 콜레스테롤 함량이 유의적으로 감소하였다. 또한 Normal군과 비교하여 밥 중심 식사 군에서 총 지질함량 및 혈중 콜레스테롤 함량이 유의적으로 감소하였으며 중성지방은 유의적 차이를 나타내지 않았다.

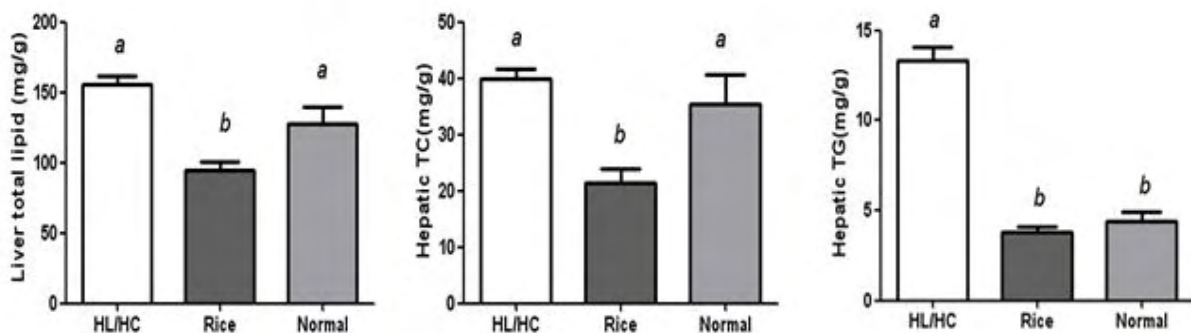


Fig. 1-41. Hepatic lipid levels in the hamster fed experimental diet for 4 weeks.

마) 콜레스테롤 합성 및 대사 관련 유전자 발현

5주간 고지방 식이로 고지혈증을 유발한 실험쥐에게 밥 중심 식사의 체내 콜레스테롤 수준 개선효과에 대해 작용기전을 확인하고자 콜레스테롤 합성 및 대사 관련 유전자 발현

을 확인하여 Fig 1-42에 나타내었다.

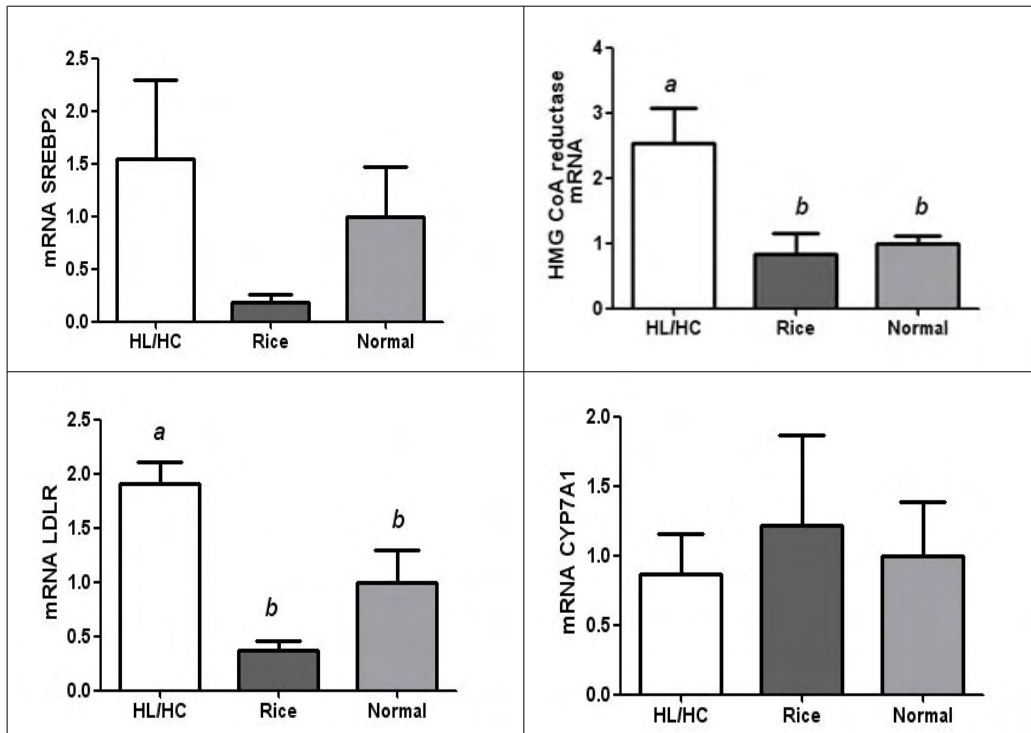


Fig 1-42. Cholesterol synthesis and metabolism related gene expression in the liver by qPCR. Values with different letters are significantly different. ($p < 0.05$)

간 중에서 콜레스테롤 합성에 관여하는 SREBP-2와 HMG-CoA reductase 발현은 고지방식이 대조군과 비교하여 밥 중심 식사 군에서 감소하였다. 혈중 LDL을 제거하는 역할을 하는 LDLR은 간중 LDLR의 발현이 고지방 식이군과 비교하여 밥 중심 식사군에서 유의적으로 감소하는 것으로 나타나 이러한 현상은 밥중심식사를 급여한 실험동물의 혈중 낮아진 콜레스테롤의 농도에 기인하는 것으로 사료되었다. 또한 cholesterol을 bile acid로 배설하는 CYP7A1 발현은 증가하는 경향이 나타났다.

6. 밥 중심 식사의 항 고혈압 효능

가. 실험재료 및 방법

1) 재료

본 실험에서는 2011년에 수확된 이천 쌀(추청미)를 동물 실험 시 시험사료로 사용하였다. 시험사료로 구입한 쌀은 5회 수세하여 30분간 수침한 후 수세전 쌀 무게의 1.5배의 물을 첨가하여 전기밥솥을 사용하여 밥을 제조하였다. 제조한 밥은 동결건조 후 분쇄하여 시험사료 제조 시까지 -20°C 에서 냉장보관 하였다.

2) 실험동물의 사육 및 식이조성

실험에 사용된 동물은 생후 5주령 된 수컷 본태성 고혈압쥐 (SHR, Spontaneously Hypertensive Rat) 로써, 일본 ChalsRiver사로 부터 구입하였으며, 고형배합사료로 1주일간 환

경에 적응시켰다. 사육실의 환경은 온도 23±2℃, 습도 55±3%, 명암주기 12시간으로 유지하였으며, 음용수와 고형사료는 자유로이 공급하였다. 이 후 각 실험군의 초기 혈압을 기준으로 평균 혈압이 같도록 난피법으로 10마리씩 2군으로 나누고, 각각 AIN-76 diet조성에 의거하여 조제한 정상식이 (Con)와 밥 첨가식이 (R)실험 식이를 6주간 급여하며 사육하였다.

Table 1-17. Composition of experimental diet.
(g/kg diet)

	CON	R
Casein	200	200
Corn oil	50	50
Corn starch	650	
Cellulose	50	50
Mineral	35	35
Vitamin	10	10
Methionine	3	3
Choline bitartate	2	2
Rice powder		650
Total	1000	1000

3) 혈압의 측정

실험동물의 혈압은 주 1회 측정하였으며 실험동물의 측정 시스템의 적응을 위하여 주 3회 적응훈련을 거친 후 본 실험을 실시하였다. 혈압은 실험동물을 혈압측정용 용기에 고정시킨 다음 37℃로 조정된 항온기에 넣어 10분간 안정화시킨 다음 BP-2000 Blood Pressure Analyser (Visitech System, USA)를 이용하여 꼬리정맥에서 수축기 혈압을 측정하였으며 5회 이상 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

4) 생화학적 지표 분석

가) 혈액과 장기의 채취

실험이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후, 안정맥으로부터 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 원심분리관에 담아 1시간 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리 (Centrifuge, VS-500, Vision Scientific Co. Korea)하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였다. 채혈이 끝난 후 개복하여 간 및 다른 장기를 적출하여 무게를 잰 후 -70℃에서 보관하였다.

나) 혈청 중 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 Lipoprotein의 분석

혈청의 중성 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도는 (주) 신양화학의 혈액분석용 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다. 총 콜레스테롤은 Cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyzyme-V 및 HDL-콜레스테롤은 HDL-C555를 이용하여 분석하였으며 LDL-콜레스테롤의 함량은, 측정된 콜레스테롤의 함량으로부터 계산하여 산출하였다.

다) 혈청 중 Renin-Angiotensin계 및 혈압상승관련 단백질 및 효소 측정

혈청 중 Renin-Angiotensin계 및 혈압상승관련 단백질 및 효소 인 Angiotensin 1, 2, ACE 1, ACE 2, Renin 및 Aldosteron (Kamiya biomedical comp. Seattle, USA), PAI-1 (American Diagnostica Inc, Stranford, CT, USA)의 함량은 ELISA kit를 사용하여 측정하였다.

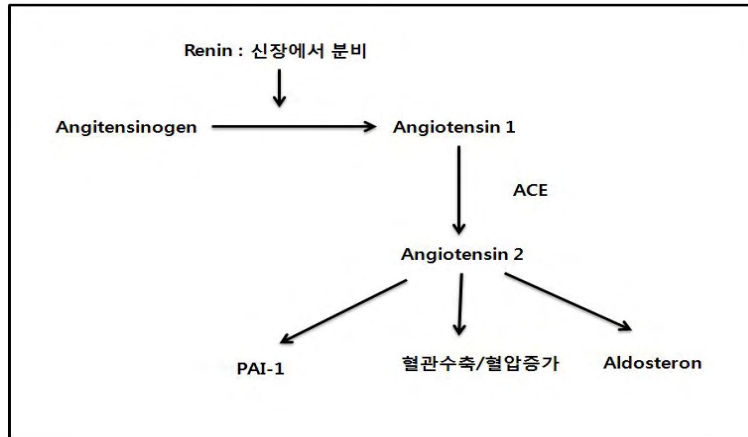


Fig. 1-43. Diagram for pathway of elevation in blood pressure.

라) Western blot

Aorta 조직의 일부를 RIPA buffer를 넣고 MP homogenizer에 균질화하여 13,000rpm에서 10분간 원심 분리한 후 상층액을 분리하였다. 분리한 상층액에서 얻어진 단백질은 10% SDS-PAGE gel을 사용하여 전기영동을 실시하였다. 이후 transfer된 membrane을 5% skim milk로 2시간 동안 blocking을 한 후 primary Ab(Phospho-eNOS(Ser1177), eNOS) (cell signaling)과 secondary Ab(rabbit 및 goat Ab)를 부착시킨 후, ECL용액을 이용하여 현상하였다.

마) eNOS Immunohistochemistry

동물 희생 시 적출한 대동맥을 10% formaldehyde용액에 24시간 고정한 다음 같은 용액으로 2회 교환하였다. 흐르는 물로 충분히 수세한 다음, 78% 80%, 90% 및 100% 에탄올을 이용하여 단계적으로 탈수시킨 다음 paraffin 투과과정을 거쳐 포매하였다. 포매된 조직은 박절편기로 약 4µm 두께로 박절하여 biotin-streptavidin-peroxidase system(LSAB+®, DakoCytomation, Carpinteria, CA)을 이용하여 면역염색하였다. sample을 0.05% H2O2가 포함된 buffer에 녹아있는 0.1% (w/v) 3-3'-diaminobenzidine (Sigma)에 15분간 처리하고. 슬라이드를 Harris hematoxylin (Sigma)로 대비염색 하여 광학현미경으로 관찰하였다.

5) 통계분석

실험결과는 Graph pad Prism 5의 통계 프로그램 및 SPSS를 이용하여 실험군당 평균± 표준오차로 나타내었다.

나. 실험결과

1) 체중 및 장기무게

밥의 급여가 실험동물의 체중, 식이섭취량에 미치는 영향을 Table 1-18에 나타내었다. 체중

변화는 실험식이 급여 전 후로 대조군이 152.42g, 밥 급여 군이 156.43g가 증가하여 군 간에 유의차가 나타나지 않았다. 또한 실험군들 간의 식이섭취량에서도 유의적 차이가 나타나지 않았다.

Table 1-18. Body weight gain and food intake of mice fed experimental diet for 6 weeks.

	CON	R
IBW (g)1)	119.44 ± 2.27	120.90 ± 1.19
FBW (g)2)	271.86 ± 4.39	277.33 ± 2.91
Food intake (g/day)	15.22 ± 0.35	16.38 ± 0.49

1) Initial body weight, 2) Final body weight

2) 혈중 지질 농도

밥 급여군(R)의 혈중 지방성분 함량 변화를 측정하였다 (Table 1-19). 대조군과 비교해 볼 때 밥 급여군에서의 혈중 중성지방의 수치가 약간 감소하는 경향을 보였다. 반면 총 콜레스테롤 함량 및 LDL-c 수치는 밥 급여 군에서 유의적으로 감소하였으며, 이에 따라 HDL/TC ratio 또한 밥급여군에서 유의적으로 증가하였다.

Table 1-19. Lipid levels in the serum of the experimental mice.

	CON	R
TG (mg/dL)	68.12 ± 6.34	64.09 ± 3.28
TC (mg/dL)	87.83 ± 4.51	61.90 ± 4.26***
HDL-c (mg/dL)	51.72 ± 0.88	50.47 ± 0.91
LDL-c (mg/dL)	73.97 ± 4.79	53.01 ± 3.86**
HDL/TC	0.60 ± 0.04	0.77 ± 0.03**

3) 혈압

실험 쥐의 꼬리 정맥에서 수축기 혈압을 측정한 결과, 대조군(CON)에 비해 밥 급여군(R)에서 상대적으로 낮은 수축기 혈압 값을 나타냈다.(Fig. 1-44A) 대조군의 경우 실험 종료 시 수축기 혈압이 200mmHg 가까이 상승하였는데 이는 SHR의 자연적인 혈압상승의 특성을 잘 보여준다. 실험 기간 동안 혈압을 측정하였을 때 전 실험일 동안 밥 급여군의 혈압이 대조군에 비교하여 유의적으로 감소하였다.

심장박동수의 경우 실험 2주까지는 대조군(CON)군과 밥 급여군(R) 모두 감소하였고, 이후 대조군의 심장박동수가 증가하면서 군 간에 유의차를 나타냈다. 실험이 진행될수록 밥 급여군이 대조군에 비해 유의적으로 낮은 심장박동수를 나타냈다.(Fig. 1-44B)

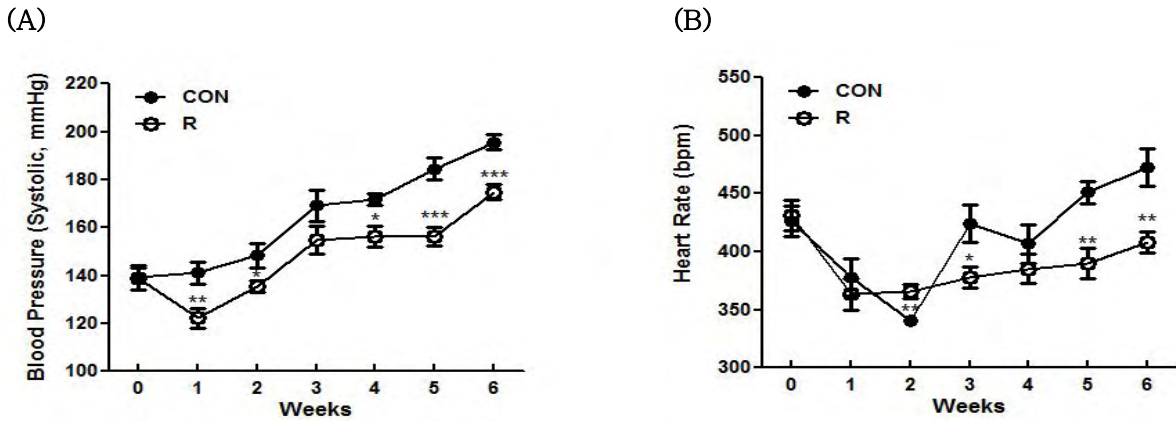


Fig. 1-44. Changes in systolic blood pressure(A) and Heart Rate(B) of spontaneously hypertensive rat(SHR). Values with different letters are significantly different. ($p < 0.05$). *; $p < 0.05$, ***: $p < 0.0001$ compared to CON.

4) 혈청 중 Renin-Angiotensin계 및 혈압상승관련 단백질 및 효소함량

ELISA kit를 이용하여 혈압관련 단백질 및 효소의 함량을 측정 한 결과, 대조군(CON)에 비교하여 밥 급여군 (R)에서 Angiotensin 2, Aldosteron, PAI-1 수치가 유의적으로 감소하였다. 또한 유의차가 나타나지 않았으나 밥 급여군에서 나타난 ACE 함량의 감소는 Angiotensin 1이 Angiotensin 2로 변화되는 것을 억제함으로써 혈압을 상승을 감소시키는 것으로 나타났으며, 이와 함께 혈압을 상승시키는 인자인 PAI-1 및 Aldosteron의 함량도 밥의 급여에 의하여 효과적으로 감소되어 밥의 급여는 혈압을 상승시키는 관련 단백질 및 효소를 감소시킴으로써 혈압강하 효과를 나타내는 것으로 사료되었다 .(Fig. 1-45)

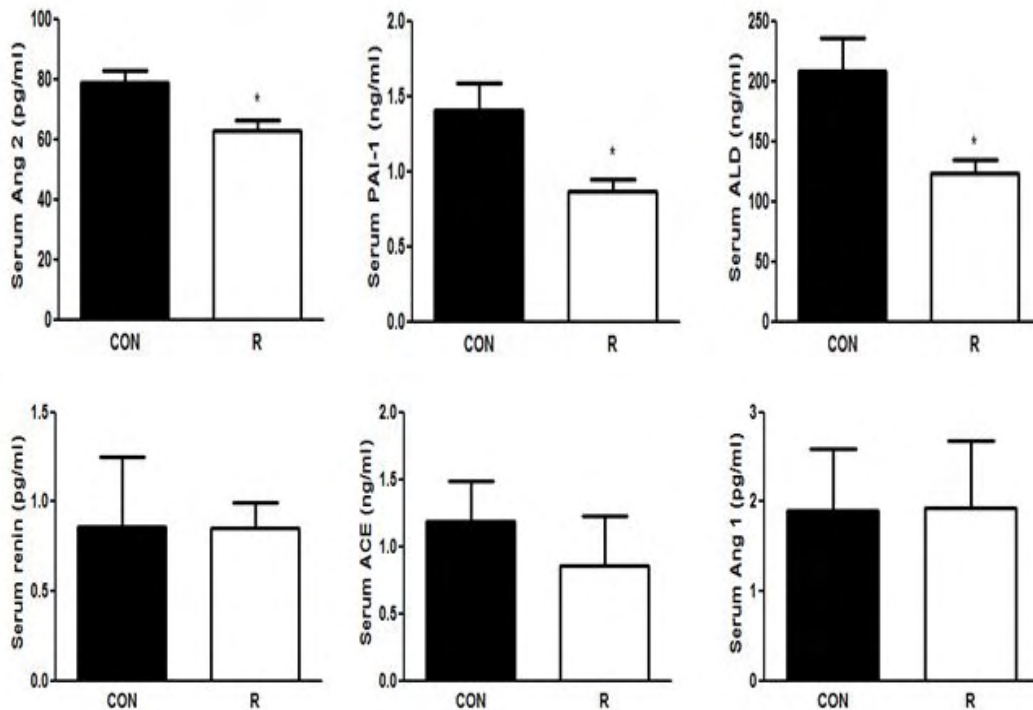
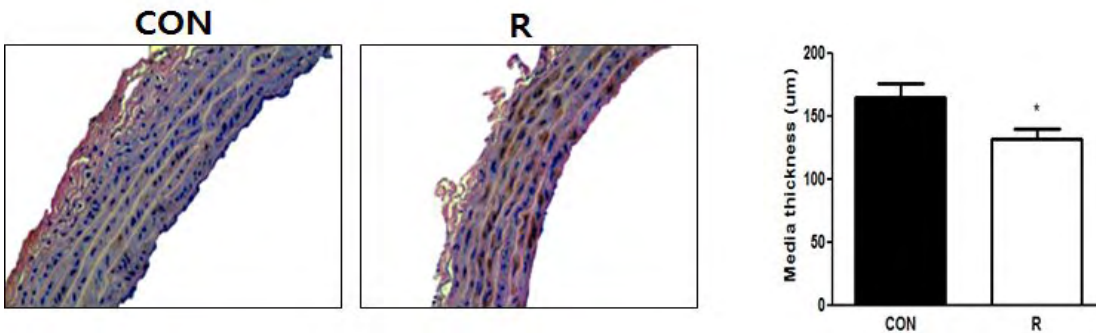


Fig. 1-45. Protein concentraion relating to blood pressure of SHR.

5) eNOS Immunohistochemistry 및 western blot analysis

Aorta의 eNOS 면역염색결과, 대조군(CON)에 비하여 밥급여군 (R)에서 염색된 eNOS가 증가함을 관찰할 수 있었으며 이에 따라 밥급여군 (R)에서는 aorta media thickness가 유의적으로 감소하였다 (Fig. 1-46A). 면역염색을 통해 나타난 밥 급여에 의한 혈관 eNOS의 발현을 western blot을 통해 확인해보았다. 대조군(CON)에 비교하여 밥 급여군의 aorta에서 eNOS 및 p-eNOS의 발현정도가 유의적으로 증가하였고, 혈중 nitric oxide의 양도 밥 급여군에서 유의적으로 증가함을 관찰 할 수 있었다. 즉, 밥의 섭취는 혈관 내 nitric oxide의 생산을 증가시키고 이에 따라 혈관을 이완시킴으로 혈압의 상승을 억제시키는 것으로 사료되었다 (Fig. 1-46B).

(A)



(B)

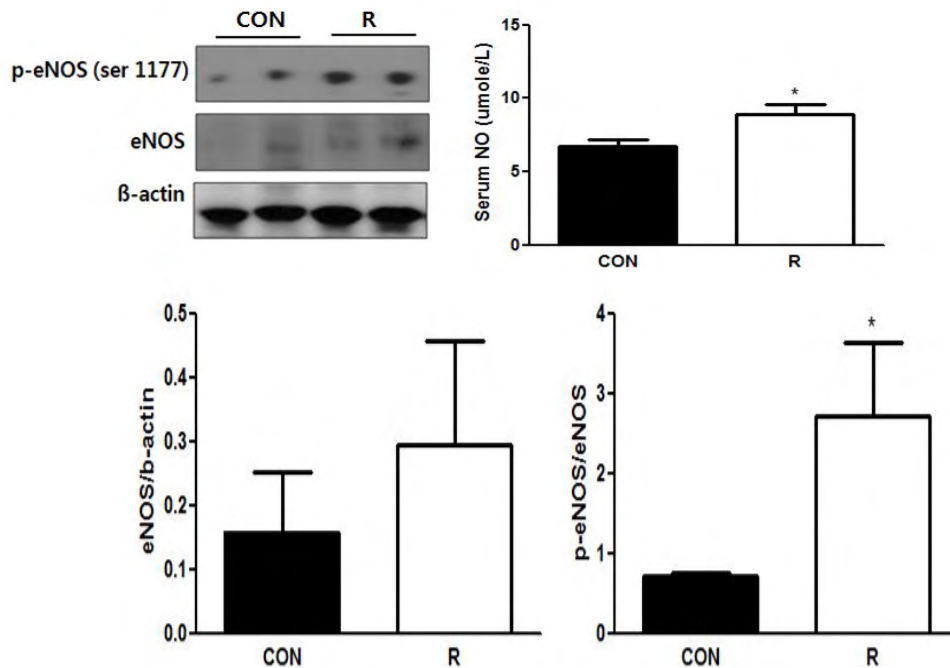


Fig. 1-46. Histological observation of aorta by immunohistochemical staining and media thickness of aorta in experimental SHR (A). p-eNOS and eNOS level in the aorta of SHR fed experimental die. (B). Values with different letters are significantly different. (* : $p < 0.05$)

제 2절 밥이 운동수행능에 미치는 영향

1. 밥 식이와 빵 식이가 지구성 운동 시 운동수행능력에 미치는 영향

가. 연구대상

본 연구는 D광역시 K대학교의 신체 건강한 남자 대학생 10명을 대상으로 하였다. 모든 피험자에게 실험에 관한 모든 내용을 충분히 설명하였으며 자발적으로 실험참여를 권하여 각 피험자의 동의서를 받아 실험을 실시하였다. 실험 실시 3주전 사전검사를 통하여 각 피험자의 운동습관 및 병력을 조사하였으며 사전검사 이후 실험 종료일까지 최근의 신체활동을 유지하도록 하였다. 피험자의 신체적 특성은 다음과 같다.

Table 2-1 피험자 신체적 특성

Variables	Subjects (n = 10)
age(yrs)	25.5±0.4
height(cm)	176.2±2.9
weight(kg)	72.7±2.2

Values are Mean ± SE.

나. 실험처치

본 연구는 2개의 처치로 사용된 식이는 밥 (Rice diet)과 식빵 (Bread diet)이며 <표 3>과 같다. 각 처치는 무작위로 실시하였으며 총 4끼를 섭취하도록 하였다. 첫째 날, 밥을 기준으로 하여 아침, 점심 및 저녁은 개인의 섭취량 및 공복감을 고려하여 체중 1 kg 당 5~6 g을 섭취시켰다. 둘째 날, 아침은 지구성 운동을 고려하여 체중 1 kg 당 3 g을 섭취시켰다. 모든 처치의 빵 식이는 밥 식이의 kcal 와 동일하게 섭취하였으며 섭취량은 사전 연구와 선행 연구를 통하여 설정하였다.

Table 2-2 실험 처치 (체중 70kg 기준)

Treatment	Intake (g)	
	Breakfast	Lunch/ Supper
Rice Diet + Exercise (RE)	210 g = 305 kcal	420 g = 610 kcal
Bread Diet + Exercise (BE)	122 g = 305 kcal	244 g = 610 kcal

rice: 1 g=1.45 kcal, bread: 1 g = 2.5 kcal

다. 실험절차

첫째 날, 피험자들은 실험 실시 1일 전 저녁식사 후 12시간 동안 금식을 하였으며, 실험 당일 8시에 도착하여 아침 식사를 제공하였다. 이후 13시, 18시에 점심과 저녁 식사를 제공하였다. 본 연구의 실험에 사용된 밥과 빵의 처치는 무작위로 배당하였으며 실험실에서 제공한 음식이외에는 섭취하지 않도록 하였다.

둘째 날, 실험 당일 7시 30분에 도착하여 안정을 취한 후 운동 3시간 전 밥과 빵을 섭취시켰다. 운동은 VO₂max 60%의 운동 강도로 트레드밀에서 1시간 운동을 실시하였으며 1시간 이후에는 VO₂max 75%의 운동 강도로 all-out까지 실시하였다. 혈액은 첫째 날, 음식 섭취 전, 섭취 후 1시간, 2시간, 둘째 날, 음식 섭취 전, 섭취 후 1시간, 2시간, 운동직전 0분, 운동 중 30분, 60분, all-out 직후, 15분, 30분에 피험자의 우측 상완정맥 (antecubital vein)에서 각각 10 ml씩 채취하였다. 채취한 혈액은 응고를 방지하기 위해 항응고 처리 후 (헤파린 50 μl) 즉시 원심분리 하여 (3000 g × 20분, 4 °C) 혈장만을 분리하였고 분석 전까지 -70 °C에서 보관하였다. 운동 처치 중에 실험실의 온도는 21±1 °C, 습도는 75%를 유지하였으며 각 처치 간 간격은 회복을 고려하여 7일 이상으로 하였다.

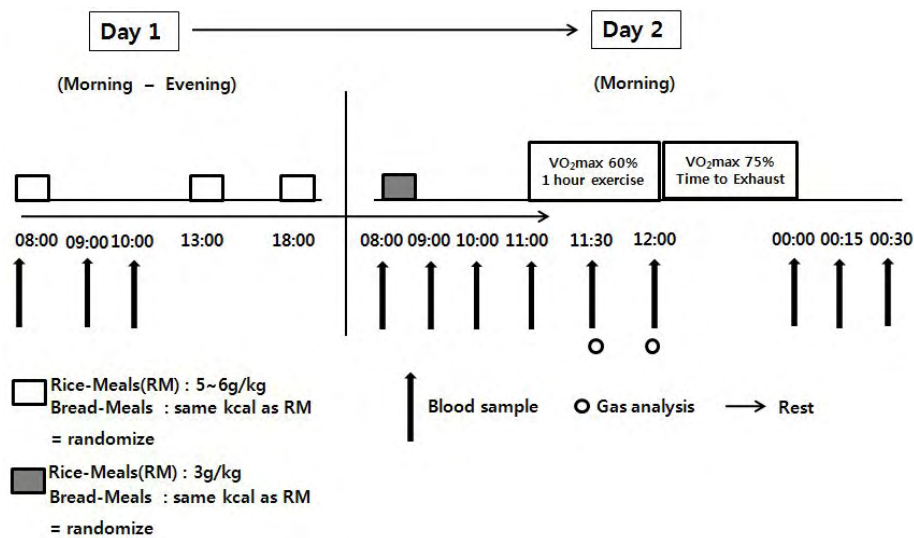


Fig. 2-1 실험 절차

라. 측정항목 및 분석방법

1) 혈당 (Glucose)

혈중 글루코스는 혈액을 원심 분리하여 얻은 혈장만을 이용하여 자동혈당분석기 (YSI 1500, Springfield, USA)로 측정하였다.

2) 인슐린 (Insulin)

Coat-A-Count Insulin Kit (Diagnostic Products Corporation, USA)를 이용하여 방사선면역측정법 (Radioimmunoassay)으로 분석하였고, γ-counter (1470 Wizard, Wallac, automatic count Finland)에서 1분 동안 측정하였다.

3) 유리지방산 (Free fat acid)

FFA는 Noma, Okabe, & Kita (1973)의 방법을 이용하여 측정하였다.

4) 젖산 (Lactate)

젖산은 전혈 500 μl을 1000 μl의 8% Perchloric acid (PCA)에 담아 잘 섞어 준 다음 20분

동안 3000 rpm으로 원심 분리하여 상층액을 분리하여 냉장보관 후 Hohorst, Arese, Bartels, Stratmann, & Talke (1965) 법에 의해 분석하였다.

5) 호흡가스 분석

호흡가스분석기 (MAX-2 Fitio co., U.S.A)를 이용하여 측정하여 운동시작 후 20~30분, 50~60분 사이의 호흡가스를 채취하여 분석하였다. 채취된 호흡가스 기록을 바탕으로 Brooks & White (1970)의 호흡상을 이용한 탄수화물과 지방의 산화율표를 이용하여 운동 시 탄수화물과 지방의 산화율을 산출하였다.

6) 운동수행 능력 (Time to exhaustion)

운동수행 능력의 평가를 위해 중강도 운동 (VO₂max 60%) 60분 후 VO₂max 75%의 운동 강도로 all-out까지의 시간을 Stop watch (HS-3V-1BRDT, CASIO co, Japan)로 측정하였다. all-out의 시점은 운동자각도 19 이상 또는 심박수 180 bpm로 설정하였다.

7) 자료처리

모든 측정 변인은 평균 (Mean)과 표준오차 (SE)로 나타내었으며 통계적 분석은 SPSS 18.0 통계프로그램을 이용하였다. 통계처리는 집단 간 처치 후 변화를 알아보기 위해 two-way ANOVA with repeated measures를 실시한 후 contrast와 paired t-test를 이용하여 시간 사이와 처치 간의 차이를 사후검증을 하였다. 통계적 유의수준은 .05 로 하였다.

마. 연구결과

1) 혈당 (Glucose)

혈당은 RE 처치와 비교하여 BE 처치에서 첫째 날, 섭취 후 60분, 120분에 유의하게 높게 나타났으며 ($p < .05$) 둘째 날, 섭취 후 60분에 유의하게 높게 나타났으며 all-out 직후에서 유의하게 낮게 나타났다 ($p < .05$).

개체 내 시기의 변화에서 RE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 둘째 날, all-out 직후에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 첫째 날, 섭취 후 120분, 둘째 날, 운동 직전, 운동 후 30분에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 all-out 직후에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 운동 후 30분에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

BE 처치는 첫째 날, 섭취 전 (0)과 비교하여 섭취 후 60분, 둘째 날, 섭취 후 60분에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 둘째 날, 운동 직전, 운동 후 30분, all-out 후 15분, 30분에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), all-out 후 30분에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$)

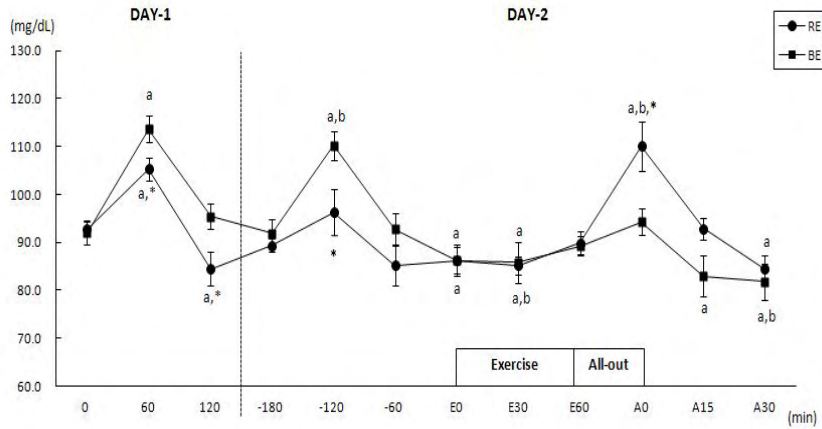


Fig. 2-2. 혈당의 변화

2) 인슐린(Insulin)

인슐린은 RE 처치와 비교하여 BE 처치에서 첫째 날, 섭취 후 60분, 둘째 날, 섭취 후 60분, 섭취 후 120분에 유의하게 높게 나타났다 ($p < .05$).

개체 내 시기의 변화에서 RE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 둘째 날, 섭취 후 60분에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 둘째 날, 섭취 전, 운동 후 60분, all-out 직후, 15분, 30분에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

BE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 120분, 둘째 날, 섭취 후 60분, 120분에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 둘째 날, 운동 후 60분, all-out 직후에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분에서 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 운동 후 60분, all-out 직후, 15분에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

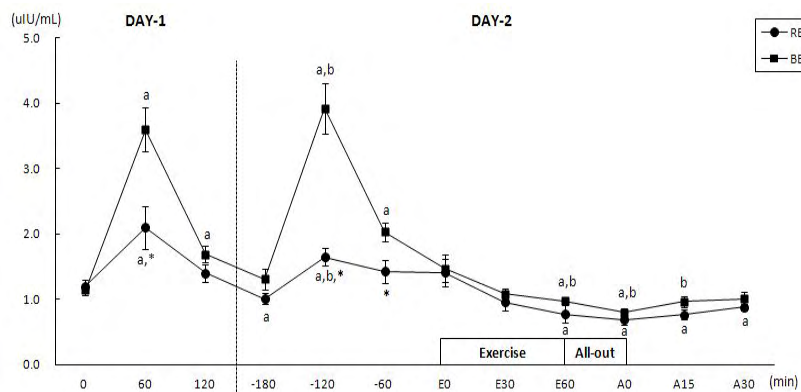


Fig. 2-3. 인슐린의 변화

3) 유리지방산(Free fatty acid)

유리지방산은 RE 처치와 비교하여 BE 처치에서 둘째 날, all-out 후 15분에 유의하게 높게 나타났다 ($p < .05$).

개체 내 시기의 변화에서 RE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 둘째 날, 운동 후 30분,

60분, all-out 직후, 15분, 30분에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 첫째 날, 섭취 후 60분, 둘째 날, 섭취 후 120분, 운동 직전에 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 120분, 운동 직전에서 유의하게 감소하였고 ($p < .05$), 운동 후 60분, all-out 후 15분, 30분에 유의하게 증가한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

BE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 둘째 날, 운동 후 60분, all-out 직후, 15분, 30분에 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 첫째 날, 섭취 후 60분, 120분, 둘째 날, 섭취 후 60분에 유의하게 감소하였다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 운동 직전에서 유의하게 감소하였고 ($p < .05$), all-out 후 15분, 30분에 유의하게 증가한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

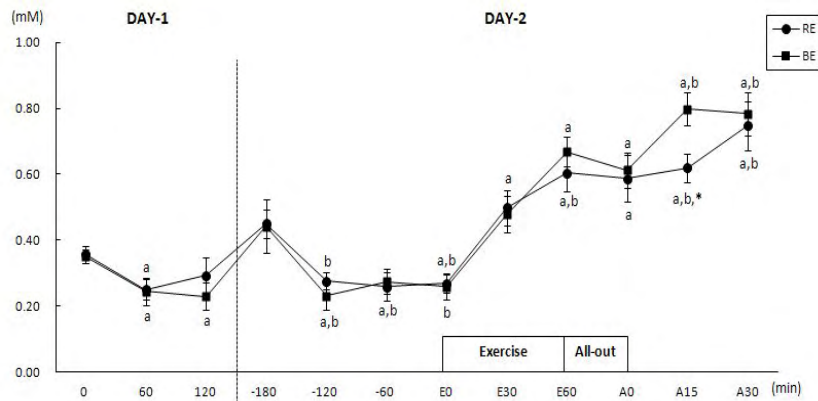


Fig. 2-4. 유리지방산의 변화

4) 젖산(Lactate)

젖산은 RE 처치와 비교하여 BE 처치에서 첫째 날, 섭취 후 60분에 유의하게 높게 나타났고 ($p < .05$), 둘째 날, all-out 직후, 15분에서 유의하게 낮게 나타났다 ($p < .05$).

개체 내 시기의 변화에서 RE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 둘째 날, 섭취 후 60분, 운동 후 30분, 60분, all-out 직후, 15분, 30분에 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, all-out 직후, 15분 후, 30분 후에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

BE 처치는 첫째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 둘째 날, 섭취 후 60분, 운동 후 30분, 60분, all-out 직후, 15분, 30분에 유의하게 증가하였다 ($p < .05$). 둘째 날, 섭취 전과 비교하여 섭취 후 60분, 운동 후 30분, 60분, all-out 직전, 15분에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다 ($p < .05$).

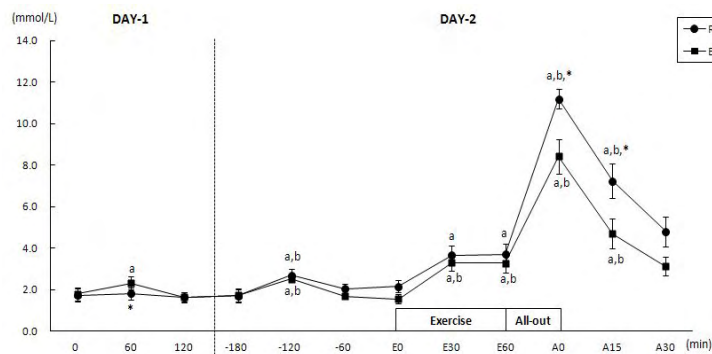


Fig. 2-5. 젖산의 변화

5) 호흡교환율 및 지방과 탄수화물의 산화율

운동 중 호흡교환율은 RE 처치, BE 처치 모두 처치 간 비교와 개체 내 시기의 변화에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 운동 중 지방과 탄수화물 산화율은 RE 처치, BE 처치 모두 처치 간 비교와 개체 내 시기의 변화에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

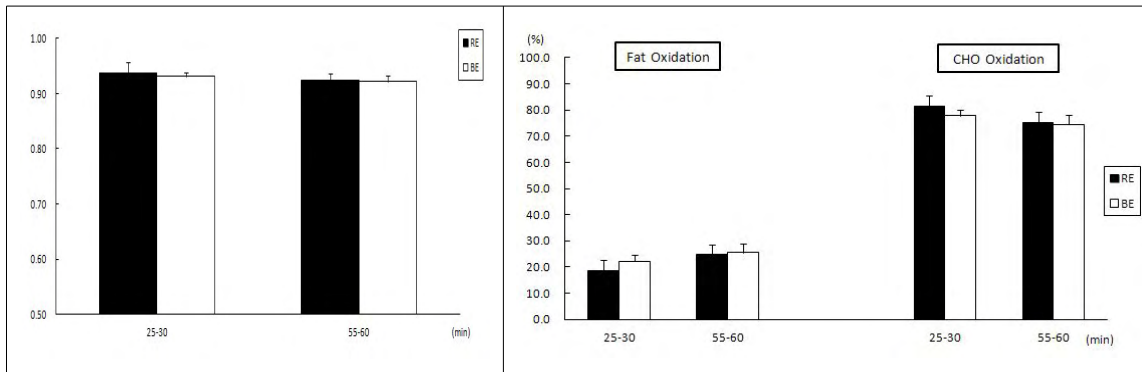


Fig. 2-6 운동 중 호흡교환율 및 지방과 탄수화물 산화율

7) 운동수행능력

운동수행능력의 비교를 보면, RE 처치 (456.8±58.3 sec)는 BE 처치 (244.3±11.9 sec) 보다 53% 유의하게 높게 나타났다 (p<.05).

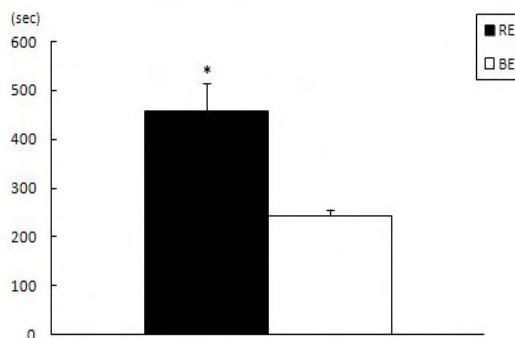


Fig. 2-7. 운동수행능력

2. 밥위주의 한식단과 고지방/고단백 위주의 서양식단의 섭취가 지구성 운동수행능력에 미치는 영향

가. 연구대상: 건강한 남자 대학생 26명을 대상으로 하였음.

(4일간 실험 중 6명의 실험참가자 중도포기로 20명이 참여하였음.)

- 한식단 그룹 (korean food group; KFG) 10명
- 서양식단 그룹 (western food group; WFG) 10명

나. 실험식단

1) 식단구성 및 조리

가) 식단구성: 영남대학교 식품영양학과 서정숙 교수님

나) 조리: 대구 동양 요리학원

	아침	점심	저녁	간식	Total
한식	쌀밥 볶어무국 두부조림 김구이 배추김치	기장밥 두부김치 닭찜 미역오이초무침 배추김치	현미밥 콩나물김치국 돈육고추장불고기 상추, 풋고추, 쌈장 총각김치	바나나 쥬스	3000kcal
양식	크라상 소세지 콜라	치즈햄버거 콜라	치즈피자 콜라	바나나 쥬스	3000kcal

2) 영양소 섭취 비율(%): 일일 섭취 kcal : 3,000 kcal 섭취 (두 식단 동일한 kcal로 구성)

가) 밥위주의 한식단

일일 총 섭취량 : 3000 kcal (CHO 70%, fat 15%, protein 15%)

나) 고지방/고단백 위주의 서양식단

일일 총 섭취량 : 3000 kcal (CHO 35%, fat 48.3%, protein 16.7%)

다. 실험 프로토콜 (Experimental Protocol)

1) 피험자 통제 및 관리

가) 모든 피험자는 4일간 경북대학교 대학교 기숙사에서 합숙을 실시

나) 음식은 실험실에서 제공하는 음식이외에는 통제

2) 운동프로토콜

가) 트레드밀 (treadmill) 오르막 달리기

나) 시속 8~10 km/h, 경사도 8~12%, 운동시간 60분 실시

다) 실험당일 (D0)/실험 2일째-섭취 1일 후 (D1): 동일한 강도로 운동을 실시

라) 실험 3일째-섭취 2일 후 (D2): 동일한 운동 강도로 30분 운동 후 운동 지속시간 검사 (time to exhausted)를 실시

3) 혈액채취

가) 실험전 저녁식사 후 12시간 동안 금식후 상완 정맥에서 10 ml를 채취

나) 안정시 혈액:

- 실험당일: 섭취전 (D0)

- 실험 2일째: 섭취 1일 후 (D1)

- 실험 3일째: 섭취2일후 (D2)

- 실험 4일째: 섭취 3일후 (D3)

다) 섭취 2일후: 운1동 후 30분 (E30), all-out 직후 (A0), 15분 (A15), 30분 (A30)

라) 섭취 3일 후: 혈당내성검사 실시 (0, 30, 60, 90 min)

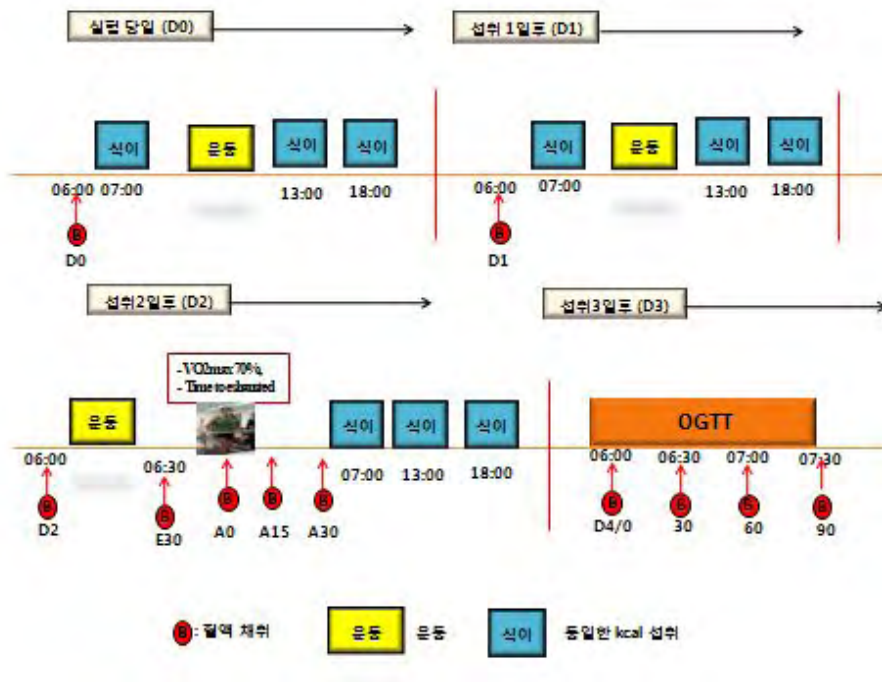


Fig. 2-8 실험 프로토콜

라. 측정 항목 및 방법

1) 운동지속시간 검사 (time to exhausted)

운동지속시간 검사는 중강도 운동 (VO2max 60%) 30분 후 VO2max 70%의 운동강도에서 all-out 될 때 까지 시간을 초시계로 측정하였으며, all-out 시점은 운동자각도 19이상, 심박수 180 bpm, 피험자가 더 이상 운동을 실시할 없을 때까지 실시하였다.

2) 젖산과 크레아틴 키나아제 (creatine kinase; CK)

혈중 젖산은 Hohordt (1965) 방법을 이용하여 분석하였으며, CK는 creatine kinase 진단시약 (ELITEC, France)을 이용하여 효소분석법으로 분석하였으며, 흡광도 340 nm에서 측정하였다.

3) 항산화 효소 (superoxide dismutase; SOD) 와 지질과산화물 (malondiadehyde; MDA)

항산화 효소는 ELISA Kit (BioVision, USA)를 이용하여 효소분석법으로 분석하였으며, ELISA 450 nm에서 발색반응을 측정하였다.

4) 혈당 (glucose)과 인슐린 (insulin)

혈당은 혈액을 원심 분리하여 얻은 혈장만을 이용하여 자동혈당측정기 (YSI 1500 ATAT plus, USA)로 분석하였고, 인슐린은 Coat-A-Count Kit(Diagnostic Products Corporation, USA)를 이용하여 방사선 면역 측정법 (radioimmunoassay)으로 분석하였다.

5) 경구당부하검사 (oral glucose tolerance test; OGTT)

검사 전 12시간의 금식 후 상완정맥을 통하여 10 ml를 채취한 다음 70 g glucose (당뇨병 진단시약)를 섭취시켰다. 섭취 후 1시간 반 (섭취 전, 섭취 후 30분, 60분, 90분)에 걸쳐 매시간마다 상완정맥에서 10 ml의 혈액을 채취하여 헤파린 처리한 후 원심분리하여 분석 전까지 혈장만을 -70 °C에서 냉동 보관하였다.

6) 그렐린(ghrelin)과 렙틴 (leptin)

렙틴과 그렐린은 Coat-A-Count Kit를 이용하여 방사선 면역 측정법 (radioimmunoassay)으로 분석하였으며, γ -counter에서 1분 동안 측정하였다.

7) 중성지방 (triglyceride; TG)과 유리지방산 (free fat acid; FFA)

중성지방의 농도는 아산제약 측정용 시약을 이용하여 효소분석법으로 분석하였으며, FFA는 Noma 등 (1973)의 방법을 이용하여 측정하였다.

마. 자료처리

모든 측정 변인은 평균 (Mean)과 표준오차 (SE)로 나타내었으며 통계적 분석은 SPSS 18.0 통계프로그램을 이용하였다. 통계처리는 집단 간 처치 후 변화를 알아보기 위해 two-way ANOVA with repeated measures를 실시한 후 contrast와 paired t-test를 이용하여 시간 사이와 처치 간의 차이를 사후검증을 하였다. 통계적 유의수준은 .05 로 하였다.

바. 연구 결과

1) 운동지속시간

운동지속시간은 KFG 집단이 WFG 집단에 비해 유의하게 높게 나타났다 ($p < .05$).

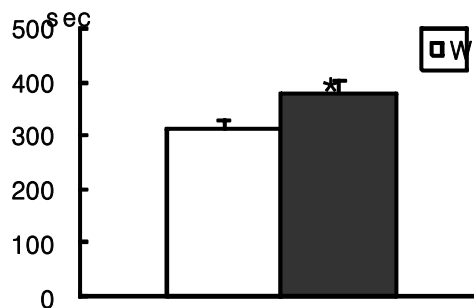


Fig. 2-9. 운동지속시간의 변화

2) 젖산

젖산은 두집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 섭취 3일 후 all out 직후, 15분, 30분에서 KFG 집단이 WFG에 비해 높게 나타났다 ($p < .05$)

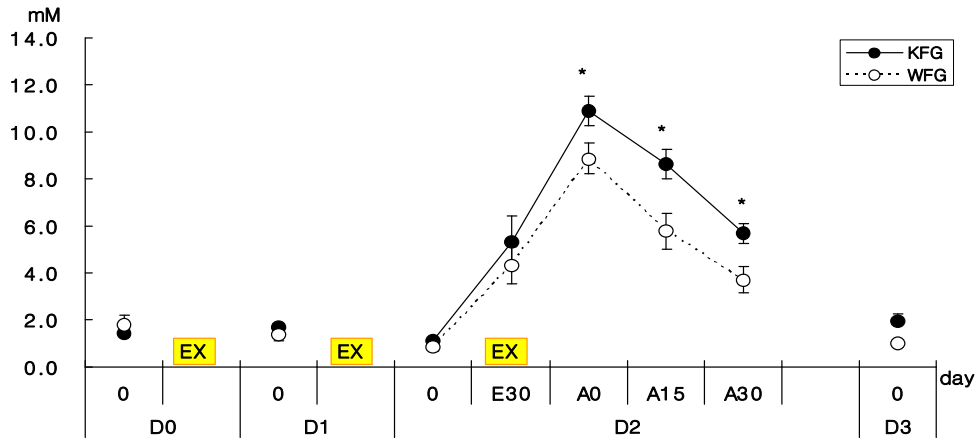


Fig. 2-10. 혈중 젖산농도의 변화

3) 항산화 효소(SOD)와 지질 과산화물(MDA)

SOD는 두집단 모두 섭취전과 비교하여 섭취후 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 섭취 3일후에서는 KFG 집단이 WFG 집단에 비해 유의하게 높게 나타났다 ($p < .05$). MDA는 두 집단 모두 섭취전과 비교하여 섭취후 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 섭취 3일후에서는 KFG 집단이 WFG 집단에 비해 유의하게 높게 나타났다 ($p < .05$).

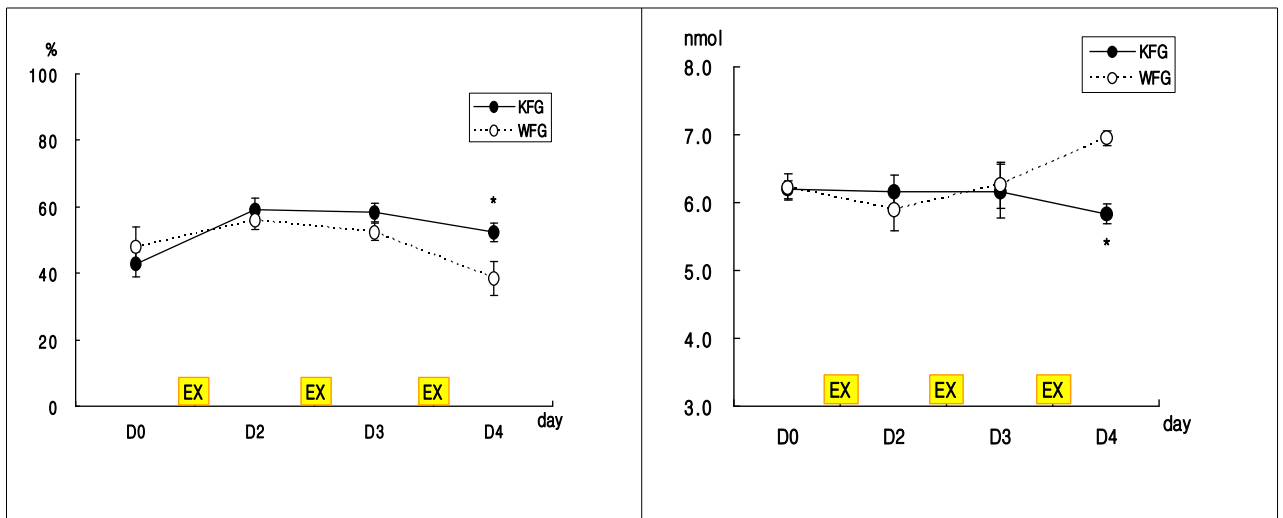


Fig. 2-11. 혈중 SOD 및 MDA의 변화

라. 크레아틴 키나아제

혈중 크레아틴 키나아제는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

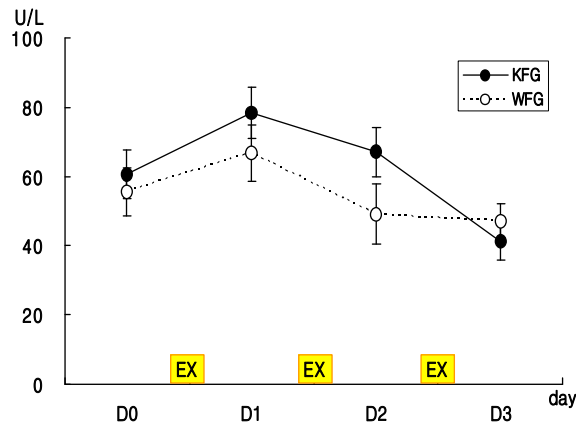


Fig. 2-12. 혈중 크레아틴 키나아제의 변화

마. 혈당과 인슐린

혈당은 두집단 모두 섭취전과 비교하여 섭취후 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 섭취 3일후에서는 KFG 집단이 WFG 집단에 비해 유의하게 낮게 나타났다 ($p < .05$). 혈중 인슐린은 두집단 모두 섭취전과 비교하여 섭취후 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 섭취 3일후에서는 KFG 집단이 WFG 집단에 비해 유의하게 낮게 나타났다 ($p < .05$).

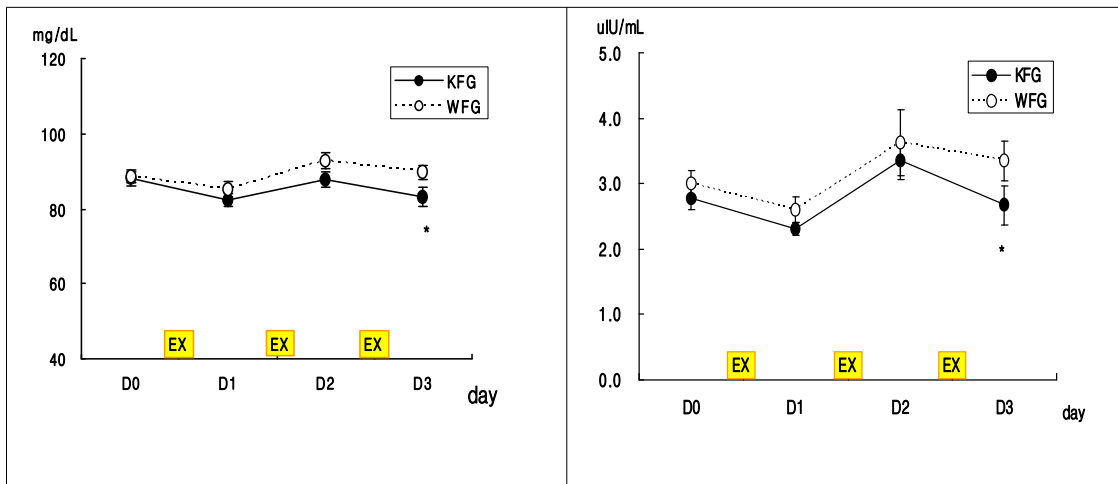


Fig. 2-13. 혈당 및 인슐린의 변화

바. 경구당부하검사시 혈당과 인슐린

경구당부하검사시 혈당은 두집단 모두 섭취전 (0)에 비해 섭취후 30분, 60분에서 유의하게 증가한 것을 나타냈으나 섭취 90분에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($p < .05$). 두 집단간에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 경구당부하시 혈중 인슐린은 두집단 모두 섭취전 (0)에 비해 섭취후 30분, 60분, 90분에서 유의하게 증가한 것을 나타냈다 ($p < .05$). 집단간에서는 섭취후 30분에서 KFG 집단이 WFG보다 높게 나타났으나 ($p < .05$) 섭취후 90분에서는 KFG 집단이 WFG에 비해 낮게 나타났다 ($p < .05$).

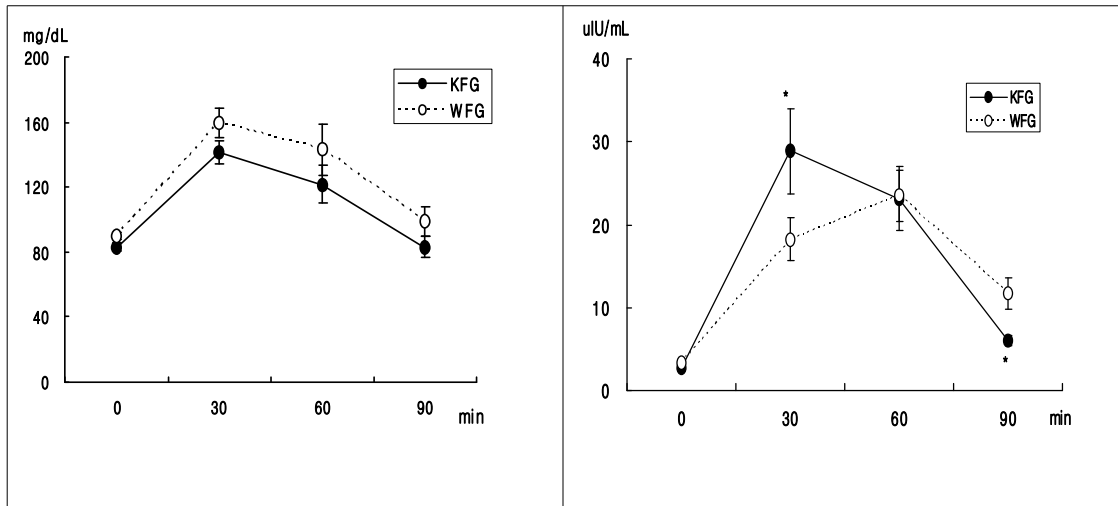


Fig. 2-14. 경구당부하검사시 혈당 및 인슐린의 변화

사. 렘틴과 그렐린

혈중 렘틴은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 혈중 그렐린에서도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

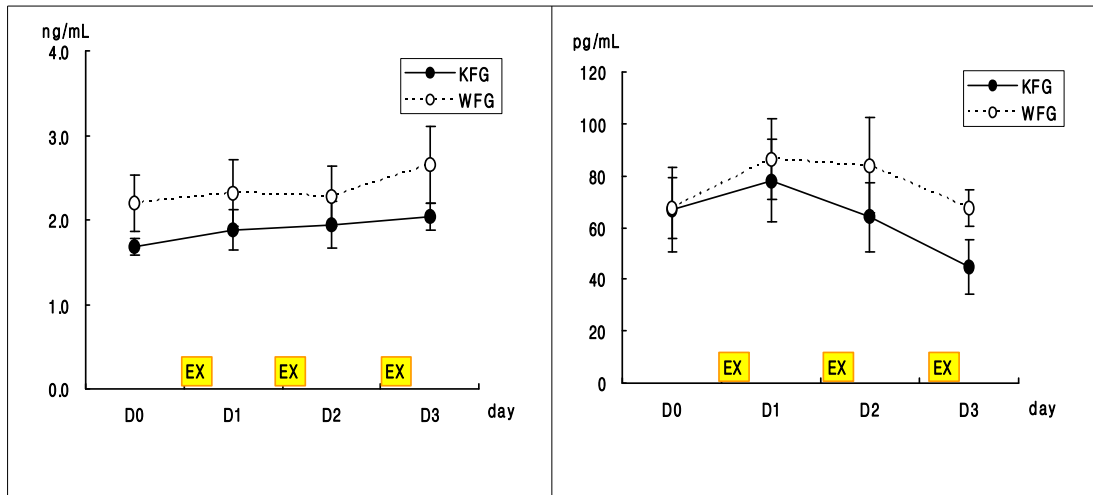


Fig. 2-15. 혈중 렘틴 및 그렐린의 변화

아. 중성지방 및 유리지방산

중성지방은 두집단 모두 섭취전 (D0)과 비교하여 섭취 1~3일 (D1~3) 후에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 집단간에서도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 혈중 유리지방산은 두집단 모두 섭취전과 비교하여 섭취 1일에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났으나 ($p < .05$), 섭취 2~3일 후에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 집단간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

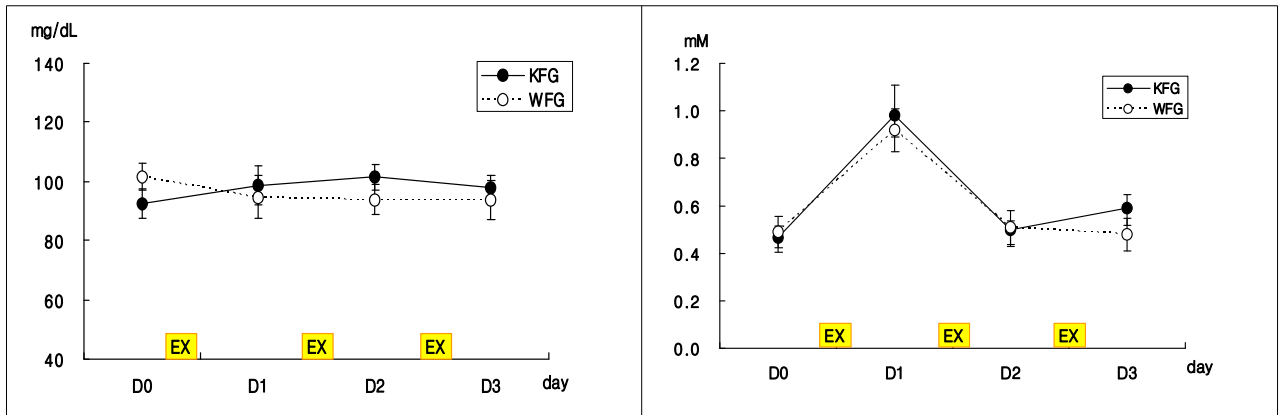


Fig. 2-16. 혈중 중성지방 및 유리지방산

3. 한식단과 서양식단이 운동 유발성 근부상 회복과 항피로에 미치는 영향

가. 연구 대상

- 1) 건강한 남자 대학생 12명을 대상으로 하였음
(4일간 실험 중 3명의 실험참가자 중도포기로 12명이 참여하였음)
- 2) 실험처치는 무작위로 실시하였으며 각 처치간의 간격을 7일로 하였음.
 - 한식단 처치 (korean food treatment; KFT)
 - 서양식단 처치 (western food treatment; WFT)

나. 실험식단

- 1) 식단구성 및 조리
 - 가) 식단구성: 영남대학교 식품영양학과 서정숙 교수님
 - 나) 조리: 대구 동양 요리학원

	아침	점심	저녁	간식	Total
한식	쌀밥 볶어무국 두부조김 김구이 배추김치	기장밥 두부김치 닭찜 미역오이초무침 배추김치	현미밥 콩나물김치국 돈육고추장불고기 상추, 풋고추, 쌈장 총각김치	바나나 쥬스	3000 kcal
양식	크라상 소세지 콜라	치즈햄버거 콜라	치즈피자 콜라	바나나 쥬스	3000 kcal

- 2) 영양소 섭취 비율(%): 일일 섭취 kcal : 3,000 kcal 섭취 (두 식단 동일한 kcal로 구성)

가) 밥위주의 한식단

일일 총 섭취량 : 3000 kcal (CHO 70%, fat 15%, protein 15%)

나) 고지방/고단백 위주의 서양식단

일일 총 섭취량 : 3000 kcal (CHO 35%, fat 48.3%, protein 16.7%)

다. 실험 프로토콜 (Experimental Protocol)

1) 피험자 통제 및 관리

가) 모든 피험자는 4일간 경북대학교 대학교 기숙사에서 합숙을 실시

나) 음식은 실험실에서 제공하는 음식이외에는 통제

다) 일상생활 통제 (실험종료까지 최근의 신체활동 수준을 유지 하도록 지도)

2) 운동 프로토콜

- 저항성 트레이닝(Wweight training)
- 8RM(80%) 3sets
- 세트 휴식시간 1분~1분 30초
- 실험 1일, 2일째: 동일한 시간에 운동 실시



3) 혈액채취

가) 실험전 저녁식사 후 10~12시간 동안 금식 후 상완 정맥에서 10 ml를 채취

나) 안정시 혈액:

- 실험당일: 섭취전 (D0)
- 실험 2일째: 섭취 1일 후 (D1)
- 실험 3일째: 섭취2일후 (D2)
- 실험 4일째: 섭취 3일후 (D3)
- 실험 5일째: 섭취 4일후 (D4)

다) 섭취 2일후 (D0 D1): all-out 직후 (A0), 15분 (A15), 30분 (A30)

라) 섭취 4일후 (D3): 혈당내성검사 실시 (0, 30, 60, 90 min)

라. 측정 항목 및 방법

1) 사이토카인 (IL-1 β , IL-6)

혈중 사이토카인은 효소면역측정법 (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, ELISA)으로 분석하였다.

2) 혈당 (Glucose) 과 유리지방산 (Free fat acid: FFA):

혈당은 혈장을 이용하여 자동혈당측정기(YSI 2300 ATAT plus, USA)로 분석하였으며, 혈중 유리지방산은 Noma (1973) 방법을 이용하여 분석하였다.

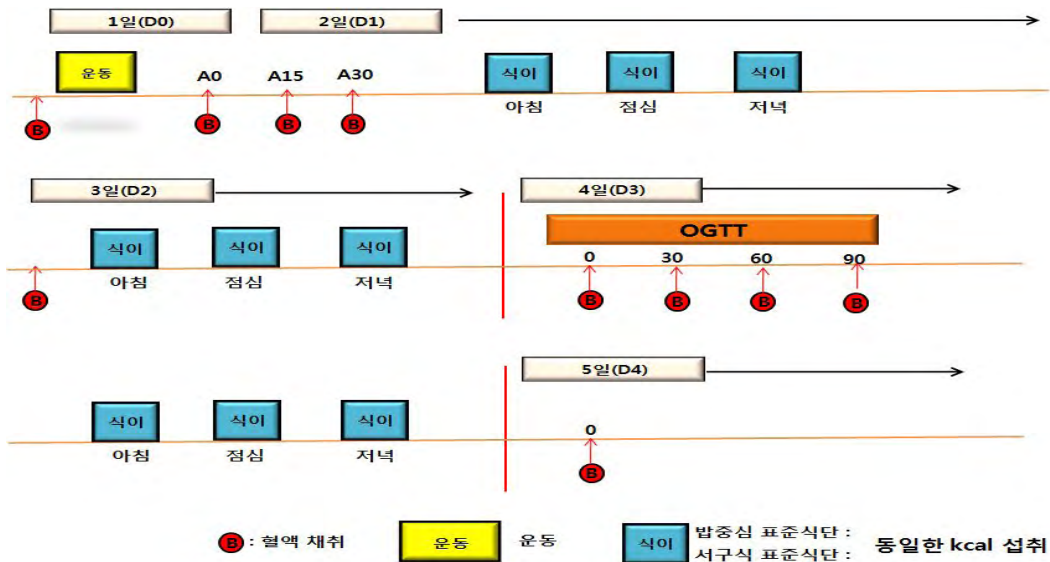


Fig. 2-17. 실험 프로토콜

3) 인슐린 (insulin), 코티졸 (cortisol):

혈중 인슐린과 코티졸은 Coat-A-Count Kit (Diagnostic Products Corporation, USA)를 이용하여 방사선 면역 측정법(radioimmunoassay)으로 분석하였다.

4) 젖산과 혈중 크레아틴 키나아제 (creatine kinase: CK) :

혈중 젖산은 Hohordt (1965) 방법을 이용하여 분석하였으며, CK는 creatine kinase 진단시약 (ELITTEC, France)을 이용하여 효소분석법으로 분석하였다.

5) 항산화 효소 (SOD)

항산화 효소는 ELISA Kit (BioVision, USA)를 이용하여 효소분석법으로 분석하였다.

6) 경구당부하검사 (OGTT; Oral Glucose Tolerance Test)

검사 전 12시간의 금식 후 상완정맥을 통하여 10 ml를 채취한 다음 70 g glucose (당뇨병 진단시약)를 섭취시켰다. 섭취 후 2시간 (섭취 전, 섭취 후 60분, 120분)에 걸쳐 매시간마다 상완정맥에서 10 ml의 혈액을 채취하여 헤파린 처리한 후 원심분리하여 분석 전까지 혈장만을 -70 °C에서 냉동 보관하였다.

마. 자료처리

모든 측정 변인은 평균 (Mean)과 표준오차 (SE)로 나타내었으며 통계적 분석은 SPSS 18.0 통계프로그램을 이용하였다. 통계처리는 집단 간 처치 후 변화를 알아보기 위해 two-way ANOVA with repeated measures를 실시한 후 contrast와 paired t-test를 이용하여 시간 사이와 처치 간의 차이를 사후검증을 하였다. 통계적 유의수준은 .05 로 하였다.

바. 연구 결과

1) 젖산

젖산 농도는 집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 섭취전과 비교하여 섭취 후에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

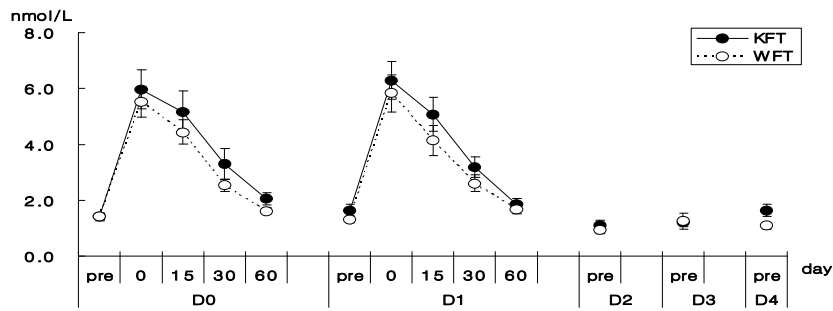


Fig. 2-18. 젖산 농도의 변화

2) 혈중 크레아틴 키나아제 및 항산화 효소 (SOD)

혈중 크레아틴 키나아제 두집단 모두 섭취 전과 비교하여 섭취 후 1,2일에서 유의하게 증가하였으며 섭취 2일에서는 서양식단 처치에 비해 한식단 처치가 유의하게 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). 혈중 SOD 활성도는 집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 섭취 전과 비교하여 섭취 후에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다

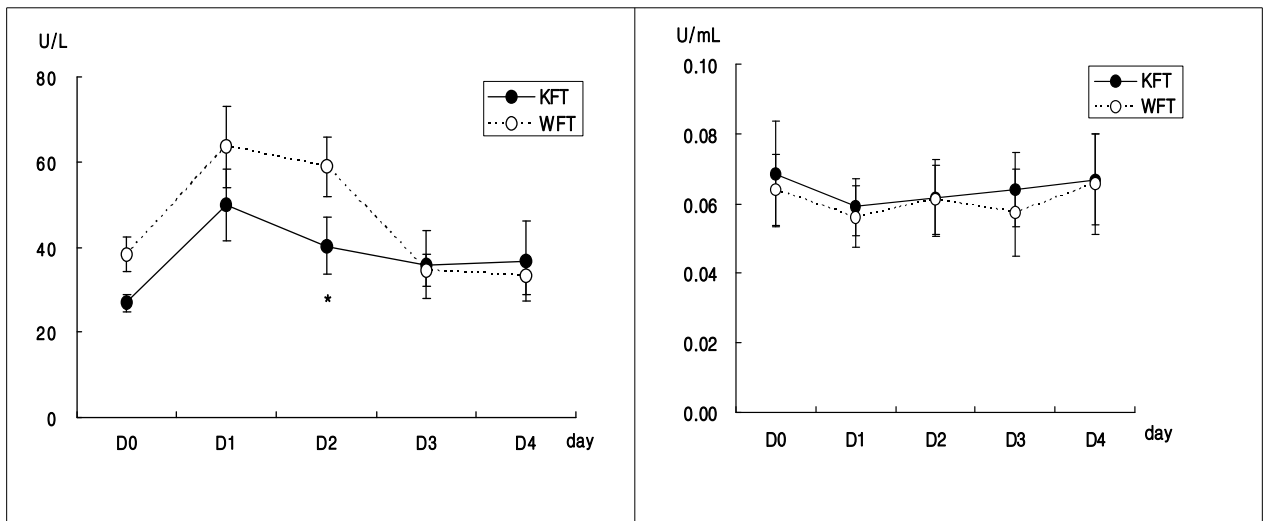


Fig. 2-19. 혈중 크레아틴 키나제 및 SOD 활성도의 변화

4) 공복시 혈당과 인슐린

공복시 혈당과 인슐린은 집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 섭취전과 비교하여 섭취 후에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

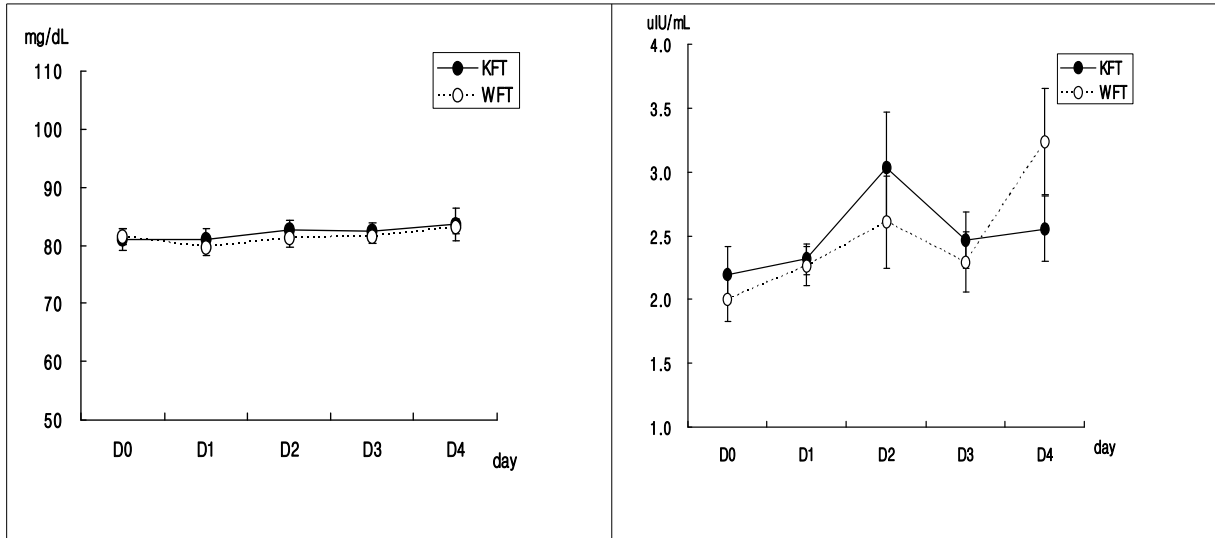


Fig. 2-20. 혈당 및 인슐린의 변화

5) 경구당부하검사시 혈당과 인슐린

경구당부하검사시 혈당과 인슐린은 두집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며 섭취 전과 비교하여 섭취 후에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

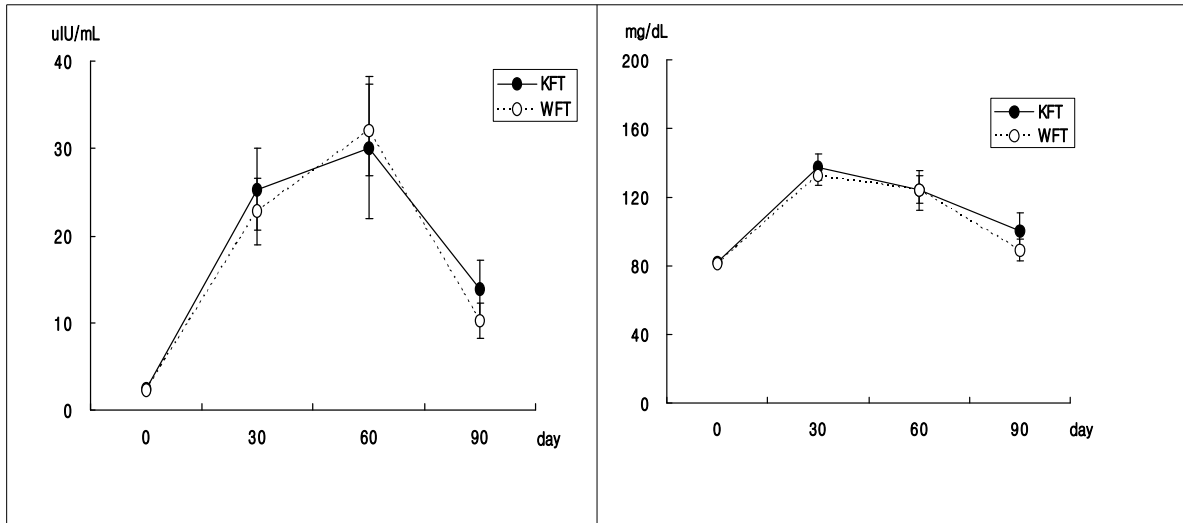


Fig. 2-21. 경구당부하시 혈중 인슐린 및 혈당 농도 변화

6) 코티졸

혈중 코티졸의 농도는 서양식단 처치에 비해 한식단 처치가 유의하게 나타났으나 ($p < 0.05$) 섭취 전과 비교하여 섭취 후에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

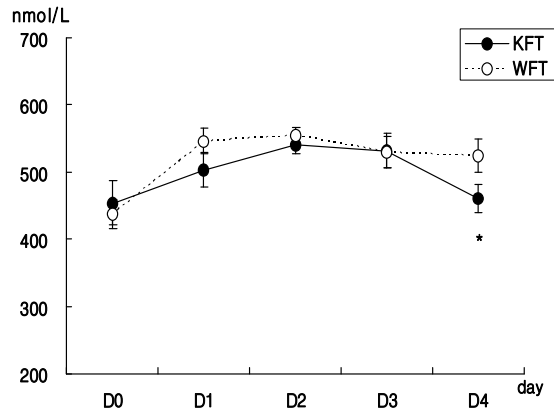


Fig. 2-22. 혈중 코티졸 농도의 변화

7) Interleukin-1beta (IL-1 β), Interleukin-6 (IL-6)

IL-1 β 의 농도는 두집단 모두 섭취 전과 비교하여 섭취 후 2일, 3일, 4일에서 유의하게 증가하였으며 서양식단 처치에 비해 한식단 처치가 유의하게 낮게 나타났다 ($p < 0.05$). IL-1 β 의 농도는 두집단 모두 섭취 전과 비교하여 섭취 후 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나 서양식단 처치에 비해 한식단 처치가 유의하게 낮게 나타났다 ($p < 0.05$).

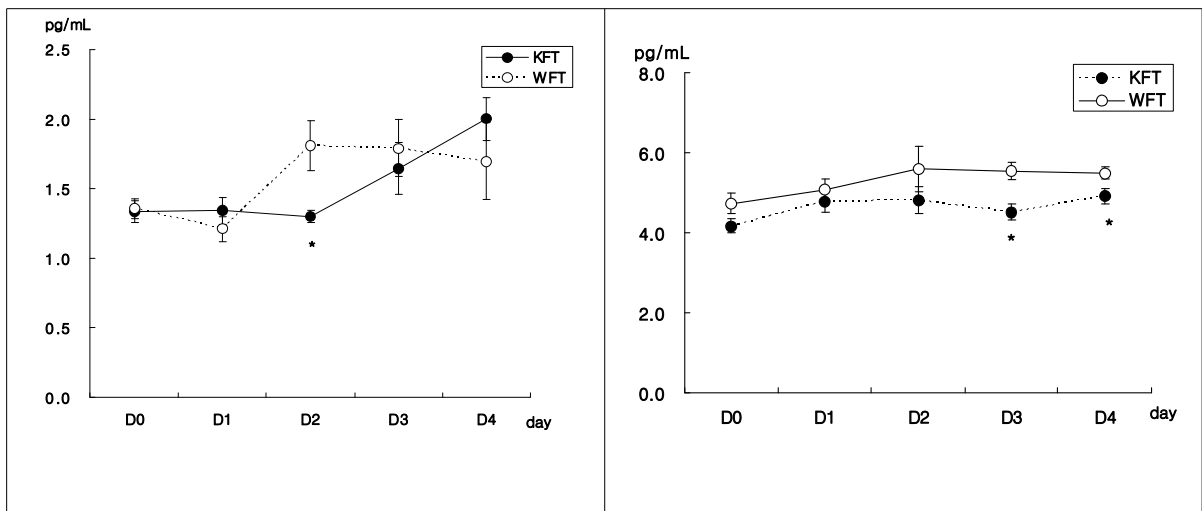


Fig. 2-23. 혈중 IL-1 β 와 IL-6 농도의 변화

제 3 절 일반 성인 및 재택환자를 위한 밥중심 권장 식사패턴 개발

1. 일반 성인의 밥중심 표준 식사패턴 개발

가. 실험재료 및 방법

1) 자료 분석 대상자 선정

자료 분석의 대상은 연구 수행 당시 원시자료가 공개된 국민건강영양조사 자료 중 가장 최근의 자료인 제4기 2007-2008년도 자료를 분석하였음. 조사대상자는 건강설문조사, 검진조사 및 영양조사가 실시된 20세 이상 64세 까지의 남녀 성인으로 하였으며, 해당 대상자 중에서 에너지 섭취량이 500kcal 미만이거나 5,000kcal 이상인 자, 만성질환 보유자, 혈압강하제나 고지혈증치료제 등 약물 복용자는 제외함.

2) 밥 중심 식생활 실태 및 건강영양성 분석

대상자의 24시간 회상법과 식품섭취빈도법 조사 자료를 이용하여 밥과 빵 중심 식사 섭취실태를 조사하여 영양소 섭취상태를 파악함. 밥으로 섭취한 에너지가 총 섭취한 에너지 중 차지하는 비율을 남·여 각각에서 4분위로 나누어(Q1, Q2, Q3, Q4: 각각 25% 인원) 대상자를 분류함. 대사증후군의 판정에는 NCEP-ATPⅢ기준을 기본으로 하였고, 허리둘레 기준은 대한비만학회에서 제시한 복부비만 평가기준인 남자 $\geq 90\text{cm}$, 여자 $\geq 85\text{cm}$ 으로 대신하였고, 공복혈당 기준은 2003년 미국당뇨병협회에서 제시한 100mg/dl을 사용함. 식품섭취빈도조사법에서는 쌀과 빵의 섭취빈도로 나누어 ‘거의 안 먹음’ 0점, ‘한 달에 한 번’ 0.25점, ‘한 달에 2-3회’ 0.62점 ‘일주일에 1회’ 1점, ‘일주일에 2-3회’ 2.5점, ‘일주일에 4-6회’ 5점, ‘하루에 1회’ 7점, ‘하루에 2회’ 14점, ‘하루에 3회’ 21점으로 점수를 부여함. 29가지 음식에 대한 섭취빈도 조사는 24시간 회상법 자료를 이용하여 조사대상자의 섭취빈도를 평균으로 계산하여 분석함. 우리나라 20-64세 성인 남녀의 영양섭취 상태를 파악하고 식사섭취 분류별 영양섭취 양상을 성별과 연령별로 비교하고 영양지수와 영양소적정섭취비와 같은 영양평가 지표를 이용하여 분석함.

3) 밥과 빵 중심 식사패턴 분석

국민건강영양조사 자료의 24시간 회상법 자료를 이용하여 대상자가 선호하는 음식 조리법과 건강 성인의 다소비식품 현황을 조사함. 또한 24시간 회상법에 의한 식사섭취 조사 자료를 분석하여 밥을 중심으로 섭취한 대상자와 하루에 한끼 이상 빵을 주식(간식 제외)으로 섭취한 대상자를 분류하여 식사패턴을 조사하고 영양소 섭취량을 분석함.

4) 밥 중심 권장 식사패턴 개발

일반 성인의 밥 중심 권장 식사패턴은 한국인을 위한 식사구성안 형태, 성인 남자의 대표 영양섭취기준을 적용하였고 국민건강영양조사 자료에서 조사된 주된 식사패턴과 건강 성인의 다소비식품을 활용하여 구성함.

5) 통계분석

모든 자료는 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, version 9.2)을 이용하여 통계분석함.

대상자의 일반사항은 빈도와 백분율로 나타내었고 범주형 분석은 chi-square test로 분석하였으며, 두 집단의 차이 분석에서는 t-test를 실시함. 영양소 섭취량과 영양섭취평가, 조리법·식품류는 4그룹 간의 평균 비교를 위해서 분산분석을 실시한 후 Duncan의 다중비교방법을 적용. 밥 중심 식생활과 대사증후군의 관련성을 분석하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 사용함.

나. 실험 결과

1) 국민건강영양조사(제4기 2007-2008년도) 자료 심층분석

가) 밥 중심 식생활과 영양소 섭취상태

① 밥에너지 섭취비율에 따른 대상자의 일반적 특성

밥으로 섭취한 에너지가 총 섭취한 에너지 중 차지하는 비율을 남녀 각각에서 4분위로 나누어(Q1, Q2, Q3, Q4; 각각 25% 인원) 대상자를 분류. 밥에너지 섭취비율이 높은 대상자는 연령이 증가할수록 많았고 결혼상태는 기혼인 경우가, 교육수준은 낮을수록, 경제수준이 낮을수록 증가되는 경향이 있음.

② 밥에너지 섭취비율에 따른 영양소 섭취상태

밥에너지 섭취비율이 증가할수록 에너지 섭취량은 감소하였으며 이러한 현상은 남녀 모두에서 같은 경향임. 이는 밥에너지 섭취비율이 높은 그룹이 연령이 높은 층인 것과도 관련이 되는 것으로 여겨짐. 에너지 섭취량의 차이에 따른 영향으로 대부분의 영양소 섭취량은 밥에너지 섭취비율이 증가할수록 감소되는 경향임.

Table 3-1. Mean daily nutrients intake of the total subjects by quartile of percent energy intake from cooked rice in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Q1	Q2	Q3	Q4	p-value
	(n=1427)	(n=1426)	(n=1427)	(n=1427)	
Energy(kcal)	2194.1 ± 874.7	1999.0 ± 729.5	1807.3 ± 618.3	1630.8 ± 588.0	<.0001
Water(g)	1248.5 ± 693.5	1001.6 ± 523.6	844.7 ± 427.4	627.7 ± 342.1	<.0001
Protein(g)	81.6 ± 41.0	73.9 ± 33.0	65.6 ± 28.7	53.7 ± 22.9	<.0001
Fat(g)	54.4 ± 35.1	42.9 ± 24.3	33.2 ± 17.9	20.6 ± 12.2	<.0001
Carbohydrate(g)	307.2 ± 129.2	320.6 ± 118.5	308.4 ± 105.9	307.9 ± 110.7	0.0048
Fiber(g)	7.8 ± 5.6	8.0 ± 4.9	7.5 ± 4.5	6.7 ± 4.1	<.0001
Ash(g)	23.2 ± 11.8	21.7 ± 9.9	19.6 ± 9.2	16.6 ± 8.4	<.0001
Calcium(mg)	553.3 ± 447.8	540.3 ± 345.6	497.0 ± 290.6	412.5 ± 255.2	<.0001
Phosphorus(mg)	1241.5 ± 584.6	1217.6 ± 502.5	1137.5 ± 435.5	1019.1 ± 397.5	<.0001
Iron(mg)	15.8 ± 11.9	15.5 ± 10.2	14.5 ± 9.6	12.1 ± 8.3	<.0001
Sodium(mg)	5603.4 ± 3213.6	5330.7 ± 3446.4	4857.6 ± 2686.6	4274.0 ± 2569.2	<.0001
Potassium(mg)	3378.8 ± 1693.4	3285.0 ± 1482.6	2972.4 ± 1281.3	2545.6 ± 1137.0	<.0001
Vitamin A(μgRE)	953.8 ± 1004.0	902.6 ± 822.5	860.4 ± 1033.0	664.4 ± 632.5	<.0001
Carotene(μg)	4654.8 ± 5198.4	4668.6 ± 4574.7	4640.9 ± 6063.7	3662.4 ± 3699.7	<.0001
Retinol(μg)	153.3 ± 386.8	108.8 ± 216.9	83.0 ± 177.1	45.9 ± 83.7	<.0001
Thiamin(mg)	1.5 ± 0.9	1.4 ± 0.7	1.2 ± 0.6	1.0 ± 0.5	<.0001
Riboflavin(mg)	1.4 ± 0.7	1.3 ± 0.6	1.1 ± 0.5	0.8 ± 0.4	<.0001
Niacin(mg)	18.8 ± 10.5	16.8 ± 8.0	15.1 ± 6.8	12.6 ± 5.5	<.0001
Vitamin C(mg)	123.5 ± 122.6	119.7 ± 110.3	104.1 ± 78.4	85.2 ± 65.6	<.0001

나) 밥에너지 섭취비율에 따른 대상자의 영양소 섭취 평가

① 영양소 섭취량

조사대상자의 밥에너지 섭취비율에 따른 영양소 섭취 상태에서 에너지 섭취량은 밥에너지 섭취비율이 가장 높은 군(Q4)이 1630.8kcal, 높은 군(Q3) 1807.3kcal, 낮은 군(Q2) 1999.0kcal 였으며, 밥에너지 섭취비율이 가장 낮은 군(Q1)이 2194.1kcal로 나타나 밥에너지 섭취비율이 증가할수록 에너지 섭취량이 유의적으로 낮은 것으로 나타났고(p<0.0001), 수분 섭취량도 밥에너지 섭취비율이 낮을수록 많음(p<0.0001). 단백질과 지방의 섭취량은 밥에너지 섭취비율이 낮은 군(Q1, Q2)이 높은 군(Q4)과 비교하여 유의적으로 많이 섭취하는 것으로 나타났고(p<0.0001), 탄수화물의 섭취량도 밥에너지 섭취량이 낮을수록 높은 군과 비교하여 유의적으로 높은 것으로 나타남(p<0.0001). 비타민과 무기질 섭취량은 식이섬유, 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 칼륨, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민 C는 밥에너지 섭취비율이 낮은 군이 높은 군과 비교하여 섭취량이 높은 경향을 나타남(p<0.0001).

Table 3-2. Mean daily nutrients intake of the total subjects by quartile of percent energy intake from cooked rice in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Q1 (n=1427)	Q2 (n=1426)	Q3 (n=1427)	Q4 (n=1427)	p-value
Energy(kcal)	2194.1 ± 874.7	1999.0 ± 729.5	1807.3 ± 618.3	1630.8 ± 588.0	<.0001
Water(g)	1248.5 ± 693.5	1001.6 ± 523.6	844.7 ± 427.4	627.7 ± 342.1	<.0001
Protein(g)	81.6 ± 41.0	73.9 ± 33.0	65.6 ± 28.7	53.7 ± 22.9	<.0001
Fat(g)	54.4 ± 35.1	42.9 ± 24.3	33.2 ± 17.9	20.6 ± 12.2	<.0001
Carbohydrate(g)	307.2 ± 129.2	320.6 ± 118.5	308.4 ± 105.9	307.9 ± 110.7	0.0048
Fiber(g)	7.8 ± 5.6	8.0 ± 4.9	7.5 ± 4.5	6.7 ± 4.1	<.0001
Ash(g)	23.2 ± 11.8	21.7 ± 9.9	19.6 ± 9.2	16.6 ± 8.4	<.0001
Calcium(mg)	553.3 ± 447.8	540.3 ± 345.6	497.0 ± 290.6	412.5 ± 255.2	<.0001
Phosphorus(mg)	1241.5 ± 584.6	1217.6 ± 502.5	1137.5 ± 435.5	1019.1 ± 397.5	<.0001
Iron(mg)	15.8 ± 11.9	15.5 ± 10.2	14.5 ± 9.6	12.1 ± 8.3	<.0001
Sodium(mg)	5603.4 ± 3213.6	5330.7 ± 3446.4	4857.6 ± 2686.6	4274.0 ± 2569.2	<.0001
Potassium(mg)	3378.8 ± 1693.4	3285.0 ± 1482.6	2972.4 ± 1281.3	2545.6 ± 1137.0	<.0001
Vitamin A(μgRE)	953.8 ± 1004.0	902.6 ± 822.5	860.4 ± 1033.0	664.4 ± 632.5	<.0001
Carotene(μg)	4654.8 ± 5198.4	4668.6 ± 4574.7	4640.9 ± 6063.7	3662.4 ± 3699.7	<.0001
Retinol(μg)	153.3 ± 386.8	108.8 ± 216.9	83.0 ± 177.1	45.9 ± 83.7	<.0001
Thiamin(mg)	1.5 ± 0.9	1.4 ± 0.7	1.2 ± 0.6	1.0 ± 0.5	<.0001
Riboflavin(mg)	1.4 ± 0.7	1.3 ± 0.6	1.1 ± 0.5	0.8 ± 0.4	<.0001
Niacin(mg)	18.8 ± 10.5	16.8 ± 8.0	15.1 ± 6.8	12.6 ± 5.5	<.0001
Vitamin C(mg)	123.5 ± 122.6	119.7 ± 110.3	104.1 ± 78.4	85.2 ± 65.6	<.0001

② 영양지수 및 영양소 적정섭취비

밥에너지 섭취비율에 따른 영양소 섭취상태는 에너지 섭취량에 의한 영향이 크게 나타나므로 1000kcal 당 영양소 섭취량을 평가하는 영양지수(INQ)를 산출하여 영양소 섭취상태를 평가함. 전체 대상자의 주요 영양소에 대한 영양지수에서는 밥에너지 섭취비율이 증가할수록 단백질, 티아민, 리보플라빈 섭취량은 감소하였으나 식이섬유, 철 섭취량은 높게 나타남. 칼슘, 칼륨, 비타민 A의 영양지수는 밥에너지 섭취비율이 가장 높은 Q4 그룹에서는 감소되었으나 Q2, Q3 그룹에서는 Q1 그룹보다는 높은 것으로 나타나 밥에너지 섭취비율이 지나치게 높은 식사보다는

적정수준을 유지하는 밥 중심식사의 중요성이 제기됨. 일반적으로 밥 중심 식사에서 섭취량이 높은 것으로 조사되는 나트륨의 영양지수는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 에너지로 보정되는 경우에는 밥 중심 식사에서 영향이 없는 것으로 생각됨.

각 영양소의 권장섭취량 당 영양소 섭취수준을 나타내는 영양소 적정비(NAR)는 밥에너지 비율이 높은 군에서 에너지, 단백질, 식이섬유, 칼슘, 철, 비타민 C 등 대부분의 영양소가 낮게 나타났으나 밥에너지 섭취가 가장 높은 Q4군에서 매우 낮았고 Q2, Q3군에서는 유사하거나 약간 섭취가 저하되는 경향을 나타냄. 모든 영양소에 대한 평균적정비에서도 Q4 그룹에서만 크게 저하됨. 이는 밥에너지 섭취가 가장 높은 그룹을 제외하고는 나머지 3그룹이 영양소 적정비에서 거의 유사한 것으로 볼 수 있음.

Table 3-3. Mean daily INQ of the total subjects by quartile of percent energy intake from cooked rice in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Q1	Q2	Q3	Q4	p-value ¹⁾
	(n=1427)	(n=1418)	(n=1418)	(n=1427)	
INQ ²⁾					
Energy(kcal)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.
Water(g)	0.56 ± 0.24	0.49 ± 0.20	0.46 ± 0.19	0.37 ± 0.16	<.0001
Protein(g)	1.61 ± 0.51	1.58 ± 0.41	1.55 ± 0.40	1.40 ± 0.34	<.0001
Fiber(g)	0.36 ± 0.25	0.39 ± 0.24	0.40 ± 0.21	0.39 ± 0.22	<.0001
Calcium(mg)	0.80 ± 0.47	0.83 ± 0.44	0.84 ± 0.45	0.77 ± 0.43	<.0001
Phosphorus(mg)	1.74 ± 0.50	1.84 ± 0.45	1.89 ± 0.47	1.85 ± 0.43	<.0001
Iron(mg)	1.38 ± 0.93	1.48 ± 0.88	1.56 ± 1.04	1.51 ± 1.04	<.0001
Sodium(mg)	3.77 ± 1.92	3.87 ± 1.98	3.86 ± 1.92	3.79 ± 2.14	0.4552
Potassium(mg)	0.96 ± 0.36	1.00 ± 0.33	0.99 ± 0.32	0.93 ± 0.32	<.0001
Vitamin A(μgRE)	1.36 ± 1.24	1.42 ± 1.20	1.46 ± 1.53	1.28 ± 1.26	0.0016
Thiamin(mg)	1.31 ± 0.57	1.26 ± 0.46	1.21 ± 0.39	1.08 ± 0.34	<.0001
Riboflavin(mg)	1.06 ± 0.42	1.03 ± 0.38	0.98 ± 0.36	0.82 ± 0.33	<.0001
Niacin(mg)	1.23 ± 0.46	1.20 ± 0.38	1.18 ± 0.36	1.08 ± 0.29	<.0001
Vitamin C(mg)	1.24 ± 1.13	1.30 ± 1.16	1.22 ± 0.85	1.09 ± 0.76	<.0001

Table 3-4. Mean daily NAR and MAR of the total subjects by quartile of percent energy intake from cooked rice in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Q1	Q2	Q3	Q4	p-value ¹⁾
	(n=1427)	(n=1426)	(n=1427)	(n=1427)	
NAR ²⁾					
Energy(kcal)	0.87 ± 0.18	0.85 ± 0.18	0.81 ± 0.18	0.75 ± 0.19	<.0001
Water(g)	0.54 ± 0.25	0.45 ± 0.22	0.39 ± 0.18	0.29 ± 0.15	<.0001
Protein(g)	0.96 ± 0.12	0.95 ± 0.12	0.94 ± 0.13	0.88 ± 0.17	<.0001
Fiber(g)	0.35 ± 0.21	0.36 ± 0.20	0.34 ± 0.18	0.30 ± 0.17	<.0001
Calcium(mg)	0.68 ± 0.26	0.68 ± 0.26	0.65 ± 0.26	0.55 ± 0.26	<.0001
Phosphorus(mg)	0.97 ± 0.10	0.97 ± 0.09	0.97 ± 0.09	0.96 ± 0.11	<.0001
Iron(mg)	0.86 ± 0.21	0.86 ± 0.21	0.85 ± 0.22	0.81 ± 0.24	<.0001
Sodium(mg)	0.99 ± 0.05	0.99 ± 0.05	0.99 ± 0.06	0.98 ± 0.08	0.0001
Potassium(mg)	0.80 ± 0.22	0.80 ± 0.22	0.76 ± 0.22	0.68 ± 0.23	<.0001
Vitamin A(μgRE)	0.79 ± 0.27	0.80 ± 0.26	0.77 ± 0.28	0.69 ± 0.31	<.0001
Thiamin(mg)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.
Riboflavin(mg)	0.84 ± 0.22	0.81 ± 0.22	0.75 ± 0.23	0.61 ± 0.24	<.0001
Niacin(mg)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.
Vitamin C(mg)	0.77 ± 0.28	0.77 ± 0.27	0.75 ± 0.28	0.67 ± 0.29	<.0001
MAR ³⁾	0.72 ± 0.16	0.71 ± 0.16	0.67 ± 0.16	0.59 ± 0.16	<.0001

다) 밥 중심 식생활과 건강 관련성

① 밥에너지 섭취비율에 따른 대사증후군 위험도 관련성

밥에너지 섭취비율이 대사증후군 위험도에 미치는 영향은 나이, 에너지, 성별, 비만도, 알코올 섭취, 흡연, 수입, 활동량을 보정한 model 3에서 여자의 경우에 대사증후군 위험도를 감소시키는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었음. 대사증후군은 만성질환 발생의 주요 위험요인이므로 대사증후군 위험도를 감소시키는 것은 매우 큰 의미가 있음. 대사증후군의 구성요소로 볼 수 있는 허리둘레, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 혈압의 비정상수준과의 관련성에서는 model 3에서 밥에너지 섭취비율이 높은 군에서 공복혈당 위험도를 저하시키는 경향이었고 남자의 경우에 혈압 위험도를 저하시키는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않음.

Table 3-5. Odds ratio and 95% CI for metabolic syndrome and metabolic risk factors by quartile of percent energy intake from cooked rice in KNHANES (2007~2008)

Variables	quartile of percent energy intake from cooked rice	Odds ratio(95% CI)		
		Model 1 ¹⁾	Model 2 ²⁾	Model 3 ³⁾
Metabolic syndrome	Q1	1	1	1
	Q2	1.082(0.821~1.427)	0.999(0.718~1.389)	1.017(0.727~1.423)
	Q3	1.148(0.874~1.509)	0.993(0.720~1.369)	1.009(0.727~1.399)
	Q4	1.542(1.189~2.001)	0.999(0.718~1.389)	1.089(0.773~1.534)
Waist circumference	Q1	1	1	1
	Q2	1.087(0.859~1.376)	1.240(0.881~1.745)	1.323(0.925~1.890)
	Q3	0.979(0.771~1.243)	1.085(0.742~1.588)	1.109(0.747~1.646)
	Q4	1.352(1.074~1.702)	1.147(0.785~1.677)	1.151(0.783~1.691)
Triglyceride	Q1	1	1	1
	Q2	0.991(0.794~1.237)	0.954(0.748~1.218)	0.950(0.746~1.211)
	Q3	1.119(0.884~1.417)	1.045(0.794~1.377)	1.108(0.841~1.460)
	Q4	1.450(1.159~1.815)	1.275(0.964~1.685)	1.303(0.976~1.740)
HDL-cholesterol	Q1	1	1	1
	Q2	0.990(0.807~1.214)	1.017(0.825~1.254)	0.928(0.753~1.144)
	Q3	1.212(0.995~1.477)	1.184(0.957~1.466)	1.062(0.850~1.325)
	Q4	1.329(1.0831~1.632)	1.218(0.979~1.516)	1.098(0.874~1.378)
Fasting blood glucose	Q1	1	1	1
	Q2	1.044(0.822~1.326)	0.940(0.721~1.226)	0.984(0.755~1.283)
	Q3	1.105(0.859~1.421)	0.943(0.719~1.237)	0.956(0.732~1.248)
	Q4	1.081(0.845~1.383)	0.780(0.579~1.051)	0.816(0.607~1.097)
Hypertension	Q1	1	1	1
	Q2	0.972(0.759~1.244)	0.881(0.670~1.158)	0.918(0.695~1.213)
	Q3	1.106(0.854~1.433)	0.962(0.737~1.257)	1.015(0.770~1.337)
	Q4	1.287(1.020~1.624)	0.953(0.729~1.245)	1.026(0.776~1.356)

¹⁾ Model 1: Crude.

²⁾ Model 2: Adjusted for age, energy, sex, BMI.

³⁾ Model 3: Adjusted for age, energy, sex, BMI, alcohol, smoke, income, activity.

Table 3-6. Odds ratio and 95% CI for metabolic syndrome and metabolic risk factors by consumption of cooked rice mixed with multi-grains in KNHANES (2007~2008)

Variables	consumption of cooked rice mixed with multi-grains	Odds ratio(95% CI)		
		Model 1 ¹⁾	Model 2 ²⁾	Model 3 ³⁾
Metabolic syndrome	0	1	1	1
	≥ 1/day	1.095(0.908~1.321)	0.877(0.697~1.105)	0.921(0.725~1.170)
Waist circumference	0	1	1	1
	≥ 1/day	0.990(0.752~1.303)	0.704(0.477~1.039)	0.685(0.463~1.015)
Triglyceride	0	1	1	1
	≥ 1/day	1.294(1.015~1.650)	1.314(1.010~1.709)	1.288(0.983~1.688)
HDL-cholesterol	0	1	1	1
	≥ 1/day	1.077(0.879~1.320)	1.037(0.837~1.285)	1.061(0.838~1.343)
Fasting blood glucose	0	1	1	1
	≥ 1/day	1.021(0.759~1.374)	0.928(0.683~1.260)	1.008(0.740~1.373)
Hypertension	0	1	1	1
	≥ 1/day	1.042(0.782~1.389)	0.947(0.686~1.307)	1.029(0.722~1.468)

¹⁾ Model 1: Crude.

²⁾ Model 2: Adjusted for age, energy, sex, BMI.

³⁾ Model 3: Adjusted for age, energy, sex, BMI, alcohol, smoke, income, activity.

② 쌀 섭취빈도에 따른 건강 관련성

식품섭취빈도조사법으로 조사한 자료에서 쌀 섭취빈도를 2수준으로 구분하여 대사증후군 위험도와 관련성을 조사한 결과, 하루 3회 쌀을 섭취한 사람들의 경우에 대사증후군 위험도가 낮아지는 경향이었으며, 특히 남자의 경우에는 유의적으로 감소됨. 이는 하루 3끼 밥을 먹는 남자의 경우에 대사증후군 위험도를 저하시킬 수 있는 것을 나타냄. 대사증후군의 구성요소인 허리둘레, HDL-콜레스테롤, 공복혈당의 경우에 하루 3회 쌀을 섭취하는 대상자에서 위험도를 낮추는 경향이었으나 유의적이지는 않았음.

Table 3-7. Adjusted odds ratio and 95% CI for risk of metabolic syndrome by rice intake frequency in KNHANES(2007-2008)

Model	Variables	Total	Male	Female
		Odds ratio(95% CI)	Odds ratio(95% CI)	Odds ratio(95% CI)
Model 3	≤2times/day	1	1	1
	3times/day	0.837(0.671- 1.044)	0.697(0.506-0.959)	1.009(0.747-1.363)

Model 3: Adjusted for age, energy, sex, BMI, alcohol, smoke, income, activity.

Table 3-8. Adjusted odds ratio and 95% CI for abnormality of waist circumference, triglyceride, HDL-cholesterol, fasting serum glucose and hypertension by rice intake frequency in KNHANES(2007-2008)

Model	Variables	Total	Male	Female
		Odds ratio(95% CI)	Odds ratio(95% CI)	Odds ratio(95% CI)
Waist circumference	≤2times/day	1	1	1
	3times/day	0.852(0.665-1.092)	0.759(0.496-1.161)	0.878(0.658-1.170)
Triglyceride	≤2times/day	1	1	1
	3times/day	1.171(0.978-1.404)	1.184(0.930-1.508)	1.104(0.847-1.440)
HDL-cholesterol	≤2times/day	1	1	1
	3times/day	0.960(0.826-1.115)	0.904(0.706-1.157)	0.992(0.828-1.189)
Fasting blood glucose	≤2times/day	1	1	1
	3times/day	0.842(0.694-1.020)	0.808(0.618-1.057)	0.855(0.653-1.119)
Hypertension	≤2times/day	1	1	1
	3times/day	0.995(0.802-1.235)	1.015(0.778-1.326)	1.056(0.759-1.469)

Model 3: Adjusted for age, energy, sex, BMI, alcohol, smoke, income, activity.

라) 주식 유형(밥과 빵)에 따른 영양소 섭취 및 건강 관련성

① 주식 유형별 조사대상자의 일반적 특성

주식 유형을 밥과 빵으로 구분하여 밥 중심 식사 섭취자와 하루 한끼라도 빵을 주식으로 섭취한 빵 섭취자의 일일 영양소 섭취량을 조사함. 남자에 비해 여자의 경우에 빵류 섭취가 많았으며, 연령이 높을수록 밥을 섭취하고 연령이 낮을수록 빵을 섭취하는 경향임. 결혼상태는 기혼의 경우가 밥을, 미혼의 경우에는 빵을 섭취하는 비율이 높아 연령의 영향인 것으로 여겨짐. 또한 수입이 많을수록 빵을 섭취하는 비율이 높았다. 지역적으로는 서울과 경기지역에 거주하는 대상자들이 다른 지역에 비해 빵을 섭취하는 비율이 높은 것으로 나타남.

② 주식 유형(밥과 빵)에 따른 영양소 섭취상태

하루 전체 식사를 밥 중심으로 한 경우와 하루 한끼 이상 빵을 주식으로 섭취한 대상자를 분류하여 주식 유형별 일일 영양소 섭취상태를 조사한 결과, 연령대에 따라 약간의 차이는 있었지만 전체 연령을 합친 결과는 다음과 같음. 즉 밥과 빵 섭취자 사이에서 에너지 섭취량은 유의적인 차이가 없었지만 밥 섭취자에서 식이섬유, 회분, 인, 철, 나트륨, 칼륨 섭취가 높았고 빵 섭취자에서는 지방 섭취량이 유의적으로 높게 나타남. 빵 섭취자에서 지방 섭취량이 높은 것은 만성질환 발병의 위험요인 증가와 관련성이 있을 것으로 여겨짐.

주식으로 밥과 빵을 섭취한 대상자의 끼니 당 영양소 섭취량을 조사한 결과, 에너지 섭취량은 차이가 없었지만 단백질, 탄수화물, 식이섬유, 회분, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 비타민 A, 티아민, 나이아신, 비타민 C에서 밥 섭취자가 빵 섭취자에 비해 높게 나타남. 빵 섭취자의 끼니 당 영양소 섭취량은 지방, 칼슘에서 높았다. 밥 섭취자에서 나트륨 섭취가 높았지만 칼륨 섭취가 함께 증가하여 나트륨과 칼륨 섭취비가 건강상 중요한 점을 감안한다면 나트륨 섭취 증가의 문제는

다소 완화될 것으로 여겨짐. 빵 섭취자에서 지방 섭취가 증가된 것은 만성질환 위험성과 관련이 되고, 칼슘 섭취가 증가된 것은 우유 섭취 빈도가 높은 때문으로 여겨짐.

Table 3-9. Mean daily nutrients intake of the total subjects by the type of staple food in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Cooked rice(n=2345)	Bread(n=392)	p-value ¹⁾
Energy(kcal)	1998.1 ± 696.1 ²⁾	1949.2 ± 793.8	0.2067
Water(g)	907.8 ± 519.6	996.7 ± 548.0	0.0019
Protein(g)	71.3 ± 32.9	67.9 ± 31.7	0.0507
Fat(g)	34.5 ± 24.2	49.5 ± 30.1	<.0001
Carbohydrate(g)	343.9 ± 111.0	302.0 ± 120.8	<.0001
Fiber(g)	8.4 ± 4.7	6.2 ± 5.0	<.0001
Ash(g)	21.6 ± 10.4	18.2 ± 8.8	<.0001
Calcium(mg)	544.2 ± 397.0	526.4 ± 307.0	0.3968
Phosphorus(mg)	1257.5 ± 500.6	1099.0 ± 465.2	<.0001
Iron(mg)	16.0 ± 10.7	13.0 ± 9.1	<.0001
Sodium(mg)	5360.4 ± 2940.0	4452.5 ± 4621.6	<.0001
Potassium(mg)	3274.5 ± 1421.9	2840.6 ± 1440.5	<.0001
Vitamin A(μ gRE)	919.1 ± 957.6	811.5 ± 825.6	0.0361
Carotene(μ g)	4939.8 ± 5452.8	3877.8 ± 4526.1	0.0003
Retinol(μ g)	81.6 ± 200.5	137.5 ± 133.5	<.0001
Thiamin(mg)	1.3 ± 0.7	1.2 ± 0.7	0.0075
Riboflavin(mg)	1.2 ± 0.6	1.2 ± 0.6	0.2643
Niacin(mg)	16.6 ± 7.8	15.2 ± 7.8	0.0009
Vitamin C(mg)	116.0 ± 100.6	105.7 ± 90.7	0.0572

1) p-Values by t-test 2) Mean±SD

마) 주식 유형(밥과 빵)에 따른 대상자의 영양소 섭취 평가

주식 유형별 대상자의 일일 영양소 섭취를 평가한 질적영양지수는 밥 섭취자가 빵 섭취자에 비해 단백질, 식이섬유, 인, 철, 나트륨, 칼륨, 티아민, 나이아신에서 높게 나타남. 칼슘, 비타민 A, 비타민 C의 영양질적지수는 주식 유형에 따른 차이가 없었다. 리보플라빈의 경우에는 빵 섭취자에서 높게 나타남.

권장섭취량에 대한 비율을 나타낸 영양소 적정비에서 에너지, 단백질, 나이아신, 비타민 C에서는 유형 간의 차이가 없었고 밥 섭취자에서 식이섬유, 인, 철, 나트륨, 칼륨 적정비가 높았고 빵 섭취자에서 칼슘, 리보플라빈 적정비가 높았음. 칼슘과 리보플라빈은 우유의 주된 성분이므로 빵 섭취자에서 우유 섭취가 많은 것과 관련되리라 여겨짐.

Table 3-10. Mean daily INQ of the total subjects by the type of staple food in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Cooked rice(n=2345)	Bread(n=392)	p-value ¹⁾
INQ ²⁾			
Energy(kcal)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.
Water(g)	0.44 ± 0.19	0.51 ± 0.21	<.0001
Protein(g)	1.51 ± 0.39	1.49 ± 0.36	0.3568
Fiber(g)	0.40 ± 0.20	0.32 ± 0.24	<.0001
Calcium(mg)	0.83 ± 0.47	0.85 ± 0.43	0.3207
Phosphorus(mg)	1.89 ± 0.46	1.71 ± 0.44	<.0001
Iron(mg)	1.61 ± 1.06	1.22 ± 0.81	<.0001
Sodium(mg)	3.89 ± 1.97	3.24 ± 2.31	<.0001
Potassium(mg)	0.98 ± 0.32	0.88 ± 0.31	<.0001
Vitamin A(μ gRE)	1.42 ± 1.36	1.28 ± 1.25	0.0507
Thiamin(mg)	1.19 ± 0.41	1.16 ± 0.43	0.2025
Riboflavin(mg)	0.92 ± 0.36	1.03 ± 0.38	<.0001
Niacin(mg)	1.16 ± 0.34	1.12 ± 0.35	0.0356
Vitamin C(mg)	1.22 ± 0.92	1.17 ± 1.04	0.2997

Table 3-11. Mean daily NAR and MAR of the total subjects by the type of staple food in KNHANES(2007-2008)

Nutrient	Cooked rice(n=2345)	Bread(n=392)	p-value ¹⁾
NAR ³⁾			
Energy(kcal)	0.86 ± 0.16	0.82 ± 0.19	<.0001
Water(g)	0.41 ± 0.21	0.45 ± 0.21	0.0007
Protein(g)	0.95 ± 0.11	0.94 ± 0.14	0.0087
Fiber(g)	0.37 ± 0.19	0.28 ± 0.18	<.0001
Calcium(mg)	0.68 ± 0.26	0.68 ± 0.26	0.7881
Phosphorus(mg)	0.99 ± 0.05	0.96 ± 0.12	<.0001
Iron(mg)	0.89 ± 0.19	0.78 ± 0.25	<.0001
Sodium(mg)	0.99 ± 0.05	0.98 ± 0.09	0.0006
Potassium(mg)	0.81 ± 0.21	0.73 ± 0.24	<.0001
Vitamin A(μ gRE)	0.80 ± 0.27	0.74 ± 0.29	0.0002
Thiamin(mg)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.
Riboflavin(mg)	0.76 ± 0.24	0.79 ± 0.22	0.0205
Niacin(mg)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	.
Vitamin C(mg)	0.79 ± 0.26	0.72 ± 0.30	<.0001
MAR ⁴⁾	0.70 ± 0.16	0.66 ± 0.17	<.0001

바) 밥과 빵 중심 식사 분석

① 밥 중심 식사 분석

밥에너지 섭취비율별 많이 섭취한 음식 조리법을 조사한 결과, 밥 중심 식사를 할수록 밥, 국 및 탕류, 찌개 및 전골류, 조림류, 나물·숙채류, 김치류, 젓갈류를 많이 섭취하였고, 밥에너지 섭취비율이 낮을수록 빵 및 과자류, 면 및 만두류, 튀김류, 유제품 및 빙과류, 주류, 과일류를 많이 섭취함.

건강 성인의 다소비식품 현황을 조사하여 권장 식사패턴 개발에 활용하였으나 건강에 바람직하지 않은 가공식품 등은 배제함.

Table 3-12. Food frequency scores of the total subjects by quartile of percent energy intake from cooked rice in KNHANES(2007-2008)

Food group	Q1(n=1427)	Q2(n=1426)	Q3(n=1427)	Q4(n=1427)	p-value
Cooked rice	1.6 ± 0.7	2.3 ± 0.7	2.6 ± 0.6	2.8 ± 0.5	<.0001
Bread and confectioneries	0.5 ± 0.8	0.4 ± 0.6	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.4	<.0001
Noodles and dumplings	0.7 ± 0.7	0.4 ± 0.6	0.2 ± 0.4	0.1 ± 0.3	<.0001
Gruels and soup	0.1 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.1	<.0001
Soup and hot soup	0.6 ± 0.7	0.9 ± 0.9	0.9 ± 1.0	1.1 ± 1.1	<.0001
Stew and casserole	0.5 ± 0.7	0.7 ± 0.8	0.8 ± 1.0	0.9 ± 1.1	<.0001
Steamed food	0.2 ± 0.5	0.2 ± 0.5	0.2 ± 0.5	0.1 ± 0.5	0.0001
Grilled foods	0.7 ± 0.9	0.8 ± 1.0	0.8 ± 1.0	0.7 ± 1.0	0.0127
Pan-fried foods	0.3 ± 0.6	0.3 ± 0.6	0.3 ± 0.6	0.2 ± 0.6	<.0001
Stir-fried foods	0.6 ± 0.8	0.8 ± 1.0	0.9 ± 1.1	0.8 ± 1.1	<.0001
Braised foods	0.3 ± 0.6	0.3 ± 0.7	0.4 ± 0.8	0.4 ± 0.8	<.0001
Fried foods	0.3 ± 0.6	0.2 ± 0.5	0.1 ± 0.4	0.1 ± 0.3	<.0001
Seasoned vegetables	0.4 ± 0.8	0.6 ± 1.1	0.7 ± 1.4	0.8 ± 1.4	<.0001
Raw seasoned vegetables	0.6 ± 0.8	0.5 ± 0.8	0.5 ± 0.9	0.5 ± 0.9	0.0155
Kimchi	1.8 ± 1.3	2.4 ± 1.4	2.6 ± 1.5	3.0 ± 1.7	<.0001
Salt-fermented foods	0.1 ± 0.3	0.1 ± 0.4	0.2 ± 0.5	0.2 ± 0.6	<.0001
Seasoned-fermented foods	0.4 ± 0.7	0.4 ± 0.7	0.4 ± 0.8	0.3 ± 0.8	0.2185
Seasonings	0.7 ± 0.9	0.6 ± 0.9	0.6 ± 0.9	0.6 ± 1.0	0.0002
Dairy products and ice	0.4 ± 0.7	0.4 ± 0.6	0.3 ± 0.5	0.1 ± 0.4	<.0001
Beverages	1.4 ± 1.2	1.3 ± 1.1	1.2 ± 1.0	0.9 ± 0.9	<.0001
Alcohol	0.5 ± 0.7	0.2 ± 0.5	0.2 ± 0.4	0.1 ± 0.2	<.0001
Fruits	0.9 ± 1.2	0.9 ± 1.0	0.8 ± 1.0	0.6 ± 0.8	<.0001
Sugars	0.1 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	<.0001
Grains, Potatoes	0.3 ± 0.6	0.2 ± 0.5	0.2 ± 0.5	0.1 ± 0.3	<.0001
Legumes, Nuts and seeds	0.1 ± 0.3	0.1 ± 0.3	0.1 ± 0.3	0.0 ± 0.2	<.0001
Vegetables, Algae	0.9 ± 1.4	0.7 ± 1.2	0.6 ± 1.1	0.5 ± 1.1	0.7164
Poultry, fish, meat	0.3 ± 0.8	0.2 ± 0.5	0.1 ± 0.4	0.1 ± 0.4	0.1711
Fat and oils	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.7164
Others	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1711

② 빵 중심 식사 분석

24시간 회상법을 이용한 식사섭취 조사에서 빵을 주식으로 섭취한 대상자의 식사패턴을 분석한 결과, 일반 빵 59.5%, 샌드위치 14.9%, 피자 11.2%, 케이크 7.6%, 햄버거 6.9% 순으로 섭취하는 것으로 나타남. 빵을 주식으로 하는 우리나라 사람들의 식사는 영양적으로 갖추어진 식사를 하지 않고 단지 빵과 음료 형태의 간편한 끼니로서의 식사를 하는 것으로 조사되어 영양적인 균형이 미흡할 것으로 우려됨. 특히 피자와 햄버거를 주식으로 하는 경우 탄산음료의 섭취 빈도가 많았고 일반 빵과 샌드위치를 주식으로 하는 경우에는 우유나 커피를 많이 섭취하는 것으로 조사됨. 이러한 간편식 형태의 빵 식사 패턴은 빵과 육류 중심의 식사를 하는 서양식 식사패턴과는 매우 다른 것으로 나타남.

Table 3-13. Pattern of bread-based meals of the subjects in KNHANES(2007-2008)

Order	Breads (59.5%)		Sandwiches (14.9%)		Pizza (11.1%)		Cakes (7.6%)		Hamburgers (6.9%)	
	Diet menu composition	%	Diet menu composition	%	Diet menu composition	%	Diet menu composition	%	Diet menu composition	%
1	Breads	25.0	Sandwiches	16.3	Pizza	20.0	Cakes	39.0	Hamburger+ Carbonated beverages+Spice+ Fried foods	13.5
2	Breads+Milk	20.9	Sandwiches+Milk	13.8	Pizza+Carbonated beverages	15.0	Cakes+Beverages	9.8	Hamburger+ Carbonated beverages	10.8
3	Breads+Coffee	9.4	Sandwiches+Coffee	8.8	Pizza+Carbonated beverages+Salad	15.0	Cakes+Coffee+Salad	7.3	Hamburger+ Carbonated beverages+Fried foods	10.8
4	Breads+Milk+Sugars and sweeteners	4.7	Sandwiches+Milk+ Juice	7.5	Pizza+Salad	5.0	Cakes+Juice	7.3	Hamburger	10.8
5	Breads+Fruits	3.8	Sandwiches+Milk+ Coffee+Fruits	7.5	Pizza+Carbonated beverages+Salad+ Fruits	5.0	Cakes+Carbonated beverages+Coffee+ Salad	4.9	Hamburger+ Carbonated beverages+Salad	8.1
6	Breads+Milk+Coffee +Fruits	3.8	Sandwiches+Milk+ Fruits	5.0	Pizza+Carbonated beverages+ Salad+Soup	5.0	Cakes+Coffee	4.9	Hamburger+ Carbonated beverages+Fruit Juice+Spice	5.4
7	Breads+Beverages	2.8	Sandwiches+Milk+ Tea	6.3	Pizza+Salad+Others	3.3	Others	26.8	Hamburger+Fruit Juice	5.4
8	Breads+Milk+Coffee	2.2	Sandwiches+Beverages	6.3	Pizza+Spaghetti+ Coffee	3.3			Hamburger+Fruit Juice	5.4
9	Breads+Sugars and sweeteners	1.9	Sandwiches+Milk+ Juice+Coffee	3.8	Pizza+Spaghetti+ Fruits+Carbonated beverages+Salad	3.3			Others	29.7
10	Breads+Milk products	1.6	Sandwiches+Juice	3.8	Others	25.0				
11	Breads+Milk+Fruits	1.3	Sandwiches+Coffee +Fruits	2.5						
12	Others	22.8	Others	18.8						

③ 건강 성인의 다소비식품 현황

대상자의 24시간 회상법에 의한 식품섭취조사 자료에서 식품군별로 다소비식품을 순위별로 분석하여 일반인들의 기호에 적합하고 영양적으로 균형 잡힌 권장 식사패턴 개발의 기초자료로 활용하고자 하였음.

사) 일반 성인의 밥 중심 권장 식사패턴 개발

① 개발기준

- 한국인을 위한 식사구성안 형태, 성인 남자의 대표 영양섭취기준을 적용함.
- 국민건강영양조사 자료의 주된 식사패턴, 건강 성인의 다소비식품을 적용함.

2400kcal 기준	곡류	고기, 생선, 계란, 콩류	채소류	과일류	우유, 유제품류
	4회	5회	7회	3회	1회

아침	점심	저녁	간식
백미밥 배추된장국 조기구이 시금치무침 깍두기	흑미밥 무채국 오징어두루치기 김실파무침 배추김치	보리밥 쇠고기국 고등어무조림 오이소박이 배추김치	사과 우유 삶은고구마 오렌지주스 배

	열량 (kcal)	단백질 (g)	지질 (g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	비타민C (mg)	포화지방 (g)
영양소함량	2,377	111	58	775	16.6	216	10.7
영양소기준치	2,400	42~120	40~66.7	750	10	100	12~18.7

Fig. 3-1. 일반 성인의 밥 중심 권장 식사패턴 개발 [예]



2. 비만과 당뇨병 재택환자를 위한 밥 중심 권장 식사패턴 개발 및 자료집 제작

비만과 당뇨병 환자의 올바른 식사관리를 위한 밥 중심 식사패턴을 개발하여 e-book 형태로 자료집을 제작함. 밥 중심 식사패턴 개발과 자료집 제작과정을 간단히 요약하면 다음과 같음.

가. 실험방법

1) 영양섭취 목표 설정

성인 재택환자의 영양목표는 ‘한국인 영양섭취기준’을 기본으로 하되, 각 질환의 특성에 따라 특정 영양소의 조절을 통하여 각 질환에 적합한 영양목표를 설정함.

2) 질환에 따른 식품군별 대표식품 선택 및 조절

국민건강·영양조사 자료를 기본으로 하되, 질환의 종류에 따라 기피하는 식품이나 권장하는 식품을 조절하여 대표식품을 선택함. 대표적인 예로 비만 환자의 체중 조절을 위한 식단에서는 식품의 에너지밀도가 낮은 식품을 선택하고, 당뇨병 환자의 혈당 조절을 위한 식단에서는 혈당 지수가 낮은 식품을 위주로 하여 식품을 선택함.

다. 대표식품의 1인 1회 분량 결정

질환에 따른 대표식품의 분량은 식품교환표를 기본으로 하되, 질환의 종류에 따라 권장 열량이 다르므로 필요한 경우 권장 열량에 맞추기 위해 1인 1회 분량을 조절함.

3) 재택환자를 위한 질환 맞춤형 밥 중심 권장 식사패턴 개발

- 비만과 당뇨병 환자의 밥 중심 권장 식사패턴 개발
- 각 질환의 특성을 반영하여 바람직한 밥 중심 식사패턴을 개발하되, 한국인의 일반적인 기호도를 고려하여 제시함.
- 기본적으로는 한국인의 일상적인 식사패턴을 반영함으로써 실천하기 쉽도록 유도함.

4) 비만과 당뇨병 질환 맞춤형 밥 중심 권장 식사패턴 자료집 제작

- 재택환자를 위해 개발된 밥 중심 권장 식사패턴을 영양 분석하고 직접 음식으로 조리함.
- 조리된 음식을 코디네이션하여 사진작업에 적합한 형태로 재구성하고 사진작업을 실시함.
- 촬영한 음식 사진을 편집하고 웹 작업용으로 수정작업을 실시함.
- 각 질환의 관리에 적합한 식생활 정보 내용을 구성하고 식사패턴 자료집에 첨가함
- 각 질환 관리를 위한 식생활 정보, 식사패턴 자료집을 e-book 형태로 제작함.

나. 실험결과

1) 비만환자의 체중 조절을 위한 밥 중심 권장 식사패턴 개발

체중 조절을 위한 식단은 비만환자에게 일반적으로 많이 활용되는 1,200kcal와 1,500kcal 식단으로 구성하였고, 각각 2주 분량의 1,200kcal와 1,500kcal (표1) 식단을 개발함. 식사의 전체적인 구성은 한국인 식사구성안의 기본 패턴을 적용하였고, 각각의 식품군은 식품교환법을 이용하여 교환단위의 기본 구성함. 각각의 식단은 CAN pro (4.0)와 식품성분표를 이용하여 열량, 탄수화물, 단백질, 지질, 콜레스테롤, 칼슘, 철, 비타민 C의 함량을 분석하여 제시함. 개발한 식사패턴의 예시는 Fig. 3-2와 같음.

1,500kcal 교환단위	곡류군	어육류군		채소군	지방군	우유군	과일군
		저지방	중지방				
	7	2	3	7	4	1	1

아침	점심	저녁	간식
			
현미밥 알갈이배추국 굴미역무침 가지찜 총각김치	보리밥 버섯들깨탕 닭살굴소스볶음 들나물생채 배추김치	수수밥 연두부조개탕 쇠고기무나물 단배추무침 파김치	저지방우유 키위

열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)	지질 (g)	콜레스테롤 (mg)	칼슘 (mg)	철 (mg)	비타민 C (mg)
1,479	235	75	31	120	748	16.2	116

Fig. 3-2. 체중 조절 식단의 예: 1,500 kcal

2) 당뇨병환자의 혈당 조절을 위한 밥 중심 권장 식사패턴 개발

혈당 조절을 위한 식단은 현장에서 일반적으로 활용되는 1,800kcal와 2,000kcal 식단으로 구성하였고, 각각 2주 분량의 1,800kcal와 2,000kcal (표2) 식단을 개발함. 식사의 전체적인 구성은 한국인 식사구성안의 기본 패턴을 적용하였고, 각각의 식품군은 식품교환법을 이용하여 교환단위의 기본 구성을 함 각각의 식단은 CAN pro (4.0)과 식품성분표를 이용하여 열량, 탄수화물, 단백질, 지질, 콜레스테롤, 칼슘, 철, 비타민 C의 함량을 분석하여 제시함. 개발한 식사패턴의 예시는 Fig. 3-3과 같음.

2,000kcal 교환단위	곡류군 10	어육류군		채소군 7	지방군 4	우유군 1	과일군 2	
		저지방 2	중지방 3					
아침		점심			저녁		간식	
								
조밥 냉이된장국 쇠고기연근조림 미나리무침 배추김치		쇠고기덮밥 미역냉국 연두부샐러드 배추김치			현미밥 두부찌개 고추멸치볶음 파래무생채 나박김치		두유 사과 오렌지 호밀빵	
열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)	지질 (g)	콜레스테롤 (mg)	칼슘 (mg)	철 (mg)	비타민 C (mg)	
1,955	318	80	44	192	839	25.3	162	

Fig. 3-3. 혈당 조절 식단의 예: 2,000 kcal

Table 3-14. 체중 조절 식단

번호	1,200kcal				1,500kcal			
	아침	점심	저녁	간식	아침	점심	저녁	간식
1	현미밥 시금치된장국 두부양념조림 두릅무침 배추김치	잡곡밥 대합미역국 쇠고기매추리알조림 오이볶음 총각김치	울무밥 아욱국 돼지고기볶음 가지나물 부추김치	저지방우유 슈 오렌지	현미밥 쇠고기무국 갈치구이 미역오이초무침 배추김치	보리밥 시금치조개국 쇠고기장조림 상추겉절이 얼무김치	현미밥 표고버섯복어국 콩나물잡채 더덕구이 배추김치	저지방우유 트마트주스
2	브리콩밥 곤약무국 계란찜 우영양콩조림 얼무김치	잡곡밥 조개된장국 꽂치구이 마늘콩무침 배추김치	현미밥 홍합무국 쇠고기볶음 도라지나물 파김치	저지방우유 사과	보리밥 미역국 두부샐러드 애호박조림 배추김치	수수밥 육개장 조기구이 다시마채무침 오이소배기	수수밥 연두부찌개 닭고기냉채 가지전 배추김치	저지방우유 배
3	조밥 계란파국 돼지고기부추잡채 김부침 깍두기	잡곡밥 표고버섯전골 갈치구이 근대나물 배추김치	검정콩밥 쇠고기짜개 어묵조림 무숙채 나박김치	요플레 키위	수수밥 미역된장국 고등어구이 부추양배추무침 배추김치	현미밥 콩나물무채국 돼지고기김치볶음 채소쌈 얼무김치	현미밥 동태국 연근전 도토리묵무침 배추김치	저지방우유 키위
4	현미밥 얼무두부국 쇠고기더덕산적 깻잎찜 총각김치	보리밥 근대조개국 두부전 무조림 배추김치	보리콩밥 호박익힌장찌개 쇠고기편육무침 미나리나물 깍두기	저지방우유 꿀	현미밥 맑은황태국 돼지고기완자전 마른고구마줄기볶음 배추김치	수수밥 단배추된장국 쇠고기야채볶음 오이생채 얼무김치	현미밥 양송이버섯전골 꽂치구이 깻잎나물 깍두기	두유 오렌지
5	조밥 콩나물된장국 고등어조림 모듬채소스틱 얼무김치	비빔밥 미역된장국 깍두기	울무밥 복어국 두부구이 오이양파무침 배추김치	두유 배	현미밥 호박된장찌개 쇠고기산적 느타리콩나물무침 배추김치	현미밥 홍합우거지국 고등어찜 다시마두부말이 깍두기	보리밥 감자미역국 달걀야채볶음 콩나물곤약샐러드 배추김치	저지방우유 트마트주스
6	브리콩밥 단배추된장국 계란말이 더덕무침 얼무김치	현미밥 콩나물비빔밥 두부김치국 오이소배기	현미밥 홍합우거지국 고등어조림 가지볶음 파김치	저지방우유 키위	현미밥 근대된장국 병어고추장구이 무미역생채 배추김치	현미밥 토란국 편육겨자채 멸치깻잎볶음 배추김치	보리밥 김치무국 쇠고기김부침 꽃고추조림 깍두기	두유 오렌지
7	수수밥 김치무국 쇠고기버섯볶음 숙갓생채 깍두기	잡곡밥 꽂치찌개 잔멸치볶음 다시마쌈 나박김치	보리밥 얼무된장국 두부쇠고기조림 고사리나물 파김치	저지방우유 사과	현미밥 진세우미역국 갈치조림 양배추찜 얼무김치	보리밥 청국장찌개 쇠고기완자전 숙주미나리무침 배추김치	현미밥 시래기된장국 닭고기탕수육 오이양배추무침 깍두기	두유 배
8	보리밥 무된장국 돼지고기장조림 양배추쌈 얼무김치	현미밥 감자국 갈치찜 숙주미나리무침 총각김치	조밥 콩비지찌개 두부양념구이 배추나물 동치미	요플레 키위	현미밥 얼갈이배추국 굴미역무침 가지찜 총각김치	보리밥 버섯들깨탕 달걀굴소스볶음 불나물생채 배추김치	수수밥 연두부조개탕 쇠고기무나물 단배추무침 파김치	저지방우유 키위
9	수수밥 달래된장국 매추리알조림 오이양파무침 총각김치	브리콩밥 김치어묵국 닭가슴살샐러드 버섯야채볶음 깍두기	울무밥 닭무국 마파두부 미역나물 배추김치	두유 사과	조밥 맑은콩나물국 닭고추장볶음 미역들깨무침 깍두기	잡곡밥 바지락된장국 쇠고기표고볶음 숙주부추나물 배추김치	울무밥 두부찜국찌개 새우살호박볶음 시금치나물 나박김치	저지방우유 오렌지
10	현미밥 호박새우젓국 우영쇠고기조림 콩나물무침 깍두기	녹두밥 진세우미역국 고등어찜 오이생채 배추김치	보리밥 조개살배추국 돼지고기야채볶음 파래무침 얼무김치	저지방우유 오렌지	현미밥 팽이버섯된장국 꽂치구이 미나리무침 총각김치	보리밥 복어무국 부추완자전 깍두기	조밥 미역조개국 두부완자전 숙갓오이생채 부추김치	저지방우유 달기
11	조밥 두부찌개 검정콩조림 다시마채무침 나박김치	현미밥 버섯도넛밥 조개국 얼무김치	울무밥 쇠고기국 고등어구이 깻잎조림 총각김치	저지방우유 포도주스	울무밥 쇠고기콩나물국 두부부침 미역나물 배추김치	검정콩밥 가지냉국 오징어숙회 모듬채소쌈 총각김치	현미밥 버섯육개장 가자미조림 미역초무침 깍두기	저지방우유 달기
12	수수밥 육개장 숙갓두부무침 미역초무침 깍두기	잡곡밥 모시조개탕 돼지불고기 미나리무침 배추김치	조밥 쇠고기두부탕 게맛살무침 연근조림 총각김치	요플레 배	수수밥 근대조개국 두부샐러드 버섯전 깍두기	수수밥 미역냉국 닭고기완자전 부추김치	조밥 호박달래찌개 갈치구이 미나리생채 동치미	저지방우유 사과
13	울무밥 콩나물무채국 검정콩조림 호박전 부추김치	현미밥 두부도넛밥 무국 얼무김치	보리밥 복어국 해파리냉채 실파무침 총각김치	두유 오렌지	조밥 어묵국 삼치구이 비름나물 총각김치	잡곡밥 대구탕 두부브로콜리무침 버섯채소볶음 배추김치	울무밥 계란파국 복어채무침 봄동나물 부추김치	저지방우유 꿀
14	울무밥 시래기된장국 꽂치조림 무생채 배추김치	현미밥 우렁된장찌개 두부탕수육 냉이나물 동치미	현미밥 어묵국 꼬막찜 고사리나물 총각김치	요플레 포도주스	수수밥 김치콩나물국 너미아나구이 곤약조림 파김치	보리밥 미역된장국 닭불고기 해파리냉채 깍두기	현미밥 감자양파국 가자미조림 얼갈이된장무침 총각김치	저지방우유 키위

Table 3-15. 혈당 조절 식단

번호	1,200kcal				1,500kcal			
	아침	점심	저녁	간식	아침	점심	저녁	간식
1	브리콩밥 시래기된장국 쇠고기표고볶음 미나리무침 배추김치	현미밥 김치콩나물국 닭가슴살구이 양상추샐러드 깍두기	브리밥 굴두부탕 갈치구이 파래무생채 총각김치	우유 사과 오렌지	현미밥 근대조개국 쇠고기오이볶음 다시마채무침 배추김치	잡곡밥 두부된장국 쇠고기우영조림 숙주나물 깍두기	브리밥 바지락미역국 두부구이 너타리콩나물무침 얼무김치	두유 오렌지 키위
	현미밥 쇠고기미역국 동태전 오이양파무침 배추김치	브리밥 두부된장국 돼지고기수육 모듬채소쌈 깍두기	콩밥 복어콩나물국 쇠고기버섯잡채 다시마채무침 나박김치	우유 배 키위	울무밥 쇠고기콩나물국 두부고추장볶음 무미역생채 파김치	잡곡밥 김치국 조기찜 즉순볶음 오이소배기	흑미밥 홍합무국 쇠고기산적 비섯채소볶음 깍두기	우유 배 사과 호밀빵
3	현미밥 모시조개국 코다리찜 미나리무침 배추김치	콩나물밥 냉이되장국 고등어구이 시래기나물 깍두기	잡곡밥 두부김치국 쇠고기표고볶음 숙주나물 총각김치	우유 꿀 딸기	수수밥 양송이버섯찌개 두부냉채 콩나물무침 총각김치	브리밥 순두부새우젓국 동태찜 양배추쌈 부추김치	울무밥 들깨미역국 닭고기브로콜리볶음 삼색냉채 동치미	우유 꿀 딸기 고구마
4	수수밥 동태탕 아몬드멸치볶음 가지나물 배추김치	잡곡밥 단배추된장국 연두부찜 브로콜리숙회 배추김치	브리콩밥 무국 갈치찜 너타리비섯볶음 배추김치	우유 키위 배	현미밥 조개된장국 쇠고기김무침 가지나물 오이소배기	현미밥 무새우젓국 쇠고기마늘볶음 숙주미나리무침 부추김치	흑미밥 두부찌개 돼지고기장조림 미역나물 나박김치	우유 사과 키위
5	브리콩밥 쇠고기콩나물국 굴전 취나물무침 배추김치	잡곡밥 된장찌개 불고기 상추겉절이 오이소배기	현미밥 아육국 쇠고기마늘볶음 얼무무침 깍두기	우유 사과 오렌지	브리밥 비섯무국 닭간조림 단배추된장무침 총각김치	닭고기덮밥 미역오이냉국 두부샐러드 배추김치	울무밥 제치조개국 쇠고기가지볶음 무생채 파김치	우유 오렌지 배 고구마
6	수수밥 비섯국 쇠고기무나물 파래무침 배추김치	잡곡밥 해물탕 두부냉채 더덕무침 총각김치	브리밥 무채어묵국 고등어구이 숙갓나물 배추김치	우유 꿀 키위	수수밥 콩나물된장국 닭고기냉채 참나물무침 배추김치	비빔밥 미역된장국 두부고추장볶음 얼무김치	흑미밥 팽이버섯된장국 쇠고기편육무침 마늘홍호두조림 얼무김치	우유 딸기 사과
7	현미밥 아육된장국 두부부침 숙주부추나물 배추김치	잡곡밥 김치찌개 쇠고기오이볶음 삼색냉채 깍두기	브리콩밥 쇠고기탕국 복어찜 단배추된장무침 오이소배기	우유 사과 오렌지	현미밥 조개살배추국 쇠고기연근조림 곤약무침 파김치	채소밥 가지냉국 돼지고기파프리카볶음 얼무무침	브리콩밥 호박익힌장국 편육 모듬채소 부추김치	우유 키위 딸기 호밀빵
8	브리밥 연두부새우젓국 게살무침 우영즉순볶음 배추김치	현미밥 황태미역국 쇠고기마늘볶음 취나물된장무침 깍두기	수수밥 콩나물냉국 달산적 참나물무침 총각김치	우유 사과 키위	잡곡밥 복어계란국 쇠고기숙주볶음 비름나물 깍두기	수수밥 새우젓호박국 닭불고기 파프리카샐러드 총각김치	흑미밥 미역두부된장국 가지미구이 미나리나물 배추김치	우유 배 꿀
	울무밥 모시조개국 두부실곤약무침 비섯굴소스볶음 배추김치	조밥 숙주들깨국 코다리조림 파망채볶음 파김치	흑미밥 오이냉국 새송이버섯잡채 실파김무침 깍두기	우유 꿀 배	조밥 냉이된장국 쇠고기연근조림 미나리무침 배추김치	쇠고기덮밥 미역냉국 연두부샐러드 배추김치	현미밥 두부찌개 고추멸치볶음 파래무생채 나박김치	우유 사과 오렌지 호밀빵
10	브리밥 굴미역국 닭가슴살구이 봄동겉절이 총각김치	영양밥 시금치된장국 쇠고기볶음 배추김치	잡곡밥 순두부황태국 부추잡채 콩나물무침 깍두기	우유 딸기 오렌지	잡곡밥 숙국 돼지고기볶음 상추겉절이 깍두기	브리밥 쇠고기두부국 복어채무침 우영구이 얼무김치	울무밥 홍합무국 갈치찜 마늘중무침 배추김치	우유 키위 딸기 오트밀
11	브리콩밥 시래기된장국 두부미나리무침 모듬채소숙회 총각김치	현미밥 오징어국 닭살채소볶음 취나물무침 파김치	울무밥 바지락콩나물국 돼지고기장조림 무초절임쌈 배추김치	우유 키위 배	흑미밥 콩나물무채국 두부두루치기 봄동무침 총각김치	비섯덮밥 조개탕 닭살채소볶음 총각김치	브리밥 무된장국 양송이버섯조림 호박조림 부추김치	우유 사과 오렌지
12	현미밥 호박달래찌개 쇠고기완자전 오이생채 동치미	산채비빔밥 우렁된장찌개 청포묵무침 나박김치	흑미밥 조개살배추국 미나리닭가슴살샐러드 두릅회 깍두기	우유 딸기 꿀	브리밥 얼무두부국 풋고추표고전 달래무침 배추김치	수수밥 연두부찌개 쇠고기즉순볶음 콩나물미나리무침 동치미	잡곡밥 호박된장찌개 쇠고기수육 채소쌈 동치미	우유 딸기 사과 오트밀
13	조밥 양송이무국 양배추닭가슴살롤 들나물생채 총각김치	울무밥 양송이버섯진골 숙주맛살무침 무나물 배추김치	견정콩밥 아육국 오징어불고기 참나물겉절이 총각김치	우유 사과 배	울무밥 콩나물국 고등어구이 굴무생채 깍두기	얼무비빔밥 해물된장국 두부고추장볶음 얼무김치	브리콩밥 시래기된장국 사태초무침 호박볶음 파김치	우유 사과 배
14	브리콩밥 미역국 쇠고기브로콜리볶음 무청나물 파김치	흑미밥 콩나물된장국 미나리오징어생채 가지볶음 배추김치	견정콩밥 곤약무국 갈치구이 숙주나물 총각김치	우유 키위 오렌지	조밥 조개살두부국 미역줄기잡채 냉이나물 배추김치	현미밥 순두부찌개 브로콜리돼지고기볶음 오이생채 동치미	울무밥 봄동된장국 시래기완자 미나리강회 깍두기	우유 키위 오렌지

3) 재택환자를 위한 질환 맞춤형 밥 중심 식단자료집 제작
 비만과 당뇨병 환자의 올바른 식사관리를 위한 밥 중심 식사패턴을 개발하여 e-book 형태로 자료집을 제작함.

가) 비만환자의 체중 조절을 위한 밥 중심 식단자료집 제작

자료집의 구성은 크게 체중 조절을 위한 식생활 정보와 체중 조절 식단으로 구성함.

- 체중 조절을 위한 식생활 정보: 건강한 식생활(식품구성자전거, 식생활지침, 영양표시 등), 밥 중심 식사의 우수성, 비만 바로 알기(비만의 원인, 비만의 위험성, 비만 판정법 등), 비만 식사관리(건강체중을 위한 식품 선택, 저열량조리법, 식품교환법에 의한 식사계획 등)
- 체중 조절 식단: 1,200kcal 식단, 1,500kcal 식단



Fig. 3-4. 체중 조절을 위한 식단자료집 구성 예시

나) 당뇨병환자의 혈당 조절을 위한 밥 중심 식단자료집 제작

자료집의 구성은 크게 혈당 조절을 위한 식생활정보와 혈당 조절 식단으로 구성함.

- 혈당 조절을 위한 식생활 정보: 건강한 식생활(식품구성자전거, 식생활지침, 영양표시 등), 밥 중심 식사의 우수성, 당뇨병 바로 알기(당뇨병의 위험인자, 당뇨병 진단기준 등), 당뇨병 식사관리(혈당지수, 식품교환법에 의한 식사계획 등)
- 혈당 조절 식단: 1,800kcal 식단, 2,000kcal 식단



Fig. 3-5. 혈당 조절을 위한 식단자료집 구성 예시

3. 고지혈증과 고혈압 관리를 위한 밥 중심 권장 식사패턴 개발 및 자료집 제작

고지혈증과 고혈압 관리를 위한 밥 중심 식사패턴을 개발한 내용을 요약하면 다음과 같음.

가. 실험방법

1) 영양 섭취 목표 설정

‘한국인 영양섭취기준’을 기준으로 하였으며 각 질환마다 조절해야 하는 영양소를 중심으로 조절하여 각 질환에 맞는 영양 섭취 목표를 설정함.

2) 각 질환별 대표식품 선택 및 조절

한국인 영양조사·건강조사 결과를 중심으로 질환에 따라 권장해야 하는 식품군과 피해야할 식품군을 선정하여 조절함.

3) 대표식품의 1인 1회 분량 결정

식품교환표를 기준으로 1인 1회 분량을 결정하였으나 각 질환별 권장 열량을 다르게 권장하였으므로 1인 1회 분량을 조절함.

- 4) 고혈압 및 고지혈증 관리를 위한 질환 맞춤형 밥 중심 권장 식사패턴 개발
- 고혈압 및 고지혈증 관리를 위한 밥중심 권장 식사패턴 개발
 - 각 질환의 특성을 반영하여 바람직한 밥중심 식사패턴을 개발하되, 한국인의 일반적인 기호도를 고려하여 제시함.
 - 기본적으로는 한국인의 일상적인 식사패턴을 반영함으로써 실천하기 쉽도록 유도함.
- 5) 고혈압 및 고지혈증 맞춤형 밥중심 권장 식사패턴 자료집 제작
- 재택환자를 위해 개발된 밥중심 권장 식사패턴을 영양 분석하고 직접 음식으로 조리함.
 - 조리된 음식을 코디네이션하여 사진작업에 적합한 형태로 재구성하고 사진작업을 실시함.
 - 촬영한 음식 사진을 편집하고 웹 작업용으로 수정작업을 실시함.
 - 각 질환의 관리에 적합한 식생활 정보 내용을 구성하고 식사패턴 자료집에 첨가함
 - 각 질환 관리를 위한 식생활 정보, 식사패턴 자료집을 e-book 형태로 제작함.

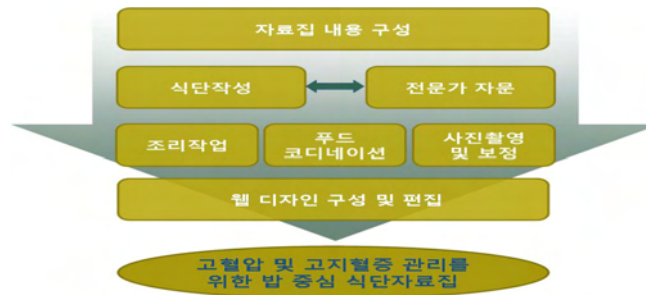


Fig. 3-6. 식단자료집 제작과정

나. 실험결과

- 1) 고지혈증 환자를 위한 권장 식단패턴 개발
- 고지혈증 환자에게 일반적으로 많이 활용되는 1800kcal와 2000kcal (표 1)로 구성되어 있고 각각 14일치 아침, 점심, 저녁, 간식으로 구성됨. 식품교환표를 이용하여 각각의 교환 단위를 결정함. Can-pro 4.0을 이용하여 열량, 탄수화물, 지질, 단백질, 포화지방, 콜레스테롤, 식이섬유, 칼슘, 철, 비타민C의 함량을 분석하여 제시함. 개발한 식사패턴의 예시는 그림 3-7과 같음.

아침	점심	저녁	간식
			
현미밥 순두부찌개	흑미밥 동태탕	콩밥 냉이된장국	홍시우유 귤

어묵양파볶음 도라지오이무침 배추김치	쇠고기장조림 버섯채소볶음 무말랭이무침	닭감자조림 곤약채소무침 열무김치	
---------------------------	----------------------------	-------------------------	--

1,800kcal 교환단위	곡류군 8	어육류군		채소군 7	지방군 4	우유군 2	과일군 2
		저지방 2	중지방 3				

열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)	지질 (g)	포화지방 (g)	콜레스테롤 (mg)	식이섬유 (g)	칼슘 (mg)	철 (mg)	비타민 C (mg)
1,777	277	93	40	2.6	142	36	802	19.6	192

Fig. 3-7. 고지혈증 식사패턴의 예: 1800kcal

2) 고혈압 환자를 위한 식단패턴 개발

- 혈압 조절을 위해 고혈압 환자에게 자주 사용되는 열량 1800kcal, 2000kcal (표 2)로 구성되어 있고 각각 14일치 아침, 점심, 저녁, 간식으로 구성되어 있음. 식품교환표를 이용하여 각각의 교환단위를 결정함. Can-pro 4.0을 이용하여 열량, 탄수화물, 지질, 단백질, 포화지방, 콜레스테롤, 식이섬유, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 비타민C의 함량을 분석하여 제시함. 개발한 식사패턴의 예시는 그림 3-8과 같음

2,000kcal 교환단위	곡류군 10	어육류군		채소군 7	지방군 4	우유군 2	과일군 2
		저지방 2	중지방 3				

아침	점심	저녁	간식
			
현미밥 대구지리 깻잎계란말이 느타리버섯볶음 비트물김치	보리밥 연두부국 닭버섯브로콜리구이 달래묵무침 양파피클	완두콩밥 썬콩가루국 마늘종쇠고기볶음 숙주나물 물김치	저지방우유 딸기 바나나 호두

열량 (kcal)	탄수화물 (g)	단백질 (g)	지질 (g)	포화지방 (g)	콜레스테롤 (mg)	식이섬유 (g)	칼슘 (mg)	나트륨 (mg)	칼륨 (mg)	비타민 C (mg)
1,957	301	94	45	6.2	182	30	794	1,991	4,240	147

Fig. 3-8. 고혈압 식사패턴의 예: 2,000kcal

Table 3-16. 고지혈증 환자를 위한 식단

번호	1,800kcal				2,400kcal			
	아침	점심	저녁	간식	아침	점심	저녁	간식
1	차조밥 조개된장국 두부부침 마늘쫀무침 깍두기	브리밥 복어콩나물국 숙주불고기 치커리오이무침 배추김치	족미밥 시금치국 가지미양념구이 애호박나물 갓김치	사과 호두우유 고구마 딸기	차조밥 조개된장국 두부부침 마늘쫀무침 깍두기	브리밥 복어콩나물국 숙주불고기 치커리오이무침 배추김치	족미밥 시금치국 가지미양념구이 애호박나물 갓김치	사과 호두우유 고구마 딸기
	잡곡밥 김치콩나물국 섭산적 미역오이초무침 부추김치	닭가슴살볶음밥 계란파국 가지미침 고구마줄기무침 배추김치	취나물밥(양념장) 달래된장찌개 두부양념구이 연근조림 깍두기	우유 배 토마토	잡곡밥 김치콩나물국 섭산적 미역오이초무침 부추김치	닭가슴살볶음밥 계란파국 가지미침 고구마줄기무침 배추김치	취나물밥(양념장) 달래된장찌개 두부양념구이 연근조림 깍두기	저지방우유 배 토마토
3	현미밥 맑은쇠고기국 참치계란찜 콩나물부추무침 깍두기	차조밥 감자양파국 닭안심브로콜리숙회 마늘쫀볶음 나박김치	브리밥 미역국 코다리찜 오이겨자채 배추김치	호두우유 키위 오렌지	현미밥 맑은쇠고기국 참치계란찜 콩나물부추무침 나박김치	차조밥 감자양파국 닭안심브로콜리숙회 마늘쫀볶음 배추김치	브리밥 미역국 코다리찜 오이겨자채 배추김치	호두우유 키위 오렌지
4	브리밥 새우젓호박국 아몬드멸치볶음 깻잎나물 파김치	브리밥 무국 쇠고기배추말이찜 브로콜리채소볶음 배추김치	차조밥 시래기국 복어찜 콩나물잡채 깍두기	토마토 호두우유 꿀	브리밥 새우젓호박국 아몬드멸치볶음 깻잎나물 파김치	비빔밥 무원장국 동태전 배추김치	콩밥 김치콩나물국 고등어무조림 숙주나물 오이소박이	저지방우유 단감 꿀 숙깨피떡
5	잡곡밥 조개살배추국 두부양념구이 부추잡채 얼무김치	족미밥 비지찌개 멸치깻잎볶음 시금치나물 깍두기	백미밥 미소국 카레타이스 트마토가지볶음 배추김치	배 아몬드	잡곡밥 대구지리 쇠고기가지볶음 고구마순볶음 깍두기	현미밥 쇠고기국(고춧가루) 어묵채소볶음 부추양배추무침 얼무김치	버섯영양밥 시래기국 콩치구이 도라지무침 배추김치	저지방우유 사과 포도 호밀빵
6	브리밥 두부새우젓국 닭가슴살찜 미역줄기볶음 배추김치	현미밥 참치김치찌개 갈치구이 부추볶음 깍두기	잡곡밥 쇠고기맑은국 콩멸치볶음 더덕구이 배추김치	바나나 저지방우유 사과	기장밥 순두부찌개 복어양념구이 파래무생채 얼무김치	수수밥 청국장찌개 삼치양념구이 미역초무침 깍두기	잡곡밥 복어국 닭갈비 오이양파무침 배추김치	저지방우유 딸기 오렌지
7	콩밥 배추들깨국 연두부샐러드 파래무침 배추김치	쇠고기볶음밥 김치무국 닭살채소볶음 마늘쫀무침 나박김치	족미밥 시래기된장국 복어양념구이 상추질철이 얼무김치	거봉 호두우유 단감	브리밥 배추들깨국 낙지볶음 느타리채소무침 총각김치	채소볶음밥 미소된장국 쇠고기장조림 실곤약채소무침 배추김치	현미밥 어묵국 꼬막찜 냉이나물 깍두기	저지방우유 토마토 견과류
8	차조밥 대구지리 두부고추장볶음 오이저무침 배추김치	콩밥 아욱국 콩치조림 가지나물 얼무김치	고구마브리밥 콩나물무채국 쇠고기버섯볶음 무말랭이오징어무침 나박김치	바나나 검정깨우유 꿀	브리밥 두부김치국 고추장멸치볶음 숙주당근무침 깍두기	채소밥/양념장 홍합무국 갈치구이 깻잎나물볶음 배추김치	완두콩밥 콩나물무채국 돼지고기김치찜 가지나물 오이소박이	저지방우유 배 키위 숙설기
	현미밥 두부김치국 쇠고기장조림 호박볶음 나박김치	콩밥 홍합무국 쇠고기고추장볶음 오이생채 배추김치	브리밥 청국장찌개 고등어구이 김구이 부추김치	단감 저지방우유 사과	현미밥 배추된장국 가지미구이 콩나물생채 갓김치	현미밥 버섯들깨국 닭안심볶음 곤약우영조림 깍두기	족미밥 쇠고기두부국 감자어묵볶음 더덕구이 배추김치	검은깨우유 오렌지 사과
10	콩밥 대구매운탕 우영쇠고기조림 미역초무침 동치미	얼무비빔밥 미소국 쇠갈비떡찜 부추질철이	완두콩밥 배추된장국 갈치구이 도라지나물 배추김치	꿀 저지방우유 사과 연시	현미밥 복어미역국 쇠고기채소볶음 상추질철이 배추김치	잡곡밥 청국장 부추잡채 도라지무침 나박김치	차조밥 조개살두부국 양배추닭가슴살말이 브로콜리양송이버섯 얼무김치	저지방우유 딸기 바나나
11	브리밥 감자양파국 닭고기명채 치커리무침 배추김치	족미밥 참치미역국 쇠고기채소말이 연근호두조림 오이소박이	잡곡밥 두부김치국 콩치조림 오이부추무침 깍두기	오렌지주스 견과류바나나우유	현미밥 황태버섯국 두부콩나물찜 달래무무침 오이소박이	브리밥 김치전골 고등어구이 미역줄기볶음 나박김치	잡곡밥 아욱국 쇠고기감무침 버섯피망볶음 배추김치	저지방우유 포도 꿀
12	현미밥 콩나물국 다시마말이 쇠고기버섯볶음 깍두기	팥밥 새우젓호박국 가지미조림 쇠고기도토리무침 배추김치	브리밥 조개탕 닭불고기 취나물 파김치	단감 저지방우유 사과 딸기	수수밥 동태매운탕 쇠고기떡말이 숙갓생채 배추김치	수수밥 미소된장국 두부찜 오렌지드레싱샐러드 볶은김치	현미밥 감자어묵국 김치전 오이양배추무침 깍두기	검은콩우유 견과류
13	잡곡밥 미역국 닭조림 우영볶음 오이소박이	비빔밥 감자된장국 두부전 깍두기	현미밥 쇠고기국 고등어구이 파리고추조림 배추김치	사과주스 배 저지방우유	현미밥 모시조개국 채소볶음 청포묵무침 갓김치	잡곡밥 양송이버섯찌개 쇠고기편채+겨자장 파리고추찜 배추김치	완두콩밥 콩비지찌개 복어찜 오이부추무침 나박김치	저지방우유 사과 토마토
14	팥밥 계란파국 쇠갈비조림 단호박찜 배추김치	족미밥 어묵국 쇠고기버섯볶음 뫼초무침 깍두기	영양밥 무원장국 돼지고기수육 상추질철이 무말랭이무침	토마토 저지방우유 사과	차조밥 김치콩나물국 찜닭 무생채 오이소박이	산채비빔밥 냉이된장국 쇠고기고추장볶음 새송이조림 얼무김치	현미밥 어묵김치찌개 닭가슴살샐러드 토마토계란볶음 깍두기	저지방우유 홍시 견과류

Table 3-17. 고혈압 환자를 위한 식단

번호	1,800kcal				2,000kcal			
	아침	점심	저녁	간식	아침	점심	저녁	간식
1	현미밥 콩나물무침 삼치유자소스구이 두부취나물무침 오이피클	검은콩밥 달걀파프리카 입연수구이/저염초간장 채소스틱	팥밥 대구지리 닭가슴살버섯볶음 구운채소샐러드 무초절임	저지방우유 키위	보리콩밥 무국 갈치구이/저염초간장 속갓두부무침 저염배추김치	팥밥 건새우아육국 쇠고기채소볶음 얼무나물무침 비트물김치	잡곡밥 미역된장국 닭고기양배추쌈 새송이버섯 부추겉절이	저지방우유 바나나 오렌지 호밀빵
2	검은콩밥 모듬버섯국 두부부침 매밀묵채소무침 양배추겉절이김치	보리밥 복어미역국 최고기장조림 표고버섯볶음 유자철배추겉절이	완두콩밥 냉이된장국 갈치구이/저염초간장 브로콜리볶음 양파겉절이	저지방우유 아몬드 사과당근주스	현미밥 오이냉국 갯잎계란말이 브로콜리무침 물김치	검은콩밥 단배추된장국 카레닭가슴살구이 견과류버섯채소볶음 상추겉절이	콩나물밥/저염양념장 팽이버섯미소국 조개살콩버찌조림 양파피클	딸기 저지방우유 아몬드 키위
3	조밥 생태지리 연두부미역샐러드 더덕무침 비트물김치	현미밥 오이냉국 가지미찜/저염초간장 감자채단호박볶음 양파피클	수수밥 단배추국 달걀흰자말이 들깨호박고지볶음 나박김치	바나나우유 아몬드	보리밥 들깨미역국 콩치배양념구이 버섯샐러드 양파피클	조밥 쇠고기무국 닭매실소스구이 들깨무나물 양배추겉절이김치	검은콩밥 굴국 연두부계란찜/저염양념장 들미나리무침 비트물김치	저지방우유 베 호밀빵 사과
4	보리콩밥 대구지리 소고기두부불고기 얼갈이무침 나박김치	팥밥 연두부국 견과류영양계란찜 버섯굴소스볶음 부추겉절이	고구마밥 시금치국 공지레몬구이 감자냉채 연근물김치	우유 포도	검은콩밥 쇠고기무국 고등어구이/저염초간장 콩나물부추들깨무침 무초절임	팥밥 황태순두부국 돼지고기숙주볶음 근대나물 물김치	현미밥 계란실파국 닭안심단호박찜 참나물겉절이 저염배추김치	저지방우유 오렌지 포도
5	울무콩밥 건새우아육국 닭안심버섯샐러드/저염연겨자소스 곤약표고볶음 양배추겉절이김치	수수밥 콩나물무채국 등심배양념구이 도라지유자무침 연근물김치	검은콩밥 미역냉국 낙지강회/저염강회소스 고사리나물 물김치	우유 배	현미밥 대구지리 갯잎계란말이 느타리버섯볶음 비트물김치	보리밥 연두부국 닭버섯브로콜리구이 달래묵무침 양파피클	완두콩밥 속콩가무국 마늘총쇠고기볶음 숙주나물 물김치	호두우유 딸기 바나나
6	강낭콩밥 속국 고등어카레구이 파프리카부추무침 나박김치	현미밥 순두부맑은국 닭살개소스볶음 시금치땅콩무침 비트물김치	팥밥 복어콩나물국 잔멸치볶음 취나물무침 상추겉절이	오렌지 우유	조밥 복어계란국 들깨마파두부 갯잎볶음 연근물김치	검은콩밥 호박된장국 쇠고기감자찜 실곤약미나리무침 부추겉절이	현미밥 콩나물무채국 입연수구이/저염초간장 시금치나물 비트물김치	저지방우유 토마토 오렌지 파인애플
7	조밥 표고버섯북엇국 쇠고기채소볶음 채소잡채 물김치	현미밥 버섯들깨미역국 고등어구이/저염초간장 무생채 양배추겉절이김치	검은콩밥 글두부국 새우살채소볶음 콩나물삼색채 유자철배추겉절이	검은깨우유 토마토	두부채소볶음밥 팽이버섯미소국 고등어배양념구이 무초절임	팥밥 냉이무국 닭살개소스볶음 무생채 양배추겉절이김치	보리콩밥 두부계란탕 쇠고기양배추볶음 콩나물무침 부추겉절이	저지방우유 사과 토마토 호밀빵
8	콩나물밥/저염양념장 팽이버섯미소국 청경채굴소스볶음 나박김치	팥밥 바지락맑은탕 계육생강볶음 시금치나물 부추겉절이	현미밥 간자맑은국 가지미구이 두부숙주나물무침 물김치	우유 딸기	취나물밥/저염양념장 콩나물무채국 두부감자전 비트물김치	현미밥 건새우아육국 가지미찜/저염초간장 콩나물삼색채 연근물김치	보리콩밥 버섯들깨미역국 닭고기두부샐러드 브로콜리숙회/저염초간장 저염배추김치	저지방우유 포도 키위
9	영양밥/저염양념장 황태순두부국 닭살구이/사시마쌈 양배추겉절이김치	현미밥 굴국 돼지불고기 파프리카냉잡채 비트물김치	보리밥 소고기무국 두부전/저염초간장 도라지나물 부추겉절이	배 저지방우유	고구마밥 콩가루배추된장국 닭가슴살볶음 참나물겉절이 물김치	검은콩밥 느타리버섯국 소고기양배추를 들나물 양파피클	현미밥 홍합살국 연두부미역샐러드 호두양념시금치 오이김치	저지방우유 딸기 바나나
10	조밥 미역된장국 닭가슴살냉채 가지튀김 양파피클	수수밥 시금치연두부탕 콩샐러드 브로콜리숙회 물김치	취나물밥/저염양념장 콩나물국 느타리버섯볶음 비트물김치	키위 저지방우유	팥밥 복어콩나물국 쇠고기배양념구이 더덕무침 양파피클	검은콩밥 대구지리 계육생강볶음 미역들깨무침 물김치	현미밥 곤약두부국 닭가슴살숙주냉채 취나물무침 비트물김치	저지방우유 오렌지 사과
11	현미밥 콩나물무채국 돼지고기숙주볶음 버섯마늘샐러드 양배추겉절이김치	완두콩밥 모시조개국 쇠고기감자찜 애호박전/저염초간장 부추겉절이	보리밥 두부달걀탕 아몬드멸치볶음 다시마채무침 연근물김치	아몬드 딸기우유	검은콩밥 호박된장국 너비아니구이 얼갈이무침 저염배추김치	현미밥 생태지리 시금치계란찜 파프리카오이무침 무초절임	산채비빔밥/저염양념장 굴두부국 쇠고기청경채볶음 양파피클	저지방우유 호두 파인애플 키위 토마토
12	검은콩밥 건새우아육국 두부감자전/저염초간장 아몬드브로콜리 무초절임	조밥 팽이버섯미소국 마늘총쇠고기볶음 콩가루고사리무침 양배추겉절이김치	현미밥 오이냉국 카레닭가슴살구이 숙주미나리무침 비트물김치	굴 저지방우유	보리콩밥 시금치국 돼지불고기 감자채단호박볶음 연근물김치	영양밥 오이냉국 연두부미역샐러드 애호박들깨볶음 양파피클	조밥 모듬버섯국 가지미구이/저염초간장 시금치땅콩무침 양배추겉절이김치	저지방우유 사과 딸기
13	새싹두부비빔밥/저염간장 냉이무국 비름나물무침 양파피클	수수밥 복어계란국 닭안심단호박찜 숙주나물 상추겉절이	검은콩밥 콩나물무채국 해산물샐러드/저염연겨자소스 우영잡채 물김치	저지방우유 사과	잡곡밥 맑은소고기국 고등어카레구이 곤약표고볶음 양파피클	완두콩밥 복어콩나물국 잔멸치볶음 우거지무침 무초절임	현미밥 부추애호박국 검은깨두부스테이크 취나물볶음 물김치	저지방우유 오렌지 호밀빵 바나나
14	검은콩밥 홍합살미역국 콩치구이 달래무무침 물김치	팥밥 두부된장국 닭고기양배추쌈 두부취나물무침 나박김치	보리밥 속국 숙원전 오이선 부추겉절이	저지방우유 오렌지	검은콩밥 냉이들깨국 닭가슴살냉채 도라지유자무침 비트물김치	팥밥 복어미역국 돼지고기숙주/두부쌈장 가지나물 부추겉절이	조밥 바지락맑은탕 순두부새싹샐러드 비름나물무침 무초절임	저지방우유 딸기 사과

3) 고지혈증 환자를 위한 밥 중심 식단자료집 개발

고지혈증 환자를 위한 밥 중심 식사패턴을 개발하여 e-book 형태로 자료집을 제작 함. 자료집은 크게 고지혈증 관리를 위한 식생활 정보와 권장 식단으로 구성됨.

- 식생활 정보: 식품구성자전거, 식생활지침, 올바른 식품 선택(영양표시 이용, 영양소밀도), 밥 중심 식사의 특성(밥 중심 식사의 장점), 고지혈증 바로 알기(고지혈증이란, 고지혈증의 원인, 고지혈증의 위험성, 고지혈증의 진단기준), 고지혈증 식사관리(포화지방 섭취 줄이기, 콜레스테롤 섭취 줄이기 등), 식품교환법에 의한 식품 선택, 식품교환법에 의한 식사계획으로 구성됨.
- 권장 식단: 열량은 1,800kcal과 2,000kcal 으로 나누어 각각 14일치의 식단을 제공함.



Fig. 3-9. 고지혈증 환자를 위한 식단자료집 구성 예시

4) 고혈압 환자를 위한 밥 중심 식단자료집 개발

고혈압 환자를 위한 밥 중심 식사패턴을 개발하여 e-book 형태로 자료집을 제작 함. 고혈압 관리를 위한 식생활 정보와 권장 식단으로 구성됨.

- 식생활 정보: 식품구성자전거, 식생활지침, 올바른 식품 선택(영양표시 이용 및 영양소밀도), 밥 중심 식사의 특성(밥 중심 식사의 장점), 고혈압 바로 알기(고혈압이란, 고혈압의

진단기준, 고혈압의 원인), 고혈압 관리(싱겁게 먹기 실천방법, 저염식사의 허용식품과 제한식품, 혈압을 낮추는 식사조절 방법 등), 식품교환법에 의한 식품 선택, 식품교환법에 의한 식사계획으로 구성되어 있음.

○ 권장 식단: 열량은 1,800kcal과 2,000kcal 으로 나누어 각각 14일치의 식단을 제공함.

차례	식생활 정보
<p>차례</p> <p>목차</p> <p>I. 고혈압 관리를 위한 식생활 정보</p> <ul style="list-style-type: none"> • 건강형 식생활 4 • 밥 중심 식사요법 7 • 고혈압 배식법 8 • 고혈압 식사원칙 10 <p>II. 고혈압 식단</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,800kcal 식단 14 • 2,000kcal 식단 46 <p>2 고혈압을 위한 식생활 정보</p> <p>고혈압 관리를 위한 식생활 정보</p>	<p>식생활 정보</p> <p>고혈압 관리를 위한 식생활 정보</p> <p>고혈압 바로 알기</p> <p>고혈압이란 혈압이 평상시 135/85mmHg 이상으로 높을 때를 말합니다. 혈압은 수축기 혈압과 이완기 혈압으로 나뉘는데, 수축기 혈압이 135mmHg 이상으로 높을 때를 수축기 고혈압, 이완기 혈압이 85mmHg 이상으로 높을 때를 이완기 고혈압이라고 하며, 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 높을 때는 고혈압이라고 합니다. 고혈압은 만성 질환으로 고혈압이 오래 지속되면 뇌졸중, 심근경색, 신장질환 등 다양한 합병증을 유발할 수 있습니다.</p> <p>고혈압 예방</p> <p>고혈압은 예방이 가능하며, 건강한 생활습관을 통해 예방할 수 있습니다. 예방을 위해서는 싱겁게 먹기, 규칙적인 운동, 스트레스 관리, 금연, 금주 등이 중요합니다.</p> <p>고혈압 관리</p> <p>고혈압을 관리하기 위해서는 정기적인 혈압 측정, 의사의 처방에 따른 약물 복용, 건강한 생활습관 유지가 중요합니다. 또한, 고혈압 환자는 정기적으로 의사와 상담하여 건강 상태를 점검해야 합니다.</p> <p>3 고혈압을 위한 식생활 정보</p>
식단	식단
<p>1,800cal 식단</p> <p>1,800cal 식단</p> <p>이름: 건강형 식사 특징: 밥 중심 식사, 싱겁게 먹기, 규칙적인 운동, 스트레스 관리, 금연, 금주</p> <p>1,800cal 식단</p> <p>이름: 밥 중심 식사 특징: 밥 중심 식사, 싱겁게 먹기, 규칙적인 운동, 스트레스 관리, 금연, 금주</p> <p>14 고혈압을 위한 식생활 정보</p>	<p>2,000cal 식단</p> <p>2,000cal 식단</p> <p>이름: 밥 중심 식사 특징: 밥 중심 식사, 싱겁게 먹기, 규칙적인 운동, 스트레스 관리, 금연, 금주</p> <p>2,000cal 식단</p> <p>이름: 밥 중심 식사 특징: 밥 중심 식사, 싱겁게 먹기, 규칙적인 운동, 스트레스 관리, 금연, 금주</p> <p>46 고혈압을 위한 식생활 정보</p>

Fig. 3-10. 고혈압 환자를 위한 식단자료집 구성 예시

[2-2세부]

제 1절 초임계 유체를 이용한 쌀눈유로부터 Vitamin E류의 분리 농축

1. 연구개발 수행 내용

가. 쌀눈유의 에스터화

식품에는 페타놀은 사용할 수 없고 따라서 메틸 에스터 형태 대신 쌀눈유를 에틸에스터로 전환하였다. 일차 쌀눈유 추출은 쌀눈으로부터 n-hexane을 이용 추출하였다. 추출된 쌀눈유를 sodium ethoxide를 촉매로하여 쌀눈유에 함유된 중성지질을 에틸 에스터 화 하였다. 그 과정은 쌀눈유 100 g에 sodium ethoxide 2g, ethanol 300 mL를 가하고, reflux heating을 통하여 반응을 1시간동안 진행 하였다. 반응이 끝난 후 실온에서 냉각하고 여기에 증류수 200 mL를 가하여 sodium ethoxide 및 glycerol을 제거 하였다. 에스터화된 쌀눈유에 sodium sulfate anhydrous를 처리하여 수분을 제거하였다. 수분이 제거된 에틸 에스테르화 쌀눈유를 시료로 사용하였다.

나. Vitamin E류 분석

Vitamin E류 (tocopherol + tocotrienol) 분석 전처리는 AOCS의 방법에 따라 시행하였으며 그 과정은 다음과 같았다. 전처리 후 HPLC 분석 조건은 Table 1과 같았다.

- (1) 1g 시료유지에 5% pyrogallol ethanol solution 4ml을 가하여 잘 흔들어주고 50%KOH용액 1ml를 가한다.
- (2) Hot plant에서 가열해주고 끓은 상태에서 5분 유지한다.
- (3) 이 용액에서 D.W 20ml를 가하고 250ml의 separate funnel로 옮긴후 30ml의 diethyl ether를 가해 1분간 흔들어 준다.
- (4) 하층부를 다시 separate funnel에 30ml diethyl ether를 가하고 층 분리가 되면 하층부를 다시 separate funnel로 옮긴다.
- (5) 이와 같은 조각을 2회 반복한 후 상층부를 모두 합하고 여기에 20ml의 증류수를 가하여 흔든 후 물 층을 제거한다.
- (6) Diethyl ether층을 40도 이하에서 감압농축 한다.
- (7) 농축수기 벽면을 hexane으로 잘 씻어낸 후 여과하여 수분 및 불순물을 제거한 후 여과액을 10ml 정용플라스크로 옮기고 n-hexane으로 표선까지 채운 후 Vitamin E을 분석 시료로 사용한다.
- (8) HPLC chromatogram상에서 분리된 Vitamin E는 표준 Vitamin E retention time과 비교하여 동정한다.
- (9) Vitamin E류 정량을 위해서 α -, β -, γ -, δ - tocopherol 표준품을 각각 5ppm, 10ppm, 20ppm, 30ppm, 50ppm, 100ppm의 농도로 하여 분석한 HPLC chromatogram의 peak 면적비를 기준으로 Vitamin E의 함량을 구한다.

Table 1. The HPLC condition for the analysis of Vitamin E

Parts	Condition
Injector	Rheodyne(Rohnert Park,CA) injection with a 100 μ l sample loop
Column	LichrospherSi-60column(250*4.6mm i.d Merk co.)
Mobile phase	hexane:2-propanol(99:1,v/v)
Fluorescence Detector	excitation:298nm/emission:325nm
Flow	1ml/min

다. 초임계 이산화탄소를 이용한 Vitamin E류 농축

Vitamin E류 농축에 사용된 초임계 이산화탄소 추출, 농축 장치는 Figure 1과 같았다. 추출 및 농축과정은 시료유지인 에틸 에스터화된 쌀눈유 50g을 액체 전용 고압 추출기에 넣고 온도가 유지될 수 있는 oven에 장착하였다. 일정 온도에 도달하면, 가압부분을 통하여 CO₂를 분당 1 - 5L로 흘려 주면서 추출이 시작 되었다. 일정 간격으로 CO₂ 소비량에 따른 추출유지를 분획하고 각 분획의 유지무게와 HPLC를 이용한 Vitamin E류 분석을 수행 하였다. 추출은 에스테르 유지가 45-46g 까지 추출될 때 까지 추출, 농축이 실시되었다. 추출과정이 끝난 후 Vitamin E류 농축물로 예측되는 추출 잔류물 (residue)의 무게와 Vitamin E류 함량을 측정 하였다. 이상의 농축과정의 Flow sheet는 Figure 2와 같다.

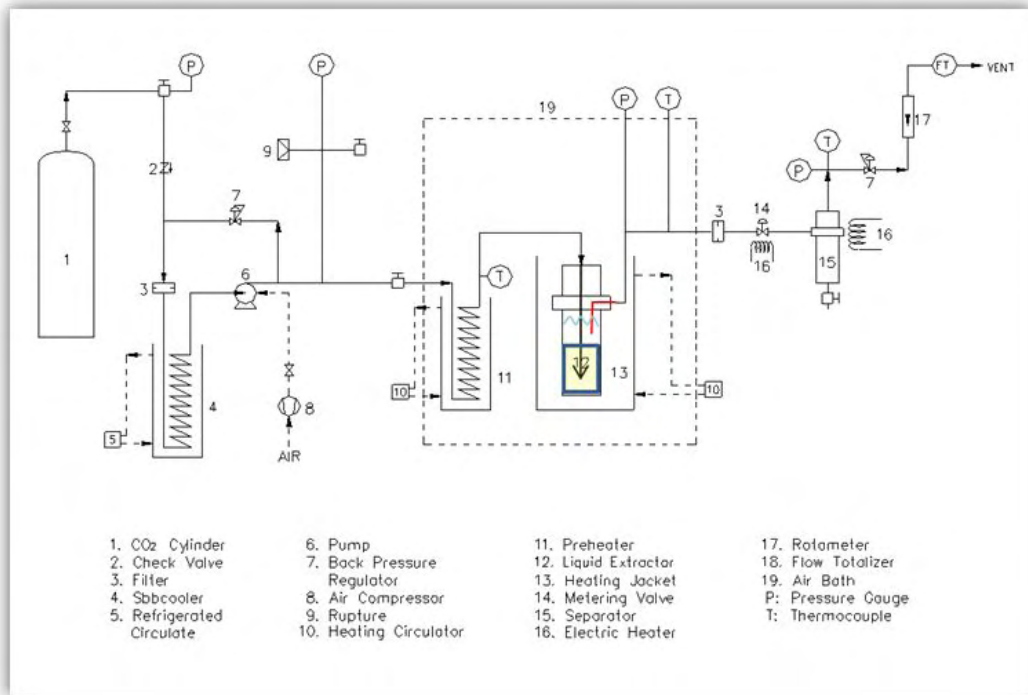


Figure 1. A schematic diagram for SC-CO₂ extraction

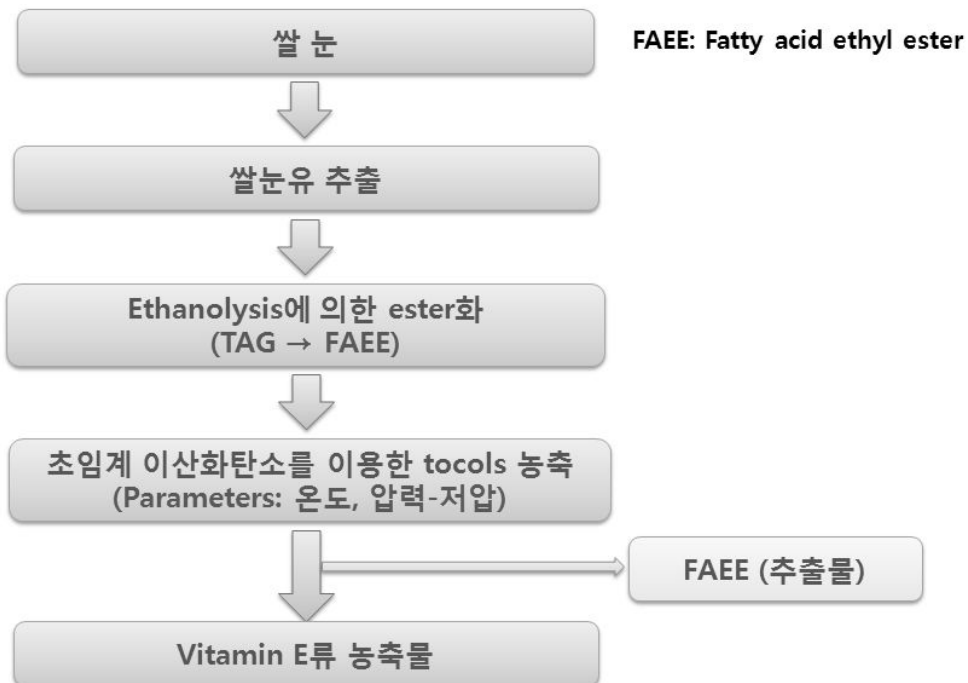


Figure 2. Procedure of concentration of Vitamin E homologue from rice germ

2. 세부연구수행 결과

쌀눈유내 함유된 Vitamin E 류 농축을 위하여 에틸 에스터화된 쌀눈유를 추출기에 넣고 13.0 Mpa, 14.5 Mpa, 15.6 Mpa의 압력과 35℃, 45℃, 55℃에서 추출 및 농축과정이 실시되었다. 35℃의 온도와 세가지 압력 (13.0 Mpa, 14.5 Mpa, 15.6 Mpa)에서 CO₂ 소비량에 따른 추출 유지류의 량과 추출된 유지류 내 tocol 함량의 변화를 조사하여 보았다. 그 결과 Figure 3와 같이 CO₂ 소비량 증가에 따라 유지류의 추출 량 및 추출된 유지류내 Vitamin E류 추출량이 증가되는 현상을 나타냈다. 한편 압력 증가에 따라 그 변화는 뚜렷한 것으로 나타났다.

Figure 4는 45℃의 온도와 세 가지 압력 (13.0 Mpa, 14.5 Mpa, 15.6 Mpa)에서 CO₂ 소비량에 따른 추출 유지류의 량과 추출된 유지류 내 Vitamin E 함량의 변화를 조사한 결과로서 35℃와 비교하여 추출 속도가 크게 느려지는 것으로 나타난 반면에 추출된 유지류내 Vitamin E류 함량은 크게 감소하는 경향을 보여 주었으며, 압력 감소에 따라 이러한 현상은 두렷이 나타났다. Figure 5은 55℃의 온도와 세 가지 압력에서 CO₂ 소비량에 따른 추출 유지류의 량과 추출된 유지류 내 Vitamin E류 함량의 변화를 조사한 결과로서 추출을 감소현상 및 추출된 유지류내 Vitamin E류 함량 감소 현상이 보다 분명히 나타났다. 이상의 결과는 온도 증가 및 압력 감소로 인한 CO₂ 밀도 감소로 인한 Vitamin E류의 급격한 감소에 기인된 것으로 예측된다.

본 연구는 유지류 추출물로 Vitamin E류를 농축하는 기존의 방식이 아닌 잔존물에 Vitamin E류를 농축하는 방식으로 Vitamin E 추출물이 비교적 가장 낮은 압력 운전 조건인 55℃, 14.5 Mpa이 최적 농축조건으로 나타났다. 이러한 현상은 잔존물의 분석에서 보다 뚜렷이 나타났다 (Figure 6).

Figure 3. Effect of pressure on extraction yield of oily substance (A), and Vitamin E (B) as a function of amount of CO₂ used at 35°C using SC-CO₂ extraction of esterified rice germ oil. Circle: 13.0 Mpa, Square: 14.5 Mpa, Triangle: 15.6 Mpa

Figure 4. Effect of pressure on extraction yield of oily substance (A), and Vitamin E (B) as a function of amount of CO₂ used at 45°C using SC-CO₂ extraction of esterified rice germ oil. Circle: 13.0 Mpa, Square: 14.5 Mpa, Triangle: 15.6 Mpa

Figure 5. Effect of pressure on extraction yield of oily substance (A), and Vitamin E (B) as a function of amount of CO₂ used at 55°C using SC-CO₂ extraction of esterified rice germ oil. Circle: 13.0 Mpa, Square: 14.5 Mpa, Triangle: 15.6 Mpa

Figure 6. Vitamin E levels in residues obtained at different pressures and temperatures using SC-CO₂ extraction of esterified rice germ oil.

제 2절 효소적 방법을 이용 쌀유래 policosanol과 conjugated linoleic acid (CLA)의 wax ester 합성

1. 연구개발 수행 내용

가. Policosanol-CLA 에스터 합성

미강으로부터 현재 시중에 옥타코사놀로 유통되는 상용화된 policosanol (octacosanol; 14%)을 시료로 사용 하였으며, CLA 역시 건식용으로 유통되는 것 (70% 순도: 9,11-CLA + 10, 12-CLA)을 사용하였다. 반응 과정은 다음과 같았다. Figure 7과 같이 이중 jacket으로 된 효소 반응기에 일정 몰 비율의 policosanol과 CLA를 혼합 총 10g이 되게 시료를 가하였다. circulator를 이용하여 반응기의 온도를 일정 하게 유지되면, 효소를 가하고 200 rpm의 속도로 교반 하면서 반응을 시작 하였다. 반응과정중 일정 시간간격으로 시료 50 mg을 취하여 분석에 사용 하였다. 반응은 총 120 분간 실시하였다.



Figure 7. Reaction system for synthesis of policosanol-CLA by enzymatic esterification

나. Gas chromatography를 이용한 Policosanol-CLA ester 분석

Policosanol-CLA ester 함량은 gas chromatography를 이용하여 분석 하였다. 분석과정은 10 mg

반응물을 1ml의 chloroform에 녹인 후 직접 주입하였다. 분석에 사용된 column은 고온 capillary column으로 agilent사 DB-1ht column으로 자세한 분석조건은 Table 2와 같았다.

Table 2. The GC condition for the analysis of Policosanol-CLA ester

Part	Conditions
Injector	380°C, split (50:1)
Column	DB-1ht Capillary Colum, 15m × 0.25mm i.d., × 0.15µm film thickness
Carrier gas	He (1.5 mL/min)
Oven temp.	150°C (10min) → 10°C/min → 380°C (10min)
Detector temp.	380°C

2. 세부연구수행 결과

가. Parameter별 Phospholipid-CLA ester 합성

상업적으로 이용되는 Octacosanol (14%) 함유 Policosanol의 융점은 75-80°C 정도로 매우 높으며 이렇게 높은 융점은 유지류 식품에 재 첨가시 결정화 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 융점감소 뿐만 아니라 천연 형태의 wax ester 재합성 및 재합성 과정시 사용 지방산으로 기능성 지방산인 conjugated linoleic acid (CLA)를 donor로 하여 효소적 방법으로 phospholipid-CLA ester 화합물을 합성 하였다. 그 반응 과정은 Figure 8과 같다.

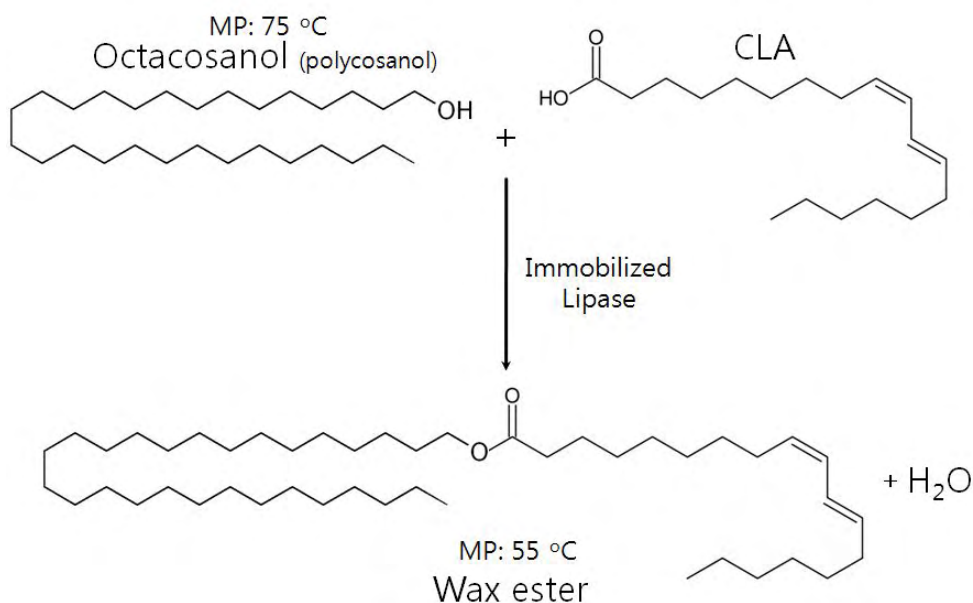


Figure 8. Synthesis of wax ester from policosanol and conjugated linoleic acid (CLA) by lipase-catalyzed esterification

(1) Phospholipid-CLA ester 화합물 합성을 위한 효소 screening

Phospholipid-CLA ester 화합물 합성을 위해 3종의 고정화효소와 4종의 powder type 효소 총 7종이 조사 되었다. 그 결과 *Candida antarctica* 유래 lipase인 Novozym 435 (Novo 사, 고정화 효소)가 가장 우수한 것으로 나타났다 (Figure 9).

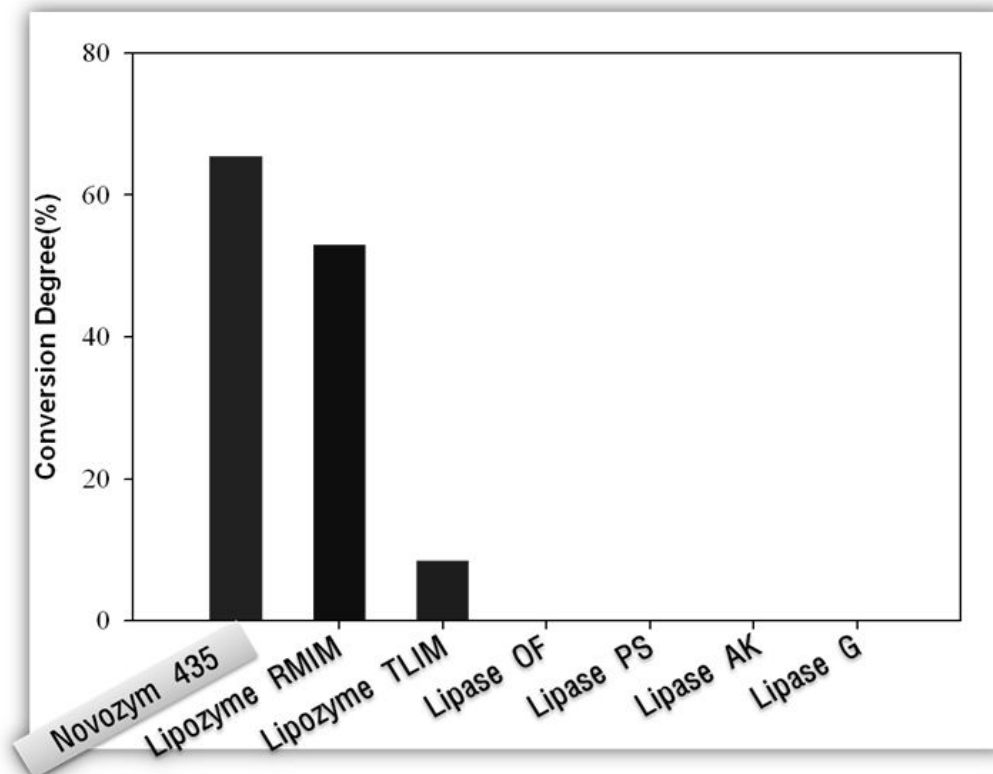


Figure 9. Enzyme screening for synthesis of Phospholipid-CLA

(2) 온도에 따른 Phospholipid-CLA 합성효과

Phospholipid-CLA ester 화합물 합성을 위해 선정된 효소인 Novozym 435를 이용 최적 반응온도를 조사하여 보았다. 이때 효소량은 기질대비 무게비로 2.5%, 교반속도는 200 rpm, policosanol: CLA의 몰비율은 1:2, 였으며, 기질(policosanol+CLA)의 총량은 10g 으로 하였으며, 반응은 120동안 실시 하였다. 측정된 온도범위는 40 - 80 °C 였으며, 그 결과 Figure 10과 같았다. 반응온도가 상승함에 따라 60°C까지 합성율에 있어서 급격한 증가하는 경향을 보였으나, 60°C부터 80°C까지는 초기 반응기간을 제외하고는 60분 이후부터는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

이러한 현상은 policosanol의 융점 (78°C)과 생성된 Phospholipid-CLA의 융점에 영향으로 예측된다. Figure 11에서 보듯이 측정된 Phospholipid-CLA의 융점의 경우 약 55°C로 나타났으며, 이 온도는 반응온도 40, 50°C보다 높은 온도로 반응물중 policosanol 뿐만 아니라 생성된 Phospholipid-CLA 융점보다 낮은 반응온도이기 때문인 것으로 예측된다. 따라서 최적 반응온도는 60°C로 결정되었다.

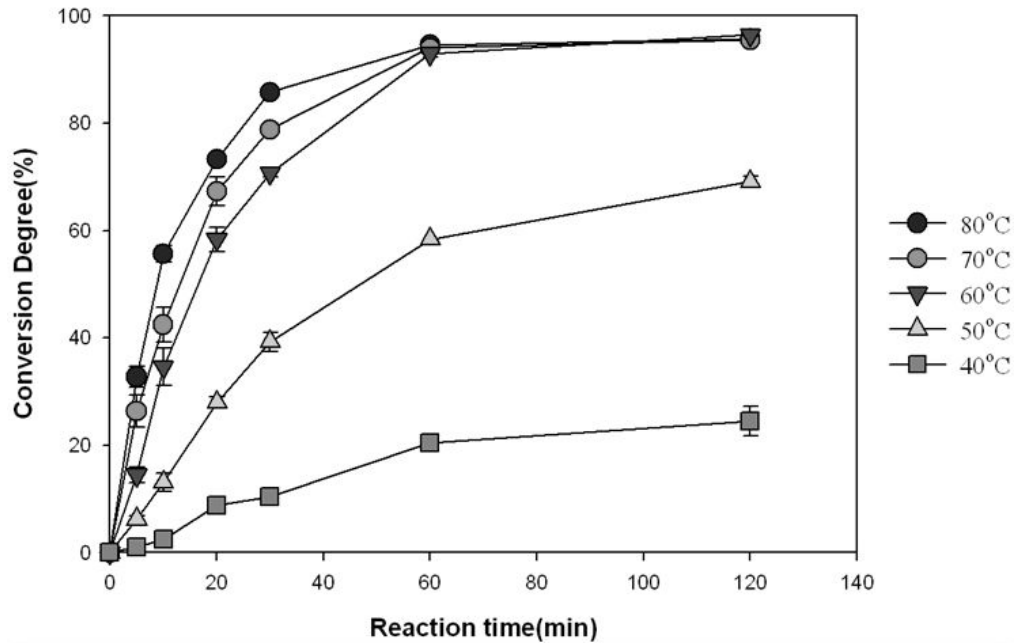


Figure 10. Effect of temperature on the synthesis of Phospholipid-CLA ester

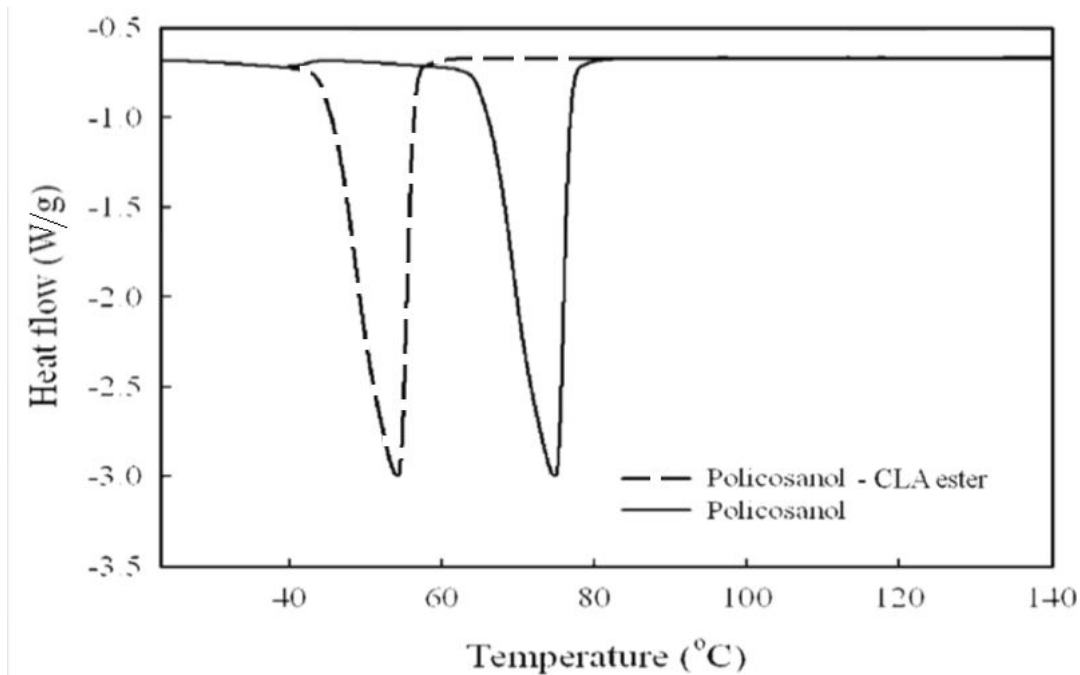


Figure 11. Melting points of policosanol and policosanol-CLA ester

(3) 물 비율에 따른 Phospholipid-CLA 합성효과

Phospholipid-CLA ester 화합물 합성을 위해 최적 물 비율 (policosanol:CLA)을 조사하여 보았다. 반응온도는 60°C로 고정 하였으며, 그 이외의 반응조건은 2)의 경우와 같았으며, 조사된 물 비율 범위는 1:1 - 1:8의 사이였다. 물비율이 1:1에서 1:2로 증가함에 따라 큰 폭의 증가추세를 보여 주었다

(Figure 12). 한편 차이는 크지 않지만 몰 비율 증가에 따라 초기 30분까지는 1:2부터 1:8 까지 몰 비율이 증가함에 증가되는 경향을 보여 주었다. 그러나 이러한 경향은 60분 이후에는 유의적으로 차이를 보여 주지 못하였다. 따라서 최적 반응 몰 비율은 1:2로 결정 하였다.

(4) 효소량에 따른 Phospholipid-CLA 합성효과

Phospholipid-CLA ester 화합물 합성을 위해 최적 효소량을 조사하여 보았다. 반응온도 및 몰비율은 60°C와 1:2로 고정 하였으며, 그 이외의 반응조건은 2)의 경우와 같았다. 30분까지의 초기반응에서는 5% 까지 효소량 증가에 합성율이 꾸준한 증가 추세를 보였으나, 5%와 20% 사이에는 큰 차이를 보여 주지 않았다 (Figure 13). 그러나 60분 이후에는 2.5% 역시 큰 차이를 보여 주지 못하였으며, 120분에서는 1.25% 조차도 2.5% 이상의 효소량에 대한 결과와 큰 차이를 나타내지 못하였다.

이상의 결과로부터 Phospholipid-CLA 합성율에 대한 매우 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 보다 합리적인 최적조건 설정을 위하여 RSM (표면 반응분석: Response surface methodology) 조건하에 재 실험이 실시되었다.

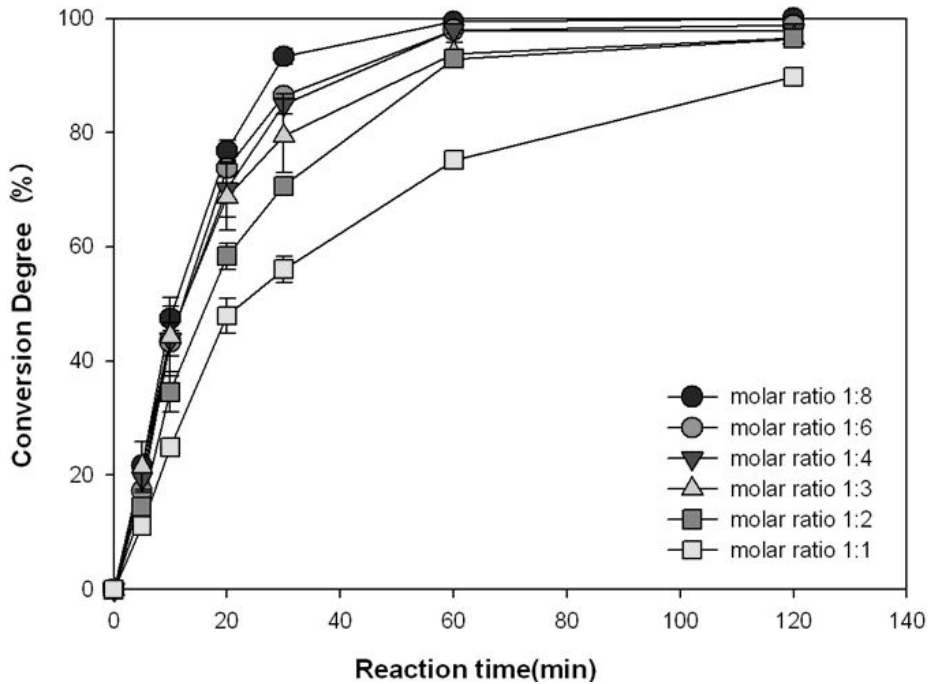


Figure 12. Effect of molar ratio (policosanol:CLA) on the synthesis of Phospholipid-CLA ester

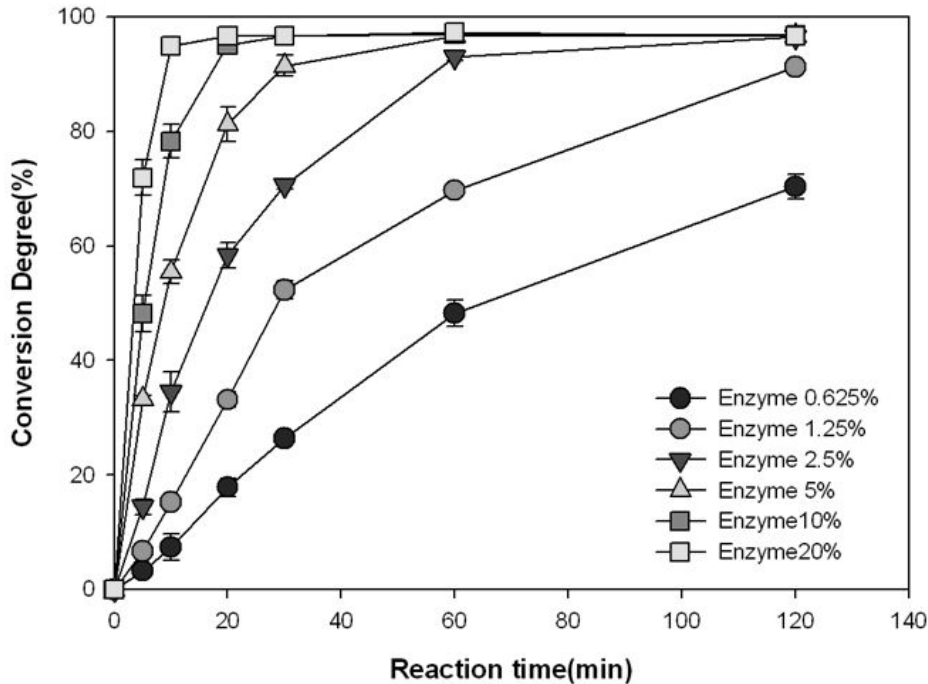


Figure 13. Effect of enzyme loading on the synthesis of Phospholipid-CLA ester

나. Response Surface Methodology (RSM)에 의한 Phospholipid-CLA ester 합성 최적화

RSM 분석에 의한 실험을 위하여 사용된 통계 program은 Design Expert 8.0 이었다.

본 RSM 분석에서는 parameter별 분석 결과와, 생산 효율을 고려하여 policosanol:CLA 몰비율을 1:2로 고정 하였다. RSM 분석에서 조사된 parameter는 반응시간, 반응온도, 효소량등 3가지 parameter에 대한 RSM 분석을 실시 하였다. 각 parameter별 실험 조건은 다음과 같았다. 온도의 경우 50℃를 center값으로 하였으며 +1에 해당되는 온도는 65℃, -1에 해당되는 온도는 35℃였으며, outer point 또는 star point에 해당되는 온도는 28.79℃와 71.21℃로 하였다. 효소량의 경우에는 3% 를 center값 (0)으로 하였으며 +1에 해당되는 효소량은 5%, -1에 해당되는 효소량은 1%였으며, outer point 또는 star point에 해당되는 효소량은 0.17%와 5.83% 였다. 한편 반응온도의 경우 30 분을 center값 (0)으로 하였으며 +1에 해당되는 반응시간은 50분, -1에 해당되는 효소량은 10분이었고, outer point 또는 star point에 해당되는 반응시간은 1.72분과 58.28분 이었다. Table 3은 RSM 변수값으로부터 얻어진 합성율 (CD: Conversion degree)로서 최저 0.87%부터 최대 96.55%까지의 합성율 결과를 나타내었다. 한편 본 model이 적합한가를 판단할수 있는 Anova 결과는 Table 4와 같이 Lack of fit에 대한 p-value가 0.05 이상으로 예측 model로 parameter가 적합하게 설정되었음을 확인할 수 있었다. 이상의 RSM 분석으로부터 얻어진 예측값들 (predicted values)과 실제 측정치 (observed values)사이의 관계식을 Figure 14과 같이 R²값이 0.9이상으로 나타나 예측 model의 신뢰도가 높은 것으로 나타났다.

Figure 15는 예측 model식으로 부터 효소량과 온도, 그리고 반응시간과 온도에 대한 contour plots을 나타낸 결과 이다. 이상의 결과로부터 예측 model로부터 얻어진 3가지 최적조건 (62.9℃, 4.9% enzyme loading; 64.9℃, 4.9% enzyme loading; 65.0℃, 5.0% enzyme loading)에서 반응시간에 따른 합성율을 재분석하여 보았다. 그 결과 Figure 16과 같이 3가지 조건 모두에서 30분 내에 평형에 도달 하였으며, 95%이상의 합성율을 나타내었다.

따라서 RSM 분석을 통한 최적 반응조건은 반응온도 63-65℃의 범위, 효소량 5%, 반응시간은 30분 이상으로 나타났다.

Table 3. Central Composite Design Arrangement and Responses for Novozym 435-catalyzed esterification to synthesis of Phospholipid-CLA ester

Exp. No.	Reaction parameters			Responses
	Te (°C)	En (%)	<i>t</i> (min)	DE (mol%)
1	35 (-1)	1 (-1)	10 (-1)	0.1 ± 0.2 ^b
2	65 (+1)	1 (-1)	10 (-1)	15.8 ± 1.9
3	35 (-1)	5 (+1)	10 (-1)	1.9 ± 1.1
4	65 (+1)	5 (+1)	10 (-1)	71.1 ± 0.2
5	35 (-1)	1 (-1)	50 (+1)	1.3 ± 1.3
6	65 (+1)	1 (-1)	50 (+1)	62.3 ± 1.3
7	35 (-1)	5 (+1)	50 (+1)	14.2 ± 3.5
8	65 (+1)	5 (+1)	50 (+1)	96.6 ± 0.1
9	28.8 (-1.414)	3 (0)	30 (0)	0.9 ± 0.4
10	71.2 (+1.414)	3 (0)	30 (0)	90.0 ± 3.1
11	50 (0)	0.17 (-1.414)	30 (0)	1.3 ± 0.1
12	50 (0)	5.83 (+1.414)	30 (0)	60.2 ± 0.2
13	50 (0)	3 (0)	1.72 (-1.414)	1.1 ± 0.2
14	50 (0)	3 (0)	58.28 (+1.414)	60.3 ± 1.1
15	50 (0)	3 (0)	30 (0)	43.6 ± 2.0
16	50 (0)	3 (0)	30 (0)	43.2 ± 1.7
17	50 (0)	3 (0)	30 (0)	40.3 ± 0.5
18	50 (0)	3 (0)	30 (0)	46.8 ± 0.4
19	50 (0)	3 (0)	30 (0)	48.7 ± 0.3
20	50 (0)	3 (0)	30 (0)	36.6 ± 0.5

^aTe = temperature; En = enzyme loading; i.e. weight percent of total substrates; *t* = reaction time; DE = degree of esterification of policosanol with conjugated linoleic acid. ^bMean ± standard deviation (*n*=2).

Table 4. Anova table for refined model

	SS	df	MS	F-value	p-value
Regression	17542.48	7	2506.07	41.57	< 0.0001
Residual	723.40	12	60.28		
Lack of fit	628.74	7	89.82	4.74	0.053
Pure error	94.66	5	18.93		

^aAbbreviations: SS, sum of squares; df, degrees of freedom; MS, mean square.

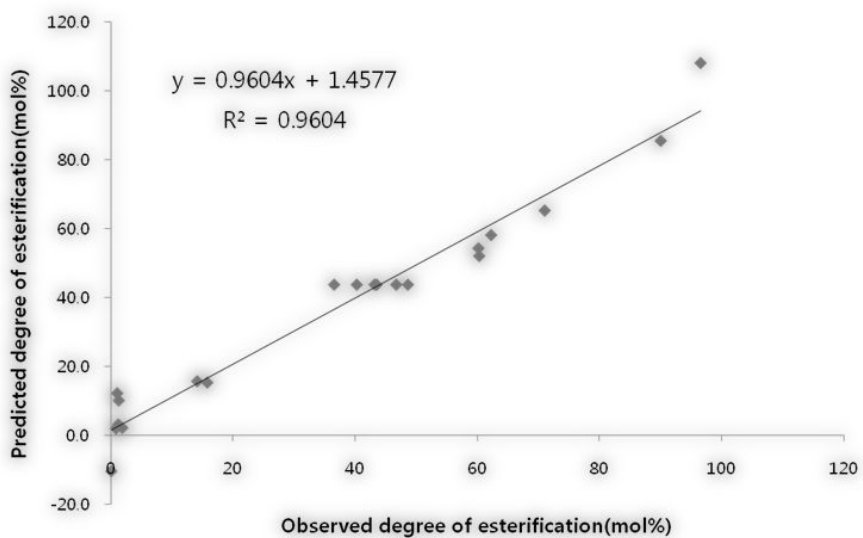


Figure 14. Relationships between observed values and values of predicted by the model

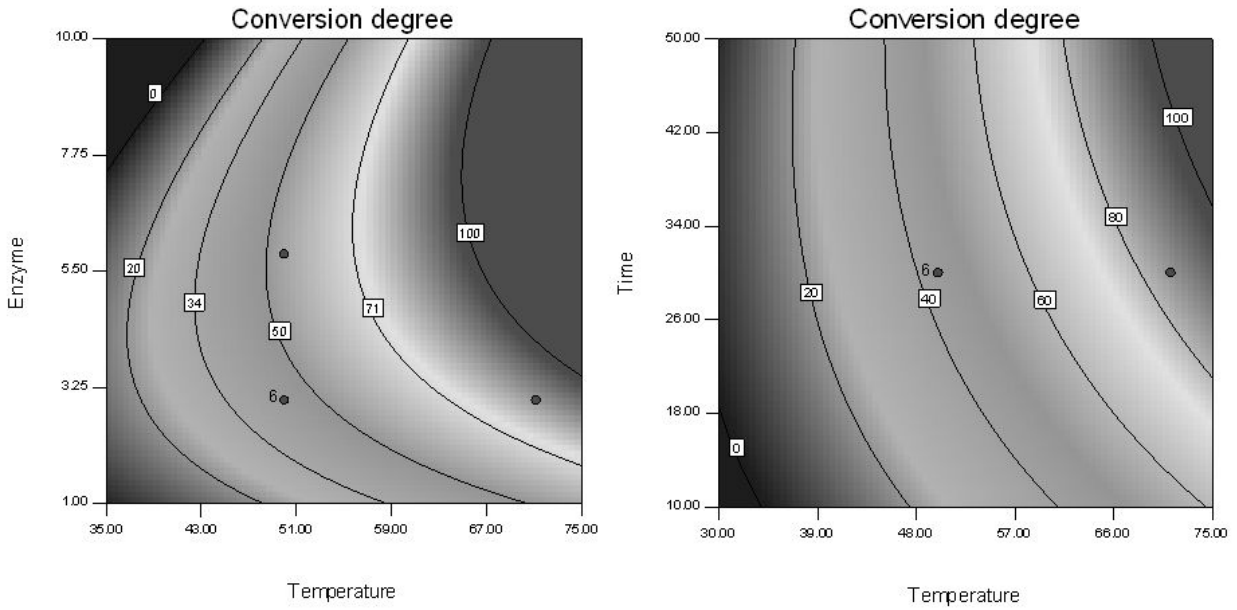


Figure 15. Contour plots between parameters for conversion degree in synthesis of Phospholipid-CLA ester

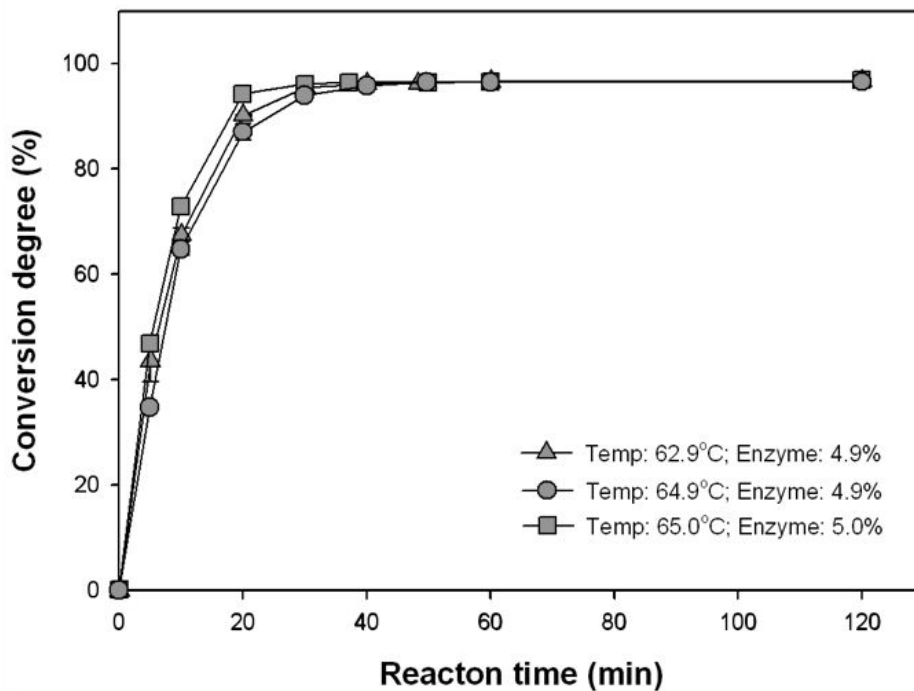


Figure 16. Time course for the predicted three optimal reactions

다. Phospholipid-CLA 재첨가 실험

Figure 17은 본 연구에서 기질로 사용된 policosanol과 합성된 Phospholipid-CLA를 보여주고 있다. 합성된 Phospholipid-CLA를 시판 현미유에 재첨가하여 결정화 test가 실시되었다. 그 결과 Figure 18과 같이 policosanol의 경우 10mg 첨가 후부터 혼탁현상이 관찰된 반면에 Phospholipid-CLA의 경우에는 30 mg까지 혼탁 현상이 나타나지 않았다. 이상의 결과로부터 Phospholipid-CLA의 경우 기존 정제된 현

미유에 함유된 10mg보다 3배의 policosanol을 첨가할수 있다는 결과를 얻을 수 있었을 뿐만 아니라 현미유에 함유되어 있지 않은 기능성 지방산을 공급할수 있다는 증거를 보여 주었다.

따라서 2차년도 연구에서는 타 기능성 지방산과의 가능성 실험 및 합성물의 산화 안정성에 대한 연구가 지속될 예정이다.

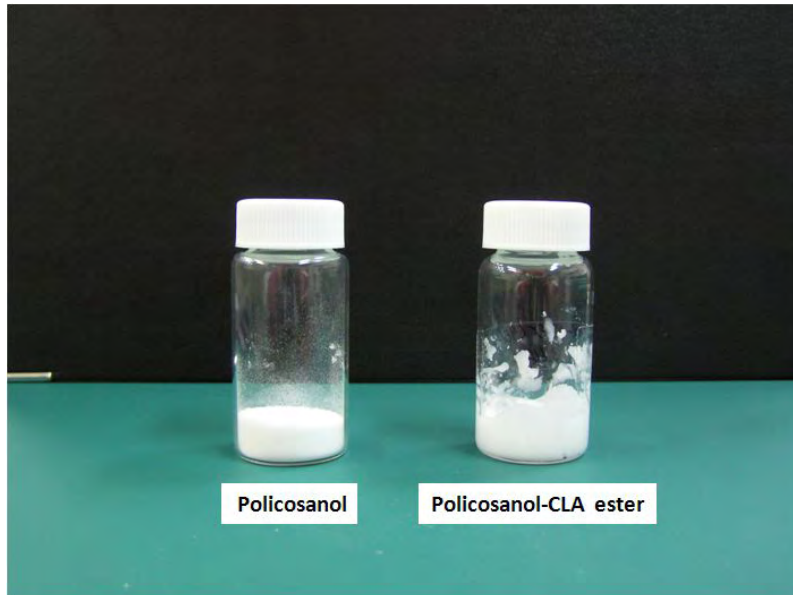


Figure 17. Policosanol and policosanol-CLA ester synthesized by lipase-catalyzed esterification

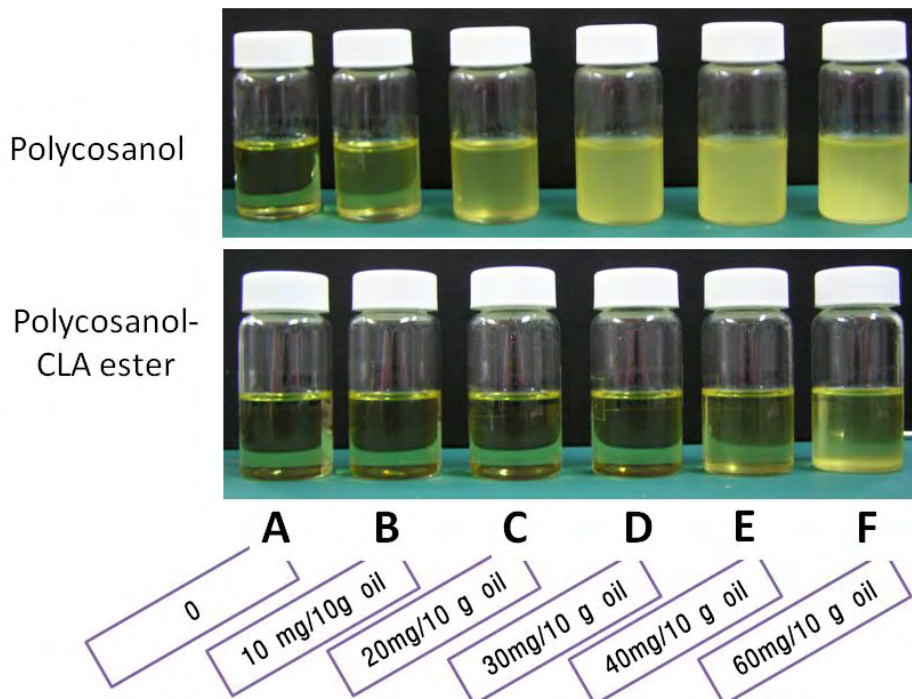


Figure 18. Rice bran oils fortified with policosanol and policosanol-CLA of different concentration

제 3절 효소적 방법을 이용한 쌀유래 policosanol과 docosaheanoic acid(DHA)의 wax ester 합성 및 합성 policosanol-DHA 에스터의 산화 안정성

1. 연구개발 수행 내용

가. 재료 및 실험방법

(1) 재료

본 연구에서 사용된 쌀 유래 Policosanol은 Sinochem Qingdao Co., Ltd (Qingdao, China)에서 생산된 상업화된 제품을 사용하였으며, Octacosanol 이외 기타 기능성 policosanol 류 (Tetracosanol; C24-OH, Hexacosanol; C26-OH, Octacosanol; C28-OH, Triacosanol; C30-OH, Dotriacontanol; C32-OH)의 조성은 Table 5와 같았다. 한편 Ocyacosanol-DHA 에스터 합성의 acyl donor인 고농도 DHA는 분자증류로부터 생산된 ethyl ester 형태를 지방산으로 전환 후 기질로 사용하였다. 이 때 사용된 고농도 DHA ethyl ester의 지방산 조성은 Table 6 과 같았다.

Table 5. Composition of commercial policosanol derived from rice bran.

Policosanols	Composition (mol%)
Tetracosanol (C24-OH)	20.25
Hexacosanol (C26-OH)	19.87
Octacosanol (C28-OH)	13.92
Triacosanol (C30-OH)	34.59
Dotriacontanol (C32-OH)	11.38

Table 6. Composition of DHA enriched fatty acid derived from tuna oil.

Fatty acids	Composition(%)
C18:0	0.80
C18:1(n-9)c	2.04
C18:1(n-7)c	0.65
C18:2(n-6)c	0.00
C20:0	0.98
C18:3(n-6)	0.00
C20:1	1.74
C18:3(n-3)	0.00
C20:3(n-6)	1.51
C20:4(n-6)	0.90
C20:5(EPA)	14.65
C22:5(DPA)	5.58
C22:6(DHA)	71.15

(2) 실험방법

(가) DHA ethyl ester 지방산 전환

Policosanol-DHA 합성을 효율적으로 반응하기 위하여 acyl donor로 지방산 형태로 전환이 필요하다. 그 과정은 다음과 같았다. DHA ethyl ester 100g을 joint (24/40)가 부착된 flat bottom round flask에 넣고 NaOH 40g을 100ml의 증류수에 녹인 NaOH 용액을 가하였다. 여기에 에타놀 300 mL를 가하고 냉각관을 부착한 후 hot plate에서 마그네틱바로 격렬히 교반하면서 끓는 시점을 기준으로 20 -30분동안 검화 과정을 실시 하였다. 검화 과정이 끝난 후 2L separatory funnel에 반응물을 옮긴 후 가해진 NaOH 보다 과량의 물수를 갖는 6N HCl을 가하고 격렬히 흔들여 주었다. 이후 두층으로 분리된 상태 즉 상층은 지방산 하층은 수용성물질층 (salt, HCl, 물, 에타놀등)으로 분리되며, 아래층은 제거 한다. 분리된 상층 즉 지방산층에 n-hexane 200 ml와 물 50 - 100 mL를 가한후 격렬히 흔들고, 층이 분리가 되면 하층을 제거하였다. 이러한 과정을 3회 이상 실시하여 잔존하는 HCl을 제거 하였다. 이후 상층부 (지방산, n-hexane, 소량의 수분)를 sodium sulfate anhydrous를 갖는 여과지를 통하여 여과하여 잔존 이물질 및 수분을 제거 하였다. 이 여액을 rotary evaporator를 이용 40°C에서 n-hexane을 제거 하였다. 그후 지방산에 잔존하는 n-hexane을 완전히 제거하기 위하여 50-60°C에서 수조에서 강렬하게 질소가스를 통과하여 n-hexane을 완전히 제거 하였다. 이상의 과정을 통하여 얻어진 지방산을 반응기질로 사용되었다.

(나) Policosanol-DHA 에스터 합성

상용화되어 있는 미강 유래 옥타코사놀을 기질로 사용하고, 고 농도 DHA (Docosahexaenoic acid: C22:6)을 Policosanol-DHA 합성 기질을 위하여 사용하였다. 반응 과정은 합성 최적화를 위한 실험 실용 반응기와 향후 대량생산 및 동물실험을 위한 반응기등 2가지 형태의 진공 효소 반응기 (Figure 19-20)를 사용하여 기능성 지방산 함유 Policosanol-DHA 에스터 합성을 수행 하였으며, 그 과정은 다음과 같았다. 이중 jacket으로 된 효소 반응기에 policosanol powder와 지방산 형태의 DHA 측정 변수의 몰 비율 policosanol과 CLA를 혼합물을 총 10g이 되게 시료를 가하였다. Circulator를 이용하여 반응기의 온도를 일정하게 유지되면, *Candida antarctica* 유래 고정화 효소인 Novozym 435를 함량 별로 가하고 200 rpm의 속도로 교반 하면서 반응을 시작 하였다. 반응 과정중 일정 시간 간격으로 시료 50 mg을 취하여 분석에 사용 하였다. 반응은 총 120 분간 실시하였다.

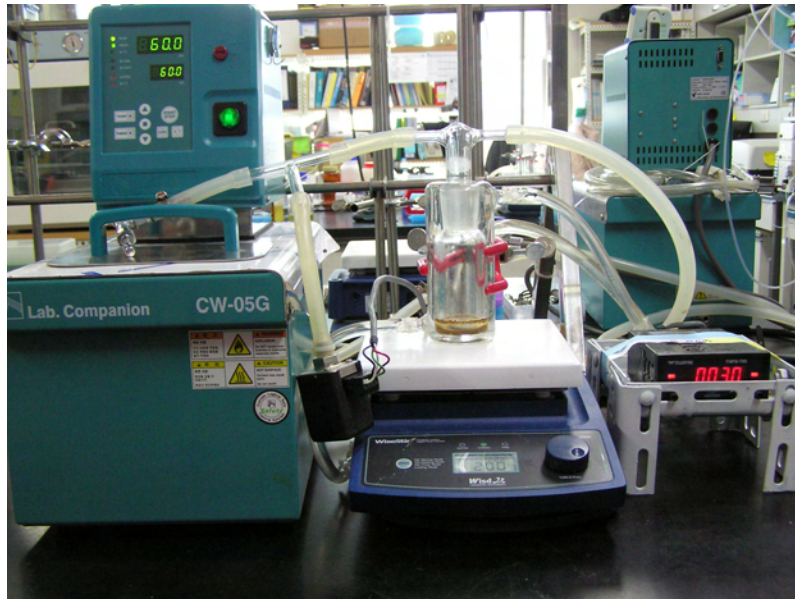


Figure 19. Lab scale reaction system for synthesis of policosanol-DHA ester by lipase-catalyzed esterification



Figure 20. Bulk scale reaction system for synthesis of policosanol-DHA ester by lipase-catalyzed esterification

(다) Gas chromatography를 이용한 Policosanol-DHA 에스터 분석

Policosanol-DHA 에스터 함량은 gas chromatography를 이용하여 분석 하였다. 분석과정은 10 mg 반응물을 1ml의 chloroform에 녹인 후 직접 주입하였다. 분석에 사용된 column은 고온 capillary column으로 agilent사 DB-1ht column으로 자세한 분석조건은 Table 7과 같았다.

Table 7. The GC condition for the analysis of Policosanol-CLA ester

Part	Conditions
Injector	380°C, split (50:1)
Column	DB-1ht Capillary Colum, 15m × 0.25mm i.d., × 0.15µm film thickness
Carrier gas	He (1.5 mL/min)
Oven temp.	150°C (10min) → 10°C/min → 380°C (10min)
Detector temp.	380°C

(라) DSC (Differential scanning calorimeter)를 이용한 용점 측정

반응물인 Policosanol-DHA 에스터의 용점 측정을 위하여 DSC를 사용하였다. 대조구로서 반응 기질로 사용된 Policosanol을 사용하여 두 가지 시료의 용점을 측정 하였다. 사용한 DSC는 Thermal analysis (TA)사 model Q20을 사용하였으며 그 실험과정은 다음과 같았다. 시료 5mg을 알루미늄 pan에 정확히 칭량하고 알루미늄 뚜껑을 덮고 sealing tool을 이용하여 밀봉한 후 측정을 실시하였다. 측정전에 calibration을 위해 사용된 refernce물질은 indium을 사용하였다. 측정 온도 조건으로는 초기 30°C부터 분당 5°C간격으로 120°C까지 온도를 상승하여 측정 하였다.

(마) 과산화물가 측정 (Peroxide value)

과산화물가는 AOCS 표준법에 의하여 측정 하였으며, 그 과정은 다음과 같았다.

- 0.2 - 5.0g 정도의 시료를 250mL 삼각 플라스크에 정량하고 30mL의 3:2 acetic acid-chloroform 용액을 가하고 섞는다.
- 0.5mL의 포화 KI 용액을 적절한 피펫으로 첨가한다.
- 정확히 1분간 가끔 흔들여준 후 즉시 30mL의 DW를 추가한다. 계속 섞어주며 0.1N sodium thiosulfate로 천천히 적정한다.
- 요오드의 노란색이 거의 사라질 때까지 적정하고 2.0mL 전분지시액을 넣는다.
- 계속 교반하며 적정해 용매 층에서 모든 요오드가 유리되도록 하고 sodium thiosulfate 용액을 푸른 색이 사라질 때까지 첨가한다.
- 항상blank determination을 같이 한다. blank적정은 0.1mL 0.1N sodium thiosulfate용액을 넘지 않도록 한다.

(바) 아니시딘가 (*p*-anisidine value)

아니시딘가 역시 AOCS 표준법에 의하여 측정하였고, 그과정은 아래와 같다.

- 25mL 부피 플라스크에 0.5-4.0g의 샘플을 측정한다. 부피에 맞춰 isooctane에 녹인다.
- Cuvette과 spectrophotometer로 용액을 350nm에서 흡광도를 측정한다.
- 용매 blank로 채워진 cuvette을 reference로 이용한다.
- 지방 용액 5mL을 첫 test tube에, 용매 5mL를 다른 test tube에 넣는다.
- 전자피펫으로 정확히 1mL의 p-anisidine 시약을 각 test tube에 넣고 흔든다.
- 정확히 10분 후에 첫 test tube의 용매 흡광도를 350nm에서 측정한다.
- 두번째 test tube의 용매를 reference cuvette의 blank로 이용한다.

2. 세부연구수행 결과

가. Policosanol-DHA 합성을 위한 효소반응조건의 최적화

미강 유래 Policosanol powder의 경우 융점이 약 80°C 정도로서 식품 소재로 첨가 사용하기가 매우 어려운 상태이다. 한편 미강 자체에 함유되어 있는 wax ester의 경우에도 융점이 상업용 policosanol과 같이 80°C로 매우 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 이유는 미강에 함유된 wax 에스터의 경우 결합된 지방산 형태가 90% 이상 behenic acid (C22:0)와 Lignoceric acid (C24:0)로 구성되어 있기 때문이다. 한편 이들 두 지방산의 경우 융점이 80°C와 84°C로서 매우 높은 융점을 갖고 있기 때문에 policosanol과 융점에 있어서 큰 차이를 보이지 않고 있다. 그러나 본 연구에서 합성되는 wax 에스터 즉 policosanol-DHA 에스터의 경우에는 다가불포화 지방산인 DHA를 갖고 있기 때문에 대폭 낮은 융점을 갖게 된 것으로 사료된다.

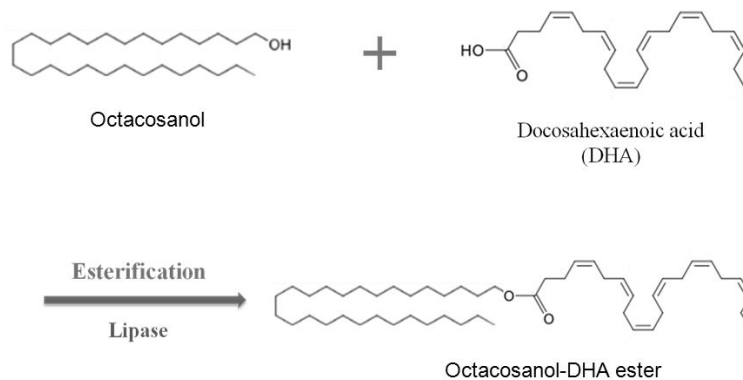


Figure 21. Scheme of synthesis of Policosanol-DHA ester by lipase-catalyzed esterification

(1) Policosanol-DHA 에스터 합성에 따른 반응온도의 최적화

효소 반응에 있어서 반응온도는 매우 중요한 변수중의 하나이다. 그 이유는 반응 효율 즉 생산성뿐만 아니라 효소의 잔존 활성등 경제성에 영향을 주기 때문이다. 1 차년도에 가장 효율적이라고 판명된 *candida antarctica* 유래 상업용 고정화 효소인 Novozym 435를 이용하여 온도별 반응을 실시하였다. 조사된 반응온도 범위는 40°C에서 10°C 간격으로 70°C까지 실시하였다. 이 반응에서 효소량은 기질 무게에 대한 무게에 대하여 2.5%, policosanol과 DHA의 몰 비율은 1:2, 교반 속도는 200 rpm이었으며, 총 반응시간은 120분으로 하였으며, 시료는 5, 10, 20, 30, 60, 120분 총 6개의 시료가 분석에 사용되었다. 그 결과 Figure 22과 같이 반응 40°C에서는 반응 60분에 전환율이 약 40.9 mol% 240분에 58.0 mol% 매우 느린 반응속도를 나타내었다. 이상의 결과는 사용된 기질의 융점이 80°C로 매우 높기 때문인 것으로 예측된다. 한편 50°C의 경우에는 40°C와 큰 차이를 보여 주었으며, 반응 120분 후에는 전환율이 평형에 도달하여 약 93.2 mol%를 보여 주었다. 반면 60°C와 70°C의 경우에는 초기 20분내에 거의 평형에 도달하였으며, 반응 30분 이후부터는 큰 차이를 보여 주지 않았다. 전환율의 최대값은 약 95 mol%를 보여 주었다. 40°C의 경우 장기간 반응의 경우에도 완결반응이 이루어지지 않은 반면 50°C 이상의 온도 조건에서는 95 mol%의 완결 반응을 이룰 수 있었다. 반응 효율을 비교하기 위한 방법으로 반응온도별 초기 반응속도 (Initial rate: V_0)를 비교하여 Figure 23에 나타내었다. 그 결과 반응온도 60°C 이상에서 큰 변화를 보여

주지 않았다. 따라서 최적 반응온도로 60°C가 선정되었고, 이후 반응에서는 반응온도로 60°C를 반응온도로 사용하여 실험이 실시하였다.

Figure 22. Effects of temperature on the production of policosanol-DHA ester by direct esterification of policosanol with DHA as a function of reaction time.

Figure 23. Initial reaction rate of conversion degree at different temperatures.

(2) Policosanol-DHA 에스터 합성에 따른 효소량의 최적화

효소 반응에 있어서 반응에 사용되는 효소량 역시 경제성 측면에서 매우 중요한 변수중의 하나이다. 본 연구에서 사용된 고정화 효소의 담체 (carrier)의 경우 일정량 이상의 유지류를 흡수 하기 때문에 많은 량을 사용 할 경우 최종 생산품 분리에 문제점을 내포하고 있다. 따라서 적정량의 효소를 사용하는 것은 매우 중요한 요소이다. 이 반응에서 반응온도는 최적온도로 결정된 60°C에서 policosanol과 DHA의 몰 비율은 1:2, 교반 속도는 200 rpm이었으며, 총 반응시간은 120분으로 하였으며, 시료는 5, 10, 20, 30, 60, 120분 총 6개의 시료가 분석에 사용되었다. 측정된 효소량 범위는 기질량에 대한 무게비로 0.25%부터 10% 까지 6개 효소량 변수에서 반응 효율이 측정 되었다. 그 결과 Figure 24와 같이 가장 효소량이 적은 0.25%의 경우 60분의 반응 시간에서 전환율이 34.5 mol%, 0.5%의 경우에는 61.8 mol%를, 1.5%의 경우에는 87.2 mol%를 나타내었다. 반면에 3%의 효소량에 대해서는 반응 30분이후 90 mol% 이상의 전환율을 나타낸 반면 이 반응시간에서 평형에 도달 하였다. 반응 효율을 비교하기 위한 방법으로 반응온도별 초기 반응속도 (Initial rate: V_0)를 비교하여 Figure 25에 나타내었다. 그 결과 효소량 3% 까지 급속한 증가를 보여준 반면 그 3% 이상의 경우에는 증가 속도가 느리게 나타났다. 따라서 최적 효소량으로 3%가 선정되었고, 이후 반응에서 효소량으로 3%를 사용하여 실험이 실시 하였다.

Figure 24. Effects of enzyme loading on the production of policosanol-DHA ester by direct esterification of policosanol with DHA as a function of reaction time.

Figure 25. Initial reaction rate of conversion degree at different enzyme loadings.

(3) Policosanol-DHA 에스터 합성에 따른 Policosanol과 DHA 몰 비율의 최적화

기질의 몰 비율의 경우 즉 Policosanol에 대한 DHA량은 최종 생산량과 관련 매우 중요한 요소이다. 이론적 반응 몰수는 1:1이지만 효율적 전환율을 위해서는 보다 많은 량의 acyl donor 즉 DHA를 가해야 한다. 몰 비율에 따른 효과를 조사하여 보았다. 이 반응에서는 온도 60℃, 효소량 3%로 고정하였고 그 이외의 반응 조건은 효소량의 경우 같은 조건에서 실시하였다. 조사된 몰 비율 범위는 policosanol과 DHA 비율이 1:1부터 1:8까지의 범위에서 조사 되었다 (Figure 26). 그 결과 1:1에서 1:2까지 몰 비율이 증가 함에 따라 미미하지만 초기 반응속도가 증가하는 경향을 보여 주었다 (Figure 27). 그러나 1:2 이상의 에서는 반응 30분에 평형에 도달하였다. 따라서 최적 몰 비율로 policosanol과 DHA 비율이 1:2에서 최적인 것으로 나타났다.

Figure 26. Effects of molar ratio (policosanol : DHA) on the production of policosanol-DHA ester by direct esterification of policosanol with DHA as a function of reaction time.

Figure 27. Initial reaction rate of conversion degree at different molar ratio

(4) Policosanol-DHA 에스터 합성에서 효소의 수분 정도에 따른 효과

효소내 수분 함량에 따른 효과를 조사하기 위하여 RH chamber 즉 3가지 RH chamber (aw 0 = silica gel, aw 0.431 = Potassium carbonate, aw 0.65 = Sodium nitrate)를 이용 효소내 수분 효과를

조사하여 보았다. 그 결과 Figure 28와 같이 효소를 silica gel chamber에서 보관하면서 반응에 사용하는 것이 가장 효과 적인 것으로 나타났다. 이런 결과는 반응 중 물이 생성되고 생성된 물은 효소가 필요한 수분을 충분히 제공하기 때문인 것으로 사료된다.

Figure 28. Effects of water activity on the production of policosanol-DHA ester by direct esterification of policosanol with DHA as a function of reaction time.

(5) Policosanol-DHA 에스터 합성에 따른 진공효과

Policosanol-DHA 에스테의 반응은 Figure 21과 같이 한 분자의 에스터 화합물이 생성될 때 마다 한 분자의 물이 생성된다. 리파제를 이용한 반응에서 수분은 필요한 성분이기도 하지만 불필요한 성분이기도 하다. 이러한 요소는 반응형태, 효소종류, 및 기타 반응 여러 환경에 따라 달라질 수가 있다. 따라서 생성된 수분을 진공을 통하여 제거하는 반응을 실시하여 수분제거 효과를 조사하여 보았다. 그 결과 대기압 상태 즉 760 torr 보다 진공 상태에서의 반응이 미미한 수준이지만 효과적인 것으로 나타났다 (Figure 29). 특히 대기압에서 최대 전환율이 95 mol% 수준이었지만 진공 상태에서의 경우 99 mol% 이상의 매우 효율적인 반응을 보여 주었다. 한편 고 진공 상태인 1 torr의 경우에는 10 torr 보다 오히려 초기 반응속도가 떨어지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 1 torr의 경우 반응과정 중 생성되는 수분 뿐만 아니라 효소가 필요한 수분까지 제거되어 반응 속도가 떨어지는 것으로 예상된다. 따라서 진공상태의 반응이 완전반응을 유도하는 효과적인 방법이라는 결론을 얻을 수 있었으며, 반응속도를 고려해 보면 10 torr 가 효과적인 진공도라는 결론을 얻을 수 있었다.

Figure 29. Effects of vacuum on the production of policosanol-DHA ester by direct esterification of policosanol with DHA as a function of reaction time.

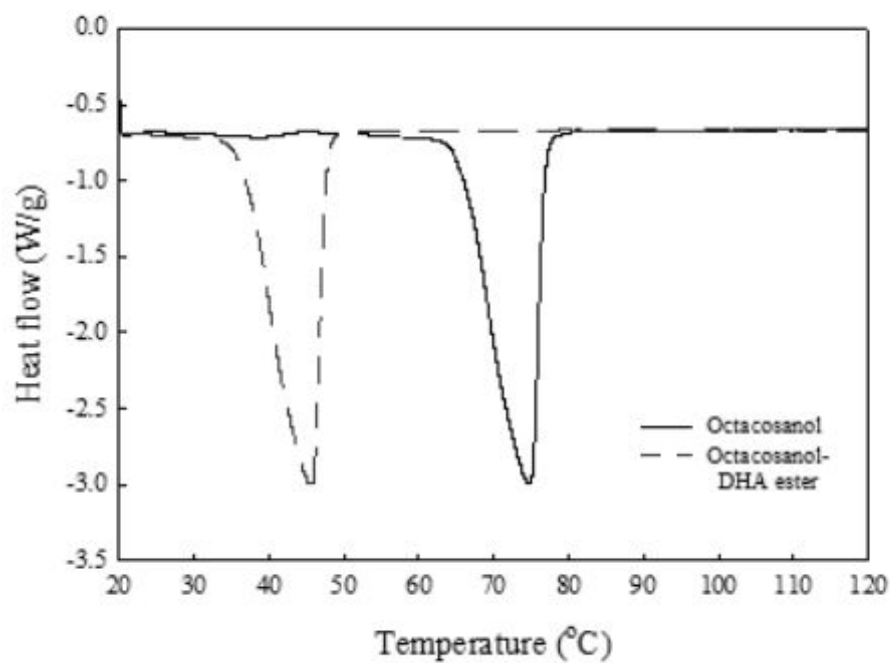


Figure 30. Melting points of policosanol and policosanol-DHA ester synthesized by lipase-catalyzed esterification

나. Policosanol-DHA 에스터의 산화안정성

최적 반응조건에서 합성된 Policosanol-DHA ester 화합물을 silica gel column으로 반응 후 남은 잔존 DHA를 제거하여 저장 시료로 사용하였다. 비교를 위하여 지방산 형태의 DHA, DHA ethyl ester 형태를 대조구 시료로 사용하였다. 저장은 25℃에서 20일간 저장 하면서 과산화물가 (Peroxide value), 아니시딘가 (*p*-anisidine)와 위 두 값으로부터 총산화물가 (Totox value)가 측정 되었다 (Figure 31-33). 과산화물가에 있어서 DHA 지방산 (fatty acid) 형태는 급속한 증가속도를 나타내어 16일 저장 기간에 400 이상의 과산화물가를 나타내었다. 한편 지방산 에틸 에스터 (ethyl ester)의 경우 지방산 형태보다는 느린 증가 속도를 보여 주었으며, 16일에서는 163 그리고 저장 20일째에서 급속한 증가를 보여 380을 나타내었다. 그러나 Policosanol-DHA 에스터의 경우 저장 전 과정을 통하여 약 18 정도의 매우 낮은 과산화물가를 나타내었다. 한편 2 차 산화물 측정을 위한 아니시딘가 (*p*-anisidine)의 경우 역시 과산화물가와 유사한 패턴을 보여 주었다. 이상의 두 측정치로부터 총산화물가 (Totox value)를 측정 계산한 결과 Figure 33과 같이 지방산 형태는 저장 16일후 1000, 지방산 에틸에스터는 저장 20일에 930일 나타낸 반면 Policosanol-DHA 에스터의 경우는 저장 20일 후 초기 값과 큰 변화 없이 평균 50 정도를 유지하여 저장 안정성에 있어서 월등히 우수하다는 결과를 보여 주었다. 이상의 결과로부터 본 연구에서 합성된 Policosanol-DHA 에스터의 경우 두 가지 기능성 물질을 동시에 섭취 가능한 장점 뿐만 아니라 불포화도가 가장 높은 지방산인 DHA의 산화 안정성을 높여 줄 수 있다는 획기적인 결과를 얻어 그 이용도에 있어서 매우 광범위 할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구를 통하여 개발된 policosanol-DHA의 저장 안정성에 관하여서는 충분한 연구 결과가 필요할 것이며, 이와 관련된 내용은 추후에 연구를 계획하고자 한다.

Figure 31. Peroxide value of fatty acid, fatty acid ethyl ester, and policosanol-DHA during storage period at 25 ℃.

Figure 32. p-Anisidine value of fatty acid, fatty acid ethyl ester, and policosanol-DHA during storage period at 25 °C.

Figure 33. Totox value nisidine value of fatty acid, fatty acid ethyl ester, and policosanol-DHA during storage period at 25 °C.

다. 증류에 의한 policosanol-DHA 에스터 분리

효소적 합성에 의해 생산된 Policosanol-DHA 에스터의 실제 현장 적용을 위하여 증류법에 의하여 반응후 잔존 지방산 분리제거 실험을 실시 하였다. 이때 사용된 증류 장치는 Figure 34와 같았다. 증류시 진공도 변수는 1, 3, 10, 20 torr, 증류온도는 160, 180, 200 °C에서 실시 되었다. 한편 증류는 증류물(지방산)이 분리기로 완전히 넘어오지 않을 때 까지 실시 하였다. 증류에 사용되는 시료량은 300g이었으며, 위 시료는 최적반응조건에서 제조 하였다. 100% 반응 종결 후 이론적으로는 잔존 지방산의 량을 계산하면 약 91g으로 나타났다. 온도 효과를 위하여 진공도를 현장에서 가장 많이 사용되는 진공도인 3 torr에서 증류를 실시한 결과 Table 8과 같이 160 °C에서는 증류를 통한 반응물로부터 지방산 제거가 전혀 일어나지 않았다. 반면 180 °C와 200 °C의 경우 증류물 량이 89.8g, 90.4g으로 매우 효율적인 증류가 수행되었다. 한편 180 °C와 200 °C의 경우증류 후 잔존물에 지방산이 검출되지 않았다. 지방산 잔존여부는 gas chromatography를 통하여 분석하였다. 그러나 증류시간은 180 °C에서 30분 200 °C에서 20분으로 200 °C보다 빠른 시간에 증류가 완결되었다. 최적 증류조건인 180 °C에서 진공도에 따른 증류효과를 비교하여 보았다. 그 결과 Table 9와 같이 1 torr와 3 torr의 경우 증류 잔류물에 지방산이 잔류하지 않은 상태로 효율적으로 분리된 반면 10 torr 이상에서는 전혀 증류가 일어나지 않았다. 따라서 증류를 이용 Policosanol-DHA 에스터 분리를 위한 최적 온도와 진공도는 180°C와 3torr로 나타났다.

이상의 조건에서 합성 분리정제된 Policosanol-DHA를 미강유에 첨가 가능한 량을 측정된 결과 Figure 35과 같이 Policosanol-DHA 에스터의 경우 최대 미강유 100g에 대하여 400 mg정도 재첨가 가능한 것으로 나타났다. 반면 Policosanol의 경우에는 재첨가가 불가능한 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하면 시판 식용유가 900 mL이기 때문에 식용유 한병에 첨가할수 있는 Policosanol-DHA 에스터 량은 약 3000 mg으로 나타났다. 현재 이상의 기술은 (주) CJ에서 기술전수를 위한 절차를 진행하고 있다.



Figure 34. Distillation system for separation of policosanol-DHA ester from reaction mixture

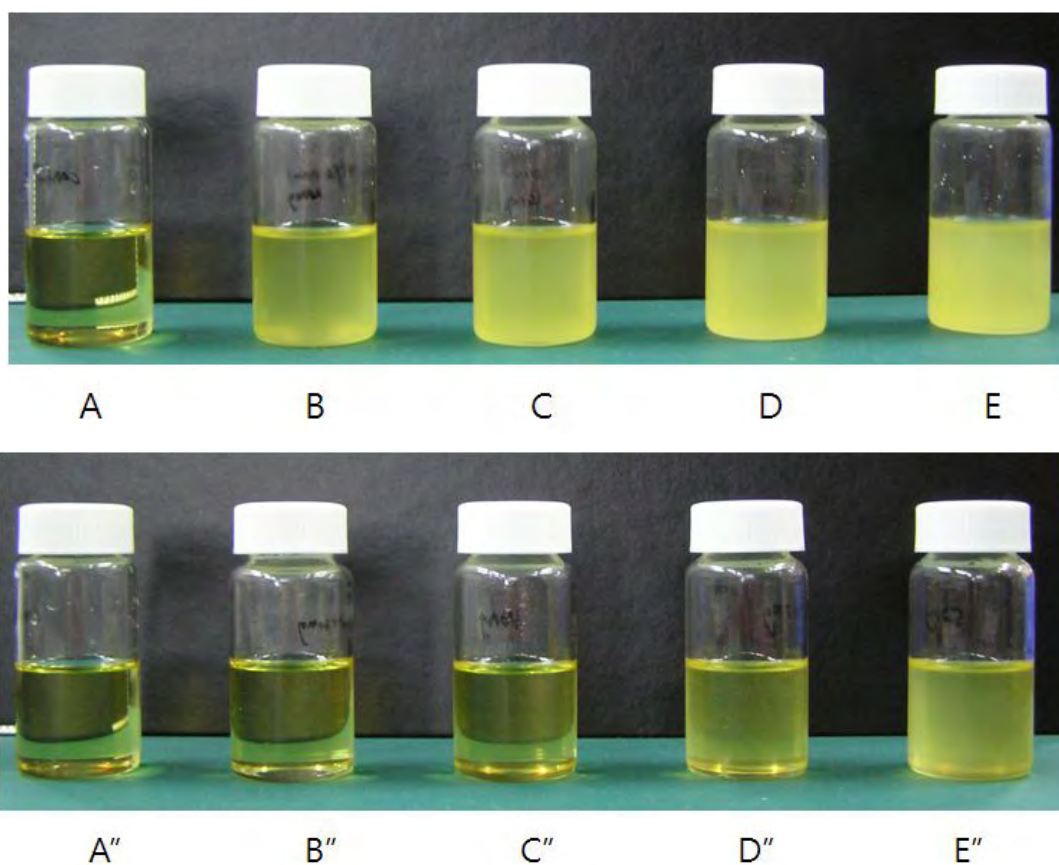


Figure 35. Rice bran oils fortified with policosanols and policosanols-DHA of different concentration. (Policosanols: A; Control, B; 200 mg/100g oil, C; 400 mg/100g oil, D; 600 mg/100g oil, E; 800 mg/100 g oil. A''; Control, B''; 200 mg/100g oil, C''; 400 mg/100g oil, D''; 600 mg/100g oil, E''; 800 mg/100 g oil. A=A'')

Table 8. Effect of distillation temperature on elimination of fatty acid from reaction mixture

Temperature (°C)	Distillate (g)	Distillation time (min)	Residual fatty acid (%)
160	0	-	100%
180	89.8	30	ND
200	90.4	20	ND

Table 9. Effect of vacuum on elimination of fatty acid from reaction mixture

Vacuum (torr)	Distillate (g)	Distillation time (min)	Residual fatty acid (%)
1	90.1	15	ND
3	89.8	30	ND
10	10.2	100>	87
20	0	-	100

제 4절 침전 및 용매 분획법을 이용한 미강유 정제 부산물로부터의 오리지놀의 분리, 정제기술 개발

1. 연구개발수행 내용

가. 미강유 정제 부산물 soapstock으로부터 dark 유 제조

미강유를 정제하는 과정 중 탈산과정에서는 유리지방산을 제거하기 위해 첨가한 수산화나트륨으로부터 soapstock이라는 부산물이 얻어진다. 이 때 유리지방산 외에도 다양한 성분이 손실되어 나오는데 기능성물질인 γ -oryzanol은 이 단계에서 soapstock으로 다량 이행된다. Figure 36에 나타난 것처럼 두 번에 걸친 탈산 과정에서는 총 유리지방산의 80%에 해당하는 수산화나트륨만을 첨가하여 만들어진 1차 soapstock에는 1% 정도의 γ -oryzanol만이 함유되어 있다. 그러나 제거되지 않고 남아있는 유리지방산을 제거하는 과정에서 얻어진 2차 soapstock에는 10%의 많은 양의 γ -oryzanol이 함유되어 있어 2차 soapstock을 이용 γ -oryzanol을 농축하였다. 농축을 위하여 soapstock을 γ -oryzanol 농축이 용이한 dark 유 형태로 변환하였다.

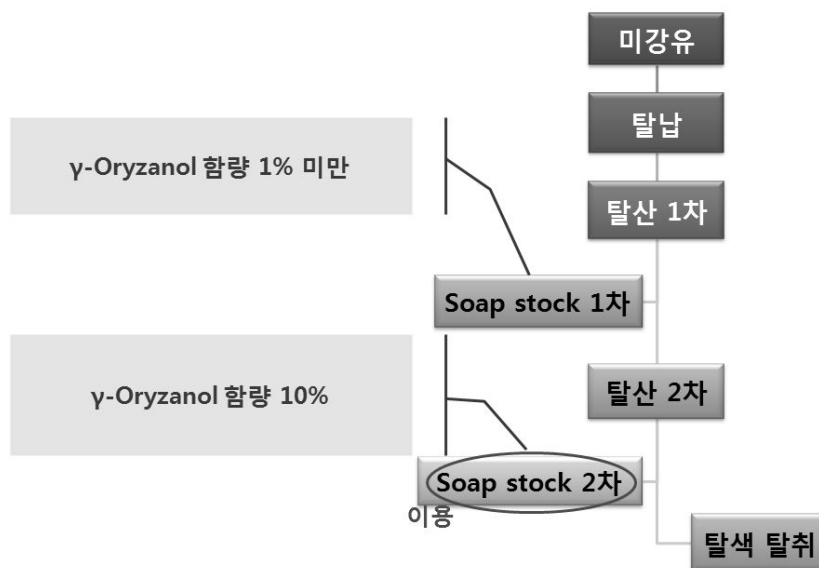


Figure 36. Rice bran oil refining process and contents of γ -oryzanol in two different soapstocks.

- (1) Soapstock을 잘 녹이고 섞어서 비커에 500g 측정한다.
- (2) Homogenizer를 이용하여 400-500rpm에서 Isopropyl alcohol을 125mL 첨가한다. 맑은 고동색이 되는 것을 확인한다.
- (3) 같은 조건에서 dichloromethane (methylene chloride) 125mL를 첨가한다. 맑은 검은색이 되는 것을 확인한다.

- (4) 같은 조건에서 진한황산 10mL를 천천히 첨가한다. 열의 발생이나 골고루 섞임에 주의하여 충분히 천천히 첨가한다. pH 3이 되면서 두 층으로 나뉘음을 확인한다. pH paper를 이용해 pH를 확인한다.
- (5) Homogenizer를 정지하고 처리가 끝난 비커의 시료를 separate funnel로 옮기고 375mL의 dichloromethane을 separate funnel에 추가한다.
- (6) Separate funnel을 잘 섞어주고 하층을 다른 separate funnel로 옮기고 상층을 버리면서 pH를 측정한다. pH 3 이하임을 확인한다.
- (7) '(1)~(6)'과정을 한 번 더 반복하여 '(6)'의 두 번째 separate funnel에 모은다.
- (8) 두 번의 시료가 모인 separate funnel에 D.W, 500mL를 넣고 섞어준 후 하층을 다른 separate funnel로 옮기고 상층은 버리면서 pH paper로 pH를 측정한다.
- (9) '(8)'의 D.W. 세척 과정을 세 번 반복하고 마지막 pH가 5정도 되는 것을 확인한다. 마지막 하층은 sodium sulfate anhydrouse를 통과하여 round flask에 받아 evaporation 하고 이렇게 생성한 dark 유는 모아서 80°C에서 30분 질소로 flushing하고 고 진공 상태에서 수분을 완전히 제거한다.

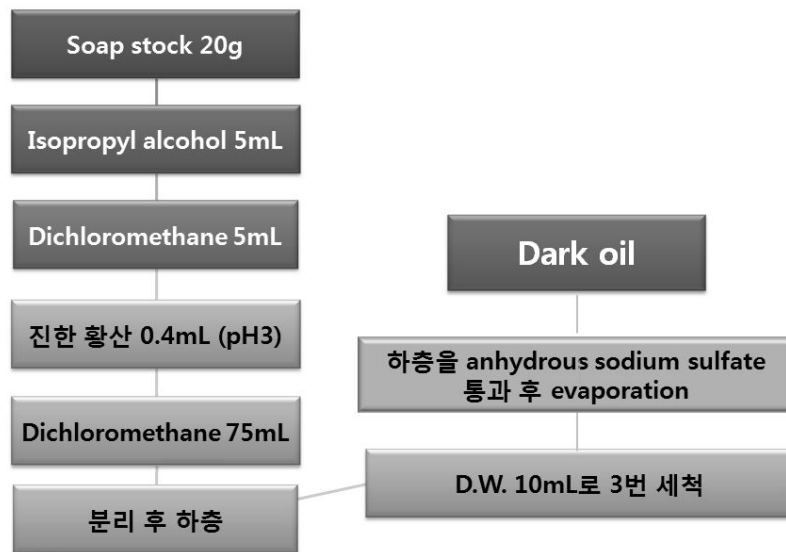


Figure 37. Production of dark oil from soapstock.

나. 침전법을 이용한 γ -oryzanol 농축

(1) 무용매 침전법을 이용한 γ -oryzanol 농축

위에서 생성한 dark 유를 이용하여 적정 온도에서 정치하여 침전물로 γ -oryzanol을 농축하기 위하여 정치 온도에 따른 침전물의 γ -oryzanol 농도와 회수율을 분석하였으며 그 방법은 다음과 같았다.

- (1) Dark 유를 용해시켜 균질하게 섞어둔다.
- (2) 10g의 dark 유를 centrifuge bottle에 담는다.
- (3) 특정 온도로 설정되어 있는 circulator에서 클램프를 이용해 시료가 들어있는 centrifuge bottle을 고정, 정치한다.
- (4) 18시간 후 꺼내어 즉시 예열되어있는 원심분리기를 이용해 10000g에서 15분간 원심분리한다.
- (5) 원심분리가 종료되는 즉시 vial로 상층을 옮기고 상층부와 하층부의 중량, 농도를 측정한다.

(2) 유기용매를 이용한 γ -oryzanol 농축

(가) 유기용매를 이용한 γ -oryzanol 2차 농축

위에서 얻은 최적 조건에서 생성한 1차 농축물을 이용하여 특정 용매를 시료의 특정 비율로 첨가하여 혼합하고 적정 온도에서 정치하여 용매에의 용해도 차이에 따라 용해되는 층과 용해되지 않고 침전되는 층으로 분리하였다. 용매 종류, 결정 온도, 용매 비율에 따른 침전물의 γ -oryzanol 농도와 수율을 분석하였다. 용매를 이용한 2차 침전의 방법은 다음과 같다.

- (1) 1차 침전물을 균질하게 섞어둔다.
- (2) 5g의 1차 침전물을 centrifuge bottle에 담는다.
- (3) 특정 비율의 용매를 가해 균질하게 혼합하고 특정 온도로 세팅 되어 있는 circulator에서 시료가 들어있는 centrifuge bottle을 정치한다.
- (4) 12시간 후 꺼내어 즉시 round flask에 여과지를 이용해 여과한다. 2분 후에 남은 물질까지 여과한다.
- (5) 용매가 들어있는 round flask는 evaporation하고 결정 물질이 있는 centrifuge bottle과 여과지는 진공 오븐에서 하룻밤 정치하여 건조하고 용매층의 시료와 2차 침전물의 중량과 농도를 측정한다.

(나) 유기용매를 이용한 γ -oryzanol 3차 농축

위에서 얻은 최적 조건에서 생성한 2차 침전물을 이용하여 특정 용매를 시료의 중량(g) 대 용매 부피(mL)의 비율이 1: 40이 되도록 혼합하고 환류 시킨 다음 적정 온도에서 정치하여 용매에의 용해도 차이로 분리되도록 하였다. 용매 종류 및 수분 함량, 결정 온도, 용매 비율에 등에 따른 침전물의 γ -oryzanol 농도와 수율을 분석하였다. 용매를 이용한 3차 침전의 방법은 다음과 같다.

- (1) 2차 침전물을 균질하게 섞어둔다.
- (2) 0.5g의 2차 침전물을 round flask에 담는다.
- (3) 시료의 중량(g) 대 용매 부피(mL)의 비율이 1: 40이 되도록 용매를 가해 stirrer로 혼합하며 용매가 끓는 온도에서 30분간 환류가열 시킨다.

- (4) 잠시 정지하여 실온으로 냉각시킨 후 꺼내 특정 온도로 세팅 되어 있는 circulator에서 시료가 들어있는 round flask를 정지한다.
- (5) 10시간 후 꺼내어 즉시 다른 round flask에 여과지를 이용해 여과한다.
- (6) 용매가 들어있는 round flask는 evaporation하고 결정 물질이 있는 round flask과 여과지는 진공 오븐에서 하룻밤 정지하여 건조하고 용매층의 시료와 2차 침전물의 중량과 농도를 측정한다.

다. 분석 조건

(1) Spectrophotometer를 이용한 분석 조건

시료를 20000ppm의 농도로 클로로포름에 용해시킨 후 약 500~250ppm의 농도로 희석하여 315nm의 파장에서 흡광도를 분석한다. 측정된 흡광도 값을 흡광계수 ($l_{cm}^{1\%E}$) 358로부터 γ -oryzanol 함량을 계산한다.

(2) HPLC를 이용한 분석 조건

시료를 20000ppm의 농도로 클로로포름에 용해시킨 후 1000ppm의 농도로 희석하고 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 분석한다. HPLC의 분석 조건은 다음과 같다.

Table 10. The HPLC condition for the analysis of γ -oryzanol

Part	Condition
Injector	Rheodyne(Rohnert Park,CA) injection with a 20 μ l sample loop
Column	optimapark C18-column(250*4.6mm i.d)
Mobile phase	methanol : acetonitrile : acetic acid (53 : 44 : 3, v/v/v)
UV Detector	330nm
Flow	1.5ml/min

2. 연구개발수행 결과

가. 미강유 정제 부산물 soapstock으로부터 dark 유 제조

Dark 유 생성 과정에서 사용되는 용매와 과정을 달리 한 결과 회수율과 γ -oryzanol의 농도에 다음과 같은 차이가 있었다. 회수율과 농도 모두에서 dichloromethane : isopropanol 혼합비율이 1:1인 혼합 용매를 사용하는 경우가 가장 효과적인 결과를 보여 주었으며 (Table 11) 그 진행 과정은 Figure 37 과 같았다.

Table 11. Yield and concentration of γ -oryzanol in dark oils prepared from different solvent system.

Solvents	Dark oil 회수율	γ -oryzanol 농도(%)
Isopropanol (Hexane extraction)	3.78	35.6
Hexane 1 : Isopropanol 1	6.61	34.06
Hexane 3 : Isopropanol 1	3.69	29.03
Chloroform 1 : Isopropanol 1	11.17	35.65
Dichloromethan 1 : Isopropanol 1	16.04	43.86

나. 침전법을 이용한 γ -oryzanol 농축

(1) 무용매 상태에서 침전 온도에 따른 농축효과

Dark 유 내 함유된 γ -oryzanol 농축을 위하여 dark 유를 뜨거운 물에서 부유물을 완전히 용해시킨 후 50 mL centrifuge bottle에 10g을 넣고 20, 30, 40, 50, 60, 80, 90°C의 수욕조에서 18시간 정치하였다. 그 결과 γ -oryzanol은 침전물에 보다 많이 함유되었다. Figure 38은 침전물내 γ -oryzanol 함량 및 회수율을 보여주고 있다. 그 결과 γ -oryzanol의 농도는 30°C에서 가장 높은 값을 보였고 20°C에서 40°C로 온도가 증가함에 따라 1차 농축물내 γ -oryzanol 회수율은 크게 감소하였다. 따라서 30°C의 침전 온도를 최적 값으로 설정하였다.

(2) 유기용매를 이용한 γ -oryzanol 농축

(가) 용매 종류에 따른 2차 침전 농축 결과

무 용매를 이용하여 얻어진 1차 γ -oryzanol 농축물을 시작 원료로 하여 유기용매를 이용 2차 농축이 실시되었다. 그 과정은 1차 농축물 5g을 50 mL centrifuge bottle에 넣고 여러 종류의 용매를 이용하여 1차 농축물의 중량(g) 대 용매 부피(mL)의 비율 1:5 (wt/vol)가 되도록 첨가하여 잘 혼합한 후 10°C의 수욕 하에서 12시간 정치하였다. 그 결과 Figure 39와 같이 γ -oryzanol의 농도는 hexane, heptane, pentane, petroleum ether, ethanol을 사용했을 때 가장 높게 관측되었다. 따라서 식품 제조에 사용할 수 있도록 허용된 hexane을 적당한 용매로서 선정하였다.

(나) 용매 비율에 따른 2차 침전 농축 결과

1차 농축물 내 함유된 γ -oryzanol의 추가적 농축을 위하여 용해된 1차 침전물 5g을 50 mL centrifuge bottle에 넣고 1차 농축물의 중량(g) 대 hexan 부피(mL)의 비율이 1:0.25, 1:0.5, 1:1, 1:3, 1:5, 1:10, 1:15 (wt/vol)가 되도록 첨가하여 잘 혼합한 후 10°C의 수욕 하에서 12시간 정치하였다. 그 결과 Figure 39와 같이 γ -oryzanol의 농도는 용매비율이 증가할수록 증가하다가 1:5에서 평형에 도달하였다. 따라서 용매 비율 1:5를 최적 값으로 설정하였다.

(다) 온도에 따른 2차 침전 농축 결과

1차 농축물 내 함유된 γ -oryzanol의 추가적 농축을 위하여 용해된 1차 침전물 5g을 원심분리 바틀에 넣고 1차 침전물의 중량(g) 대 hexan 부피(mL)의 비율이 1:5가 되도록 25mL를 첨가하여 잘 혼합한 후 0, 5, 10, 20, 30°C의 수욕 하에서 12시간 정치하였다. 그 결과 Figure 40과 같이 γ -oryzanol의 농도는 결정 온도가 증가할수록 증가하다가 10°C에서 평형에 도달하였다. 따라서 결정온도 10°C를 최적 값으로 설정하였다.

(라) 용매를 이용한 3차 농축

2차 침전물 내 함유된 γ -oryzanol의 정제 및 고 순도의 농축을 위하여 용해된 2차 침전물 0.5g을 등근 플라스크에 넣고 2차 침전물의 중량(g) 대 용매 부피(mL)의 비율이 1: 40이 되도록 헥산, 메탄올과 20%, 10%, 5%, 3%, 1% 수분을 함유한 에탄올 20mL를 첨가한 후 30분간 환류 가열을 실시한 후 10°C의 수욕 하에서 10시간 정치하였다. 결과는 Figure 41과 같다. γ -oryzanol의 농도는 모든 수분함량의 에탄올을 이용했을 때 비슷하였으나 수분함량이 높을수록 수율이 증가하였다. 헥산에 비해 수분함량 20%의 에탄올의 경우 γ -oryzanol의 농도가 높았으며, 메탄올의 경우 회수율과 농도 모두 수분함량 20%의 에탄올과 유사하였지만 식품에 허용 가능한 에탄올로 용매를 선정하였고 최적 용매조합으로는 20%의 수분을 함유한 에탄올로 최종 결정하였다.

이상의 침전법을 이용한 본 연구에서 개발한 방법을 통하여 96% 이상의 고순도 γ -oryzanol 생산 가능 공정이 개발되었고, 이상의 방법은 현재 특히 출원된 방법과 상의한 방법으로 실용화 가능성이 높은 것으로 사료된다.

Figure 38. Effect of temperature on the enrichment of γ -oryzanol from dark oil using precipitation method in solvent free system.

Figure 39. Solvent screening on the enrichment of γ -oryzanol from 1st enrichment using precipitation method in solvent system.

Figure 40. Effect of solvent ratio (solvent/sample) on the enrichment of γ -oryzanol from 1st enrichment using precipitation method in solvent system.

Figure 41. Effect of temperature on the enrichment of γ -oryzanol from 1st enrichment using precipitation method in solvent system.

Figure 42. Solvent screening for production of high purity γ -oryzanol from 2nd enrichment.

Figure 43. Effect of water content in ethanol for production of high purity γ -oryzanol from 2nd enrichment.

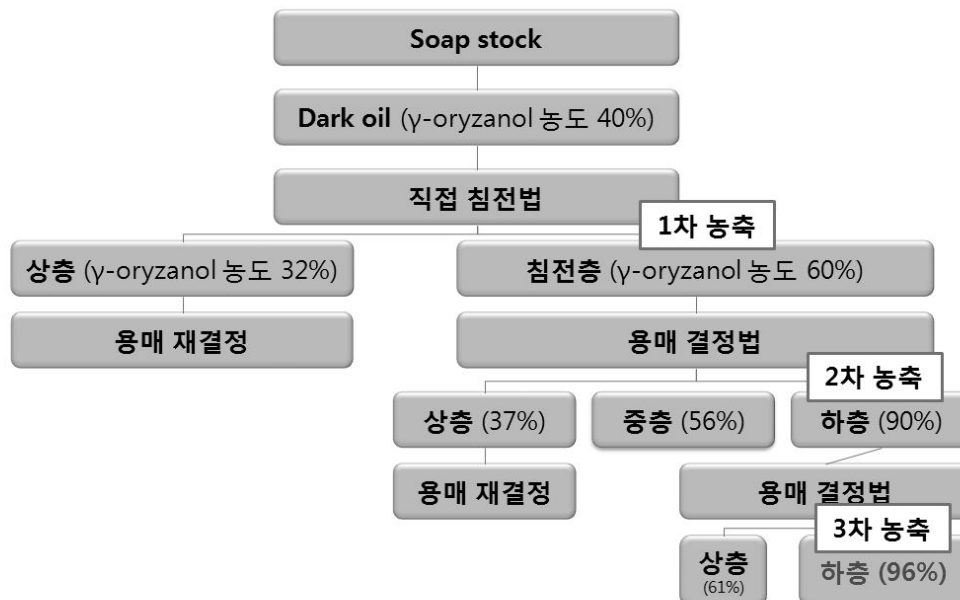


Figure 44. Process of concentration of γ -oryzanol from dark oil obtained from rice bran oil soapstock.

Figure 45. The concentration and yield of γ -oryzanol of dark oil, 1st enrichment, 2nd enrichment, and 3rd enrichment. 1st enrichment was a γ -oryzanol enrichment prepared from dark oil in solvent free system. 2nd enrichment was a γ -oryzanol enrichment prepared from 1st enrichment in solvent system. 3rd enrichment was a γ -oryzanol enrichment prepared from 2nd enrichment in solvent system.

마. Dark oil과 고순도 γ -oryzanol의 동족체 변화

초기 dark 유내 주요 γ -oryzanol 동족체는 24-methylene cycloartenyl ferulate, cycloartenyl ferulate, β -sitosteryl ferulate, campesteryl ferulate 있다. 최종적으로 분리한 γ -oryzanol에는 Figure 10에서와 같이 24-methylene cycloartenyl ferulate와 cycloartenyl ferulate가 주요 성분이었으며, β -sitosteryl ferulate, campesteryl ferulate가 감소하는 경향을 나타내었다.

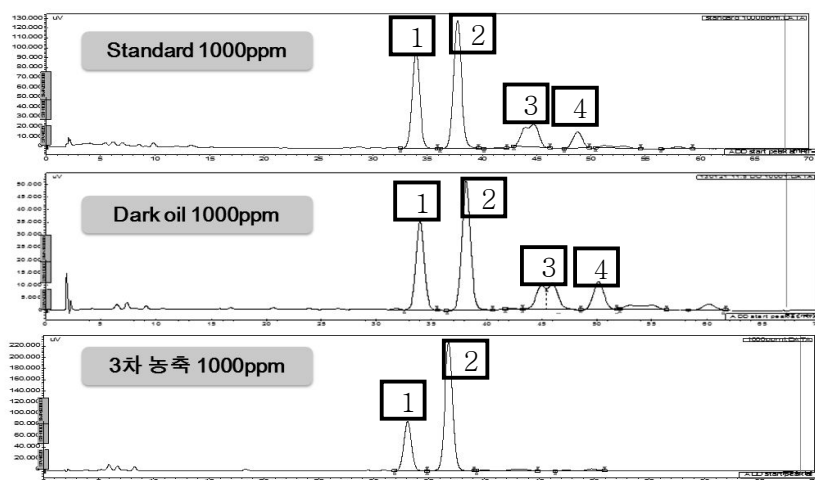


Figure 46. Chromatograms of γ -oryzanol homologues of γ -oryzanol standard, dark oil, and purified γ -oryzanol. 1; Cycloartenyl ferulate, 2; 24-Methylene cycloartenyl ferulate, 3: Campesteryl ferulate, 4: β -sitosteryl ferulate.

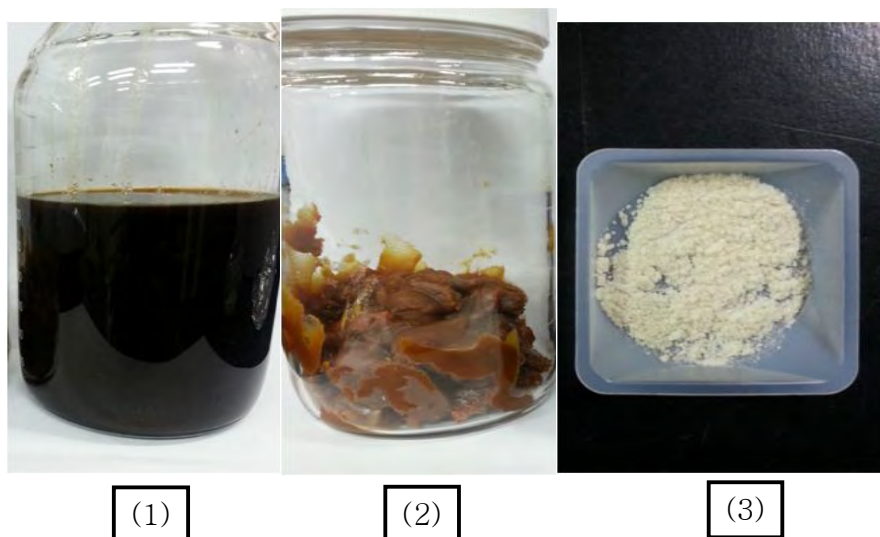


Figure 47. Pictures of; 1; Dark oil, 2; 1st enrichment of γ -oryzanol prepared from dark oil in solvent free system, 3: 3rd enrichment of γ -oryzanol prepared from 2nd enrichment in solvent system.

[2-3세부]

제 1 절 쌀 부산물의 회수율 증진 및 반죽물의 물리화학적 특성

1. 쌀 부산물 및 반죽물의 물리화학적 특성

가. 국내·외 쌀 부산물 현황

(1) 국내·외 쌀 부산물 현황

- 쌀을 주식으로 하는 우리나라에서 도정과정에서 필수적으로 배출되는 쌀 부산물은 연평균 150만톤 이상이 생산되고 있음. 벼를 수확하여 가공 포장 할 때 많은 양의 쌀알이 부서지거나 손상되어 파쇄미 등으로 배출되는데, 이는 전립미보다 저렴한 가격으로 파쇄미 자체, 또는 쌀 분말로 사용되어지고 있다. 쌀가공 부산물 중 미강은 영양적으로 우수함에도 불구하고 30% 정도가 미강유 제조에 사용되고 있을 뿐 나머지 70%는 사료나 비료 등의 저가치 물질로 이용되거나 농산 폐기물로 처리되고 있는 실정임. 또한 쌀 부산물의 유통과 검사규격 기준이 없기 때문에 유통되는 쇄미의 품질이 일정치 않으며, 이러한 부산물들이 섞여 있는 경우 유통기한이 짧고 곰팡이가 쉽게 발생한다는 문제점이 있음. 이에 따라 본 연구에서는, 국내·외 쌀 부산물의 현황을 비롯하여 유통현황 및 규격 기준을 살펴보고, 향후 국내에서 쇄미에 대한 유통 기준을 설정하여 품질이 양호한 쇄미의 유통을 가능하게 하며, 이를 통하여 쌀 가공업체가 다양한 원료를 선택할 수 있는 기틀을 마련하고자 하였음.

- 국내 쌀 부산물 현황은 표 1에 나타내었음. 연간 쌀 생산량 500만톤을 기준으로 쌀가공 부산물은 연평균 150만톤 이상으로 왕겨가 벼 생산량의 약 20%, 미강이 약 8%, 파쇄미가 2%로 각각 연평균 100만톤, 43만톤 및 10만톤이 생산되고 있음. 이와 같은 쌀 부산물은 주로 쌀국수나 쌀과자 등을 비롯한 쌀 가공식품과 미강유 등의 건강기능성 식품의 제조에 이용되고 있음.

표 1. 국내 쌀 부산물 현황

(쌀 생산량 500만톤 기준/년)

품목	발생량 (벼총량 대비율)	주용도
파쇄미	10만톤 (2%)	쌀국수, 쌀과자, 가공식품
미강	43만톤 (8%)	미강유, 건강보조식품
배아	0.5만톤 (0.1%)	기능성 식품소재
왕겨	100만톤 (20%)	가축사료, 포장재

- 해외 쌀 부산물 현황은 표 2에 나타내었음. 장립종을 제외한 중·단립종의 경우 쇄미 발생량이 소량이기 때문에 미국과 일본의 경우 각각 약 544천톤과, 6만톤으로 태국에 비하여 발생량이 적음.

표 2. 해외 쌀 부산물 현황

국가	발생량
미국	약 54만톤
일본	약 6만톤
태국	약 691만톤

(2) 국내·외 쌀 부산물 제품 현황

표 3. 국내·외 쌀 부산물 제품 현황

제품명 식품의 유형	쌀눈가득 햅반 즉석조리식품	쌀눈유 현미유	Rice bran cereal 씨리얼	Rice bran 미강
원료	쌀99.9%(배합수제외,국산), 쌀미강추출물	현미유 100%	현미, 미강, 설탕, 소금, 칼슘	분말
제조원/ 원산지	CJ제일제당/한국	CJ제일제당/ 한국	Kellogg/미국	Ener-G/미국
조리·섭취 방법	전자레인지(700W) 2분, 끓는 물 10분	드레싱, 부침, 구이, 튀김	우유와 함께 섭취	씨리얼, 수프, 요거트 등에 혼합
사진				

제품명	Rice bran oil	현미 배아 분말	Rice bran spaghetti	Brown rice spaghetti
식품의 유형	현미유	분말	면류	면류
원료	현미유	Brown Rice Embryo	Brown Rice, Rice Bran and water	Brown Rice, Rice Bran and water
제조원/원산지	King/태국	Touryo/일본	Tinkyada/캐나다	Tinkyada/캐나다
조리·섭취 방법	드레싱, 부침, 구이, 튀김	건강기능식품	끓는 물에 조리	끓는 물에 조리
사진				

(3) 국내·외 쌀 쇄미 규격 및 유통현황

(가) 미국

- 미국 농무성(USDA)이 쇄미 규격을 설정하여 국내 유통 및 수출에 적용(국내 유통시 1, 2 등급만 적용). Second Head US No 1~5는 맥주, 식품가공용 등으로, Screenings US No 1~5는 식품가공용, 과자류 등, Brewers US No 1~5는 주정용, 사료용으로 사용하고 있음.
- 연간 쇄미 생산량은 약 544천톤(492천톤 소비/52천톤 수출)으로 추정됨. 장립종을 제외한 중·단립종의 경우 쇄미 발생량이 소량이기 때문에 미국의 경우 완전립을 파쇄하여 쇄립 정미로 수출하고 있음.

표 4. 미국 쇄미 규격(Screenings Milled Rice-일반 가공용, 과자류)

구분	도정도	최고한도											
		수분 (%)	열손립 (%)	분상질립 (%)	쇄립(%)						이물 (500 g당 개수)		완전립 (%)
					장립종		중·단립종				계 (위·종자)	이종종자	
					4호체통과*	5호체통과	5½호체통과	6호체통과	6½호체통과				
US. No 1	완전	15.0	3.0	5.0	0.2	10.0	15.0	10.0	50.0	30	20	25	
US. No 2	완전	15.0	3.0	8.0	0.2	10.0	15.0	10.0	50.0	75	50	25	
US. No 3	적합	15.0	3.0	12.0	0.2	10.0	15.0	10.0	50.0	125	90	25	
US. No 4	적합	15.0	3.0	20.0	0.2	10.0	15.0	10.0	50.0	175	140	25	
US. No 5	적합	15.0	-	30.0	0.2	10.0	15.0	10.0	50.0	250	200	25	

(출처: 농수산물유통공사)

* 체 규격 : 4호체(1.59 mm), 5호체(1.98 mm), 5½호체(2.18 mm), 6호체(2.38 mm), 6½호체(2.58 mm)

(나) 일본

- 자국 생산 쇄미의 유통규격은 설정되어 있지 않으며, 수입산에 대하여 별도 규격을 설정하여 운영하고 있음. 자국 생산 쇄미(약 62천톤)는 식품가공용, 주정용, 사료 등에 사용하고 있음.
- MA 쌀 도입물량 중 매년 100천톤 정도 규모로 도입하여, 주정 및 과자 등 가공용 원료로 사용하고 있음. 태국산(A1 Super)은 주정용, 쌀과자, 된장, 간장 등, 태국산(찰쌀 쇄미)은 rice cracker, 주정용 등, 미국산(Screening)은 주로 된장, 간장용으로 사용하고 있음.

표 5. 일본 쇄미 수입 규격

구분	등급	도정도	최고한도							
			수분 (%)	착색립 (%)	쇄립 (%)	C1*	이물 및 C3			완전립 (%)
							계(%)	이물		
								계(%)	쌀이외종자 (%)	
A1 Extra Super	합격	표준	15.5	1	10	1	0.5	0.3	0.05	10
A1 Super	합격	표준	15.5	1	없음	4	1.5	0.5	0.05	10
A1 Special	합격	표준	15.5	1	없음	4	1.5	1.0	0.05	10
-	합격	표준	15.5	1	없음	4	1.5	0.5	0.05	10

(출처: 농수산물유통공사)

* C1은 3호체를 통과하고 4호체를 통과하지 않은 것, C3은 4호체를 통과한 것임.

(다) 태국

- 장립종 생산국가로 쇄미 생산량이 많으며, 국내 유통 및 수출규격을 같이 운영하고 있음. 3종의 쇄미 규격이 있으며, 국내 소비의 대부분이 찰국수에 사용됨.
- 연간 쇄미 생산량은 약 6,913천톤(6,651천톤 소비/262천톤 수출)으로 추정됨.

표 6. 태국 쇄미 수출 규격

규격	백미 도정에서 얻어지는 것	구성(%)						쌀 및 MATTER가 있을 수 있으나, 초과하지 않는 것(%)		
		완전립	1)*	2)	3)	4)	쇄립 C1	찰쌀립		이물질
								합계 C1	소쇄립 C1	
A1 Estra Super	100%	≤15.0	-	≥74.0	-	≤10.0	≤1.0	1.5	0.5	0.5
A1 Super	100%, 5%,10%	-	≤15.0	-	≥80.0	-	≤5.0	1.5	0.5	0.5
A1 Special	100%, 25%, Super	-	≤15.0	-	≥70.0	-	≤6.0	2.5	0.5	1.0

(출처: 농수산물유통공사)

- * 1) 완전립과 길이가 6.5 부분이상을 가지는 쇄립
 2) 길이가 5부분 이상을 가지는 쇄립
 3) 길이가 6.5 부분 이사로, 7면체를 통과하지 않는 것
 4) 길이가 5부분 이하로, 7면체를 통과하지 않는 것

(라) 한국

- 국내 생산 쇄미의 유통규격은 설정되어 있지 않으며, 대기업부터 중소기업에서 대부분 국산 쌀로 만든 제품은 쇄미를 이용하여 생산하는 것으로 파악됐으며, 사용처는 쌀과자, 음료, 떡용 등으로 사용되고 있음.
- 연간 쇄미 생산량은 약 80,000~100,000톤으로 추정됨.

표 7. 국내 쇄미 규격 검토(안)

	최고한도(%)							
	수분	짜라기			피해립	분상질립	이물	완전립
		1.7 mm 체통과	1.4 mm 체통과	1.0 mm 체통과				
1등급	16.0	30	1.0	0.0	2.0	25.0	0.1	20.0
2등급	16.0	-	50	5.0	6.0	-	0.3	20.0

(출처: 국립농산물품질관리원)

나. 쌀 가공 부산물 원료의 물리화학적 특성

(1) 재료 및 선별

(가) 재료

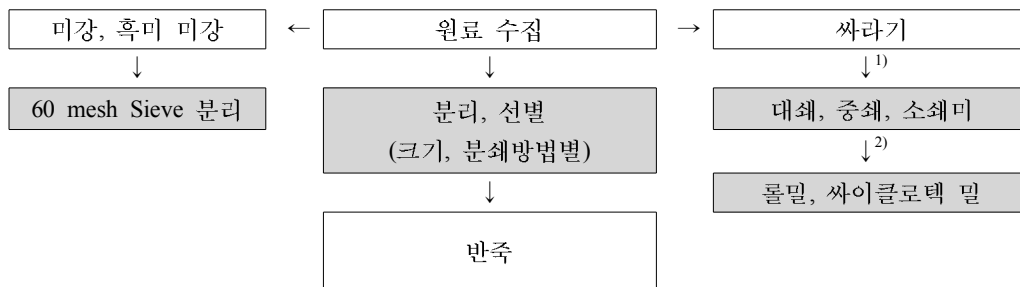
쌀가루와 파쇄미 쌀가루는 2009년에 수확한 국내산 단립종 일반미를 습식 분쇄한 것을 대선 제분에서 공급받아 사용하였고, 미강은 벼 도정과정에서 배출되는 것을 수라청 RPC에서 공급 받았으며, 짜라기는 대선제분에서 공급받아 사용하였음. 미강과 짜라기는 -20℃에서 냉동보관 하면서 시료로 사용하였음.

(나) 분리, 선별 및 분쇄

미강과 흑미 미강은 60 mesh(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 250 μm인 그물체) sieve 로 쳐서 시료로 사용하였음. 찌라기는 대한곡물협회의 쉐미 정의에 따라 대쉐미(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 1.7 mm인 그물체로 쳐서 체를 통과하지 아니하는 것)와 중쉐미(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 1.7 mm인 그물체로 치면 통과하되 KS A 5101-1 표준체중 호칭치수가 1.4 mm인 그물체로 치면 통과하지 아니하는 것), 소쉐미(KS A 5101-1 표준체중 호칭치수 1.4 mm인 그물체로 치면 통과하는 것)로 분류하였음. 대쉐미, 중쉐미, 소쉐미로 분류한 찌라기는 각각 roll-mill로 3회, cyclotec-mill로 분쇄하여 시료로 사용하였음.



그림 1. Sieve에 따른 찌라기의 분리(대쉐미, 중쉐미, 소쉐미).



¹⁾ 대, 중, 소쉐미(50:40:10) 분류는 대한곡물협회 기준, 12 mesh : 1.7 mm, 14 mesh : 1.4 mm

²⁾ 분쇄

그림 2. 쌀가공 부산물 시료 전처리 공정.

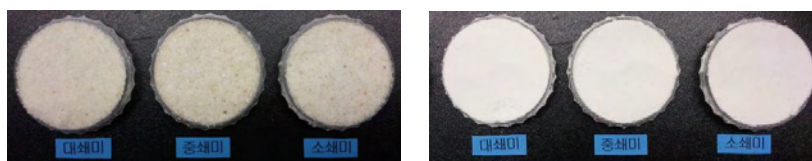


그림 3. 분쇄 방법에 따른 찌라기의 외관(롤밀, 사이클로텍 밀).

(2) 방법

쌀 가공 부산물 원료의 수분함량은 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus, USA)로 측정하였고, 색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였음. 이 때 백색표준판은 L 값 99.48, a값 -0.09, b값 -0.13였으며 직경 3 cm, 높이 1 cm cell에 담아 측정하였음. 입도분포는 파쇄 쌀가루와 cyclotec-mill로 분쇄한 찌라기는 particle size analyzer(CILAS 1064, CILAS, France)로 측정하였으며, 미강, 흑미 미강과 roll-mill로 분쇄한 찌라기는 50 g의 원료를 취해 KS A 5101-1의 그물체를 사용하여 측정하였음. 즉, 표준시료체(No.20, 60, 100, 120)에 시료 50 g을 담은 후 10분간 체질하였음. 각 sieve에 남아있는 시료를 조심스럽게 수거하여 무

계를 측정 한 후 %로 환산하였음. 전분손상도는 전분손상 측정 장치(SD Matic, France)를 이용하여 측정하였음. 호화특성은 신속점도계(RVA, Rapid Visco Analyser, Newport Scientific Pty, Ltd., Warriewood NSW, Australia)를 사용하여 측정하였음. 시료의 무게가 약 3 g이 되도록 RVA 용기에 담아주고, 각각의 시료의 수분함량에 따른 증류수를 가하여 측정에 사용하였음. 온도 변화에 따른 호화양상을 알아보기 위해 시료를 50℃에서 1분간 유지한 다음 95℃로 가열하고 95℃에서 2.5분간 유지시킨 다음 50℃까지 냉각시키고 2분간 유지하였음. RVA viscogram으로부터 최고점도(Peak), 최저점도(Trough), 최종점도 및 Setback, Breakdown을 구하였음. 쌀 가공 부산물 원료의 약어는 표 8에 나타내었음.

표 8. 쌀 가공 부산물 원료의 약어

약어	원료	분쇄방법	처리상태
Con	시중 과쇄미	-	대전제분 판매
MR	미강	-	60 mesh 분리
HR	흑미 미강	-	60 mesh 분리
CD	대쇄미	싸이클로텍 밀	12 mesh상(1.7 mm)
CJ	중쇄미		14 mesh상(1.4 mm)
CS	소쇄미		14 mesh하(1.4 mm)
RD	대쇄미	롤 밀	12 mesh상(1.7 mm)
RJ	중쇄미		14 mesh상(1.4 mm)
RS	소쇄미		14 mesh하(1.4 mm)

(3) 실험 결과

(가) 수분함량 및 색도

쌀 가공 부산물 원료의 수분함량 및 색도는 표 9에 나타내었음. 수분함량은 10.12~13.78%의 범위를 나타내었으며, 찌라기의 경우 roll-mill로 분쇄한 찌라기가 cyclotec-mill로 분쇄한 찌라기에 비하여 높은 수분함량을 나타내었음. 색도는 cyclotec-mill로 분쇄한 찌라기가 roll-mill로 분쇄한 찌라기에 비하여 밝기를 나타내는 L값은 높고, 황색도 b값이 낮은 값을 나타내어 흰색의 정도가 큰 것을 확인하였음.

표 9. 쌀 가공 부산물 원료의 수분함량 및 색도

시료 ¹⁾	수분함량(%)	Color value		
		L	a	b
Con	12.59±0.13 ^{bc2)}	95.60±0.89 ^a	-0.13±0.02 ^d	3.50±0.08 ^f
MR	11.28±0.03 ^d	73.17±0.32 ^d	3.26±0.10 ^b	20.67±0.51 ^a
HR	10.12±0.80 ^e	31.87±1.08 ^c	3.53±0.04 ^a	2.60±0.05 ^g
CD	11.08±0.71 ^{de}	92.64±1.72 ^b	-0.22±0.02 ^c	3.45±0.02 ^f
CJ	11.59±0.31 ^{cd}	92.73±0.47 ^b	-0.12±0.01 ^d	4.07±0.11 ^c
CS	11.61±0.35 ^{cd}	92.68±0.92 ^b	-0.07±0.03 ^{cd}	3.98±0.03 ^c
RD	13.03±0.73 ^{ab}	89.90±0.18 ^c	-0.03±0.03 ^c	9.71±0.23 ^c
RJ	13.78±0.16 ^a	88.87±0.20 ^c	-0.10±0.04 ^{cd}	10.08±0.25 ^b
RS	12.57±1.32 ^{bc}	89.91±0.74 ^c	-0.03±0.02 ^c	8.22±0.13 ^d

¹⁾ 표 8의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

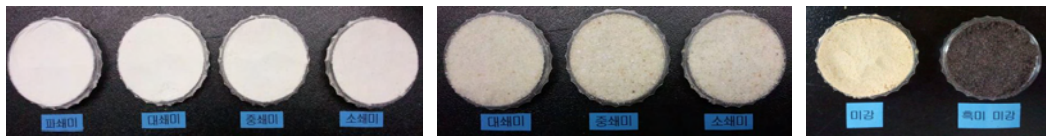


그림 4. 쌀가공 부산물 원료의 외관(Con, Cyclotec-mill 찌라기, Roll-mill 찌라기).

(나) 입도분포

- 쌀가공 부산물 원료의 입도분포를 표 10에 나타내었음. 입도분포를 확인한 결과, Con와 cyclotec-mill로 분쇄한 찌라기의 평균입자크기가 19.33~20.75 μm 의 범위로 비슷한 값을 나타내었음.

표 10. 쌀 가공 부산물 원료의 입도분포(파쇄 쌀가루, Cyclotec-mill 찌라기)

시료 ¹⁾	Particle size(μm)			
	Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%	Mean diameter
Con	2.81±0.07 ^{b2)}	16.23±0.99 ^a	46.71±3.55 ^a	20.75±1.38 ^a
CD	3.47±0.29 ^a	12.43±0.29 ^b	51.12±1.76 ^a	20.49±0.35 ^a
CJ	3.32±0.11 ^a	12.02±0.54 ^b	49.39±4.30 ^a	19.73±1.22 ^a
CS	3.27±0.21 ^a	11.70±0.86 ^b	48.68±5.26 ^a	19.33±1.83 ^a

¹⁾ 표 8의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

- 미강, 흑미 미강의 입자크기는 90% 이상이 60 mesh(250 μm) 체를 통과하였으며, 60 mesh(250 μm) 이상에서는 통과율이 급격히 낮아져 미강과 흑미 미강 원료는 60 mesh로 분리하여 사용하는 것이 가장 적합할 것으로 판단되었음. Roll-mill로 분쇄한 찌라기의 경우 대, 중, 소채미 순으로 100 mesh 이상에서 통과율이 높아지는 것을 확인하였음.

표 11. 쌀가공 부산물 원료의 입도분포(미강, 흑미 미강, Roll-mill 찌라기)

Mesh no.	Particle size(μm)	Distribution(%)				
		MR ¹⁾	HR	RD	RJ	RS
<20	850	50.00	50.10	63.28	61.45	54.42
60	250	45.80	46.00	19.20	18.82	21.24
100	149	4.10	3.80	8.40	9.80	14.11
120	125	0.10	0.10	9.12	9.93	10.23

¹⁾ 표 8의 약어 참조

(다) 전분손상도

쌀가공 부산물 원료의 전분손상도를 측정된 결과는 표 12에 나타내었음. 전분손상도는 Con이 4.05, cyclotec-mill로 분쇄한 찌라기가 4.50~5.43으로 나타나 대조구와 유사한 전분손상도 값을 나타내었음.

표 12. 쌀가공 부산물 원료의 전분손상도

시료 ¹⁾	원료	분쇄방법	Damaged starch
Con	시중 파쇄미	-	4.05±0.04
MR	미강	-	- ²⁾
HR	흑미 미강	-	-
CD	대쇄미	사이클로텍 밀	5.43±0.06
CJ	중쇄미		4.65±0.20
CS	소쇄미		4.50±0.16
RD	대쇄미	롤 밀	-
RJ	중쇄미		-
RS	소쇄미		-

¹⁾ 표 8의 약어 참조

²⁾ 측정불가

(라) 호화특성

쌀가공 부산물 원료의 RVA 호화특성을 측정한 결과는 표 13에 나타내었음. 호화개시온도는 cyclotec-mill 싸라기와 roll-mill 싸라기가 각각 73.88~78.65°C, 93.53~93.97°C의 범위를 나타내어 roll-mill로 분쇄한 싸라기가 cyclotec-mill로 분쇄한 싸라기에 비하여 호화개시온도가 높은 것을 확인할 수 있었음.

최고점도와 최저점도는 Con이 2941.67 CP로 가장 높은 값을 나타내었고, cyclotec-mill 싸라기가 roll-mill 싸라기에 비하여 높은 값을 나타내었으며 각각의 싸라기에서 대쇄미가 가장 높은 최고점도 값을 나타내었음. 최종점도는 Con이 가장 높은 값을 나타내었고, 노화도를 나타내는 Setback 값은 roll-mill 싸라기가 995.00~1041.33 CP 값을 나타내어 cyclotec-mill 싸라기에 비하여 높은 값을 나타내었음.

표 13. 쌀가공 부산물 원료의 RVA 호화특성

시료 ¹⁾	Pasting temp(°C)	Viscosity (CP)				
		Peak	Trough	Final Visc	Breakdown	Setback
Con	87.30±0.88 ^{b2)}	2941.67±41.43 ^a	2240.33±21.03 ^a	4113.67±16.50 ^a	701.33±58.86 ^a	1873.33±37.11 ^a
CD	73.88±0.40 ^c	1720.00±77.35 ^b	1050.00±53.69 ^{cd}	1983.67±57.71 ^b	670.00±73.02 ^a	933.67±24.54 ^c
CJ	78.65±6.81 ^c	1379.33±41.43 ^c	753.67±24.42 ^d	1575.33±37.55 ^c	625.67±26.58 ^a	821.67±14.74 ^c
CS	74.82±0.53 ^c	1490.67±29.26 ^c	842.00±31.58 ^c	1712.67±37.29 ^d	648.67±41.53 ^a	870.67±11.55 ^d
RD	93.97±0.79 ^a	890.67±91.36 ^d	815.67±33.01 ^{cd}	1857.00±38.97 ^c	75.00±61.54 ^b	1041.33±8.62 ^b
RJ	93.53±0.92 ^a	664.33±4.04 ^e	642.33±10.97 ^e	1637.33±26.56 ^{de}	22.00±6.93 ^b	995.00±15.59 ^b
RS	93.57±0.90 ^a	668.67±99.0 ^e	617.67±53.20 ^e	1638.00±57.09 ^{de}	51.00±46.12 ^b	1020.33±49.89 ^b

¹⁾ 표 8의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

다. 쌀 가공 부산물 반죽의 물리화학적 특성

(1) 재료

시료는 2009년에 수확한 국내산 단립종 일반미를 습식 분쇄한 습식 쌀가루와 파쇄 쌀가루를 대선제분에서 공급받아 사용하였고, 미강과 흑미 미강은 벼 도정과정에서 배출되는 것을 수라

청 RPC에서 공급받아 60 mesh(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 250 μm 인 그물체) sieve로 분리 후 시료로 사용하였음. 싸라기는 대선제분에서 공급받아 대한곡물협회의 쇄미 정의에 따라 대, 중, 소쇄미로 분리 후, cyclotec-mill로 분쇄하여 시료로 사용하였음. 버터는 서울우유의 무염버터, 설탕(제일제당)은 정백당, 난황, 베이킹파우더를 사용하였음.

(2) 방법

(가) 쿠키 제조

쿠키는 AACC method 10-50D의 방법을 가공적성에 맞게 제조 방법을 변형하여 사용하였음. 즉, 각 시료를 계량한 다음 볼에 버터를 넣어 반죽기(KitchenAid)를 이용하여 2분간 크림화시키고, 설탕을 넣어 다시 2분간 크림 상태가 될 때까지 혼합하였음. 여기에 난황을 넣고 다시 1분간 혼합하고, 미리 계량한 시료를 넣어 2분간 반죽하였음. 반죽을 지퍼백에 넣어 상온에서 1시간 숙성시킨 후, 가로 3 cm, 세로 3 cm, 높이 0.8 cm인 정사각형 모양으로 성형하였음. 성형한 쿠키는 밑불 150 $^{\circ}\text{C}$, 윗불 170 $^{\circ}\text{C}$ 오븐(DAE YUNG)에서 22분간 구운 후 실온에서 1시간 식힌 다음 관능평가 시료로 사용하였음. 쌀 가공 부산물을 활용한 쿠키 반죽의 배합비 및 시료 약어는 표 14, 15에 나타내었음. 쿠키의 제조 과정은 그림 5에 나타내었음.

표 14. 쌀 가공 부산물 종류, 첨가량별 쿠키 반죽의 배합비 (단위 : g)

시료	주원료		버터	설탕	난황	베이킹 파우더	총량
	쌀가루	부산물					
0% 첨가*	130	0	50	40	30	1	251
10% 첨가	117	13	50	40	30	1	251
20% 첨가	104	26	50	40	30	1	251
40% 첨가	78	52	50	40	30	1	251

* : 주원료 총량 대비

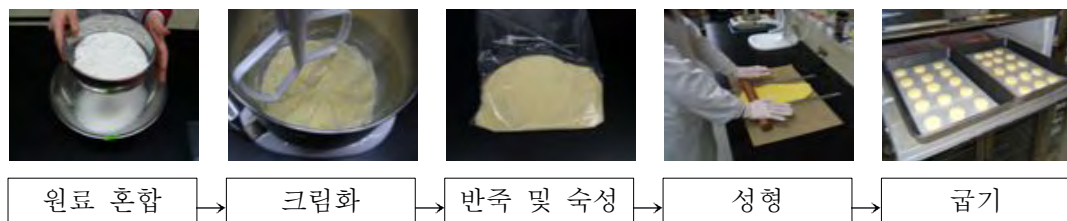


그림 5. 쌀가공 부산물을 활용한 쿠키의 제조 과정.

표 15. 쌀 가공 부산물 종류, 첨가량별 쿠키 반죽의 시료의 약어(17종)

약어	함량	약어	함량
Con1	습식 쌀가루 100%	D10	대쇄미 10%
Con2	파쇄 쌀가루 100%	D20	대쇄미 20%
M10	미강 10%	D40	대쇄미 40%
M20	미강 20%	J10	중쇄미 10%
M40	미강 40%	J20	중쇄미 20%
H10	흑미 미강 10%	J40	중쇄미 40%
H20	흑미 미강 20%	S10	소쇄미 10%
H40	흑미 미강 40%	S20	소쇄미 20%
		S40	소쇄미 40%

(나) 물리화학적 특성 측정

쌀 가공 부산물 반죽의 수분함량은 AOAC의 105°C 상압가열건조법에 의하여 측정하였고, 색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였음. 이 때 백색표준판은 L값 99.48, a값 -0.08, b값 -0.15였으며 쿠키 반죽을 직경 3 cm, 높이 1 cm cell에 담아 측정하였음. 조직감은 Texture Analyzer(TA, XT-RA Dimension V3.7A, Svy Micro Systems)로 측정하였음. 25 mm의 plunger를 사용하여 TPA parameter에서 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness)을 알아보았는데 측정 조건은 plunger strain 75%, pre test speed 5.0 mm/sec, test speed 2.0 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec이었고 모든 시료는 10회 반복 측정하였음. 미세구조는 -70°C에서 동결한 쿠키 반죽을 동결건조기(Ilsin lab Co. Korea)에서 48시간동안 건조한 것을 gold palladium으로 ion sputter(C1010, Hitachi, Japan)를 이용하여 코팅한 다음 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, Japan)을 사용하여 500배, 1000배에서 관찰하였음. 관능검사는 한국식품연구원 패널 30명을 대상으로 9점 척도법으로 실시하였으며 평가항목은 색, 바삭함, 표면 갈라짐의 강도와 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적기호도에 관하여 평가하였음. 통계적 유의성은 SAS 프로그램을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 사용하여 유의성 검정을 시행함.

(3) 실험 결과

(가) 수분함량 및 색도

쌀 가공 부산물의 종류와 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키 반죽의 수분함량 및 색도 측정 결과는 표 16와 그림 6에 나타내었음. 수분함량을 측정한 결과, 습식 쌀가루와 파쇄 쌀가루를 첨가한 쿠키 반죽은 각각 16.42%, 17.24%의 수분함량을 나타내었으며, 씨라기를 첨가한 쿠키 반죽의 경우 대쇄미를 첨가한 쿠키 반죽의 수분함량이 13.64~14.36%으로 가장 낮은 수분함량을 나타내었음. 미강 첨가 쿠키 반죽은 미강의 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 증가하는 경향을 나타내었음.

색도 측정 결과, 밝기를 나타내는 L값에서 Con와 씨라기를 첨가한 쿠키 반죽이 70.15~73.09으로 나타나 유사한 값을 나타냈으며, 미강은 첨가량을 증가함에 따라 쿠키 반죽의 L값은 낮아지고 황색도인 b값은 증가하여 황색의 정도가 커지는 것을 확인할 수 있었음.

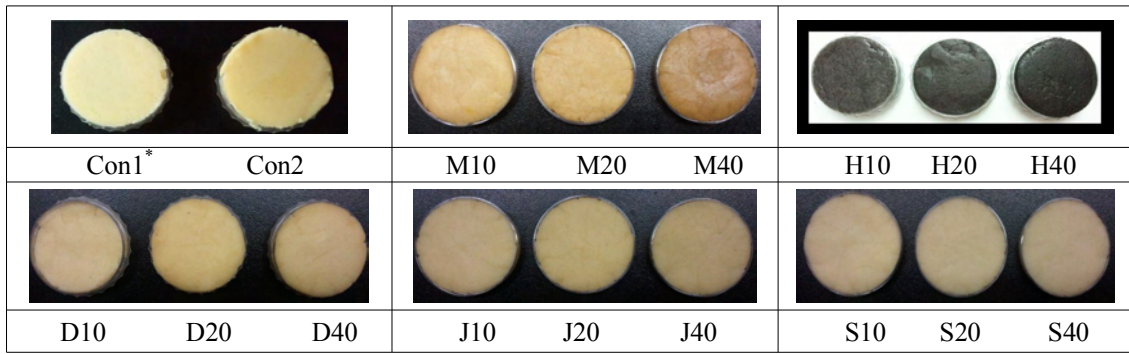


그림 6. 쌀가공 부산물 종류, 첨가량별 쿠키 반죽의 외관.

* 표 15의 약어 참조

표 16. 쌀 가공 부산물 종류, 첨가량별 쿠키 반죽의 수분함량, 색도

시료 ¹⁾	수분함량(%)	Color value		
		L	a	b
Con1	16.42±0.06 ²⁾	72.49±1.24	2.50±0.03	31.60±0.45
Con2	17.24±0.03	70.56±1.21	4.07±0.01	36.09±0.81
M10	15.84±0.25	66.34±1.73	4.76±0.21	32.96±1.76
M20	16.06±0.07	63.14±0.11	5.12±0.36	36.92±1.68
M40	17.06±0.16	49.04±1.74	6.39±0.19	39.69±0.42
H10	15.92±0.14	29.45±0.82	0.18±0.09	-0.42±0.05
H20	16.93±0.09	25.30±0.33	0.37±0.05	-0.27±0.10
H40	16.03±0.22	22.45±0.61	0.59±0.01	-0.11±0.04
D10	13.64±2.02	70.15±2.21	3.02±0.03	26.76±0.48
D20	14.29±0.13	71.15±1.79	2.59±0.01	30.66±0.57
D40	14.36±0.22	73.03±2.04	2.13±0.00	28.45±0.62
J10	16.64±0.25	71.73±1.61	2.50±0.06	28.54±0.73
J20	16.75±0.44	72.94±1.37	2.72±0.03	30.65±1.09
J40	16.62±0.28	71.81±0.64	2.39±0.02	27.06±0.15
S10	17.35±0.15	71.93±0.41	2.34±0.39	25.93±2.40
S20	18.46±0.26	73.09±0.37	2.63±0.12	27.32±1.54
S40	18.58±0.21	72.71±1.01	2.74±0.15	28.58±0.92

¹⁾ 표 15의 약어 참조

²⁾ 3회 측정된 평균±표준편차

(나) 조직감

쌀가공 부산물의 종류, 첨가량별 쿠키 반죽의 조직감 측정 결과는 그림 7에 나타내었음. 경도(hardness)에서 Con1(습식 쌀가루 100%) 쿠키 반죽이 Con2(파쇄 쌀가루 100%) 쿠키 반죽에 비하여 높은 경도를 나타내었고, 미강과 흑미 미강은 첨가량을 증가함에 따라 경도가 감소하는 경향을 나타내었음. 미강 10%, 대채미 20%을 첨가한 쿠키 반죽은 Con 보다 높은 경도 값을 나타내었음. 응집성(cohesiveness)은 미강과 흑미 미강을 첨가한 쿠키 반죽이 Con에 비하여 높은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었음.

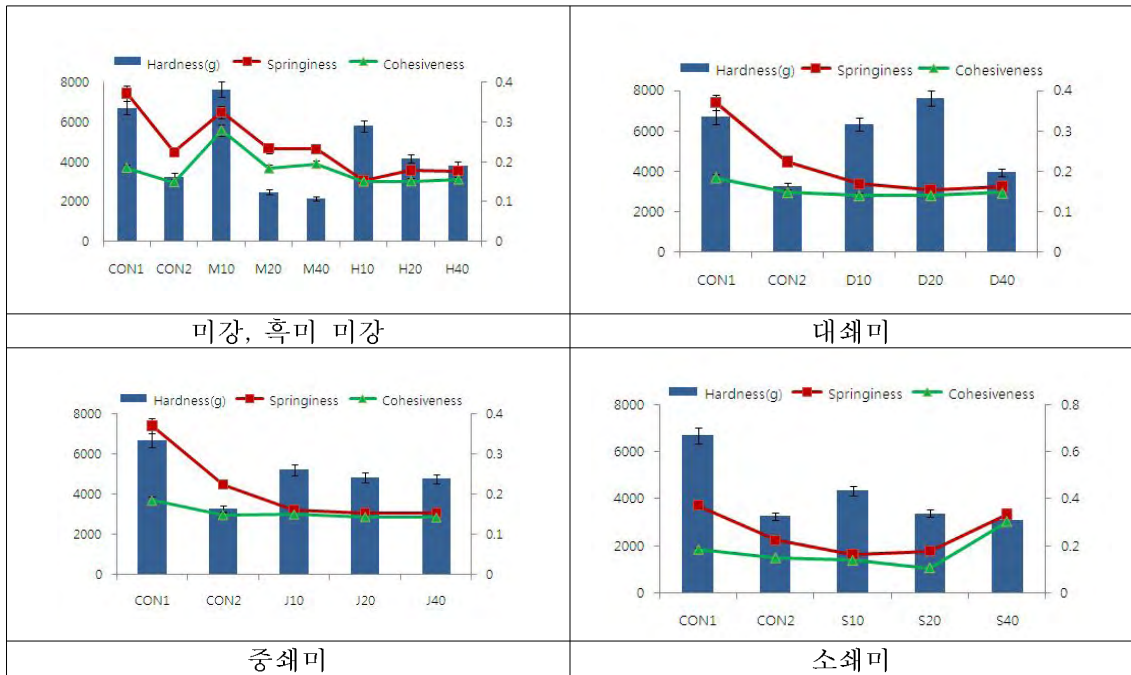


그림 7. 쌀가공 부산물 종류, 첨가량별 쿠키 반죽의 조직감.

* 표 15의 약어 참조

(다) 호화특성

쌀가공 부산물 원료의 종류, 첨가량별 호화특성 측정 결과는 표 17과 그림 8, 9와 같음. 호화 개시온도는 86.58~87.75℃의 범위로 나타나 쌀라기 첨가에 따른 차이를 나타내지 않았음. 최고 점도와 최종점도는 쌀라기의 첨가량을 증가함에 따라 낮아지는 경향을 나타내었음. Breakdown은 대쇄미 10% 첨가군이 가장 높게 나타났으며, 노화도를 나타내는 Setback 값은 쌀라기의 첨가량을 증가함에 따라 낮아지는 경향을 나타내었음.

표 17. 쌀라기 첨가량별 쿠키 반죽의 호화점도 비교

시료 ¹⁾	Pasting temp(°C)	Viscosity (CP)				
		Peak	Trough	Final Visc	Breakdown	Setback
Con1	87.32±2.14 ²⁾	3235.67±42.30	2470.33±16.17	4070.67±22.94	778.33±15.57	1595.67±14.29
Con2	87.52±1.01	2931.00±11.27	2243.33±20.82	4083.33±17.56	703.67±36.47	1836.67±32.53
D10	86.95±0.64	3009.00±29.70	2055.00±29.70	3571.00±2.83	954.00±59.40	1516.00±26.87
D20	87.30±1.20	2708.50±30.41	1876.50±27.58	3296.50±23.33	832.00±57.98	1420.00±50.91
D40	86.58±0.04	2431.00±70.71	1568.00±53.74	2902.00±93.34	863.00±16.97	1334.00±39.60
J10	87.75±0.64	2945.50±14.85	2159.50±28.99	3605.50±7.78	786.00±43.84	1446.00±36.77
J20	86.90±0.64	2721.50±33.23	1819.00±29.70	3256.00±16.97	902.50±3.54	1437.00±12.73
J40	87.30±0.04	2341.00±4.95	1657.00±31.82	2947.00±12.73	685.00±6.36	1328.00±66.47
S10	86.95±1.70	2406.50±54.45	1588.50±96.87	2971.00±147.08	768.00±113.14	1382.50±50.20
S20	87.30±1.13	2861.00±77.78	2047.50±184.55	3486.00±199.40	813.50±106.77	1438.50±14.85
S40	87.35±1.13	2228.00±84.85	1501.50±74.25	2813.50±14.85	726.50±159.10	1312.00±59.40

¹⁾ 표 15의 약어 참조

²⁾ 3회 측정 한 평균값±표준편차

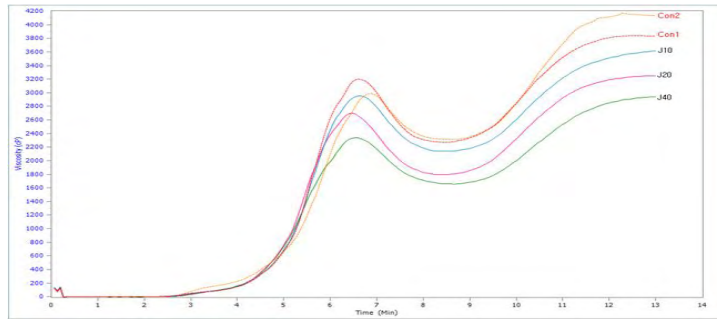
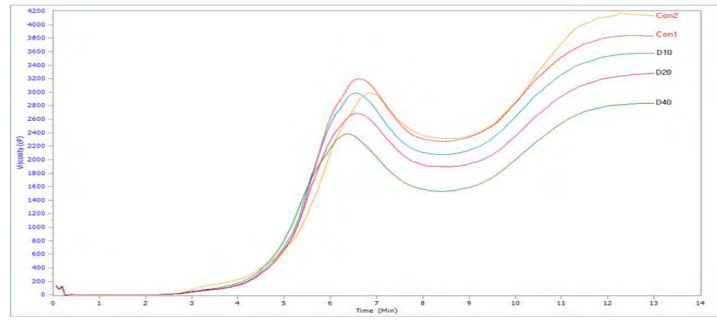


그림 8. 쌀라기 첨가량별 쿠키 반죽의 호화점도 비교(대쇄미, 중쇄미).

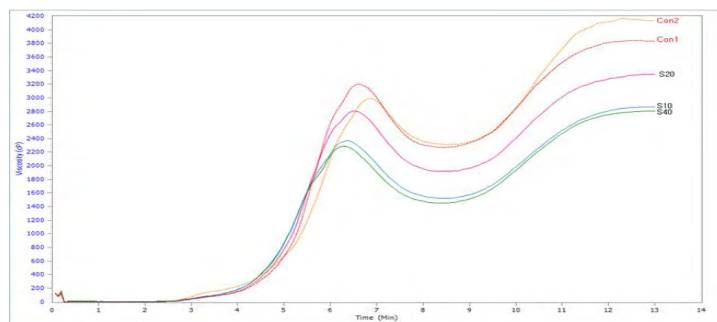


그림 9. 쌀라기 첨가량별 쿠키 반죽의 호화점도 비교(소쇄미).

(라) 미세구조 관찰

쌀가공 부산물의 종류를 달리하여 제조한 쿠키 반죽의 미세구조 관찰 결과는 그림 10에 나타내었음. 그림에 나타낸 것과 같이 습식 쌀가루를 첨가한 반죽의 구조는 파쇄 쌀가루를 첨가한 반죽 구조에 비하여 기공이 많이 형성되어 빈 공간들이 많으며, 파쇄 쌀가루를 첨가한 쿠키 반죽은 내부 기공의 모양이 완만하며 부드러운 형태를 나타내는 것을 확인하였음. 부산물을 첨가한 쿠키 반죽의 미세구조를 Con와 비교해 보면, 쌀라기를 첨가한 쿠키 반죽은 대조구와 유사하게 뭉쳐진 형태를 나타내었으며, 흑미 미강을 첨가한 반죽의 경우 대조구와 비교하여 구조적으로 거친 특성을 나타내었음.

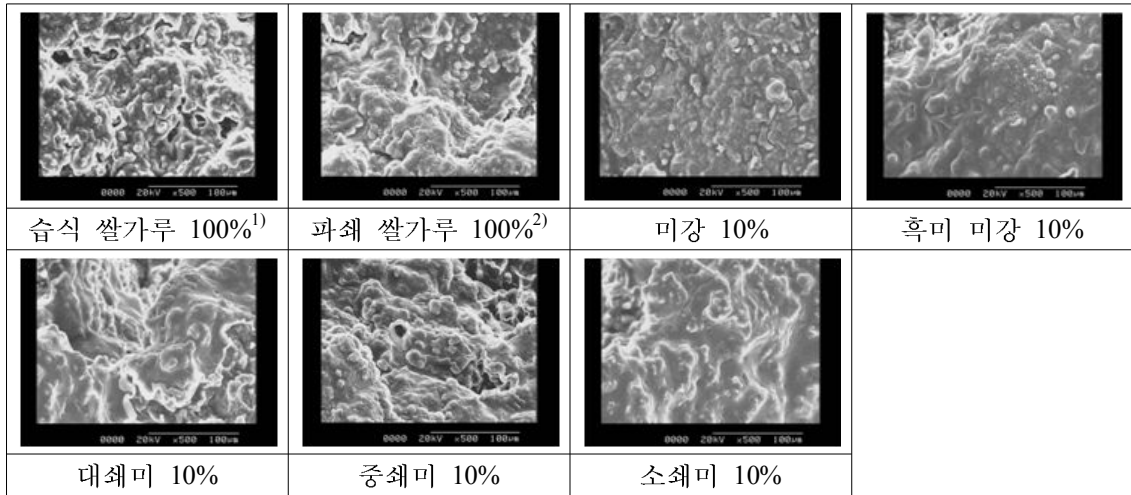


그림 10. 쌀가루 부산물 종류별 쿠키 반죽의 미세구조 관찰(×500).

¹⁾:Con1, ²⁾:Con2

(마) 관능특성

쌀가루 부산물의 종류와 첨가량에 따른 쿠키의 관능 특성은 표 18, 19에 나타내었음. 강도에서 바삭함은 부산물을 첨가한 쿠키가 대조구와 유사하거나 보통(5점) 이상의 값을 나타내어 바삭한 정도가 커진 것을 확인하였음. 표면 갈라짐은 모든 시료에서 대조구 보다 높게 나타나 향후 개선이 필요할 것으로 판단되었음. 기호도에서 맛은 미강 10% 첨가 쿠키와 대쇄미 10% 첨가 쿠키가 각각 6.20, 6.60으로 높게 나타났으며 조직감은 흑미 미강을 제외한 모든 시료에서 보통(5점) 이상으로 대조구에 비하여 높은 값을 나타내어 조직감이 향상된 것을 확인하였음. 전반적 기호도는 미강 첨가군 쿠키와 쌀가루 첨가군 쿠키가 보통(5점) 이상의 값을 나타냈으며, 그 중 미강 10% 첨가 쿠키와 대쇄미 10% 첨가 쿠키가 유사하게 가장 높은 값을 나타내어 쿠키의 품질 향상에 기여하는 것으로 나타났음.

표 18. 쌀가루 부산물 종류, 첨가량별 쿠키의 관능 특성

시료 ¹⁾	강도			기호도				
	색	바삭함	표면 갈라짐	색	향	맛	조직감	전반적 기호도
Con1	4.60±1.14 ^{efg}	4.60±1.82 ^{ab}	2.80±0.84 ^d	5.00±1.58 ^{bcd}	5.00±1.22 ^{bcde}	5.60±0.89 ^{abcde}	4.80±1.30 ^{bcd}	5.00±1.22 ^{abc}
Con2	5.40±0.89 ^c	4.60±1.14 ^{ab}	3.20±0.84 ^{cd}	7.00±1.41 ^a	4.00±1.87 ^{def}	4.60±2.07 ^{cdef}	4.80±1.30 ^{bcd}	4.20±1.79 ^{bcd}
M10	6.60±0.55 ^d	4.60±1.52 ^{ab}	5.80±0.84 ^a	5.20±0.84 ^{bcd}	5.80±0.84 ^{abc}	6.20±1.10 ^{abc}	6.20±0.84 ^{abc}	6.00±0.71 ^{ab}
M20	7.60±0.55 ^{bcd}	5.60±1.52 ^{ab}	5.00±1.00 ^{ab}	5.20±1.64 ^{bcd}	6.60±1.14 ^a	6.20±1.64 ^{abc}	6.00±1.87 ^{abc}	5.80±1.79 ^{abc}
M40	8.60±0.55 ^{ab}	6.60±1.67 ^a	5.80±1.10 ^a	3.60±1.34 ^d	4.60±1.14 ^{cde}	4.20±1.10 ^{def}	5.20±1.64 ^{abc}	4.20±1.79 ^{bcd}
H10	6.80±0.45 ^{cd}	5.00±0.71 ^{ab}	3.00±1.41 ^d	3.80±1.10 ^d	3.80±1.10 ^{ef}	4.00±0.71 ^{ef}	4.80±1.10 ^{bcd}	4.00±0.71 ^{cd}
H20	7.80±0.45 ^{abc}	6.60±0.71 ^a	3.80±1.41 ^{bcd}	4.20±1.10 ^{cd}	3.00±1.10 ^{ef}	3.20±0.71 ^{fg}	4.60±1.10 ^{cd}	4.00±0.71 ^{cd}
H40	8.80±0.45 ^a	4.60±1.34 ^{ab}	4.60±1.14 ^{abc}	3.80±1.10 ^d	2.00±0.71 ^g	2.20±0.45 ^g	3.20±0.84 ^d	2.60±0.55 ^d

¹⁾ 표 15의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 19. 찌라기 첨가량별 쿠키의 관능 특성

시료 ¹⁾	강도			기호도				
	색	바삭함	표면 갈라짐	색	향	맛	조직감	전반적 기호도
D10	5.00±0.71 ^{ef}	4.80±0.84 ^{ab}	5.20±1.30 ^{ab}	6.80±0.45 ^a	6.20±0.45 ^{ab}	6.60±0.89 ^{ab}	6.40±0.89 ^{ab}	6.20±0.45 ^a
D20	4.00±1.22 ^{feh}	5.60±0.89 ^{ab}	5.00±1.00 ^{ab}	5.80±1.10 ^{abc}	5.40±0.89 ^{abcd}	5.40±1.14 ^{abcde}	5.60±0.55 ^{abc}	5.20±0.84 ^{abc}
D40	3.80±1.30 ^{gh}	5.20±2.05 ^{ab}	3.00±1.41 ^d	5.60±1.34 ^{abc}	5.60±1.14 ^{abc}	5.80±0.45 ^{abcd}	6.60±1.34 ^a	6.20±0.84 ^a
J10	4.00±1.00 ^{feh}	4.60±0.89 ^{ab}	5.60±0.55 ^a	4.60±1.34 ^{bcd}	4.40±1.34 ^{cdef}	5.00±1.41 ^{bcd}	4.80±0.84 ^{bcd}	4.80±1.10 ^{abc}
J20	3.60±1.14 ^{gh}	4.40±1.14 ^b	5.60±0.55 ^a	5.20±0.45 ^{bcd}	5.20±1.30 ^{abcde}	5.80±1.30 ^{abcd}	5.40±0.89 ^{abc}	5.20±2.05 ^{abc}
J40	3.20±1.10 ^h	6.00±1.22 ^{ab}	5.20±1.30 ^{ab}	4.80±0.84 ^{bcd}	4.60±1.14 ^{cde}	5.60±0.89 ^{abcde}	5.00±0.71 ^{abc}	5.80±0.84 ^{abc}
S10	2.80±0.45 ^h	5.80±1.64 ^{ab}	4.60±0.89 ^{abc}	4.40±0.55 ^{bcd}	4.60±0.89 ^{cde}	5.40±0.89 ^{abcde}	5.20±0.45 ^{abc}	5.80±1.30 ^{abc}
S20	2.80±0.45 ^h	5.80±0.84 ^{ab}	4.80±1.10 ^{ab}	4.80±0.84 ^{bcd}	5.00±0.71 ^{bcd}	4.80±1.10 ^{cde}	5.40±0.89 ^{abc}	5.40±1.34 ^{abc}
S40	3.20±0.84 ^h	4.60±1.52 ^{ab}	6.00±0.71 ^a	6.00±1.00 ^{ab}	6.20±0.45 ^{ab}	6.80±0.45 ^a	5.40±1.34 ^{abc}	6.00±1.00 ^{ab}

1) 표 15의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

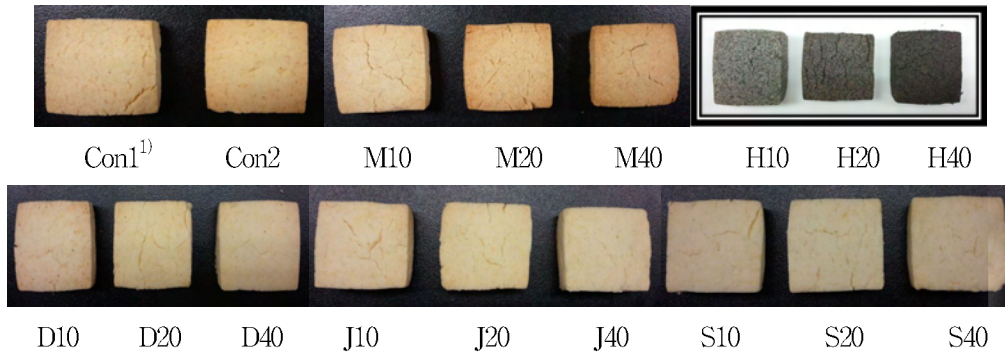


그림 11. 찌라기 부산물 종류, 첨가량별 쿠키.

¹⁾ : 표 15의 약어 참조

2. 쌀 부산물의 회수율 및 저장성 증진

가. 미강의 저장성 향상을 위한 산패 억제 물리적 전처리 개발 및 저장 중 미강 품질 변화

(1) 산패 방지를 통한 저장성 향상을 위한 물리적 처리

- 신선한 미강 시료를 한국식품연구원으로부터 제공받은 즉시 물리적 처리를 수행하였음.
- 물리적 처리 방법으로 microwave heating, autoclave, ethanol vapor, dry heating, freeze-drying+dry heating을 수행하였음 (Fig 1).
- Microwave heating 처리구는 2분, 5분으로 시간별 조건을 다르게 설정하여 처리하였고, autoclave는 120도에서 20분간 처리하였음.
- Ethanol vapor 처리는 미강시료를 체에 올려 두고 에탄올이 직접적으로 닿지 않도록 하였고, 밀봉 시킨 후 온도를 80 °C로 유지한 상태에서 3분, 5분, 20분간 처리하였음.
- Dry heating 처리는 온도 조건을 60°C, 80°C, 100°C, 120°C 로 다르게 설정하고 2시간 동안 건조기를 사용하여 처리하였음.
- Freeze-drying+Dry heating 처리는 미강을 24시간 동결건조 시킨 후 수분 함량이 1% 이하로 낮아진 것을 확인 후, 온도별로 dry heating 처리하였음.
- 각 물리적 처리 후 하룻밤 냉장시킨 후 각 처리군별로 지퍼백에 밀봉하여 상온에서 총

8주간 저장 안정성 실험을 진행하였고, 물리적 처리에 의한 영양 성분 변화를 알아보는 실험도 함께 수행하였음.

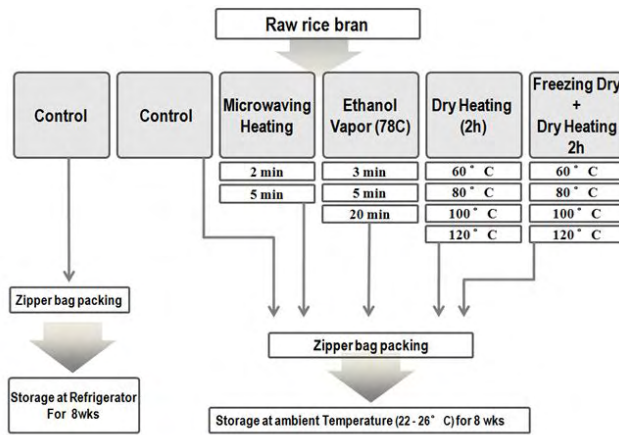


Figure 1. Schematic diagram of experimental procedure

(2) 물리적 처리에 의한 수분 함량 변화

- 물리적 처리에 hood 내에서 하룻밤 냉각시킨 후 각 처리군 별로 수분 함량을 상압건조 가열법으로 측정하여 Table 1에 나타내었음.
- 처리의 시간과 온도가 증가할수록 모든 처리군에서 수분 함량이 낮아짐.
- 24시간 냉동건조 후 건열처리한 FDDH 처리구의 수분함량은 3% 이하로 다른 처리구와 비교하여 수분 함량이 현저하게 낮음 (3% 이하).
- 저장 4주 후 수분 함량을 측정한 결과 전반적으로 저장 기간이 증가하면서 수분 함량이 다소 감소하는 결과를 보임.
- 동결 건조 처리를 한 FDDH 처리구는 4주 후에도 3% 정도의 낮은 수분 함량을 유지하고 있었음.

Table 1. Effect of stabilization treatments on moisture contents of rice bran during storage

Samples ¹⁾	Moisture Contents (%) 0 weeks	Moisture Contents (%) 4 weeks
Con	12.34±0.38	9.08±0.13
Ref	11.72±0.01	8.65±0.02
MH	2 min	5.55±0.31
	5 min	1.96±0.72
Auto	5.39±0.43	5.52±0.07
EV	3 min	7.19±0.76
	5 min	6.53±1.15
	20 min	6.25±1.21
DH	60 ° C	8.50±0.44
	80 ° C	6.68±0.37
	100 ° C	5.83±0.28
	120 ° C	4.27±0.30
FDDH	60 ° C	2.96±0.10
	80 ° C	3.26±0.09
	100 ° C	3.18±0.21
	120 ° C	2.31±0.04

Values are mean ± SD

1) Con: control, Ref: refrigerator, MH: microwave heating, Auto: autoclave, EV: ethanol vapor, DH: dry heating, FDDH: 24h freeze-drying before dry heating

(3) 물리적 처리에 의한 색도 변화

- 물리적 처리에 의한 색도의 변화를 비교하기 위하여 사진 촬영 후, Color/color difference meter (Model CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도 (Lightness, L), 적색도 (Redness, a), 황색도 (Yellowness, b)값을 측정 (Figure 2, Table 2).
- 각 처리방법에 따른 색의 변화는 전반적으로 미미하였음.
- 전반적으로 명도 L값은 처리 온도와 처리 시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내어 갈색화 반응이 일어나고 있음을 확인함.
- 열에 의한 Maillard 반응의 결과 생성된 갈변 화합물로 인하여 독특한 향기를 느낄 수 있었음.

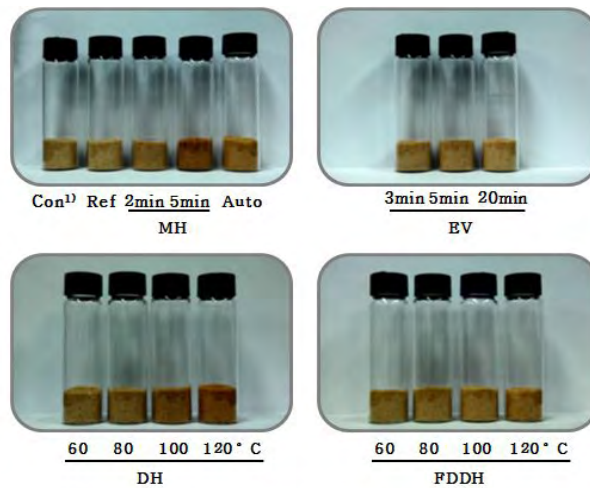


Figure 2. Effect of stabilization treatments on colors of rice bran
 1) Con: control, Ref: refrigerator, MH: microwave heating, Auto: autoclave, EV: ethanol vapor, DH: dry heating, FDDH: 24h freeze-drying before dry heating

Table 2. Effect of stabilization treatments on colors of rice bran

		L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
	Con	69.17±0.25	3.83±0.06	17.87±0.25
	Ref	69.33±0.15	3.80±0.00	17.37±0.06
MH	2 min	65.30±0.26	4.80±0.10	19.27±0.21
	5 min	59.50±0.61	7.83±0.15	20.03±0.31
	Auto	63.93±0.29	5.53±0.21	20.43±0.12
EV	3 min	67.63±0.40	4.37±0.15	18.80±0.00
	5 min	67.83±0.06	4.33±0.15	18.33±0.12
	20 min	68.47±0.42	4.27±0.06	18.93±0.21
DH	60 ° C	67.03±0.32	4.43±0.06	18.77±0.23
	80 ° C	66.00±0.26	4.77±0.06	19.50±0.10
	100 ° C	63.37±0.12	6.47±0.06	20.97±0.15
	120 ° C	61.80±0.00	7.57±0.12	21.70±0.17
FDDH	60 ° C	67.87±0.32	4.07±0.15	18.40±0.26
	80 ° C	67.40±0.35	4.17±0.15	18.40±0.20
	100 ° C	66.80±0.44	4.53±0.15	18.70±0.10
	120 ° C	65.20±1.65	5.17±0.06	19.77±0.15

Values are mean ± SD

1) Con: control, Ref: refrigerator, MH: microwave heating, Auto: autoclave, EV: ethanol vapor, DH: dry heating, FDDH: 24h freeze-drying before dry heating

- 물리적 처리를 가하지 않은 미강의 명도 값은 69.2였고, 120°C 에서 Dry heating (DH120) 처리 미강과 microwave heating 5분 처리 미강의 명도 값은 각각 61.8, 59.5로 다른 처리구에 비해 매우 낮은 값이 측정됨.

- 특히 MH 5분 (MH5)처리 미강의 경우 과도한 발열로 인하여 일부 탄화된 부분을 관찰할 수 있었음. - Ethanol vapor (EV) 처리구의 미강은 EV 처리 시간에 따른 색 변화를 보이지 않았음. 이는 가열처리에 비해 갈색화 반응에 의한 품질의 변화가 없는 장점이 확인됨.

(4) 물리적 처리 후 저장 기간 중 산가 변화

- 물리적 처리 후 상온에서 8주간 저장하면서 산가 (acid value, AV)를 측정하여 물리적 처리에 의한 미강 지질 가수분해 정도 변화를 물리적 처리 하지 않은 미강 (Con)과 비교하였음 (Fig 3, 4, 5, 6).
- 물리적 처리를 하지 않고 냉장 보관한 미강 (Ref)의 산가도 함께 측정하여 비교 값으로 사용하였음.
- 일주일 간격으로 hexan을 사용하여 미강 내 유지를 추출하였고, 페놀프탈레인 용액을 가한 후 KOH 용액으로 적정하여 산가를 측정하였음.
- 초기 미강의 산가는 미강 건조 무게를 기준으로 4.25 mg/g 로 측정되었음.
- 저장 1주 후, 물리적 처리를 하지 않은 미강 (Con)의 산가가 2배 정도 증가하였음.
- 그와 대조적으로 모든 물리적 처리구 미강의 산가는 변화 없거나 다소 감소하는 결과를 보였음.
- 저장 기간 2주까지 Con 미강의 산가는 급격히 증가하여, 저장 8주 후에는 저장 초기 산가와 비교하여 5배 정도 상승하였음.
- 열처리한 미강의 경우 높은 온도에서 장시간 열처리를 가하였을 때, 낮은 산가가 측정되었음.

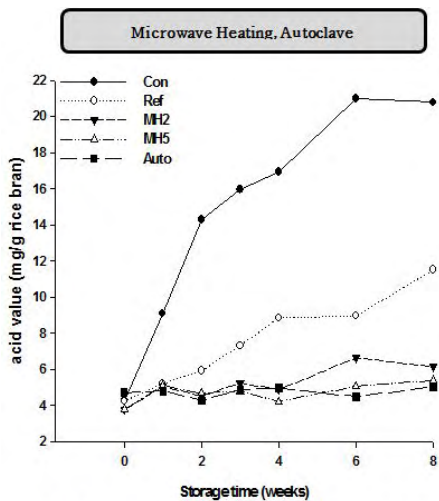


Fig 3. Effect of stabilization treatments on Acid Value of rice bran during 8 weeks of storage. AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran) Con: control, Ref: refrigerator, MH2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5 min, Auto: autoclave for 20min

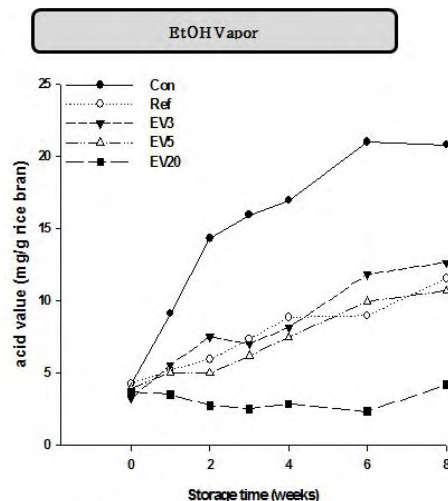


Fig 4. Effect of stabilization treatments on Acid Value of rice bran during 8 weeks of storage. AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran) Con: control, Ref: refrigerator, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min,

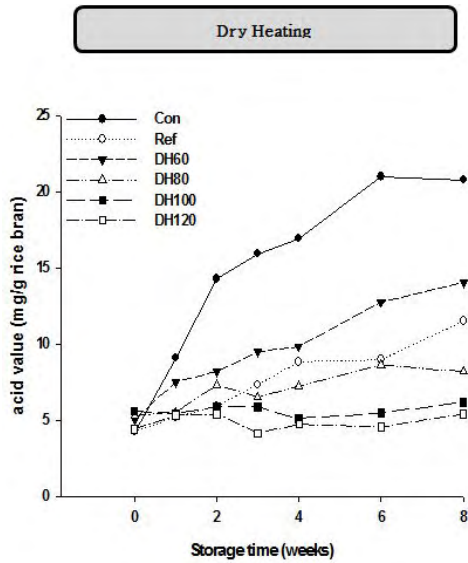


Fig 5. Effect of stabilization treatments on Acid Value of rice bran during 8 weeks of storage.
 AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran)
 Con: Control, Ref: Refrigerator, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C
 AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran)

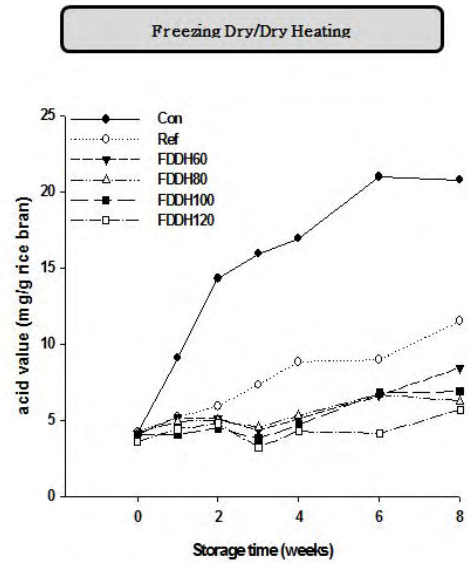


Fig 6. Effect of stabilization treatments on Acid Value of rice bran during 8 weeks of storage.
 AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran)
 Con: Control, Ref: Refrigerator, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: freeze-drying before dry Heating at 120 ° C,
 AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran)

- Ethanol vapor (EV) 처리구도 처리 시간이 길어질수록 낮은 값의 산가가 측정되었음.
- 일반적으로 미강에는 lipase가 존재하여 지방의 가수분해에 관여하므로 산가의 급격한 상승이 일어나나, 물리적 처리 과정 중 관련 효소가 불활성화됨에 따라 산가 상승요인이 제거되어 산가의 변화가 미미한 것으로 사료됨.
- 미강 내 수분이 4-5% 이하인 상태에서 lipase의 활성이 완전한 불활성화 되지 않으면, 저장 기간 중 수분의 재흡수 등으로 효소가 재활성 되어 산패를 일으킨다고 결과가 보고되어져 있음.
- 8주 저장 기간 동안 물리적 처리를 한 미강 중에 산가의 상승이 가장 높은 처리군은 60°C에서 dry heating (DH60)한 처리군였고, 수분 함량 측정 결과 6.89 % 로 다른 처리군에 비하여 높았음.
- 이는 효소가 일시적으로 불활성화 되었다 하더라도 일부 재활성화 되었을 가능성이 있었을 것으로 사료됨.
- 8주 후 EV 20분 (EV20) 처리군의 산가가 가장 낮았음.
- DH 단독 처리군 미강 보다 FDDH 처리군의 미강이 저장기간 동안 더욱 안정된 상태를 보였음.
- 열처리에 의한 효소를 불활성화 시킴과 동시에 동결 건조로 수분함량을 감소시켜 기질 조건을 변화시키는 것이 열처리만을 단독적으로 하였을 때에 비하여 산가 상승 저지에 효과적인 것으로 사료됨.

(5) 물리적 처리 후 저장 기간 중 과산화물가 변화

Table 3. Effect of stabilization treatments on peroxide value of rice bran during storage

samples ²⁾	POV ¹⁾						
	0 wks	1 wks	2 wks	3 wks	4 wks	6 wks	8 wks
Con	1.33±0.06	0.46±0.02	2.12±0.04	2.49±0.11	1.68±0.03	2.49±0.05	3.35±0.10
Ref	0.72±0.04	3.52±0.03	0.62±0.03	0.67±0.04	0.66±0.03	1.38±0.13	1.31±0.10
MH	2 min	0.85±0.09	1.10±0.10	1.08±0.02	1.02±0.12	0.90±0.04	1.47±0.08
	5 min	0.90±0.02	0.75±0.03	1.17±0.03	0.96±0.03	0.86±0.11	0.59±0.08
Auto	0.95±0.02	1.16±0.04	0.88±0.03	0.65±0.03	0.95±0.07	1.46±0.05	1.41±0.20
EV	3 min	1.49±0.03	0.92±0.09	0.99±0.12	1.15±0.02	1.70±0.02	1.67±0.06
	5 min	1.24±0.26	1.08±0.07	1.38±0.13	1.02±0.04	1.54±0.04	1.67±0.03
	20 min	1.15±0.42	1.22±0.12	1.29±0.08	1.70±0.06	1.81±0.03	0.85±0.01
DH	60 ° C	1.38±0.10	0.79±0.17	1.60±0.06	0.95±0.02	1.55±0.02	1.58±0.08
	80 ° C	1.99±0.07	0.57±0.02	1.71±0.06	0.93±0.02	1.99±0.05	1.56±0.01
	100 ° C	1.85±0.11	0.79±0.07	1.06±0.06	1.55±0.10	0.93±0.12	1.43±0.02
	120 ° C	1.40±0.07	0.51±0.03	0.92±0.04	1.24±0.03	0.79±0.05	1.26±0.05
FDDH	60 ° C	0.75±0.03	1.25±0.09	1.02±0.09	0.91±0.02	1.77±0.06	1.60±0.18
	80 ° C	0.73±0.02	1.11±0.02	1.10±0.25	0.69±0.03	1.80±0.02	1.86±0.09
	100 ° C	0.89±0.04	1.15±0.02	0.97±0.06	0.64±0.02	1.58±0.06	1.74±0.25
	120 ° C	1.49±0.08	0.71±0.02	1.18±0.04	1.03±0.03	0.61±0.04	0.94±0.09

Values are mean ± SD

1) Peroxide value of rice bran oil (meq/kg rice bran)

2) Con: control, Ref: refrigerator, MH: microwave heating, Auto: autoclave, EV: ethanol vapor, DH: dry heating, FDDH: 24h freeze-drying before dry heating

- 물리적 처리 후 상온에서 8주간 저장하면서 과산화물가 (peroxide value, POV)를 측정하여 물리적 처리에 의한 미강 지질 산화 안정성을 물리적 처리를 하지 않은 미강 (Con)과 비교하여 Table 3에 나타내었음.
- 물리적 처리를 하지 않고 냉장 보관한 미강(Ref)의 과산화물가도 함께 측정하여 비교 값으로 사용하였음.
- 산가와 마찬가지로 일주일 간격으로 헥산을 사용하여 미강 내 유지를 추출하였고, KI 포화용액과 1% 전분 용액을 가한 후 0.1N-Na₂S₂O₃용액으로 적정하여 과산화물가를 측정하였음.
- 초기 미강의 과산화물가는 미강 건조 무게를 기준으로 1.19 meq/kg로 측정됨.
- 저장 기간 중 과산화물가를 비교해 보면 뚜렷한 변화를 보이지 않았음.
- 따라서 POV 기준으로 판단하면 6주 저장 기간 중 각각의 물리적 전처리에 의해 미강 지방 산화가 크게 영향을 받지 않았음을 유추할 수 있었음.
- 그러나 저장 8주 후 Con 미강의 과산화물가는 3.35 meq/kg로 다른 처리구 미강에 비하여 차이를 보이기 시작하였음.
- 예비 실험 시 저장 기간 13주 측정된 과산화물가는 3.79 meq/kg로 나타났음.
- 이것으로 미루어 보아, 초기 산패의 진행은 미강 내 지방 산화에 의한 산패보다는 미강 내 지방 가수분해에 의한 유리 지방산 형성이 1차적인 것으로 사료됨.

나. 미강 내 일반 성분, 기능성 성분 분석

(1) 수분, 조지방, 유리 아미노산 (GABA 등) 함량 분석

- 상압가열건조법과 Soxhlet법으로 각각 미강 내 수분 함량과 조지방 함량을 측정함.
- 미강의 수분 함량은 8-11%, 조지방 함량은 17.5-19.4% 이었음.

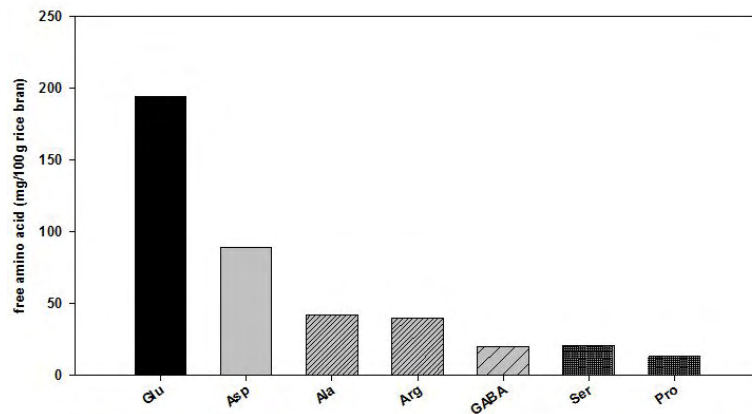


Fig 7. Free amino acid of rice bran
 Glu: glutamic acid, Asp: aspartic acid, Ala: alanine, Arg: arginine, GABA: gamma-amino butyric acid Ser: serine, Pro: proline
 Dry weight basis of rice bran

- 유리아미노산 함량은 아미노산 분석기 (Biochrom-20, Pharmacia, USA)를 사용하여 분석하였고, 분석 결과 총 23종류의 아미노산이 검출되었음.
- 미장 건조 중량 100 g당 총 아미노산 함량은 492 mg 이었음.
- 아미노산 조성 분포는 glutamic acid가 194 mg로 40% 이상을 차지하였고, aspartic acid, alanine, arginine, γ -amino butyric acid (GABA) 등의 순으로 각각 89 mg, 42 mg, 40 mg, 20 mg의 함량이었음(Fig 7).

(2) 기능성 성분 분석 (tocols, phytosterols, polyosanols)

(가) Tocols

- Tocols 함량은 헥산을 이용하여 미장 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, HPLC (JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석하였음.
- 앞서 수행한 저장성 향상을 위한 물리적 처리 중 tocols 함량 변화 정도를 알아보기 위해 각 처리구 별 tocols 함량을 분석하여 물리적 처리 하지 않은 미장 (Con)과 비교하였음.
- 모든 처리구에서 β -, δ -tocopherol을 제외한 6종류의 tocols 이성체 (α -, β -, γ - 및 δ -tocopherol, α - 및 γ -tocotrienol)가 검출 되었음 (Fig 8).

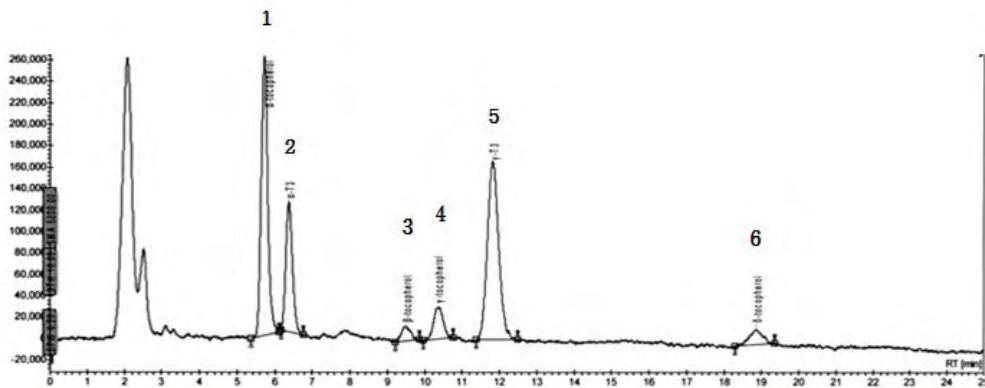


Fig 8. HPLC chromatogram of saponified rice bran. Chromatographic conditions: Licrospher Si-60, 250 x 4.6mm, 5 μ column (Merck, Darmstadt, Germany); Mobile phase, *n*-hexane/2-propanol (99:1); flow rate, 1.0ml/min; detection fluorescence, excitation 298nm, emission 325nm; peaks: (1) α -tocopherol; (2) α -tocotrienol; (3) β -tocopherol; (4) γ -tocopherol; (5) γ -tocotrienol; (6) δ -tocopherol.

- 각 물리적 처리 별 tocopherol 함량은 Fig 9에 tocotrienol 함량은 Fig 10에 나타내었음.
- 미강에 함유된 주요 tocopherol과 tocotrienol은 α -tocopherol (총 tocopherol의 82%)과 γ -tocotrienol (총 tocotrienol의 53%)이었고, 전처리를 하지 않은 미강 (CON)의 건조 중량 1 g을 기준으로 각각 33.27 mg/g, 11.92 mg/g의 함량이었음.

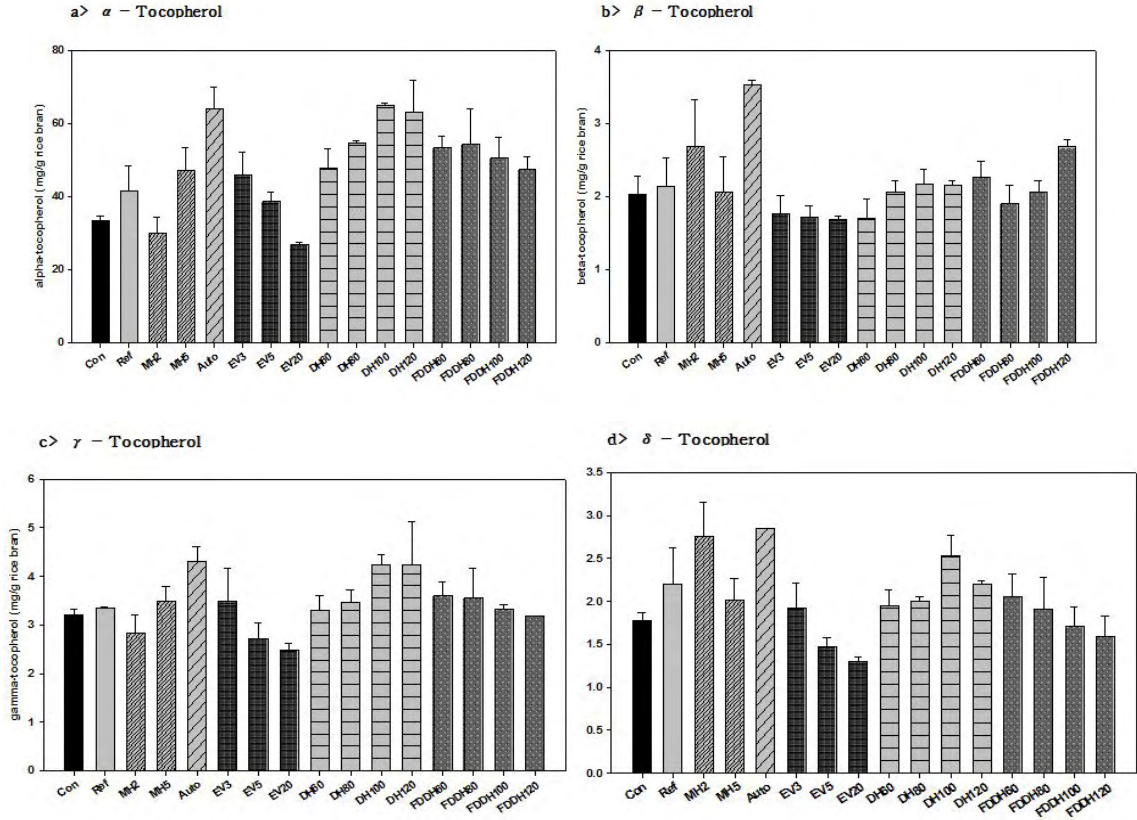


Fig 9. Effect of stabilization treatments on tocopherols of rice bran.
 Con: control, Ref: refrigerator, MH-2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5 min, Auto: autoclave for 20min, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: Dry weight basis of rice bran.

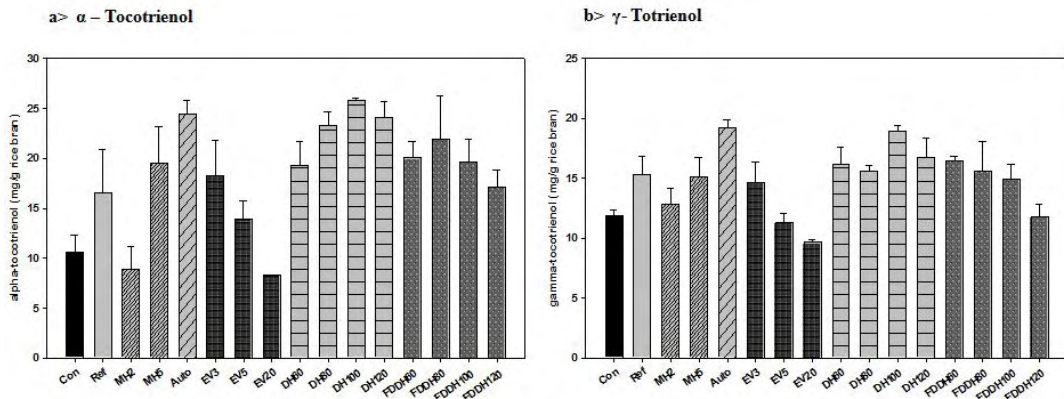


Fig 10. Effect of stabilization treatments on tocopherols of rice bran.
 Con: control, Ref: refrigerator, MH-2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5 min, Auto: autoclave for 20min, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: Dry weight basis of rice bran.

- 전반적으로 열처리를 가한 미강의 tocols의 함량은 다소 증가하였음
- 특히 DH 처리구 미강의 α -topherol, α -tocotrienol 함량은 전처리를 하지 않은 미강 (Con)과 비교하여 2배 정도 높았음
- 열처리 시 단백질이나 인지질 등에 결합되어 있던 tocols가 열에 의해 그 결합이 파괴된 후 분리, 용출되어 함량 증가를 보였다고 사료되며 이러한 경향은 이미 보고된 바 있음.

(나) Phytosterols

- Phytosterols 함량은 헥산을 사용하여 미강 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, GC-FID (Varian CP 3800 GC)를 사용하여 분석하였음.
- 각 물리적 처리 별 미강의 phytosterols 함량은 Fig 11, 12, 13에 나타내었음.

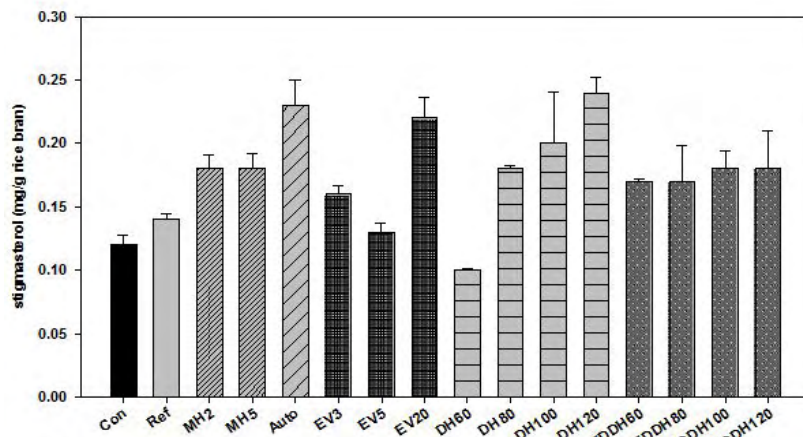


Fig 11. Effect of stabilization treatments on stigmasterol of rice bran.
 Con: control, Ref: refrigerator, MH-2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5 min, Auto: autoclave for 20min, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: freeze-drying before dry Heating at 120 ° C
 Dry weight basis of rice bran.

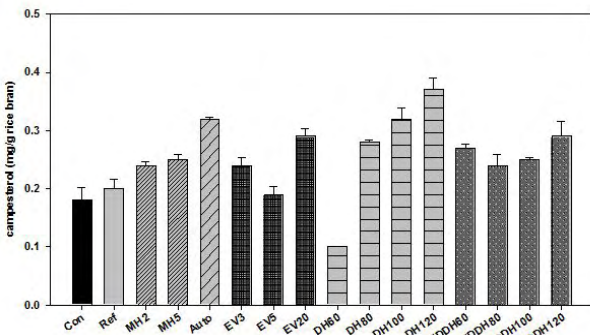


Fig 12. Effect of stabilization treatments on campesterol of rice bran.
 Con: control, Ref: refrigerator, MH-2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5 min, Auto: autoclave for 20min, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: freeze-drying before dry Heating at 120 ° C
 Dry weight basis of rice bran.

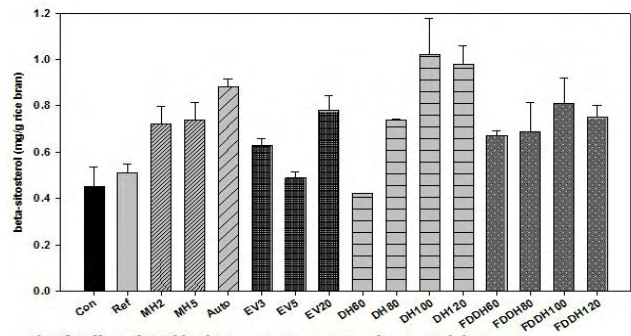


Fig 13. Effect of stabilization treatments on beta-sitosterol of rice bran.
 Con: control, Ref: refrigerator, MH-2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5 min, Auto: autoclave for 20min, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: freeze-drying before dry Heating at 120 ° C
 Dry weight basis of rice bran.

- 모든 처리구에서 stigmasterol, campesterol, β -sitosterol이 검출 되었고, 물리적 처리 하지 않은 미강 (Con)의 건조 중량 1 g을 기준으로 각각 0.12 mg/g, 0.21 mg/g, 0.51 mg/g의 함량이었음.

- 미강 내 phytosterol 중 β -sitosterol의 함량이 가장 높았음.
- 전반적인 phytosterols의 함량은 각 처리에 의하여 증가하였는데 이는 각 처리에 의한 tocols의 함량 변화와 유사한 경향을 보였음.

(다) Polycosanols

- Polycosanols 함량은 헥산을 사용하여 미강 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, GC-FID (Varian CP 3800 GC)를 사용하여 분석하였음.
- 각 물리적 처리 별 미강의 polycosanols 함량은 Table 4에 나타내었음.
- 모든 물리적 처리구에서 tetracosanol (C_{24}), hexacosanol (C_{26}), heptacosanol (C_{27}), octacosanol (C_{28}), triacosanol (C_{30})이 검출 되었음.
- Policosanol 중 octacosanol의 함유량이 가장 많았고, 각 polycosanol을 더한 총 polycosanol 함량은 전처리를 하지 않은 미강 (Con)의 건조 중량 1 g을 기준으로 0.1 mg 이었음.
- 저장성 향상을 위한 모든 물리적 처리구의 총 polycosanol 함량은 Con 미강과 비교하여 증가하였음.
- 이는 각 처리에 의한 다른 지용성 성분들(tocols, phytosterols)의 함량 변화양상과 유사함

Table 4. Effect of stabilization treatments on polycosanols of rice bran

Samples ¹⁾	C_{24} Tetracosanol	C_{26} Hexacosanol	C_{27} Heptacosanol	C_{28} Octacosanol	C_{30} Triacosanol	Total Polycosanols	
Con	0.01±0.000	0.01±0.002	0.01±0.006	0.05±0.021	0.02±0.007	0.10±0.011	
Ref	0.04±0.016	0.02±0.001	0.02±0.004	0.05±0.003	0.02±0.005	0.16±0.014	
MH	2 min	0.02±0.004	0.01±0.016	0.03±0.006	0.04±0.012	0.02±0.012	0.13±0.014
	5 min	0.03±0.000	0.01±0.017	0.06±0.015	0.02±0.006	0.02±0.006	0.15±0.002
Auto	0.03±0.015	0.02±0.026	0.05±0.018	0.07±0.001	0.03±0.013	0.20±0.038	
EV	3 min	0.05±0.002	0.01±0.011	0.03±0.007	0.06±0.006	0.01±0.016	0.16±0.016
	5 min	0.04±0.001	0.02±0.010	0.01±0.013	0.05±0.010	0.01±0.016	0.13±0.011
	20 min	0.07±0.006	0.01±0.014	0.04±0.019	0.06±0.018	0.01±0.010	0.17±0.007
DH	60 ° C	0.05±0.005	0.01±0.008	0.02±0.011	0.05±0.012	0.00±0.007	0.13±0.013
	80 ° C	0.04±0.001	0.04±0.006	0.04±0.003	0.09±0.043	0.02±0.027	0.22±0.018
	100 ° C	0.03±0.002	0.01±0.021	0.03±0.011	0.08±0.023	0.03±0.004	0.18±0.060
	120 ° C	0.05±0.005	0.04±0.000	0.03±0.003	0.08±0.028	0.03±0.001	0.23±0.025
FD/DH	60 ° C	0.04±0.006	0.01±0.018	0.03±0.005	0.06±0.007	0.03±0.014	0.18±0.002
	80 ° C	0.03±0.007	0.02±0.001	0.05±0.017	0.06±0.007	0.02±0.004	0.19±0.012
	100 ° C	0.04±0.006	0.04±0.005	0.03±0.007	0.07±0.003	0.02±0.004	0.20±0.008
	120 ° C	0.05±0.002	0.03±0.009	0.04±0.007	0.08±0.026	0.03±0.013	0.22±0.030

Values are mean ± SD

1) Con: control, Ref: refrigerator, MH: microwave heating, Auto: autoclave, EV: ethanol vapor, DH: dry heating, FD/DH: 24h freeze-drying before dry heating
mg / g rice bran
Dry weight basis of rice bran

(라) 총 폴리페놀 함량

- 총 폴리페놀 함량 분석을 위해 메탄올로 미강의 수용성 성분을 추출한 후, Folin-Ciocalteu 시약을 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였음.
- 표준 물질로는 gallic acid를 표준물질로 사용하여 표준 검량선을 작성한 후 미강의 total phenolic 함량은 mg gallic acid equivalent per 1 g rice bran으로 나타내었음(Fig 14).
- 총 폴리페놀 함량은 물리적 처리를 하지 않은 미강 (Con) 건조 중량 1 g을 기준으로 0.56 mg GAE/g로 측정됨.
- 각 물리적 처리에 따른 총 폴리페놀 함량 변화는 관찰되지 않았음.

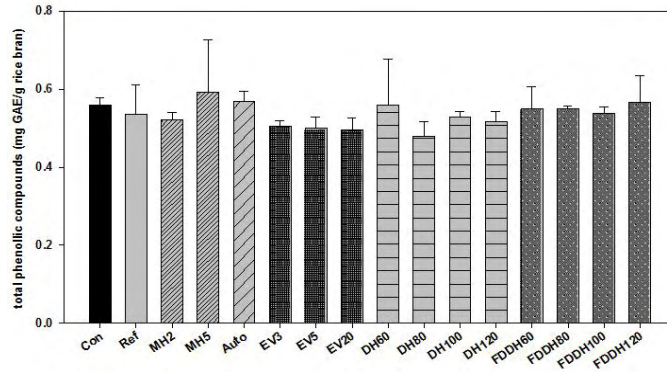


Fig 14. Effect of stabilization treatments on total phenolic compounds of rice bran
 TPC: total phenolic compounds
 Con: control, Ref: refrigerator, MH-2: microwave heating, for 2min, MH5: microwave heating for 5min, Auto: autoclave for 20min, EV3: ethanol vapor for 3min, EV5: ethanol vapor for 5min, EV20: ethanol vapor for 20min, DH60: Dry Heating at 60 ° C, DH80: Dry Heating at 80 ° C, DH100: Dry Heating at 100 ° C, DH120: Dry Heating at 120 ° C, FDDH60: freeze-drying before dry Heating at 60, FDDH80: freeze-drying before dry Heating at 80 ° C, FDDH100: freeze-drying before dry Heating at 100 ° C, FDDH120: freeze-drying before dry Heating at 120 ° C
 Dry weight basis of rice bran (mg Gallic Acid Equivalents (GAE) / g rice bran)
 There are no significantly differences in each groups. ($p < 0.05$)

다. 다당류 matrix를 혼입한 미강 분말의 품질 특성 분석

(1) 미강과 부형제 (말토덱스트린) 혼합시료 제조

- 부형제 혼입 시 주로 사용되는 텍스트린류의 경우 일반적으로 용해 분산성이 우수하고 조직감 개선 효과가 있고 흡습성이 낮아 각종 식품의 부형제로 널리 사용되어지고 있음.
- 본 연구에서는 말토덱스트린 (DE=14)을 부형제로 혼합 비율을 달리 하여 (Table 5) 미강의 품질과 저장 안정성에 미치는 영향을 비교하였음.
- 수분 함량 측정 결과 미강에 첨가한 부형제의 비율이 증가할수록 부형제를 첨가하지 않은 미강의 수분 함량 (10.8%)과 비교하여 낮은 수분함량을 보였음.

Table 5. Mixing ratio, moisture contents of rice bran and maltodextrin mixtures

Samples ¹⁾	Ratio (RB:MD)		Moisture Contents (%)
	Rice bran (RB)	Maltodextrin (MD)	
Con	1	0	10.79±0.36
RBMD11	1	1	7.22±0.41
RBMD21	2	1	6.34±0.08

Values are mean ± SD

1) Con: rice bran, RBMD11: rice bran:maltodextrin=1:1, RBMD21: rice bran:maltodextrin=2:1

(2) 텍스트린 첨가에 의한 색도변화

- 색도 측정을 위해 Color/color difference meter (Model CR-300, Minolta Co.,Japan)를 사용하여 명도 (Lightness, L), 적색도 (Redness, a), 황색도 (Yellowness, b)값을 측정하였음 (Table 6).
- 명도 값은 미강에 부형제를 1:1 비율로 첨가한 처리군이 높았고, 적색도, 황색도는 부형제를 첨가하지 않은 미강에서 높게 측정되어, 부형제의 첨가가 증가할수록 분말이 밝기는 밝아짐을 알 수 있었음.

Table 6. Effect of foaming agent (maltodextrin) on colors of rice bran

Samples ¹⁾	colors		
	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
Con	67.70±0.69	4.47±0.15	18.33±0.35
RBMD11	73.33±0.67	3.33±0.15	16.40±0.10
RBMD21	75.27±0.23	2.97±0.12	15.13±0.31

Values are mean ± SD

1) Con: rice bran, RBMD11: rice bran:maltodextrin=1:1, RBMD21: rice bran:maltodextrin=2:1

(3) 텍스트린 첨가에 의한 산가, 과산화물가 비교

- 텍스트린 부형제 첨가에 따른 저장 안정성을 알아보기 위해, 부형제 첨가 후 상온에서 1주일 저장하고 산가 (acid value, AV), 과산화물가 (peroxide value, POV)를 측정하여 Table 7에 나타내었음.
- 부형제 첨가 후 측정한 산가와 과산화물가는 부형제 첨가에 따른 차이를 보이지 않았음.
- 상온에서 1주 저장한 후 산가를 측정하였고, 부형제를 첨가하지 않은 미강의 산가는 0주에 비하여 2배 증가하였고, 이는 앞의 미강 저장성 향상을 위한 물리적 처리 실험 결과와 일치함.
- 위 결과와 비교하였을 때, 부형제를 첨가한 처리군에서는 낮은 값의 산가가 측정됨.
- 과산화물가는 상온 저장 1주 후 부형제 첨가에 따른 차이를 보이지 않았음.
- 추후 저장기간을 늘이는 실험을 통하여, 부형제 첨가에 따른 산화 방지 효과를 확인할 수 있을 것으로 사료됨.

Table 7. Effects of foaming agent (maltodextrin) on acid value and peroxide value of rice bran

Samples ¹⁾	AV ²⁾		POV ³⁾	
	0 wks	1 wks	0 wks	1 wks
Con	5.07±0.31	11.06±0.13	0.84±0.10	1.18±0.13
RBMD11	5.31±0.20	8.35±0.25	0.99±0.04	1.01±0.04
RBMD21	5.16±0.30	7.13±0.38	0.89±0.02	1.21±0.02

Values are mean ± SD

1) Con: rice bran, RBMD11: rice bran:maltodextrin=1:1, RBMD21: rice bran:maltodextrin=2:1

2) AV: acid value of rice bran (mg/g rice bran)

3) POV: peroxide value of rice bran (meq/kg rice bran)

라. 미강에 혼입되어 있는 배아의 분리

- 건강기능성 식품으로 이용 가능성이 높은 쌀 배아 분리시스템은 일본에서 도입되어 국내 공장에서 가동되고 있으나, 장치가 크고 고가여서 널리 활용되지 못하고 있는 실정임
- 현재 국내에서 부산 되는 쌀 배아는 미강에 혼입되어 저렴한 사료자원으로 이용되고 있음.
- 간단한 배아분리 방법으로 비중 1.31의 크로로폼, 메탄올 혼합 용매 (3:1)를 이용하여, 비중이 낮은 배아를 분리하였음 (Table 9).

Table 8. Density of germ, chloroform:methanol 3:1 mixture and husk

	Density
Germ	1.18-1.26
Chloroform:methanol 3:1 mixture	1.31
Husk	1.38-1.42

1) Husk: The rest part of rice bran, except for germ

- 비중 차이를 이용한 배아 분리 과정 중 혼합용매에 시료를 넣은 초반에는 미강이 두 개 층으로 확연히 분리됨,
- 그러나 시간이 경과함에 따라 용매의 흡수가 일어나 위쪽의 배아 층도 아래쪽으로 가라앉는 현상을 관찰 할 수 있었음.
- 또한, 유기 용매에 의해서 배아 내 유지 속 기능성 성분들의 용출 가능성이 우려되었음.
- 이를 최소화하기 위하여 시료를 유기 용매에 넣고 시간 별로 방치한 후, 감압농축 시켜 클로로폼과 메탄올을 제거하고 용출된 지방의 양을 비교하여 배아 분리의 최적 시간 조건을 알아보고자 함.
- Fig 13은 배아 분리 시간에 따른 지방 용출량 (%)을 나타내었고, 미강과 용매를 5시간 동안 혼합하여 지방 추출을 최대화 하였을 때 지방 용출량 (15.4 %)과 비교하였음.
- 시간이 길어질수록 그에 비례하여 지방 용출량 (%)이 늘어났으므로, 최대한 단 시간 내에 분리하는 것이 지방 용출량 (%)을 감소시킬 수 있다고 사료됨.
- 30초 경과에도 지방 용출은 어느 정도 관찰되었으므로, 추후 실험이 필요하다고 사료됨.
- 현재 쌀의 도정 후 얻어지는 미강 부산물에 소량 함유되는 배아를 분리하고 정제하는 공정은 배아의 활용도 및 공정의 경비 등을 고려할 때 산업적으로 유용하게 활용될 가능성이 적다고 판단됨.

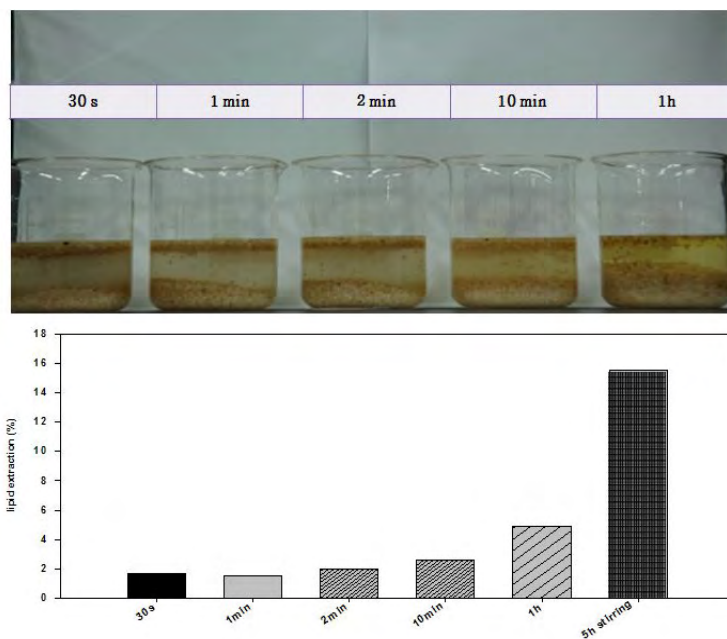


Figure 13. Effect of different germ separation time on lipid extraction

제 2 절 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면, 미강 음료 및 미용팩의 개발

1. 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면 제품 개발

가. 국내·외 쌀 부산물 현황

- 국내 쌀 부산물 현황은 표 1에 나타내었음. 연간 쌀 생산량 500만톤을 기준으로 쌀가공 부산물은 연평균 150만톤 이상으로 왕겨가 벼 생산량의 약 20%, 미강이 약 8%, 파쇄미가 2%로 각각 연평균 100만톤, 43만톤 및 10만톤이 생산되고 있음. 이와 같은 쌀 부산물은 주로 쌀국수나 쌀과자 등을 비롯한 쌀 가공식품과 미강유 등의 건강기능성 식품의 제조에 이용되고 있음.

표 1. 국내 쌀 부산물 현황 (쌀 생산량 500만톤 기준/년)

품목	발생량 (벼총량 대비율)	주용도
파쇄미	10만톤 (2%)	쌀국수, 쌀과자, 가공식품
미강	43만톤 (8%)	미강유, 건강보조식품
배아	0.5만톤 (0.1%)	기능성 식품소재
왕겨	100만톤 (20%)	가축사료, 포장재

- 해외 쌀 부산물 현황은 표 2에 나타내었음. 장립종을 제외한 중·단립종의 경우 쉼미 발생량이 소량이기 때문에 미국과 일본의 경우 각각 약 544천톤과, 6만톤으로 태국에 비하여 발생량이 적음.

표 2. 해외 쌀 부산물 현황

국가	발생량
미국	약 54만톤
일본	약 6만톤
태국	약 691만톤

- 부산물 규격은, 1차년도 연차보고한 바와 같이, 태국과 미국 등은 쌀라기의 유통규격이 설정되어 있는 반면, 국내 법적규격은 아직 고시된 바 없고, 대한곡물협회에서 다음과 같이 제시한 바만 있음. 즉, 대쇄미(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 1.7 mm인 그물체로 쳐서 체를 통과하지 아니하는 것)와 중쇄미(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 1.7 mm인 그물체로 치면 통과하되 KS A 5101-1 표준체중 호칭치수가 1.4 mm인 그물체로 치면 통과하지 아니하는 것), 소쇄미(KS A 5101-1 표준체중 호칭치수 1.4 mm인 그물체로 치면 통과하는 것)로 분류하였음. 또한, 미강, 흑미강, 왕겨 등은 별도의 규격이 없으며, 실제로 진도군 등에서 생산되는 흑미는 대부분 현미 도정하여 흑미강 부산물이 거의 발생하지 않음.

나. 기능성 쌀면의 품질특성

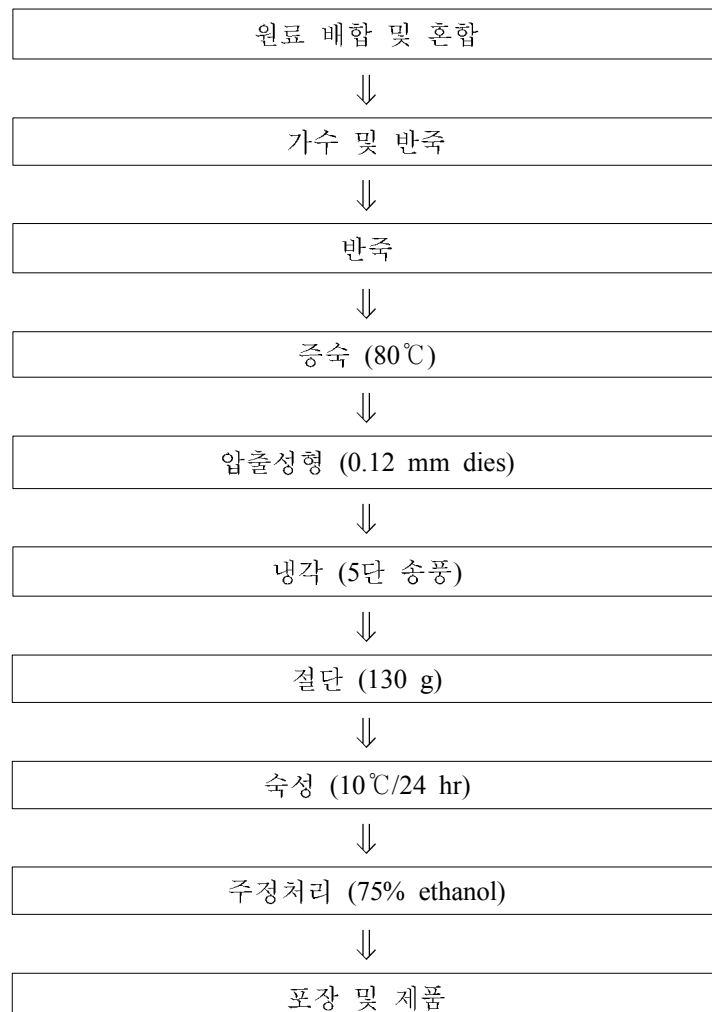
(1) 재료 및 선별

쌀가루와 파쇄미 쌀가루는 2010년에 수확한 국내산 단립종 일반미를 사용하였고, 미강은 벼도정과정에서 배출되는 것을 수라청 RPC에서 공급받았으며, 60 mesh(KS A 5101-1의 표준체 중 호칭치수가 250 μm 인 그물체) sieve로 쳐서 시료로 사용하였음. 선별한 미강은 -20°C 에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였음. 옥수수전분은 CJ제일제당, 타피오카 전분은 신송산업, 초산타피오카 변성전분은 (주)마쓰다니, 한주의 정제염을 사용하였음.

(2) 방법

(가) 기능성 쌀면 제조

부산물을 활용한 기능성 쌀면의 품질특성을 측정하기 위해 시중 즉석 쌀면을 판매하고 있는 A회사의 즉석 쌀면 제조 공정(그림 1)을 이용하여 쌀면을 제조하였음. 즉 원료인 쌀을 12시간 이상 침지하여 2단 roll-mill을 통하여 분쇄한 후, 쌀가루와 전분 및 기타 부재료를 혼합하여 가수와 동시에 반죽기에서 원료를 교반하면서 반죽하였음. 반죽은 80°C 에서 증숙과 동시에 0.12 mm dies 규격으로 압출성형(Hwanhi Machinery Co., Korea)하여 면을 이송하면서 냉각시키고, 면의 무게가 130 g이 되도록 절단하여 냉장 숙성하였음. 냉장 숙성한 쌀면은 75% 주정으로 주정처리 후 송풍건조한 것을 쌀면 시료로 사용하였음. 부산물 첨가량별 쌀면 시료의 약어 및 배합비 표 3에 나타내었음.



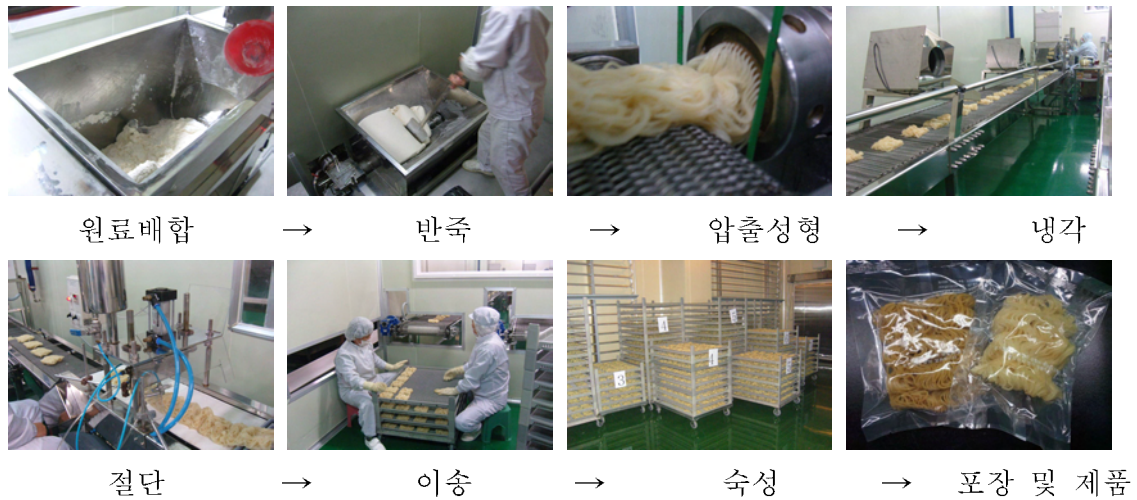


그림 1. 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 제조과정.

표 3. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면 시료 약어 및 배합비

약어	원료 및 함량	비고
Con	쌀가루(60%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	무첨가
NBN10	쌀가루(50%), NS미강(10%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별전 미강 10%
RBN5	쌀가루(55%), S미강(5%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별후 미강 5%
RBN10	쌀가루(50%), S미강(5%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별후 미강 10%
RBN20	쌀가루(40%), S미강(20%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별후 미강 20%
PRN5	쌀가루(55%), 파쇄미(5%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	파쇄미 5%
PRN10	쌀가루(55%), 파쇄미(10%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	파쇄미 10%
PRN20	쌀가루(55%), 파쇄미(20%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	파쇄미 20%

(나) 품질특성 측정

쌀 가공 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 수분함량은 AOAC의 105°C 상압가열건조법에 의하여 측정하였고, 색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 각각의 시료를 3 mm 길이로 세절하여 직경 3 cm, 높이 1 cm cell에 담아 생면과 조리면의 색도 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였으며, 이 때 백색표준판은 L값 93.12, a값 -5.36, b값은 7.46이었음. 조리특성은 Kim 등의 방법에 따라 실시하였음. 쌀면 25 g에 끓인 물 300 mL을 넣고 3분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음 조리용 체에 건져 3분간 탈수한 후 면의 중량을 측정하였고, 면의 부피는 500 mL mess cylinder에 300 mL 증류수를 채운 다음 중량을 측정한 면을 넣어 증가하는 물을 측정하여 부피를 구하였음. 조직감은 Texture Analyzer(TA, XT-RA Dimension V3.7A, Svy Micro

Systems)로 측정하였음. 25 mm의 plunger를 사용하여 TPA parameter에서 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness)을 알아보았는데 측정 조건은 plunger strain 50%, pre test speed 3.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec 이었고 모든 시료는 10회 반복 측정하였음. 관능검사는 한국식품연구원 패널 30명을 대상으로 9점 척도법으로 실시하였으며 평가항목은 국물의 탁도, 면의 쫄깃함, 퍼짐성의 강도와 외관 및 색, 맛, 조직감, 조화성 및 전반적기호도에 관하여 평가하였음. 통계적 유의성은 SPSS 프로그램을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 사용하여 유의성 검정을 시행하였음.

(3) 실험 결과

(가) 수분함량 및 색도

미강, 파쇄미 첨가량에 따른 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 4에 나타내었음. 수분함량은 38.14~42.79%로 나타났으며, 대조구의 수분함량이 42.79%로 가장 높게 나타났음. 미강 첨가 쌀면의 경우, 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 유의적으로 감소하였음. 색도측정 결과, 대조구 쌀면에 비해 미강 첨가 쌀면의 밝기를 나타내는 L값이 유의적으로 낮게 나타났으며, 조리면의 L값과 황색도를 나타내는 b값이 생면보다 낮게 나타나는 처리구가 많았는데 이는 쌀면을 조리하였을 때 전분 용출 등에 의한 것으로 사료됨.

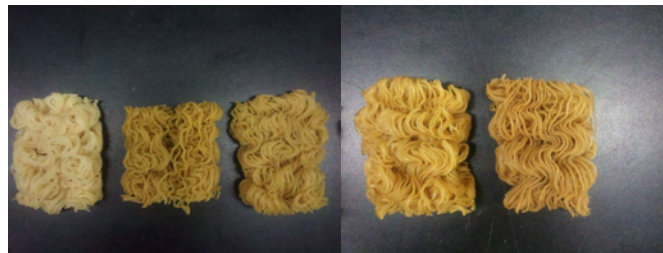


그림 2. 미강 첨가량별 쌀면의 외관(CON, NBN10, RBN5, RBN10, RBN20)

* 시료명은 표 3의 약어 참조

표 4. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 수분함량 및 색도

시료 ¹⁾	수분함량 (%)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
CON	42.79±0.35 ^{a2)}	59.69±0.51 ^a	-5.34±0.06 ^b	17.47±0.19 ^a	56.20±0.46 ^a	-6.85±0.08 ^g	11.37±0.15 ^b
NBN10	40.22±0.72 ^b	46.62±0.33 ^{ef}	-2.36±0.14 ^c	14.67±0.14 ^b	48.46±0.09 ^c	-4.02±0.17 ^d	12.97±0.05 ^a
RBN5	41.92±0.74 ^a	45.76±0.06 ^f	-2.21±0.04 ^c	13.00±0.28 ^c	42.91±0.40 ^f	-3.42±0.05 ^c	10.22±0.40 ^d
RBN10	39.31±0.69 ^{bc}	44.72±0.49 ^g	-1.46±0.09 ^b	13.61±0.21 ^c	44.29±0.65 ^e	-3.08±0.10 ^b	10.92±0.20 ^e
RBN20	38.68±0.77 ^{cd}	46.75±0.43 ^{de}	-0.37±0.06 ^a	13.30±0.15 ^{cd}	49.61±0.09 ^b	-1.78±0.05 ^a	12.92±0.07 ^a
PRN5	38.14±0.37 ^d	48.38±0.81 ^{bc}	-3.79±0.14 ^d	11.52±0.10 ^e	43.37±0.34 ^f	-4.94±0.03 ^e	6.74±0.17 ^e
PRN10	39.52±0.65 ^{bc}	47.59±0.50 ^{cd}	-4.08±0.06 ^e	10.60±0.36 ^g	44.52±0.33 ^e	-5.05±0.13 ^e	5.23±0.17 ^f
PRN20	40.04±0.22 ^b	49.00±0.69 ^b	-4.38±0.10 ^f	11.00±0.07 ^f	45.17±0.30 ^d	-5.30±0.03 ^f	5.50±0.22 ^f

¹⁾ 표 3의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(나) 조리특성

미강, 파쇄미 첨가량에 따른 쌀면의 조리특성 결과는 표 5에 나타내었음. 조리특성 결과, 미강과 파쇄미 첨가 쌀면이 대조구 쌀면에 비해 조리 후 중량, 함수율 및 부피의 변화가 크게 나타났으며, 미강과 파쇄미 첨가량이 증가할수록 함수율 및 부피가 유의적으로 증가하였음.

표 5. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 조리특성

시료 ¹⁾	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)
CON	29.07±0.87 ^{d2)}	113.04±3.80 ^d	25.00±0.00 ^d
NBN10	31.45±0.44 ^c	123.72±1.35 ^c	30.00±0.00 ^{bc}
RBN5	31.41±0.13 ^c	123.80±0.85 ^c	28.33±2.89 ^c
RBN10	34.86±1.31 ^a	137.88±5.32 ^a	31.33±1.15 ^b
RBN20	35.65±0.89 ^a	141.42±3.60 ^a	34.00±0.00 ^a
PRN5	32.78±1.20 ^{bc}	129.89±4.87 ^b	28.33±2.08 ^c
PRN10	32.99±0.23 ^b	130.79±0.92 ^b	29.33±1.15 ^{bc}
PRN20	31.35±0.13 ^c	128.88±2.57 ^c	28.33±0.58 ^c

1) 표 3의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(다) 조직감

미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 조직감은 표 6, 그림 3과 같음. 조직감 측정 결과, 경도는 대조구 쌀면 보다 미강과 파쇄미 첨가 쌀면이 높게 나타났음. 씹힘성에서 대조구 쌀면은 771.84로 나타났으며, 부산물 첨가 쌀면은 817.14~1125.88로 대조구 쌀면 보다 유의적으로 높게 나타나 부산물 첨가 쌀면의 조직감 향상을 확인하였음. 표 6. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	경도(g)	부작성	탄력성	응집성	씹힘성
CON	1002.82±73.91 ^{c2)}	-52.39±22.23 ^{de}	0.98±0.01 ^{ab}	0.74±0.03 ^{bc}	771.84±75.07 ^e
NBN10	1283.30±195.88 ^b	-65.95±9.98 ^c	0.93±0.04 ^c	0.76±0.03 ^{ab}	905.59±85.82 ^{cd}
RBN5	1328.63±103.02 ^b	-33.28±17.55 ^{bc}	0.95±0.05 ^{bc}	0.72±0.05 ^c	817.14±120.12 ^{de}
RBN10	1527.88±241.74 ^a	-27.38±14.65 ^{ab}	0.98±0.04 ^{abc}	0.76±0.02 ^{ab}	1103.09±226.02 ^a
RBN20	1450.59±101.53 ^{ab}	-13.53±9.70 ^a	0.98±0.08 ^a	0.71±0.02 ^c	1034.85±62.56 ^{ab}
PRN5	1434.33±220.26 ^{ab}	-50.60±19.41 ^{de}	0.93±0.05 ^c	0.78±0.03 ^a	1073.42±165.32 ^{ab}
PRN10	1463.49±199.51 ^{ab}	-46.75±19.77 ^{de}	0.97±0.02 ^{abc}	0.78±0.03 ^a	1125.88±119.15 ^a
PRN20	1303.77±207.06 ^b	-53.06±24.24 ^{de}	0.96±0.03 ^{abc}	0.77±0.03 ^{ab}	970.49±151.49 ^{bc}

1) 표 3의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

그림 3. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 조직감

* 표 3의 약어 참조

(4) 관능평가

미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 관능특성 결과는 표 7, 그림 4, 5에 나타내었음. 관능평가 결과, 강도에서 면의 쫄깃함은 파쇄미 10%, 20% 첨가 쌀면이 대조구 쌀면 보다 유의적으로 높게 나타났음. 기호도에서 맛과 조직감은 파쇄미 첨가 쌀면이 대조구 쌀면과 유사하게 높게 나타났으며, 미강 첨가 쌀면은 대조구 쌀면에 비해 유의적으로 낮게 나타나 개선이 필요할 것으로 사료되었음. 전반적기호도는 파쇄미 첨가 쌀면이 보통(5점) 수준 이상으로 우수하게 나타나, 향후 파쇄미 20% 이상의 첨가 쌀면의 가능성을 확인하였음. 미강 첨가 쌀면은 대조구 쌀면 보다 전반적기호도가 낮게 나타나, 향후 쌀면에 미강을 활용할 때 별도의 제조공정의 확립이 필요할 것으로 사료되었음.

표 7. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 관능특성

시료 ¹⁾	강도				기호도			
	국물의 탁도	면의 쫄깃함	면의 퍼짐성	외관 및 색	맛	조직감	조화성	전반적 기호도
CON	4.63±1.41 ^{b2)}	7.00±0.93 ^{ab}	2.75±0.71 ^c	6.38±1.60 ^{abc}	6.88±1.46 ^a	7.13±1.36 ^a	6.75±1.58 ^a	6.63±1.30 ^{ab}
NBN10	6.25±0.71 ^a	4.00±1.85 ^d	5.63±1.41 ^{ab}	4.88±1.46 ^d	4.25±1.04 ^{cd}	3.63±0.92 ^c	3.88±0.64 ^c	3.63±0.92 ^c
RBN5	6.00±1.41 ^{ab}	3.75±1.28 ^d	6.38±1.19 ^a	5.50±0.93 ^{bcd}	4.13±1.25 ^d	3.63±1.19 ^c	3.75±0.89 ^c	3.75±1.39 ^c
RBN10	5.13±1.13 ^{ab}	4.88±1.25 ^{cd}	4.25±0.89 ^{cd}	5.38±1.06 ^{cd}	5.38±1.06 ^{bc}	5.25±1.16 ^b	5.25±0.89 ^b	5.50±1.31 ^b
RBN20	5.13±1.46 ^{ab}	4.38±1.30 ^d	4.75±1.28 ^{bc}	4.25±1.49 ^d	4.38±1.19 ^{cd}	3.75±1.04 ^c	4.13±0.83 ^c	3.75±1.04 ^c
PRN5	6.00±1.20 ^{ab}	5.88±0.64 ^{bc}	3.50±0.93 ^{de}	6.75±1.16 ^{ab}	6.38±1.30 ^{ab}	6.38±1.30 ^a	5.88±1.13 ^{ab}	6.13±1.13 ^{ab}
PRN10	5.63±1.85 ^{ab}	7.38±0.74 ^a	2.75±0.71 ^c	7.13±1.25 ^a	7.13±0.64 ^a	7.13±0.35 ^a	6.38±1.06 ^a	6.88±0.99 ^a
PRN20	5.50±1.41 ^{ab}	7.25±0.89 ^a	2.88±0.99 ^c	7.13±0.99 ^a	6.63±1.06 ^a	6.63±0.92 ^a	6.00±0.76 ^{ab}	6.38±0.52 ^{ab}

1) 표 3의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

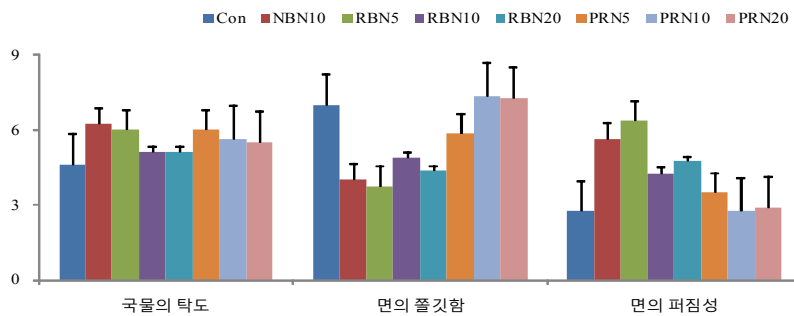


그림 4. 미강, 파쇄미 첨가량별 쌀면의 강도.

* 표 3의 약어 참조

다. 기능성 떡국의 품질특성

(1) 재료

쌀가루와 파쇄미 쌀가루는 2010년에 수확한 국내산 단립종 일반미를 사용하였고, 흑미는 2010년에 진도에서 수확한 것을 사용하였음. 미강은 벼 도정과정에서 배출되는 것을 수라청 RPC에서 공급받았으며, 60 mesh(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 250 μm 인 그물체)

sieve로 쳐서 시료로 사용하였음. 선별한 미강은 -20℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였으며, 한주의 정제염을 사용하였음.

(2) 방법

(가) 기능성 떡국 제조

부산물을 활용한 기능성 떡국의 품질특성을 측정하기 위해 시중 즉석 떡국을 판매하고 있는 B회사의 즉석 떡국 제조 공정(그림 5)을 이용하여 떡국을 제조하였음. 즉 원료인 쌀을 12시간 이상 침지하여 2단 roll-mill을 통하여 분쇄한 후, 정제염을 혼합하여 가수와 동시에 반죽기에서 원료를 교반하면서 반죽하였음. 반죽은 증숙과 동시에 압출성형하여 가래떡을 형성하고, 10℃의 냉수에 냉각시킨 후 저온숙성 하였음. 숙성된 가래떡은 75% 주정으로 주정처리 후 절단하여 건조한 것을 떡국 시료로 사용하였음. 미강, 파쇄미 첨가량별 떡국 시료의 약어 및 배합비는 표 8에 나타내었음.



그림 5. 부산물을 활용한 기능성 떡국의 제조공정.

표 8. 미강, 파쇄미 첨가량별 떡국 시료 약어 및 배합비

약어	원료 및 함량	비고
CON	쌀가루 100%	무첨가
흑미 15%	쌀가루 85%, 흑미쌀가루 15%	흑미 15%
미강 5%	쌀가루 95%, 미강 5%	미강 5%
미강 10%	쌀가루 90%, 미강 10%	미강 10%
미강 20%	쌀가루 80%, 미강 20%	미강 20%
파쇄미 20%	쌀가루 80%, 파쇄미 20%	파쇄미 20%

(나) 품질특성 측정

쌀 가공 부산물을 활용한 기능성 떡국의 수분함량은 각각의 시료를 1~1.5 mm 길이로 세절하여 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus, USA)로 측정하였음. 색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 직경 3 cm, 높이 1 cm cell에 담아 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였으며, 이 때 백색표준판은 L값 93.32, a값 -5.23, b값은 7.42였음. 조직감은 끓는 물에서 30초 동안 조리한 후 체로 걸러내어 떡 표면의 물기를 제거한 다음 Texture Profile Analyser(TA-XT2, Haslemere UK)로 측정하였음. TPA parameter에서 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 겹성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 알아보았는데 측정 조건은 plunger의 strain 25%, test speed 2.0 mm/sec, per-test speed 5.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec이었고, 모든 시료는 10회 반복 측정하였음. 관능검사는 한국식품연구원 패널 30명을 대상으로 9점 척도법으로 실시하였으며 평가항목은 색, 쫄깃함의 강도와 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적기호도에 관하여 평가하였음. 통계적 유의성은 SPSS 프로그램을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 사용하여 유의성 검정을 시행하였음.

(3) 실험 결과

(가) 수분함량 및 색도

미강, 파쇄미 첨가량에 따른 즉석 떡국의 수분함량 및 색도는 표 9에 나타내었음. 수분함량 측정 결과, 40.23~45.32%로 나타났으며, 색도에서 L값은 미강 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮게 나타났음. b값은 대조구 떡국에 비해 미강 첨가 떡국이 유의적으로 높게 나타나 황색도의 정도가 증가한 것을 확인하였음.



그림 6. 미강, 파쇄미 첨가량별 즉석 떡국의 외관.
(CON, 흑미 15%, 미강 5%, 미강 10%, 미강 20%, 파쇄미 20%)

표 9. 미강, 파쇄미 첨가량별 즉석 떡국의 수분함량 및 색도

시료 ¹⁾	수분함량 (%)	Color values		
		L	a	b
CON	44.01±1.31 ^{ab2)}	68.41±0.35 ^b	-5.02±0.10 ^c	8.11±0.47 ^c
흑미 15%	45.32±0.28 ^a	26.43±0.98 ^f	7.30±0.42 ^a	3.61±0.24 ^d
미강 5%	42.89±0.85 ^b	62.51±0.22 ^c	-1.23±0.18 ^d	19.41±0.30 ^a
미강 10%	43.07±1.71 ^b	61.01±0.96 ^d	-0.53±0.13 ^c	19.70±0.28 ^a
미강 20%	40.23±0.86 ^c	58.06±0.81 ^e	0.33±0.09 ^b	19.65±0.59 ^a
파쇄미 20%	42.00±0.65 ^{bc}	74.48±0.22 ^a	-5.31±0.03 ^c	11.00±0.30 ^b

1) 표 8의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(나) 조직감

미강, 파쇄미 첨가량별 즉석 떡국의 조직감 측정 결과는 표 10과 같음. 경도에서 대조구 떡국은 1342.37로 나타났으며, 부산물 첨가 처리구의 떡국은 1320.68~2075.75로 나타나 대조구 떡국과 유사하거나 높게 나타났음. 씹힘성은 미강의 첨가량을 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 대조구 떡국 보다 씹힘성이 유의적으로 높게 나타나 미강 첨가 떡국의 조직감 향상을 확인하였음.

표 10. 미강, 파쇄미 첨가량별 즉석 떡국의 조직감

시료 ¹⁾	Hardness(g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
CON	1342.37±142.32 ^{d2)}	0.97±0.01 ^a	0.87±0.05 ^a	1173.58±176.45 ^{cd}	1132.68±168.07 ^c
흑미 15%	1320.68±166.85 ^d	0.95±0.02 ^a	0.85±0.02 ^{ab}	1121.40±143.22 ^d	1068.70±139.55 ^c
미강 5%	1723.66±90.76 ^b	0.93±0.06 ^a	0.78±0.02 ^c	1349.26±69.38 ^b	1261.41±118.42 ^b
미강 10%	1987.85±96.75 ^a	0.93±0.06 ^a	0.78±0.03 ^c	1555.57±56.09 ^a	1449.12±102.10 ^a
미강 20%	2075.75±75.81 ^a	0.97±0.04 ^a	0.74±0.01 ^d	1535.76±60.09 ^a	1486.11±63.91 ^a
파쇄미 20%	1494.49±141.27 ^c	0.95±0.04 ^a	0.83±0.02 ^b	1234.55±132.44 ^c	1178.10±150.43 ^{bc}

1) 표 8의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(다) 관능평가

미강, 파쇄미 첨가량별 즉석 떡국의 관능평가 결과는 표 11에 나타내었음. 관능평가 결과, 강도에서 쫄깃함은 흑미와 파쇄미 첨가 떡국이 대조구 보다 높게 나타났음. 기호도에서 맛은 흑미와 파쇄미 첨가 떡국이 보통(5점) 이상으로 나타나 즉석 떡국에 이용 가능성을 확인하였음. 조직감은 미강 첨가 떡국이 대조구 떡국 보다 낮게 나타나 조직감 측정 결과와 일치하지 않는 것으로 나타났는데, 이는 떡국의 복원시간이 경과함에 따라 퍼지는 현상이 대조구 보다 강하게 일어난 결과로 사료됨. 또한 미강 첨가 떡국의 맛과 전반적기호도가 대조구 떡국 보다 유의적으로 낮게 나타나 향후 부산물을 활용한 즉석 떡국 제조시 첨가량 및 원료의 전처리 개선의 필요성을 확인하였음.

표 11. 미강, 파쇄미 첨가량별 즉석 떡국의 관능특성

시료 ¹⁾	강도				기호도		
	색	쫄깃함	외관	향	맛	조직감	전반적 기호도
CON	4.43±2.07 ^{b2)}	5.86±1.57 ^a	6.14±1.35 ^a	6.00±1.53 ^a	6.14±1.46 ^a	6.14±1.57 ^a	6.29±1.50 ^a
흑미 15%	7.14±2.48 ^a	6.00±1.15 ^a	3.86±1.77 ^b	5.57±1.81 ^{ab}	5.43±1.72 ^a	5.57±1.27 ^a	4.71±1.25 ^b
미강 5%	6.00±1.53 ^{ab}	3.29±0.95 ^b	3.71±0.95 ^b	4.14±0.69 ^c	3.43±0.98 ^b	3.29±0.95 ^b	3.43±0.98 ^c
미강 10%	6.29±1.11 ^{ab}	3.14±1.35 ^b	3.43±1.13 ^b	4.29±0.95 ^{bc}	3.00±1.29 ^{bc}	3.00±1.29 ^b	3.14±1.35 ^c
미강 20%	6.43±1.27 ^{ab}	3.29±1.80 ^b	3.43±1.62 ^b	3.57±0.98 ^c	2.00±0.00 ^c	2.29±1.25 ^b	2.14±0.90 ^c
파쇄미 20%	4.57±1.62 ^b	6.29±0.76 ^a	6.00±1.00 ^a	5.57±0.79 ^{ab}	5.71±0.76 ^a	6.00±1.15 ^a	5.71±0.76 ^{ab}

1) 표 8의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

- 본 연구과제의 수행으로, 부산물 첨가 최적 배합과 품질특성, 관능평가 등을 통하여 미강 10% 첨가 쌀면과 미강 5%, 흑미 15% 첨가 즉석 떡국의 시제품을 생산하였음. 시제품은 in vitro 효능에서 활성을 보이며 가능성을 나타냈으나 기호도의 개선은 지속적으로 필요한 것으로 나타남.



그림 7. 쌀 부산물을 활용한 쌀면, 떡국의 시제품 3종.

라. 쌀가공 부산물 활용 기능성 제품의 기능성 효능 평가

(1) 재료

본 연구에서 개발한 쌀가공 부산물을 활용한 기능성 쌀면 5종과 기능성 떡국 5종을 사용하였음. 각각의 시료 약어 및 배합비는 표 12에 나타내었음.

표 12. 부산물 활용 기능성 제품의 시료 약어 및 배합비

분류	약어	원료 및 함량	비고
떡국	CON1	쌀가루 100%	무첨가
	BRD15	쌀가루 85%, 흑미쌀가루 15%	흑미 15%
	RBD5	쌀가루 95%, 미강 5%	미강 5%
	RBD10	쌀가루 90%, 미강 10%	미강 10%
	RBD20	쌀가루 80%, 미강 20%	미강 20%
쌀면	CON2	쌀가루(60%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	무첨가
	NBN10	쌀가루(50%), NS미강(10%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별전 미강 10%
	RBN5	쌀가루(55%), S미강(5%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별후 미강 5%
	RBN10	쌀가루(50%), S미강(5%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별후 미강 10%
	RBN20	쌀가루(40%), S미강(20%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)	선별후 미강 20%

(2) 방법

(가) 추출

각각의 쌀면 시료 1 g을 잘게 자른 후 80% 메탄올 10 mL을 넣고 혼합하여 실온에서 1시간 반응시켰으며, 3,500 rpm에서 30분 동안 원심분리하였음. 원심분리한 추출물에서 상층액을 따서 각 실험에 사용하였음.

(나) 총페놀 화합물 함량(Total Polyphenol Contents)

총 페놀성 화합물의 함량은 각 시료의 추출물 200 μL와 Folin-Ciocalteu 시약 800 μL을 혼합하여 10분간 실온에서 반응시킨 후, 7.5% sodium carbonate solution 용액 2 ml를 넣고 실온에서 1시간 방치하여 spectrophotometer(Thermo scientific, Biomate3S, Korea)를 이용하여 각 반응액의 흡광도를 765 nm에서 측정하였으며, 표준물질은 garlic acid를 이용하여 표준곡선을 작성하여 양을 환산하였음.

(다) DPPH radical 소거능

DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성 측정은 시험관에 시료 500 μL를 넣고 DPPH solution(2.0×10⁻⁴, ethanol) 500 μL를 가한 후 실온에서 10분간 반응시켜 spectrophotometer(Thermo scientific, Biomate3S, Korea)를 이용하여 각 반응액의 흡광도를 517 nm에서 측정하였음. 대조군으로는 시료 대신 메탄올을 가해 시료의 흡광도 감소 정도를 조사하였음.

$$\text{DPPH radical 소거능(\%)} = (1 - \text{시료첨가군의 흡광도} / \text{무첨가군의 흡광도}) \times 100$$

(3) 실험결과

(가) 기능성 떡국

쌀가공 부산물을 활용한 기능성 떡국의 총페놀 화합물 함량과 DPPH radical 소거능은 표 13에 나타내었음. 총페놀 화합물 함량은 대조구 떡국에 비해 미강 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었음. DPPH는 항산화능이 있는 물질과 반응하게 되면 안정한 형태로 돌아가면서 흡광도 값이 감소하면서 DPPH radical 소거능은 증가한다. 미강 첨가 처리구 떡국의 DPPH radical 소거능은 5%, 10%, 20%로 미강 함량이 증가할수록 각각 37.89%, 36.62%, 42.72%로 나타나 대조구 떡국에 비해 radical 소거능이 유의적으로 높게 나타나 미강의 첨가로 인한 radical 소거능의 향상을 확인하였음.

표 13. 쌀가공 부산물을 활용한 기능성 떡국의 항산화 활성 평가

시료 ¹⁾	Total phenolic contents(mg/100 g)	DPPH radical scavenging activity(%)
CON1	2.71±0.89 ^d	25.54±5.70 ^c
BRD15	8.88±5.83 ^{cd}	39.53±0.22 ^{ab}
RBD5	17.09±0.89 ^c	37.89±2.21 ^{ab}
RBD10	35.07±3.88 ^b	36.62±1.43 ^b
RBD20	49.96±8.00 ^a	42.72±0.49 ^a

¹⁾ 표 12의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(나) 기능성 쌀면

쌀가공 부산물을 활용한 기능성 떡국의 총페놀 화합물 함량과 DPPH radical 소거능은 표 14에 나타내었음. 쌀가공 부산물 첨가 기능성 쌀면의 총페놀 화합물 함량은 대조구 쌀면이 7.85 mg/100 g, 선별후 미강은 7.34~18.12 mg/100 g으로 나타나 미강의 첨가량을 증가에따른 총페

놀 화합물 함량의 증가를 확인하였음. 첨가량이 같을 때, 선별전 미강과 선별후 미강의 쌀면의 총페놀 화합물 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았음. DPPH radical 소거능은 대조구 쌀면에 비해 미강 첨가 처리구 쌀면이 21.36~41.78%로 높게 나타났으며, 첨가량을 증가할수록 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하였음. DPPH radical 소거 활성과 총페놀성 화합물의 함량 사이에는 밀접한 상관관계가 있다는 보고에 근거하여 쌀면의 항산화 활성과 페놀성 화합물의 연관성을 평가한 결과, DPPH radical 소거능은 페놀성 화합물의 함량이 상대적으로 높은 처리구에서 가장 높은 것을 확인하였고, 이는 Woo 등의 미강 함유 tocotrienol의 항산화 연구 결과에서 미강 내에 함유된 tocotrienol의 전자공여능도가 낮은 농도의 DPPH 용액에서도 높은 항산화력을 가지고 있기 때문에 미강에 존재하는 tocotrienol이 산화로 인하여 일어나는 자유라디칼과 과산화 지방질의 생성을 억제하여 항산화 작용에 관여한 것으로 사료됨.

표 14. 쌀가공 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 항산화 활성 평가

시료 ¹⁾	Total phenolic contents(mg/100 g)	DPPH radical scavenging activity(%)
CON2	7.85±3.88 ^b	19.48±2.12 ^d
NBN10	18.63±4.71 ^a	24.13±0.59 ^b
RBN5	7.34±2.35 ^b	21.36±0.85 ^{cd}
RBN10	16.58±0.89 ^a	22.30±0.33 ^{bc}
RBN20	18.12±4.45 ^a	41.78±1.67 ^a

1) 표 12의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

2. 쌀 부산물을 활용한 음료 및 미용팩의 개발

가. 쌀 부산물을 활용한 음료의 개발

- 미강은 도정 중 발생하는 부산물로 동물사료나 비료 등으로 사용되어지긴 하고 있으나, 현재 대부분의 미강은 활용이 이뤄지고 있지 않고 있으므로 버려지는 미강의 경제적이며 효과적인 이용방안이 요구되고 있는 실정임.

- 본 연구에서는 볶음 처리 한 미강을 열수 추출 한 후, 총 페놀함량, 항산화능 등을 측정하였고, 관능평가를 통해 기능성 미강 음료를 개발 하고자 하였음.

(1) 쌀 부산물의 추출, 분리 최적화

(가) 미강의 볶음 처리

- 일반적으로 열처리는 1) 저장 안정성 향상, 2) 추출 편의성 및 기호성 향상, 3) 생리 활성물질 증대 등의 측면에서 많이 이용되어지고 있고, 한약재의 경우 독성을 경감시키거나 부작용을 최소화하여 치료효과를 높이는 방안으로 열처리가 이용되어 오고 있음.

- 미강의 가열처리와 같은 가공 조건이 미강의 성분 변화 및 생리활성에 관한 연구, 가열 처리 미강 추출액을 활용한 음료의 제조에 관한 연구는 적은 편임.

- 따라서 본 연구에서는 음료 제조에 적합한 가공 조건을 설정하고자 Fig 1 과정과 같이 실험을 수행 하였고, 저장 안전성에 관한 연구도 수행하였음.



Fig 1. Procedure of preparing roasted rice bran beverage

- 음료 제조에 사용된 신선한 미강 가루는 (주) 디미원 으로부터 제공받은 즉시 실험을 수행 하였고, -20 °C에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였음.

- 미강은 50 mesh sieve 로 쳐서 볶음솥 (신풍이엔지, S99-25. Korea)에 넣고, 교반하면서 볶음 처리 하였고, 상온에서 3시간 방치하여 충분히 냉각 시료로 사용하였음.

- 볶음 처리에 따른 미강의 성분 및 기능적 특성을 모니터링 하고자 볶음 온도 및 볶음 시간을 Fig 1과 같이 설정 하였음.

(나) 볶음 온도 설정

- 100g 의 미강을 온도를 다르게 설정하여 (120 °C, 150 °C, 180 °C) 10 분간 볶음 처리하였음 (Fig 2).



Fig 2. Preparation of roasted rice bran

① 수분 함량 분석 및 색도 측정

- 볶음 처리, 냉각 후 볶음 처리 온도군 별로 수분 함량을 건조기에서 105 °C 상압가열 건조법을 이용하여 측정 하여 생 미강과 비교하였음 (Table 1).

- 볶음 처리의 온도가 증가할수록 수분 함량은 온도 비례하여 낮아져 가장 높은 볶음 온도인 180 °C 에서는 1.38 %의 낮은 수분 함량이 측정됨.
- 색도는 색차계 (Chromameter CR-200 Minolta, Tokyo, Japan) 로 측정 하였으며, 밝기를 나타내는 L (lightness), 적색도를 나타내는 a (redness), 황색도를 나타내는 b (yellowness) 를 측정하였음.
- 볶음 온도를 달리한 미강 가루의 색도 측정 결과는 Table 2와 같음.
- 명도를 나타내는 L 값은 볶음 온도가 높아짐에 따라 감소하였음.
- a, b 값은 볶음 온도가 높아짐에 따라 증가하였고, 예외적으로 180 °C 볶음 처리 미강에서 낮은 a 값이 측정되었음.
- 볶음 미강은 볶는 과정에서 물리화학적으로 갈변 현상이 일어나 a 값인 적색도의 변화에 영향을 준 것으로 사료되며, 180 °C 볶음 처리 미강의 경우 대부분의 가루가 탄화되어 매우 어두운 색을 띠었고, 이는 과한 갈변 현상에 기인한 것으로 사료됨.

Table 1. Moisture contents of roasted rice bran

Roasting Temp (°C)	Roasting Time (min)	Moisture Contents (%)
CON		9.21± 0.03
120		6.98± 0.16
150	10	6.22± 0.08
180		1.38± 0.04

Table 2. Colors of roasted rice bran

Roasting Temp (°C)	Roasting Time (min)	Hunter's color value		
		L	a	b
CON		68.57± 0.37	6.63± 0.25	23.53± 0.21
120		53.87± 1.11	9.77± 2.68	29.10± 1.18
150	10	48.22± 2.08	15.57± 1.37	30.57± 2.27
180		24.7± 1.20	6.5± 0.37	30.11± 4.37

② 산가 측정

- 온도별 볶음 처리 미강의 산가 (acid value, AV)를 측정하여 생 미강 (CON)과 비교하였음 (Fig 3).
- 산가는 미강을 6주간 상온에 저장하면서 일주일 간격으로 측정하였고, 산가의 측정방법은 n-hexane 을 사용하여 미강 내 유지를 추출하여 페놀프탈레인 용액을 가한 후 KOH 용액으로 적정하였음.
- 상온에 그대로 방치한 생 미강 (CON)은 초기 2주 동안 산가가 급격히 증가 하였고, 볶음 처리한 미강의 경우 낮은 산가가 측정되었는데, 이는 볶음 과정 중 고온에 의해 미강 산패의 원인이 되는 지방 가수분해 관련 효소가 불 활성화됨에 따라 산가 상승요인이 제거되어 산가의 변화가 미미한 것으로 사료됨.

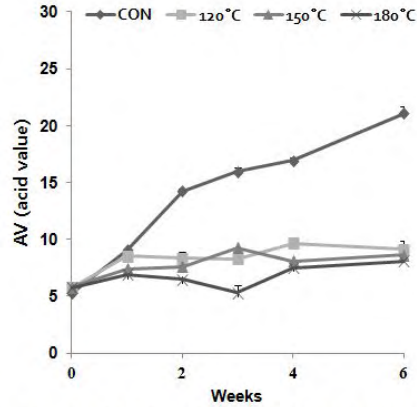


Fig 3. Acid value (AV) of roasted rice bran

③ 기능 성분 분석 및 생리 활성

- 볶음 처리에 의한 Tocols 함량 변화는 n-hexane을 이용하여 미강 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, HPLC (JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석하여 생 미강 (CON)과 비교하였음.
- 모든 처리구에서 β -, δ -tocopherol을 제외한 6종류의 tocols 이성체 (α -, β -, γ - 및 δ -tocopherol, α - 및 γ -tocotrienol)가 검출 되었음.
- 미강에 tocols 중 가장 많은 성분은 α -tocopherol (총 tocopherol의 82%) 이었고, 생 미강 (CON) 건조 중량 1g을 기준으로 79.66 mg/g 이었음(Fig 4).

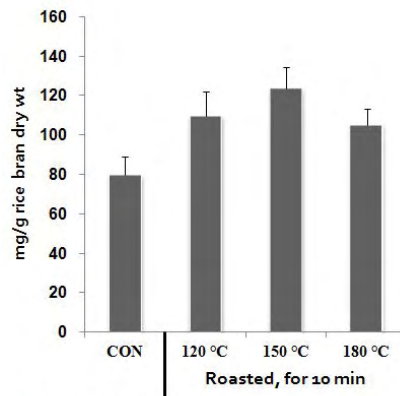


Fig 4. Alpha-tocopherol of roasted rice bran

- 전반적으로 미강 내 α -tocopherol를 포함한 다른 tocols 이성질체의 함량이 볶음 처리에 의해 다소 증가하였고, 이는 열처리 시 단백질이나 인지질 등에 결합되어 있던 tocols가 열에 의해 그 결합이 파괴된 후 분리, 용출되어 함량 증가를 보였다고 사료되며 이러한 경향은 이미 보고된 바 있음.
- 미강 내 각각의 phenolic acids는 4 M NaOH 처리 후 6 M HCl로 중화 시키고, Ethyl acetate로 추출하여 여과, 감압농축 과정을 거친 후, 다시 50% MeOH에 용해 시켜 HPLC (Varian HPLC System. Model 9012, USA) 로 분석하였음.
- 6종류의 phenolic acid 가 검출 되었고(hydroxy benzoic acid, vanillic acid, syringic acid at 280 nm and *p*-cumaric acid, sinapic acid, ferulic acid at 350 nm), 각 함량을 합하여 Fig 5. 에 나타내었음.

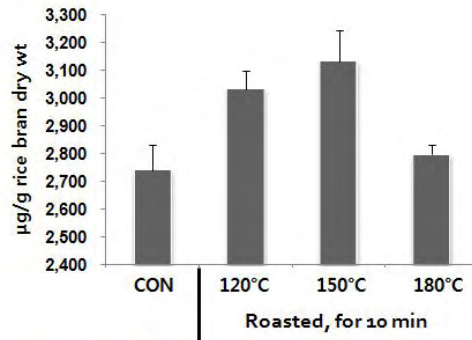


Fig 5. Total phenolic acids of roasted rice bran

- 생 미강 (CON)의 총 phenolic acid 함량은 건조 중량 1g 기준 2.741 mg 이었고, 생 미강과 비교하였을 때 볶음 처리에 의한 총 phenolic acid의 함량 증가가 관찰되었었음.
- 150 °C에서 10분간 볶음 처리한 군의 총 phenolic acid 함량은 건조 중량 1g을 기준으로 3.131 mg 로 다른 군에 비해 가장 높았음.
- 180 °C 의 고온에서 볶음 처리한 미강의 총 phenolic acid 함량은 (2.796mg/g rice bran), 120 °C, 150 °C 볶음 처리 군과 비교하면 다시 감소함이 관찰되었고, 생 미강과 비슷한 함량을 나타내었음.
- 볶음 미강 추출액의 활성을 비교하기 위해 10g의 미강에 100 mL의 DW를 첨가 하고, mechanical stirrer와 reflux condenser를 장착하여 교반하면서 80 °C에서 2시간 열수 추출, 원심분리, 여과 하여 추출액을 제조 하였음.
- 열수 추출액의 총 폴리페놀 함량을 UV/Vis-spectrophotometer (Shimadzu UV-1825, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하여 HPLC 결과와 비교 하였음.
- Folin-Ciocalteu의 방법에 따라 각 추출액을 10 mg/mL로 희석한 후 0.2 mL 취하고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 0.8 mL을 첨가 후 25 °C 에서 10분간 반응시키고, 10% Na₂CO₃ 2 mL을 가하여 25 °C 에서 2 시간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정 하였고, 흡광도는 표준곡선을 gallic acid(Sigma)로 표준 검량식에 적용하여 시료 중 gallic acid equivalent (GAE mg/g)로 나타내었음 (Fig 6).
- UV/Vis-spectrophotometer 로 분석한 총 페놀 함량은 Fig 5. HPLC 결과와 유사한 결과를 나타내었음.

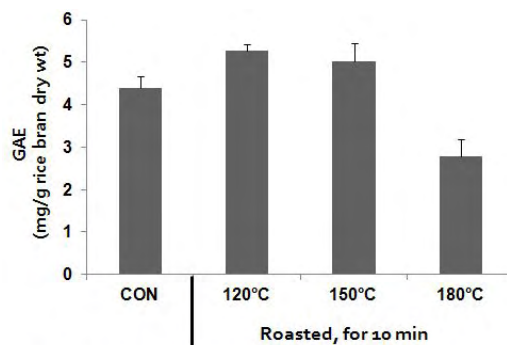


Fig 6. Total phenolic contents of roasted rice bran

- 볶음 처리에 따른 항산화 활성을 비교하기 위해, 각 처리군 별로 DPPH radical 소거능 과 SOD (Superoxide dismutase) 유사 활성을 비교하였음 (Fig 7, Fig 8).

- DPPH radical 소거능 분석은 DPPH (Sigma)를 이용하여 시료의 라디칼 소거효과 (radical scavenging effect)를 측정하는 방법으로, 0.5 mL의 희석시킨 미강 추출액 (5000 ppm)에 0.2 mM DPPH in EtOH 용액 0.5 mL를 가한 뒤 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하고, 아래의 식을 이용하여 DPPH radical 소거능 (%)을 계산하였음.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{sample absorbance} / \text{control absorbance})] \times 100$$

- SOD 유사 활성은 0.5 ml의 희석시킨 미강 추출액 (10000 ppm)에 tris-HCl 완충용액 (50 mM tris + 10 mM EDTA, pH 8.5) 2.5 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL을 가하여 25 °C에서 10 분간 반응시킨 후 1 M HCl 0.1mL 을 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420nm에서 흡광도를 측정하였고, 아래의 식을 이용하여 미강 추출액 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었음.

$$\text{SOD-like activity (\%)} = [1 - (\text{sample absorbance} / \text{control absorbance})] \times 100$$

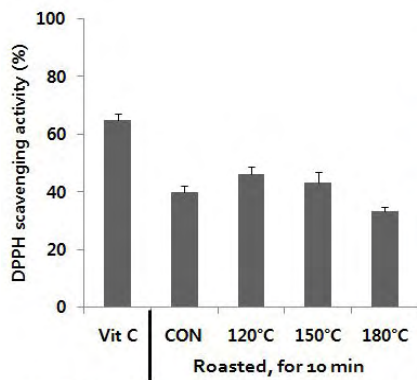


Fig 7. DPPH radical scavenging activity of roasted rice bran

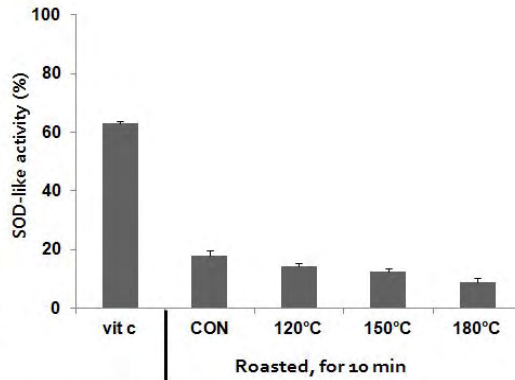


Fig 8. SOD-like activity of roasted rice bran

- 위의 결과들을 바탕으로 미강 기능 성분 및 생리 활성 증진과 기호도 면을 종합 고려하였을 때, 볶음 온도가 낮으면 볶음이 충분히 이루어지지 않아 구수함 등 향취가 덜한 단점이 있고, 온도가 너무 높으면 탄내가 발생함.

- 최적 볶음 온도 조건을 150 °C 로 설정하고 볶음 처리 시간 설정 실험을 진행함.

(다) 볶음 시간 설정

- 볶음 온도 150 °C 조건에서 볶음 시간에 따른 변화를 관찰하기 위하여, 볶음을 10분, 20분, 30분, 40분 처리하고 그에 따른 미강의 성분 및 기능적 특성을 분석하였음.

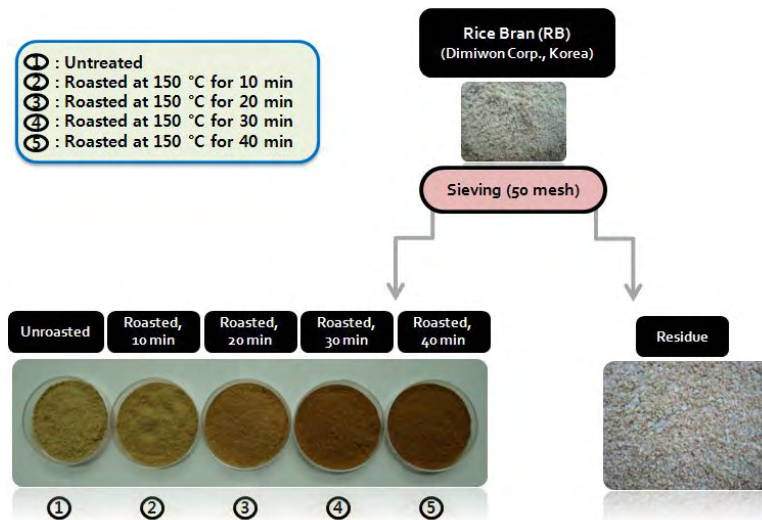


Fig 9. Preparation of roasted rice bran

① 수분 함량 분석 및 색도 측정

- 볶음 처리, 냉각 후 수분 함량 분석 및 색도 측정은 위에서 수행한 실험 방법과 동일한 방법으로 수행 하였음 (Table 3, Table 4)

Table 3. Moisture contents of roasted rice bran

Roasting Temp (°C)	Roasting Time (min)	Moisture Contents (%)
150	CON	9.21± 0.03
	10	7.84± 0.05
	20	5.17± 0.03
	30	2.18± 0.05
	40	1.63± 0.02

Table 4. Moisture contents of roasted rice bran

Roasting Temp (°C)	Roasting Time (min)	L	A	B
150	CON	68.57±1.12	6.63±1.08	23.53±2.14
	10	55.87±2.01	8.77±0.89	27.10±2.21
	20	50.73±2.47	9.20±0.54	29.53±3.01
	30	45.37±3.08	13.23±1.09	30.43±1.18
	40	38.00±4.29	15.37±1.23	30.63±2.69

- 볶음 시간이 길어질수록 수분 함량은 감소하여 40분 볶음 처리구 에서는 수분 함량이 1.63 % 이었음.

- 색도는 볶음 시간이 길어질수록 명도값 L값은 감소하였고, 적색도 값 a와 황색도 값 b 는 증가하였음.

② 기능 성분 분석 및 생리 활성

- 볶음 처리 시간에 따른 Tocols 함량 변화는 n-hexane을 이용하여 미강 내 유지를 추출 하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, HPLC (JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석하여 생 미강 (CON)과 비교하였음 (Fig 10).

- 생 미강의 α -tocopherol (총 tocopherol의 82%) 함량은 77.58 mg/g 이었고, 이와 비교하여 볶음 10분, 20분 처리 하였을 경우 함량이 약간 증가 하였음.
- 볶음 처리 20분 이상부터의 α -tocopherol 함량은 생 미강과 비교하여 점차 감소하였고, 40 분 볶음 처리 미강의 함량은 49.59mg/g 이었음.

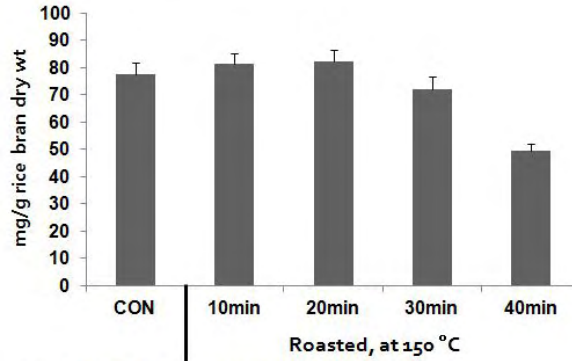


Fig 10. Alpha-tocopherol of roasted rice bran

- 볶음 시간 조건에 따른 미강 열수 추출액의 활성을 비교하기 위해 10g의 미강에 100 mL의 DW를 첨가 하고, mechanical stirrer와 reflux condenser를 장착하여 교반하면서 80 °C에서 2시간 열수 추출 후, 원심분리 (3500 rpm, 80 °C, 30분), 여과 하여 볶음 미강 열수 추출액을 제조하였음 (Fig 11).

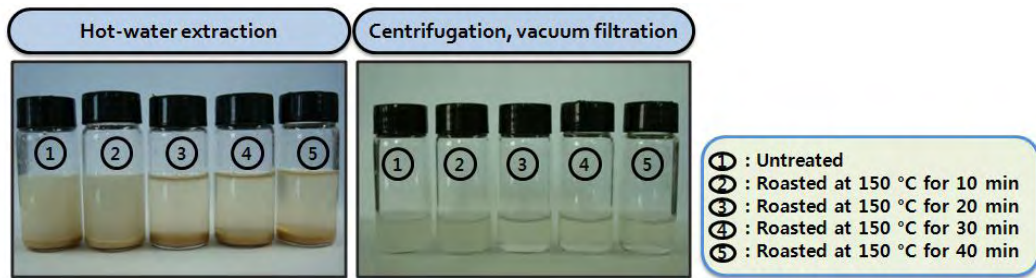


Fig 11. Process of hot-water extraction, centrifugation, filtration

- UV/Vis-spectrophotometer (Shimadzu UV-1825, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 열수 추출액의 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 측정함 (Fig 12 Fig 13).

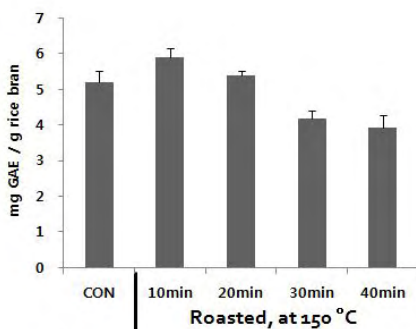


Fig 12. Total phenolic contents (TPC) of roasted rice bran

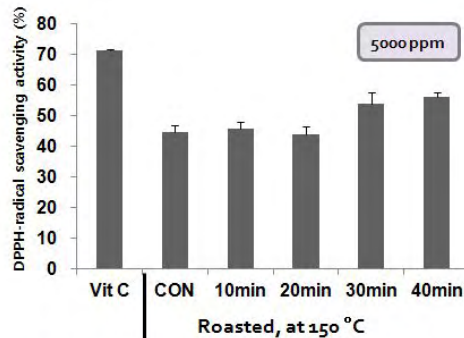


Fig 13. DPPH-radical scavenging activity of roasted rice bran

- 총 페놀 함량은 짧은 시간의 볶음 처리 (10분, 20분)에 의해 증가됨을 확인 하였고, 볶음 처리 시간 30분 이후에서는 뚜렷한 감소를 관찰할 수 있었다.
- DPPH 라디칼 소거능을 5000ppm 농도의 각 미강 추출액과 Vit C와 비교해 보았을때, Vit C 보다는 낮지만 뚜렷한 라디칼 소거능을 확인할 수 있었고, 볶음 처리 시간이 길어짐에 따라 활성 증가를 관찰 할수 있었음.

③ 관능 평가

- 150 °C 온도로 시간 조건을 달리하여 볶음 처리한 각 미강의 열수 추출액 (80 °C, 2시간) 을 원심분리, 여과 후 관능 평가를 실시함.
- 관능 평가는 훈련된 고려대학교 식품공학과 학생 10 명을 대상으로 볶음 시간별 미강을 원료로 제조한 미강 음료 (2%, w/v)의 색, 향, 맛, 전체적인 기호도에 대하여 5점 평점법 (1: 아주 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 아주 좋다)으로 평가하였다 (Fig 14).
- 미강 음료 관능 평가 결과 150 °C에서 볶음 30 분 처리 추출액을 첨가한 미강 음료가 색 4.26 ± 1.01 , 향 4.15 ± 0.89 , 맛 4.5 ± 0.42 , 전체적인 기호도 3.99 ± 0.71 로 가장 높은 값을 얻었음.
- 또한 전체적인 기호도에 있어서는 볶음 20분 처리 추출액을 첨가한 미강음료도 3.79 ± 1.21 로 높은 값을 얻었는데, 이는 볶음 과정에서 증대된 맛과 향미에 의한 것으로 사료됨.

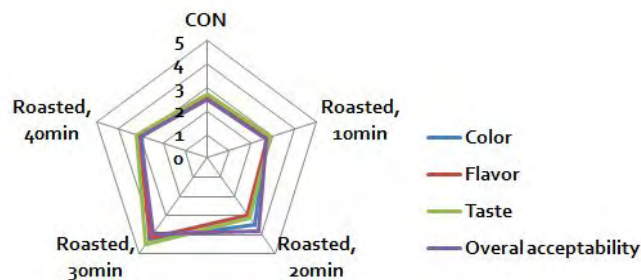


Fig 14. Sensory characteristics of roasted rice bran beverage

- 볶음 시간이 길어짐에 따라 추출액 탁도의 감소가 관찰되었는데 이것도 관능평가 결과의 원인으로 작용하였다고 사료됨.
- 볶음 처리 40분 추출액을 첨가한 미강음료에서는 전체적인 기호도가 떨어짐을 관찰할 수 있었음.

(라) 추출 온도, 시간 조건 확립

- 위 실험 결과들을 종합, 비교 하여 미강 음료 제조를 위한 전처리 과정을 볶음 온도는 150 °C, 볶음 시간은 30 분으로 설정 하였음.
- 150 °C, 30 분 볶음 처리 미강을 제조하여 열수 추출 조건 확립을 위한 실험을 수행함.
- 열수 추출은 추출 온도별 (60 °C, 80 °C, 100 °C), 추출 시간별 (30분, 2시간, 6시간) 추출액을 제조하여 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 분석하여 비교하였음 (Fig 15, 16).

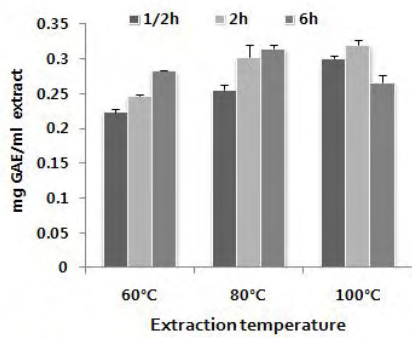


Fig 15. Total phenolic contents (TPC) of roasted rice bran hot-water extracts.

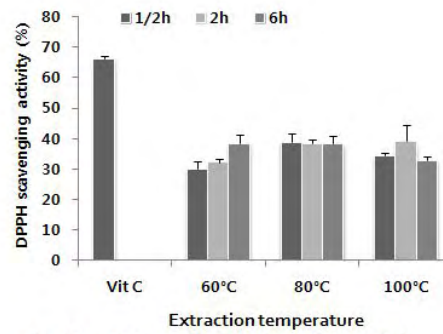


Fig 16. DPPH-radical scavenging activity of roasted rice bran hot-water extracts.

- 기능성 물질과 생리 활성의 차이가 없으면서, 추출의 시간적 효율성 면을 고려해 보았을 때, 추출 온도 80 °C 조건에서 2시간을 최적 추출 조건으로 설정함.

(마) 동결 건조 powder의 제조

- 분석 실험 결과와 관능평가 결과를 종합하여 음료 제조에 적합하다고 판단되는 볶음 처리 시간 20분, 30 분 (150 °C) 미강과 생 미강 (CON)의 열수 추출액을 동결건조 (48h) 하여 동결 건조 powder 제조함 (Fig 17).

- 추출 수율은 미강 10g 으로 열수추출과 원심 분리, 진공 여과 하여 얻은 추출액을 동결 건조 한 후 그 무게를 측정하였으며, 추출시에 사용된 원료량 (건물량)의 백분율로 하여 추출 수율 (%)을 계산함 (Table 5).



Fig 17. Freeze-dried powder of roasted rice bran hot-water extracts

Table 5. Yield of roasted rice bran hot water extracts after freeze-drying

Sample of extracts	Yield of freeze-drying (%)
CON	39.05 ± 2.48
Roasted at 150 °C, for 20min	37.29 ± 3.22
Roasted at 150 °C, for 30min	34.12 ± 1.02

- 볶음 처리 미강의 추출 수율(%)은 생 미강 (CON)과 비교하여 감소 하는 결과를 확인하였음.

- 동결 건조 가루를 물에 재 분산하여 (2%, w/v) 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 비교 분석 하였음 (Fig 18, 19)

- 열수 추출 후 동결 건조로 생성한 미강 가루는 동결 건조 전 미강 가루와 비교하여, 높은 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였음.

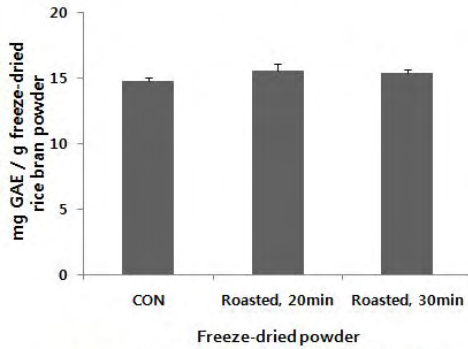


Fig 18. Total phenolic contents (TPC) of freeze-dried rice bran powder.

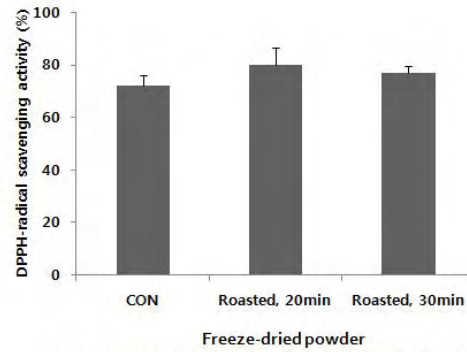


Fig 19. DPPH-radical scavenging activity of freeze-dried rice bran powder

- 생 미강의 경우 미강 내 각종 생리활성 물질이 다량 함유되어 있더라도 세포벽의 결합구조가 매우 치밀하고 견고하여 적절한 가공 처리를 동반하지 않을 경우 실제적인 이용률이 낮음.
- 따라서 본 연구에서는 볶음 처리 가공 방법을 이용하여 기능 성분 및 생리활성 증진을 하고자 하였고, 갈변 반응의 촉진으로 제품의 색상과 향기 성분이 생성되어 미강 특유의 맛과 향을 마스킹 하여 보다 높은 기호성을 갖는 제품을 제조 하였음 (Fig 20).



- ① Unroasted
- ② Roasted at 150 °C for 20min
- ③ Roasted at 150 °C for 30min

Fig 20. 2% rice bran beverage (2g roasted rice bran/100 ml DW)

(바) Tea-bag 타입 미강 침출차

- 미강 소비 증진을 위한 방편으로 Tea-bag 타입 미강차 개발을 위한 연구를 수행하였음.
- 150 °C에서 10, 20, 30, 40 분간 볶은 미강 차 (2g/100ml hot water)를 제조하였음 (Fig 21).
- 볶기 전 생 미강 가루 티백을 집접 물에 우려내면 황색의 불투명한 찻물이 생성되어 음용자가 거부감을 가지는 경향이 있었으나, 볶는 과정을 거친 침출차의 경우 생 미강 특유의 향이 저감되고, 맛이 구수해지고 달착지근해지며, 물로 우려냈을 때 갈색의 고운 빛깔을 나타냄으로써 기호도를 현저히 상승시킴.



Fig 21. Tea-bag type roasted rice bran tea

- 2g 의 미강을 티백에 담고, 10, 30 분간 침출한 후 총 페놀 함량을 측정함 (Fig 22).

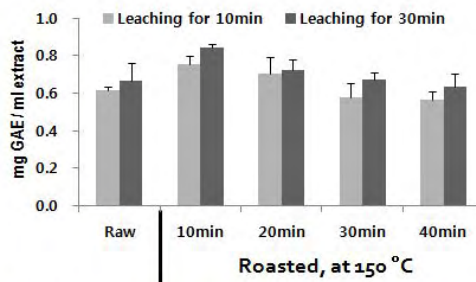


Fig 22. Total phenolic contents of tea-bag type roasted rice bran leaching tea

- 열수 추출액 (80 °C, 2시간)과 비교하여 총 페놀함량은 적으나, 간편하게 음용할 수 있다는 점에서 활용 가능성이 있다고 사료됨.

나. 쌀 부산물을 활용한 미용팩의 개발

- 도정도에 따라 미강을 겉미강 (outer rice bran), 속미강 (Inner rice bran)의 2개의 층으로 구분하여 Fig 23의 과정으로 실험을 수행하였음.

- 미용팩 제조에 사용된 신선한 속미강, 겉미강 가루는 (주) 디미원 으로부터 제공받은 즉시 실험을 수행 하였고, -20 °C에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였음.

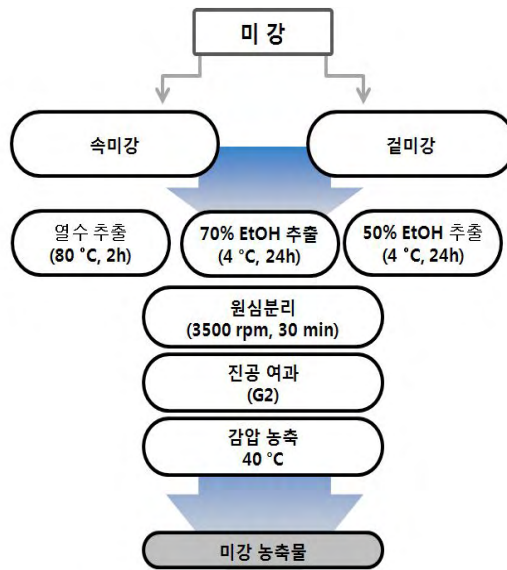


Fig 23. Procedure of preparing rice bran mask-pack

- 미강은 받은 즉시 50 mesh sieve 로 쳐서 거르고, 산패 방지 목적으로 열처리 (Microwave heating, 3 min)를 한 후 실험에 사용하였음.
- 각각의 속미강, 겉미강은 10배량 (w/v)의 hot water, 50 % EtOH, 70 % EtOH 으로 3회 반복 추출하였음.
- 50%, 70 % EtOH 용매 추출의 경우 2 L 플라스크에 미강 100g을 넣고 1L의 추출 용매를 각각 넣고 24시간 4 °C에서 침지시켜 추출하였고, hot water 를 이용하여 추출할 경우 80 °C에서 2h 환류 추출하였음.
- 추출액은 여과지 (Whatman No. 4, Maidstone, England)로 여과하였고, 여액을 40 °C 수욕상에서 회전식 감압 농축기 (Eyela A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압, 농축한 후 동결건조 (SFDSM12-60Hz, Samwon Freezing Engineering Co., Seoul, Korea) 하여 분말화 하였다.
- 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법에 따라 각 추출액을 5 mg/mL로 희석한 후 0.2 mL 취하고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 0.8 mL을 첨가 후 25 °C 에서 10분간 반응시키고, 10% Na₂CO₃ 2 mL을 가하여 25 °C 에서 2 시간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정 하였고, 흡광도는 표준곡선을 gallic acid(Sigma)로 표준 검량식에 적용하여 시료 중 gallic acid equivalent (GAE mg/g)로 나타내었음 (Fig 24).
- 페놀성 화합물은 phenolic hydroxyl (OH)기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하여, 항산화, 항암 등의 다양한 생리 활성을 가짐.
- 미강 추출물에 존재하는 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 기준으로 측정한 결과 Fig 24.와 같이 나타 내었고, 겉미강에 비하여 속미강 속 폴리페놀의 함량이 높은 것으로 나타났으며, 용매로는 물을 사용하여 추출 하였을때 높았음.
- DPPH radical 소거능 분석은 DPPH (Sigma)를 이용하여 시료의 라디칼 소거효과 (radical scavenging effect)를 측정하는 방법으로, 0.5 mL의 희석시킨 미강 추출액 (5000 ppm)에 0.2 mM DPPH in EtOH 용액 0.5 mL를 가한 뒤 vortex mixer로 10초간 진탕하고

실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하고, 아래의 식을 이용하여 DPPH radical 소거능 (%)을 계산하였음 (Fig 25).

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{sample absorbance} / \text{control absorbance})] \times 100$$

(1) 미백 효과 - Tyrosinase inhibition activity

- Tyrosinase는 피부 기저층에 있는 melanocyte의 melanosome에서 tyrosine 혹은 DOPA를 기질로 하여 피부의 색소 성분인 melanin을 생합성 하는데 있어서 key enzyme으로 작용하는 효소임.

- 따라서 tyrosinase 효소활성을 저해하거나 중간체들의 산화반응이 저해됨으로써 멜라닌 색소가 감소됨.

- 본 실험에서는 tyrosinase 효소의 작용 저해 효과를 나타내는 대표적인 물질인 kojic acid를 사용하여 비교하였으며, 1 mg/ml (1000 ppm)의 농도에서 약 95.96 %의 높은 저해율을 나타낸 것을 확인한 후 실험을 수행하였음.

- Tyrosinase 저해 활성은 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 500 µL에 10 mM L-DOPA를 녹인 기질액 200 µL와 증류수에 5 mg/mL의 농도로 희석한 시료용액 500 µL을 혼합한 용액에 mushroom tyrosinase 200 µL를 첨가하여 25 °C 에서 3 분 반응시킨 후, 생성된 DOPA chrome을 spectrophotometer의 475 nm에서 흡광도를 측정하였음

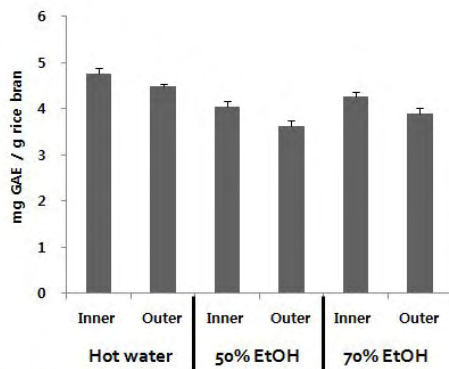


Fig 24. Effect of extractant on total phenolic contents (TPC) of inner and outer rice bran extracts.

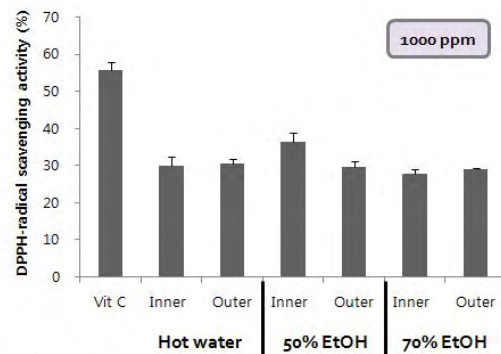


Fig 25. Effect of extractant on DPPH-scavenging activity (%) of inner and outer rice bran extracts.

- Tyrosinase 저해 활성은 시료용액의 첨가구와 무 첨가구의 흡광도 감소율을 백분율 (%)로 나타내었음 (Fig 26).

$$\text{Tyrosinase inhibition ability (\%)} = [1 - (A - B / C)] \times 100$$

A: Absorbance at 475 nm determined with sample

B: Absorbance at 475 nm determined with buffer instead of enzyme

C: Absorbance at 475 nm determined with buffer instead of sample

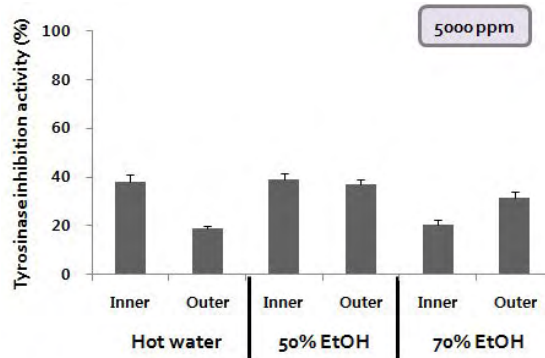


Fig 26. Effect of extractant on the tyrosinase inhibition activity.

- 모든 용매별 추출물에서 tyrosinase 활성 저해가 관찰되었고, 50% EtOH 추출물에서 39.2%의 가장 높은 저해 활성을 나타내었음.
- 미강 추출물의 tyrosinase 억제 활성은 대조군인 kojic acid (약 87% 억제 활성) 에 비해 낮았으나, 화장품 기능성 소재로서 미백 제품으로서의 응용 가능성을 보여줌.

(2) 항 주름 효과 - Elastase inhibition activity

- 피부 노화 현상에 관여하는 원인 중에 특히 자외선 및 활성산소 등에 유발되는 피부 진피층에 존재하는 matrix metalloproteinases (MMPs)는 피부 노화, 즉 주름 생성과 밀접한 관계가 있음.
- MMPs를 이루는 주요성분으로 collagenase, gelatinase, elastase 등이 있으며 피부의 탄력 감소 및 주름 생성에 있어서 elastase 활성감소는 매우 중요함.
- 피부 진피속에는 피부의 탄력성에 관계되는 elastin이 그물망 구조를 형성하고 있는데 이러한 그물망 구조가 처지고 주름이 생기므로 내인성 피부 노화가 발생함.
- 따라서 피부 노화의 주원인 중의 하나인 elastin 분해효소인 elastase 활성을 저하시킴으로써 피부조직의 기계적 특성을 유지시켜 탄력을 유지하고 피부가 늘어지는 것을 예방 할 수 있는 것으로 보고되고 있음.
- Elastase 저해 활성은 0.2 M Tris-HCl(pH 8.0) buffer 700 μL에 기질인 3.2 mM N-succinyl-(Ala)3-p- nitroanilide 250 μL와 미강 추출액 (5000 ppm) 40 μL을 첨가한 뒤 5 μg/mL Porcine Pancreatic Elastase (PPE) 효소용액 10 μL을 가하여 37 °C에서 20분 동안 반응 시킨 후 p-nitroaniline의 생성량을 410 nm에서 흡광도를 측정 하였음.
- Elastase 저해 활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었음 (Fig 27).

$$\text{Elastase inhibition ability (\%)} = [1 - (A - B) / C] \times 100$$

A: Absorbance at 410 nm determined with sample

B: Absorbance at 410 nm determined with 0.2 M Tris-HCl buffer instead of enzyme

C: Absorbance at 410 nm determined with 0.2 M Tris-HCl buffer instead of sample

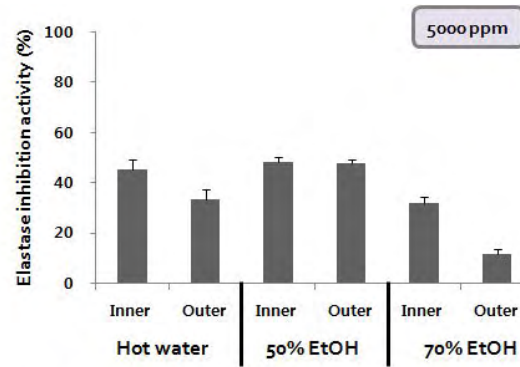


Fig 27. Effect of extractant on the elastase inhibition activity.

- 모든 용매별 추출물에서 Elastase 활성 저해가 관찰되었고, 특히 50% EtOH 추출물에서 48.3 %의 가장 높은 저해 활성을 나타내어 항노화 기능성 소재로서 주름개선 제품으로서의 응용 가능성이 보여짐.
- 이상의 결과 미강 추출물은 다양한 항산화 활성 증대효과를 나타냄으로써 산화적 손상 예방 소재개발에 활용 가치가 있다고 사료되며, 또한 기능성 화장품의 소재로 다양한 분양에서 활용가치가 있을 것으로 기대됨.
- Table 6 의 배합비를 기본 바탕으로 미강 추출액을 함유한 미용팩을 제조 한 후 일반적 보존 실험 (온도 안정성, 광 안정성 측정)을 수행하여 화학적, 물리적 변화가 일어나지 않음을 확인할 예정임.
- 또한, 피부 자극 테스트 (24시간 인체 피부 첩보 시험), 보습 효과, 미백 효과에 대한 테스트를 수행할 계획임.

Table 6. Composition of rice bran pack

성분명	INGREDIENT	FUNCTION	Wt (%)
미강 추출물	Oryza Sativa (Rice) Bran Extract	Skin-Conditioning Agent	50.000
정제수	Water		30.000
글리세린	Glycerin	Humectant	5.000
부틸렌글라이콜	CucumariaFronDosaExtract	Antioxidant	5.000
사이클로펜타실록산	Cyclopentasiloxane	Skin-Conditioning Agent	2.000
나이아신아마이드	Niacinamide	Antioxidant	2.000
디메치콘	Dimethicone	Skin-Conditioning Agent	1.000
카프릴릭/카프릭트리글리세라이드	Caprylic/Capric Triglyceride	Skin-Conditioning Agent	1.500
폴리아크릴아마이드	Polyacrylamide	Film Former	1.000
세틸에칠헥사노에이트	Cetyl Ethylhexanoate	Skin-Conditioning Agent	0.500
디메치콘/피이지-10/15크로스폴리머	Dimethicone/PEG-10/15 Crosspolymer	Skin-Conditioning Agent	0.500
C13-14이소파라핀	C13-14 Isoparaffin	Solvent	0.300
라우레스-7	Laureth-7	Surfactant	0.300
메칠이소치아졸리논	Methylisothiazolinone	Preservative	0.20
폴리아미노프로필바이구아나이드	Polyaminopropyl Biguanide	Preservative	0.15
토코페릴아세테이트	Tocopheryl Acetate	Antioxidant	0.10
알로에베라잎추출물	AloeBarbadensisLeafExtract	Skin-Conditioning Agent	0.10
바실러스/글루탐릭에씨드발효여과물	Bacillus/Glutamic Acid Ferment Filtrate	Skin-Conditioning Agent	0.10
소듐하이알루로네이트	Sodium Hyaluronate	Skin-Conditioning Agent	0.05
초피나무열매추출물	Zanthoxylum Piperitum Fruit Extract	Skin-Conditioning Agent	0.05
할미꽃추출물	Pulsatilla Koreana Extract	Skin-Conditioning Agent	0.05
어스니아추출물	Usnea Barbata (Lichen) Extract	Skin-Conditioning Agent	0.03
비에이치티	BHT	Antioxidant	0.02
잔탄검	Xanthan Gum	Viscosity Increasing Agent	0.02
마치현추출물	Portulaca Oleracea Extract	Skin-Conditioning Agent	0.01
디소듐이디티에이	Disodium EDTA	Chelating Agent	0.01
향료	Fragrance	Fragrance	0.01
			100.000

제 3 절 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 최적 유통포장 기술 개발, 고기능성 화장품 소재 및 제품 개발

1. 쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 최적 유통포장 기술 개발

가. 기능성 쌀면 개발제품의 현장 적용 생산성 평가 특성

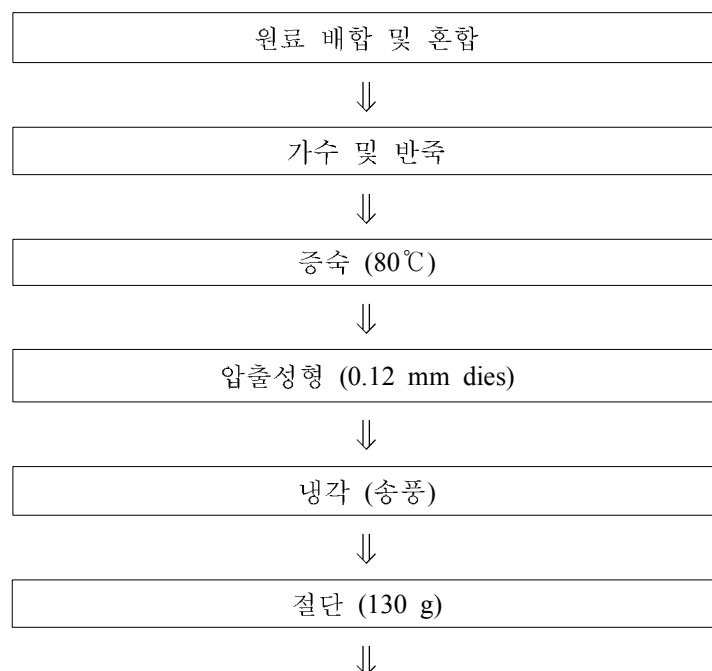
(1) 재료 및 선별

쌀가루는 2011년에 수확한 국내산 단립종 일반미를 사용하였고, 미강은 벼 도정과정에서 배출되는 것을 수라청 RPC에서 공급받았으며, 60 mesh(KS A 5101-1의 표준체중 호칭치수가 250 μm 인 그물체) sieve로 쳐서 시료로 사용하였음. 선별한 미강은 -20°C 에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였음. 흑미강은 2011년에 진도에서 수확한 것을 사용하였음. 옥수수전분은 CJ제일제당, 타피오카 전분은 (주)마쓰다니, 초산타피오카 변성전분은 (주)마쓰다니, 한주의 정제염을 사용하였음.

(2) 방법

(가) 기능성 쌀면 현장 적용 생산

부산물을 활용한 기능성 쌀면의 품질특성을 측정하기 위해 시중 즉석 쌀면을 판매하고 있는 A회사의 즉석 쌀면 제조 공정(그림 1)을 이용하여 쌀면을 제조하였음. 즉 원료인 쌀을 12시간 이상 침지하여 2단 roll-mill을 통하여 분쇄한 후, 쌀가루와 전분 및 기타 부재료를 혼합하여 가수와 동시에 반죽기에서 원료를 교반하면서 반죽하였음. 반죽은 80°C 에서 증숙과 동시에 0.12 mm dies 규격으로 압출성형하여 면을 이송하면서 냉각시키고, 면의 무게가 130 g이 되도록 절단하여 냉장 숙성하였음. 냉장 숙성한 쌀면은 75% 주정으로 주정처리 후 송풍건조한 것을 쌀면 시료로 사용하였음. 부산물 첨가량별 쌀면 시료의 약어 및 배합비는 표 1에 나타내었음.



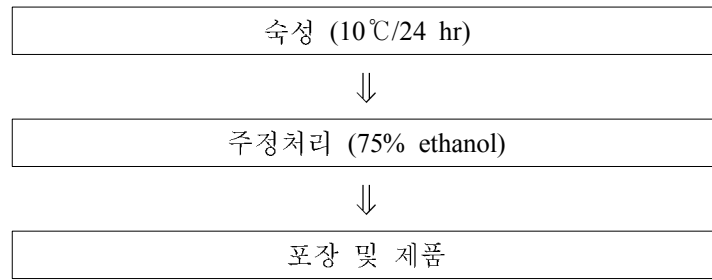


그림 1. 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 제조과정.

표 1. 부산물 첨가 쌀면 시료 약어 및 배합비

약어	원료 및 함량
Con	쌀가루(60%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)
미강	쌀가루(50%), 미강(10%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)
흑미강	쌀가루(55%), 흑미강(5%), 타피오카전분(15%), 옥수수전분(16.8%), 초산타피오카 변성전분(2%)

(나) 품질특성 측정

쌀 가공 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 수분함량은 AOAC의 105°C 상압가열건조법에 의하여 측정하였고, 색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 각각의 시료를 3 mm 길이로 세절하여 직경 3 cm, 높이 1 cm cell에 담아 생면과 조리면의 색도 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였으며, 이 때 백색표 준관은 L값 93.33, a값 -0.39, b값은 2.53이었음. 조리특성은 Kim 등의 방법에 따라 실시하였음. 쌀면 25 g에 끓인 물 300 mL을 넣고 3분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음 조리용 체에 건져 3분간 탈수한 후 면의 중량을 측정하였고, 면의 부피는 500 mL mess cylinder에 300 mL 증류수를 채운 다음 중량을 측정하고 면을 넣어 증가하는 물을 측정하

여 부피를 구하였음. 조직감은 Texture Analyzer(TA, XT-RA Dimension V3.7A, Svy Micro Systems)로 측정하였음. 25 mm의 plunger를 사용하여 TPA parameter에서 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness)을 알아보았는데 측정 조건은 plunger strain 50%, pre test speed 3.0 mm/sec, test speed 3.0 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec 이었고 모든 시료는 10회 반복 측정하였음. 관능검사는 한국식품연구원 패널 30명을 대상으로 9점 척도법으로 실시하였으며 평가항목은 의 강도와 외관 및 색, 쫄깃함의 강도와 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적기호도에 관하여 평가하였음. 통계적 유의성은 SPSS 프로그램을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 사용하여 유의성 검정을 시행하였음.

(3) 실험 결과

(가) 수분함량 및 색도

부산물을 첨가한 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 2에 나타내었음. 수분함량은 37.11~38.98%로 나타났음. 색도측정 결과, 대조구 쌀면에 비해 미강 첨가 쌀면의 밝기를 나타내는 L값이 유의적으로 낮게 나타났으며, Con과 흑미강 첨가 쌀면에서 조리면의 L값과 황색도를 나타내는 b값이 생면보다 낮게 나타났는데 이는 쌀면을 조리하였을 때 전분 용출 등에 의한 것으로 사료됨.

표 2. 부산물을 첨가한 쌀면의 수분함량 및 색도

시료	수분함량 (%)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
Con	38.12±1.08 ^{ab1)}	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^c	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^b	8.72±0.09 ^a
미강	37.11±0.74 ^b	46.41±0.69 ^b	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^c	2.50±0.41 ^b
흑미강	38.98±0.40 ^a	27.05±0.06 ^c	0.76±0.15 ^b	0.14±0.09 ^b	25.52±0.08 ^b	1.04±0.02 ^a	-0.58±0.03 ^c

1) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄



그림 2. 부산물 첨가 쌀면의 외관(Con, 미강, 흑미강).

(나) 조리특성

부산물을 첨가한 쌀면의 조리특성 결과는 표 3에 나타내었음. 조리특성 결과, 미강과 흑미강 첨가 쌀면이 대조구 쌀면에 비해 조리 후 중량, 함수율이 높은 것으로 나타났음.

표 3. 부산물을 첨가한 쌀면의 조리특성

시료	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)
Con	36.16±0.53 ^{a1)}	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a
미강	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a
흑미강	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	31.67±2.89 ^a

¹⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(다) 조직감

부산물을 첨가한 쌀면의 조직감은 표 4와 같음. 조직감 측정 결과, 경도는 대조구 쌀면 보다 미강 첨가 쌀면이 높게 나타났음. 씹힘성에서 대조구 쌀면은 955.00으로 나타났으며, 미강 첨가 쌀면은 978.43으로 대조구 보다 높게 나타나 미강 첨가 쌀면의 조직감 향상을 확인하였음.

표 4. 부산물을 첨가한 쌀면의 조직감

시료	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
Con	1240.22±62.44 ^{b1)}	-80.72±34.14 ^b	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
미강	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^b	978.43±98.64 ^a
흑미강	1082.21±62.59 ^c	-49.41±38.84 ^{ab}	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^{ab}	826.25±58.43 ^b

¹⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

(라) 관능평가

부산물을 첨가한 쌀면의 관능특성 결과는 표 5, 그림 3에 나타내었음. 관능평가 결과, 강도에 서 면의 쫄깃함은 흑미강 첨가 쌀면이 대조구 쌀면 보다 유의적으로 높게 나타났음. 기호도에 서 맛과 조직감은 흑미강 첨가 쌀면이 대조구 쌀면과 유사하게 높게 나타났으며, 미강 첨가 쌀면은 대조구 쌀면에 비해 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 나타내지 않았음. 전반적기호도는 모든 처리구의 쌀면이 보통(5점) 수준 이상으로 우수하게 나타나, 부산물을 첨가한 쌀면의 기호도 향상을 확인하였음.

표 5. 부산물을 첨가한 쌀면의 관능특성

시료	강도		기호도				
	외관 및 색	쫄깃함	색	향	맛	조직감	전반적 기호도
Con	3.00±0.63 ^{c1)}	6.00±0.63 ^b	5.50±0.84 ^a	5.50±0.55 ^a	6.00±0.89 ^a	6.00±0.63 ^a	6.50±0.55 ^a
미강	6.83±0.75 ^b	4.67±0.82 ^c	4.83±0.75 ^a	4.83±0.75 ^a	5.00±0.63 ^a	4.67±0.82 ^b	5.00±0.63 ^b
흑미강	8.00±0.63 ^a	7.17±0.41 ^a	3.50±1.05 ^b	5.00±0.63 ^a	5.50±1.05 ^a	6.83±0.75 ^a	6.67±0.82 ^a

¹⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

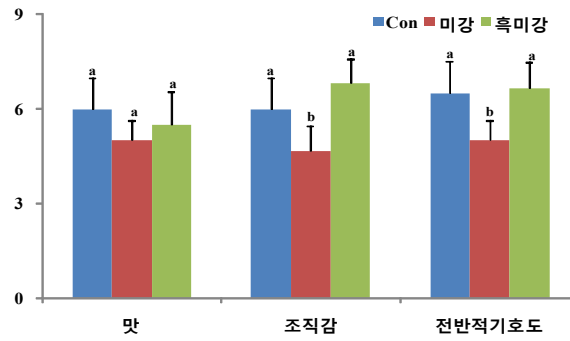


그림 3. 부산물 첨가 쌀면의 기호도.

나. 기능성 쌀면 최적 포장재 재질 및 포장형태 개발

부산물을 첨가한 쌀면의 유통 중 품질변화를 측정하기 위해 포장재 재질 및 포장형태에 따른 품질변화 특성을 조사하였음.

(1) 시료

시료는 표 1의 배합으로 부산물 첨가 쌀면 3종(Con, 미강, 흑미강) 쌀국수를 제조하여 사용하였다.

(2) 방법

(가) 저장 및 포장방법

시료의 포장 조건에 따른 약어는 표 6에 나타내었음. 시료의 저장은 쌀국수 130 g씩 정량하여 각각의 포장재에 넣고 15°C에 저장하면서 시료를 꺼내어 기존 쌀국수 건면, 생면의 유통기한을 고려하여 3개월까지 품질변화를 측정하였음. 포장조건별 실험을 위하여 대조구는 12 cm×15 cm×6 cm(가로×세로×높이) 크기의 용기를 사용하여 시료를 넣은 후 필름접착기(SCS-200, 금강포장기계, Korea)로 두께 75 μ m의 PE 필름을 밀봉하여 실험에 사용하였음. PET 필름 포장은 두께 100 μ m의 포장재에 시료를 넣은 후 밀봉하여 사용하였음. 지퍼백 포장은 두께 90 μ m의 포장재에 시료를 넣은 후 밀봉하여 사용하였음. 진공포장은 두께 65 μ m의 Nylon+PE 진공포장재를 사용하여 진공포장기(Compact II-Vac 550, Tilia Inc, USA)를 이용하여 쌀국수를 진공 포장하였음.

표 6. 포장형태에 따른 부산물 첨가 쌀면 시료 약어

약어	Treatment	Film	Thickness(μ m)
CON	용기 포장	Polyethylene	75
PET	용기 포장	Polyethyleneterephthalate	100
ZIP	지퍼백 포장	Polyethylene	90
VAC	진공 포장	Nylon+Polyethylene	65

(나) 품질특성 측정

품질특성 측정은 현장적용 생산 쌀면 3종의 측정방법과 동일하게 실시하였음.

① 미세구조 관찰

각각의 시료는 -70℃에서 동결하여 동결건조기(Ilsin lab Co. Korea)에서 48시간동안 건조한 것을 gold palladium으로 ion sputter(C1010, Hitachi, Japan)를 이용하여 코팅한 다음 주사전자 현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, Japan)을 사용하여 500배, 1000배, 2,000배에서 관찰하였음.

② 총균 및 대장균수의 변화

쌀면 5 g을 멸균수 45 mL에 넣고 균질화시킨 후 회석하여 각각의 페트리필름(3M, USA)에 분주하여 생균수를 평판배양법으로 측정하였음. 총균과 대장균은 37℃ 배양기에서 각각 24시간, 48시간 배양 후 나타나는 colony를 계수하였으며, 미생물수는 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타내었음.

(3) 실험 결과

(가) 무첨가 쌀면의 품질특성

① 수분함량 및 색도

저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 7, 8에 나타내었음. 수분함량은 저장 초기 38.12%로 나타났으며, 저장 2개월 후 35.58~39.27%로 나타나 포장형태에 따른 수분함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았음. 색도측정 결과, 생면의 경우 모든 처리구 쌀면에서 L값이 저장 2개월 후 감소하는 것으로 나타났음. 조리면의 경우, 모든 처리구 쌀면에서 b값이 생면보다 낮게 나타났는데 이는 쌀면을 조리하였을 때 전분 용출 등에 의한 것으로 사료됨.

표 7. 저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 수분함량 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.5
CON	38.12±1.08 ^{a2)}	37.92±1.20 ^a	37.13±0.59 ^a	39.24±0.13 ^a	39.23±0.13 ^a
PET	38.12±1.08 ^a	37.55±1.32 ^a	35.17±1.09 ^b	38.56±0.09 ^a	38.57±0.09 ^a
ZIP	38.12±1.08 ^a	37.40±0.37 ^a	38.39±0.95 ^a	39.27±0.19 ^a	39.27±0.19 ^a
VAC	38.12±1.08 ^a	38.42±0.29 ^a	38.53±0.21 ^a	35.49±1.26 ^b	35.58±1.31 ^b

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 8. 저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 색도 변화

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
CON	0	53.03±2.00 ^{a2)}	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	51.97±0.72 ^a	-1.42±0.06 ^a	6.90±0.02 ^b	52.14±0.80 ^a	-2.23±0.08 ^a	1.92±0.03 ^c
PET	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	50.00±0.41 ^b	-1.52±0.02 ^b	7.29±0.24 ^{ab}	52.00±0.48 ^a	-2.36±0.02 ^b	2.44±0.11 ^b
ZIP	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	51.72±0.86 ^a	-1.47±0.01 ^{ab}	7.33±0.31 ^a	52.33±0.16 ^a	-2.36±0.02 ^b	2.24±0.10 ^a
VAC	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	50.73±0.50 ^{ab}	-1.42±0.03 ^a	7.37±0.19 ^a	52.80±0.27 ^a	-2.36±0.02 ^b	2.43±0.08 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

② 조리특성

저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 조리특성 변화는 표 9에 나타내었음. 저장 2개월 후 포장형태에 따른 쌀면의 함수율은 143.96~148.06%, 부피는 32.33~34.33 mL로 유의적인 차이를 나타내지 않았음.

표 9. 저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 조리특성 변화

시료 ¹⁾	0 month			2.5 month		
	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)
CON	36.16±0.53 ^{a2)}	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	37.33±0.57 ^{ab}	146.25±2.33 ^a	34.00±0.00 ^a
PET	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	37.26±0.16 ^{ab}	147.17±0.46 ^a	33.00±1.73 ^a
ZIP	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	37.54±0.57 ^a	148.06±1.72 ^a	32.33±2.89 ^a
VAC	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	36.37±0.59 ^b	143.96±3.17 ^a	34.33±1.15 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

③ 조직감

저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 조직감 변화는 표 10에 나타내었음. 경도에서 저장 초기 쌀면은 1240.22로 나타났으며, 저장 2개월 후 지퍼백 포장과 진공포장 처리구 쌀면은 각각 1017.73, 1162.18로 나타나 대조구 쌀면에 비해 유의적으로 감소하는 것으로 나타났음. 씹힘성의 경우 저장 2개월 후 대조구 쌀면이 986.64로 나타났으며, PET와 ZIP 포장 쌀면의 경우 대조구와 유의적으로 유사하거나 약간 낮은 값을 나타내었음.

표 10. 저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
CON	0	1240.22±62.44 ^{a2)}	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	1342.03±84.49 ^a	-64.37±31.53 ^{ab}	0.94±0.04 ^a	0.79±0.03 ^b	986.64±91.44 ^{ab}
PET	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	1381.74±89.30 ^a	-89.34±24.62 ^b	0.98±0.04 ^a	0.85±0.01 ^a	1044.59±90.52 ^a
ZIP	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	1017.73±66.46 ^c	-45.88±13.71 ^a	0.98±0.04 ^a	0.78±0.03 ^{bc}	921.34±50.58 ^{bc}
VAC	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	1162.18±87.64 ^b	-35.46±7.38 ^a	0.98±0.04 ^a	0.75±0.01 ^c	880.49±54.43 ^c

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

④ 관능특성

저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 관능특성은 표 11에 나타내었음. 저장 1개월 후 관능특성 측정 결과, 강도에서 쫄깃함은 5.67~6.33으로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 기호도에서 맛, 조직감, 전반적기호도는 유의적인 차이를 나타내지 않았음.

표 11. 저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 관능특성

시료 ¹⁾	강도				기호도		
	외관 및 색	쫄깃함	색	향	맛	조식감	전반적 기호도
CON	3.00±0.63 ^{a2)}	6.00±0.63 ^a	5.50±0.84 ^a	5.50±0.55 ^a	6.00±0.89 ^a	6.00±0.63 ^a	6.50±0.55 ^a
PET	2.83±1.17 ^a	6.33±0.82 ^a	6.00±0.89 ^a	5.83±0.41 ^a	5.83±0.41 ^a	6.50±0.55 ^a	6.00±0.63 ^a
ZIP	3.17±0.75 ^a	5.67±0.82 ^a	5.50±0.55 ^a	5.50±0.55 ^a	5.67±1.03 ^a	5.83±0.75 ^a	5.67±1.21 ^a
VAC	2.67±0.82 ^a	6.17±0.75 ^a	6.17±0.75 ^a	5.33±0.52 ^a	6.33±0.52 ^a	6.17±0.75 ^a	6.00±0.89 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄



그림 4. 포장형태별 쌀면의 외관(CON, PET, ZIP, VAC).

⑤ 미세구조 관찰

저장 2개월에 따른 포장형태별 쌀면의 미세구조 관찰은 그림 5에 나타내었음. 그림에 나타낸 것과 같이 진공 포장한 쌀면의 단면은 나머지 처리구 쌀면의 구조에 비하여 기공이 많이 형성되지 않았으며 빈 공간들이 적은 것으로 나타났음. 또한, 지퍼백 포장한 쌀면의 단면 구조는 기공이 많이 형성되어 빈 공간들이 많아 조리시 수분 흡수에 영향을 미칠 것으로 사료됨.

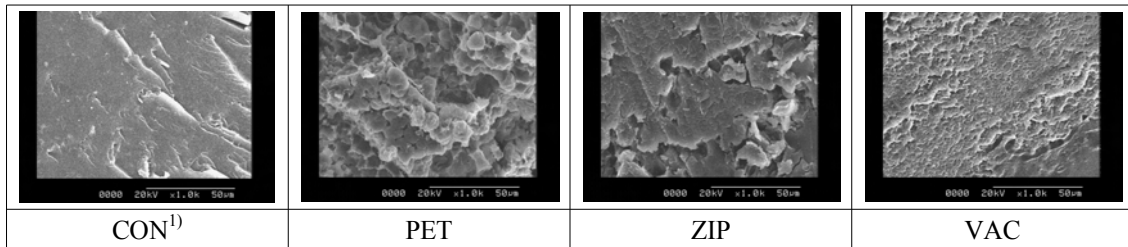


그림 5. 포장형태별 쌀면의 미세구조 관찰(×1,000).

¹⁾ 표 6의 약어 참조

⑥ 총균 및 대장균수

저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 미생물 생육변화는 그림 6에 나타내었음. 저장 3개월까지 쌀국수의 초기 총균은 검출되지 않았으며, 저장 4개월 경과에 따라 PE, PET, ZIP 포장 쌀면에서 각각 3.5×10^3 , 1.9×10^2 , 2.4×10^3 CFU/g으로 나타났음. 저장 6개월 경과 후 총균수는, 진공포장한 쌀면이 2.2×10^4 CFU/g로 나타나 다른 처리구 쌀면보다 총균수의 증가가 느린 것을 확인할 수 있었음. 한편, 대장균은 저장일별 모든 시료에서 검출되지 않았음. 모든 처리구 쌀면에서 세균수의 증가가 식품공전에서 제시한 생면의 성분규격 세균수 1.0×10^6 이하이므로 6개월 내에 유통기한이 준수되는 것을 확인할 수 있었음.

그림 6. 저장기간에 따른 포장형태별 쌀면의 총균수 변화.

(나) 미강 첨가 쌀면의 품질특성

① 수분함량 및 색도

저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 12, 13에 나타내었음. 수분함량은 저장 초기 37.11%로 나타났으며, 저장 2개월 후 지퍼백 포장한 쌀면의 수분함량이 34.40%로 대조구 쌀면보다 유의적으로 감소한 것으로 나타났음. 색도측정 결과, 생면의 경우 모든 처리구 쌀면에서 b값이 저장 2개월 후 증가하는 것으로 나타났으며, 포장형태에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았음. 조리면의 경우, 모든 처리구 쌀면에서 b값이 생면보다 낮게 나타나 쌀면을 조리하였을 때 황색도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었음.

표 12 . 저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 수분함량 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.5
CON	37.11±0.74 ^{a2)}	37.19±0.17 ^a	35.40±0.14 ^a	35.98±0.46 ^a	35.82±0.45 ^a
PET	37.11±0.74 ^a	34.91±0.71 ^b	35.06±0.06 ^{ab}	34.91±0.24 ^b	34.88±0.23 ^b
ZIP	37.11±0.74 ^a	35.52±0.46 ^b	34.37±0.34 ^c	34.56±0.34 ^b	34.40±0.08 ^b
VAC	37.11±0.74 ^a	35.72±0.16 ^b	34.87±0.13 ^b	36.14±0.33 ^a	36.07±0.35 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 13. 저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 색도 변화

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
		CON	0	46.41±0.69 ^{a2)}	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a
	2.5	48.17±0.65 ^a	-0.22±0.02 ^b	12.84±0.14 ^a	49.51±0.53 ^b	-0.29±0.07 ^a	6.11±0.11 ^b
PET	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	48.13±0.57 ^a	-0.10±0.14 ^a	12.62±0.47 ^a	51.13±0.21 ^a	-0.28±0.05 ^a	6.62±0.10 ^a
ZIP	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2	48.92±0.75 ^a	-0.18±0.02 ^a	12.20±0.04 ^a	50.60±0.57 ^{ab}	-0.25±0.07 ^a	6.49±0.10 ^a
VAC	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	48.26±0.84 ^a	0.01±0.03 ^b	12.49±0.32 ^a	51.62±1.08 ^a	-0.36±0.06 ^a	6.20±0.18 ^b

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

② 조리특성

저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 조리특성 변화는 표 14에 나타내었음. 저장 초기 함수율은 150.52%로 나타났으며, 저장 2개월 후 지퍼백 포장 쌀면의 함수율은 180.34%로 가장 높게 나타나 상대적으로 수분 흡수가 큰 것으로 나타났음.

표 14. 저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 조리특성 변화

시료 ¹⁾	0 month			2.5 month		
	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)
CON	38.06±1.56 ^{a2)}	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	43.12±0.36 ^b	170.08±1.31 ^b	37.00±1.73 ^a
PET	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	39.15±0.47 ^c	154.91±2.00 ^c	35.67±1.15 ^a
ZIP	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	45.54±0.09 ^a	180.34±0.54 ^a	38.33±2.89 ^a
VAC	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	39.69±0.57 ^c	156.54±2.44 ^c	35.00±0.00 ^a

¹⁾ 표 6의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

③ 조직감

저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 조직감 변화는 표 15에 나타내었음. 경도에서 저장 초기 쌀면은 1389.78로 나타났으며, 저장 2개월 후 진공포장 처리구 쌀면을 제외한 쌀면의 경우 대조구 쌀면 보다 경도가 유의적으로 감소한 것으로 나타났음. 응집성의 경우, PET 포장 쌀면에서 저장 2개월 경과에 따라 응집성이 유의적으로 증가한 것으로 나타났음.

표 15. 저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
	2.5	1366.65±69.12 ^a	-45.94±16.44 ^c	1.00±0.00 ^a	0.73±0.01 ^a	1055.81±70.61 ^a
PET	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1197.80±92.26 ^b	-5.51±5.43 ^a	0.95±0.03 ^a	0.73±0.08 ^a	925.34±57.17 ^b
ZIP	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1294.61±61.79 ^{ab}	-26.47±15.68 ^a	0.98±0.04 ^a	0.75±0.01 ^a	1044.51±99.18 ^a
VAC	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1355.30±70.50 ^a	-7.70±2.89 ^b	0.97±0.05 ^a	0.71±0.01 ^a	958.41±81.28 ^{ab}

¹⁾ 표 6의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

④ 관능특성

저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 관능특성은 표 16에 나타내었음. 저장 1개월 후 관능특성 측정 결과, 강도에서 쫄깃함은 4.00~4.67로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 기호도에서 조직감, 전반적기호도는 대조구, PET 및 진공 포장한 쌀면이 가장 높게 나타났음.

나 유의적인 차이는 나타나지 않았음.

표 16. 저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 관능특성

시료 ¹⁾	강도			기호도			전반적 기호도
	외관 및 색	줄기함	색	향	맛	조식감	
CON	6.83±0.75 ^{a2)}	4.67±0.82 ^a	4.83±0.75 ^a	4.83±0.75 ^a	5.00±0.63 ^a	4.67±0.82 ^a	5.00±0.63 ^a
PET	6.67±0.82 ^a	4.17±0.75 ^a	5.00±0.63 ^a	5.17±0.75 ^a	5.17±0.75 ^a	4.83±0.75 ^a	4.67±0.82 ^a
ZIP	6.33±0.52 ^a	4.00±0.89 ^a	5.00±0.89 ^a	5.00±0.89 ^a	5.00±0.63 ^a	4.67±1.03 ^a	4.50±1.05 ^a
VAC	6.50±0.84 ^a	4.17±0.98 ^a	5.00±0.89 ^a	4.67±0.82 ^a	4.83±0.98 ^a	4.50±1.05 ^a	4.67±1.03 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

⑤ 미세구조 관찰

저장 2개월에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰은 그림 7에 나타내었음. 그림에 나타난 것과 같이 지퍼백 포장한 쌀면의 단면은 대조구 쌀면의 구조에 비하여 거친 특성을 나타냈으며, 진공 포장한 쌀면의 단면 구조는 기공의 모양이 완만하며 부드러운 형태를 나타내는 것을 확인하였음.

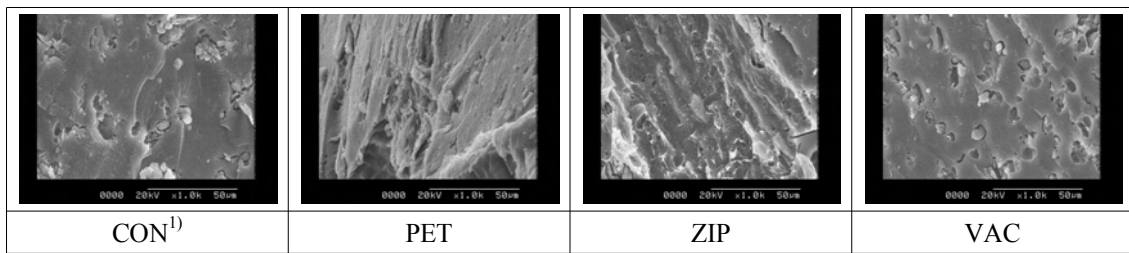


그림 7. 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰(×1,000).

¹⁾ 표 6의 약어 참조

⑥ 총균 및 대장균균수

저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 미생물 생육변화는 그림 8에 나타내었음. 저장 3개월까지 쌀면의 초기 총균은 검출되지 않았으며, 저장 6개월 경과에 따라 대조구와 PET 포장 쌀면에서 각각 4.5×10^5 , 7.7×10^5 CFU/g으로 나타났으며, 진공 포장 쌀면의 경우, 세균수의 증가 속도가 상대적으로 느린 것을 확인할 수 있었음. 한편, 대장균균은 저장일별 모든 시료에서 검출되지 않았음.

그림 8. 저장기간에 따른 포장형태별 미강 첨가 쌀면의 총균수 변화.

(나) 흑미강 첨가 쌀면의 품질특성

① 수분함량 및 색도

저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 17, 18에 나타내었음. 수분함량은 저장 초기 38.98%로 나타났으며, 저장 2개월 경과에 따라 36.84~37.52%로 나타나 포장형태에 따른 수분함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았음. 색도측정 결과, L값에서 생면의 경우 포장형태에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았음.

표 17. 저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 수분함량 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.5
CON	38.98±0.40 ^{a2)}	35.57±0.14 ^a	36.40±1.02 ^b	37.62±0.24 ^a	37.52±0.34 ^a
PET	38.98±0.40 ^a	35.86±0.42 ^a	36.69±0.22 ^b	37.57±0.18 ^a	37.51±0.26 ^a
ZIP	38.98±0.40 ^a	35.89±0.46 ^a	33.59±0.08 ^a	36.70±0.22 ^b	36.84±0.12 ^a
VAC	38.98±0.40 ^a	36.01±0.75 ^a	38.01±0.22 ^c	37.17±0.80 ^{ab}	37.02±0.72 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p<0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 18. 저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 색도 변화

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
		CON	0	27.05±0.06 ^{a2)}	0.76±0.15 ^a	0.14±0.09 ^a	25.52±0.08 ^a
	2.5	28.35±0.72 ^a	1.35±0.08 ^b	0.78±0.06 ^a	28.89±0.63 ^a	0.89±0.03 ^b	0.67±0.06 ^c
PET	0	27.05±0.06 ^a	0.76±0.15 ^a	0.14±0.09 ^a	25.52±0.08 ^a	1.04±0.02 ^a	-0.58±0.03 ^a
	2.5	28.57±0.51 ^a	1.55±0.07 ^{ab}	0.77±0.04 ^{ab}	27.88±0.29 ^b	1.06±0.13 ^{ab}	0.98±0.05 ^a
ZIP	0	27.05±0.06 ^a	0.76±0.15 ^a	0.14±0.09 ^a	25.52±0.08 ^a	1.04±0.02 ^a	-0.58±0.03 ^a
	2.5	28.96±0.61 ^a	1.53±0.13 ^b	0.79±0.03 ^b	27.96±0.43 ^b	0.98±0.04 ^{ab}	0.76±0.07 ^{bc}
VAC	0	27.05±0.06 ^a	0.76±0.15 ^a	0.14±0.09 ^a	25.52±0.08 ^a	1.04±0.02 ^a	-0.58±0.03 ^a
	2.5	28.18±0.67 ^a	1.33±0.04 ^a	0.65±0.14 ^{ab}	28.42±0.34 ^{ab}	1.10±0.13 ^a	0.84±0.06 ^b

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p<0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

② 조리특성

저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 조리특성 변화는 표 19에 나타내었음. 저장 초기 함수율은 150.90%로 나타났으며, 저장 2개월 경과에 따라 함수율은 145.97~154.85%로 유사하거나 약간 감소하는 것으로 나타나 조리 후 쌀면의 수분흡수 정도가 저장 초기와 큰 차이가 없는 것으로 나타났음.

표 19. 저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 조리특성 변화

시료 ¹⁾	0 month			2.5 month		
	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)
CON	38.23±1.48 ^{a2)}	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	38.66±0.79 ^{ab}	152.64±2.56 ^{ab}	35.00±0.00 ^a
PET	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	39.52±0.32 ^a	154.85±2.86 ^a	33.67±1.15 ^{ab}
ZIP	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	37.58±0.41 ^{bc}	148.80±0.44 ^{bc}	35.00±0.00 ^a
VAC	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	36.97±0.67 ^c	145.97±2.00 ^c	32.00±1.73 ^b

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

③ 조직감

저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 조직감 변화는 표 20에 나타내었음. 저장 2개월 경과에 따른 대조구 쌀면의 경도는 1073.01로 나타났으며, 지퍼백 포장 처리구 쌀면의 경우 대조구 쌀면 보다 경도가 유의적으로 감소한 것으로 나타났음. 씹힘성에서 PET 포장 쌀면의 경우 저장 2개월 경과에 따라 대조구 쌀면보다 유의적으로 높은 값을 나타냈으며, 저장초기 씹힘성과 유사하게 나타나 조직감이 유지되는 것을 확인할 수 있었음.

표 20. 저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	저장	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
	기간 (월)					
CON	0	1082.21±62.59 ^{a2)}	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	1073.01±83.07 ^a	-74.10±45.68 ^a	0.94±0.06 ^a	0.79±0.03 ^a	754.63±27.79 ^b
PET	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	1082.19±31.77 ^a	-162.93±26.48 ^b	0.94±0.06 ^a	0.80±0.03 ^a	827.56±33.26 ^a
ZIP	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	987.33±62.76 ^b	-73.41±21.86 ^a	0.94±0.06 ^a	0.79±0.02 ^a	714.32±41.54 ^b
VAC	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	1002.09±47.93 ^{ab}	-77.88±19.40 ^a	0.98±0.04 ^a	0.78±0.01 ^a	768.51±79.83 ^{ab}

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

④ 관능특성

저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 관능특성은 표 21에 나타내었음. 저장 1개월 후 관능특성 측정 결과, 강도에서 쫄깃함은 모든 처리구 쌀면에서 7.00~7.33로 우수한 것으로 나타났음. 기호도에서 조직감, 전반적기호도는 대조구와 진공 포장한 쌀면이 가장 높은 점

수를 나타냈으며, 모든 처리구 쌀면의 전반적기호도가 보통(5점)이상의 수준으로 나타나 흑미강 첨가 쌀면의 기호도 향상을 확인하였음.

표 21. 저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 관능특성

시료 ¹⁾	강도			기호도			
	외관 및 색	쫄깃함	색	향	맛	조식감	전반적 기호도
CON	8.00±0.63 ^{a2)}	7.17±0.41 ^a	3.50±1.05 ^a	5.00±0.63 ^a	5.50±1.05 ^a	6.83±0.75 ^a	6.67±0.82 ^a
PET	8.33±0.82 ^a	7.00±0.63 ^a	3.17±0.75 ^a	5.00±0.89 ^a	5.83±0.75 ^a	6.50±1.05 ^a	6.50±1.22 ^a
ZIP	8.33±0.52 ^a	7.17±0.98 ^a	3.00±0.63 ^a	4.83±0.75 ^a	5.83±0.75 ^a	6.50±1.05 ^a	6.50±1.05 ^a
VAC	8.17±0.75 ^a	7.33±0.82 ^a	3.17±0.98 ^a	5.17±0.75 ^a	5.83±0.75 ^a	6.83±0.75 ^a	6.83±0.98 ^a

1) 표 6의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

⑤ 미세구조 관찰

저장 2개월에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰은 그림 9에 나타내었음. 그림에 나타낸 것과 같이 PET 포장한 쌀면은 대조구와 유사하게 균일한 단면 형태를 나타냈으며, 기공이 많이 형성되지 않았음. 지퍼백 포장한 쌀면은 단면에 기공이 많이 형성되는 것으로 나타났으며, 진공 포장한 쌀면의 경우 완만하며 부드러운 형태를 나타내었음.

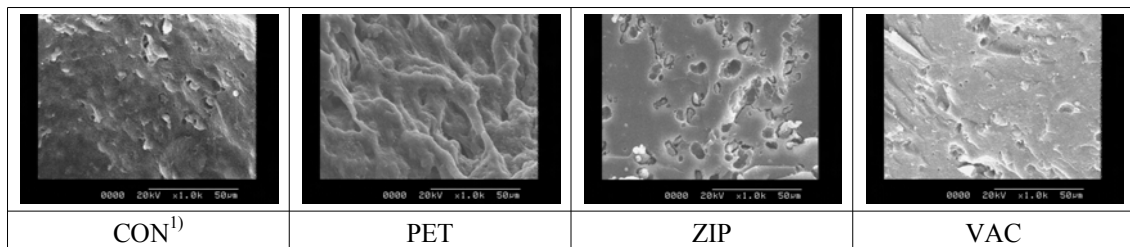


그림 9. 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰(×1,000).

1) 표 6의 약어 참조

⑥ 총균 및 대장균군수

저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 미생물 생육변화는 그림 10에 나타내었음. 저장 5개월 경과부터 모든 처리구 쌀면에서 $1.0 \times 10^2 \sim 3.9 \times 10^2$ 으로 나타났으며, 지퍼백 포장 쌀면의 총균수가 가장 많은 것으로 나타났음. 한편, 대장균군은 저장일별 모든 시료에서 검출되지 않았음.

그림 10. 저장기간에 따른 포장형태별 흑미강 첨가 쌀면의 총균수 변화.

다. 기능성 쌀면의 가스치환 포장 등 최적 포장기법 개발

부산물을 첨가한 쌀면의 품질저하를 최소화하기 위하여 가스치환 포장방법을 이용하여 쌀면을 포장하였으며, 가스의 충전 비율에 따른 쌀면의 품질변화 특성을 조사하였음.

(1) 시료

시료는 표 22의 배합으로 부산물 첨가 쌀면 3종(Con, 미강, 흑미강) 쌀국수를 제조하여 사용하였다.

(2) 방법

(가) 가스치환 포장방법

시료의 가스치환 조건에 따른 약어는 표 22에 나타내었음. 시료의 저장은 쌀국수 130 g씩 정량하여 각각의 포장재에 넣고 15℃에 저장하면서 시료를 꺼내어 기존 쌀국수 건면, 생면의 유통기한을 고려하여 3개월까지 품질변화를 측정하였음. 가스치환 조건별 실험을 위하여 대조구는 12 cm×15 cm×6 cm(가로×세로×높이) 크기의 용기를 사용하여 시료를 넣은 후 필름접착기(SCS-200, 금강포장기계, Korea)로 PE 필름을 밀봉하여 실험에 사용하였음. 가스치환 처리구는 표 22와 같은 조성으로 가스를 충전하였음.

표 22. 가스치환 비율에 따른 부산물 첨가 쌀면 시료 약어

약어	Gas concentration(%)	
	CO ₂	N ₂
CON	-	-
C0	-	100
C10	10	90
C30	30	70
C50	50	50

(나) 품질특성 측정

품질특성 측정은 포장방법에 따른 부산물 첨가 쌀면의 측정방법과 동일하게 실시하였음.

(3) 실험 결과

(가) 무침가 쌀면의 품질특성

① 수분함량 및 색도

저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 23, 24에 나타내었음. 수분함량은 저장 초기 38.12%로 나타났으며, 저장 2개월 경과에 따라 37.69~39.23%로 나타나 가스치환 비율에 따른 쌀면의 수분함량은 큰 차이를 나타내지 않았음. 색도측정 결과, 저장 2개월 후 L 값에서 조리면이 생면 보다 낮게 나타나 쌀면의 조리시 황색도가 감소하는 것으로 나타났음.

표 23. 저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 수분함량 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)					
	0	0.5	1.0	1.5	2.5	
Con	38.12±1.08 ^{a2)}	37.92±1.20 ^a	37.13±0.59 ^d	39.24±0.13 ^{ab}	39.23±0.13 ^a	
C0	38.12±1.08 ^a	38.33±0.88 ^a	38.33±0.30 ^{bc}	38.30±0.34 ^b	37.79±0.22 ^{bc}	
Con	C10	38.12±1.08 ^a	38.76±0.06 ^a	37.84±0.48 ^c	39.40±1.07 ^a	38.47±0.41 ^b
	C30	38.12±1.08 ^a	38.87±0.42 ^a	39.44±0.22 ^a	38.43±0.19 ^{ab}	38.15±0.67 ^{bc}
	C50	38.12±1.08 ^a	38.85±0.33 ^a	38.68±0.07 ^b	38.65±0.04 ^{ab}	37.69±0.24 ^c

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 24. 저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 색도 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
Con	0	53.03±2.00 ^{a2)}	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	51.97±0.72 ^a	-1.42±0.06 ^a	6.90±0.02 ^c	52.14±0.80 ^b	-2.23±0.08 ^a	1.92±0.03 ^d
C0	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	50.56±1.32 ^a	-1.49±0.05 ^{ab}	7.20±0.40 ^{bc}	53.73±0.29 ^a	-2.33±0.10 ^{ab}	1.98±0.08 ^d
C10	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	49.76±1.22 ^a	-1.49±0.03 ^{ab}	7.66±0.09 ^a	50.94±0.49 ^b	-2.34±0.03 ^{ab}	3.48±0.03 ^a
C30	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	49.63±1.79 ^a	-1.57±0.10 ^b	6.96±0.07 ^c	51.84±0.39 ^b	-2.31±0.07 ^{ab}	2.65±0.16 ^c
C50	0	53.03±2.00 ^a	-1.72±0.10 ^a	11.28±0.09 ^a	50.64±1.38 ^a	-0.22±0.09 ^a	8.72±0.09 ^a
	2.5	51.66±0.34 ^a	-1.43±0.09 ^a	7.50±0.14 ^{ab}	51.77±1.27 ^b	-2.45±0.11 ^b	2.92±0.24 ^b

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

② 조리특성

저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 조리특성 변화는 표 25에 나타내었음. 저장 초기 함수율은 143.11%로 나타났음. 저장 2개월 경과에 따라 가스치환 포장한 쌀면의 함수율은 133.03~142.79%로 대조구 쌀면의 함수율 146.25% 보다 유의적으로 낮게 나타나 대조구 쌀면 보다 조리 후 수분흡수의 정도가 적은 것으로 나타났음.

표 25. 저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 조리특성

시료 ¹⁾	0 month			2.5 month			
	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)	조리 후 중량(g)	함수율(%)	부피(mL)	
Con	36.16±0.53 ²⁾	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	37.33±0.57 ^a	146.25±2.33 ^b	34.00±0.00 ^a	
C0	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	34.05±0.47 ^c	133.03±2.45 ^a	20.67±1.15 ^d	
Con	C10	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	36.32±1.44 ^{ab}	142.79±6.69 ^a	23.67±1.15 ^{bc}
	C30	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	35.37±0.43 ^{bc}	137.98±2.25 ^a	31.00±1.73 ^{ab}
	C50	36.16±0.53 ^a	143.11±2.10 ^a	32.00±1.73 ^a	31.50±2.12 ^{ab}	140.01±3.20 ^a	26.00±1.73 ^c

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

③ 조직감

저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 조직감 변화는 표 26에 나타내었음. 저장 2개월 경과에 따른 씹힘성에서 C0과 C10 처리구 쌀면의 경우 각각 978.24, 1017.14로 나타나, 대조구 쌀면의 씹힘성과 유의적인 차이를 나타내지 않았음. C30, C50 처리구 쌀면의 경우 정도, 씹힘성이 대조구 쌀면보다 유의적으로 감소하는 것으로 나타나 이산화탄소 충전 비율이 높은 처리구 쌀면에서 씹힘성이 감소하는 것으로 나타났음.

표 26. 저장기간에 따른 가스치환별 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	저장기 간 (월)	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
	2.5	1342.03±84.49 ^a	-64.37±31.53 ^c	0.94±0.04 ^a	0.79±0.03 ^b	986.64±91.44 ^a
C0	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	1159.57±75.19 ^b	-39.68±6.41 ^b	0.98±0.04 ^a	0.84±0.02 ^a	978.24±74.73 ^a
C10	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	1198.67±55.90 ^b	-35.76±12.06 ^b	1.49±0.80 ^a	0.80±0.06 ^{ab}	1017.14±74.87 ^a
C30	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	949.64±27.25 ^c	-7.76±2.46 ^a	1.57±0.42 ^a	0.72±0.04 ^c	826.03±56.25 ^b
C50	0	1240.22±62.44 ^a	-80.72±34.14 ^a	0.97±0.03 ^a	0.80±0.05 ^a	955.00±83.56 ^a
	2.5	944.32±56.64 ^c	-33.61±14.94 ^b	1.29±0.38 ^a	0.70±0.03 ^c	649.10±75.98 ^c

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

④ 미세구조 관찰

저장 2개월에 따른 가스치환별 쌀면의 미세구조 관찰은 그림 11에 나타내었음. 그림에 나타난 것과 같이 가스치환 포장한 쌀면 중 C30 처리구 쌀면의 단면은 대조구 쌀면의 구조에 비하여 기공이 많이 형성되었으며, 기공의 모양이 불균일한 형태를 나타내는 것을 확인하였음. C10 처리구 쌀면은 단면이 균일하며 부드러운 형태를 나타내었음.

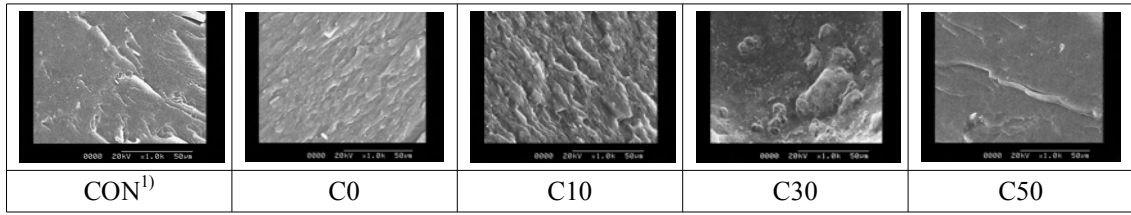


그림 11. 가스치환별 찐면의 미세구조 관찰($\times 1,000$).

¹⁾ 표 22의 약어 참조

⑤ 총균 및 대장균균수

저장기간에 따른 가스치환별 찐면의 미생물 생육변화는 표 27에 나타내었음. 저장 6개월 경과에 따라 대조구 찐면에서 1.3×10^5 으로 나타났으며, 가스치환 처리구 찐면 중 C10 처리구 찐면의 총균수가 2.3×10^4 으로 가장 적은 것으로 나타났음. 한편, 대장균균은 저장일별 모든 시료에서 검출되지 않았음.

표 27. 저장기간에 따른 가스치환별 찐면의 미생물 변화

	시료	저장기간(월)					
		0	1	3	4	5	6
Total Plate Count	CON	N.D	N.D	N.D	3.5×10^3	2.7×10^4	1.3×10^5
	C0	N.D	N.D	N.D	8.9×10^2	9.9×10^3	1.5×10^5
	C10	N.D	N.D	N.D	6.5×10^3	1.9×10^4	2.3×10^4
	C30	N.D	N.D	1.0×10^2	1.6×10^3	9.3×10^3	2.3×10^5
	C50	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	2.4×10^4

¹⁾ 표 22의 약어 참조

(나) 미강 첨가 찐면의 품질특성

① 수분함량 및 색도

저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 찐면의 수분함량 및 색도는 표 28, 29에 나타내었음. 수분함량은 저장 초기 37.11%로 나타났으며, 저장 2개월 후 가스치환 비율에 따른 수분함량은 유의적으로 감소하는 것으로 나타났음. 색도측정 결과, 저장 2개월 후 생면에서 황색도를 나타내는 b값은 가스치환 포장한 찐면이 대조구 찐면 보다 유의적으로 감소하는 것으로 나타남.

표 28. 저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 찐면의 수분함량 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)				
	0	0.5	1.0	1.5	2.5
Con	$37.11 \pm 0.74^{a2)}$	37.19 ± 0.17^a	35.40 ± 0.14^d	35.98 ± 0.46^a	35.82 ± 0.45^{ab}
C0	37.11 ± 0.74^a	35.34 ± 0.53^b	35.37 ± 0.24^d	35.09 ± 0.05^b	36.43 ± 0.18^a
미강 C10	37.11 ± 0.74^a	35.83 ± 0.65^b	36.26 ± 0.32^c	35.36 ± 0.27^b	35.55 ± 0.25^b
C30	37.11 ± 0.74^a	35.16 ± 0.31^b	36.63 ± 0.07^b	36.18 ± 0.38^a	35.75 ± 0.30^{ab}
C50	37.11 ± 0.74^a	35.79 ± 0.87^b	37.15 ± 0.17^a	36.52 ± 0.37^a	32.54 ± 0.56^c

¹⁾ 표 22의 약어 참조

²⁾ Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 29. 저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 색도 변화

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
Con	0	46.41±0.69 ^{a2)}	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	48.17±0.65 ^b	-0.22±0.02 ^c	12.84±0.14 ^a	49.51±0.53 ^{ab}	-0.29±0.07 ^a	6.11±0.11 ^b
C0	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	51.16±0.01 ^a	1.35±0.01 ^b	12.18±0.01 ^b	47.23±1.94 ^b	-0.26±0.08 ^a	6.75±0.78 ^{ab}
C10	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	51.32±0.65 ^a	1.43±0.15 ^{ab}	12.22±0.03 ^b	48.14±1.61 ^{ab}	-0.23±0.03 ^a	7.20±0.39 ^a
C30	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	51.42±0.53 ^a	1.39±0.10 ^b	12.16±0.18 ^b	46.80±1.41 ^b	-0.32±0.12 ^{ab}	7.16±0.31 ^a
C50	0	46.41±0.69 ^a	1.42±0.04 ^a	11.36±0.11 ^a	52.03±0.81 ^a	-2.17±0.10 ^a	2.50±0.41 ^a
	2.5	48.93±0.10 ^b	1.55±0.02 ^a	11.78±0.05 ^c	50.52±1.14 ^a	-0.45±0.06 ^b	7.58±0.19 ^a

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

② 조리특성

저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 조리특성 변화는 표 30에 나타내었음. 저장 초기 함수율은 150.52%로 나타났음. 저장 2개월 후 가스치환 포장한 쌀면의 함수율은 169.13~179.30%로 대조구 쌀면의 함수율 170.08% 보다 유의적으로 높게 나타나 대조구 쌀면 보다 조리 후 수분흡수의 정도가 큰 것으로 나타났음. 부피 측정 결과, 대조구 쌀면과 가스치환 포장한 쌀면이 유의적인 차이를 나타내지 않았음.

표 30. 저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 조리특성

시료 ¹⁾	조리 후 중량(g)	0 month		조리 후 중량(g)	2.5 month		
		함수율(%)	부피(mL)		함수율(%)	부피(mL)	
Con	38.06±1.56 ^{a2)}	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	43.12±0.36 ^b	170.08±1.31 ^b	37.00±1.73 ^a	
C0	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	44.31±1.28 ^{ab}	174.74±4.79 ^a	39.33±1.15 ^a	
미강	C10	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	46.00±0.87 ^a	179.30±14.10 ^a	37.67±2.52 ^a
	C30	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	43.79±1.67 ^{ab}	172.89±5.64 ^a	37.00±1.73 ^a
	C50	38.06±1.56 ^a	150.52±6.82 ^a	32.00±1.73 ^a	43.26±1.76 ^b	169.13±8.25 ^a	38.00±0.00 ^a

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

③ 조직감

저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 조직감 변화는 표 31에 나타내었음. 저장 2개월 경과 후 탄력성은 대조구와 가스치환 포장한 쌀면이 유의적인 차이를 나타내지 않았음. 씹힘성은 C30, C50 처리구 쌀면의 경우 대조구 쌀면보다 유의적으로 감소하는 것으로 나타나 이

산화탄소 증진 비율이 높은 처리구 쌀면에서 씹힘성이 감소하는 것을 확인할 수 있었음.

표 31. 저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
CON	0	1389.78±75.10 ²⁾	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1366.65±69.12 ^a	-45.94±16.44 ^b	1.00±0.00 ^a	0.73±0.01 ^a	1055.81±70.61 ^a
C0	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1067.52±81.08 ^c	-29.68±8.35 ^a	1.54±0.80 ^a	0.73±0.02 ^a	998.11±92.95 ^a
C10	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1137.72±95.26 ^{bc}	-30.93±19.60 ^b	1.14±0.28 ^a	0.74±0.03 ^a	1043.63±86.90 ^a
C30	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1188.79±89.48 ^b	-31.66±17.49 ^b	1.31±0.63 ^a	0.72±0.03 ^a	893.07±59.61 ^b
C50	0	1389.78±75.10 ^a	-30.48±15.00 ^a	1.00±0.02 ^a	0.73±0.02 ^a	978.43±98.64 ^a
	2.5	1145.89±84.13 ^{bc}	-26.54±8.61 ^{ab}	1.05±0.09 ^a	0.72±0.02 ^a	852.30±54.34 ^b

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

④ 미세구조 관찰

저장 2개월에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰은 그림 12에 나타내었음. 그림에 나타난 것과 같이 가스치환 포장한 쌀면 중 C30 처리구 쌀면의 단면은 대조구 쌀면의 구조에 비하여 완만하지 않으며 불균일한 형태의 기공이 많이 형성되어 거친 특성을 나타내었음. C10 처리구 쌀면은 완만하며 부드러운 형태를 나타내어 대조구 쌀면과 구조적으로 유사한 것으로 나타났음.

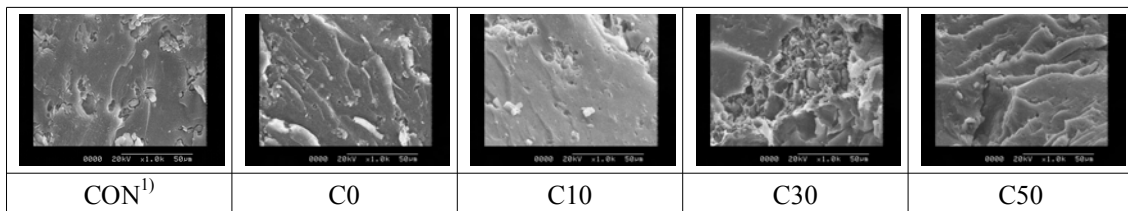


그림 12. 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰(×1,000).

¹⁾ 표 22의 약어 참조

⑤ 총균 및 대장균균수

저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 미생물 생육변화는 표 32에 나타내었음. 총균수는 저장 6개월에 따라 대조구 쌀면에서 4.5×10^5 으로 나타났으며, 가스치환 처리구 쌀면은 $2.0 \times 10^5 \sim 7.5 \times 10^4$ 으로 대조구 쌀면보다 총균수가 약간 감소하는 것으로 나타났음. 모든 처리구 쌀면에서 세균수의 증가가 식품공전에서 제시한 생면의 성분규격 세균수 1.0×10^6 이하이므로 6개월 내에 유통기한이 준수되는 것을 확인할 수 있었음. 한편, 대장균균은 저장일별 모든 시료에서 검출되지 않았음.

표 32. 저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 미생물 변화

	시료	저장기간(월)					
		0	1	3	4	5	6
Total Plate Count	CON	N.D	N.D	N.D	5.8×10^4	1.2×10^5	4.5×10^5
	C0	N.D	N.D	4.6×10^1	4.9×10^3	1.0×10^4	2.0×10^5
	C10	N.D	N.D	N.D	N.D	2.0×10^4	3.8×10^4
	C30	N.D	N.D	N.D	4.4×10^1	1.4×10^2	7.5×10^4
	C50	N.D	N.D	5.9×10^1	1.2×10^2	6.7×10^3	6.6×10^4

1) 표 22의 약어 참조

(다) 흑미강 첨가 쌀면의 품질특성

① 수분함량 및 색도

저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 수분함량 및 색도는 표 33, 34에 나타내었음. 수분함량은 저장 초기 38.98%로 나타났으며, 저장 2개월 후 35.69~37.52%로 나타났음. 색도 측정 결과, 저장 2개월 후 L값은 모든 처리구 쌀면에서 저장 초기보다 증가하는 것으로 나타났으며, 가스치환 비율에 따른 L값의 유의적인 차이는 나타나지 않았음.

표 33. 저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 수분함량 변화

시료 ¹⁾		저장기간(월)				
		0	0.5	1.0	1.5	2.5
흑미	Con	$38.98 \pm 0.40^{a2)}$	35.57 ± 0.14^b	36.40 ± 1.02^a	37.62 ± 0.24^b	37.52 ± 0.34^a
	C0	38.98 ± 0.40^a	36.20 ± 1.12^{ab}	34.60 ± 0.38^b	35.55 ± 0.81^d	37.18 ± 0.47^a
	C10	38.98 ± 0.40^a	35.48 ± 0.36^b	35.35 ± 0.33^b	36.11 ± 0.09^{cd}	37.17 ± 0.52^c
	C30	38.98 ± 0.40^a	37.70 ± 0.48^a	36.44 ± 0.39^a	36.68 ± 0.13^c	36.67 ± 0.27^c
	C50	38.98 ± 0.40^a	35.19 ± 1.59^b	36.45 ± 0.23^a	38.59 ± 0.29^a	35.69 ± 0.12^b

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

표 34. 저장기간에 따른 가스치환별 흑미 첨가 쌀국수의 색도 변화

시료 ¹⁾	저장기간(월)	생면			조리면		
		L	a	b	L	a	b
Con	0	$27.05 \pm 0.06^{a2)}$	0.76 ± 0.15^a	0.14 ± 0.09^a	25.52 ± 0.08^a	1.04 ± 0.02^a	-0.58 ± 0.03^a
	2.5	28.35 ± 0.72^a	1.35 ± 0.08^{ab}	0.78 ± 0.06^{ab}	28.89 ± 0.63^{ab}	0.89 ± 0.03^c	0.67 ± 0.06^{ab}
C0	0	27.05 ± 0.06^a	0.76 ± 0.15^a	0.14 ± 0.09^a	25.52 ± 0.08^a	1.04 ± 0.02^a	-0.58 ± 0.03^a
	2.5	28.28 ± 1.12^a	1.43 ± 0.17^a	0.92 ± 0.17^a	28.29 ± 1.36^{ab}	0.97 ± 0.06^{bc}	0.67 ± 0.06^{ab}
C10	0	27.05 ± 0.06^a	0.76 ± 0.15^a	0.14 ± 0.09^a	25.52 ± 0.08^a	1.04 ± 0.02^a	-0.58 ± 0.03^a
	2.5	28.56 ± 0.33^a	1.45 ± 0.13^a	0.82 ± 0.15^{ab}	27.04 ± 0.70^b	1.29 ± 0.22^b	0.52 ± 0.13^b
C30	0	27.05 ± 0.06^a	0.76 ± 0.15^a	0.14 ± 0.09^a	25.52 ± 0.08^a	1.04 ± 0.02^a	-0.58 ± 0.03^a
	2.5	27.53 ± 0.45^a	1.39 ± 0.13^a	0.82 ± 0.07^{ab}	27.16 ± 0.49^b	1.74 ± 0.26^a	0.86 ± 0.23^a
C50	0	27.05 ± 0.06^a	0.76 ± 0.15^a	0.14 ± 0.09^a	25.52 ± 0.08^a	1.04 ± 0.02^a	-0.58 ± 0.03^a
	2.5	28.64 ± 0.35^a	1.15 ± 0.10^b	0.68 ± 0.04^b	27.49 ± 0.60^{ab}	1.22 ± 0.17^{bc}	0.77 ± 0.12^{ab}

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

② 조리특성

저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 조리특성 변화는 표 35에 나타내었음. 저장 초기 함수율은 150.90%로 나타났음. 저장 2개월 후 가스치환 포장한 쌀면의 함수율은 155.67~164.00%로 대조구 쌀면의 함수율 152.64% 보다 유의적으로 높게 나타나 대조구 쌀면 보다 조리 후 수분흡수의 정도가 큰 것으로 나타났음. 부피 측정 결과, 대조구 쌀면과 가스치환 포장한 쌀면이 유의적인 차이를 나타내지 않았음.

표 35. 저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 조리특성

시료 ¹⁾	0 month			2.5 month		
	조리 후 증량(g)	함수율(%)	부피(mL)	조리 후 증량(g)	함수율(%)	부피(mL)
Con	38.23±1.48 ^{a2)}	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	38.66±0.79 ^c	152.64±2.56 ^b	35.00±0.00 ^a
C0	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	39.43±1.10 ^{bc}	155.67±5.00 ^a	35.67±1.15 ^a
흑미 C10	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	40.79±1.43 ^{ab}	159.70±5.09 ^a	35.00±0.00 ^a
C30	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	40.73±0.32 ^{ab}	158.79±1.42 ^a	36.00±1.73 ^a
C50	38.23±1.48 ^a	150.90±5.04 ^a	331.67±2.89 ^a	42.07±1.27 ^a	164.00±3.49 ^a	37.00±1.73 ^a

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

③ 조직감

저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 조직감 변화는 표 36에 나타내었음. 저장 2개월 경과에 따라 C30, C50 처리구 쌀면의 경우 경도, 씹힘성이 대조구 쌀면보다 유의적으로 감소하는 것으로 나타나 이산화탄소 충전 비율이 높은 처리구 쌀면에서 조직감이 저하되는 것을 확인하였음.

표 36. 저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 조직감

시료 ¹⁾	저장 기간 (월)	Hardness(g)	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
	CON	0	1082.21±62.59 ^{a2)}	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a
2.5		1073.01±83.07 ^{ab}	-74.10±45.68 ^a	0.94±0.06 ^a	0.79±0.03 ^a	754.63±27.79 ^{ab}
C0	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	969.21±85.96 ^{bc}	-74.10±45.68 ^a	0.94±0.06 ^a	0.79±0.03 ^a	714.63±48.60 ^b
C10	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	1142.19±84.36 ^a	-162.93±26.48 ^b	0.94±0.06 ^a	0.80±0.03 ^a	823.56±37.93 ^a
C30	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	928.33±73.90 ^c	-73.41±21.86 ^a	0.94±0.06 ^a	0.79±0.02 ^a	688.32±78.37 ^b
C50	0	1082.21±62.59 ^a	-49.41±38.84 ^a	0.98±0.03 ^a	0.78±0.04 ^a	826.25±58.43 ^a
	2.5	942.09±65.83 ^c	-77.88±19.40 ^a	0.98±0.04 ^a	0.78±0.01 ^a	688.51±87.42 ^b

1) 표 22의 약어 참조

2) Duncan의 다중범위검정 결과 $p < 0.05$ 의 범위에서 유의차를 나타냄

④ 미세구조 관찰

저장 2개월에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰은 그림 13에 나타내었음. 그림에 나타난 것과 같이 가스치환 포장한 쌀면 중 C0 처리구 쌀면의 단면은 대조구 쌀면의 구조에 비하여 거친 특성을 나타내었음. 가스치환 처리구 쌀면은 이산화탄소의 비율이 증가할 수록 형태가 불균일하고 기공이 많이 형성되는 것으로 나타났음.

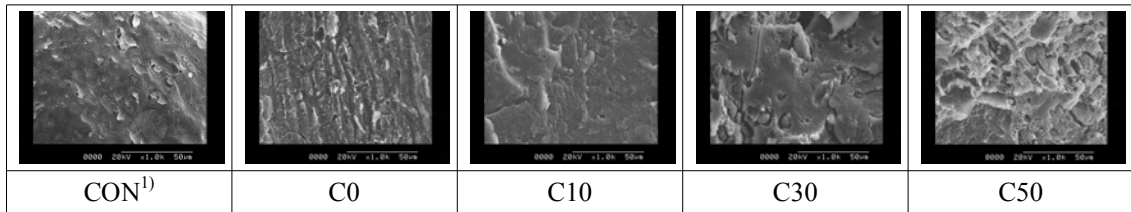


그림 13. 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 미세구조 관찰(×1,000).

¹⁾ 표 22의 약어 참조

⑤ 총균 및 대장균균수

저장기간에 따른 가스치환별 미강 첨가 쌀면의 미생물 생육변화는 표 37에 나타내었음. 총균수는 저장 6개월 후 가스치환 포장한 쌀면의 경우 $1.1 \times 10^5 \sim 2.1 \times 10^5$ 으로 나타나 대조구 쌀면의 총균수 보다 높은 것으로 나타났음. 이는, 포장 또는 실험 과정에서 시료의 오염으로 인한 것으로 사료되어 추후 추가적인 실험이 필요할 것으로 판단됨. 한편, 대장균균은 저장일별 모든 시료에서 검출되지 않았음.

표 37. 저장기간에 따른 가스치환별 흑미강 첨가 쌀면의 미생물 변화

	시료	저장기간(월)					
		0	1	3	4	5	6
Total Plate Count	CON	N.D	N.D	N.D	N.D	1.0×10^2	2.4×10^2
	C0	N.D	N.D	5.2×10^1	1.0×10^3	2.3×10^4	2.1×10^5
	C10	N.D	N.D	N.D	2.4×10^2	2.8×10^4	1.1×10^5
	C30	N.D	N.D	N.D	1.2×10^2	1.7×10^4	2.7×10^4
	C50	N.D	N.D	N.D	5.8×10^2	6.8×10^3	8.4×10^3

¹⁾ 표 22의 약어 참조

2. 쌀 부산물을 활용한 고기능성 화장품 소재 및 제품 개발

가. 미강 소재의 분획별 활용

(1) 분획 별 미강의 분리 활용 방안 모색

- 실험에 사용된 미강 시료는 ㈜ 디미원 으로부터 제공받아 실험에 사용하였고, -20 °C에 저장하면서 사용 하였음 (특허: 원통 양방향 회전 연삭 도정 장치; 등록 번호: 1008273600000).
- 일반적으로 미강은 표피, 중과피, 모세포층, 관세포층, 종피, 호분층, 아호분층으로 구분되며, 그 중 표피, 중과피, 모세포층, 관세포층은 겉미강 (outer rice bran, ORB)이라 하고, 종피, 호분층, 아호분층은 속미강 (Inner rice bran, IRB)이라 함 (Fig 1).

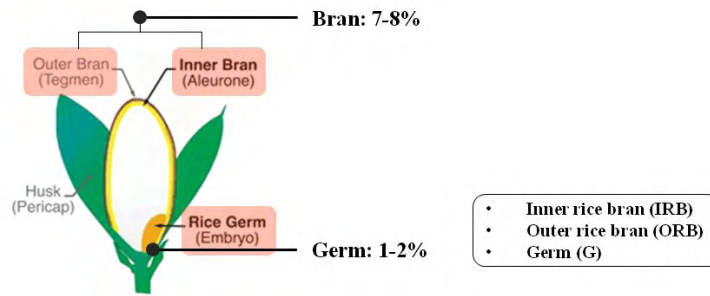


Figure 1. 미강 분획

- 미강 중 바깥쪽 부분인 겉미강 (ORB)에는 쌀을 보호하는 파라핀 왁스층이 있어 알레르기 유발 가능성이 높으며, 농약 또는 중금속과 같은 불순물이 잔류 가능성도 높다는 보고가 있음.
- 반면, 미강 중 안쪽 부분 (겉미강이 제거된 부분)인 속미강 (IRB)에는 식이섬유, 비타민 등 다양한 영양소가 있으며 피부미용에 탁월한 tocopherols, tocotrienols, phytosterols, policosanols, squalene, phenolic acids 등의 유효한 성분이 다량 함유되어 있다고 보고됨.
- 일반적으로 미강을 도정하는 도정장치는 마찰식 장치로 겉미강 (ORB)과 속미강 (IRB)이 한꺼번에 도정되어 각각을 따로 분리하기 어렵지만, 도정틀이 최소 2개 이상인 연삭식 도정장치를 사용하면 미강에서 겉미강 (ORB)을 도정하고 순차적으로 속미강 (IRB)을 도정함으로써 각 분획 별로 미강을 분리 할 수 있음.
- 본 연구는 미강의 기능성 미용 활성 물질의 분포를 파악 하고자, 연삭식 도정 장치를 사용하여 도정 분획에 따라 겉미강 (ORB), 속미강 (IRB)의 2개의 층으로 분획하였고, 미강을 18 mesh 체를 통과시켜 배아 (germ, G)와 찌라기를 얻고 14 mesh 체로 배아 (G)를 분리하였음.
- 분획 별 미강 시료는 산패 방지 목적으로 열처리 (Microwave heating, 3 min)를 한 후 실험에 사용하였음.
- 분획 별 미강의 일반 성분은 Table 1 에 나타내었음.

Table 1. Chemical compositions of inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G)

Fractions	Yield (%)	Compositions (g/100g dry weight basis)				
		Moisture	Fat	Protein	Ash	Fiber
IRB ¹⁾	3.6	10.8±0.1 ²⁾	16.4±0.5	14.7±0.3	9.7±0.5	23.6±0.3
ORB	4.0	10.3±0.1	16.2±0.6	13.2±0.2	10.2±0.1	33.8±0.4
G	1.1	11.9±0.1	21.7±0.4	18.9±0.3	8.6±0.3	22.9±0.4

1) IRB, inner rice bran fraction; ORB, outer rice bran fraction; G, germ.

2) Mean±SD (n=3) of each sample

- 전곡 (whole grain)의 무게를 기준으로 %로 환산한 결과 속미강 (IRB), 겉미강 (ORB) 및 배아 (G) 분획은 각각 3.6 %, 4.0 %, 1.1 %를 차지하였음.
- 지방 함량은 배아 (G) 분획이 21.7 %로 가장 높았고, 속미강 (IRB) 및 겉미강 (ORB) 분획은 각각 16.4 %, 16.2 %로 비슷한 지방 함량을 나타내었음.
- 단백질 함량은 배아 (G) 분획이 18.9 %로 가장 높았고, 그 다음으로 속미강 (IRB)이 14.7 %, 겉미강 (ORB)이 13.2 %의 함량을 나타냄.

- 조희분과 조섬유는 걸미강 (ORB) 분획에서 가장 높은 함량을 나타냈으며, 각각 10.2 %, 33.8 %의 함량이 측정되었음.

(2) 분획 별 미강의 기능성 성분 분석

- 미강을 활용하여 기능성 화장품 개발을 위한 기초 단계로 각 분획 별 생리 활성 물질의 함량을 측정 하여 비교함.

(가) 미강 분획 별 지용성 생리 활성 물질

① Tocols

- 분획 별 Tocols 분포는 n-hexane을 이용하여 미강 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 비누화 반응시킨 후, HPLC (JASCO, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석 하였음
- 모든 미강 분획에서 β -tocotrienol을 제외한 7종류의 tocals 이성체 (α -, β -, γ - 및 δ -tocopherol, α -, γ - 및 δ - tocotrienol)를 분리하였음.
- 본 실험 에서 측정된 각각의 tocopherol과 tocotrienol 함량과 총 vitamin E 함량은 Table 2, Fig 2에 각각 나타내었음.

Table 2. Tocopherol and tocotrienol contents in the inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G)

Fractions	α -T ¹⁾	β -T	γ -T	δ -T	α -T3	γ -T3	δ -T3	Total
IRB ²⁾	41.2±0.4 ³⁾	1.3±0.0	3.6±0.0	0.1±0.0	76.3±0.7	69.8±0.4	6.0±0.1	199.3
ORB	6.0±0.0	0.4±0.0	1.2±0.1	- ⁴⁾	34.6±1.3	40.5±1.2	5.0±0.1	87.6
G	263.6±0.2	5.0±0.0	22.2±0.1	1.2±0.0	25.7±0.2	19.0±0.1	1.8±0.4	338.4

1) Corresponding tocopherols (T) and tocotrienols (T3).

2) IRB, inner rice bran fraction; ORB, outer rice bran fraction; G, germ.

3) Mean±SD (n=3) of each sample expressed as $\mu\text{g/g}$ dry weight basis

4) Not detected

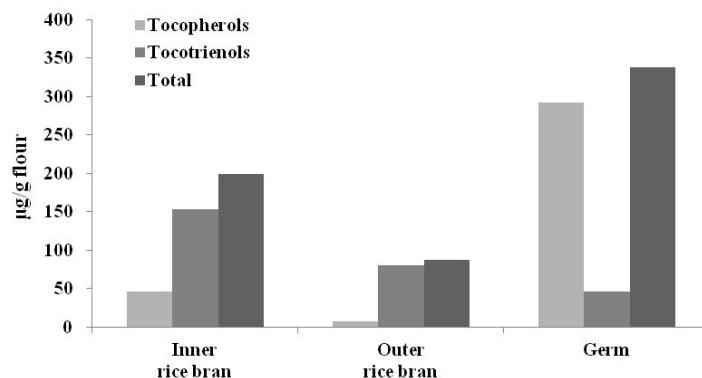


Fig 2. Tocopherols, tocotrienols and total tocals contents in the inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G)

- 배아 (G) 층에서 가장 높은 함량의 tocopherol 값을 나타냈으며 (292.0 $\mu\text{g/g}$), 반면 속미강 (ORB) 층은 높은 함량의 tocotrienol 값을 나타냄 (153.0 $\mu\text{g/g}$).
- 총 tocols 함량은 배아 (G), 속미강 (IRB)층 순서로 높은 함량을 나타냈으며 (338.4 $\mu\text{g/g}$, 199.3 $\mu\text{g/g}$), 걸미강 (ORB) 층은 상대적으로 낮은 tocols 함량을 나타냄 (87.6 $\mu\text{g/g}$).

② Phytosterols

- Phytosterols 함량은 헥산을 사용하여 미강 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, GC-FID (Varian CP 3800 GC)를 사용하여 분석하였음.

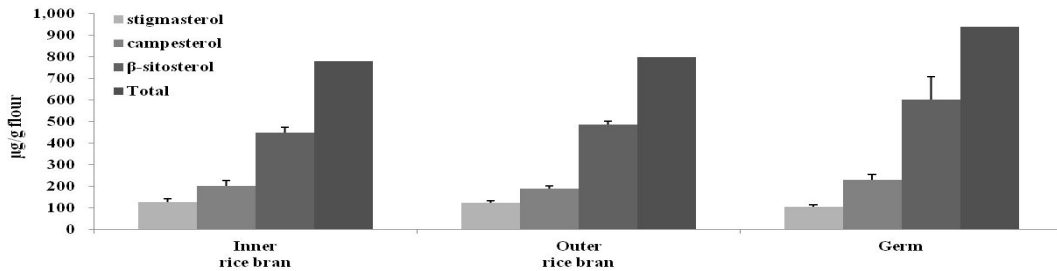


Fig 3. Phytosterols contents in the inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G)

- 모든 미강 분획에서 stigmasterol, campesterol, β -sitosterol의 세 종류의 phytosterol이 검출 되었고, β -sitosterol이 가장 많은 함량을 나타내었음 (Fig 3).
- 총 phytosterol 함량은 배아 (G) 층에서 가장 높게 나타났고 (937.8 $\mu\text{g/g}$), 속미강 (IRB) 층 및 걸미강 (ORB)층은 비슷한 함량을 보임.

③ Policosanols

- Policosanols 함량은 헥산을 사용하여 미강 내 유지를 추출하고, 전처리 과정으로 50% KOH 용액으로 검화 반응시킨 후, GC-FID (Varian CP 3800 GC)를 사용하여 분석하였음.

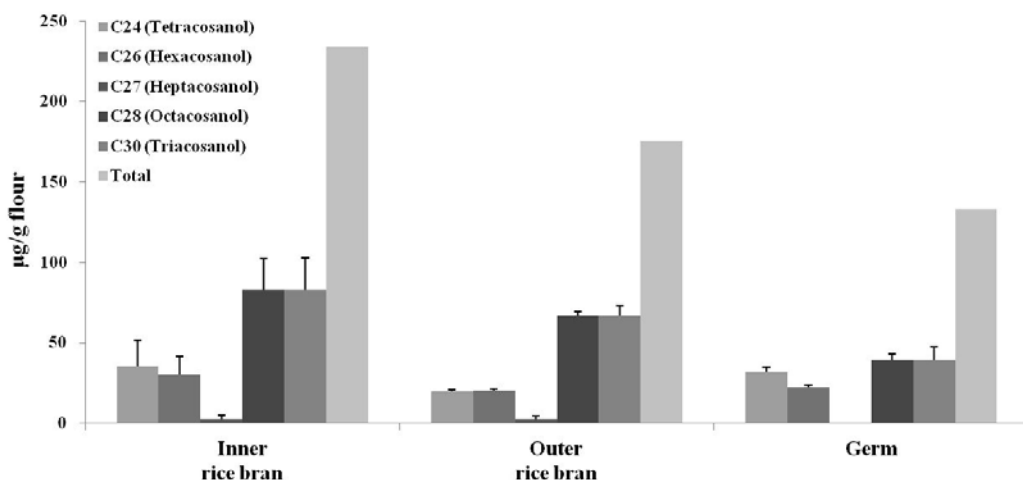


Fig 4. Policosanols contents in the inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G)

- 모든 미강 분획 층에서 tetracosanol (C₂₄), hexacosanol (C₂₆), heptacosanol (C₂₇), octacosanol (C₂₈), triacosanol (C₃₀)의 다섯 종류의 policosanol 이 검출 되었음 (Fig 4).
- Policosanol 중 octacosanol이 가장 높은 함량을 나타냈고, 각각의 policosanol을 더한 총 policosanol 함량은 속미강 (IRB), 겉미강(ORB), 배아 (G) 순서로 높은 함량을 나타냄.

④ Gamma-oryzanol

- 총 γ -oryzanol 함량은 Lilitchan 등의 방법을 이용하여 측정하였음. 표준물질로는 γ -oryzanol을 사용하였으며 calibration curve는 3-20 $\mu\text{g/mL}$ 사이의 값을 사용하였다.

Table 3. Gamma-oryzanol contents in inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G)

Fractions	γ -oryzanol content ²⁾	Cycloartenyl ferulate ³⁾	24-Methylene cycloartanyl ferulate ³⁾	Campesteryl ferulate ³⁾	Sitosteryl ferulate ³⁾
IRB ¹⁾	4175.3±26.6	32.9	38.6	18.6	9.9
ORB	5819.7±81.9	31.7	39.3	19.6	9.4
G	1284.0±4.5	30.4	42.5	17.5	9.5

¹⁾ IRB, inner rice bran fraction; ORB, outer rice bran fraction; G, germ

²⁾ Mean±SD (n=3) of each sample expressed as $\mu\text{g/g}$ dry weight basis

³⁾ The ferulates were expressed as the percentages of gamma-oryzanol and calculated on the basis of their areas

- Table 3 에 나타낸 것과 같이 γ -oryzanol은 겉미강 (ORB), 속미강 (IRB), 배아 (G) 순서로 5819.7 $\mu\text{g/g}$, 4175.3 $\mu\text{g/g}$, 1284.0 $\mu\text{g/g}$ 측정 되었으며, 배아 층과 비교 하여 겉미강 및 속미강 층에서 약 4-5 배 높은 함량의 차이를 보였음.

(나) 미강 분획 별 총 페놀 함량 및 항산화 활성

① 추출

- 미강 시료의 분획별 페놀 함량 비교를 위하여 각 시료의 6배량 (w/v)의 헥산 (n-hexane)을 가하여 지방을 제거 하였으며, 12시간 50 °C에서 건조 후 탈지 가루를 제조하여 자유형 (free form) 및 결합형 (bound form) 페놀 함량 분석에 사용 하였음.

- 분획별 미강 시료의 10배량 (w/v)의 용매를 (DW, 50 % 및 100 % 에탄올)을 가한 후, 2시간 60 °C에서 magnetic stirrer 를 사용하여 2 회 반복 추출하였음.

- 추출 후 원심 분리 (3500 rpm, 15 min)로 침전물과 상층액을 분리하였고, 상층액은 여과지 (Whatman No. 4, Maidstone, England)로 여과하였으며, 여액을 50 °C 수욕상 에서 회전식 감압 농축기 (Eyela A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 용매를 제거하고 감압, 농축한 후 동결건조 (SFDSM12-60Hz, Samwon Freezing Engineering Co., Seoul, Korea) 하여 분

말화 하여 수율 (%)을 계산하였고, 자유형 (free form) 페놀 함량 측정에 사용 하였음.

- 추출 후 원심분리로 분리된 침전물에 4N-NaOH를 첨가 하여 4시간 동안 상온에서 알칼리 분해 시킨 후 동량의 ethyl acetate를 가하여 ethyl acetate층을 분리 하였으며, 분리된 ethyl acetate 층은 감압 농축 후 결합형 (bound form) 페놀 함량 측정에 사용 하였음.

② 총 페놀 함량

- 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법에 따라 각 추출액을 5 mg/mL로 희석한 후 0.2 mL 취하고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma, St. Louis, MO, USA)을 0.8 mL을 첨가 후 25 °C 에서 10분간 반응시키고, 10% Na₂CO₃ 2 mL을 가하여 25 °C 에서 2 시간 방치 후 765 nm에서 흡광도를 측정 하였고, 흡광도는 표준곡선을 gallic acid(Sigma)로 표준 검량식에 적용 하여 시료 중 gallic acid equivalent (GAE mg/g)로 나타내었음.

Table 4. Free and bound total phenolic contents (TPC) of inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G) extracted with varying ethanol concentrations

Fractions	Ethanol (%)	TPC (mg/g) ¹⁾			Free/Total (%)	Bound/Total (%)
		Free	Bound	Total		
IRB ²⁾	0	6.11±0.21	4.84±0.54	10.95	55.78	44.22
IRB	50	6.92±0.16	4.63±0.33	11.55	59.93	40.07
IRB	100	1.27±0.01	5.08±0.45	6.36	20.04	79.96
ORB	0	5.57±0.23	4.18±0.33	9.75	57.10	42.90
ORB	50	5.41±0.27	4.30±0.57	9.71	55.69	44.31
ORB	100	1.14±0.03	4.70±0.39	5.84	19.52	80.48
G	0	3.40±0.32	1.95±0.12	5.35	63.52	36.48
G	50	3.62±0.13	2.10±0.06	5.72	63.26	36.74
G	100	1.55±0.02	2.85±0.25	4.39	35.20	64.80

1) Phenolic content is expressed as mg gallic acid equivalents g⁻¹d.m.

2) IRB, inner rice bran fraction; ORB, outer rice bran fraction; G, germ

- 미강 분획 별, 용매 별 자유형 (free form) 및 결합형 (bound form) 페놀 함량 비교는 Table 4에 나타내었음.

- 용매의 종류와 상관 없이 자유형 (free form) 및 결합형 (bound form) 페놀 함량은 속미강 (IRB) 분획에서 가장 높게 나타났고, 배아 (G) 분획에서 가장 낮게 나타남.

- 결합형 (bound form) 페놀 함량은 총 페놀 함량의 30-80 %로 높은 함량을 차지 하였으며, 100 % 에탄올 용매 추출 시 모든 미강 분획에서 결합형 (bound form) 페놀 함량이 자유형 (free form) 페놀 함량에 비하여 높은 값을 나타냄.

- 추출 용매에 따른 자유형 (free form) 및 결합형 (bound form) 페놀 함량을 비교해 보면 50 % 에탄올 추출 시 가장 높은 값을 나타냈음.

- 전반적으로 자유형 (free form) 페놀 함량은 DW 및 50 % 에탄올을 용매로 추출 하였을 때 높은 함량을 나타냈고, 결합형 (bound form) 페놀 함량은 100 % 에탄올을 용매로 추출 하였을 때 높게 나타남.

③ 항산화 활성 - DPPH-radical scavenging activity

- DPPH radical 소거능 분석은 DPPH (Sigma)를 이용하여 시료의 라디칼 소거효과 (radical scavenging effect)를 측정하는 방법으로, 0.5 mL의 희석시킨 미강 추출액 (5000 ppm)에 0.2 mM DPPH in EtOH 용액 0.5 mL를 가한 뒤 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하고, 아래의 식을 이용하여 DPPH radical 소거능 (%)을 계산하였음.

DPPH radical scavenging activity (%)

$$= [1 - (\text{sample absorbance} / \text{control absorbance})] \times 100$$

Table 5. Free and bound antioxidant activities of inner rice bran (IRB), outer rice bran (ORB) and germ (G) extracted with varying ethanol concentrations

Fractions	Ethanol (%)	Antioxidant activity ($\mu\text{mol/g}$) ¹⁾			Free/Total (%)	Bound/Total (%)
		Free	Bound	Total		
IRB ²⁾	0	15.66±0.69	13.98±0.47	29.64	52.84	47.16
IRB	50	19.46±0.41	13.41±0.78	32.87	59.21	40.79
IRB	100	8.30±0.67	15.04±0.57	23.33	35.56	64.44
ORB	0	14.00±0.85	13.44±0.38	27.44	51.01	48.99
ORB	50	18.48±0.91	11.52±0.45	30.00	61.59	38.41
ORB	100	9.16±0.22	15.61±0.83	24.77	36.98	63.02
G	0	8.75±0.82	9.78±0.35	18.53	47.20	52.80
G	50	13.66±0.72	8.71±0.56	22.37	61.06	38.94
G	100	7.20±0.43	13.55±0.55	20.75	34.72	65.28

1) Antioxidant capacity expressed $\mu\text{mol Trolox equivalents g}^{-1}\text{d.m.}$

2) IRB, inner rice bran fraction; ORB, outer rice bran fraction; G, germ

- 미강 분획 별, 용매 별 자유형 (free form) 및 결합형 (bound form) 페놀의 항산화 활성의 비교는 Table 5에 나타내었음.

- 각 추출물의 항산화 활성은 총 페놀 함량 (Table 4)과 비슷한 경향을 보였으며, 속미강 분획에서 50 % 에탄올 용매 추출 시 가장 높은 활성을 나타냄.

나. 고기능성 미강 화장품 소재 및 제품 개발

(1) 생리활성 증대를 위한 발효 등 전처리 기술 확립

(가) 발효를 통한 미강의 생리 활성 증진 기술 개발

- 미강의 다양한 기능성 성분은 대부분 미강 내 섬유소, 단백질 등과 복잡하게 연결된 형태로 존재 하므로 생체 이용률이 낮음

- 기존 추출 공법들은 추출 수율이 낮고, 활성 성분의 선별적 추출이 어려워 활성 물질의 활용 극대화가 어려워 산업화로의 연계는 매우 미진한 실정임.

- 곡류의 호분층 (aleurone layer)에 존재하는 항산화 물질인 페룰린산 (ferulic acid)과 같은 페놀산 (phenolic acid)은 다당류와 ester결합으로 결합되어 있으며, 축매 작용으로 이합체화 (dimerization)된 형태로 세포벽에 존재한다고 보고되어져 있음.

- 본 연구 결과에서도 페룰린산 (ferulic acid)과 같은 페놀산 (phenolic acid)은 자유형 (free form) 형태 뿐 아니라 결합형 (bound form) 형태가 전체 페놀산의 50 %이상 존재함을 확인하였음 (Table 4 결과 참조).
- 즉, 미강 내 페놀산은 rigid structural matrix로부터 쉽게 유리되지 못하기 때문에 생체 이용률이 낮아 가공 공정이 필수적으로 요구되며, 최근 발효 등의 생물학적 처리를 통하여 미강의 생체 내 이용률 증진하고, 그를 통해 미강을 산업적으로 응용하려는 시도는 계속 연구 되어져 오고 있음.
- 미생물을 이용한 천연물 발효는 미생물의 에너지를 제외한 영양 성분들을 대부분 그대로 보존하고 미생물이 분비하는 각종 가수분해 효소와 세포 내 조직에 결합되어 있던 생리 활성 물질을 유리하기 때문에 생체 이용률이 훨씬 높아지는 것으로 알려져 있음.
- 또한, 발효 과정에서 원래의 유기물보다 더 우수한 새로운 물질을 생성해 풍부한 영양분을 만들 뿐 아니라, 발효 산물들은 미생물이 먹고 배설한 물질이므로 분자구조가 작아져 피부에서 흡수가 용이함.

(나) 발효 최적 조건 확립

- 발효 진행 기간에 따른 총당의 측정엔 Phenol-sulfuric acid method을 사용 하였고, 총 페놀 함량과항산화 활성의 측정은 위 실험 방법과 동일하게 실험 하였음.
- 미강 발효는 증류수를 가하여 하루 동안 soaking 후 (1:1, w/v), autoclave 시켰으며 누룩을 첨가 하여 33 °C에서 발효를 진행 하였음.

① 미백 효능 - Tyrosinase inhibition activity

- Tyrosinase는 피부 기저층에 있는 melanocyte의 melanosome에서 tyrosine 혹은 DOPA를 기질로 하여 피부의 색소 성분인 melanin을 생합성 하는데 있어서 key enzyme으로 작용하는 효소임.
- 따라서 tyrosinase 효소활성을 저해하거나 중간체들의 산화반응이 저해됨으로써 멜라닌 색소가 감소됨.
- 본 실험에서는 tyrosinase 효소의 작용 저해 효과를 나타내는 대표적인 물질인 kojic acid를 사용하여 비교하였으며, 1 mg/ml (1000 ppm)의 농도에서 약 95.96 %의 높은 저해율을 나타낸 것을 확인한 후 실험을 수행하였음.
- Tyrosinase 저해 활성은 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8) 500 µL에 10 mM L-DOPA를 녹인 기질액 200 µL와 증류수에 5 mg/mL의 농도로 희석한 시료용액 500 µL을 혼합한 용액에 mushroom tyrosinase 200 µL를 첨가하여 25 °C 에서 3 분 반응시킨 후, 생성된 DOPA chrome을 spectrophotometer의 475 nm에서 흡광도를 측정하였음.

- Tyrosinase 저해 활성은 시료용액의 첨가구와 무 첨가구의 흡광도 감소율을 백분율 (%)로 나타내었음 (Fig 26).

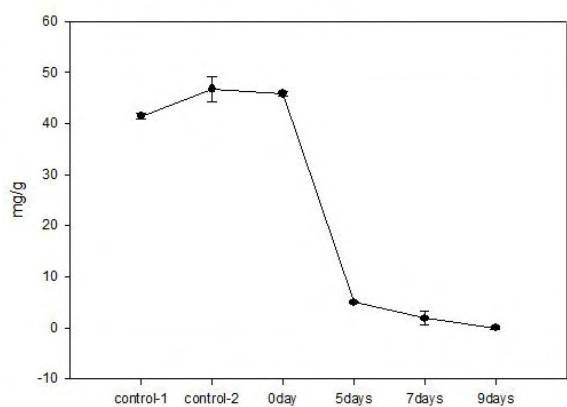
$$\text{Tyrosinase inhibition ability (\%)} = [1 - (A - B/C)] \times 100$$

A: Absorbance at 475 nm determined with sample

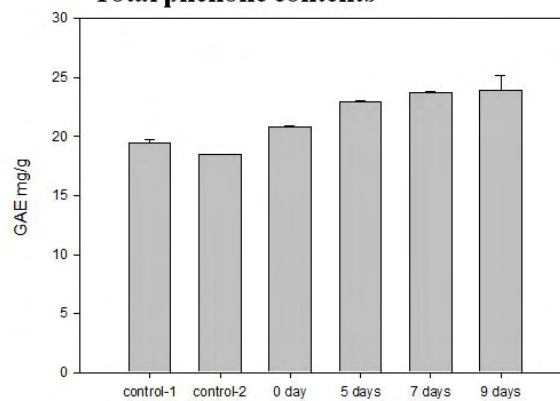
B: Absorbance at 475 nm determined with buffer instead of enzyme

C: Absorbance at 475 nm determined with buffer instead of sample

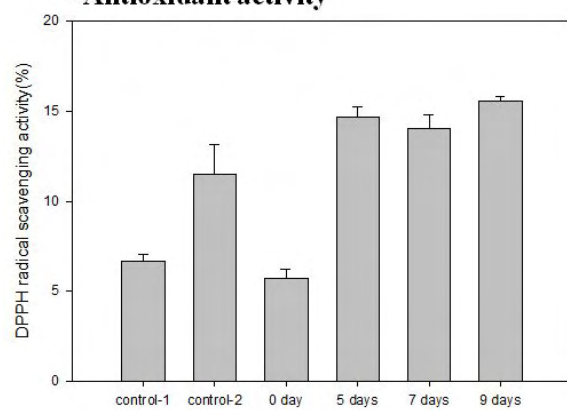
• **Total carbohydrates**



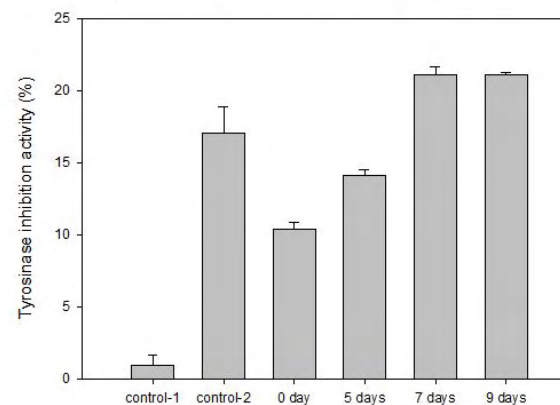
• **Total phenolic contents**



• **Antioxidant activity**



• **Tyrosinase inhibitory activity**



(2) 미강을 활용한 크림, 에센스, 스크럽제, 클렌징제 등 화장품 시제품 제조
 (가) 미강 추출물의 생산 공정 표준화 및 대량 생성 공정의 확립



Fig 5. 속미강 추출물 대량 생산 공정

(나) 다양한 시제품의 개발



Fig 6. 속미강을 활용한 신제품 화장품 6종 사진

다. 흑미 등 유색미의 건강 기능성 쌀의 활용

(1) 유색미 미강의 확보 및 기능성 분석

① 항 주름 효능 - Elastase inhibition activity

- 피부 노화 현상에 관여하는 원인 중에 특히 자외선 및 활성산소 등에 유발되는 피부 진피층에 존재하는 matrix metalloproteinases (MMPs)는 피부 노화, 즉 주름 생성과 밀접한 관계가 있음.

- MMPs를 이루는 주요성분으로 collagenase, gelatinase, elastase 등이 있으며 피부의 탄력 감소 및 주름 생성에 있어서 elastase 활성감소는 매우 중요함.

- 피부 진피속에는 피부의 탄력성에 관계되는 elastin이 그물망 구조를 형성하고 있는데 이러

한 그물망 구조가 차지고 주름이 생기므로 내인성 피부 노화가 발생함.

- 따라서 피부 노화의 주원인 중의 하나인 elastin 분해효소인 elastase 활성을 저하시킴으로써 피부조직의 기계적 특성을 유지시켜 탄력을 유지하고 피부가 늘어지는 것을 예방 할 수 있는 것으로 보고되고 있음.

- Elastase 저해 활성은 0.2 M Tris-HCl(pH 8.0) buffer 700 μL에 기질인 3.2 mM N-succinyl-(Ala)3-p- nitroanilide 250 μL와 미강 추출액 (5000 ppm) 40 μL을 첨가한 뒤 5 μg/mL Porcine Pancreatic Elastase (PPE) 효소용액 10 μL을 가하여 37 °C에서 20분 동안 반응시킨 후 p-nitroaniline의 생성량을 410 nm에서 흡광도를 측정 하였음.

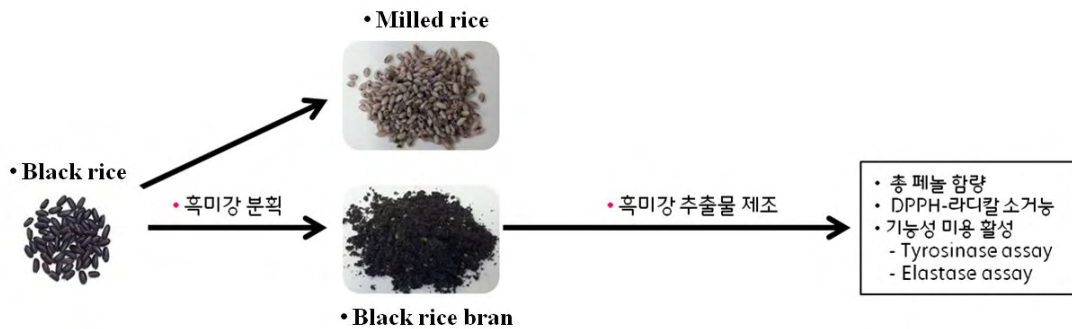
- Elastase 저해 활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었음 (Fig 27).

$$\text{Elastase inhibition ability (\%)} = [1 - (A - B) / C] \times 100$$

A: Absorbance at 410 nm determined with sample

B: Absorbance at 410 nm determined with 0.2 M Tris-HCl buffer instead of enzyme

C: Absorbance at 410 nm determined with 0.2 M Tris-HCl buffer instead of sample



Cultivar	Milling time (s)	Milled rice (%)	Black rice bran (%)
Heukjinjubyeo	160 sec	82.3±0.6	17.7±0.6

Fig 7. 흑미강 분획 및 추출물의 제조

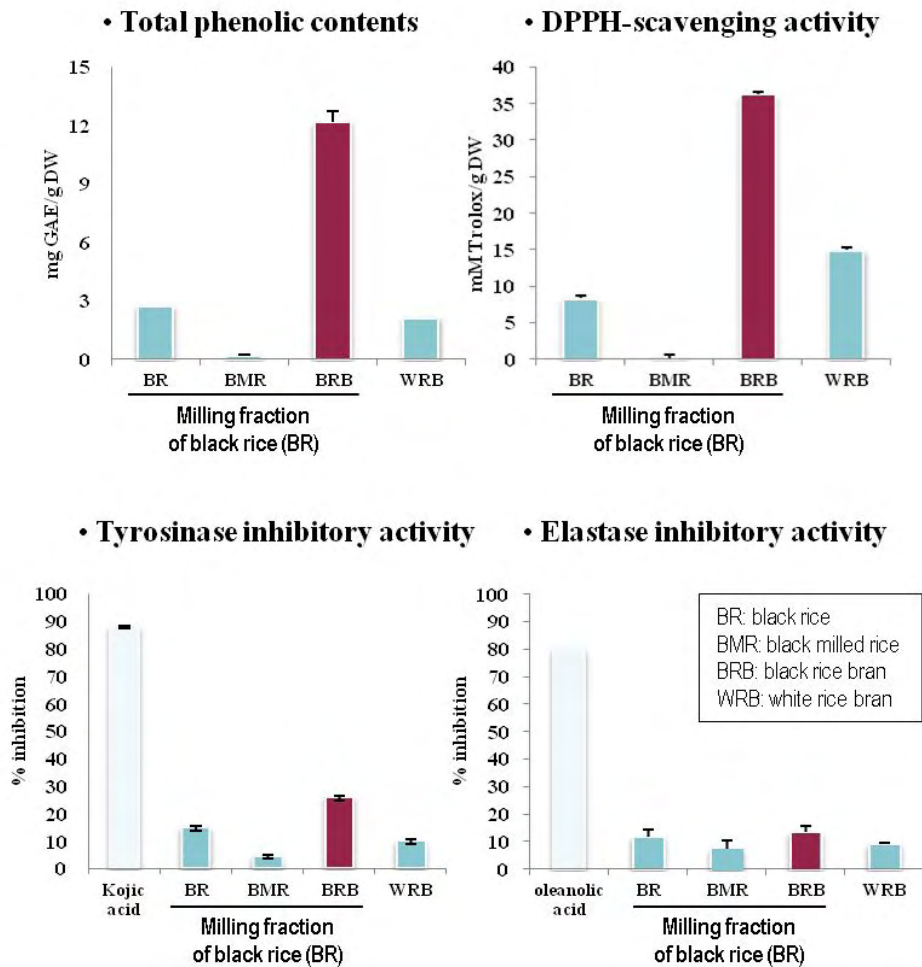


Fig 8. Total phenolic contents (a), DPPH-radical scavenging activity (b), tyrosinase inhibitory activity (c), and elastase activity (d) in the black rice (BR), black milled rice (BMR), black rice bran (BRB), and white rice bran (WRB)

- 흑미 (흑진주벼)를 연삭식 도정 장치로 도정하여 17.7 %의 흑미강을 수득하였고, 흑미 (black rice), 흑미강 (black rice bran), 도정 후 미강이 제거되고 남은 도정 흑미 (black milled rice)의 활성을 비교하였음.
- 흑미 도정 분획 별 총 페놀 함량, 항산화 활성, 미백 효능, 항 주름 효능을 측정 하였고, 일반 현미 미강과 비교한 결과는 Fig 8에 나타내었음.
- 총 페놀 함량은 일반 현미 미강에 비해 흑미와 흑미강에서 높은 함량이 관찰 되었고, 흑미와 흑미강 분획을 비교하면 흑미강 분획에서 높은 함량을 나타내었음.
- 흑미 분획 별 생리 활성을 비교해 보면 (Fig 8), 항산화 활성 (b), 미백 활성 (c) 및 항 주름 활성 (d) 모두 흑미강 분획에서 가장 높았음.

(2) 유색미 미강의 활용 방안 모색

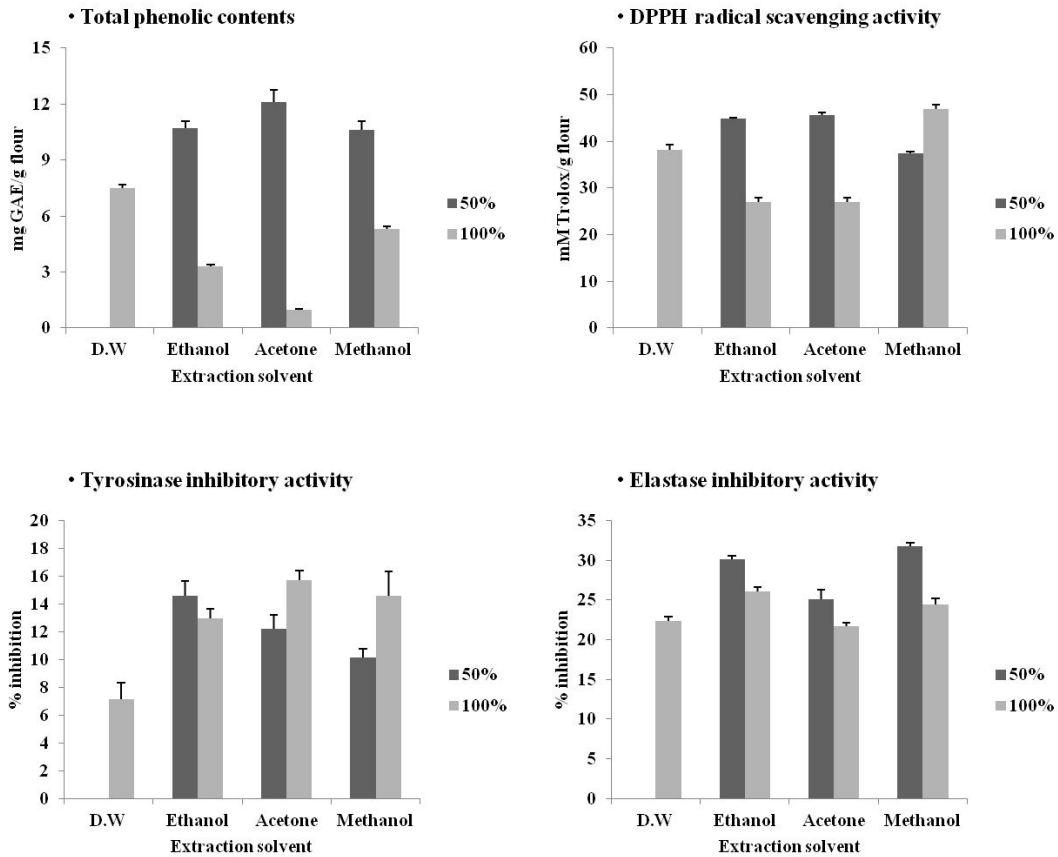


Fig 9. Effects of extraction solvent on total phenolic contents, antioxidant activity and enzyme inhibitory activity for extracts obtained from black rice bran. a): total phenolic contents, b): DPPH -radical scavenging activity, c): tyrosinase inhibitory activity, d): elastase activity.

- 활성이 높은 흑미강 분획을 이용하여 추출물 제조를 위해 용매 선정에 위한 기초 실험을 수행 하였음.
- 각 용매 별 (DW, 50 % 에탄올, 50 % 메탄올, 50 % 아세톤, 100 % 에탄올, 100 % 메탄올, 100% 아세톤) 총 페놀 함량, 항산화 활성, 미백 활성, 항 주름 활성을 비교하였음.
- 단일 용매를 단독으로 사용하여 추출 할 때 보다, 물과 혼합되었을 때 총 페놀 함량 및 생리 활성이 높았음.
- 전반적인 활성과 피부 안전성을 고려하여 50 % 에탄올을 최적 추출 용매로 선정하였음.

2-4세부

제 1 절. 1차년도 연구개발수행 내용 및 결과

1. 1차년도 연구개발수행 내용

- 임상시험 계획단계
 - 임상시험용제품의 선정
 - 임상시험방법 구상
- 임상시험 수행단계
 - 연구자 선정
 - 임상시험용제품의 공급 준비
 - 기능성식품인체시험심사위원회(IRB) 승인
 - 피험자모집 및 선정
 - 임상시험 수행 및 모니터링/점검
 - 증례기록서 작성
 - 자료입력
- 임상시험 보고단계
 - 통계분석
 - 보고서 작성

2. 1차년도 연구개발수행 결과

가. 연구 제목

- 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취가 식후 중성지방과 포도당에 미치는 영향을 평가하기 위한 무작위배정, 교차 임상시험

나. 연구 목적

- 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취 시 식후 중성지방 변화를 살펴본다.
- 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취 시 식후 혈중 포도당, 인슐린 변화를 살펴본다.

다. 피험자 수

- 총 15명 (섭취군별 3명씩)

라. 시험 방법

- 본 임상시험은 open, 5 treatment, 5 sequence, 7 period crossover design 으로서, 임상시험용식단은 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 으로 총 5가지로 이루어져 있으며, 5가지 임상시험용식단에 대하여 각 군별로 3명씩을 무작위배정하여 임상시험을 진행하였다.

또한 본 연구는 24시간 연속혈당모니터링시스템(Continuous Glucose Monitoring System; CGMS)을 통해 일 별 혈당 변화를 알아보고자 CGMS 기기 착용에 동의한 피험자 5명에 한해서 5일 동안 CGMS 기기를 착용한 상태로 정해진 일정에 따라 임상시험을 진행하였다.

- 자원자에 한하여 임상시험 예정일(제1일)로부터 4주 이내(제28일~제-1일)에 문진, 신체검진, 경구당부하 검사, 검사실검사 등 스크리닝 검사를 시행하여 본 임상시험에 피험자로서 적합하다고 판단되는 자를 선정한다. 임상시험 예정일 1일전(제-1일) 무작위배정을 시행하였다.

[제 -2일] 피험자는 임상시험시작 제-2일 저녁 식사부터 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에서 제공하는 식사를 섭취하고 식수를 제외하고는 어떠한 음식물도 섭취하지 않았다.

[제 -1일] 피험자는 임상시험시작 제-1일부터 아침, 점심, 저녁 식사를 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에서 제공하는 식사로 섭취하고 저녁 식사는 오후 7시 전에 완료하며 오후 7시경부터 공복상태를 유지하였다.

[제 1일] 제1일 피험자는 12시간 공복상태를 유지한 상태에서 오전 6시 30분까지 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에 방문하여 무작위배정된 섭취군에 따라 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 중 하나를 섭취한 후 정해진 일정에 따라 임상시험을 수행하였다.

[제 2일] 제2일 피험자는 12시간 공복상태를 유지한 상태에서 오전 6시 30분까지 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에 방문하여 무작위배정된 섭취군에 따라 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 중 하나를 섭취한 후 정해진 일정에 따라 임상시험을 수행하였다.

[제 3일] 제3일 피험자는 12시간 공복상태를 유지한 상태에서 오전 6시 30분까지 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에 방문하여 무작위배정된 섭취군에 따라 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 중 하나를 섭취한 후 정해진 일정에 따라 임상시험을 수행하였다.

[제 4일] 제4일 피험자는 12시간 공복상태를 유지한 상태에서 오전 6시 30분까지 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에 방문하여 무작위배정된 섭취군에 따라 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 중 하나를 섭취한 후 정해진 일정에 따라 임상시험을 수행하였다.

[제 5일] 제5일 피험자는 12시간 공복상태를 유지한 상태에서 오전 6시 30분까지 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에 방문하여 무작위배정된 섭취군에 따라 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 중 하나를 섭취한 후 정해진 일정에 따라 임상시험을 수행하였다.

투여군	피험자 수 (CGMS 착용피험자)	제-2일 ~ 제-1일	제1일	제2일	제3일	제4일	제5일
제1군	3명(1명)	Washout Period (진북대학교병원 기능성식품임상시 험지원센터에서 일정한 식사 제공)	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵
제2군	3명(1명)		백미밥	현미밥	흑미밥	빵	포도당
제3군	3명(1명)		현미밥	흑미밥	빵	포도당	백미밥
제4군	3명(1명)		흑미밥	빵	포도당	백미밥	현미밥
제5군	3명(1명)		빵	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥

마. 평가 방법

(1) 안전성 평가

- 자·타각 증상 등 이상반응(Adverse Events)
- 신체검진
- 검사실 검사, 활력징후

(2) 유효성 평가

(가) 유효성 평가

- 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취 시 혈중 중성지방 농도 제1 (또는 2, 3, 4, 5)일 섭취 전(0 h), 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h
- 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취 시 혈중 포도당, 인슐린 농도 제1 (또는 2, 3, 4, 5)일 섭취 전(0 h), 15 m, 30 m, 45 m, 1 h, 1.5 h, 2 h, 3 h, 4 h
- 24시간 연속형혈당모니터링시스템(CGMS) 포도당 값과 정맥혈 포도당 값과의 상관관계
- 평가 변수
 - ① 혈중 중성지방 농도의 C_{max} , T_{max}
 - ② 혈중 포도당 농도의 C_{max} , T_{max}
 - ③ 혈당지수(Glycemic index)
 - ④ 혈중 인슐린 농도의 C_{max} , T_{max}
 - ⑤ 인슐린분비능지표(Insulinogenic index)
 - ⑥ 인슐린저항성대리지표(HOMA-IR, QUICKI)
 - ⑦ 인슐린감수성대리지표(HOMA- β)

바. 통계 분석

- 시험의 성격상 반드시 통계적 가설검정이 요구되는 것은 아니지만, 평가 결과에 대해 시험자의 판단으로 필요한 경우 SAS 9.2 등 통계소프트웨어를 사용하여 다음과 같은 방법으로 유의수준 0.05에서 통계분석을 시행하였다.
- 인구학적 정보

임상시험에 참여한 피험자의 연령, 신장, 체중을 비롯한 음주와 카페인 섭취 여부 등 인구학적 정보에 대해서는 투여군간 무작위배정 여부를 확인하기 위하여 통계분석을 시행하였다. 이때 변수의 특성상 연속형 변수인 경우 Kruskal Wallis test를 적용하고, 범주형 변수인 경우 Fisher's exact test를 적용하였다.

○ 유효성 평가

혈중 중성지방, 포도당, 인슐린의 농도를 통해 피험자별 파라미터를 산출하였다. 각 파라미터의 평균(또는 중앙값), 표준편차 등에 대하여 기술통계학적으로 제시하였다. 이때 glycemic index등에 대해서는 linear mixed model를 이용하여 임상시험용식단 간 비교 평가하였다. Tmax 등의 연속변수가 아닌 파라미터에 대해서는 비모수적 방법으로 시험식단 차이에 대하여 비교 평가하였다.

○ 안전성 평가

이상반응 발생에 대해서는 그 양상을 시험식단 비교하기 위하여 Fisher's exact test 등을 적용하였다.

사. 결과

(1) 피험자의 인체시험 참여 실태

총 19명 자원자가 스크리닝 검사를 받았다. 자원자는 서면동의서를 작성한 후 피험자적합성 평가를 통해 15명이 적격 피험자로 선정되어 무작위배정 과정을 통해 해당 투여군에 배정되었다. 무작위배정을 통하여 피험자코드(subject ID)를 부여 받은 15명의 피험자만이 임상시험용식단을 제공받았으며 임상시험용식단을 제공받은 15명 모두 시험계획서에 따라 정상적으로 임상시험을 완료하였다 (표 1-1, 그림 1-1).

표1-1. 무작위배정

Subject ID	투여군	임상시험용식단	비고
F01	제 5군	빵→포도당→백미밥→현미밥→흑미밥	
F02	제 1군	포도당→백미밥→현미밥→흑미밥→빵	
F03	제 5군	빵→포도당→백미밥→현미밥→흑미밥	
F04	제 4군	흑미밥→빵→포도당→백미밥→현미밥	
F05	제 2군	백미밥→현미밥→흑미밥→빵→포도당	
F06	제 4군	흑미밥→빵→포도당→백미밥→현미밥	
F07	제 3군	현미밥→흑미밥→빵→포도당→백미밥	
F08	제 3군	현미밥→흑미밥→빵→포도당→백미밥	
F09	제 1군	포도당→백미밥→현미밥→흑미밥→빵	
F10	제 2군	백미밥→현미밥→흑미밥→빵→포도당	
C01	제 3군	현미밥→흑미밥→빵→포도당→백미밥	CGMS 착용자
C02	제 1군	포도당→백미밥→현미밥→흑미밥→빵	CGMS 착용자
C03	제 2군	백미밥→현미밥→흑미밥→빵→포도당	CGMS 착용자
C04	제 4군	흑미밥→빵→포도당→백미밥→현미밥	CGMS 착용자
C05	제 5군	빵→포도당→백미밥→현미밥→흑미밥	CGMS 착용자

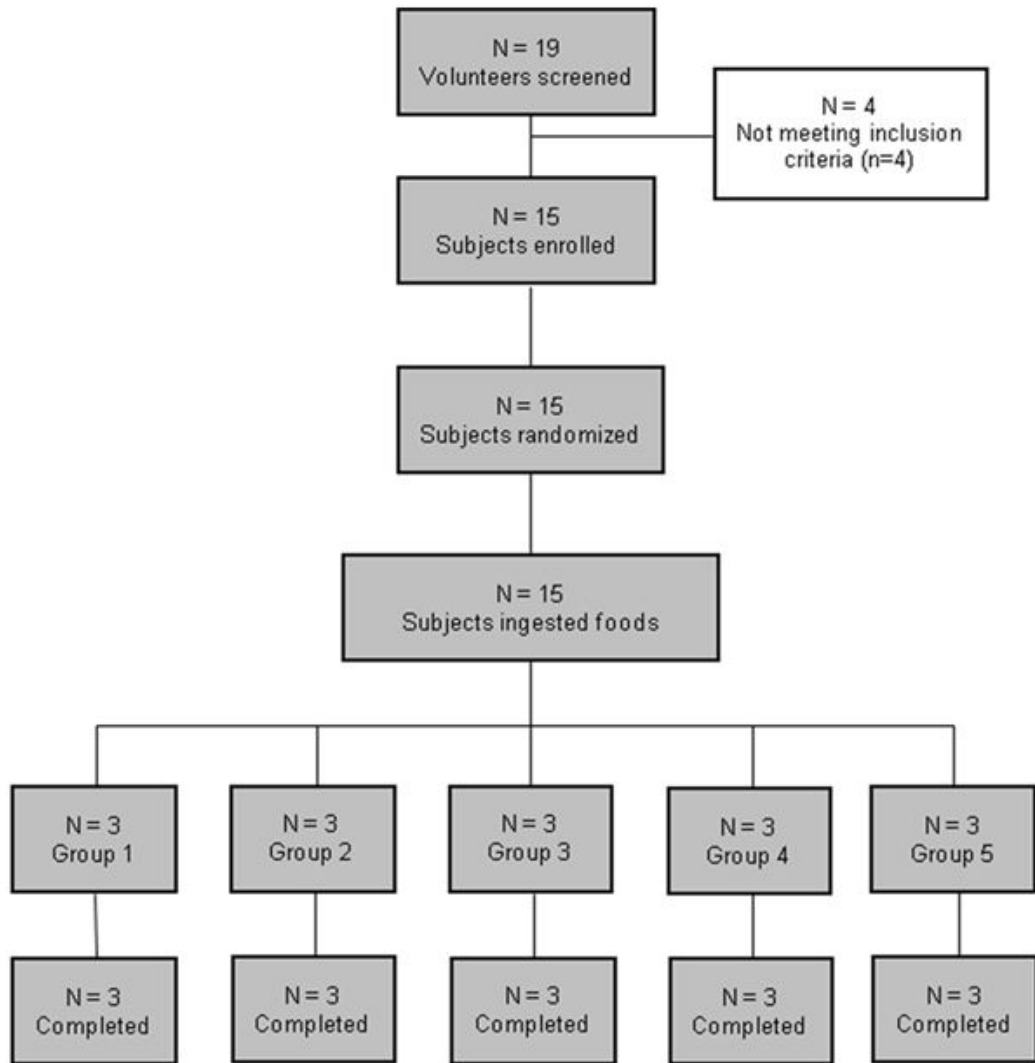


그림1-1. 피험자 참여실태

(2) 유효성 평가

(가) 피험자의 인구학적 정보 및 특징

피험자는 총 15명으로 자세한 인구학적 정보는 표 1-2에 요약하였다. 무작위 배정된 피험자들의 연령, 신장 및 체중, 체질량지수(body mass index:BMI), 공복상태의 혈중 중성지방과 포도당 측정값, 음주 및 흡연력, 커피, 녹차 등을 통한 카페인 섭취에 있어 시험군 간 차이가 없었다. 이상의 결과에서 전체 피험자의 무작위배정이 잘 이루어졌다고 판단하였다.

모든 피험자에서 임상적으로 유의한 병력은 발견할 수 없었다.

표 1-2. 인구학적 정보

항목	투여군					Total (n=15)	p-value ¹⁾
	1군 (n=3)	2군 (n=3)	3군 (n=3)	4군 (n=3)	5군 (n=3)		
나이 (세)	27.0±0.0	27.0±3.1	25.7±0.3	26.0±0.6	26.0±1.0	26.3±0.6	0.943
키 (cm)	175.3±1.9	173.7±3.7	175.0±1.0	175.7±1.8	181.3±2.2	176.2±1.1	0.229
체중 (kg)	69.9±0.4	78.5±5.0	75.2±6.0	66.8±3.9	80.6±3.7	74.2±2.1	0.198
체질량지수 (kg/m ²)	22.8±0.6	26.0±0.8	24.6±2.2	21.7±1.7	24.5±1.1	23.9±0.7	0.287
중성지방 (mg/dL)	76.7±8.4	123.3±29.0	140.3±31.3	60.0±10.4	94.3±7.8	98.9±11.0	0.0823
포도당 (mg/dL)	86.0±1.2	86.7±2.7	86.7±1.5	87.3±0.9	84.7±1.7	86.3±0.7	0.6477
음주 (명)	3/3	3/3	2/3	2/3	3/3	13	1.000 ²⁾
흡연력 (명)	3/3	0/3	2/3	1/3	2/3	8	0.308 ²⁾
카페인 (명)	2/3	2/3	2/3	3/3	2/3	11	1.000 ²⁾

Values are presented as mean ± SE

¹⁾ Kruskal-Wallis test

²⁾ Fisher's exact test

(나) 혈중 중성지방 평가

전체 15명 피험자의 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 혈중 중성지방 공복 시 측정값, T_{max}, C_{max}, 및 iAUC_{0-6h}를 표 1-3에, 평균 혈중 중성지방 농도 시간곡선은 그림 1-2에, 혈중 중성지방 변화량을 표 1-4, 그림 1-3에 나타내었다. 임상시험용식단 섭취 전인 공복 시 혈중 중성지방 측정값에서 섭취군 간 차이가 있어 공복 시의 값을 공변량으로 추가분석 하였다.

백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 혈중 중성지방 파라미터들을 비교한 결과, T_{max} 는 유의한 차이가 없었으나 C_{max}, iAUC_{0-6h} 및 변화량에서 유의한 차이가 있었다. 혈중 중성지방 C_{max}는 공복 시의 값을 보정한 후 유의한 차이가 있었고(p<.0001) 사후검정 결과, 빵 섭취 후 C_{max}가 백미밥과 흑미밥 섭취에 비해 유의하게 높았다(p=0.0377, p=0.0412). 혈중 중성지방 iAUC_{0-6h}(p<.0035) 또한 사후검정 결과, 빵 섭취 후 iAUC_{0-6h}가 백미밥과 흑미밥 섭취에 비해 유의하게 높았다(p=0.0032, p=0.0250).

또한 변화량을 비교하면, 백미밥, 현미밥, 흑미밥은 섭취 후 1시간, 2시간, 3시간에 걸쳐 유사한 패턴으로 중성지방 값이 점차 감소하였으나 빵 섭취 후에는 중성지방 값이 점차 증가하여 식후 2시간에 정점에 도달하였다.

혈중 중성지방 농도 시간곡선에서 중성지방 측정값이 임상시험용식단 섭취 6시간 후에 기저치 수준으로 회복함을 확인하였고, 따라서 본 임상시험에서 식후 중성지방혈중 평가를 위해 실시한 채혈시간이 적절하였음을 알 수 있었다.

표 1-3. 혈중 중성지방 파라미터 기술통계

항목	임상시험용식단					p-value ⁴⁾	p-value ⁵⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵		
Fasting ¹⁾ (mg/dL)	88.2±2.1	88.7±2.8	96.4±4.3	89.8±2.8	85.3±2.0	<.0001 ⁶⁾	- ⁷⁾
T _{max} ^{2) 3)} (min)	0 (0-6)	1 (0-6)	1 (0-6)	1 (0-6)	2 (0-5)	0.905	- ⁷⁾
C _{max} ²⁾ (mg/dL)	93.5±8.4	93.3±10.2	102.4±16.0	94.4±10.9	96.8±9.3	0.3924	<.0001 ⁸⁾
iAUC _{0-6h} ²⁾ (min*mg/dL)	1.7±0.8	0.7±0.4	3.6±1.7	2.1±1.1	8.2±3.3	0.0035 ⁹⁾	- ⁷⁾

Values are mean ± SE

1) 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

2) 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

3) T_{max} 통계량: median [min-max]

4) Linear mixed effect model

5) Linear mixed effect model (공복 혈중 중성지방 보정)

6) Multiple comparison: 포도당 vs 현미밥 $p < .0001$, 백미밥 vs 현미밥 $p < .0001$, 현미밥 vs 흑미밥 $p = 0.0001$, 현미밥 vs 빵 $p < .0001$, 흑미밥 vs 빵 $p = 0.0309$ (Bonferroni correction)

7) Fasting triglyceride, T_{max}, iAUC_{0-6h}는 공복 혈중 중성지방 값에 영향을 받지 않기 때문에 추가분석하지 않음

8) Multiple comparison: 백미밥 vs 빵 $p = 0.0377$, 흑미밥 vs 빵 $p = 0.0412$ (Bonferroni correction)

9) Multiple comparison: 백미밥 vs 빵 $p = 0.0032$, 흑미밥 vs 빵 $p = 0.0250$ (Bonferroni correction)

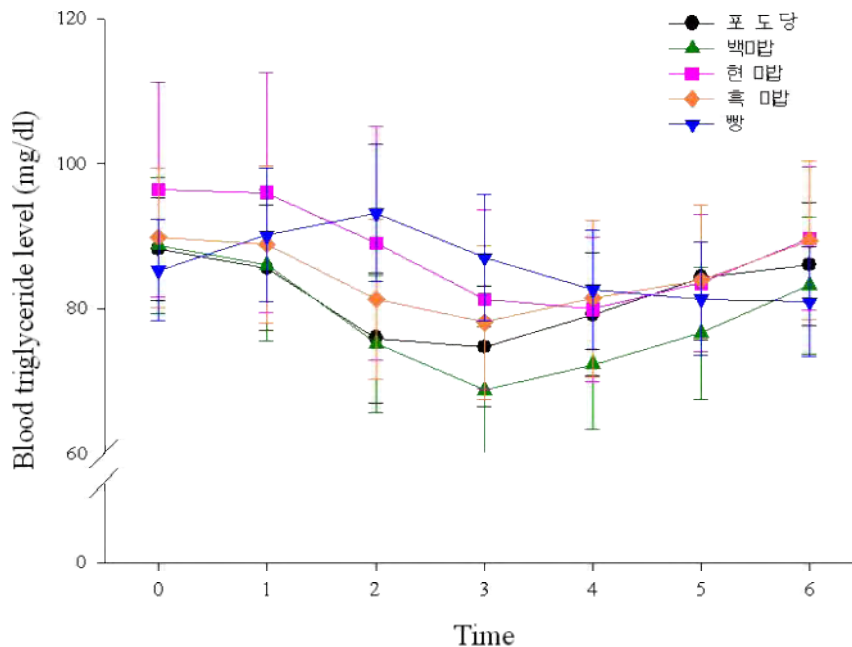


그림 1-2. 임상시험용식단에 따른 혈중 중성지방 변화

표1-4. 시간에 따른 혈중 중성지방 변화량

항목	임상시험용식단					p-value ¹⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵	
1시간	-2.6±2.0	-2.7±1.4	-0.4±2.7	-1.0±2.0	4.8±3.3	0.0024 ²⁾³⁾
2시간	-12.3±3.1	-13.6±3.3	-7.4±2.8	-8.5±2.6	7.9±3.7	<.0001 ⁴⁾
3시간	-13.5±3.0	-20.1±5.6	-15.1±4.6	-11.7±2.4	1.7±3.3	0.0041 ⁵⁾
4시간	-9.0±3.8	-16.5±6.1	-16.5±7.3	-8.4±2.9	-2.7±2.9	0.2486
5시간	-3.9±3.8	-12.1±7.0	-12.9±8.1	-5.9±2.6	-4.1±2.8	0.6173
6시간	-2.1±3.8	-5.5±6.2	-6.7±8.0	-0.4±3.0	-4.4±2.5	0.9164

Values are mean ± SE

1) 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

2) Linear mixed effect model

3) Multiple comparison: 포도당 vs 빵 $p=0.0049$, 백미밥 vs 빵 $p=0.039$ (Bonferroni correction)

4) Multiple comparison: 포도당 vs 빵 $p<.0001$, 백미밥 vs 빵 $p<.0001$, 현미밥 vs 빵 $p=0.0002$, 흑미밥 vs 빵 $p<.0001$ (Bonferroni correction)

5) Multiple comparison: 백미밥 vs 빵 $p=0.0023$, 현미밥 vs 빵 $p=0.0036$ (Bonferroni correction)

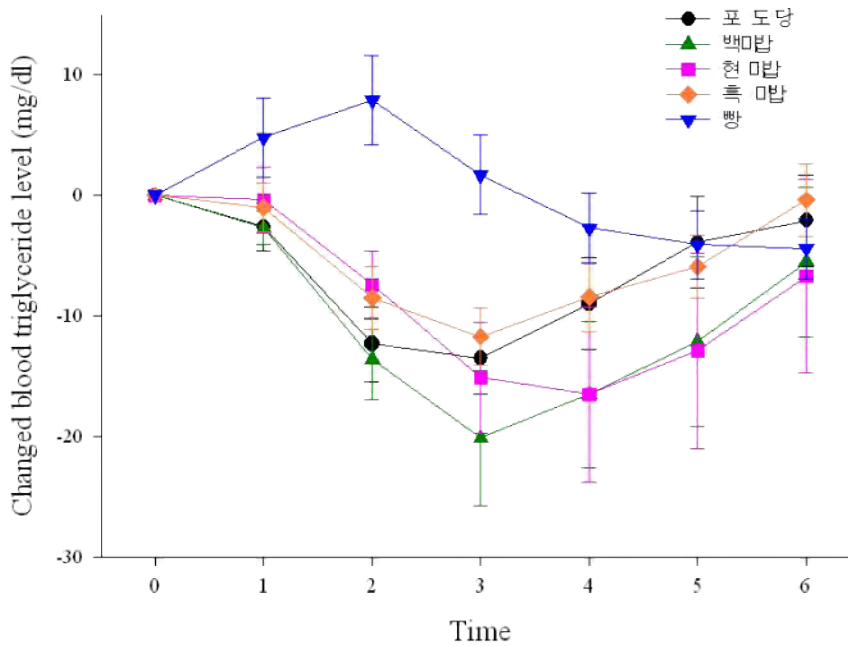


그림 1-3. 시간에 따른 혈중 중성지방 변화량

(다) 혈중 포도당 평가

전체 15명 피험자의 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 혈중 포도당 공복 시 측정값, T_{max} , C_{max} 및 $iAUC_{0-2h}$ 를 표 1-5에, 평균 혈중 포도당 농도 시간곡선은 그림 1-4에, 그리고 혈당지수를 표 1-6와 그림 1-5에 나타내었다. 임상시험용식단 섭취 전인 공복 시 측정값에서 군 간 차이가 있어 공복 시 혈중 포도당 값을 공변량으로 추가분석 하였다.

백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취 후의 혈중 포도당 파라미터들을 비교한 결과, T_{max} 및 $iAUC_{0-2h}$ 에 유의한 차이는 없었고, C_{max} 에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.0012$). 그러나 공복 혈중 포도당 값을 보정한 결과, C_{max} 에 유의한 차이를 보이지 않았다.

백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵의 혈당지수를 비교 시에도 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

혈중 포도당 농도 시간곡선에서 포도당 측정값이 임상시험용식단 섭취 2시간 후에 기저치 수준으로 회복함을 확인하였고, 따라서 본 임상시험에서 식후 포도당 평가를 위해 실시한 채혈시간이 적절하였음을 알 수 있었다.

표 1-5. 혈중 포도당 파라미터 기술통계

항목	임상시험용식단					p-value ⁴⁾	p-value ⁵⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵		
Fasting ¹⁾ (mg/dL)	90.9±0.5	90.7±0.36	91.1±0.6	89.4±0.4	92.0±0.9	<.0001 ⁶⁾	- ⁷⁾
T _{max} ^{2) 3)} (min)	45 (15-60)	45 (30-60)	45 (30-90)	45 (30-60)	45 (30-60)	0.973	- ⁷⁾
C _{max} ²⁾ (mg/dL)	174.1±6.6	153.1±4.1	149.3±4.1	164.0±3.3	151.2±4.5	0.0012 ⁸⁾	0.2338
iAUC _{0-2h} ²⁾ (min*mg/dL)	86.4±7.5	65.9±4.9	54.9±5.1	67.7±6.2	63.5±7.7	0.185	- ⁷⁾

Values are mean ± SE

1) 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

2) 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

3) T_{max} 통계량: median [min-max]

4) Linear mixed effect model

5) Linear mixed effect model (공복 혈중 포도당 보정)

6) Multiple comparison: 포도당 vs 흑미밥 p=0.0054, 백미밥 vs 흑미밥 p=0.0424, 백미밥 vs 빵 p=0.0262, 현미밥 vs 흑미밥 p=0.0009 흑미밥 vs 빵 p<.0001 (Bonferroni correction)

7) Fasting glucose, T_{max}, iAUC_{0-2h}는 공복 혈중 중성지방 값에 영향을 받지 않기 때문에 추가분석하지 않음

8) Multiple comparison: 백미밥 vs 흑미밥 p=0.0287, 현미밥 vs 흑미밥 p=0.0016, 흑미밥 vs 빵 p=0.0070 (Bonferroni correction)

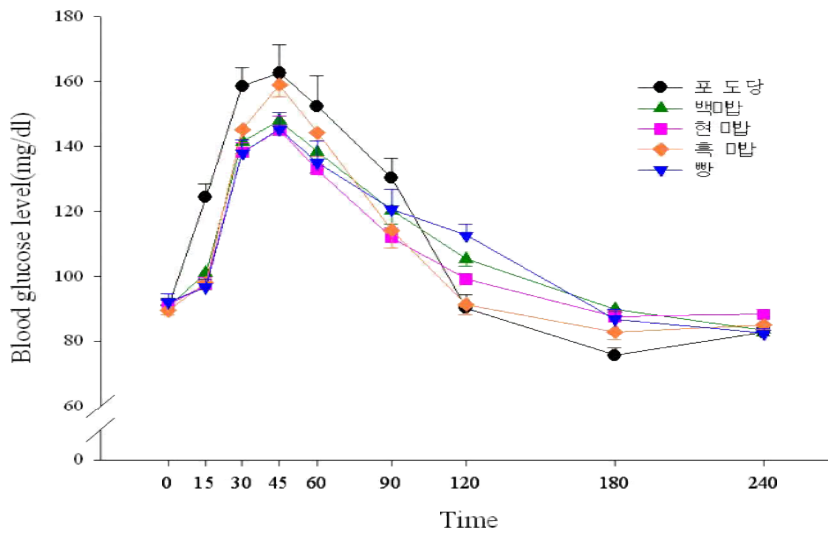


그림 1-4. 임상시험용식단에 따른 혈중 포도당 변화

Table 6. 임상시험용식단에 따른 혈당지수 (GI)

항목	임상시험용식단					p-value ¹⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵	
혈당지수 (GI)	100	81.7±6.7	69.5±8.9	83.5±8.6	80.5±10.6	0.173

Values are presented as mean ± SE

¹⁾ 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교. Linear mixed effect model

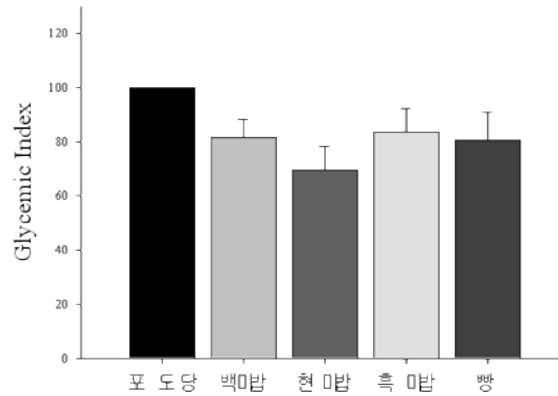


그림 5. 임상시험용식단에 따른 혈당지수(GI)

(라) 혈중 인슐린 평가

전체 15명 피험자의 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 혈중 인슐린 공복 시 측정값, T_{max} , C_{max} 및 $iAUC_{0-2h}$ 를 표 1-7에, 평균 혈중 포도당 농도 시간곡선은 그림 1-6에, 그리고 IGI, HOMA-IR, HOMA- β , QUICKI 값을 표 8에 나타내었다. 임상시험용식단 섭취 전인 공복 시 측정값에서 섭취군 간 차이가 있어 공복 시 혈중 인슐린 값을 공변량으로 추가분석 하였다.

백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵의 혈중 인슐린 파라미터들을 비교한 결과, 임상시험용식단에 따른 인슐린 T_{max} 에 유의한 차이는 없었고, C_{max} 및 $iAUC_{0-2h}$ 에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.0001$, $p<.0001$). 그러나 공복 혈중 인슐린 값을 보정한 결과, C_{max} 또한 유의한 차이가 없었고, 인슐린 $iAUC_{0-2h}$ 에 대한 사후검정 결과, 빵 섭취군의 $iAUC_{0-2h}$ 가 백미밥과 현미밥, 흑미밥 섭취군에 비해 유의하게 높았고($p<0.0001$, $p<0.0001$, $p=0.0029$), 흑미밥 섭취군의 $iAUC_{0-2h}$ 가 현미밥 섭취군에 비해 유의하게 높았다($p<0.019$).

인슐린분비능, 인슐린저항성, 인슐린감수성을 평가하기 위해 IGI_{15min} , IGI_{30min} , HOMA-IR, QUICKI, HOMA- β 등을 구하였다. 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 IGI_{15min} , HOMA-IR, QUICKI, HOMA- β 의 차이는 없었으며 IGI_{30min} 에서 섭취군 간 유의한 차이가 있었다. 사후검정 결과, 빵 섭취군의 IGI_{30min} 가 백미밥, 현미밥, 흑미밥 섭취군 보다 유의하게 높았다($p=0.0001$, $p=0.0001$, $p=0.001$).

혈중 인슐린 농도 시간곡선에서 인슐린 측정값이 임상시험용식단 섭취 4시간 후에 기저치 수준으로 회복함을 확인하였고, 따라서 본 임상시험에서 식후 인슐린혈중 평가를 위해 실시한 채혈시간이 적절하였음을 알 수 있었다.

표1-7. 혈중 인슐린 파라미터 기술통계

항목	임상시험용식단					p-value ⁴⁾	p-value ⁵⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵		
Fasting ¹⁾ (mg/dL)	6.9±0.2	8.2±0.3	8.5±0.4	6.6±0.2	7.9±0.4	<.0001 ⁶⁾	- ⁷⁾
T _{max} ^{2) 3)} (min)	30 (30-90)	45 (30-90)	45 (30-90)	45 (30-90)	45 (30-90)	0.7222	- ⁷⁾
C _{max} ²⁾ (mg/dL)	98.0±11.5	50.7±5.4	50.0±4.1	65.7±6.0	77.4±4.9	<.0001 ⁸⁾	0.6583
iAUC _{0-2h} ²⁾ (min*mg/dL)	80.2±7.7	42.7±4.6	39.4±4.0	54.6±4.9	72.9±6.5	<.0001 ⁹⁾	- ⁷⁾

Values are mean ± SE

¹⁾ 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

²⁾ 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교.

³⁾ T_{max} 통계량: median [min-max]

⁴⁾ Linear mixed effect model

⁵⁾ Linear mixed effect model (공복 혈중 인슐린 보정)

⁶⁾ Multiple comparison: 포도당 vs 백미밥 $p=0.0006$, 포도당 vs 현미밥 $p<.0001$, 포도당 vs 빵 $p=0.0253$, 백미밥 vs 흑미밥 $p<.0001$, 현미밥 vs 흑미밥 $p<.0001$, 흑미밥 vs 빵 $p=0.0016$ (Bonferroni correction)

⁷⁾ Fasting glucose, T_{max}, iAUC_{0-2h}는 공복 혈중 중성지방 값에 영향을 받지 않기 때문에 추가분석하지 않음

⁸⁾ Multiple comparison: 백미밥 vs 흑미밥 $p=0.0104$, 백미밥 vs 빵 $p<0.0001$, 현미밥 vs 흑미밥 $p=0.0067$, 현미밥 vs 빵 $p<0.0001$ (Bonferroni correction)

⁹⁾ Multiple comparison: 백미밥 vs 빵 $p<0.0001$, 현미밥 vs 흑미밥 $p=0.019$, 현미밥 vs 빵 $p<0.0001$, 흑미밥 vs 빵 $p=0.0029$ (Bonferroni correction)

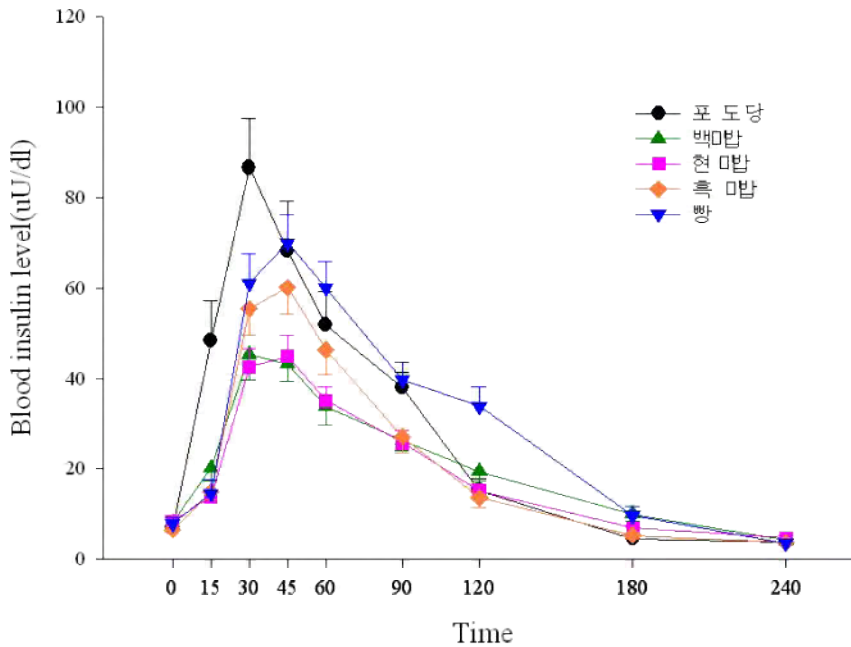


그림 1-6. 임상시험용식단에 따른 혈중 인슐린 변화

표1-8. 혈중 인슐린 파라미터 기술통계

항목	임상시험용식단					p-value ¹⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵	
IGI _{15min}	21.7±3.8	16.3±4.2	11.1±11.0	19.1±4.8	0.6±7.2	0.2967
IGI _{30min}	26.4±6.5	13.5±2.2	13.2±1.3	16.2±2.0	22.7±2.5	<.0001 ²⁾
HOMA-IR	2.0±0.3	2.0±0.4	1.6±0.1	2.0±0.5	1.4±0.2	0.2050
HOMA-β	114.7±20.1	107.8±14.2	102.1±10.8	87.1±8.7	88.8±12.0	0.3399
QUICKI	0.4±0.0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.3335

Values are mean ± SE

¹⁾ 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 간의 비교. Linear mixed effect model

²⁾ Multiple comparison: 백미밥 vs 빵 $p<0.0001$, 현미밥 vs 빵 $p<0.0001$, 흑미밥 vs 빵 $p=0.001$ (Bonferroni correction)

(라) 24시간 연속형혈당모니터링시스템(CGMS) 결과

총 5명의 피험자에서 24시간 연속형혈당모니터링시스템(CGMS)을 통한 포도당 측정값과 정맥혈 포도당 측정값과의 상관관계를 구하였으며, 이때 분석에 적용한 CGMS의 측정값은 정맥혈 채혈시간에 가장 근접한 ± 2 min 이내의 포도당 측정값으로 하였다.

임상시험식단에 따른 24시간 연속형혈당모니터링시스템(CGMS) 포도당 측정값과 정맥혈 포도당 측정값과의 상관계수는 표 1-9에 나타냈고, 24시간 CGMS의 평균 포도당 측정값과 정맥혈 포도당 측정값과의 상관계수는 0.79로서 그림 1-7에 나타내었다.

표1-9. 임상시험용식단 별 24시간 CGMS와 정맥 포도당의 상관계수

항목	임상시험용식단					평균
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵	
상관계수 ¹⁾ (R 값)	0.76	0.90	0.76	0.84	0.80	0.79

¹⁾ Pearson Correlation Coefficient

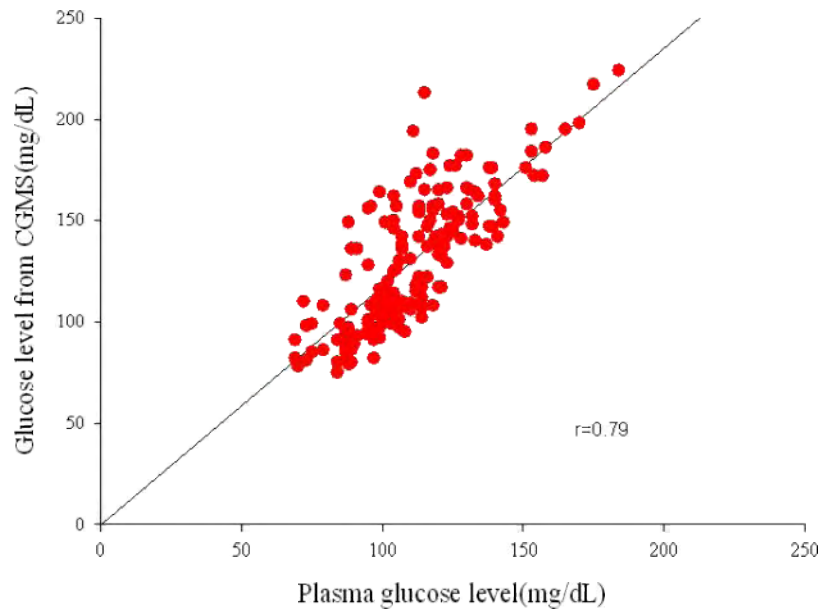


Figure 7. 24시간 CGMS 평균 포도당과 정맥 포도당과의 관계

(2) 안전성 평가

(가) 자·타각 증상 등 이상반응

임상시험용식단을 섭취한 15명의 피험자 중, 시험기간 동안 1명의 피험자에서 총 1건의 이상반응이 발생하였다. 발생한 이상반응은 두통으로 경증의 중증도를 보였다. 이러한 이상반응으로 인한 피험자의 자발적인 요청이나 시험자의 판단에 따라 임상시험을 중단한 피험자는 없었다. 모든 피험자에서 임상시험기간 중 중대한 이상반응은 발생하지 않았다. 이상반응 발생 양상에 대해서는 표 1-10에 요약 제시하였다.

표1-10. 이상반응

항목	투여군					Total (n=15)	p-value ¹⁾
	1군 (n=3)	2군 (n=3)	3군 (n=3)	4군 (n=3)	5군 (n=3)		
이상반응	0	1	0	0	0	1	1.0000

¹⁾ Kruskal-Wallis test

(나) 활력 증후

활력증후로 임상시험용식단을 섭취하기 전과 섭취 후 6시간에 혈압, 맥박은 표 1-11에, 임상시험 방문일에 따른 활력증후 평가는 표 1-12에 요약하였다. 임상시험용식단에 따른 활력증후 평가 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 임상시험 방문일에 따른 활력증후 평가 시 섭취 전 이완기 혈압과 맥박수가 일별로 변화가 있어서 통계적으로 유의한 차이를 보였으나($p=0.046$, $p=0.026$) 임상적으로 의미있는 변화는 아니라고 판단하였다.

표1-11. 임상시험용식단에 따른 활력증후 평가

항목	임상시험용식단					p-value ¹⁾
	포도당	백미밥	현미밥	흑미밥	빵	
SBP_0h (mmHg)	118.5±2.2	118.3±3.1	119.9±2.0	117.9±2.4	116.0±2.3	0.584
SBP_6h (mmHg)	117.7±2.9	114.1±2.9	112.7±2.4	112.9±2.1	115.0±3.2	0.280
DBP_0h (mmHg)	66.9±1.3	69.5±2.3	65.7±1.8	67.0±2.0	69.1±2.2	0.305
DBP_6h (mmHg)	64.6±2.0	67.3±2.9	64.7±2.3	63.4±2.1	67.1±2.0	0.312
Pluse_0h (ppm)	63.2±2.1	66.0±2.1	67.8±2.4	65.3±2.2	65.9±2.8	0.593
Pluse_6h (ppm)	61.6±1.4	62.8±1.6	64.1±2.3	62.3±1.9	64.1±2.3	0.766

Values are presented as mean ± SE

¹⁾ Linear mixed effect model

표1-12. 임상시험 방문일에 따른 활력증후 평가

항목	임상시험용식단					p-value ¹⁾
	1일	2일	3일	4일	5일	
SBP_0h (mmHg)	120.7±2.6	118.1±2.6	119.7±2.3	114.9±2.1	117.3±2.4	0.130
SBP_6h (mmHg)	117.1±2.8	113.7±2.3	112.5±3.0	113.9±2.8	115.1±2.8	0.428
DBP_0h (mmHg)	70.7±1.6	67.6±2.3	67.9±1.8	64.2±1.6	67.7±2.2	0.046
DBP_6h (mmHg)	64.7±2.6	65.5±1.6	65.7±1.9	65.7±2.8	65.7±2.4	0.988
Pluse_0h (ppm)	61.1±1.8	69.9±2.1	68.0±2.7	63.9±2.5	65.3±1.9	0.026
Pluse_6h (ppm)	61.5±1.6	66.4±2.2	61.8±1.5	61.6±2.1	63.6±1.9	0.177

Values are presented as mean ± SE

¹⁾ Linear mixed effect model

(다) 신체검진

임상시험 중 모든 피험자를 대상으로 시행한 신체검진에서 임상시험용식단 섭취 전 후 유의한 변화를 관찰할 수 없었다.

(라) 안전성 평가에 대한 결론

건강한 성인 남성 피험자를 대상으로 한 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵을 섭취한 후 체내 변화양상을 살펴 본 임상시험에서 1건의 이상반응이 발생하였다. 보고된 이상반응의 양상(발생시점, 지속시간 등), 임상시험용식단의 특성 등을 종합하여 볼 때, 발생한 이상반응은 인과관계가 낮다고 판단되었다. 또한 섭취 전후 활력증후, 신체검진 시행한 결과 시험기간 중 임상적으로 의미있는 변화는 관찰되지 않았다.

(3) 결론 및 고찰

본 연구는 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취가 식후 중성지방, 포도당 및 인슐린에 미치는 영향을 평가하기 위해 12시간 이상 공복상태의 중성지방 수치가 200 mg/dl 이하를 만족하면서 경구당부하검사 결과 공복혈당이 100mg/dL 미만이고 2 시간 혈당이 140mg/dL 미만인 건강한 성인남성 15명을 대상으로 이루어진 open, 5-treatment, 5-sequence, 7-period crossover 임상시험이다.

피험자는 2일간의 washout 기간을 가진 후 5일 동안 매일 아침마다 탄수화물 50g에 해당하는 포도당, 백미밥, 현미밥, 흑미밥 및 빵 중 한 가지를 무작위배정에 따라 섭취하였으며, 혈중 중성지방, 포도당 및 인슐린 농도 변화를 평가하기 위해 임상시험용식단 섭취 전(0 시간)과 섭취 후 15분, 30분, 45분, 1시간, 1.5시간, 2시간, 3시간, 4시간, 5시간, 6시간에 채혈을 시행하였다. 총 15명의 피험자 중 5명은 24시간연속형혈당모니터링시스템(CGMS) 기기를 착용한 상태로 다른 10명과 동일한 임상시험을 수행하였다. 본 임상시험의 유효성 평가를 위해 혈중 중성지방 농도의 C_{max} , T_{max} , 혈중 포도당 농도의 C_{max} , T_{max} , 혈당지수(Glycemic index), 혈중 인슐린 농도의 C_{max} , T_{max} , 인슐린분비능지표(IGI_{15min} , IGI_{30min}), 인슐린저항성대리지표(HOMA-IR, QUICKI), 인슐린감수성대리지표(HOMA- β), 24시간연속형혈당모니터링시스템(CGMS) 등의 값을 분석하였다.

유효성 평가 결과는 다음과 같다. 첫째, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 식후 혈중 중성지방 변화를 비교하면, 혈중 중성지방은 백미밥, 현미밥, 흑미밥 섭취 후 1시간, 2시간, 3시간에 걸쳐 유사한 패턴으로 점차 감소하여 공복상태의 값보다도 낮아졌다. 이에 반해 빵 섭취 후에는 중성지방이 점차 증가하여 식후 2시간에 정점에 도달하였으며 그 C_{max} , $iAUC_{0-6h}$ 도 각각 $96.8 \pm 9.3 \text{mg/dL}$, $8.2 \pm 3.3 \text{min} \cdot \text{mg/dL}$ 로 백미밥, 흑미밥을 섭취하였을 때보다 유의하게 높았다.

쌀 섭취와 혈중 지질 변화의 관계에 대한 연구는 많지 않은데, 흰쥐에서 현미, 백미, 밀, 설탕 등을 급여할 때 현미와 백미가 혈중 콜레스테롤과 중성지방을 감소시키는 효과가 있으며, 설탕은 혈중 콜레스테롤과 중성지방을 유의하게 높였다는 보고¹⁾와 우유단백질인 카제인, 생선단백질, 콩단백질을 먹인 쥐에 비하여 쌀단백질을 먹인 쥐에서 혈중 총콜레스테롤과 중성지방이 현저하게 감소하였다는 보고²⁾와 본 연구의 결과가 일치한다고 판단되며 이러한 동물실험 결과들은 본 인체적용시험에서 도출된 연구결과의 기전을 설명하는 뒷받침이 될 수 있겠다.

둘째, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 식후 혈중 포도당 변화를 비교하면, 식후 포도당 T_{max} , C_{max} , $iAUC_{0-2h}$ 에서 유의한 차이가 없었다. 즉, 식후 포도당 C_{max} 가 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따라 유의한 차이는 없으나, 현미밥 섭취 후 $149.3 \pm 4.1 \text{mg/dL}$ 로 가장 낮은 경향이었고 흑미밥 섭취 후 $164.0 \pm 3.3 \text{mg/dL}$ 로 가장 높은 경향이였다. 식후 포도당 $iAUC_{0-2h}$ 또한 현미밥 섭취 후 $54.9 \pm 5.1 \text{mg/dL}$ 로 가장 낮은 경향을, 흑미밥 섭취 시 $67.7 \pm 6.2 \text{mg/dL}$ 로 가장 높

은 경향을 나타냈다. 또한 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 혈당지수를 비교 시에도 현미밥 섭취 후 69.5 ± 8.9 로 가장 낮은 경향을, 흑미밥 섭취 시 83.5 ± 8.6 로 가장 높은 경향을 나타냈다.

백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따른 식후 혈중 인슐린 변화를 비교하면, 식후 인슐린 T_{max} , C_{max} 에 유의한 차이가 없었으며 $iAUC_{0-2h}$ 에서는 섭취에 따른 유의한 차이가 있었다. 즉, 빵 섭취 후의 인슐린 C_{max} 는 백미밥, 현미밥, 흑미밥에 비하여 통계적인 유의성은 없으나 빵 섭취 후 $77.4 \pm 4.9 uU/ml$ 로 가장 높고 백미밥과 현미밥 섭취 후 각각 $50.7 \pm 5.4 uU/ml$, $50.0 \pm 4.1 uU/ml$ 로 가장 낮은 경향이였다. 반면, 빵 섭취 후의 인슐린 $iAUC_{0-2h}$ 는 백미밥, 현미밥, 흑미밥 보다 통계적으로 유의하게 높아서, 빵 섭취 후 $72.9 \pm 6.5 uU/ml$ 로 가장 높았고 현미밥 섭취 후 $39.4 \pm 4.0 uU/ml$ 로 가장 낮았다.

또한 인슐린분비능, 인슐린저항성, 인슐린감수성 등을 평가하기 위해 IGI_{15min} , IGI_{30min} , HOMA-IR, HOMA- β , QUICKI 등을 측정하였는데, 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취에 따라 IGI_{15min} , HOMA-IR, HOMA- β , QUICKI의 차이는 없었다. 본 연구가 내당능 또는 인슐린분비능이 정상인 건강한 성인을 대상으로 이루어졌으므로 섭취군 간 인슐린저항성대리 지표(HOMA-IR, QUICKI)와 인슐린감수성대리 지표(HOMA- β)에 차이가 없었다고 판단된다. 그러나 IGI_{30min} 에서 섭취에 따른 유의한 차이가 있었다. 사후검정 결과, 빵 섭취 후의 IGI_{30min} 가 백미밥, 현미밥, 흑미밥 섭취 후 보다 유의하게 높았다. 이는 빵 섭취 30분 후 시점에서 혈중 포도당 변화량에 비해 혈중 인슐린 변화량이 다른 밥류에 비해 많았음을 의미하며, 앞서 언급하였던 빵 섭취 후 포도당 C_{max} , $iAUC_{0-2h}$ 가 밥류에 비해 유의하게 높지 않으나 인슐린 C_{max} , $iAUC_{0-2h}$ 는 밥류에 비해 유의하게 높았던 점과 일치하는 결론이라고 판단된다. 또한 빵 섭취 후 인슐린 C_{max} , $iAUC_{0-2h}$ 및 IGI_{30min} 가 높게 측정된 바에 미루어 볼 때, 본 연구에서 빵의 혈당지수가 비교적 높지 않게 측정된 이유는 빵 섭취 후 밥류에 비해 인슐린반응이 높게 일어나서 혈중 포도당 농도를 낮게 측정되도록 함에 따라 혈당지수가 낮게 산출되었을 가능성을 생각하였다.

각각의 임상시험용식단의 특징을 좀 더 자세히 살펴보면, 현미밥은 식후 중성지방을 감소시키고, 식후 포도당 C_{max} , $iAUC_{0-2h}$ 가 가장 낮은 경향이였으나 2시간 경과 후에는 혈중 포도당 농도를 일정한 수준으로 유지하면서 4시간 경과 후에는 오히려 다른 섭취군에 비해 혈중 포도당 값이 높았다. 식후 인슐린 $iAUC_{0-2h}$ 또한 가장 낮고 C_{max} 와 혈당지수도 가장 낮은 경향을 띄었는데, 이는 현미밥 섭취가 식후 포도당과 인슐린을 가장 적게, 그리고 완만하게 상승시키면서 혈당지수도 가장 낮음을 의미한다.

식사 후 탄수화물이 장에서 흡수되어 식후 90~120분 후 혈중 포도당 농도가 최고치에 도달하는데 이때 인슐린이 필요하고 이러한 인슐린을 식사인슐린(meal related insulin, bolus insulin)이라 한다. 제2형 당뇨병 환자는 자연경과에 따라 췌

장의 베타세포 기능이 점차 저하되고 시간이 지날수록 경구혈당강하제에 의한 혈당조절은 실패하게 되어 외부의 인슐린 공급에 의한 혈당조절이 필요하다³⁾. UKPDS(U.K. Prospective Diabetes Study) 연구에 의하면 이미 새로이 진단된 제 2형 당뇨병 환자의 경우도 정상 인슐린 분비능의 50%가 이미 소실된 상태이며 진단 6년 후에는 정상 분비능의 25% 미만이 남게 된다고 하여⁴⁾ 인슐린을 분비시키는 기전의 약물보다는 인슐린 저항성을 개선하는 기전의 혈당강하제를 초기 치료로 권장하거나, 또는 조기 인슐린 치료를 함으로써 췌장의 베타세포기능을 보존하는 치료 방법이 권고되고 있다⁵⁾.

따라서 현미밥 섭취가 식후 중성지방을 감소시키고 식후 포도당, 인슐린반응이 낮으면서 혈당지수 또한 낮은 점은, 췌장 베타세포의 인슐린분비능이 감소되거나 인슐린저항성이 있어서 인슐린 과다분비가 일어나는 당뇨병 환자에서 과다한 인슐린 분비를 막아주고 식후 급격한 혈당상승 및 저혈당 발생 위험을 줄여 주며, 혈중지질조절 또한 개선시키는 효과를 줄 수 있겠다.

반면 빵은 밥류에 비하여 식후 포도당 C_{max} , $iAUC_{0-2h}$ 는 높지 않으나 혈중에서 시간이 경과함에 따른 감소가 적게 일어나 식후 2시간에는 섭취군 중 가장 높은 포도당 값(C_{2hr})을 보였고 이후 비교적 빠른 속도로 혈중 농도가 감소하여 식후 4시간에는 섭취군 중 가장 낮은 포도당 값(C_{4hr})을 보였다. 또한 빵 섭취 후 인슐린의 C_{max} , C_{2hr} 및 $iAUC_{0-2h}$ 가 가장 높은 경향이었는데, 이는 인슐린분비 반응이 급격히 일어나 높은 정점에 도달하고 이후에도 혈중 인슐린 농도가 높은 상태로 오래 지속됨을 의미한다. 즉, 빵은 식후 포도당과 인슐린을 가장 높이고, 그리고 급하게 상승시키고 장시간 높은 상태로 지속시키며 이에 따른 식후 저혈당을 초래할 가능성도 있다. 또한 밥류와 달리 식후 중성지방을 유의하게 상승시켰다. 이러한 점들은 당뇨병 환자에서 빵 섭취가 식후 고혈당 및 저혈당의 위험을 높일 수 있고 혈당조절 및 혈중지질조절을 악화시킬 수 있음을 의미하며, 앞서 언급한 바^{3, 4)}에 의할 때 장기적으로는 췌장 베타세포의 인슐린분비능 고갈을 앞당기는 역할을 할 수 있다.

백미밥 섭취 후의 포도당과 인슐린 C_{max} 는 현미밥과 비슷한 수준이나 식후 2시간째 혈중 포도당과 인슐린 농도가 높은 상태로 지속됨에 따라 포도당과 인슐린의 $iAUC_{0-2h}$ 가 현미밥보다 약간 높아지고 혈당지수 또한 현미밥보다 높은 경향을 나타내게 하였다. 백미밥을 빵과 비교 시에는 포도당 C_{max} 와 $iAUC_{0-2h}$ 가 빵과 비슷하지만 인슐린 C_{max} 와 $iAUC_{0-2h}$ 는 빵에 비하여 훨씬 적었다. 이러한 점은 백미밥 섭취 시 급격한 식후 혈당 상승은 일어나지 않으나 현미밥과 비교 시 식후에 고혈당이 오래 지속될 위험이 있어서 당뇨병 환자가 백미밥을 섭취 시 현미밥에 비해 혈당조절이 악화될 가능성이 있다고 생각할 수 있겠다. 그러나 빵 섭취와 비교 시에는 혈중지질을 개선시키고 인슐린이 적게 분비됨에 따라 백미와 같은 밥류 섭취가 장기적으로는 췌장의 베타세포기능을 보존하는데 도움이 되겠다.

흑미밥은 섭취 후 포도당 C_{max} 와 $iAUC_{0-2h}$ 및 혈당지수가 가장 높으며 식후 인슐린 C_{max} 와 $iAUC_{0-2h}$ 가 빵보다는 낮고 백미밥과 현미밥에 비해서는 높다.

즉 흑미밥은 식후 포도당 정점과 혈당지수가 가장 높으나 식후 인슐린 상승은 빵에 비하여 적게 일어난다. 따라서 당뇨병 환자가 섭취 시 식후 혈당을 급격하게 상승시키고 혈당조절을 악화시킬 수 있으나 빵보다는 혈중지질을 개선시키고 베타 세포기능을 보전하는데 도움이 되겠다고 판단하였다. 흑미밥에서 다른 밥류에 비해 식후 포도당 및 인슐린반응이 높았던 이유는 향후 추가적인 연구를 통해 밝혀볼 필요가 있겠다.

24시간연속형혈당모니터링시스템(CGMS) 측정 결과, 정맥혈을 이용한 혈중 포도당 측정값과의 상관계수는 0.79 로서, 이는 본 연구자들이 비빔밥, 김밥, 햄버거 등을 섭취한 후 CGMS와 정맥혈에서 측정한 포도당 값을 비교했던 선행연구에서의 상관계수 0.73 과 비슷한 수준이어서 본 연구에서의 CGMS 측정 결과가 비교적 정확하며 재현성이 있음을 확인할 수 있었다⁶⁾.

쌀의 기능성에 대한 지금까지의 국내·외 연구는 쌀에 함유되어 있는 기능성분의 분석, 성분 중심의 효능연구로써 주로 미강층에 존재하는 성분에 대한 효능 연구가 대부분이다. 즉, 전곡(whole grain) 연구가 부족할 뿐만 아니라 밥 형태의 섭취를 직접 설명할 수 없다는 한계가 있으며, 밥 또는 밥중심 식생활에 대한 연구 및 사람을 대상으로 한 임상시험 연구조차 매우 드물다. 또한 흑미 안토시아닌의 기능성을 규명하기 위하여 세포실험, 동물실험 등을 통하여 명확한 기능성과 작용기작을 밝혀내야 하고, 이것을 바탕으로 임상시험을 수행하여 기능성을 입증하여야 하겠다.

본 연구자들은 밥중심식사의 우수성을 발굴하는 첫 단계로써 건강한 한국인에서 백미밥, 현미밥, 흑미밥, 빵 섭취 시 혈중 중성지방, 포도당 및 인슐린 등에 미치는 영향을 살펴보는 임상시험을 수행하였다. 본 임상시험에서는 단일식품 섭취 후의 체내 급성 변화를 살펴보았는데, 일상적인 혼합식 형태의 밥 섭취가 식후 혈중 중성지방, 포도당, 인슐린, 혈당지수 등에 미치는 영향을 관찰하는 연구방법을 택하지 않은 이유로는 다음에 기술하게 될 내용들을 들 수 있다. 첫째, 혈당지수와 여러 형태의 혼합식에 관한 다른 연구결과에서 혼합식의 예상되는 혈당지수와 실제 측정되는 혈당지수가 일치하지 않은 결과들을 보고하고 있는데 이는 식사의 구성 성분 또는 요소들, 음식의 조리법과 조미료나 향신료가 식사 후 소화 흡수에 영향을 미치고 그 결과 혈당과 호르몬 반응이 달라지며, 개인차에 따라서도 이러한 반응들이 다르기 때문이다⁷⁾. 따라서 임상시험을 수행에 앞서서 혼합식의 영양학적 특성이나 조리법 등을 규정하지 않은 상태로 혼합식을 섭취한다면 도출된 결과들을 해석할 수 없게 될 가능성이 있었다.

또한 밥 또는 밥중심 임상시험용식이를 이용한 확증적임상시험에 앞서 주식인 밥으로 이용되는 곡류의 기본적 특성을 파악할 필요가 있었다. 이러한 점은 본 임상시험이 단일식품 섭취 후의 체내 급성 변화를 살펴보았다는 제한점이 될 수도 있지만, 혈중 포도당 농도만으로 식품의 혈당지수를 연구한 다른 선행연구⁸⁾들에 비교하면 본 임상시험에서는 해당 식품의 포도당, 인슐린, 중성지방을 동시에 측정함

으로써 해당식품이 체내에 들어가 혈당을 올릴 때의 기전을 일부 유추할 수 있게 하였다. 예를 들면, 본 연구에서 빵의 혈당지수가 비교적 높지 않게 측정되었는데 만약 혈중 인슐린 변화를 고려하지 않았다면, 빵 섭취가 저혈당지수 식사 측면에서 당뇨병 등의 질환에 큰 영향을 끼치지 않는다는 잘못된 결론을 내릴 수 있었다. 그러나 본 연구자들은 빵 섭취 후 밥류에 비해 인슐린반응이 높게 일어남에 따라 혈중 포도당 농도를 낮아지고 혈당지수가 낮게 산출되었을 가능성을 추측할 수 있었다. 즉, 혈당조절 뿐만 아니라 고지혈증, 체중조절 등이 필요하고 췌장의 베타세포기능보전까지 고려하는 다각도의 치료가 필요한 당뇨병 환자에게 식사요법을 교육함에 있어서 단순히 혈당지수만으로 설명하지 않고 식후 중성지방과 인슐린반응도 같이 설명할 수 있게 하였다.

Jenkins 와 그의 동료들이 62개의 GI 식품목록을 발표한 이후 1995년 Foster-Powell 등이 600여개의 식품에 대한 혈당지수I 자료를 정리, 평균값으로 발표하였다⁹⁾. 그러나 이 목록에 발표된 자료 중 일부식품은 평균 혈당지수 값에 큰 편차가 있을 뿐만 아니라 그 이후 발표된 대부분의 혈당지수 목록들 또한 우리나라 사람들이 섭취하지 않는 식품이 주를 이루는 등 우리나라에 실제 적용하기에는 많은 문제가 있다고 한다. 또한 국내의 경우, 탄수화물 식품에 대한 구체적인 연구도 일부만 이루어진 상태이어서 곡류를 주식으로 하는 우리나라에서 당뇨병 환자들의 식사지침으로 이용하기 어렵다고 하였다⁸⁾. 한편, 각각의 식품에 포함된 당질의 분율에 그 식품에 혈당지수를 곱하면 각 식품에 포함된 혈당지수를 계산할 수 있고 섭취한 모든 식품의 혈당지수를 합산하면 해당식사의 혈당지수를 구할 수 있다고 하였으나¹⁰⁾ 앞서 언급했던 바와 같이 혈당지수 값은 하나의 식품만을 기준으로 설정되었기 때문에 일상적인 식생활의 혼합식에 그대로 적용하면 예상되는 혈당지수 수준과 일치하지 않은 결과가 나온다 한다⁷⁾.

2010년 유네스코 세계무형문화유산에 지정되어 그 문화적, 건강학적 가치가 드높아진 지중해식 식사의 경우는 수십 년에 걸쳐 여러 형태의 영양역학연구가 이루어짐에 따라 지중해식사유형이 체계적으로 정립되었다¹¹⁾. 그 결과 다양한 임상시험 수행에 반드시 필요한 임상시험용 식사유형을 제공할 수 있었고 이에 따라 지중해식 식사가 건강식임을 뒷받침하는 과학적 근거들이 마련되었다^{12, 13)}.

본 연구과제인 ‘임상시험을 통한 밥중심식사의 기능적 우수성 구명’을 위해서도 임상시험 수행에 앞서 ‘밥중심식사의 식사유형’ 기준을 우선 마련하여 피험자들에게 제공할 식단을 선정 할 수 있어야 한다. 지금까지 많은 연구에서 식사와 질병과의 연관성을 파악하기 위해 주로 단일 영양소 또는 단일 식품 섭취를 주로 이용하였는데, 이 경우 잘못된 연관성을 구명할 가능성이 있다¹⁴⁾. 그 이유는 영양소 사이의 높은 상관성을 반영할 수 없고 실제로 사람들은 일상에서 단일 영양소나 단일 식품 형태가 아닌 다양한 식품으로 구성된 식단 개념의 조리된 음식물을 섭취하기 때문이다. 임상시험에서 이 식품 또는 음식들을 단일 영양소 또는 단일 식품 형태로 장기간 섭취하게 한다면 부적절한 결과가 도출될 가능성이 있겠다.

식사유형과 질병과의 관계에 대한 연구들이 세계적으로 관심을 끌고 있다. 국내의

경우 단일 영양소 또는 단일식품에 대해서 해외에 견줄만한 다양한 연구 결과가 보고되고 있으나 밥중심식사의 식사유형을 이용한 전향적 의학적 연구는 거의 없는 실정이며 몇몇 선행연구에 의하면 밥, 국, 김치 중심의 식사를 하면 자칫 건강에 악영향을 끼친다는 편견을 줄 수 있는 결과들을 도출하였다. 즉, 국내에 보고된 한국인의 식사유형에 따른 질병과의 관련성 연구 결과에 의하면 쌀, 김치, 콩, 해조류 및 채소류를 주로 섭취하는 곡류, 채소류 식사패턴을 가진 사람들에서 고혈압의 위험이 높았으며¹⁵⁾ 해외저널에 실린 우리나라 성인의 식사유형을 비교분석한 연구 결과에 따르면, 국민건강영양조사 자료를 군집분석하여 식사유형을 흰밥과 김치를 주로 섭취하는 ‘전통식군’, 국과 김치 이외에 면류, 빵류, 계란과 우유 등의 다양한 식품을 함께 섭취하는 ‘건강식군’, ‘고기 및 알코올군’ 이라는 3가지로 분류하고 ‘전통식군’에서 ‘고기 및 알코올군’보다 혈중 중성지방 및 혈압 상승 위험이 비록 적지만 동맥경화 억제 기능이 있는 HDL(저밀도지단백)-콜레스테롤은 수치가 현저히 낮아서 ‘전통식군’이 대사증후군과 관련이 있다고 보고하고 있다¹⁶⁾.

본 연구자들은 이러한 이유로 인해 금번 임상시험에서 ‘밥중심의 임상시험용식단’을 이용한 임상시험을 수행하는데 제약이 있어서 단일식품을 이용한 임상시험을 수행하였으며, 향후 본 연구과제의 일환으로 이루어진 타세부과제에서 비교적 장기간의 임상시험 동안 섭취할 수 있는 ‘밥중심식사의 식사유형’이 개발된다면 향후 이를 이용해 임상시험을 수행하여 밥중심식사가 항당뇨, 항비만, 항변비 등의 기능적 우수성이 있음을 구명하고자 한다.

요약하면, 빵은 식후 포도당과 인슐린을 가장 높이, 그리고 급하게 상승시키고 장시간 높은 상태로 지속시키며, 밥류와 대조적으로 식후 중성지방을 유의하게 상승시켰다. 현미밥은 식후 포도당과 인슐린을 가장 적게, 그리고 완만하게 상승시키고 혈당지수가 가장 낮았으며 백미밥은 식후 포도당을 현미밥보다 높게 상승시키고 혈당지수도 높은 편이지만 식후 인슐린 상승은 빵에 비하여 훨씬 적게 일어났다. 흑미밥은 비록 식후 포도당 정점과 혈당지수가 가장 높으나 식후 인슐린 상승은 빵에 비하여 훨씬 적게 일어났다. 또한 현미밥, 백미밥, 흑미밥에서 공통적으로 식후 중성지방이 감소하였다.

따라서 혈당조절 뿐만 아니라 혈중지질, 혈압, 체중 등의 조절이 반드시 동시에 이루어져야 하며 이를 위해 약물치료, 식사요법 및 운동요법을 병행해야 하고 췌장의 베타세포기능보전까지 고려하는 다각도의 치료가 필요한 당뇨병 환자에서 빵의 잦은 섭취는 혈당조절 및 고지혈증을 악화시킬 수 있으며 장기적으로는 췌장 베타세포의 인슐린분비능 고갈을 앞당기는 역할도 할 수 있다. 그러나 현미밥은 과도한 인슐린 분비를 막아주고 식후 급격한 혈당상승 및 저혈당 위험을 줄여 줄 수 있으며 혈중지질 개선에도 도움이 되고, 백미밥, 흑미밥과 같은 밥류가 빵 섭취보다는 우리 몸에 이로울 수 있음을 본 연구를 통하여 확인하였다.

제 2 절. 2·3차년도 연구개발수행 내용 및 결과

1. 2·3차년도 연구개발의 내용

- 임상시험 계획단계
 - 임상시험용제품의 또는 식사의 선정
 - 임상시험방법 구상
 - 임상시험계획서/증례기록서 개발
 - 임상시험 제품 또는 식사 공급 준비
- 임상시험 수행단계
 - 기능성식품인체시험심사위원회(IRB) 승인
 - 임상시험 개시모임
 - 피험자모집 및 선정
 - 임상시험 수행
 - 증례기록서 작성
 - 모니터링 및 점검
- 임상시험 보고단계
 - 통계분석
 - 보고서 작성
 - 국내 또는 국외 논문 게재

2. 2·3차년도 연구개발수행 결과

가. 연구 제목

- 기능성변비를 가진 젊은 여성층을 대상으로 장건강 및 배변기능에 대한 밥중심 식사의 유효성 및 안전성을 평가하기 위한 4주간, 공개 인체적용시험

나. 연구 목적

- 기능성변비를 가진 젊은 여성에서 밥중심식사 또는 밀중심식사 섭취가 대장통과 시간(colonic transit time), 배변횟수, 대변무게, 대변 내 단쇄지방산 함량 및 대변의 pH에 미치는 영향을 비교 평가한다.
- 기능성변비를 가진 젊은 여성에서 밥중심식사 또는 밀중심식사 섭취가 대변 내 효소 활성 및 설문지를 통해 측정되는 배변기능에 미치는 영향을 비교 평가한다.

다. 피험자 수

- 총 39명 (현미밥중심식사군 13명, 백미밥중심식사군 13명, 밀중심식사군 13명)

라. 시험 방법

- 자원자에 한하여 인체적용시험 예정일(1일)로부터 4주 이내(-28일 ~-1일)에 서면동의서 작성, 문진, 신체검진, 진단검사의학 검사를 시행하고, 대장통과시간 측

정을 위한 전처치에 필요한 방사선비투과성표지자 캡슐을 자원자에게 제공하였다. 자원자는 이후 3일간 방사선비투과성표지자 캡슐을 정해진 방법에 따라 복용한 후 복부 X-선 촬영을 통해서 대장통과시간을 측정하였다. 최종적으로 본 연구에 피험자로 적합하다고 판단되는 자를 선정하여 세 가지 식사군(현미밥중심식사군, 백미밥중심식사군, 밀중심식사군)에 배정하였다.

[1차 방문] 피험자는 대변검사를 위해 1차 방문 예정일(1일)로부터 이전 7일간(-7~-1일) 대변을 받아서(1회), 대변무게를 측정하고 일부분을 채취하여 채변용기에 담아 냉동 보관 후 1차 방문(1일)에 가져왔다. 1차 방문 시 정해진 검사를 실시하였고, 피험자는 이후 4주 동안 매 끼니 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에서 제공하는 인체적용시험용식사를 섭취하며 일상생활을 하였다.

[2차 방문] 피험자는 대변검사를 위해 2차 방문(29일)으로부터 이전 7일간(22~28일) 대변을 받아서(1회), 대변무게를 측정하고 일부분을 채취하여 채변용기에 담아 냉동 보관 후 2차 방문(29일)에 가져왔다. 피험자는 2차 방문 시 대장통과시간 등 정해진 검사를 실시한 후 인체적용시험 참여를 종료하였다.

마. 인체적용시험용식사

- 인체적용시험용식사의 섭취열량 설정은 한국인 영양섭취기준(KDIs, Dietary reference intakes for Koreans, 2010년)에 근거하였으며, 한 끼 식사에 포함된 영양소 섭취 비율의 구성은 탄수화물 55~70%, 단백질 7~20%, 지방 15~25%로 이루어졌다.
- 인체적용시험용식사의 구성은 2주간의 메뉴로 구성되었으며 구성안은 다음과 같다.

■ 현미밥 및 백미밥중심식사 메뉴(1, 3주)

** 주식을 제외한 국류와 부식류는 동일하게 제공함

	조식	중식	석식
월	현미밥/쌀밥 김치국 계란말이 콩나물무침 열무김치	현미밥/쌀밥 미역국 소불고기 멸치조림 상추&도토리묵무침 배추김치	현미밥/쌀밥 시래기된장국 콩치구이 감자채볶음 미나리숙주나물 배추김치
화	현미밥/쌀밥 콩나물국 동그랑땡전 깻잎지 배추김치	현미밥/쌀밥 호박잎된장국 갈치감자조림 건과래볶음 오이무침	현미밥/쌀밥 돈육김치찌개(大) 애호박전 풋고추&쌈장 석박지

	바나나	배추김치	삶은옥수수
수	현미밥/쌀밥 감자양파국 닭살야채볶음 맛김구이 배추김치	현미밥/쌀밥 오이냉국 돼지고기수육 야채쌈/쌈장 마늘쫄무침 배추김치 수박	현미밥/쌀밥 들깨무국 매콤오징어불고기 부추전 가지나물 배추김치
목	현미밥/쌀밥 아욱된장국 가자미구이 파리고추무침 배추김치	현미밥/쌀밥 콩나물국 닭볶음탕 호박볶음 시금치나물 배추김치	현미밥/쌀밥 육개장(大) 연근조림 미역초무침 깍두기 바나나
금	현미밥/쌀밥 소고기국 연두부찜 볶은김치 깍두기	현미밥/쌀밥 근대된장국 고등어구이 두부양념조림 얼무고추장나물 배추김치 참외	현미밥/쌀밥 호박고추장찌개 돼지고기두루치기 우영조림 부추무침 배추김치
토	현미밥/쌀밥 미역국 돼지고기장조림 무생채 배추김치	비빔밥(현미밥/쌀밥) 맑은장국 해물완자전 배추겉절이 방울토마토	현미밥/쌀밥 순두부국 조기구이 느타리버섯볶음 깻잎순나물 배추김치
일	현미밥/쌀밥 시금치된장국 코다리간장조림 생김구이&양념장 배추김치 사과	현미밥/쌀밥 감자양파국 제육볶음 브로콜리&초장 참나물무침 배추김치	현미밥/쌀밥 미역냉국 닭찜 호박나물 치커리무침 배추김치

■ 현미밥 및 백미밥중심식사 메뉴(2, 4주)

	조식	중식	석식
월	현미밥/쌀밥 맑은콩나물국 메추리알장조림 취나물 배추김치 바나나	현미밥/쌀밥 배추된장국 고등어구이 파리고추멸치볶음 콩나물무침 배추김치 삶은감자	현미밥/쌀밥 소고기무국 계란말이 마늘쫄볶음 참나물무침 배추김치

화	현미밥/쌀밥 순두부국 조기구이 느타리버섯볶음 배추김치	현미밥/쌀밥 감자양파국 버섯불고기 가지전 오이무침 배추김치 방울토마토	현미밥/쌀밥 얼무된장국 닭살고추장불고기 우영조림 미역오이초무침 배추김치
수	현미밥/쌀밥 근대된장국 햄야채볶음 맛김구이 배추김치	현미밥/쌀밥 우묵냉국 낙지&오징어볶음 계란찜 시금치나물 배추김치	현미밥/쌀밥 사골우거지국 송이버섯전 도토리묵김무침 깻잎지 배추김치 참외
목	현미밥/쌀밥 동태국/계란국 감자채볶음 숙주나물 배추김치	현미밥/쌀밥 부추닭곰탕(大) 풋고추&쌈장 깍두기 수박	현미밥/쌀밥 청국장찌개 갈치구이 미나리무침 미역줄기볶음 배추김치
금	현미밥/쌀밥 북어무국 두부양념조림 깻잎순나물 배추김치 토마토	현미밥/쌀밥 호박잎된장국 고등어무조림 잡채 치커리무침 배추김치	현미밥/쌀밥 오이냉국 돼지고기묵은지찜 연근조림 부추무침 배추김치
토	현미밥/쌀밥 어묵국 계란볶음 실치조림 배추김치	현미밥/쌀밥 나박김치국 찜닭 생김구이 얼갈이된장나물 얼무김치	현미밥/쌀밥 부대찌개 야채스틱&쌈장 단무지무침 배추김치
일	현미밥/쌀밥 매운콩나물국 소고기장조림 고사리나물 배추김치 자두	현미밥/쌀밥 김치국 돼지고기두루치기 알감자조림 상추&썩갠무침 배추김치	현미밥/쌀밥 시금치된장국 가자미구이 건파래볶음 무생채 배추김치 옥수수

■ 밀중심식사 메뉴(1, 3주)

	조식	중식	석식
월	후렌치토스트&딸기잼&버터 양송이스프 키위토마토샐러드 우유	짜장면(大) 단무지 배추김치	쌀밥 만두국 부추오징어전 미나리숙주나물 배추김치
화	베이컨에그샌드위치 그린샐러드 오렌지쥬스	햄버거 후렌치후라이&케찹 콜라	쫄면(大) 팽이장국 배추김치 쌀밥(小) 삶은감자
수	씨리얼 크로와상 콘샐러드 바나나 우유	잔치국수(大) 풋고추&쌈장 마늘쫄무침/탁교 배추겉절이	쌀밥 떡국 미니돈까스 느타리버섯나물 배추김치
목	도넛츠(2개) 방울토마토 아이스커피	치즈오븐스파게티 마늘바게트빵 피클/콜라	해물칼국수(大) 고추장떡 미역초무침 배추겉절이 쌀밥(小)
금	모닝빵&버터 베이컨 양배추샐러드 사과쥬스	라면 김밥 배추김치	쌀밥 계란국 비빔소면 갯잎순나물 배추김치
토	에그맥머핀 오렌지 아이스커피	피자 그린샐러드&발사믹드레싱 피클 콜라	열무물국수(大) 동그랑땡전 배추겉절이 쌀밥(小)
일	후렌치토스트 수제소시지 스크램블에그 토마토쥬스	어묵우동(大) 김말이튀김 마늘종락교무침 배추김치	짬뽕(大) 단무지 배추김치 쌀밥(小)

■ 밀중심식사 메뉴(2, 4주)

	조식	중식	석식
월	후렌치토스트&버터&딸기잼 계란후라이 소시지 오렌지쥬스	해물수제비(大) 동그랑땡전 도토리묵&김가루 배추겉절이 쌀밥(小)	비빔국수 군만두 애호박볶음 배추김치
화	티라미슈케익 쿠키 포도 아이스커피	얼큰칼국수 계란찜 야채스틱(풋고추/오이) 배추겉절이	까르보나라스파게티 치즈후레쉬면 양상추샐러드&포도드레싱 피클
수	소시지에그맥머핀 콘샐러드/그린샐러드 오렌지쥬스	쌀밥 낙지오징어볶음&소면 오이냉국 가지전 맛김구이 배추김치	물냉면 전만두 무초절이 배추겉절이 쌀밥(小)
목	씨리얼 소보로빵 우유 파인애플	닭계장(소면사리) 부추전 풋고추&쌈장 깍두기 쌀밥(小)	떡볶이 튀김 핫도그 오렌지쥬스
금	디럭스샌드위치 옥수수스프/양송이스프 사과쥬스	피자 고구마샐러드 피클 콜라	김치말이냉국수(大) 옥수수고로켓 연근조림 배추김치 쌀밥(小)
토	핫케익 해쉬브라운 그린샐러드&오리엔탈드레싱 아이스티	야끼우동(볶음우동) 유부일식된장국 배추김치	쌀밥 콩나물국 김치전 햄야채볶음 무생채/무나물 배추김치
일	베이컨&크림치즈 키위토마토샐러드 옥수수스프 우유	열무비빔국수 배추된장국 닭가슴살튀김 파리고추멸치볶음 배추김치 쌀밥(小)	쌀밥(小) 고추잡채 꽃빵 감자국 참나물 배추김치

바. 평가 방법

(1) 안전성 평가

- 자·타각 증상 등 이상반응 모니터링
- 신체검진
- 진단검사의학 검사, 활력징후

(2) 유효성 평가

(가) 1차 유효성 평가

- 대장통과시간(colonic transit time)
- 배변횟수
- 대변무게
- 대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid) 함량
- 대변의 pH

(나) 2차 유효성 평가

- 대변 내 효소 활성: β -glucosidase, β -glucuronidase, Urease
- 체중 및 체질량지수(body mass index, BMI)
- 식사평가

사. 통계 분석

- 탐색적시험(Pilot study) 성격상 반드시 통계적 가설검정이 요구되는 것은 아니지만, 평가 결과에 대해 시험자의 판단으로 필요한 경우 SPSS®, SAS 또는 S-plus 등 통계소프트웨어를 사용하여 다음과 같은 방법으로 유의수준 0.05에서 통계분석을 시행하였다.
- 인구학적 정보
인체적용시험용식사에 참여한 피험자의 연령, 신장, 체중을 비롯한 음주, 흡연, 카페인 섭취 여부 등 인구학적 정보에 대해서는 섭취군간 기술통계학적 분석을 실시하였다.
- 안전성 평가
인체적용시험용식사의 안전성은 활력징후, 진단검사의학검사결과, 이상반응 발생 등에 따라서 평가하며 Fisher's exact test, Linear mixed effect model 등을 적용하였다.
- 유효성 평가
유효성평가 항목은 대장통과시간, 대변무게, 대변의 단쇄지방산 함량, 대변의 pH, 배변횟수, 대변 내 효소활성(β -glucosidase, β -glucuronidase, Urease), 배변 기능, 체중 및 체질량지수, 식사평가를 섭취군간 차이를 비교하기 위하여 Linear mixed effect model를 적용하였다. 또한 대장통과시간 평가는 36시간을 기준으로 층화분석을 실시하였다

아. 결과

(1) 피험자

본 인체적용시험의 목표 피험자 수는 총 39명으로, 총 46명의 자원자가 스크리닝 검사를 받았다. 자원자는 서면동의서를 작성한 후 피험자 적합성 평가를 받았으며, 총 39명의 피험자가 적격 피험자로 선정되어 현미밥중심식사군, 백미밥중심식사군, 밀중심식사군에 13명씩 배정되었다. 그러나 인체적용시험 진행 중 피험자 4명(백미밥중심식사군 2명, 밀중심식사군 2명)이 동의철회하여 총 35명(현미밥중심식사군 13명, 백미밥중심식사군 11명, 밀중심식사군 11명)의 피험자가 시험계획서에 명시된 바에 따라 정상적으로 시험을 종료하였다.

(2) 인구학적정보

본 연구에 참여한 피험자의 인구학적 정보는 표 2-1과 같다. 피험자들의 인구학적 정보에서 나이, 신장, 체중, 체질량지수는 각 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이는 없어서 무작위배정이 잘 이루어졌다고 판단하였다.

표2-1. 인구학적정보

	현미밥중심식사 (n=13)	백미밥중심식사 (n=13)	밀중심식사 (n=13)	Total (n=39)	P value ¹⁾
나이(세)	22.6±2.5	21.8±2.1	21.2±1.1	21.8±2.0	0.182
신장(cm)	161.8±6.4	162.5±5.3	159.1±2.6	161.2±5.1	0.189
체중(kg)	53.2±5.3	54.1±6.6	53.1±7.0	53.5±6.2	0.906
BMI(kg/m ²)	20.3±1.7	20.5±2.8	21.0±2.8	20.6±2.4	0.785

Values are presented a mean±SD

¹⁾ One-way ANOVA

(3) 1차 유효성 평가

(가) 대장통과시간

대장통과시간은 우측대장, 좌측대장, 직결장, 전대장으로 나누어 평가하였으며 섭취 전과 섭취 4주 후 대장통과시간 변화를 표 2-2에 요약하였다. 각 섭취군 내 대장통과시간 평가 결과, 현미밥중심식사군에서 섭취 전에 비해 섭취 4주 후 좌측대장과 전대장 통과시간이 통계적으로 유의하게 감소하였다(p=0.030, p=0.032). 각 섭취군 간 대장통과시간을 비교 시, 우측대장, 좌측대장, 직결장에서는 섭취군 간 차이가 없었으나(p>0.05), 전대장에서는 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.039). 즉, 현미밥중심식사군의 대장통과시간이 백미밥중심식사군의 대장통과시간에 비해서 섭취 4주 후 감소하여 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p=0.011), 밀중심식사군의 대장통과시간이 백미밥중심식사군의 대장통과시간에 비하여 섭취 4주 후 감소하여 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.038).(p=0.038).

표2-2. 대장통과시간

	현미밥중심식사군 (n=13)			백미밥중심식사군 (n=11)			밀중심식사군 (n=11)			P value ²⁾
	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	
	우측대장 (hour)	8.9±8.2	6.2±6.3	0.207	12.8±13.6	11.7±9.2	0.754	11.8±13.2	4.4±3.3	
좌측대장 (hour)	15.4±14.9	8.7±8.3	0.030*	13.0±14.1	17.6±14.0	0.347	9.4±10.0	5.9±7.4	0.236	0.070
직결장 (hour)	18.6±18.8	11.5±13.8	0.204	11.7±8.9	13.0±10.3	0.267	13.3±20.1	11.2±14.1	0.761	0.485
전대장 (hour)	42.9±26.0	26.4±17.9	0.032*	36.3±26.0	42.2±23.9	0.176	34.5±29.5	21.5±17.1	0.105	0.039**

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ Analyzed by paired t-test and P value means the significantly different within treatment change from baseline. ²⁾ Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline. * P <0.05

† Linear mixed effect model by bonferroni test (현미밥 vs 백미밥 P value= 0.011, 백미밥 vs 밀 P value=0.038)

(나) 배변 횟수 및 배변 무게

배변 횟수 및 배변 무게 변화를 표 2-3에 요약하였다. 배변 횟수는 현미밥 중심식사군과 밀중심식사군에서 섭취 전에 비해 섭취 4주 후 증가하여 섭취군 내 통계적으로 유의한 차이가 있었지만(p=0.002, p=0.019), 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

배변 무게는 백미밥중심식사군에서 섭취 전에 비해 섭취 4주 후 감소하여 섭취군 내 통계적으로 유의한 차이가 있었지만(p=0.002), 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

표2-3. 배변 횟수 및 배변 무게

	현미밥중심식사군 (n=13)			백미밥중심식사군 (n=11)			밀중심식사군 (n=11)			P value ²⁾
	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	
	배변 횟수 (회/주)	3.4±1.1	5.0±1.1	0.002**	3.0±0.8	4.2±1.1	0.760	2.9±1.1	3.9±1.3	
배변 무게 (g)	135.6±89.1	151.8±69.1	0.421	117.8±135.5	103.2±42.7	0.002**	92.5±60.2	97.2±47.6	0.778	0.491

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ Analyzed by paired t-test and P value means the significantly different within treatment change from baseline. ²⁾ Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline. * P <0.05, ** P <0.01

(다) 대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid) 함량

대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid) 변화를 표 2-4에 요약하였다. 단쇄지방산의 섭취 전·후 변화에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

표2-4. 대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid) 함량

	현미밥중심식사군 (n=13)			백미밥중심식사군 (n=11)			밀중심식사군 (n=11)			P value ²⁾
	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	
Lactic acid (ppm)	5.3±7.9	1.0±1.0	0.080	13.2±13.4	1.9±2.9	0.028*	5.3±6.3	0.5±0.3	0.031*	0.221
Butyric acid (ppm)	33.2±14.9	33.2±13.2	0.988	33.1±9.9	31.8±8.0	0.079	32.2±9.0	22.4±13.4	0.636	0.272
Propionic acid (ppm)	24.0±14.7	20.0±9.1	0.446	26.1±13.6	21.8±8.6	0.020*	22.2±1.9	12.1±7.6	0.350	0.519

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ Analyzed by paired t-test and P value means the significantly different within treatment change from baseline. ²⁾ Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline. * P < 0.05

(라) 대변의 pH

대변의 pH 변화를 표 2-5에 요약하였다. 대변의 pH 의 섭취 전·후 변화에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

표2-5. 대변의 pH

	현미밥중심식사군 (n=13)			백미밥중심식사군 (n=11)			밀중심식사군 (n=11)			P value ²⁾
	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	
pH	6.3±0.8	6.4±0.5	0.593	6.5±0.5	6.7±0.5	0.177	6.3±0.6	6.5±0.5	0.541	0.390

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ Analyzed by paired t-test and P value means the significantly different within treatment change from baseline. ²⁾ Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline.

(마) 체중 및 체질량지수(body mass index, BMI)

체중 및 체질량지수(BMI) 변화를 표 2-6에 요약하였다. 체중 및 체질량지수(BMI)의 섭취 전·후 변화에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

표2-6. 체중 및 체질량지수

	현미밥중심식사군 (n=13)			백미밥중심식사군 (n=11)			밀중심식사군 (n=11)			P value ²⁾
	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	
체중(kg)	53.2± 5.3	52.8± 4.9	0.188	54.1± 6.6	54.4± 7.4	0.479	53.1± 7.0	54.5± 7.1	0.205	0.134
체질량지수(kg/m ²)	20.3± 1.7	20.2± 1.4	0.195	20.5± 2.8	17.5± 8.3	0.177	21.0± 2.8	18.24± 8.5	0.189	

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ Analyzed by paired t-test and P value means the significantly different within treatment change from baseline. ²⁾ Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline.

(4) 2차 유효성 평가

(가) 대변 내 효소 활성

대변 내 효소 활성 변화를 표 2-7에 요약하였다. 대변 효소 활성의 섭취전·후 변화에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

표2-7. 대변 내 효소 활성

	현미밥중심식사군 (n=13)			백미밥중심식사군 (n=11)			밀중심식사군 (n=11)			P value ²⁾
	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	0주	4주	p-value ¹⁾	
β-glucosidase (U/L)	111.5± 92.1	105.5± 90.5	0.736	349.9± 333.9	250.9± 211.9	0.317	174.7± 148.2	100.2± 73.9	0.048*	0.426
Urease (U/L)	67.2± 26.6	44.4± 23.3	0.015*	82.4± 18.5	53.7± 23.5	0.012*	81.3± 19.0	61.3± 24.0	0.014*	
β-glucuronidase (U/mL)	0.22± 0.09	0.16± 0.06	0.057	0.31± 0.40	0.18± 0.10	0.367	0.29± 0.29	0.48± 1.12	0.626	0.559

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ Analyzed by paired t-test and P value means the significantly different within treatment change from baseline. ²⁾ Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline.

(나) 식사 평가

각 섭취군의 4주간 일별 평균 인체적용시험식단의 섭취 열량과 영양소분석으로 식사 평가를 하였으며 평가 결과를 표 2-8에 요약하였다.

일별 평균 총 열량 섭취는 현미밥중심식사군 1434.4±134.5kcal, 백미밥중심식사군 1410.3±222.4kcal, 밀중심식사군 1539.4±263.8kcal로 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

열량 중 탄수화물, 지질 및 단백질 섭취 비율은 현미밥중심식사군에서는 각각 62.1%, 22.5%, 18.4%, 백미밥중심식사군에서는 63.5%, 19.1%, 17.6%, 밀중심식사군에서는 76.3%, 37.2%, 12.5% 이었다. 밥중심식사군(현미밥 · 백미밥중심식사군) 중 현미밥중심식사군에서 단백질 섭취가 조금 많았지만, 2010년 한국인영양섭취기준(탄수화물 55~70%, 지질 15~25%, 단백질 7~20%)에 따른 적정비율에 크게 벗어나지 않음에 따라 균형 잡힌 식사로 볼 수 있다. 그러나 밀중심식사군은 2010년 한국인영양섭취기준에 비해 탄수화물섭취와 지방 섭취가 많았으며 단백질 섭취는 적어 불균형한 영양소를 섭취한 것으로 나타났다. 특히 밀중심식사군의 지방 섭취가 밥중심식사군에 비해 많아서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.001$), 포화지방산은 밥중심식사군에 비해 월등하게 많이 섭취한 것으로 나타났다($p<0.001$).

식이섬유는 현미밥중심식사군에서 $21.5\pm 2.3\text{g}$ 을 섭취하여 2010년 한국인영양섭취기준에서 제시한 하루 식이섬유 충분섭취량인 20g/일 보다 약 1.5g 많이 섭취하였다. 그러나 백미밥중심식사군과 밀중심식사군에서는 각각 $16.7\pm 4.7\text{g}$, $13.2\pm 2.7\text{g}$ 으로 섭취하여 충분섭취량보다 적게 섭취한 것으로 나타났다($p<0.001$).

나트륨 섭취량은 현미밥중심식사군에서 $4201.7\pm 668.7\text{mg}$, 백미밥중심식사군 $4107.4\pm 1397.7\text{mg}$, 밀중심식사군 $5228.8\pm 6748.5\text{mg}$ 으로 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 밀중심식사군에서 밥중심식사군에 비해 많이 섭취한 경향이였다($p=0.751$).

그 밖의 비타민A, β -카로틴(μg), 비타민D, 비타민E, 비타민K, 비타민C, 비타민B6, 엽산, 철분 섭취량은 현미밥중심식사군에서 많아서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 비타민B1, 칼슘, 마그네슘 섭취량은 현미밥중심식사군에서 많았지만 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

또한, 콜레스테롤 섭취량에서 섭취군 간 통계적 차이는 없었지만 현미밥중심식사군에서는 $279.3\pm 43.6\text{mg}$, 백미밥중심식사군은 $285.8\pm 57.3\text{mg}$, 밀중심식사군에서는 $377.9\pm 224.3\text{mg}$ 으로 밀중심식사군에서 많이 섭취한 경향이였다.

표2-8. 인체적용시험식사군의 열량 및 영양소 섭취량

	현미밥중심식사군 (n=13)	백미밥중심식사군 (n=11)	밀중심식사군 (n=11)	P value ²⁾
열량(kcal)	1434.4±134.5	1410.3±222.4	1539.4±263.8	0.316
탄수화물(g)	222.5±25.1	223.9±35.9	293.6±212.9	0.296
총지질(g)	35.8±4.1	30.0±7.2	63.6±18.9	<.0001
식물성지질(g)	21.2±2.4	15.4±3.8	37.0±12.3	<.0001
동물성지질(g)	14.6±2.1	14.6±3.6	25.2±6.3	<.0001
총단백질(g)	65.9±6.4	62.2±12.9	48.1±10.9	0.0005
식물성단백질(g)	32.5±2.9	27.6±5.4	27.2±6.9	0.030
동물성단백질(g)	33.4±4.5	34.6±8.2	21.4±6.0	<.0001
식이섬유(g)	21.5±2.3	16.7±4.7	13.2±2.7	<.0001
비타민A(μg RE)	935.1±146.9	896.3±251.3	583.0±124.2	<.0001
β-카로틴(μg)	5098.7±814.3	4829.8±1452.6	1876.5±736.5	<.0001
비타민D	5.6±1.0	4.6±1.1	1.8±0.3	<.0001
비타민E(mg)	17.6±2.2	15.6±3.6	12.8±2.8	0.001
비타민K(ug)	338.2±47.8	283.9±101.3	106.4±25.6	<.0001
비타민C(mg)	94.7±12.7	87.7±26.7	72.4±15.6	0.023
비타민B6(mg)	2.1±0.2	1.5±0.3	1.6±0.3	<.0001
엽산(μg)	488.9±55.3	463.7±122.7	297.1±54.6	<.0001
비타민B1(mg)	7.9±1.6	6.9±1.8	6.1±2.3	0.087
칼슘(mg)	372.4±54.4	325.0±98.3	327.1±62.5	0.210
나트륨(mg)	4201.7±668.7	4107.4±1397.7	5228.8±6748.5	0.751
칼륨(mg)	2857.9±276.5	2450.8±649.4	1415.3±286.4	<.0001
마그네슘(mg)	89.8±13.1	86.4±19.9	83.5±92.7	0.958
철분(mg)	11.8±1.2	12.3±2.7	9.0±2.1	0.001
콜레스테롤(mg)	279.3±43.6	285.8±57.3	377.9±224.3	0.155
포화지방산(g)	6.9±1.4	7.4±1.6	19.2±4.6	<.0001

Data were presented as mean ± SD. ¹⁾ One-way ANOVA

(5) 안전성 평가

안전성 평가를 위하여 인체적용시험용식단 섭취 전과 섭취 4주 후에 이상반응 확인, 신체검진, 활력징후, 진단검사의학 검사 등을 수행하였다. 활력징후 및 진단검사의학 검사의 기술통계학적 결과를 표 2-9, 2-10에 요약하였다. 인체적용 시험용식단 섭취 후 임상적으로 유의한 이상반응이 나타나지 않았으며, 활력징후 중 맥박수에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었지만(p=0.028) 정상 범위 내에서 일어난 임상적 의미가 없는 변화였다. 진단검사의학 검사에서도 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

표2-9. 활력징후

	현미밥중심식사군 (n=13)		백미밥중심식사군 (n=11)		밀중심식사군 (n=11)		P value ¹⁾
	0주	4주	0주	4주	0주	4주	
수축기혈압 (mmHg)	104.1±8.5	100.9±7.6	101.2±7.1	101.7±8.9	105.8±11.6	108.9±11.0	0.157
이완기혈압 (mmHg)	64.7±6.0	62.3±7.1	65.5±4.8	63.9±7.5	69.2±7.0	70.9±8.9	0.351
맥박수 (회/분)	76.8±8.3	74.5±9.2	76.1±8.5	76.0±7.8	77.2±6.9	84.7±6.4	0.028

Data were presented as mean ± SD. 1) Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline.

표2-10. 진단검사의학검사

	현미밥중심식사군 (n=13)		백미밥중심식사군 (n=11)		밀중심식사군 (n=11)		P value ¹⁾
	0주	4주	0주	4주	0주	4주	
WBC (4.8~10.8×10 ³ /μL)	5.58±1.05	5.89±0.87	5.81±1.35	6.17±1.51	5.48±0.88	6.50±1.11	0.248
RBC (4.2~5.4×10 ³ /μL)	4.15±0.28	4.18±0.28	4.35±0.30	4.39±0.34	4.55±0.27	4.59±0.22	0.994
Hemoglobin (12~16g/dL)	12.40±0.88	12.55±1.01	13.28±0.96	13.35±1.02	13.16±1.13	13.25±0.78	0.831
Hematocrit (37~47%)	37.82±2.25	38.27±2.49	40.12±2.92	39.99±3.12	40.43±2.97	40.38±1.72	0.598
Platelet (130~450×10 ³ /μL)	265.31±44.7 1	267.15±38.7 7	258.85±70.7 4	266.09±60.0 3	285.46±53.7 7	315.73±56.2 5	0.076
ALP (45~129IU/L)	51.15±17.74	54.31±15.01	53.38±13.51	54.82±12.31	56.23±16.32	59.00±19.64	0.689
GGT (8~48IU/L)	12.92±5.06	11.85±4.38	11.92±3.30	11.45±3.86	13.31±5.66	13.55±5.48	0.485
AST (12~33IU/L)	17.00±3.74	17.54±3.62	18.54±3.86	17.00±2.79	19.15±4.74	17.73±2.57	0.246
ALT (5~35IU/L)	11.62±3.38	12.08±4.15	11.85±4.60	11.82±3.92	13.38±4.50	13.09±3.05	0.916
Total bilirubin (0.2~1.2mg/dL)	0.95±0.37	0.85±0.25	0.88±0.33	0.76±0.34	0.73±0.24	0.65±0.17	0.946
Total protein (6.7~8.3g/dL)	7.38±0.31	7.45±0.37	7.43±0.25	7.33±0.22	7.50±0.36	7.55±0.36	0.332
Albumin (3.5~5.3g/dL)	4.46±0.13	4.55±0.18	4.55±0.19	4.50±0.17	4.61±0.26	4.65±0.22	0.144
BUN (8~23mg/dL)	11.00±2.38	10.46±1.61	10.85±2.70	11.09±2.77	11.62±2.75	12.00±2.37	0.525
Creatinine (0.7~1.7mg/dL)	0.66±0.10	0.64±0.07	0.70±0.06	0.65±0.09	0.67±0.07	0.62±0.10	0.501
Glucose (74~106mg/dL)	76.69±6.46	76.85±7.07	80.69±7.20	79.73±6.40	81.31±7.13	81.64±6.22	0.823
Total cholesterol (~200mg/dL)	168.00±34.5 4	160.08±33.8 6	155.38±18.8 6	151.91±17.3 3	171.23±25.0 6	164.09±22.3 5	0.614
Triglyceride (~200mg/dL)	76.23±17.28	66.00±19.81	81.92±47.34	70.64±31.77	80.54±38.06	83.73±43.13	0.644
HDL-cholesterol (48.9~73.5mg/dL)	60.31±11.32	57.62±8.83	60.92±10.38	58.00±11.16	61.69±14.94	62.73±17.86	0.425
LDL-cholesterol (~140mg/dL)	84.00±35.07	83.23±31.47	72.69±14.68	77.73±16.86	88.15±22.23	84.73±18.03	0.601

Data were presented as mean ± SD. 1) Analyzed by repeated measure ANOVA and P value means the means the significantly different between treatment change from baseline.

자. 결론 및 고찰

본 인체적용시험은 영양학적으로 우수하고 식이섬유가 풍부한 ‘밥중심식사’ 섭취가 장 건강 및 기능성변비를 개선시키는 효과가 있음을 확인하고자 기능성변비를 가진 39명의 젊은 여성에게 4주간 현미밥중심식사, 백미밥중심식사 및 밀중심식사를 직접 제공하여 장건강 및 배변기능에 대한 유효성 및 안전성을 비교 평가하였다.

총 39명의 피험자가 본 연구에 참여하였으며, 시험 참여 도중 피험자 4명(백미밥중심식사군 2명, 밀중심식사군 2명)이 동의철회하여 총 35명(현미밥중심식사군 13명, 백미밥중심식사군 11명, 밀중심식사군 11명)의 피험자가 시험계획서에 명시된 바에 따라 정상적으로 시험을 종료하였다. 인체적용시험을 종료한 총 35명의 피험자를 대상으로 기초평가일에서 종료방문일까지의 대장통과시간(colonic transit time), 배변횟수, 대변무게, 대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid), 대변의 pH, 대변 내 효소활성(β -glucosidase, β -glucuronidase, Urease), 체중 및 체질량지수, 식사 평가 등을 평가하였다.

본 연구의 1차 유효성 평가 항목으로 대장통과시간(colonic transit time), 배변횟수, 대변무게, 대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid), 대변의 pH를 평가하였다.

대장통과시간(colonic transit time)을 평가한 결과, 전대장의 대장통과시간에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p=0.039$), 이를 사후검정하면 현미밥중심식사군의 대장통과시간이 백미밥중심식사군의 대장통과시간에 비해서 섭취 4주 후 감소하여 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있고($p=0.011$), 밀중심식사군의 대장통과시간이 백미밥중심식사군의 대장통과시간에 비하여 섭취 4주 후 감소하여 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.038$). 현미밥중심식사군의 좌측대장 및 전대장의 대장통과시간이 섭취 전에 비해 섭취 4주 후 각각 6.7시간, 16.5시간 감소하여 섭취군 내에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.030$, $p=0.032$). 그외 배변횟수, 대변무게, 대변 내 단쇄지방산(short chain fatty acid), 대변의 pH에서는 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)

2차 유효성 평가 항목으로 대변 내 효소활성(β -glucosidase, β -glucuronidase, Urease), 체중 및 체질량지수, 식사 평가를 하였으며, 대변 내 효소활성, 체중 및 체질량지수 항목에서 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다..

각 섭취군 간 식사 평가 결과, 각 섭취군의 일별 평균 총 열량 섭취는 현미밥중심식사군 $1434.4\pm 134.5\text{kcal}$, 백미밥중심식사군 $1410.3\pm 222.4\text{kcal}$, 밀중심식사군 $1539.4\pm 263.8\text{kcal}$ 였으며, 영양소 섭취 면에서는 밀중심식사군의 지질 섭취가 밥중심식사(현미밥 · 백미밥중심식사)에 비해 많았으며, 단백질 섭취는 적은 것으로 나타났다. 또한 밀중심식사군에서 나트륨 섭취도 많았으며 포화지방산은 밥중심식사군에 비해 월등히 많이 섭취한 것으로 나타났다. 각 섭취군의 식이섬유는 현미밥중심식사군

(21.5g)에서 가장 높았으며 백미밥중심식사군, 밀중심식사군 순이었다. 그 외 비타민A, β -카로틴(μg), 비타민D, 비타민E, 비타민K, 비타민C, 비타민B6, 엽산, 철분에서도 밥중심식사군의 섭취량이 밀중심식사군에 비해 많았다.

본 연구를 참여한 모든 피험자에서 안전성 평가를 위해 자·타각 이상반응확인, 신체검진, 활력징후, 진단검사의학 검사 등을 평가한 결과, 임상적으로 의미 있는 변화는 없었다.

본 연구 결과, 현미밥중심식사를 할 경우 대장통과시간이 섭취 전에 비해 섭취 4주 후 감소하고, 배변횟수도 의미있게 증가하여 배변기능 개선에 우수한 효과가 있음을 알았다. 그러나 현미밥중심식사가 밀중심식사에 비해 기능적으로 우수함을 증명할 수 없었고, 오히려 밀중심식사가 백미밥중심식사에 비해 대장통과시간 개선 면에서는 우수하였다. 밥중심식사는 탄수화물, 단백질, 지방이 적절하게 포함된 균형 잡힌 식사로 특히, 현미밥중심식사를 할 경우 식이섬유소와 비타민 섭취가 많으면서 포화지방산 섭취가 적은 건강한 식사라 할 수 있겠다. 비록 본 연구에서 밥중심식사가 밀중심식사에 비해 장건강 및 배변기능 개선에 월등히 효과적임을 증명할 수 없었으나, 현미밥중심식사가 일부 배변기능 면에서 우수함을 확인하여 향후 대규모 인체적용시험을 수행한다면 좋은 결과를 도출할 가능성이 있음을 알았다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

[1핵심] 1-1세부

구분	연구개발 목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 및 기여도(%)
1차년 (2010)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 쌀가공식품산업 현황 및 관련 정책 조사 ○ 쌀가공식품산업의 발전과정 분석을 통한 현재 쌀가공산업 육성 여건 분석 ○ 연구 및 정책적 시사점 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공식품산업 시장규모, 쌀 소비량, 및 각종 지원제도 등 관련 정책 조사 - 쌀가공식품산업 육성을 위한 정부 쌀가공산업 육성여건 조사·분석 - 쌀가공식품산업 발전과정 분석을 통해 정책적 시사점 발굴 	100
2차년 (2011)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 쌀가공식품산업 현황 진단 및 발전방안 도출 ○ 쌀가공식품 소비자 인지 및 소비행태 조사 ○ 연구 및 정책적 시사점 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공식품산업 발전과정사례별 현황 및 문제점을 진단하고 산업적 발전방안 도출 - 쌀가공식품에 대한 소비자 인지 및 소비행태 조사 - 쌀가공산업 육성여건 분석 및 발전방안 도출 	100
3차년 (2012)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 쌀가공식품산업 및 업체 실태 조사결과를 토대로 분야별 문제점 및 개선방안 도출 ○ 쌀가공식품 소비자 인지도 및 선호도 조사 ○ 연구 및 정책적 시사점 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가공식품 산업 및 가공업체 실태 조사결과를 토대로 쌀가공산업 현황 통계를 보정하고 쌀가공산업 육성을 위한 여건 및 발전방안 도출 - 쌀가공식품에 대한 소비자 인지도 및 선호도를 통한 시사점 발굴 - 쌀가공식품산업 육성방안 도출을 통한 정책적 시사점 및 추진 과제 도출 	100

제2절 정량적 성과

세부(협동)과제명	과제 책임자	성과물 유형	성 과 물 명	성과물 주담당자	적용 년월	승인 여부
쌀가공식품산업 현 황분석 및 발전방 안 연구	장인석	발표	쌀가공식품산업 현황진단 및 발전방안 (농림부, “쌀가공산업 발전 및 쌀소비 확대를 위한 워크숍)	장인석	2011. 05.20.	
	장인석	언론 홍보	쌀가공식품산업 현황진단 및 발전방안 (농업인신문, 농어민신문 등)	장인석	2011. 05.20.	
	장인석	언론 홍보	쌀가공산업육성법 제정에 따른 대책 (농어민신문)	장인석	2011. 11.03	
	장인석	언론 홍보	쌀가공식품산업의 현황과 전망 (농업인신문 집중조명)	장인석	2012. 03.30	
	장인석	언론 홍보	쌀가공식품산업의 불안정성 해소방안 (천지일보)	장인석	2012. 05.03.	
	장인석	정책제안	농림부 쌀가공산업발전 5개년 계획수립 TFT 참석 및 정책제안	장인석	2013. 03.	

1-2세부

- 쌀가루의 제분특성을 확립하고 물성 증진으로 종류별 쌀 가공제품의 고급화 및 가공적성 향상 시키며 용도별 쌀가루 규격화 및 등급화를 위한 새로운 품질평가방법을 표준화하였으며 쌀 품종을 달리한 쌀두부 제조 공정을 확립하였음

목 표	연구개발 수행내용	달성도(%)
쌀가루의 제분 특성 확립 및 물성 증진	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전분분해효소 조건에 의한 종류별 쌀가루 가공적성증진 ○ 단백질분해효소 조건에 의한 종류별 쌀가루 가공적성증진 ○ 지방분해효소 조건에 의한 종류별 쌀가루 가공적성증진 	100
쌀 가공식품 제품 품질에 영향을 미치는 쌀가루 품질 특성 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 쌀 가공식품 품질에 영향을 미치는 쌀가루 품질 특성 연구 - 제과, 제빵, 면류, 떡류, 죽류 	100
쌀가루 품질평가 항목 선정 및 평가방법 표준화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 쌀가루 품질평가항목 : 수분, 단백질, 아밀로즈, 입도, 손상전분, RVA, Mixolab ○ 분석방법의 공인성(식품공전, AACC 방법 및 분석장비 제조업체 권장방법 적용) 	100
쌀가루의 가공적성 평가 방법 확립	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고추장, 된장 제조방법 및 품질평가방법 표준화 ○ 쿠키 제조방법 및 품질평가방법 표준화 ○ 떡류 제조방법 및 품질평가방법 표준화 ○ 면류 제조방법 및 품질평가방법 표준화 	100
떡류, 면류 제품품질에 영향을 미치는 쌀가루 품질특성 연구 및 품질규격 설정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고추장, 된장의 주요 품질인자 규명 ○ 쿠키의 주요 품질인자 규명 ○ 떡류, 면류의 주요 품질인자 규명 	100
쌀 품종 및 응고제를 달리하여 제조한 쌀두부의 품질특성 조사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반성분 분석(수분, 조단백질, 조지방, 조회분) ○ 이화학적 특성 분석(색도, pH, 산도, 수율, 탁도, 텍스처) ○ 선발된 관능요인을 통하여 관능검사를 실시할 시 검사 항목은 외관, 맛, 색, 향미, 조직감, 전체적인 기호도 등을 평가 ○ 10% 영안 쌀가루 첨가한 두부의 조직감, 수율 조사 ○ 쌀가루 입자 크기 및 응고제를 달리하여 제조한 쌀두부의 품질특성 조사 	100

1-3세부

제 1 절 연구개발목표의 연차별 목표달성도

1. 연구개발목표의 달성도

구분	목 표	연구개발 수행내용	달 성 도(%)
1차년 도	1차년도 잠재적 위해 미생물 요소 결정 및 정성, 정량 분석방법 확립	쌀 및 유사 곡류 가루 제품에 오염 가능한 미생물 위해 요소 파악	100
		각 미생물 위해요소별 정량 분석방법 확립	100
		제분용 원료 쌀별 오염 미생물 정량 분석	100
2차년도	용도별 쌀가루 제분공정중 미생물위해요소 monitoring과 최적 제분공정 조건 확립	쌀가루 제분공정별 위해 미생물 monitoring 실시	100
		쌀가루 제분공정별 critical control point 설정	100
		각 공정별 위해 세균 오염 최소화위한 최적 제분공정 조건 확립	100
3차년도	용도별 쌀가루 제품의 저장기간 설정과 위해 미생물에 대한 기준 및 규격 확립	용도별 쌀가루 제품의 저장기간 설정	100
		용도별 쌀가루 제품의 위해미생물 기준 규격 확립	100

2. 평가의 착안점에 따른 목표달성도에 대한 자체평가

평가의 착안점	구분	자 체 평 가
<p>목표대비 실적 평가 (연구 최종 목표가 시제품 생산이 아니고 미생물학적 표준 품질 지표 확립임)</p>	1차년도	<p>쌀가루의 미생물학적 품질지표 설정을 위하여 쌀 및 유사 곡류내 오염 가능한 미생물 위해 요소로서 total aerobic mesophilic bacteria, spore-forming aerobic bacteria, yeasts and molds, lactic acid bacteria, coliform, <i>Escherichia coli</i>, 그리고 <i>Salmonella</i> spp. 총 6종류를 선정하였다. 그리고 각각의 위해미생물에 대하여 정성, 정량 분석방법을 확립하였다.</p>
	2차년도	<p>용도별 쌀가루 제분공정 중 미생물 위해요소 monitoring을 완료하였으며 쌀가루 제분공정 중 미생물 위해요소 monitoring 결과를 바탕으로 쌀가루 제분공정별 critical control point를 설정하여 최적 제분공정 조건을 확립하였다.</p>
	3차년도	<p>쌀가루 검체의 저장기간에 따른 위해 미생물 증감 정도를 분석한 결과에 따라 쌀가루 제품을 최소 1년 이상 저장하여도 미생물학적 위해요소의 증가는 미미한 것으로 잠정적 결론을 얻었다.</p> <p>용도별 쌀가루 제품의 위해미생물에 대한 식품공전 기준 및 규격을 비설행으로 제안하였으며 국외 쌀가루 제조회사의 쌀가루 제품별 미생물 위해요소 기준과 국내 쌀가루 제품의 미생물 위해요소를 비교 분석한 결과를 바탕으로 용도별 쌀가루 제조 회사용 위해미생물 관련 자가 품질 기준 규격을 제안하였다.</p>

제 2 절 관련 분야에의 기여도

1. 용도별 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 기준 및 규격을 확립하는데 필요한 기초자료를 제공함으로써 이러한 자료가 쌀가루 제조 업체 내 쌀가루 제분 공정용 위생관리 지침을 마련하고, 제조업체 교육홍보 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다.
2. 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 기준 및 규격을 제안함으로써 더욱 위생적이고 안전한 쌀가루 제품의 안정적인 시장 공급과 쌀 소비 촉진으로 인한 농가소득 증대, 그리고 안전한 쌀가루 제품의 세계시장 수출에 기여할 것으로 사료된다.

1-4세부

본 세부과제의 최초 목표인 신제품 2종(케이팝 라이스칩, 주셰프 치즈콤보)을 출시하여 목표는 100% 달성하였고, 두 제품 다 국내산 쌀가루를 사용하였으며, 향후 새로운 쌀가공 제품발굴을 통해 쌀 소비촉진 및 활성화 도모에 기여할 것으로 생각된다.

1-5세부

목 표	연구개발 수행내용	달성도(%)
글루텐성질을 갖는 쌀가루 개발	▪ 쌀가루개선 연구(제분방법, 입자크기 등)	100%
	▪ 쌀반죽 개선연구(검류, 유화제, 전분 등 첨가)	100%
쌀 쿠키 제품의 물성 증진	▪ 쌀가루 종류에 따른 쿠키 반죽 및 쿠키의 품질특성 연구	100%
	▪ 쌀쿠키의 조직감에 미치는 첨가제의 영향	100%
	▪ 쌀쿠키 제품의 강도 및 바삭거림 조절 기술개발	100%
쌀가루 기계적성 규명 및 시제품 제조	▪ 주요공정(혼합반죽)기계적성 규명	100%
	▪ 산업화를 위한 제조공정 확립	100%
	▪ 시제품 제조 및 소비자 기호도 조사	100%

o 관련분야에의 기여도

- 쌀쿠키제조에 있어서 산업화의 어려운점이 쌀쿠키의 조직감과 먹은후에 입안에 남는 알갱이의 느낌이 가장 해결하기 어려운 점이었음
- 본과제를 통하여 쌀쿠키의 바삭거림을 조절할 수 있는 기술개발이 이루어 졌으며, 향후 입안에 남는 알갱이의 문제점을 해결할 수 있는 가능성을 제시하였음
- 쌀쿠키관련 분야의 전문인력 양성에 기여하였음

1-6세부

년 차	목 표	연구개발 수행내용	달성도(%)
1차년도	건강기능성 및 편의성 쌀 가공제품 3종 이상 proto type 개발	- 우리쌀 분말 스프 개발 - 우리쌀 컵스프 개발 - 우리쌀 분말 카레 개발	100
	각 제품별 2종 이상 시제품 개발	- 우리쌀 분말스프 5종 개발 (쇠고기, 마늘, 양송이, 야채, 크림) - 우리쌀 컵스프 2종 개발 (콘크림, 포테이토) - 우리쌀 분말카레 2종 개발 (매콤한맛, 치즈&코코넛)	100
	지적재산권 출원 1건	- ‘부드러운 스프용 쌀가루 루의 제조 방법’ (등록번호: 10-1221564) - ‘부드러운 카레용 쌀가루 카레루의 제조 방법’ (등록번호: 10-1276074)	200
2차년도	프리미엄급 쌀 가공 제품 컨셉 소비자 조사 및 proto- type 제품 개발	- 우리쌀을 첨가한 분말 짜장 컨셉소비자조사 및 proto type 개발 완료 - 우리쌀을 첨가한 가당 떡 프리믹스 컨셉소비자조사 및 proto type 개발 완료	100
	프리미엄급 쌀 가공 제품의 시제품 제조	- 우리쌀을 첨가한 분말짜장 2종 시제품 제조 (우리쌀 옛날식짜장, 우리쌀 삼선짜장) - 우리쌀 떡프리믹스 3종 시제품 제조 (인절미, 죽인절미, 흑미인절미)	100
	프리미엄급 쌀 가공 제품의 scale up 생산 공정 최적화 및 제품 다양화	- 우리쌀 짜장 2종 및 떡프리믹스 3종 본생산 및 제품 산업화 - 우리쌀 떡프리믹스 추가 2종 개발 및 산업화 (코코넛찰떡믹스, 초코쿠키찰떡믹스)	100
	지적재산권 출원 1건	- ‘전자레인지용 떡 프리믹스 조성물 및 그를 이용한 즉석 떡의 제조 방법’ (출원번호: 10-2011-0087962)	100
3차년도	기 개발 제품의 품질 향상	- 우리쌀 즉석수프 개선 제품 현장 적용 (폴립성 개선 적용, 2012년 12월 적용)	100
	차별화된 프리미엄급 쌀가공 제품 개발	- 동결건조죽 컨셉소비자 조사 - 동결건조죽 proto type 개발 (소고기야채죽, 모닝에그죽, 토푸머쉬룸죽)	100
	프리미엄급 쌀 가공 제품의 scale up 생산 공정 최적화 및 제품 다양화	- 동결건조죽 3종 최적화 공정 확립 및 시제품 제조	100

1-7세부

연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도 (%)
쌀가공 제품 개발을 위한 제품 선발 및 품질 특성 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○개발 대상 제품 선발 및 원료의 영양학적, 기능성에 관한 문헌 조사 ○시판 쌀 가공 제품의 품질 특성 연구 ○개발 대상 쌀 가공 제품의 품질 지표 선정 	100
프리미엄급 쌀 가공 품질 지표 탐색	<ul style="list-style-type: none"> ○개발 대상 prototype 시제품(떡믹스)의 물리화학적 및 감각 과학적 품질 평가 ○쌀 가공 제품(떡믹스)별 품질 특성 연구 ○쌀 가공 제품(떡믹스)별 품질 지표 탐색 	100
쌀 가공 제품의 품질 지표 확립 및 품질 규격화를 위한 지침제시	<ul style="list-style-type: none"> ○쌀 가공 제품(동결 건조 식품)의 품질 지표 확립 ○ 쌀 가공 제품의 원료 선별 기준, 최적 제조 방법 품질 규격화를 위한 지침 제시 	100

[2핵심] 2-1세부

1. 목표달성도

목 표	연구개발 수행내용	달 성 도(%)
밥과 빵의 기능적 특성 차이 검증	-고지혈증 유도 햄스터와 식이유도 비만마우스에서 밥과 빵의 항고지형, 항비만, 항당뇨 효능을 비교검토함. -남자대학생에게 밥이 운동지구성에 미치는 영향을 빵과 비교 검토함.	100
소규모 탐색적 인체시험에 의한 밥과 바의 기능성 비교	-임상시험계획서 및 증례기록서, IRB심의, 임상시험 피험자 모집, 탐색적 임상시험 수행, 통계처리	100
밥과 빵 중심식사의 상용패턴 도출	-밥 중심식사와 빵 중심식사의 패턴, 질병발생과의 상관성, 다소비식품에 대하여 통계적 심층분석 수행	100
밥중심 식사의 우수성 구명 (항비만/항당뇨 중심)	-비만 유도 마우스를 통하여 밥중심 식사와 빵중심 식사의 항비만 및 항당뇨 효능을 비교 검토함. -남자대학생을 대상으로 밥중심 한식 식사가 운동수행능에 미치는 영향을 서양식 식사와 비교 검토됨.	100
비만/당뇨병의 재택환자를 위한 밥중심 권장 식사패턴 개발	-비만과 당뇨병을 가진 재택환자를 위한 밥중심 식사의 패턴을 개발하고 e-book으로 제작	100
기능성소재 (쌀유래 폴리코사놀) 외 효능검증	- 쌀유래 폴리코사놀의 CLA결합물과 DHA결합물의 효능을 in vivo에서 검토함	100
in vivo에서 밥/밥중심 식사의 효능(항혈압, 항고지혈)평가 및 작용기전 구명	-자연발증 고혈압 모델 쥐에서 밥이 혈압조절에 미치는 영향 및 작용기전을 구명하고 밥중심 상용식사패턴의 항고지혈 효능을 검증함	100
질환(고혈압 및 고지혈)대응 밥중심 권장 식사패턴 개발	-재택 고혈압,고지혈 환자 대응 밥중심권장 식사패 널을 개발하고 e-book제작 및 학회등에 탑재하여 활용성을 제고	100
밥중심식사의 운동후 근부상 및 항피로도 효능 (소규모 인체시험)	-남자대학생을 대상으로 밥중심식사가 운동근부상 회복과 피로도에 미치는 영향 검토	100

2. 관련분야에의 기여도

- 우리의 식생활과 밀접한 관련이 있는 비만, 당뇨, 고지혈, 고혈압과 같은 대사성증후군 대응 효능 및 운동수행능을 중심으로 밥중심 식생활의 기능적 우수성을 발굴하여 국내외 저명저널에 논문을 게재함으로써 쌀 소비를 증대시키고 국민건강증진에도 크게 기여 할 것임.
- 밥중심 식사의 패턴 및 e-book은 대사증후군이 있는 재택환자에게 활용도가 높을 것이며, 이는 단체 급식에도 활용 가능할 것임.
- in vivo 및 소규모 인체시험을 통한 우수성 발굴 기술은 우리농산물의 기능성 관련 연구에도 기여할 것임.

2-2세부

- 쌀의 가공 중에 폐기되는 부분에서 기능성 물질들을 추출함으로써 쌀에서 버려지는 기능성 물질들을 회수.
- 쌀에서 유래되는 기능성 물질들을 제품화함으로써 농사 소득 증대.
- 건강기능성 물질을 개발하고 보급함으로써 인한 국민 건강 증진.

2-3세부

- 본 연구과제 “쌀 가공 부산물을 활용한 신제품 개발”을 수행하면서 파쇄미, 미강 등을 소재화 함으로써 쌀면, 음료, 미용팩 등의 제품으로 개발하여 상품화하였으며, 이를 통하여 쌀 가공업체가 다양한 원료를 선택할 수 있는 기틀을 마련하여 쌀 소비 촉진에 기여하고자 하였음.

구분	연구개발의 목표	달성도 (%)
1차년도(2010)	쌀 부산물의 회수율 증진 및 반죽물의 물리화학적 특성	100
2차년도(2011)	쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면, 음료 및 미용팩의 개발	100
3차년도(2012)	쌀 부산물을 활용한 기능성 쌀면의 최적 유통포장 기술 개발, 고기능성 화장품 소재 및 제품 개발	100

2-4세부

제 1 절. 연구개발목표 대비 달성도

목 표	연구개발 수행내용	달 성 도(%)
임상시험 계획단계	임상시험용제품의 선정	100
	임상시험방법 구상	100
임상시험 수행단계	연구자 선정	100
	임상시험용제품의 공급 준비	100
	기능성식품인체시험심사위원회(IRB) 승인	100
	피험자 모집 및 선정	100
	임상시험 수행 및 모니터링/점검	100
	증례기록서 작성	100
	자료입력	100
임상시험 보고단계	통계분석	100
	보고서 작성	100

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

[1핵심] 1-1세부

1. 학술지 논문게재 (3편 게재완료, 1편 투고중)

- Lee YT, Kim Y. Physicochemical properties of brown rice flours differing in amylose content prepared by different milling methods. J Korean Soc. Food Sci Nutr 40: 1797-1801 (2011)
- Lee HM, Im JS, Park JD, Keum JS, Lee HY, Lee YT. Amylolytic activities of brown rice and black rice during germination. Korean J. Food Sci. Technol. 45: 333-338 (2013)
- Lee HM, Lee YT. Physicochemical properties of normal and glutinous black rice flours prepared by different milling methods. Food Engineering Progress 17 (2013)
- Lee et al. Effects of normal and waxy whole grain rice flour on bread-making properties. (투고중)

2. 학회발표

- 이등, 발아조건에 따른 발아현미와 흑미의 Amylolytic Activity. 한국식품영양과학회 학술 발표회, ICC 제주, 2012. 11

3. 특허출원 및 가공기술을 생산업체에 기술이전 추진

- “특수용도 발아전곡미 쌀가루 제조기술” 특허출원 예정 (2013)

1-2 세부

○ 교육·지도 계획

- 쌀 가공협회 회원사 쌀가루 제분업체 대상 연구결과 발표회 개최 예정('13년 8월 중)
 - 제분업체 및 쌀 가공업체 대상 연구결과 발표 및 현장의견 수렴
- 2013년도 쌀 가공식품대전(aT센터) 워크숍 발표 예정('13년 10월)

○ 농촌진흥청의 쌀 육종방향 설정 연구에 활용

- 가공용 쌀 육종 시 2차 가공적성 평가를 위한 기초자료로 활용

○ 국내 쌀가루의 품질규격(KS규격 또는 전통식품 규격) 설정을 위한 정책자료 제안

- 쌀가루의 품질 규격화 및 등급화를 위한 기초자료 제시

○ 쌀두부 제조에 적합한 국내산 쌀 품종과 혼합 응고제를 선별하여 쌀두부 제조 공정을 확

립함으로써 두부 시장에 영향을 미칠 것으로 기대됨.

- 농민들에게 쌀 소비 감소로 소득에 직접적인 영향을 미치고 있는데 본 연구를 통해 개발된 쌀두부로 인하여 지역경제 소득향상에 기여할 것으로 기대됨.
- 쌀을 첨가한 두부 제조는 트레오닌, 메티오닌 등 콩에 소량으로 함유된 아미노산과 쌀 단백질의 주성분인 글로블린, 포롤라민 등이 함유되어 있어 두부의 영양가가 풍부해지고, 한국인의 체질에 맞는 쌀 가공 제품으로 국민 건강 증진에도 크게 도움을 줄 것으로 기대

1-3세부

제 1 절 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획

1. 논문게제성과

게제연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2011	시판 백미의 미생물학적 프로파일 정량분석	김민주	김근성	김병훈 박성수 박성희 김동호	한국식품위생안전성학회지	26(3)	국내	비SCI (학진등재지)
2012	Quantitative Microbiological Profiles of Brown Rice and Germinated Brown Rice	김근성	김근성	김민주 한재광 김병훈 김준석 이현유	Food Science and Biotechnology	21(6)	국외	SCIE
2013	Isolation and Characterization of Spore-forming bacteria isolates from brown rice	차민희	김근성	미정	Food Control (2013.08 투고예정)	-	국외	SCI
	쌀가루 제분용 백미 내 잠재적 위해 미생물에 대한 살균제 항균효과 및 세척횟수에 따른 잔류 미생물 제거효과	한재광	김근성	미정	한국식품위생안전성학회지 (2013.08 투고예정)	-	국내	비SCI (학진등재지)

2. 특허 성과

출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2012	<i>Leuconostoc lactis</i> specific primer 제작	김민주 김근성	대한민국	10-2012-0056142
2013	<i>Weissella viridiscens</i> 동정용 마커 조성물	김민주 김근성	대한민국	출원 완료

3. 학술대회발표

발표 연도	포스터제목	저자명	학술대회명	국내/국외
'11.10	Microbiological Profiles of Brown and Germinated Brown Rice	Byoung-Hoon Kim, Min-Joo Kim, and Keun-Sung Kim	한국식품위생안전성학회 국제심포지엄 및 정기학술발표회	국내
'12.10	Antimicrobial activities of fermented rice spent water and chemical disinfectants to produce rice flour	Jae-Kwang Han, Min-Hee Cha, Byung-Hoon Kim, Min-ju Kim, and Keun-Sung Kim	한국식품위생안전성학회 국제심포지엄 및 정기학술발표회	국내
'12.10	Isolation and Identification of Spore-forming bacteria isolates from brown rice	Min-Hee Cha, Jae-Kwang Han, Byung-Hoon Kim, Min-ju Kim, and Keun-Sung Kim	한국식품위생안전성학회 국제심포지엄 및 정기학술발표회	국내
'13.10 (예정)	현미로부터 분리한 통성혐기성 포자형성세균의 Profiling 및 대표적 toxin gene 검출	차민희 외 다수	한국식품위생안전성학회 국제심포지엄 및 정기학술발표회	국내

제 2 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

1. 본 연구를 통하여 확보된 모든 연구결과 및 제안된 용도별 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 기준 및 규격을 참조하여 쌀가루 제조 업체 내 쌀가루 제분 공정용 위생관리 지침을 마련하고, 제조업체 교육홍보 자료로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 본 연구를 통하여 쌀가루 제품의 위해 미생물에 대한 기준 및 규격을 현장에서 활용함으로써 더욱 위생적이고 안전한 쌀가루 제품의 안정적인 시장 공급과 쌀 소비 촉진을 유발할 것으로 사료된다. 그리고 이와 같은 현상이 궁극적으로 농가소득 증대와 안전한 쌀가루 제품의 세계시장 수출에 기여할 것으로 사료된다.

1-4세부

수상 실적 : 경기도청 주관 제5회 쌀가공 품평회 장려상 수상, 2013년 1월 15일

1-5세부

1) 학술지 및 학회 게재

국내학술지 4편: 1편 게재, 3편 투고, 학술대회포스터 12편 발표: 해외 1편, 국내 11편

학술지

이준경, 정지혜, 임재각*. Effects of Emulsifiers on Physical Properties of Rice cookies (유화제의 첨가가 쌀 쿠키의 물성에 미치는 영향). **한국식품영양과학회지**. 41(11): 156-1570. (2012)

이준경, 임재각*. 쌀쿠키의 조직감에 관한 호화쌀가루의 영향. **한국식품영양과학회지**. (2013년3월 투고)

이준경, 임재각*. 볶은콩가루의 첨가가 쌀 쿠키 조직감에 미치는 영향. **한국식품영양과학회지**. (2013년3월 투고)

이준경, 임재각*. 타피오카전분의 첨가가 쌀쿠키 물성에 미치는 영향. **한국식품조리과학회지**. (2013년 3월 투고)

해외학회 Poster 발표

Joon-Kyoung Lee, Jie Hye Jeong, Jae Kag Lim. THE EFFECT OF MODIFIED STARCHES ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF COOKIES MADE OF PREGELATINIZED RICE FLOUR. **IUFoST, 2012 16th WORLD CONGRESS OF FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY, Iguacu, Rafain Resort, Brazil. 5-9 August 2012 2012.8.5-8.9 (2012)**

국내학회 Poster 발표

정지혜, 이준경, 임재각. Gum류 첨가가 쌀가루 호화특성 및 쌀쿠키 반죽에 미치는 영향. 한국 식품조리과학회 춘계학술대회, Press Center, Seoul, Korea. 2011.5.13

정지혜, 이준경, 임재각. Gum 류의 첨가가 쌀 쿠키 제품에 미치는 영향. 제51차 2011년 춘계 동아시아식생활문화학회학술대회, 명지대학교. 2011.5.14

Joon-Kyoung Lee, Jie Hye Jeong, Jae Kag Lim. Effect of emulsifier on the characteristics of rice cookie. KoSFoST Annual Meeting, Daegu Exco, Daegu, Korea. 2011.6.8-6.10

Joon-Kyoung Lee, Jie Hye Jeong, Jae Kag Lim. Effect of Emulsifier on the Rheological Properties of Rice Flour and Rice Dough. KoSFoST Annual Meeting, Daegu Exco, Daegu, Korea. 2011.6.8-6.10

이준경, 남연희 · 임정욱 · 이경철 · 정선주 · 정지혜, 임재각. Gluten-free 크래커 제품에 대한 찹쌀가루의 영향. 2011 International Symposium and Annual Meeting of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Busan BEXCO, Busan, Korea. 2011.10.31-11.2

정지혜, 이준경, 임재각. 유화제의 첨가가 효소처리 쌀가루와 쌀 쿠키반죽에 미치는 영향. 2011 International Symposium and Annual Meeting of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Busan BEXCO, Busan, Korea. 2011.10.31-11.2

Joon-Kyoung Lee, Jie Hye Jeong, Jae Kag Lim. Effects of Tapioca Starches on Enzymatic Rice Flour and Dough Rheology. International Symposium and Annual Meeting of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Busan BEXCO, Busan, Korea. 2011.10.31-11.2

정지혜, 이준경, 임재각. 찹옥수수전분 첨가가 효소처리쌀가루 및 쿠키반죽에 미치는 영향. 한국식품조리과학회추계국제학술대회, Coex, Seoul, Korea. 2011.11.11

Joon-Kyoung Lee, Kyung Chul Lee, Hyun Joo Lee, Jae Kag Lim. 2012. Effect of Pregelatinized Rice Flour on the Characteristics of Rice Cookie. 한국식품조리과학회 춘계학술대회, 일산 킨텍스 3층. 2012.5.11. FPP-4 p.174

Joon-Kyoung Lee, Jae Kag Lim. 2012. Gluten-free 쌀쿠키 제품에 대한 볶은 콩가루와 호화쌀가루의 영향. 2012. 6. 춘계식생활문화학회 학술대회, 교육문화회관

Joon-Kyoung Lee, Jin Hee Kim, Jae Kag Lim. 2012. Effect of Roasted Soy Flour on the Characteristics of Gluten-Free Rice Cookie. The 79th Annual Meeting of the Korean Society of Food Science and Technology ; Daejeon Convention Center, Daejeon, Korea. 2012.6.13-6.15. P14-039

o 활용계획

-천연부재료를 활용하여 쌀쿠키의 바삭거림을 조절할 수있는 연구 결과를 토대로 적절한 업체와의 상품화를 추진할 계획임

1-6세부

1. 연구개발결과의 성과 및 활용목표

가. 연구 성과 목표

(단위 : 건수)

구분		쌀가공 제품 시제품 제조(건수/년)	쌀가공 제품 산업화(건수/년)	지적재산권 확보(건수/년)	기타
1차 년도	목표	3	3	1	
	달성	9	9	2	
2차 년도	목표	3	3	1	
	달성	7	7	1	
3차 년도	목표	2	-	-	
	달성	3	-	-	
계	목표	8	6	2	
	달성	19	16	3	

특허 성과

출원된 특허의 경우				등록된 특허의 경우			
출원연도	특허명	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록국	등록번호
				2012.03	‘부드러운 스프용 쌀 가루 루의 제조방법’	한국	10- 1221564
				2013.06	‘부드러운 스프용 쌀 가루 카레 루의 제조 방법’	한국	10- 1276074
2011.08	‘전자레인지용 떡 프리믹스조성물 및 그를 이용한즉석떡 의제조방법’	한국	10-2011 -0087962				

다. 사업화 현황

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				매출액 합계
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태	
우리쌀 카레여왕	우리쌀을 첨가한 조리용 카레 사업화	대상 주식회사	명형섭	3,300명	조미료 및 식품첨가물 제조업	154억
우리쌀 수프	우리쌀을 첨가한 조리용 카레 사업화	대상 주식회사	명형섭	3,300명	조미료 및 식품첨가물 제조업	100억
우리쌀 즉석수프	우리쌀을 첨가한 조리용 카레 사업화	대상 주식회사	명형섭	3,300명	조미료 및 식품첨가물 제조업	20억
우리쌀 분말짜장	우리쌀 춘장을 첨가한 분말짜장 사업화	대상 주식회사	명형섭	3,300명	조미료 및 식품첨가물 제조업	18억
우리쌀 떡프리믹스	우리쌀을 첨가한 떡 제조용 가당 프리믹스 사업화	대상 주식회사	명형섭	3,300명	조미료 및 식품첨가물 제조업	12억

2. 연구개발결과 활용목표

가. 연구 성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분		기술실시 (이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	비고
활용건수	목표		6			1	
	달성		16			2	2013년 7월 기준

나. 향후 활용 목표

기술명	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	비고
쌀카레루	2				
직용 제품명	카레여왕 이코노미				2013년 8월 출시 예정

1-7세부

가. 논문개제 : 1건

- 구경형, 최은정, 구민선 : 혼합물 실험 계획법에 의한 팽화미 첨가 쌀죽의 최적 배합비 분석, 동아시아학회지, 23(2), 218-226(2013)

나. 학회 발표 : 2건

- 구경형, 최은정, 구민선: Quality characteristics of various flours for rice processed foods, 한국식품과학회, 대전 컨벤션 센터, p01-029. 2012. 6. 13
- 최은정, 구경형: Quality characteristics of wheat replacement rice processed products 한국식품영양과학회, 부산 BEXCO, p2-44. 2011. 11. 1

다. 특허 출원 : 1건

- 구경형, 구민선, 김영언, 최은정 : 신속호화 전분 및 이의 제조 방법. 출원번호 12-56-00183(2012)

라. 홍보 : 기술지 2건

- 구경형: 중국내 쌀 가공 제품 시장 동향 조사, 식품기술 25(2), 208-215(2012)
- 구경형: 일본의 쌀 가공 식품 산업 동향 조사, 식품기술, 26(20), 160-170(2013)

마. 활용계획

- 쌀 가공 제품 개발을 위한 기초 자료 보유 및 활용 가능성 확대
- 프리미엄급 쌀 가공제품 개발로 밀가루 대체 효과 기대
- 쌀 가공 제품 산업화 과제에 활용

[2핵심] 2-1세부

1. 논문 성과

게재연도	논문명	학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	비고
2011	미강폐놀산 농축물의 특성 및 항산화 활성	한국식품과 학회지	42(5)	국내	연구재단 등재지
2012	본태성 고혈압위(SHR)에서 현미 식물성스테롤의 혈압 및 지질대사 개선효과	한국식생활 문화학회지	27(5)	국내	연구재단 등재지
2012	밥 식이와 빵 식이가 지구성 운동 후 혈중 중성지방, 인슐린 및 그렐린에 미치는 영향	한국식품영양학회지	41(8)	국내	연구재단 등재지
2013	한국 성인의 밥 섭취 정도와 잡곡밥 섭취 유무에 따른 영양섭취실태 및 대사증후군 위험수준 평가	대한지역사 회영양학회 지	18(1)	국내	연구재단 등재지
2013	밥중심 식사가 마우스의 체중 및 혈중지질함량에 미치는 영향	동아시아식 생활학회지	23(1)	국내	연구재단 등재지
2013	Hypolipidaemic effects of cyanidin 3-glucoside rich extract from black rice through regulating hepatic lipogenic enzyme activities	J Sci Food Agric	online publish	국외	SCI
2013	The hypolipidemic effect of cooked rice in hamsters fed a high-fat/cholesterol diet is mediated by the regulation of the expression of hepatic genes involved in lipid metabolism	Nutrition Research	33(7)	국외	SCI
2013	Cholesterol-lowering effect of rice protein by enhancing fecal extraction of lipids in rats	Preventive Nutrition and Food Science	accepted	국내	연구재단 등재지
2013	Long-term intake of rice improves insulin sensitivity in mice fed a high-fat diet	British journal of nutrition		국외	2차 심사중
2013	Effects of a pre-exercise meal on plasma growth hormone response and fat oxidation during walking	Preventive Nutrition and Food Science		국외	2차 심사중
2013	Effect of cooked rice as a carbohydrate source on diet induced obesity and hepatic fat accumulation	Lipids in health and disease		국외	심사중

연도	구두 및 포스터 발표
2010	‘쌀과 건강한 생활’ 국제 심포지엄, 코엑스 인터컨티넨탈호텔
2011	‘쌀의 가치와 기능적 우수성’ aT센터, 식생활 교육 네트워크 심포지엄 ‘쌀의 기능성분과 효능’ (주) 대상 심포지엄
2011	Effects of cooked rice intake on cholesterol metabolism in hamster fed a high fat diet. 한국식품과학회
2011	Cooked rice exerts anti-obesity effect via down-regulation of adipogenic gene expression and improves the glucose responses in high fat diet fed mice. 한국식품영양과학회
2012	“ Bioactive components and functional properties of whole grain” 한국식품과학회
2012	한국인 밥 중심 식사 섭취실태 분석: 2007-2008 국민건강영양조사
2012	Cooked rice as dietary carbohydrate has anti-obesity effect through down-regulating lipogenic gene expression in high fat diet fed mice. Experimental Biochemistry
2012	Cooked rice improves glycemic response in the mice fed high-fat diet. 한국식품영양과학회
2012	Effects of Carbohydrate Supplementation on Plasma hGH, Cortisol and Testosterone Responses during Resistance Exercise, 한국생명과학회
2012	Effects of carbohydrate supplementation on human growth hormone and cytokine responses during resistance Exercise, Medicine & Science in Sports & Exercise
2012	비만 성인의 체중 조절을 위한 밥 중심 권장식단 개발, 전국영양사학술대회
2012	혈당 조절을 위한 밥 중심 권장식단 자료집 개발, 대한지역사회영양학회

2. 특허

출원된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2013	고혈압 환자식용 저염 단호박 고추장소스 및 이의 제조방법	영남대학교 산학협력단	대한민국	10-2013-000592 7

3. 언론홍보

연도	홍보자료																																																																																																					
2010	중앙일보 '밥 건강학', '기능성 쌀 알록달록 효과'																																																																																																					
2010	식품음료식품 '쌀의 기능성 성분'																																																																																																					
2010	과학과 기술 '쌀의 영양학적 가치;																																																																																																					
2010	KBS '추석다큐-쌀의 모든 것'																																																																																																					
2010	MBC '밥 다이어트'																																																																																																					
2011	TV매체- KBS, MBC, SBS, YTN, TBS 등 총 7건																																																																																																					
2011	동아일보, 국민일보, 연합뉴스, 해럴드경제, 식품음료신문 등 총 26건																																																																																																					
2011	<p>뉴스 > 경제 > 유통 > 유통가 소식</p> <p>“고지혈증엔 빵보다 밥을”... 한국식품연구원 “운동지구력도 늘려줘”</p> <p>기사입력 2011-05-11 03:00:00 기사수정 2011-05-11 03:00:00</p> <p>빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수</p> <p>송현수 기자 다룬기사보기 2011-05-11 [10:22:00] 수정시간: 2011-05-11 [16:48:35] 15면</p> <p>라이프 역시 밥이 보약이라네 비만&다이어트 기사입력 2011-05-10 12:54 기사수정 2011-05-10 12:54</p> <p>밥이 빵보다 운동수행 능력을 높인다 강석봉 기자 ksb@kyunghyang.com</p> <p>밥이 빵에 비해서 운동수행 능력을 증가시키고 고지혈을 억제 하는 효능이 우수한 것으로 실험결과 드러났다.</p> <p>“운동할 땐 밥이 빵보다 효과적” 기사입력 2011-05-10 12:42:31 기사수정 2011-05-10 15:27:59</p> <p>경제 ‘밥이 보약’ 실험으로 입증, 운동수행 능력 높아져 일반 디지털뉴스팀 온통석기자 paulsohn@khan.co.kr</p>																																																																																																					
	<table border="1"> <tr> <td>04월 26일</td> <td>YTN 보물섬- 밥의 항고지혈 효능</td> <td>YTN</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>아시아뉴스통신</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>연합뉴스</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>빵으로 끼니 때우는 자여 역시 밥이 보약이라네</td> <td>해럴드경제</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>TBS</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>[경제] 밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>MBC</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>SBS</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>KBS</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜</td> <td>KBS</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>빵보다 밥이 힘난다</td> <td>MBC</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 높아 고지혈증 억제도 우수</td> <td>국민일보</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>운동할땐 밥이 빵보다 효과적스포츠투데이</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력을 높인다</td> <td>스포츠 칸</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>한국식품연구원, 빵보다 밥 먹어 고지혈증 예방</td> <td>파이낸셜뉴스</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>고지혈증엔 빵보다 밥을... 한국식품연구원 운동지구력도 늘려줘</td> <td>동아일보</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥의 운동수행능력 증가... 항고지혈증 효능 확인</td> <td>중부매일</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수</td> <td>부산일보</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥심취가 지방 합성 관련 유전자 발현 감소</td> <td>메디팜뉴스</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵도자 운동수행능력 높이고 항고지혈 효과 커</td> <td>식품음료신문</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>통신일보</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>뉴스와이어</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수</td> <td>메디칼투데이</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수</td> <td>정경뉴스</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>코리아헤럴드</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>경향신문</td> </tr> <tr> <td>05월 11일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>문화일보</td> </tr> <tr> <td>05월 16일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>한국농어민신문</td> </tr> <tr> <td>05월 16일</td> <td>밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다</td> <td>보건의신문</td> </tr> <tr> <td>05월 16일</td> <td>운동할땐 밥이 빵보다 효과적농축유통신문</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05월 20일</td> <td>밥이 보약... 콜레스테롤 감소</td> <td>농업인신문</td> </tr> <tr> <td>05월 20일</td> <td>운동수행 능력 밥이 빵보다 증가시켜</td> <td>축산경제신문</td> </tr> <tr> <td>05월 20일</td> <td>밥이보약... 콜레스테롤 감소</td> <td>농업인신문</td> </tr> <tr> <td>05월 20일</td> <td>운동수행 능력 밥이 빵보다 증가시켜</td> <td>축산경제신문</td> </tr> <tr> <td>06월 09일</td> <td>밥이 빵보다 항고지혈 효능 우수한 규명</td> <td>농축환경신문</td> </tr> </table>	04월 26일	YTN 보물섬- 밥의 항고지혈 효능	YTN	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	아시아뉴스통신	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	연합뉴스	05월 11일	빵으로 끼니 때우는 자여 역시 밥이 보약이라네	해럴드경제	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	TBS	05월 11일	[경제] 밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	MBC	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	SBS	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	KBS	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	KBS	05월 11일	빵보다 밥이 힘난다	MBC	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 높아 고지혈증 억제도 우수	국민일보	05월 11일	운동할땐 밥이 빵보다 효과적스포츠투데이		05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력을 높인다	스포츠 칸	05월 11일	한국식품연구원, 빵보다 밥 먹어 고지혈증 예방	파이낸셜뉴스	05월 11일	고지혈증엔 빵보다 밥을... 한국식품연구원 운동지구력도 늘려줘	동아일보	05월 11일	밥의 운동수행능력 증가... 항고지혈증 효능 확인	중부매일	05월 11일	빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수	부산일보	05월 11일	밥심취가 지방 합성 관련 유전자 발현 감소	메디팜뉴스	05월 11일	밥이 빵도자 운동수행능력 높이고 항고지혈 효과 커	식품음료신문	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	통신일보	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	뉴스와이어	05월 11일	빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수	메디칼투데이	05월 11일	빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수	정경뉴스	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	코리아헤럴드	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	경향신문	05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	문화일보	05월 16일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	한국농어민신문	05월 16일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	보건의신문	05월 16일	운동할땐 밥이 빵보다 효과적농축유통신문		05월 20일	밥이 보약... 콜레스테롤 감소	농업인신문	05월 20일	운동수행 능력 밥이 빵보다 증가시켜	축산경제신문	05월 20일	밥이보약... 콜레스테롤 감소	농업인신문	05월 20일	운동수행 능력 밥이 빵보다 증가시켜	축산경제신문	06월 09일	밥이 빵보다 항고지혈 효능 우수한 규명
04월 26일	YTN 보물섬- 밥의 항고지혈 효능	YTN																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	아시아뉴스통신																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	연합뉴스																																																																																																				
05월 11일	빵으로 끼니 때우는 자여 역시 밥이 보약이라네	해럴드경제																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	TBS																																																																																																				
05월 11일	[경제] 밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	MBC																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	SBS																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	KBS																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시켜	KBS																																																																																																				
05월 11일	빵보다 밥이 힘난다	MBC																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 높아 고지혈증 억제도 우수	국민일보																																																																																																				
05월 11일	운동할땐 밥이 빵보다 효과적스포츠투데이																																																																																																					
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력을 높인다	스포츠 칸																																																																																																				
05월 11일	한국식품연구원, 빵보다 밥 먹어 고지혈증 예방	파이낸셜뉴스																																																																																																				
05월 11일	고지혈증엔 빵보다 밥을... 한국식품연구원 운동지구력도 늘려줘	동아일보																																																																																																				
05월 11일	밥의 운동수행능력 증가... 항고지혈증 효능 확인	중부매일																																																																																																				
05월 11일	빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수	부산일보																																																																																																				
05월 11일	밥심취가 지방 합성 관련 유전자 발현 감소	메디팜뉴스																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵도자 운동수행능력 높이고 항고지혈 효과 커	식품음료신문																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	통신일보																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	뉴스와이어																																																																																																				
05월 11일	빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수	메디칼투데이																																																																																																				
05월 11일	빵보다 밥심! 운동 수행능력 증가 고지혈 억제 효능 우수	정경뉴스																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	코리아헤럴드																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	경향신문																																																																																																				
05월 11일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	문화일보																																																																																																				
05월 16일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	한국농어민신문																																																																																																				
05월 16일	밥이 빵보다 운동수행 능력 증가시킨다	보건의신문																																																																																																				
05월 16일	운동할땐 밥이 빵보다 효과적농축유통신문																																																																																																					
05월 20일	밥이 보약... 콜레스테롤 감소	농업인신문																																																																																																				
05월 20일	운동수행 능력 밥이 빵보다 증가시켜	축산경제신문																																																																																																				
05월 20일	밥이보약... 콜레스테롤 감소	농업인신문																																																																																																				
05월 20일	운동수행 능력 밥이 빵보다 증가시켜	축산경제신문																																																																																																				
06월 09일	밥이 빵보다 항고지혈 효능 우수한 규명	농축환경신문																																																																																																				
2012	대전일보 “건강밥상”																																																																																																					
2013	헬스조선 “밥과 건강”																																																																																																					
2013	KBS 1TV 다큐공감 “ 밥과 혈압”																																																																																																					

4. 기타 성과

- 대한지역사회영양학회 식생활정보센터 식단자료집 업로드



그림 1303. 대한지역사회영양학회 홈페이지내 식단자료집

5. 활용계획

○ 탄수화물급원으로서 밥/밥중심식사의 우수성에 대한 과학적 근거는 다양한 언론매체를 통하여 홍보하고 건강한 식생활 교육자료로도 활용할 계획임.

○ 본 연구결과를 국내외 저명저널에 논문 게재하여 밥/밥중심식사의 우수성에 대한 과학적 증거를 제공함으로써 쌀 소비를 증대시키고 국민건강증진에도 크게 기여 할 것임.

○ 밥중심 식사의 패턴 및 e-book은 대사증후군이 있는 재택환자에게 활용도가 높을 것이며, 개발된 식사패턴은 off line/on line 보급함으로써 개인 뿐 아니라 단체급식 등에서 다양하게 활용 가능할 것임.

○ 본 연구결과는 올바른 식생활의 교육자료로도 활용될 뿐만 아니라, 쌀 및 쌀 가공품의 부가 가치제고에도 크게 활용될 것임

2-2세부

제 1절 연구개발 성과

1. 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2012	Enrichment of tocots from rice germ oil using SCCO2		o		Inter. J Food Sci. Tech.	47: 761-767	국외	SCI
2013	Modeling and optimization of lipase-catalyzed esterification of policosanols with conjugated linoleic acid by response surface methodology				Biocatalysis and Biotransformation	31(2): 114-122	국외	SCI

2. 학회발표 (국외)

1) 102nd AOCS annual meeting & Expo: 2011년 5월 1-4 (국외)

발표제목: Concentration of Tocols from Rice Germ Oil by Supercritical Carbon Dioxide

2) 103rd AOCS Annual Meeting & Expo: 2012년 4월 29-5월 2 (국외)

발표제목: Modeling and optimization of lipase-catalyzed synthesis of beneficial wax esters containing conjugated linoleic acid by response surface methodology

3) 104th AOCS Annual Meeting & Expo: 2013년 4월 29-5월 2 (국외)

발표제목: Oxidative stability of wax ester containing n-3 PUFA synthesized by lipase-catalyzed esterification

4) KFN International Symposium and Annula Meeting: 2012년 10월 31-11월 2

'Quality of Life (QOL) : Food Industry and Health'

발표제목: Synthesis of wax ester containing DHA via enzymatic method and oxidative stability of the wax ester

5) 제 80차 한국식품과학회 학술대회 및 정기총회 (Annual Meeting of Korean Society of Food Science and Technology): 2013년 8월 28-8월 30

- 103rd AOCS Annual Meeting & Expo: 2012년 4월 29-5월 2

- 104th AOCS Annual Meeting & Expo: 2013년 4월 29-5월 2

- KFN International Symposium and Annula Meeting: 2012년 10월 31-11월 2

'Quality of Life (QOL) : Food Industry and Health'

- 제 80차 한국식품과학회 학술대회 및 정기총회 (Annual Meeting of Korean Society of Food Science and Technology): 2013년 8월 28-8월 30

3. 특허 성과
가. 특허 성과

출원된 특허의 경우					등록된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2011	폴리코사놀 에스터, 이의 제조방법	김인환외 5	대한민국	10-2011-0065044					
2011					2013	쌀눈유에 포함된 토폴을 초임계 이산화탄소	고려대 산단	대한민국	10-1266158
2013	효소적 방법을 이용한 n-3 다가불포화지방산 함유 왁스 에스터의 제조와 산화적 안정성		대한민국	9-2000-100005-4					
2013	침전 및 결정법을 이용한 미강유 정제 부산물 soapstock으로 부터의 γ -oryzanol의 분리, 농축			예정 (11월까지)					

4. 사업화 현황 (진행상황)

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기매출액	당해연도 매출액	매출액 합계
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태			
프리미엄급 현미유개발	효소적 방법을 이용한 저유점 polycosanol-DHA 생산	(주) 일신웰스						

상기 내용에 대한 대략적인 설명이 2013년 6월 3일 고려대에서 (주) 일신웰스 기술연구소의 이문원 실장을 대상으로 기술에 대한 설명 및 실사가 실시되었으며, 현재 기술 이전에 대한 내용이 검토중에 있음.

5. 인력활용/양성 성과
가. 인력지원 성과

지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
2	1	2			1	2	3		

제 2절 성과물 활용계획

1. 개발목적

정제 과정 중 손실되는 기능성 성분 (옥타코사놀)의 결정화 없이 최종 정제 현미유에 재첨가하여 보다 기능성이 강화된 현미유를 개발하는 것이 목적임

2. 기술적인 특징

- 가. 쌀 유래 고 용점 옥타코사놀을 저 용점 화합물로 전환
- 나. 생물공학 기법을 이용 저 용점 화합물 제조
- 다. 기능성 지방산이 함유된 저 용점 화합물 제조

3. 경제 산업적인 효과

- 가. 쌀 유래 기능성 성분인 옥타코사놀을 저 용점화로 전환시킴에 따라 다양한 식품에 적용 가능한 소재의 개발
- 나. 업그레이드 된 식용유 생산을 통한 국내산 현미유 보급 확대
- 다. 국내산 기능성 강화 현미유의 고급화를 통한 기존 유통 되는 식용유 (콩기름, 옥수수기름: 100% 원료가 수입)에 대한 경쟁력 강화 및 수출기대

4. 신개념 현미유 개발

현미유는 원유내 다양한 기능성 성분이 다량 함유 되어 있음에도 불구하고 정제과정 중 대부분 소실됨에 따라 저 평가 받아 왔다. 본 연구에서 얻어진 기능성 성분들(tocols, phytosterol, γ -oryzanol, squalene, policosanol)을 정제 현미유에 재첨가(re-addition) 함으로 부가가치가 높은 신개념 현미유를 개발한다. 그 추진체계는 아래와 같다. 5월11일 IPEC 성과발표가 At 센터에서 실시되었고 아래와 같은 개발품이 전시 되었다. 이 제품은 옥타코사놀 강화 현미유로 개발품으로 표기되어 있는 좌측 유지는 본 연구에서 개발한 저용점 옥타코사놀 함유 신개념 현미유임.

2-3세부

- 본 연구에서 얻어진 결과에 대하여 국내·외 5편의 학술발표를 하였으며, 국내·외 및 식품기술지 등에 7편의 논문을 게재하여 쌀 가공 관련 분야에서 연구 개발 또는 제품 생산시에 활용할 수 있도록 기여하였음.
- 본 과제의 쌀가공 부산물을 활용한 시제품 제조기술을 이용하여 5건 특허출원하였으며, 1건 등록되었음.
- ‘속미강 추출물의 유효성분을 함유하는 천연 화장품 조성물 및 이를 활용한 미강 화장품 제조’로 케이미강에 기술이전 완료하여 미강 소재 화장품 제조기술을 산업화하였음.

2-4세부

제 1 절. 연구개발목표 대비 달성도

목 표	연구개발 수행내용	달 성 도(%)
임상시험 계획단계	임상시험용제품의 선정	100
	임상시험방법 구상	100
임상시험 수행단계	연구자 선정	100
	임상시험용제품의 공급 준비	100
	기능성식품인체시험심사위원회(IRB) 승인	100
	피험자 모집 및 선정	100
	임상시험 수행 및 모니터링/점검	100
	증례기록서 작성	100
	자료입력	100
임상시험 보고단계	통계분석	100
	보고서 작성	100

제 2 절. 정량적 성과(논문게재, 특허 출원, 기타 등)

구분		특허		신제품				유전자원 등록	논문		기타
		출원	등록	품종명칭 등록	품종생산 수입판매 신고	품종보호			SCI	비SCI	
						출원	등록				
1차년도	목표 달성										
2차년도	목표 달성								1 (투고중)	*	
3차년도	목표 달성							1 (투고중)	1 (투고중)	*	
계	목표 달성							1 (투고중)	2 (투고중)		

* 1) 2011년 한국식품영양과학회 학술대회 포스터 발표

2) KBS 다큐공감 '식탁 위의 작은 혁명' 6월 25일 인체적용시험 결과 반영

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 쌀 산업 분야 전문 연구자와의 교류 활성화를 위하여 5박 6일(4.5~4.10)간 베트남 하노이의 오리온 현지공장, 베트남음식문화연구회(Vietnam Kitchen for the World), 베트남식품협회(VFA), 베트남 농업과학원(VAAS)를 방문하고, 주요 쌀 가공업체와 대형마켓을 중심으로 현지 조사를 실시하여 발효쌀가루의 제조 및 이용방안 등 쌀가공제품의 개발방향을 협의하고, 현지인을 대상으로 쌀 관련 제품의 인식과 판매 전망 등을 논의함.
- 베트남의 북부지역을 중심으로 쌀 수출과 가공산업 현황 및 발전기술 동향 등을 조사하고 관련 연구자료의 수집과 신제품 동향을 조사함
- 베트남의 년 쌀소비량은 166Kg으로 쌀 생산은 베트남의 메콩강과 레드리버 델타 클럽 국가의 식품 공급에 중요한 역할을 하며 국가 경제에 큰 이바지를 하고 있다. 베트남은 세계에서 가장 풍요로운 농업 지역 중 하나이며 대국 다음으로 두 번째로 큰 수출 국가이며 세계의 7 번째로 큰 쌀 소비 국가이다. 메콩 델타는 물이 국가의 쌀 생산 지역의 중심이며, 보트, 주택 시장은 물론 쌀의 풍부한 수확을 생산 할 수 있게 해준다. 3천3백만헥타르 베트남의 국토 면적은 쌀 문화를 세 가지의 생태계로 분류한다. 이들은 남쪽 델타 (메콩 델타 지역), 북부 델타 (추운 겨울과 열대 몬순 지역)과 북쪽의 고원 (upland 쌀 품종 포함)지대로 나뉜다.
- 메콩강과 그 지류는 베트남 쌀 생산의 열쇠이다. 지방인구의 17,000,000명 그들의 80 %가 쌀 재배에 종사하고 베트남의 "밥그릇"로 알려져 있다. 메콩델타 지역은 전국의 총 생산량의 반, 2008 년 약 20 만 톤의 풍부한 수확을 생산했다. 햇빛과 연중 따뜻하고 습한 기후를 가지고 쌀을 재배하는 남부 델타, 북부 rainfed 및 홍수 발생하기 쉬운 쌀의 품종과 추운 겨울과 열대 몬순 지역과 삼각주, 그리고 upland 쌀을 가지고 재배하는 북쪽의 고원 지역, 이들의 재배 면적의 비율 분포는 60, 32 각각 8입니다. 델타삼각지는 쌀을 재배하기에 적합하고 풍부한 층적층이 형성되어 있다.
- 베트남 정부는, 1986년 부터 농민들이 쌀을 재배하고 판매하는 것을 허용했다. 따라서 델타와 베트남에서 쌀을 재배하는 농가에 대한 인센티브는 쌀의 주요 수출업체 중 하나가 되었다. 이후 많은 법률 구조가 습지 개발의 일환으로 베트남에서 제정되었으며 의미는 메콩 델타와 사람들에게 소득 증가와 농민에게 권한을 준 토지 법 (1994) 제정이다. 정부는 토지를 소유하고 농민에게는 50년간의 임대를 주고 농민도 하위주의로 허용되었다. 다른 사람에게 그들의 땅을 협동조합에서는 개별 가족에게 땅을 양도에 기여하고, 정부정책은 토지 시장형성하는 방법이다.
- 2008에는 베트남 식품 협회에서 쌀 36,500,000 톤의 생산의 목표를 설정 하였다. 그러나 2010에 35°C (95 ° F)의 무더위에 심각한 위협을 받고 있어 최소한 3개월 연속 생산이 어려움을 나타내고 있다. 그러나 가뭄 조건에서 성장 장애가 있었지만 메콩 델타의 쌀 생산은 최근 몇 년 동안 경이적인 증가 가능성을 보여주었다. 이러한 증가는 현대적인 조기 성숙 쌀 품종보다 나은 관리, 정부에 의한 해당 법률 구조의 변화에 기인되었다. 즉 IRRI 연구 품종 채택 등이다. 이 품종은 쌀 재배의 60% 정도 보급되었다. 또한 논 면적이 2007년 7백30만5천헥타르로 증가하였다. 생산량은 1975년 10.29 백만의 톤이었으나 점진적으로 증가하여 2007년에는 35,567,000톤을 생산하였다. 올해 1월과 2월의 베트남의 쌀 수출은 약 781,000톤으로 2010년에 비해 24.9 %로 감소했으며 수입도 4억3천7백만달러로 6.8% 감소하였다. 따라서 1 분기 쌀 수출은 33~41% 정도 떨어질 것으로 예상된다.

- 국제 미작 연구소는(IRRI)는 베트남의 쌀 농업의 지식 기반을 향상에 매우 중요한 역할을 담당해 왔다. 그들의 연구 활동은 지속적으로 높은 수율로 빠르게 쌀을 재배하는 것을 목표로 하고 있다. 오래된 쌀 품종은 산성 황산 및 염분 토양과 물에 잠긴 지역에서 성장할 수 있는 습성을 가지고 있다. IRRI에 의해 훈련을 받은 과학자들은 지금 쌀 연구 기관과 대학 및 정부 기관의 주요 위치를 차지하고 있으며 농업 및 식품 산업 자원부의 지원하에 베트남에 맞는 쌀 연구를 하고 있다. 쌀 관련 연구기관으로는 삼각주 미작 연구소 , 쌀 음식 연구소, 토양 및 비료, 과학 기술 연구소, 베트남 농업 과학 기술 연구소, 식량 작물에 대한 남부 연구소, 베트남 농업 과학 기술 연구소와 농림부 대학 연구소 등이 있다. 이외에도 베트남에서 IRR의 몇몇 쌀 품종 도입에서, 연구소에서 제공하는 다른 지원과 같은 몇 가지 조치를 통해 생산과 소득을 높일 쌀 생태계의 연구, 해충 관리 네트워크를 통해 농민 간의 커뮤니케이션 확립 및 쌀 생산, 통합 양분 관리 대책, 향상된 물 관리 및 재정 지원 등에 관한 협의가 이루어지고 있다. 하노이 외곽지역의 베트남 농업과학원에는 0.5ha(5000m²) 규모의 시범 재배단지가 있다. 농촌진흥청 해외농업기술개발센터(KOPIA)에서 협력하여 생육 과정등을 관찰하고 있다.
- 베트남 요리는 기원전 1000여 년 동안 중국에서 시작, 외국 지배의 여러 세기에 영향을 받았다. 인도 요리들이 베트남 요리방법을 시도했고 그들의 요리에 향신료를 혼합하는 것을 알게 되었을 때 이것은 크메르어 영향을 받았다. 프랑스는 요리 특선을, 특히 샐러드요리에 많은 영향을 가져왔고 베트남 식탁에서 쌀이 중심으로 정렬 다른 요리와 함께 중앙에 배치되며, 메인 요리가 되었다. 아침은 보통 쌀 죽 및 쌀 국수 스프로 시작 하고 또는 떡으로 대신하며 점심 식사는 쌀과 함께 구운 고기와 해산물 요리로 저녁 식사는 일반적으로 쌀과 점심 요리의 반복이다. 그러나 가장 인기 있는 쌀 품종은 일반 흰 쌀(매 식사 도중에 먹는) 및 자스민 쌀(일반적으로 상위 클래스에 의해 사용 촉촉한 쌀)로 알려졌다. xôi 이나 찜쌀 (찜 쌀 동안 먹은 양념으로 가당 및 혼합 아침 식사 또는 디저트 접시 등)과 깨진 쌀 (레스 토랑에서 (일반적인 알갱이로 컴 탐로 변환)도 자주 사용하고 있다.
- 베트남의 주요 쌀 제품
베트남에서 가장 많이 생산되는 제품은 쌀종이(rice paper)로 지역 20여 가구씩 마을 단위 별로 매일 오전 집집마다 쌀을 끓여 대죽으로 만든 반침에 얇게 펴 햇볕에 말리는 전통적인 방법 그 대로 쌀 종이를 만든다. 햇볕에 말려 만들어진 쌀종이들은 다시 마을 한곳에 모여져 완전한 제품으로 최종 손질된다. 쌀종이는 베트남식 만두 ‘차초’ 등 수많은 전통 음식에 이용되는 베트남 식단의 ‘감초’이다. 6년전부터 국내 소비뿐만 아니라 한국 등 해외 베트남 음식점을 대상으로 수출을 시작하였다. 하노이 인근 쌀국수 생산마을인 ‘트칸 암’에는 수천 평에 달하는 농토 곳곳에서 수확을 하고 있으며 이 곳 쌀국수 공장은 우리의 옛 방앗간을 연상케 한다. 마을 한 귀퉁이에 위치한 공장에서는 쌀을 뿜고 긴난로 형태의 제분기를 통해 면발을 뽑는다. 2명 의 종업원에 가족들 전원이 달려들어 쏟아지는 쌀국수의 면발을 열심히 받아 다듬고 있었다. 지역 단위 쌀가공식품 업체들은 아직 지역 단위의 소비자들을 중심으로 영업을 하고 있지만 점차 현대화된 기계를 도입하여 본격적인 수출에 나설 준비를 하고 있다고 한다.
- (주) 오리온은 2007년 부터 하노이(Hanel) 인근에 공장설립 후 껌, 초코파이 등 제품을 생산하고 있으며 연간 매출은 1억천만\$로 70%는 베트남 내부에서 소비하고 있으며 30%는 수출을 하고 있다. 공장부지 면적은 35000평이고 토지는 50년임대로 평당 약20만원 정도의

임대료를 내고 있다. 종업원은 약2천명 정도의 규모이고 공장에 800명 정도가 생산을 담당하고 있다. 생산 제품은 주로 스낵제품으로 초코파이, 쿠스타스낵, 고래밥, 감자칩 등을 생산하고 있으며 감자칩 생산용 감자 중 2500톤은 현지생산, 2500톤은 중국에서 수입하고 있다. 제품생산에 필요한 기기장비 및 원부재료 수입은 100% 면세적용을 하고 있다고 한다. 오리온 베트남 법인은 오리온과자를 전세계 60여개국에 수출하는 오리온 해외수출의 핵심 생산기지로서 목표를 두고 있다.

- 베트남 오리온 현지법인에서는 쌀 발효 기법을 통한 쌀가루를 이용하여 다양한 제품 개발에 몰두하고 있다. 베트남에서 현재 인기가 있는 발효 쌀가루를 이용하여 가공제품 등을 연구하고 있으며 발효쌀가루 등은 특허를 신청하여 제품에 적용실험을 하고 있다. 현재 진행 중인 연구는 발효쌀의 품종별 입자별에 따른 유동특성 및 물성 연구가 진행 중이다. 한국식품연구원과는 초코파이에 발효쌀가루를 이용하여 제품 생산하는 목표를 두고 현지에서 생산되는 쌀 품종 및 인디카타입의 쌀을 이용한 발효쌀가루의 전처리 방법 등 다각도로 연구를 진행할 계획이다. 특히 효소처리를 이용한 쌀가루의 초코파이 적용실험도 병행할 계획이다.
- 베트남 하노이 현지의 식품 유통 및 판매는 주로 대형마트인 COOP를 중심으로 이루어지고 있음. 특히 쌀가공제품의 즉석 식품 뿐만 아니라 가공제품의 수 및 양도 많아 일반 소비자의 구매에 불편함이 없다.
- 또한, 베트남에서는 한국이나 다른 나라에서는 찾아볼 수 없었던 몇 가지 새로운 형태의 쌀 가공제품을 발견하였다. 이들은 국내에서도 향후 개발되어 시장 형성 가능성이 전망되어진다. 특히 베트남 전통 쌀가공제품 들이 가공식품화 되어 조리사용이 편리한 형태로 생산, 판매되고 있다. 특히 발효쌀국수가 급격한 성장을 보여 다양한 모양의 형태로 진열되어 있다.
- 출장목적 활용
 - 오리온 베트남 현지법인을 방문하여 발효쌀가루를 이용한 초코파이 제품 개발 및 시제품 생산 등에 활용 및 베트남음식문화연구회, 베트남식품협회(VFA) 및 베트남 농업과학원(VAAS)을 방문하여 쌀가공제품의 다양화 및 제품 개발 기술 등을 활용.

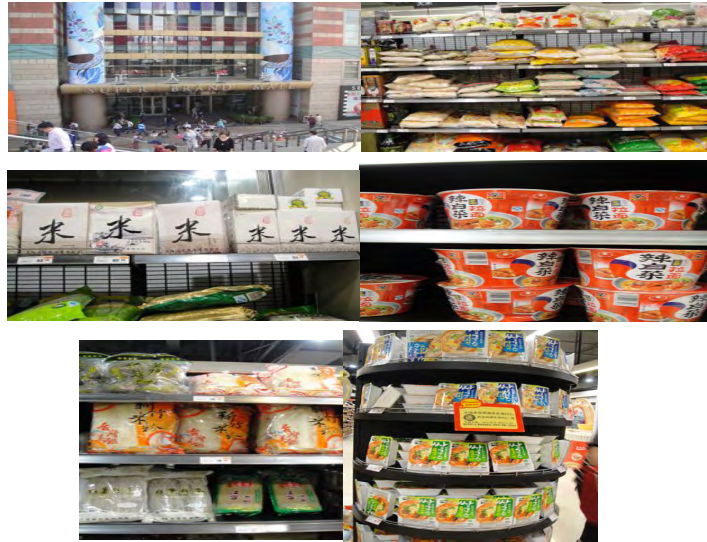


[일본 쌀 연구자료 확보]

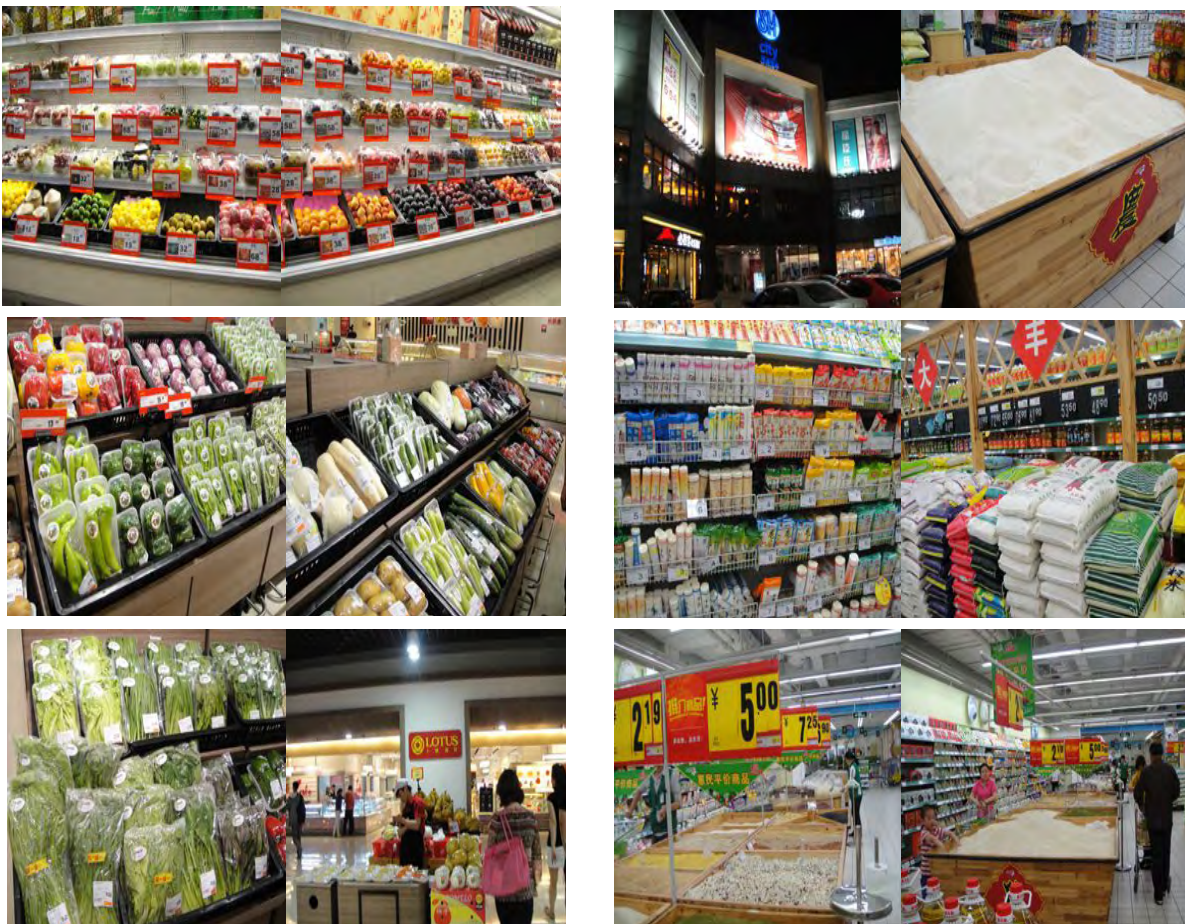
- Silken tofu 제조 시 콩과 물의 비율이 9-14:1에서 10:1에서 품질이 우수한 두부가 제조되었으며 콩과 물의 혼합 후 추출하는 시간에 따라 단백질의 양에 뚜렷한 효과가 있음이 확인됨. 또한 가열 온도에 따라 수율, 단백질 함량과 silken tofu의 물리적 형태에 대한 다양한 효과가 검증되었음(본 실험에서의 최적 응고 온도는 75-80℃). 그리고 응고제 추가시 교반속도가 단백질 변환에 영향을 줌.

- 미국 남부 4개 지역에서 재배되는 12종의 콩의 두유와 두부의 품질특성을 비교한 결과, 지역별 차이는 두유의 고형물과 두부의 견고성에 영향을 주는 것으로 나타났음. 콩 품종에 따라서는 두부의 수율에 영향을 미침.
- Glucono-delta-lacton과 CaSO₄를 첨가한 두부의 동적 점탄성 측정과 콩 단백질의 압축 시험을 행한 결과 겔화 반응 속도는 GDL과 칼슘에 의해 영향을 받았으며 칼슘이 겔화를 촉진시키는 것으로 보고되었으며 두부의 겔화는 열에 의해 단백질이 변성되고 GDL이나 칼슘이온에 의해 소수성 상호작용을 일으켜 겔화를 유도함.
- 콩의 grinding temperature가 0-50℃ 범위에서 점점 높아짐에 따라 두부의 견고성은 감소하는 경향을 보였으며 이는 두유에 함유된 sulfhydryl (SH) groups의 함유량에 의해 영향을 받는 것으로 보고됨. 이러한 사실은 콩에 함유된 lipoxygenases의 지질 산화 반응에 의하여 SH 그룹을 감소시킴으로써 나타나게 하는 것으로 이러한 현상을 막기 위해 낮은 온도와 질소가 존재하는 상태에서 lipoxygenase의 활성을 억제하여 두유에 SH groups의 함유량을 높이고 두부의 조직감을 좋게 함.
- 두유의 가열 전처리에 따른 microbial transglutaminase (MTGase)의 영향에 의한 두유 겔의 견고성과 두부의 미세조직에 대한 연구에서는 modulated differential scanning calorimetry 분석 결과 두유에 존재하는 각기 다른 단백질들이 열 전처리에 의해 다양한 범위에서 변성되었고 특히 두유의 점성과 겔 견고성에 큰 영향을 줌. Scanning electron microscopy (SEM) 분석에서는 75℃에서 30분간 가열했을 때 가장 균일한 조직을 보였음.
- 쌀이나 쌀밥 내 잠재적 위해 미생물 요소들을 연구한 10여 편의 연구논문들이 보고되었음
(Int J Food Microbiol 2009 Jan 128(3) 460-6; Food Microbiol 2009 Feb 26(1) 27-31; Int J Food Microbiol 2007 Apr 115(3) 319-24; J Appl Microbiol 2006;100(1) 7-14; Int J Food Microbiol 2005 Jan 98(1) 23-34; Commun Dis Public Health 2002 Dec 5(4) 289-98; J Food Prot 2000 May 63(5) 620-4; J Food Prot 1999 Aug 62(8) 877-82; Int J Food Microbiol 1994 Sep 23(1) 35-53; Mycopathol Mycol Appl 1971 Jan 43(1) 61-4)
- 밀의 경우, 밀과 밀가루의 위해 미생물 요소들이 현재까지 일부 제한적으로 연구 보고되었음
(J Food Prot 2004 Apr 67(4) 772-80; Int J Food Microbiol 2003 Aug 85(1-2) 137-49; Ann Agric Environ Med 2003 Jul 10(2) 223-7)
- 상기 연구에서는 mesophilic bacteria, *Bacillus cereus*와 *B. thuringiensis*, 대장균 및 대장균군, 효모 및 곰팡이 등으로 구분하여 쌀이나 밀 내의 잠재적 미생물 요소들을 monitoring하였음
- 쌀가루 (특히 습식 쌀가루)의 경우, 위해미생물에 대한 연구는 거의 전무한 실정임
- 현재까지 쌀가루 내 위해 미생물 저감화를 위하여 특히 출원 혹은 등록된 생산 기술은 없음

- 해외 일부 쌀가루 제조 회사들에서 사용하고 있는 쌀가루 제품별 자체 미생물 위해요소에 대한 기준 및 규격을 조사하였음 (총 16가지 쌀가루 제품)
(Sage V Foods : 3가지 Rice Flour , 2가지 Pregel Rice Flour, Riceland : 2가지 Rice Flour, 1가지 Brown Rice Flour, Gold medal : Rice Flour, Trumps : Rice Flour, Wild Rice, Queenswood : Rice Flour, Burapa Prosper : Glutinous Rice flour, Black Glutinous Rice Flour, Asienservice : Glutinous Rice Flour, Black Glutinous Rice Flour)
- 해외 국가 및 기관에서 설정한 쌀, 쌀가루, 혹은 밀가루의 미생물 위해요소에 대한 기준 규격을 조사하였음 (총 4개 기관에서 다음과 같은 제품에 대한 기준 및 규격을 설정하였음)
(CODEX : Rice Flour, Wheat Flour, European Union (EU) : Wheat Flour, East African Community (EAC) : Milled Rice, Brown Rice, Wheat Flour, Fortified Wheat Flour, the African Organisation for Standardisation (ARSO) : Milled Rice, Wheat Flour)
- 중국의 쌀 생산량은 2008년 191,896천톤, 2009년 195,103천톤, 2010년 198,728천톤으로 계속 증가 추세가 있으며 중국 주요 쌀 생산지역은 호남성과 강서성이 전체 생산량의 10%이상을 점유하고 있음(중국농촌통계 연감, 2008. 09, 중화양식망 2010년 예측수치)
- 중국의 쌀 총 소비량은 1995년 1억 3천 7백만톤까지 증가하다가 2004년 1억 2천 5백만톤으로 점차 감소하였음. 중국 1인당 쌀 소비량은 소비 증가와 생산량 증가에 따라 1980년대까지 급격하게 증가하였으나, 중반 이후 곡물 소비는 감소하고 반면 육류와 과채류의 소비 증가가 증가하고 있음.
- 1인당 쌀 소비량은 1980년 118.5kg, 1990년대 111.6kg, 2000년대에 들어서 106kg, 2003년 102kg, 2006년 97kg, 2007년 98kg으로 점차 감소하고 있는 추세라고 보고됨(김경민외 2010. 12)
- 북경 도매시장의 쌀 가격은 2011년 9월 kg당 4.52-4.5위안으로 2009년 대비 평균 30% 이상 증가하여 가격이 계속 증가하고 있음. 중국 쌀은 한국, 북한, 일본 등 주변 국가에 가장 많이 수출을 하고 있음. 또 중국은 태국, 베트남에서 수입량의 약 99%을 수입하고 있음(중국농촌통계 연감, 2008. 09, 중화양식망 2010년 예측수치)
- 최근 중국의 생활 수준이 높아짐에 따라 대도시로의 유통량이 증가하고, 일인당 소비량은 점차 줄어들고 있는 추세라고 함(중국농촌통계 연감, 2008. 09, 중화양식망 2010년 예측수치).
- 한편 상해내 일반 식품 매장에서 포장하지 않고 판매되고 있는 쌀의 경우 소매 가격이 2.19위안/500g, 포장 쌀의 경우는 약 3위안-9.25 위안/500g 회사별로 가격차이가 많았음.
- 중국의 경우도 유기농 식품에 대한 관심이 높아 대형 백화점의 채소 매장에는 대부분 유기농 제품이 고가로 판매되고 있었음.



[상해 대형 백화점 식품 매장 쌀 가공품]



[상해 대형 백화점 식품 매장(Lotus) 유기농 제품 및 일반 대형 마켓의 쌀 제품]

- 최근 중국의 식품 소비 패턴이 경제 성장에 따라 변화하는 중국 난징시 소비자들의 식품 소비 패턴을 조사한 결과 소득이 높고 연령이 낮을수록 편의 식품과 조리 간편 식품의 구매 빈도가 높으며, 외식이 잦고, 구매 횟수는 감소하는 경향이 있다고 보고됨(Veeck et al, 2000).
- 쌀가공식품 중 쌀과자와 쌀국수를 구입한 경험이 있거나 앞으로 이들 제품을 구입할 의사가 있는 소비자들을 대상으로 2010년 8월에 국내에서 한국 설문을 수행한 결과, 중국은 가공 형태를 가장 중시하면서 쿠키 형태를 가장 선호하고 스낵 형태를 좋아한다고 하였고 반면에 일본 소비자는 쌀 함량을 중요하다고 하였으며, 용량과 쌀 함량은 중요시하지만, 원산지는 중요하지 않다고 함. 또 쌀국수의 경우 한국 소비자는 포장 형태와 쌀 함량을 중요시하고, 중국 소비자는 포장 형태를 가장 중요시 하는 반면, 일본 소비자는 쌀함량을 가장 중요하다고 소비자 인식에 차이가 있다고 보고되었음(김경민외, 식품유통 연구, 2010. 9).
- 상해 현지 쌀 가공 제품을 조사한 결과, 다양한 쌀 가공 제품은 대부분 일본에서 수입산 쌀과자류와 국내에서 수입한 쌀국수, 쌀이 첨가된 스프, 쌀 떡 믹스 등이 그대로 수입되어 판매되고 있었음.
- 중국산 제품으로는 쌀과자가 대부분으로 개별 포장후 대형 포장한 제품은 17.50-19.89 위안/한봉지 원으로 환산하면 3,500-4,000원 가량으로 판매되고 있고, 쌀국수의 경우 12.80-19.80위안/kg 가격으로 판매되고 있었음. 이외에 우리의 동동주 형태의 술이 플라스틱 용기, 병 포장 등으로 대형 매장에서 판매되고 있었음.
- 본 시장 조사 결과 중국은 농산물의 대부분(과일, 대두, 육류, 난류, 양곡 등)의 생산량이 세계적으로 1위를 차지하고 있으나, 가공 수준은 전체적으로 선진국 70% 대비 평균 약 20% 내외 수준으로 가공 식품 시장의 발전 가능성이 대단히 높은 것으로 평가되고 있으나, 현재 상해내 쌀가공 제품은 쌀과자, 쌀국수가 주류를 이루고 있었음.

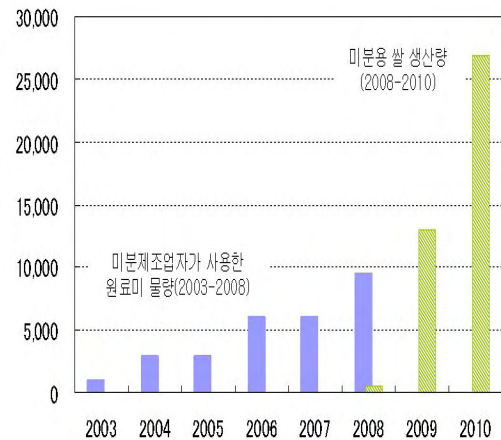
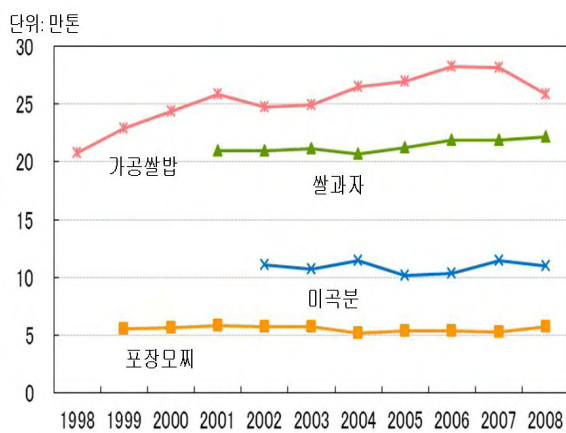


[중국 대형 식품 전문매장의 쌀 가공 제품]

- 지속적인 우리 국민의 쌀 소비량 감소와 최근 국제 곡물 가격 인상과 함께 밀가루 가공식품 원료로 밀가루 대신 쌀이 주목받고 있음. 정부에서는 쌀가공식품 활성화를 위해 쌀가공 식품 연구에 투자를 하여 쌀 가공제품의 원료로의 한계점을 극복하고 있으나, 밀가루는 톤당 340달러 대비 쌀은 800-990불/톤으로 약 2배 이상 높아, 밀가루 대체 원료로 쌀 원료를 사용하는데 어려움이 있어 가공용 쌀 원료의 단가를 낮추는 체계적인 노력이나 밀가루와는 차별화된 고부가가치 쌀 원료에 관한 연구가 필요함.
- 정부는 쌀가공 식품 중장기 발전 안으로 안정적인 쌀 가공 원료 공급 방안, 국산 재고미의 가공 업체 공급 계획, 가공 업체와 농가간이 계약 재배 유도, 소비자에 대한 쌀 홍보 강화, 쌀 가공 업체 시설 개선 지원 등이 시도되고 있음(식품저널 2008). 최근 국내 소비자가 좋아하는 가공 식품 피자, 부침, 면류, 스프, 고추장 등에 밀가루 원료 대체로 가공용 쌀가루를 사용한 제품 출시가 많이 이루어지고 있으며 소비자에게도 호응도가 높아지고 있으나, 국내 쌀 소비자 조사를 체계적으로 하여 쌀 가공 식품 소비에 걸림돌이 되는 문제점을 해결하여야함.
- 중국, 일본, 동남아에 한류와 함께 한국 제품에 대한 선호도가 높아지므로 문화와 함께 국내 식품의 수출 확대도 가능하므로, 각 나라별 소비자의 구매를 할 때 가장 중요시하는 포인트 연구를 하여 그 나라에 적합한 쌀 가공 제품 개발 및 홍보가 필요함.
(예: 일본은 쌀함량 중요시, 중국은 포장을 중요시)
- 본 출장자가 중국 시장 조사를 한 결과 가공 제품 자체가 선진국 제품을 모방하여 만든 후 판매하고 있었으며, 특히 쌀 가공 제품은 쌀국수, 쌀 과자가 주류를 이루고 있었음. 중국의 모방을 쉽게 할 수 있으므로 저가의 원료 상품을 국내의 첨단 원천기술에 의한 고부가가치 원료 개발이 요구됨. 또한 전통식품과 연관시켜 우리 고유의 쌀 가공 제품을 개발하여 한국산임을 강조하여 중국산과 차별화시키는 전략이 필요함.
- 향후 계획으로 중국인 및 외국인 대상 쌀가공 식품 개발에 참고 자료로 사용할 예정임

일본 쌀 가공 식품 산업 현황

- 2008년 기준으로 일본의 가공 쌀밥은 25-30만톤, 쌀과자 생산량은 연간 20만톤, 포장 모찌는 약 5만톤 수준을 유지하고 있으며, 미분용 쌀은 2009년 10-12만톤 수준에서 2011년 25만톤을 생산함.
- 일본도 우리와 마찬가지로 식생활의 변화로 1인당 쌀밥 수요의 감소가 계속되어 쌀 가공 식품 개발과 쌀을 이용한 식품소재에 관한 개발이 요구되고 있음. 현재 쌀가루 빵, 쌀가루 스넥, 케익, 쌀가루 함유 인스턴트 라면 등의 쌀가루 이용 제품 판매하고 있고, 학교 급식으로 밥 대신 빵 등의 공급으로 밀가루 대체 쌀빵의 수요가 증가하고 있는 추세임.



[일본 쌀 가공 식품의 생산 추이]

자료: 농림수산성(2009-2010년 쌀보리 가공 식품 생산 동태 및 일본 쌀시장 규모 통계)

- 일본 정부는 쌀 소비 감소 문제를 해결하기 위하여 논의 60%를 밥쌀용 쌀 재배에 활용하고 나머지는 밥쌀용 쌀 이외의 밀, 콩 등 일본 자급률이 낮은 농산물을 재배하거나 쌀가루 소재용 쌀 재배를 확대하는 방안을 추진하고 있다고 함. 작물을 생산하는 방안을 추진하고 있다고 함. 또 밀, 콩 등 상대적으로 자급률이 낮은 농산물을 재배를 확대하고 있다고 함. 2009년 7월 미곡의 새로운 용도의 이용 촉진에 대한 법, 쌀가루용 등 용도 한정 미곡에 관한 규칙(2010년 4월시행)을 제정과 동시에 연간 약 500만톤의 수입밀중 약 10%인 50만톤을 쌀가루로 대체하는 사업을 추진하고 있음. 빵용 밀가루의 1%, 우동용 밀가루 70%, 과자용 밀가루 21%, 가정용 밀가루 수요의 7% 쌀가루 대체 계획을 수립함(국승용, 2010, 쌀 가공식품 산업의 현황과 발전 전략, 농촌경제연구원).
- * 니가타현 R10 프로젝트 : 일본 쌀 생산량의 31.9%, 쌀과제 제품의 51.5%를 점유하고 있는 니카타현에서 식량 자급률 향상을 위해 밀가루 소비량의 10%를 쌀가루로 대체하자는 R10(rice flour 10% project)가 전국으로 확산됨(국승용, 2010. 농촌경제연구원).
- 일본 쌀의 유통구조를 보면 2010년 기준으로 출하 판매되고 있는 쌀 636만톤은 4단계로 나누어 유통되고 있는데, 첫 번째 농업협동조합(농협)으로 390만톤을 출하되고 이중 303만

톤 전국농협협동조합회, 경제농업협동조합연합회로 판매 위탁해서 판매업자 289만톤 주식용 가공업자 등에 14만톤이 유통되고, 390만톤중 87만톤이 소매(13만톤), 도매(64만톤), 외식(2만톤), 일반 소비자(7만톤) 등에 판매가 됨. 두 번째 전국주식집하협동조합연합회로 21만톤이 유통해서 이중 8만톤은 전집연판매위탁과 14만톤은 전집연계업자판매로 유통되어 소비되고 있음. 세 번째 기타 업자가 59만톤을 직접 최종 소비자에게 유통 판매하고, 네 번째 생산자 직거래로 165만톤을 소비자까지 유통 판매하고 있음(藤田 あおい, 2012. 쌀 농업사업화의 방향성, Nomura Research Institute)

- 일본의 쌀 가공 제품은 떡류(모찌류), 과자류, 조미료류, 가공미류, 국수류 등 국내의 쌀가공 제품 분류와 유사함(표 1).

표 1. 일본의 쌀 가공 제품 종류

분류	내용
모찌류	백옥모찌, 냉동 백옥모찌, 즉석 모찌등
미과류	아라래, 쉐베이 등
조미료류	쌀식초, 쌀된장 등
주류 및 음료	청주, 소주, 라이스와인, 현미차 등
쌀밥류	레토르트쌀밥, 쌀밥 통조림, 즉석 쌀밥, 알파화미, 냉동 쌀밥, 전자 제인지용
가공미류	강화미, 비타민 강화미
포장 떡류	포장 모찌(세절형, 판산형, 구형)
즉석즉류	현미죽, 죽, 이유식 등
빵류	크래커 타입 등
스낵류	쉐베이 쌀과자류
국수류	라이스누들, 생면, 건면 등
기타	생미분, 호화 미분 등
자료 :KRFA(한국쌀 가공 식품 협회, 2007)	

- 일본 동경 백화점 식품 매장 및 대형 슈퍼마켓 등에는 밥쌀용 쌀과 쌀과자, 떡류, 죽류 등 국내보다 더 다양한 제품이 판매되고 있음. 고시히가리 쌀 5kg에 2,480엔, 재배 지역에 따라 3,580엔/kg, 제품에 따라 다양한 가격으로 판매되고 있고, 국내의 경우 5kg-10kg이 많은 반면 일본은 500kg-1kg 포장 쌀이 주류를 이루고 있음.
- 무균포장 밥의 경우 국내와 같이 여러 회사 제품이 판매되고 있으며, 오곡밥, 적색미로 제조한 무균 포장밥, 잡곡밥 등 종류가 다양하고, 식품매장에서 판매하고 있는 삼각 김밥은 120엔에 판매되고 있음
- 쌀과자의 경우 소형 포장에 종류에 따라 약 150-300엔으로 쌀과자의 종류가 다양하였고, 백화점에서 판매하고 있는 쌀과자는 다양한 포장으로 선물용으로 소비자의 구매를 유도하고 있었음.

- 떡류도 다양하여 한팩에 98엔으로 식품매장에서 저렴하게 판매되는 것에서 지역 특산품으로 고급화 시킨 떡류까지 다양하게 분포되어 있었음
- 이외에 쌀 가공 식품으로 즉석 스프와 함께 레토르트 스프와 죽류 등이 매장에 무균밥보다 큰 부분을 차지하고 있었음. 특히 편의점과 건강 식품코너에는 물만 부어 먹을 수 있는 즉석 동결죽이 개별 포장되어 1팩에 165-189엔, 4개 포장으로 980엔/4팩 판매되고 있었음.



[일본 동경의 백화점 식품매장 및 대형 슈퍼마켓]

(빅사이트 전시장부근 라라포트의 Aoki 식품매장, 롯데몰 미드타운 도쿄 solmachi 식품매장, Aeon 대형 할인마트, 다이마루 백화점 식품매장)



[대형 식품매장에서 판매되고 있는 밥용 쌀]



[본 무균 포장 밥 및 삼각김밥]



[이마루 백화점 고급 쌀과자 및 일반 쌀과자]



[대형 식품매장의 떡류]



[쌀 스프 및 죽류]



[즉석 동결죽 및 제빵용 스프레드]

- 전체적으로 일본은 쌀 생산량의 약 14-15% 정도를 쌀 가공 식품에 사용되고 있다고 보고 되었는데, 밥쌀용 쌀 수요 감소로 쌀을 이용한 쌀가공 식품의 개발과 소재 개발로 밀가루 대체 노력을 하고 있음.

국내 쌀 소비촉진 방안

- 2012년 우리나라 쌀 생산량은 4,006천 ton, 재배 면적은 849천 ha로 국내 농업소득의 40% 이상을 차지하고 있으며, 쌀 소비량의 경우 1980년에 132.4 kg에서 2012년에는 69.8 kg으로 약 50%로 감소하였음.
- 지속적인 우리 국민의 쌀 소비량 감소와 최근 국제 곡물 가격 인상과 함께 밀가루 가공식품 원료로 밀가루 대신 쌀이 주목받고 있음. 정부에서는 쌀가공식품 활성화를 위해 쌀가공 식품 연구에 투자를 하여 쌀 가공제품의 원료로의 한계점을 극복하고 있으나, 밀가루는 톤당 340달러 대비 쌀은 800-990 불/톤으로 약 2배 이상 높아, 밀가루 대체 원료로 쌀 원료를 사용하는데 어려움이 있어 가공용 쌀 원료의 단가를 낮추는 체계적인 노력이나 밀가루와는 차별화된 고부가가치 쌀 원료에 관한 연구가 지속되어 현재 국내산 쌀의 가공 이용률은 2008년 6%에서 2012년 10% 내외로 증가하였음 (Ministry for Food and Agriculture 2012, Statistics Korea 2012).
- 소비자 조사 결과(국승용, 2010. 농촌경제연구원), 소비자의 87.6%가 쌀가공품의 원산지가 중요하다고 인식하고, 76%는 구입시 국내산 여부를 확인하는 것으로 나타나 안전성과 품질을 중요한 인식을 가지고 있으므로 국내쌀을 이용한 가공 제품 개발과 소재화 사업 활성화가 요구됨. 또한 쌀 가공 식품 개발과 산업화를 위해서는 가공용 쌀에 대한 중장기 공급 계획과 국내산 쌀 생산 단가 인하도 필요하고 다수확 품종 외에 가공 식품별 품종 개발과 보급도 필요함.

- 현재 정부는 쌀가공 식품 중장기 발전 안으로 안정적인 쌀 가공 원료 공급 방안, 국산 재고미의 가공 업체 공급 계획, 가공 업체와 농가간이 계약 재배 유도, 소비자에 대한 쌀 홍보 강화, 쌀 가공 업체 시설 개선 지원 등이 시도되고 있음(식품저널 2008). 최근 국내 소비자가 좋아하는 가공 식품 피자, 부침, 면류, 스프, 고추장 등에 밀가루 원료 대체로 가공용 쌀가루를 사용한 제품 출시가 이루어지고, 일부 제품(쌀로 만든 카레, 쌀로 만든 스프 등)은 성공 사례도 있으나, 그 외의 쌀 가공 식품 소비에 걸림돌이 되는 문제점도 파악하여 해결하여야함.
- 일본의 쌀 농업 정책을 쌀 수요 감소 해소로 수요자 측면을 고려해서 지역적인 관점보다도 용도 가능성을 보고 글로벌 비즈니스 발전 가능성이 큰 품목으로 보고 있음. 쌀 경영 과제해결책으로 가공 식품 개발과 타 품목과의 복합 경영, 생산주체 중심으로 합병회사 설립, 수요자 측이 희망하는 품질을 가지는 안전한 쌀 제공, Win-win 관계의 비즈니스 모델 구축 등을 제시하는 등 쌀 소비를 위한 부단한 연구를 하고 있음(藤田 2012 Nomura Research Institute, 쌀 농업사업화의 방향성). 국내의 경우도 한류와 함께 한국 제품에 대한 선호도 증진으로 국내 식품의 수출 확대도 가능하므로, 각 나라별 소비자의 구매를 할 때 가장 중요시하는 포인트 연구를 하여 그 나라에 적합한 쌀 가공 제품 개발 및 홍보가 필요함. 또한 국내 소비자의 소비 패턴 변화와 엔화 약화로 쌀 가공 식품 산업이 우리보다 발전되어 있어 역으로 수입을 할 수 있을 것으로 여겨지므로 국내 소비자 소비 동향도 조사되어야 함.
- 본 출장자가 일본 시장 조사를 한 결과 쌀 가공 제품의 경우 다양한 상품과 포장 기술로 국내의 소비자들이 선호하는 것으로 여겨짐. 일본 제품의 모방 보다는 전통식품과 연관시켜 우리 고유의 쌀 가공 제품을 개발하여 한국산임을 강조하여 일본산과 차별화시키는 전략이 필요함. 발효 쌀 등 쌀 자체의 소재화에 앞서 있는 일본과 차별화된 원천 기술에 의한 고부가가치 원료 개발이 요구됨.
- 미국 뉴올리언스에서 개최된 The 32th 2011 IFT (Institute of Food Technologist) Annual Meeting & Food Expo (11. 6. 11 - 6. 16)에 참석하여 쌀의 기능성 소재, 기능성 식품 최신 연구동향 파악 및 산업화에 관련된 정보를 수집하여 본 과제 수행에 적극 활용하고자 하였음. IFT는 전 세계적으로 식품관련 분야에서는 가장 규모가 크고 전통이 깊은 학술대회로 세계 48여 개국으로부터 20,000여명이 참석하여 학술정보 및 관련 정보를 교류함.
- Nutraceuticals, Functional Foods 세션을 통하여 다양한 식품소재의 기능성 연구에 대해 소개되었는데, 군대와 같은 단체급식 섭취군에서 수행된 인체시험 결과 식이요소는 인간의 육체적 및 심리적 상태에 영향을 미친다는 US Army의 연구 결과는 흥미로웠고, 기능성 식품 시장의 대상이 반건강인에서 집단군까지 확대될 수 있는 가능성을 본 사례였음.
- 전세계적으로 주요 사망원인인 심혈관 질환에 대해 최근 관심이 증대되고 있는 베리류의 효능과 베타 글루칸의 혈당 및 인슐린 농도 조절능에 대한 인체적용시험 결과 보고가 있었음. 이 외에도 항암 효능을 지닌 대두 단백질의 활성을 효소적 가수분해로 증진시키는 연구 사례도 있었음.
- 제품 개발 동향을 알 수 있는 Food Expo 관람 결과 자연식품, 유기농 식품 등 기능성 식품

에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품산업 중 이익이 많이 나는 틈새시장으로 10-20%대로 성장하고 있음. 특히 유기농 식재료 이용 가공식품의 경우 산학연이 협업하여 개발한 제품의 성장이 두드러지고 있음.

- 새로운 단백질 기능성 식품소재로서 꿀벌번데기가 제시되었는데 플라보노이드, 비타민, 미량 원소가 함유되어 있어 영양적 가치가 매우 높음. 전통의학에서 사용되어 온 소재로 심혈관계 개선 효능을 지니는 것으로 보고되었음.
- 미국 샌디에고에서 “Translating Science for Tomorrow’s Health”라는 주제로 개최된 EB(Experimental Biology) 2012 annual meeting (12. 4. 21 - 4. 27)에 참석하여 본 과제의 연구결과인 쌀의 기능성 소재로서의 가능성을 밝힌 학술발표 및 기능성 식품소재 개발 최신 연구동향 관련 자료 수집을 통해 본 과제 수행에 적극 활용하고자 하였음.
 - 논문발표제목 : Cooked rice as dietary carbohydrate has anti-obesity effect through downregulating lipogenic gene expression in high fat diet fed mice
- “Experimental Biology 2012 annual meeting”은 미국 내 실험생물학관련 6개 학회가 연합하여 FASEP (Federation of American Society for Experimental Biology)이라는 이름하에 매년 개최하는 2012년도 학술대회로 6개 분야 (Anatomy, Biochemistry & Molecular Biology, Nutrition, Pathology, Pharmacology & Experimental Therapeutics, Physiology) 로 구성되어 진행됨.
- Nutrition and Inflammation 세션에서는 식품의 염증조절 효능 관련 내용이 진행되었는데 오메가 3 지방산의 만성질환 염증 완화 효능, 트레오닌의 heat shock stress에 대한 보호 효과, 통밀섭취의 염증 개선 효능, 비타민 D의 염증 감소 효능 등에 대한 보고가 있었음.
- Redefine obesity-body weight versus adiposity 세션을 통해서 대사효율과 비만과의 연관성에 대한 보고가 있었음. 과체중 여성의 낮은 대사율과 신체활동 감소 경향, 아시아계 민족간의 BMI과 지방분포도 차이 비교 연구 결과 발표가 있었음. 이를 통해 낮은 BMI 패턴과 높은 PBF를 지닌 아시아계 여성들이 비만 위험도가 높은 이유를 구명하였음.
- Obesity, inflammation and nutrigenomics 세션에서는 자연식이의 우수성을 포화지방 식이군과 비교해서 구명한 결과 발표가 있었고, 매실의 대사장애 개선기능 관련 인체 시험 결과도 발표되었음.
- 본 학회를 통해 최근에 활발히 수행되고 있는 신규 기능성 식품 소재의 동향을 파악할 수 있었으며 특히 서양식이의 위험성 및 oriental meal의 우수성을 대사학적으로 증명하려는 연구가 많이 보여 본 연구의 진행 방향 설정 및 관련 자료 확보에 많은 도움이 되었음.
- 중국의 Hui Zhang는 열안정화된 탈지미강에서 얻어진 미강단백질의 제조와 특성을 포스터 발표하였음. 32.9~44.79%의 수율을 보이며 효소적 가수분해가 기능적 특성을 높이며 단백질

적용분야를 확대 가능하게 함.

- Susan은 whole grain의 건강성에 대한 포스터 발표에서 전곡미의 과학적 우수성에 대한 증거가 계속 보고되고 있고, 전곡미의 grain-bran, germ, endosperm 등 모든 부위가 health benefits에 기여하고 있음을 강조하였음.

제 7 장 연구시설·장비 현황

1. 주요 활용 시설

시설명	면적(평)	위치	활용가능내용
연구실	20	고려대학교	시료의 전처리에서 분석까지 전과정

2. 주요 활용 연구기기

구분 (보유/활용)	기기현황			기기책임자	
	기기명	수량	설치장소	성명	사업단참여
보유	연속식 에스테르 반응기	1	고려대학교	김인환	0
보유	Rotary evaporator	1	고려대학교	김인환	0
보유	Roaster	1	고려대학교	김인환	0
보유	Moisture analyzer	1	고려대학교	김인환	0
보유	유지정제 system (탈검, 탈산, 탈색, 탈취)	1	고려대학교	김인환	0
보유	Sepctrophotometer	1	고려대학교	김인환	0
보유	Colorimeter	1	고려대학교	김인환	0
보유	TLC-FID	1	고려대학교	김인환	0
보유	Varian GC-FID	3	고려대학교	김인환	0
보유	HPLC-ELSD	1	고려대학교	김인환	0

제 8 장 참고문헌

[1핵심] 1-1세부

1. AACC. Approved Methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
2. Anderson RA. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. *Cereal Chem* 59: 265-271 (1982)
3. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
4. Chiang PY, Yeh AI. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J Cereal Sci* 35: 85-94 (2002)
5. Choi EJ, Kim HS. Physicochemical and gelatinization properties of glutinous rice flour and starch steeped at different conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 17-24 (1997)
6. Defa G, Xu M. A study on special nutrient of purple glutinous rice. *Scientia Agric Sinica* 25: 36-41 (1992)
7. Jun HI, Yang EJ, Kim YS, Song GS. Effect of dry and wet millings on physicochemical properties of black rice flours. *Korean J Food Sci Technol* 37: 900-907 (2008)
8. Jung DS, Lee FZ, Eun JB. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 232-237 (2002)
9. Lee WJ, Jung JK. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J Culinary Research* 8: 267-278 (2002)
10. Liu RH. Whole grain phytochemicals and health. *J Cereal Sci* 46: 207-219 (2007)
11. Moongngarm A, Saetung N. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chem.* 122: 782-788 (2010)
12. McCleary BV, Codd R. Measurement of β -amylase in cereal flours and commercial enzyme preparations. *J. Cereal Sci.* 9: 17-33 (1989)
13. McCleary BV, Sheehan H. Measurement of cereal α -amylase: A new procedure. *J. Cereal Sci.* 6: 237-251 (1987)
14. Nishita KD, Bean MM. Grinding methods; The impact on rice flour properties. *Cereal Chem.* 59: 46-50 (1982)
15. Oh GS, Kim K, park JH, Kim SK, Na HS. Physical properties on waxy black rice and waxy rice. *J Food Sci Technol* 34: 339-342 (2002)
16. Park JD, Choi BK, Kum JS, Lee HY. Physicochemical properties of brown rice flours produced under different drying and milling conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 495-500 (2006)
17. Prosky L, Asp N, Sweizer TF, Devries J, Furda I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products,

Interlaboratory study. JAOAC 71: 1017-1023 (1988)

18. Usansa U, Burberg F, Geiger E, Back W, Wanapu C, Nrendt EK, Kreis S, Boonkerd N, Teaumroong N, Zarnkow M. Optimization of malting conditions for two black rice varieties, black non-waxy rice and black waxy rice (*Oryza sativa* L. Indica). J. Inst. Brew. 117: 39-46 (2011)
19. Yeh AI. Preparation and applications of rice flour. pp. 497-513 In: Rice Chemistry and Technology. Champagne ET (ed). AACC, St. Paul, MN, USA (2004)

농림수산식품부, 「각년도 양정자료」

농림수산식품부, 「쌀 가공업체 실태조사 및 DB 구축방안 연구」, 2012.

농림수산식품부, 「쌀가공산업 육성 및 쌀이용 촉진에 관한 법률」, 2012.

농림수산식품부, 「쌀가공산업 발전 5개년 계획 수립(안)」, 2013.

박종대, 장인석외, 「쌀 가공사업 진출을 위한 상품화 연구 및 사업화 전략」, 농협중앙회, 2008.

박동규, 「쌀가루 수요전망과 공장 건립 타당성 분석」, 2010.

장인석, 「2010 쌀가공식품산업 현황 및 발전방안」, 농림수산식품부 쌀가공기업 연찬회, 2010.

장인석, 「쌀가공식품산업 불안정성진단과 해법」, 한국쌀가공식품협회, 2010.

장인석, 「쌀 수출확대를 위한 기술사업화 전략 개발」, 농업기술실용화재단, 2010.

장인석, 「2012 쌀가공식품산업 현황 및 발전방안」, 농림수산식품부 쌀가공기업 연찬회, 2012.

장인석, 「쌀가공산업 진단 및 기술보급 방안」, 농촌진흥청, 2012.

장인석, 「쌀이용 다양화를 위한 용도별 쌀가루 생산현황 및 요구도 조사」, 농촌진흥청, 2012.

한국쌀가공식품협회, 「각년도 협회 현황자료」

1-2세부

1. Kim MR. 2011. The status of Korea's rice industry and the rice processing industry. *Food Industry & Nutr* 16: 22-26.
2. Moore MM, Heinbockel M, Kockery P, Ulmer HM, Arendt EK. 2006. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chem* 83: 28-36.
3. Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. 2002. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 642-646.
4. Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 832-838.
5. Kim JN, Shin WS. 2009. Physical and sensory of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41: 69-76.
6. Lee MH, Lee SY, Lee SA, Choi YS. 2010. Physicochemical characteristics of rice flour sponge cakes containing various levels of pumpkin flour. *Korean J Food Nutr* 23: 162-170.
7. Kim SJ, Kim HJ, Ma SJ, Kim SJ. 2005. Preparation and quality characteristics of rice

- bread. *Korean J Food Culture* 20: 433-437.
8. Lee MH, Chang HG, Lee YT. 2008. Effects of enzymes and emulsifiers on the loaf volume and crumb hardness of rice breads. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr* 37: 761-766.
 9. Park MK, Lee KH, Kang SA. 2006. Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. *Korean J. Food Cookery Sci* 22: 419-427.
 10. We GJ, Cho YS, Yoon MR, Shin MS, Ko SH. 2010. Development of rice flour-based puffing snack for early childhood. *Food Engineering Pro* 14: 322-327.
 11. Payne FA, Taraba JL, Saputra D. 1989. A review of puffing processes for expansion of biological products. *J. Food Eng.* 10: 183-197.
 12. Kang SH, Ryu GH. 2001. Improvement in the Yukwa manufacturing by extrusion process with CO₂ gas injection. *Food Sci. Biotechnol* 10: 1-6.
 13. Ju JE, Nam YH, Lee KA. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 923-929.
 14. Han JA. 2011. Development and characterization of rice cookies containing germinated yakkong powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 27: 681-689.
 15. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *Korean J Food Culture* 21: 541-549.
 16. Obatolu VA. Effect of different coagulants on yield and quality of tofu from soymilk. *Eur. Food Res. Technol.* 226: 467-472 (2008)
 17. Park EJ, An SH, Park GS. Quality Characteristics of cuttlefish inky tofu prepared with various coagulant. *Korean J. Food Culture.* 21(6): 653-660 (2006)
 18. Park GS, Lee SH, Park KN. The quality characteristics of Kanghwang (*Curcuma aromatica* Salab.) tofu prepared with various coagulants. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 17(4): 547-533 (2007)
 19. Lee HJ, Hwang IK. Textural characteristics and microstructure of soybean curds prepared with different coagulant. *Korean J. Soc. Food Sci.* 10(3): 284-290 (1994)
 20. 비용. 편인분석의 이론과 실제: 공공사업평가와 규제영향 분석. 김태윤. 博英社. 2004
 21. 경영분석 및 원가계산실무: 재무제표 이해를 통한 원가계산 및 분석실무서. 이병길. 어울림. 2008
 22. 공공재의 가치: 공공재의 가치 측정과 비용편익 분석. 고태호. 한국학술정보. 2010
 23. 두부춘. www.soychon.co.kr. (2010)
 24. Saio K, Koyama E, Yamazaki S, Watanabe T. Protein-calcium-phytic acid relationships in soybean. *Cereal Chem.* 33(1): 337-345 (1969)
 25. Kweon MR, Shin MS. Comparison of enzyme resistant starches formed during heat-moisture treatment and retrogradation of high amylose corn starches. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 40(6): 508-513 (1997)
 26. Wilkinson C, Dijksterhuis GB, Minekus M. From food structure to texture. *Trends in Food Sci. Technol.* 11: 442-450 (2000)
 27. Park EJ, An SH, Park GS. Quality Characteristics of Cuttlefish Inky Tofu Prepared

- with Various Coagulants. Korean J. Food Culture. 21(6): 653-660 (2006)
28. Kajiyama N, Isobe S, Uemura K, Noguchi A. Changes of soy protein under ultra-high hydraulic pressure. Int. J. Food Sci. Technol. 30: 147-158 (1995)
29. Kohyama K. Nishinari K. Rheological studies on the gelation process of soybean 7S and 11S protein in the presence of glucono- δ -lactone. J. Agric. Food Chem. 41:8-14 (1993)

1-3세부

1. Aleksandra A.Z., and Rafael G., Some *Bacillus thuringiensis* Strains Share *rpoB* Nucleotide Polymorphisms Also Present in *Bacillus anthracis*, Journal of Clinical Microbiology, 44(4) : 1606-1607 (2006)
2. Ankolekar, C., Rahmati, T., Labbé, R.G., Detection of toxigenic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* spores in U.S. rice, International Journal of Food Microbiology, 128(3) : 460 - 466 (2009)
3. Atieh K., Didier R., and Bernard L.S., Comparison between *rpoB* and 16S rRNA Gene Sequencing for Molecular Identification of 168 Clinical Isolates of *Corynebacterium*, Journal of Clinical Microbiology, 43(4) : 1934-1936 (2005)
4. Aydin, A., Aksu, H., Gunsen, U., Mycotoxin levels and incidence of mould in Turkish rice, Environmental Monitoring and Assessment, 178(1-4) : 271-280 (2011)
5. Aydin, A., Paulsen, P., Smulders, F.J.M., The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33 : 445-454 (2009)
6. Belgin D., and Kathryn J.B., Genetic Diversity and Spoilage Potentials among *Pseudomonas* spp Isolated from Fluid Milk Products and Dairy Processing Plants, Applied and Environment Microbiology, 69(1) : 130-138 (2002)
7. Berghofer, L.K., Hocking, A.D., Miskelly, D., Jansson, E., Microbiology of wheat and flour milling in Australia, International Journal of Food Microbiology, 85(1 - 2) : 137 - 149 (2003)
8. Bjarne M.H., and Niels B.H., Detection of Enterotoxic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* Strains by PCR Analysis, Applied and Environment Microbiology, 67(1) : 185-189 (2000)
9. De Jonghe V., Coorevits A., Block J.D., Coillie E.V., Grijspeerdt K., Herman L., De Vos P., and Heyndrickx M., Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk, International Journal of Food Microbiology, 136: 31 - 325 (2010)
10. Graves, R.R., Rogers, R.F., Lyons, A.J., Hesseltine, C.W., Bacterial and actinomycete flora of Kansas - Nebraska and Pacific North-West wheat and wheat flour, Cereal Chemistry, 44 : 288 - 299 (1967)
11. Ha J.H., Lee Y.S., Lee S.J., Hwang S.S., and Ha S.D., Antibacterial Effect of Fermented Rice Water against Food-borne Bacteria in Kitchen Towel. J. Food Hyg. Safety, 22(4) : 365-369 (2007)
12. Hong Y.H., Kim M.k., and Song K.B., Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Microbial Safety and Quality of Samgae Chicken, J. Food Preserv., 15(5) 769-773 (2008)

13. Kim K.A., and Jeon E.R.. Physicochemical Properties and Hydration of Rice on Various Polishing Degrees. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28 : 959–964 (1996)
14. Kim K.S., Kim M.J., Könönen E., Lounatmaa K., Summanen P., and Finegold S.M., Single nucleotide polymorphisms are randomly dispersed and mostly synonymous in partial *rpoB* and *cpn60* genes of *Campylobacter showae* human isolates, *Anaerobe*, 18 : 626–629 (2012)
15. Kim M.J., and Kim K.S., Isolation and Identification of γ -Aminobutyric acid (GABA)-producing Lactic Acid Bacteria from Kimchi, *J Korean Soc. Appl. Biol. Chem*, 55 : 777–785 (2012)
16. Kim S.H., and Chung S.Y., Effect of preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in food service operations. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 32 : 203–237 (2003)
17. Kim S.H., Kim K.P., Jang S.S., Shin E.M., Kim M.J., Oh S., and Ryu S., Prevalence and Toxigenic Profiles of *Bacillus cereus* Isolated from Dried Red Peppers, Rice, and Sunsik in Korea. *J. Food Prot.*, 72 : 578–582 (2009)
18. Kim, S.K., Kim, K.P., Jang, S.S., Shin, E.M., Kim, M.J., Oh, S.S., Ryu, S.R., Prevalence and Toxigenic Profiles of *Bacillus cereus* Isolated from Dried Red Peppers, Rice, and Sunsik in Korea, [Journal of Food Protection](#), 72(3) : 578–582 (2009)
19. Kim S.R., Shim W.B., Park S.J., Ha S.H., Yoon H.S., Ha S.D., Kim K.S., Lee K.H., Kim M.G., Kim K.Y., Lim C.H., and Chung D.H., Investigation of the Level of Microbial Contamination in the Environment for Juice Production. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37 : 287–293 (2005)
20. Laca, A., Mousia, Z., Díaz, M., Webb, C., Pandiella, S.S., Distribution of Microbial Contamination Within Cereal grains, [Journal of Food Engineering](#), 72(4) : 332 - 338 (2006)
21. Lu Z.H., Zhang Y., Li L.T., Curtis, R.B., Kong, X.L., Fulcher, R.G., Zhang, G., Cao, W., Inhibition of Microbial Growth and Enrichment of γ -Aminobutyric Acid during Germination of Brown Rice by Electrolyzed Oxidizing Water, [Journal of Food Protection](#), 73(3) : 483–487 (2010)
22. Margaret M.P, Nakamura L.K., Kathleen E.D., Conrad A.I., and Frederick M.C., *Bacillus sonorensis* sp. nov., a close relative of *Bacillus licheniformis*, isolated from soil in the Sonoran Desert, Arizona, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51 : 1671–1679 (2001)
23. Maria F.F., Sara I.R., and Rosalía F., Isolation and Identification of *Bacillus* spp. and Related Genera from Different Starchy Foods, *Food Microbiology and Safety*, 75 : 218–221 (2010)
24. Mignard S., and Flandrois J.P., 16S rRNA sequencing in routine bacterial identification: A 30-month experiment, *Journal of Microbiological Methods*, 67: 574 - 581 (2006)
25. Monika E.S., Natasa V., Anja S., Ranad S., Maria A., Erwin M., and Siegfried S., Identification and Partial Characterization of the Nonribosomal Peptide Synthetase Gene Responsible for Cereulide Production in Emetic *Bacillus cereus*, *Applied and Environment Microbiology*, 17(1) : 105–113 (2004)
26. Nishino N., Hattori I., and Kishida Y., Alcoholic Fermentation and its Prevention by *Lactobacillus buchneri* in Whole Crop Rice Silage, *Letters in Applied Microbiology*, 44 : 538

- 543 (2007)

27. Oh S.Y., Choi S.T., Kim J.G., and Lim C.I., Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganisms in leafy vegetables. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 23 : 205-255 (2005)
28. Park K.J., Jeong J.W., Lim J.H., Jang J.H., and Park H.J., Effect of an Aqueous Chlorine dioxide Generator and Effect on Disinfection of Fresh Fruits and Vegetables by Immersion Washing, *Korean J. Food Preserv.*, 15(2) : 236-242 (2008)
29. Park S.K., Ko Y.D., Kwon S.H., Shon M.Y., and Lee S.W., Occurrence of Off-Odor and Distribution of Thermophilic Bacteria from Rice and Cooked Rice Stored at Electric Rice Cooker, *Korean Journal of food preservation*, 10(1) : 70 - 74 (2003)
30. Park Y.B., Kim J.B., Shin S.W., Kim J.C., Cho S.H., Lee B.K., Ahn J., Kim J.M., and Oh, D.H., Prevalence, Genetic Diversity, and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Strains Isolated from Rice and Cereals Collected in Korea, [Journal of Food Protection](#), 72(3) : 612-617 (2009)
31. Reid A.I., Matthew L.R., Nicole H.M., Henk C.B., Bruno M.X., Martin W., and Kathryn J.B., Identification and Characterization of Psychrotolerant Sporeformers Associated with Fluid Milk Production and Processing, *Appl. Environ. Microbiol*, 78(6) : 1853 (2012)
32. [Sarrías](#) J.A., Valero M., and Salmerón M.C., Enumeration, isolation and characterization of *Bacillus cereus* strains from Spanish raw rice, [Food Microbiology](#), 19 (6) : 589 - 595 (2002)
33. Sperber W.H., Microbiology of Milled Cereal Grains: Issues in Customer Specifications, *Technical Bulletin of the IAOM*, 3(6) : 7929-7931 (2003)
34. [Weidenbörner](#) M., [Wieczorek](#) C., Appel S., and Kunz B., Whole wheat and white wheat flour the mycobiota and potential mycotoxins, [Food Microbiology](#), 17 (1) : 103 - 107 (2000)
35. Yuan Q.I., GUY P., Xudong L., Leanne E.W., Sharon R.J.R., and Vito G.D., Utilization of the *rpoB* Gene as a Specific Chromosomal Marker for Real-Time PCR Detection of *Bacillus anthracis*, *Applied and Environment Microbiology*, 67(8) : 3720-3727 (2001)

1-3세부

1. Aleksandra A.Z., and Rafael G., Some *Bacillus thuringiensis* Strains Share *rpoB* Nucleotide Polymorphisms Also Present in *Bacillus anthracis*, *Journal of Clinical Microbiology*, 44(4) : 1606-1607 (2006)
2. [Ankolekar](#), C., [Rahmati](#), T., [Labbé](#), R.G., Detection of toxigenic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* spores in U.S. rice, [International Journal of Food Microbiology](#), 128(3) : 460 - 466 (2009)
3. Atieh K., Didier R., and Bernard L.S., Comparison between *rpoB* and 16S rRNA Gene Sequencing for Molecular Identification of 168 Clinical Isolates of *Corynebacterium*, *Journal of Clinical Microbiology*, 43(4) : 1934-1936 (2005)
4. [Aydin](#), A., [Aksu](#), H., [Gunsen](#), U., Mycotoxin levels and incidence of mould in Turkish rice, [Environmental Monitoring and Assessment](#), 178(1-4) : 271-280 (2011)
5. [Aydin](#), A., [Paulsen](#), P., [Smulders](#), F.J.M., The physico-chemical and microbiological

- properties of wheat flour in Thrace, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33 : 445-454 (2009)
6. Belgin D., and Kathryn J.B., Genetic Diversity and Spoilage Potentials among *Pseudomonas* spp Isolated from Fluid Milk Products and Dairy Processing Plants, Applied and Environment Microbiology, 69(1) : 130-138 (2002)
 7. Berghofer, L.K., Hocking, A.D., Miskelly, D., Jansson, E., Microbiology of wheat and flour milling in Australia, International Journal of Food Microbiology, 85(1 - 2) : 137 - 149 (2003)
 8. Bjarne M.H., and Niels B.H., Detection of Enterotoxic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* Strains by PCR Analysis, Applied and Environment Microbiology, 67(1) : 185-189 (2000)
 9. De Jonghe V., Coorevits A., Block J.D., Coillie E.V., Grijspeerdt K., Herman L., De Vos P., and Heyndrickx M., Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk, International Journal of Food Microbiology, 136: 31 - 325 (2010)
 10. Graves, R.R., Rogers, R.F., Lyons, A.J., Hesseltine, C.W., Bacterial and actinomycete flora of Kansas - Nebraska and Pacific North-West wheat and wheat flour, Cereal Chemistry, 44 : 288 - 299 (1967)
 11. Ha J.H., Lee Y.S., Lee S.J., Hwang S.S., and Ha S.D., Antibacterial Effect of Fermented Rice Water against Food-borne Bacteria in Kitchen Towel. J. Food Hyg. Safety, 22(4) : 365-369 (2007)
 12. Hong Y.H., Kim M.k., and Song K.B., Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Microbial Safety and Quality of Samgae Chicken, J. Food Preserv., 15(5) 769-773 (2008)
 13. Kim K.A., and Jeon E.R.. Physicochemical Properties and Hydration of Rice on Various Polishing Degrees. Korean J. Food Sci. Technol., 28 : 959-964 (1996)
 14. Kim K.S., Kim M.J., Könönen E., Lounatmaa K., Summanen P., and Finegold S.M., Single nucleotide polymorphisms are randomly dispersed and mostly synonymous in partial *rpoB* and *cpn60* genes of *Campylobacter showae* human isolates, Anaerobe, 18 : 626-629 (2012)
 15. Kim M.J., and Kim K.S., Isolation and Identification of γ -Aminobutyric acid (GABA)-producing Lactic Acid Bacteria from Kimchi, J Korean Soc. Appl. Biol. Chem, 55 : 777-785 (2012)
 16. Kim S.H., and Chung S.Y., Effect of preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in food service operations. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 32 : 203-237 (2003)
 17. Kim S.H., Kim K.P., Jang S.S., Shin E.M., Kim M.J., Oh S., and Ryu S., Prevalence and Toxigenic Profiles of *Bacillus cereus* Isolated from Dried Red Peppers, Rice, and Sunsik in Korea. J. Food Prot., 72 : 578-582 (2009)
 18. Kim, S.K., Kim, K.P., Jang, S.S., Shin, E.M., Kim, M.J., Oh, S.S., Ryu, S.R., Prevalence and Toxigenic Profiles of *Bacillus cereus* Isolated from Dried Red Peppers, Rice, and Sunsik in Korea, Journal of Food Protection, 72(3) : 578-582 (2009)
 19. Kim S.R., Shim W.B., Park S.J., Ha S.H., Yoon H.S., Ha S.D., Kim K.S., Lee K.H., Kim M.G., Kim K.Y., Lim C.H., and Chung D.H., Investigation of the Level of Microbial Contamination in the Environment for Juice Production. Korean J. Food Sci. Technol., 37 : 287-293 (2005)

20. Laca, A., Mousia, Z., Díaz, M., Webb, C., Pandiella, S.S., Distribution of Microbial Contamination Within Cereal grains, [Journal of Food Engineering](#), 72(4) : 332 - 338 (2006)
21. Lu Z.H., Zhang Y., Li L.T., Curtis, R.B., Kong, X.L., Fulcher, R.G., Zhang, G., Cao, W., Inhibition of Microbial Growth and Enrichment of γ -Aminobutyric Acid during Germination of Brown Rice by Electrolyzed Oxidizing Water, [Journal of Food Protection](#), 73(3) : 483-487 (2010)
22. Margaret M.P., Nakamura L.K., Kathleen E.D., Conrad A.I., and Frederick M.C., *Bacillus sonorensis* sp. nov., a close relative of *Bacillus licheniformis*, isolated from soil in the Sonoran Desert, Arizona, [International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology](#), 51 : 1671-1679 (2001)
23. Maria F.F., Sara I.R., and Rosalía F., Isolation and Identification of *Bacillus* spp. and Related Genera from Different Starchy Foods, [Food Microbiology and Safety](#), 75 : 218-221 (2010)
24. Mignard S., and Flandrois J.P., 16S rRNA sequencing in routine bacterial identification: A 30-month experiment, [Journal of Microbiological Methods](#), 67: 574 - 581 (2006)
25. Monika E.S., Natasa V., Anja S., Ranad S., Maria A., Erwin M., and Siegfried S., Identification and Partial Characterization of the NonribosomalPeptide Synthetase Gene Responsible for Cereulide Production in Emetic *Bacillus cereus*, [Applied and Environment Microbiology](#), 17(1) : 105-113 (2004)
26. Nishino N., Hattori I., and Kishida Y., Alcoholic Fermentation and its Prevention by *Lactobacillus buchneri* in Whole Crop Rice Silage, [Letters in Applied Microbiology](#), 44 : 538 - 543 (2007)
27. Oh S.Y., Choi S.T., Kim J.G., and Lim C.I., Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganisms in leafy vegetables. [Kor. J. Hort. Sci. Technol.](#), 23 : 205-255 (2005)
28. Park K.J., Jeong J.W., Lim J.H., Jang J.H., and Park H.J., Effect of an Aqueous Chlorine dioxide Generator and Effect on Disinfection of Fresh Fruits and Vegetables by Immersion Washing, [Korean J. Food Preserv.](#), 15(2) : 236-242 (2008)
29. Park S.K., Ko Y.D., Kwon S.H., Shon M.Y., and Lee S.W., Occurrence of Off-Odor and Distribution of Thermophilic Bacteria from Rice and Cooked Rice Stored at Electric Rice Cooker, [Korean Journal of food preservation](#), 10(1) : 70 - 74 (2003)
30. Park Y.B., Kim J.B., Shin S.W., Kim J.C., Cho S.H., Lee B.K., Ahn J., Kim J.M., and Oh, D.H., Prevalence, Genetic Diversity, and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus cereus* Strains Isolated from Rice and Cereals Collected in Korea, [Journal of Food Protection](#), 72(3) : 612-617 (2009)
31. Reid A.I., Matthew L.R., Nicole H.M., Henk C.B., Bruno M.X., Martin W., and Kathryn J.B., Identification and Characterization of Psychrotolerant Sporeformers Associated with Fluid Milk Production and Processing, [Appl. Environ. Microbiol.](#), 78(6) : 1853 (2012)
32. Sarrías J.A., Valero M., and Salmerón M.C., Enumeration, isolation and characterization of *Bacillus cereus* strains from Spanish raw rice, [Food Microbiology](#), 19 (6) : 589 - 595 (2002)

33. Sperber W.H., Microbiology of Milled Cereal Grains: Issues in Customer Specifications, Technical Bulletin of the IAOM, 3(6) : 7929-7931 (2003)
34. Weidenbörner M., Wieczorek C., Appel S., and Kunz B., Whole wheat and white wheat flour the mycobiota and potential mycotoxins, *Food Microbiology*, 17 (1) : 103 - 107 (2000)
35. Yuan Q.I., GUY P., Xudong L., Leanne E.W., Sharon R.J.R., and Vito G.D., Utilization of the *rpoB* Gene as a Specific Chromosomal Marker for Real-Time PCR Detection of *Bacillus anthracis*, Applied and Environment Microbiology, 67(8) : 3720-3727 (2001)

1-4세부

1. The world of food ingredients. 2011. SEP 11.
2. Jirawan Maneerote 외 2인. Optimization of processing conditions to reduce oil uptake and enhance physico-chemical properties of deep fried rice crackers. *LWT-Food Science and Technology* 42 (2009) 805-812.
3. A. Nath, P.K. Chattopadhyay 공저. Optimization of oven toasting for improving crispness and other quality attributes of ready to eat potato-soy snack using response surface methodology. *Journal of Food Engineering* 80 (2007) 1282-1292.
4. Jeeyup (JAY) Han 외 2인. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International* 43 (2010) 627-633.
5. M.G. Sajilata, Rekha S. Singhal 공저. Specialty starches for snack foods. *Carbohydrate Polymers* 59 (2005) 131-151.
6. C. Visvanathan 외 2인. Multimedia environmental audit in a rice cracker factory in Thailand: a model case study. *Journal of Cleaner Production* 6 (1998) 93-101.
7. 통계청 DB. 2012.
8. 한국쌀가공식품협회. 2009.

1-5세부

1. Kim KM, Kim KJ. 2010. The study of rice products development strategy for rice demand promotion -Focusing on the Korea, China, Japan Market- *Korean J Food Preserv* 27: 33-58.
2. Kim TH. 2010. The Rice Processing Industry and the current status of processed foods in Rice. *Korean J Food Preserv* 9: 86-96.
3. Shin MS. 2010. 미래의 녹색 식품산업을 주도할 쌀 가공 산업의 활성화. *Korean J Food Preserv* 9: 16-37.
4. Kang CS, Park CS, Park JC, Kim HS, Cheong YK, Kim KH, Kim KJ, Park KH, Kim JG. 2010. Flour characteristics and end-use quality of korean wheat cultivars 1. Flour characteristics. *Korean J Breed Sci* 42: 61-74.
5. Lim EY, Chang HG, Park YS. 2007. Physicochemical properties and the product

- potentiality of soft wheats. *Korean J Food Sci Technol* 39: 412–418.
6. Khatkar BS, Bell AE, Schofield JD. 1995. The dynamic rheological properties of glutens and gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality. *J Cereal Science* 22: 29–44.
 7. Indra KV, Anderson OD. 1997. Genetic engineering of wheat gluten. *Trends in Plant Science* 2: 292–297.
 8. Choi JH. 2004. Physicochemical characteristics of sprouted brown rice powder and quality properties of the bread added with sprouted brown rice powder. *PhD Dissertation*. Sunchon National University, Sunchon, Korea.
 9. Kang MY, Han JY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between dry and wet milling process. *Korean J Food Sci Technol* 32: 75–81.
 10. Hardeep SG, Cristina MR. 2004. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International* 37: 75–81.
 11. Hardeep SG, Monica H, Cristina MR. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapati with hydrocolloids and α -amylase. *J Food Engineering* 65: 89–94.
 12. Lee MH, Lee YT. 2006. Bread-making properties of rice flours produced by dry, wet and semi-wet milling. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 35: 886–890.
 13. Kim JN. 2009. Effects of sugar alcohols on chiffon cake made with rice flour. *MS Thesis*. Hanyang University, Seoul, Korea.
 14. Hema PS, Senge B, Chattopadhyay PK. 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *J Food Engineering* 62: 37–45.
 15. Kim KE, Lee YT. 2009. Effect of additives in making frozen rice dough on the quality of rice bread. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 38: 1438–1443.
 16. Maria TPSC, Cláudio A, Ahmed AED. 2009. Production of acidic extruded rice flour and its influence on the qualities of gluten-free bread. *LWT- Food Science and Technology* 42: 618–623.
 17. Ilkem D, Behic M, Gulum S, Serpil S. 2010. Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. *J Food Engineering* 101: 329–336.
 18. Aleksandra T, Miroslav H, Tamara D. 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocolloids* 24: 626–632.
 19. Manuela M, Mara L, Ambrogina MP, Perry KWN. 2009. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Research International* 42: 963–975.
 20. Calvin O, Günter U, Meinolf G. Lindhauer. 2009. Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch. *Food Research International* 42: 949–955.
 21. Mariusz W, Jarosław K, Rafał Z, Lesław J. 2010. The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread. *J Food Engineering* 96: 258–265.

22. Donatella P, Monica P, Alessandro S. 2011. Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids. *Food Hydrocolloids* 25: 340-349.
23. Moreira R, Chenlo F, Torres MD. 2011. Effect of sodium chloride, sucrose and chestnut starch on rheological properties of chestnut flour doughs. *Food Hydrocolloids* 25: 1041-1050.
24. Kim GB, Kim JH, Lee GR, Hwang HJ. 1989. Effects of ingredients and mixing methods on the volumn and texture characteristics of biscuits. *J College of Home Economics Yonsei University*. P 55-62.
25. Lee SJ, Kim NS, Noh WS. 2000. Physical properties of hard dough biscuit dependent on sugar content and particle size. *Food Engineering Progress* 4: 173-177.
26. Kim MS. 2002. Manufacturing and characterizing cookies made of brown rice flour or wheat flour added with partially-puffed brown rice. *MS Thesis*. Jeonnam University, Gwangju, Korea.
27. Han HS. 2004. 쿠키의 반죽 및 제품 물성에 미치는 원료의 효과에 관한 연구. *MS Thesis*. Kyunggi University, Gyeonggi, Korea.
28. Kim MY. 2007. Quality characteristics fat-substituted rice cookies prepared from rice with different farming condition. *MS Thesis*. Jeonnam University, Gwangju, Korea.
29. Jung YJ, Seo HS, Myung JE, Shin JM, Lee EJ, Hwang IK. 2007. Physicochemical and sensory characteristics of rice cookies based on goami 2 with sesames (white and black) and perilla seeds. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 785-792.
30. Han JA. 2009. Digestive, physical and sensory properties of cookies made of dry-heated osa-high amylose rice starch. *Korean J Food Sci Technol* 41: 668-672.
31. Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 40: 832-838.
32. Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. 2002. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 642-646.
33. Lee JA. 2010. Quality characteristics of agakong chungkukjang rice cookie added with some flavor materials. *MS Thesis*. Kyungpook University, Daegu, Korea.
34. Kim SM. 2011. Quality characteristics of rice cookies added with nelumbo nucifera gaertn and poria cocos wolf powder. *MS Thesis*. Myongji University, Gyeonggi, Korea.
35. Bojana F, Olivera Š, Marijana S, Ivana S, P, Mladenka P, Marija BS. 2011. Feasibility of use of buckwheat flour as an ingredient in ginger nut biscuit formulation. *Food Chemistry* 125: 164-170.
36. Jeeyup H, Jennifer AMJ, Mindy G. 2010. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International* 43: 627-633.
37. Lara E, Cortés P, Briones V, Perez M. 2011. Structural and physical modifications of corn biscuits during baking process. *LWT - Food Science and Technology* 44: 622-630.
38. Supradip S, Arun G, Singh SRK, Nidhi B, Singh KP, Mahajan V, Gupta HS. 2011.

- Compositional and varietal influence of finger millet flour on rheological properties of dough and quality of biscuit. *LWT - Food Science and Technology* 44: 616-621.
39. Ivana S, Marijana S, Anamarija M, Aleksandra M, Mladenka P, Olivera Š, Jasna ČB. 2011. Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour. *LWT - Food Science and Technology* 44: 694-699.
 40. Jang SW. 2010. 제과제빵 이론특강, B&C World Press, Seoul, Korea. p 88.
 41. Duncan M. *Technology of biscuits, crackers and cookies*. 2 ed. Ellis horwood. Chichester, England. p 231-237.
 42. Anastase H, Xiaolin D, Tao F. 2006. Evaluation of rice flour modified by extrusion cooking. *J Cereal Science*. 43: 38-46.
 43. Choudhury GS, Gautam A. 1998. Comparative study of mixing elements during twin-screw extrusion of rice flour. *Food Research International* 31: 7-17.
 44. Chengmei L, Yanjun Z, Wei Liu, Jie Wan, Weihua W, Li Wu, Naibei Z, Yiran Z, Zhonglin Y. 2011. Preparation, physicochemical and texture properties of texturized rice produce by Improved Extrusion Cooking Technology. *J Cereal Science* 54: 473-480.
 45. Kim SS, Kang KA, Choi SY, Lee YT. 2005. Effect of elevated steeping temperature on properties of wet-milled rice flour. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 34: 414-419.
 46. Kim HY, Lee BY, Choi JK, Ham SS. 1999. Milling and rice flour properties of soaking in water time on moisture content of rice. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 71-75.
 47. Yu JH, Han GH. 2004. Quality characteristics of rice cake with different soaking and steaming time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 630-636.
 48. Choi SY, Lee YT. 2007. Properties of rice flour milled from spray-washed rice during storage. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 36: 915-920.
 49. Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effects of different milling methods on physico-chemical properties & products. *Korean J Food Sci Technol* 25: 546-551.
 50. Kim HY, Lee BY, You HS, Choi JK, Ham SS. 1999. Properties of rice flour prepared with roll mill and pin mill after tempering. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 313-318.
 51. Peerapong N, Sirichai S. 2011. The effects of freeze, dry, and wet grinding processes on rice flour properties and their energy consumption. *J Food Engineering* 104: 632-638.
 52. Kim EM. 2010. The properties of rice flour prepared by dry and wet milling method. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 727-736.
 53. Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 38: 1076-1083.
 54. Lee KH, Kim HS. 1982. Preparation and evaluation of dried noodle products made from composite flours utilizing rice and wheat flours. *Korean J Food Sci Technol* 13: 6-14.
 55. Oh MH. 2004. A Comparative study of the retrogradation and rheology of backsulgi with nutriprotein and gelatinized rice powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 14:

370-378.

56. Lee GC, Kim GH, Kang BS. 2011. Effects of the kind and mixture ratio of sugars on the physical and sensory characteristics of sugar snap cookies. *Korean J Food Nutr* 24: 239-245.
57. Ahn GJ. 2005. Quality characteristics of the chol-pyon added tapioca powder. *Korean J Culinary Research* 11: 179-189.
58. Eliasson AC. 2004. *Starch in food*. 1st ed. Woodhead Publishing, Cambridge, England. p 364.
59. 日高徹. 2000. 食品用乳化劑. 第 2 版 修書院.
60. Stampfli L, Nersten B. 1995. Emulsifiers on bread making. *Food Chemistry* 52: 353-360.
61. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 788.
62. Anderson RA. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. *J Cereal Chemistry* 59: 265-269.
63. Schoch TJ. 1964. Swelling power and solubility of granules starches. *In Methods in Carbohydrate Chemistry*. Academic Press, New York, USA. p 106-108.
64. Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *J Cereal Science* 16: 334-339.
65. Boyaci IH, Williams PC, Koksel H. 2004. A rapid method for the estimation of damaged starch in wheat flour. *J Cereal Science* 39: 139-145.
66. Shin HH, Park BS, Lee SH, Kim YS, Hwang JK. 2005. Effects of extrusion and enzyme treatment on characteristics of whole grains. *Korean J Food Sci Technol* 37: 15-22.
67. AACC. 2000. *Approved Methods of the AACC*. 10th ed. Method 61-02. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
68. Anastasiades A, Thanou S, Loulis D, Stapatoris A, Karapantsios TD. 2002. Rheological and physical characterization of pregelatinized maize starches. *J Food Engineering* 52: 57-66.
69. Han SH, Lee HY, Kum JS, Park JD. 2006. Physicochemical properties of chufa (*Cyperus esculentus* L. var *sativus* Boeck) starch. *Korean J Food Preserv* 13: 382-388.
70. Kum JS, Lee HY, Shin MG, Lee SH, Kim KH. 1994. Physico-chemical properties of modified rice flour by physical modification. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 37: 154-160.
71. Kum JS, Lee HY, Shin MG, Yoo MR, Kim KH. 1994. Properties of modified rice starch by physical modification. *Korean J Food Sci Technol* 26: 428-435.
72. Choi BK, Kum JS, Lee HY, Park JD. 2006. Physicochemical properties of black rice flours (BRFs) affected by milling conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 751-755.
73. Jeng YL, Yehan I. 2001. Relationships between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starches. *J Food Engineering* 50: 141-148.
74. Lee SH. 2002. A study on the development of semi-wet rice flours. *MS Thesis*.

Chungang University, Anseong, Korea.

75. Han O, Kim JS, Lee HY, Kim YM, Shin DH. 1988. Physicochemical characteristics of rice flour gelatinized by drum-drying. *Korean J Food Sci* 20: 392-298.
76. Nelles EM, Dewar J, Bason ML, Taylor JRN. 2000. Maize starch biphasic pasting curves. *J Cereal Science* 31: 287-294.
77. Lee YT, Yoo MS, Lee BR, Park JH, Chang HG. 2004. Properties of starch isolated from wet-milled rice after steeping at elevated temperatures for annealing effect. *Korean J Food Sci Technol* 36: 393-397.
78. Kim HS, Lee YE. 1996. Influence of crosslinking on gelatinization behavior and morphological change of potato starch. *Korean J Food Sci Technol* 28: 580-586.
79. Kim WS, Shin MS. 2007. The Properties of rice flours prepared by dry- and wet-milling of soaked glutinous and normal grains. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 908-918.
80. Kim HR, Kwon YH, Kim KH, Ahn BH. 2011. Quality analysis of diverse rice species for rice products. *Korean J Food Sci Technol* 43: 142~148.
81. Mehri H, Francis B. 2009. Effect of flour type and dough rheological properties on cookie spread measured dynamically during baking. *J Cereal Science* 49: 178-183.
82. Azizi MH, Rao GV. 2005. Effect of surfactant in pasting characteristics of various starches. *Food Hydrocolloids* 19: 739-743.
83. Shin MS. 1991. Influence of water and surfactants on wheat starch gelatinization and retrogradation. *Korean J Food Sci Technol* 23: 116-121.
84. Shon GH, Oh HS. 1986. 유지류의 Shortening 기능. *Korean J Food Cookery Sci* 2: 89-94.
85. Kim YK, Ahn SY. 1996. The effect of cellulase treatment on the physicochemical properties of rice and texture of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 720-729.

1-6세부

- 1) 김태형. 쌀가공 산업과 쌀가공 제품 현황. 식품저장과 가공산업, 12월호(2010년)

1-7세부

- AOAC (1990a) *Official Method of Analysis*. 15th ed. Method 985.01. Association of official analytical chemist, Washington DC, USA
- AOAC (1990b) *Official Method of Analysis*. 15th ed. Method 985.29 Association of official analytical chemist, Washington DC, USA
- AOAC (1990c) *Official Method of Analysis*. 15th ed. Method 934.01 Association of official analytical chemist, Washington DC, USA
- Fu BX, Kovacs MIP, Wang C (1998) A simple wheat flour swelling test. *Cereal Chem*

75: 566–567.

- Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP (2004) *Food chemistry*. Dooyangsa, Seoul, Korea. pp 218–344.
- Han SH, Choi EJ, Oh MS (2000) A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices. *Korean J Soc Food Sci* 16: 91–97
- Hong YH, Ahn HS, Lee SK, Jun SK. (1998) Relationship of properties of rice texture of *Japonica* and *Indica* cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 20: 59–62.
- Hutchings JS (1994) Instrumental specification. In *Food Colour and Appearance*. Blackie Academic & Professional, Bedford, UK. pp 217–223.
- Hwang IG, Yang JW, Kim JY, Yoo SM, Kim GC, Kim JS (2011) Quality characteristics of saccharified rice gruel prepared with different cereal Koji. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1611–1622.
- Jeong HS, Min YK, Toledo RT (2001) Effects of low temperature extrusion method on the physical properties and cell structure of pre-gelatinized rice flour extrudate. *Food Eng Prog* 6: 145–151.
- Juliano BO (1971) A simplified assay for milled rice amylase. *Cereal Science Today* 15: 334–338.
- Kim YB, Hah DM, Kim CS (1990a) Milling characteristics and qualities of Korean rice. *Korean J Food Sci Technol* 22: 199–205.
- Kim MS, Yoon IH, Oh YT, Jang CM, Yoon SM (1990b) Manufacturing machine and method of puffed grain powder. Korea Patent 008240
- Kim MS, Shin JI, Lee PS (1994) 'Producing method of *Takju* using puffed rice powder'. Korean Patent 0010859.
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH (2007) pH, acidity, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 266–271.
- Kim JW, Sung KH (2010) A study on the quality characteristics of kiwi fruit-gruel with added kiwi concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 313–320.
- Kim HR, Kwon YH, Kim JH, Ahn BH (2011) Quality analysis of diverse rice species for rice products. *Korean J Food Sci Technol* 43: 142–148.
- Lee GD, Kim HG, Kim JG, Kwon JH (1997) Optimization for the preparation conditions of instant rice gruel using oyster mushroom and brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 29: 734–744.
- Lee HJ, Jurn JI (2000) Research of kinds of rice porridges and recipes of it. *Korean J Food & Nutr* 13: 281–290.

- Lee KA, Shin ES, Lee HK, Kim MJ, Byun MW, Lee JW, Kim JH, Ahn DH, Lyun ES (2008) Quality characteristics of abalone porridge with viscera. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 103–108.
- Lee YS, Ha JK, Lee ES (2008) Optimization of peel adhesion of acrylic pressure sensitive adhesive using design of experiments. *J Adhesion and Interface*, 9: 22–27.
- Lee MJ, Kim YK, Seo JW, Kim JG, Kim HS (2009) Cooking and pasting characteristics of non waxy and waxy pearled barley products from Korea. *Korean J Food Preserv* 16: 661–668.
- Lee MK, Park JS, Na HS. (2010) Physicochemical properties of Olbyossal *Korean J Food Preserv* 17: 208–213.
- Lee KC, Kim YS, Ryu GH (2011) Saccarification characteristics of extruded corn starch at different process parameter. *Food Eng Prog* 15: 155–161.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT (1991) Sensory evaluation techniques, 2nd edition CRC press. p 53.
- Ministry for Food and Agriculture (2012) Forestry and Fisheries. Food policy Food Journal. p 40.
- Moon GS, Kim MJ, Jin MH, Kim SY, Park SY, Ryu BM (2010) Physicochemical and sensory properties of rice stored in a unused tunnel. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 220–228.
- National Tax Service Technical Service Institute (2005) Manufacturing Guideline of *Takju* and *Yakju*, Seoul, Korea. pp 31, 53–54, 195–196
- Park HJ, Ahn TK (2007) ‘A method for manufacturing rice flour having good rheological and sensory characteristics, rice flour produced by the same method and instant rice soup comprising the rice flour’. Korea Patent 0757665.
- Singh V, Okadome H, Toyoshima H, Isobe S, Ohtsubo K (2000) Thermal and physicochemical properties of rice grain, flour and starch. *J Agric Food Chem* 48: 2639–2647.
- Son JR, Kim JH, Lee JI, Youn YH, Kim JK, Hwang HG, Moon HP (2002) Trend and further research. *Korean J Crop Aci* 47: 33–54.
- Statistics Korea (2012) 2012 rice production survey, Press release, 2012. 11. 19
- Tie J, Kim MH, Ryu HJ, Lee KH, Han MS, Cho SS, Lee HK, Ryu GH (2008) Quality characteristics of rice cake(*Injulmi*) made with traditional process and instant Injulmi machine and different steeping time. *Food Eng Prog*. 12: 97–106.
- Valdez–Nielba JA, Paredes–Lopez O, Varga–Lopez JM, Hernandez–Lopez D (1992) Moisture sorption isotherms and other physicochemical properties of nixtamalized

amaranth flour. *Food Chem* 46: 19–23

Won JG, Ahn DJ, Kim SJ, Park SD, Choi KB, Lee SC, Son JK (2005) Comparison of grain quality between Chinese parboiled and domestic rice. *Korean J Crop Sci* 50: 19–23.

Yoon SJ, Hawer WD (2008) A study on calorie and proximate components of traditional Korea gruel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 879–885.

[2핵심] 2-1세부

Quig DW, Arbeeney CM, Zilversmit DB. Effects of hyperlipidemias in hamsters on lipid transfer protein activity and unidirectional cholesteryl ester transfer in plasma. *Biochem Biophys Acta* 1991;1083:257–64.

Bartley GE, Yokoyama W, Young SA, Anderson WH, Hung SC, Albers DR, Langhorst ML, Kim H. Hypocholesterolemic effects of hydroxypropyl methylcellulose are mediated by altered gene expression in hepatic bile and cholesterol pathways of male hamsters. *J Nutr* 2010;140:1255–60.

Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta C(T)}$ Method. *Methods* 2001;25:402–8.

Cho IJ, Ahn JY, Kim SN, Choi MS, Ha TY. Resveratrol attenuates the expression of HMG-CoA reductase mRNA in hamsters. *Biochem Biophys Res Commun* 2008;367:190–4.

Istvan ES. Structural mechanism for statin inhibition of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *J Am Heart* 2002;144:S27–32.

Yang L, Chen JH, Xu T, Nie MH, Yang HK. Hypocholesterolemic effect of rice protein is due to regulating hepatic cholesterol metabolism in adult rats. *Gene* 2013;512:470–6.

Cheema SK, Cikaluk D, Agellon LB. Dietary fats modulate the regulatory potential of dietary cholesterol on cholesterol 7- α -hydroxylase gene expression. *J Lipid Res* 1997;38:315–23.

Krege JH, Hodgin JB, Hagaman JR, Smithies O. A noninvasive computerized tail-cuff system for measuring blood pressure in mice. *Hypertension*. 1995;25:1111 - 1115.

Koo HS, Kim KC, Hong YM. Gene expressions of nitric oxide synthase and matrix metalloproteinase-2 in monocrotaline-induced pulmonary hypertension in rats after bosentan treatment. *Korean Circ J* 2011; 41:83–90.

Ferrario CM. Addressing the theoretical and clinical advantages of combination therapy with inhibitors of the renin-angiotensin-aldosterone system: antihypertensive effects and benefits beyond BP control. *Life Sci* 2010;86:289–99.

Liu VW, Huang PL. Cardiovascular roles of nitric oxide: a review of insights from nitric oxide synthase gene disrupted mice. *Cardiovasc. Res.* 2008, 77, 19–29.

Mizuno Y, Jacob RF, Mason, R. P. Advances in pharmacologic modulation of nitric oxide in hypertension. *Curr. Cardiol. Rep.* 2010, 12, 472–480.

Li H & Forstermann U. Nitric oxide in the pathogenesis of vascular disease. *J Pathol.* 2000, 190, 244 - 254.

- Li H, Wallerath T & Forstermann U. Physiological mechanisms regulating the expression of endothelial-type NO synthase. *Nitric Oxide* 2002, 7, 132 - 147.
- Griendling KK, Minieri CA, Ollerenshaw JD, Alexander RW. Angiotensin II stimulates NADH and NADPH oxidase activity in cultured vascular smooth muscle cells. *Circ Res* 1994; 74: 1141 - 1148.
- Ahn JY, Ha TY. Nutritional superiority of rice. *Korean J Food Preserv* 2010; 9(2): 60-62
- Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi T, Azizi F. Beneficial effects of a dietary approaches to stop hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2005; 28: 2823-2831
- Crapo PA, Reaven F, Olefsky J, Alto P. Postprandial plasma glucose and insulin responses to different complex carbohydrates. *Diabetes* 1977; 26: 1178-1183
- Ha TY, Ko SN, Lee SM, Kim HY, Jung SH, Kim SR, Kim IH. Changes in nutraceutical lipid components of rice at different degree of milling. *Eur J Lipid Sci Technol* 2006; 108: 175-184
- Ha, TY. Health functional properties of rice. *Food Industry and Nutrition* 2008;3(2): 22-26
- Kang MJ, Joung HJ, Lim JH, Lee YS, Song YJ. Secular trend in dietary patterns in Korean adult population, using the 1998, 2001, and 2005 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Nutr* 2011;44(2): 152-161
- Lee HY, Kim MK. Dietary behavioral correlates of nutrition label use in Korean women. *Korean J Nutr* 2008;41(8): 839-850
- Lee KW. The development of the Korean Dietary Pattern Score(KDFS) and its application. MS thesis, Ewha Womans University. 2010, Pp 76-77
- Lee YN, Lee HS, Jang YA, Lee HJ, Kim BH, Kim CI. Dietary intake pattern of the Korean adult population by weight status. 2001 national health and nutrition survey. *Korean J Community Nutrition* 2006;11(3): 314-326
- Lutsey PL, Steffen LM, Stevens J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: The atherosclerosis risk in Communities study. *Circulation* 2008;117: 754-761
- Michaud DS, Skinner HG, Wu K, Hu F, Giovannucci E, Willett WC, Colditz GA, Fuchs CS. Dietary patterns and pancreatic cancer risk in men and women. *J Natl Cancer Inst* 2005;97(7): 518-524
- Sacks FM, Svetkey LP, Bollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harcha D. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension(DASH) diet: DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N med* 2001;344: 3-10
- Seo JS, Cho SH. Rice-based traditional meal and prevention of chronic disease. *Food Industry and Nutrition* 2008;13(2): 27-33
- Serra-Majem L, Roman B, Estruch R. Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: a systematic review. *Nutr Rev* 2006;64: 27-47
- Son SM. Rice based meal for prevention of obesity and chronic disease. *Korean J Community Nutrition* 2001;6(5): 862-867

- Song Y, Joung H, Engellhardt K, Yoo SH, Paik HY. Traditional V. modified dietary patterns and their influence on adolescents' nutritional profile. *Br J Nutr* 2005;93: 943-949
- Song Y, Joung HJ. A traditional Korean dietary pattern and metabolic syndrome abnormalities. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012;22: 456-462
- Willet WC. The mediterranean diet: science and practice. *Public Health Nutr* 2006;9: 105-110

2-2세부

- Abidi, S.L., 2000. Chromatographic analysis of tocol-derived lipid antioxidants, *J.Chromatogr.A.* 881, 197-216.
- Balachandran, C., P.N. Mayamol, S. Thomas, D. Sukumar, A. Sundaresan, C. Arumughan, 2008. An ecofriendly approach to process rice bran for high quality rice bran oil using supercritical carbon dioxide for nutraceutical applications, *Bioresour.Technol.* 99, 2905-2912.
- Black, T.M., P. Wang, N. Maeda, R.A. Coleman, 2000. Palm tocotrienols protect ApoE +/- mice from diet-induced atheroma formation, *J.Nutr.* 130, 2420-2426.
- Chrastil, J., 1982. Solubility of solids and liquids in supercritical gases, *J.Phys.Chem.* 86, 3016-3021.
- Demirbas, A., 2001. Supercritical fluid extraction and chemicals from biomass with supercritical fluids, *Energy Conversion and Management.* 42, 279-294.
- Ge, Y., H. Yan, B. Hui, Y. Ni, S. Wang, T. Cai, 2002. Extraction of Natural Vitamin E from Wheat Germ by Supercritical Carbon Dioxide, *J.Agric.Food Chem.* 50, 685-689.
- Hu, Q., J. Xu, S. Chen, F. Yang, 2004. Antioxidant activity of extracts of black sesame seed (*Sesamum indicum* L.) by supercritical carbon dioxide extraction, *J.Agric.Food Chem.* 52, 943-947.
- Hubert, P., O.G. Vitzthum, 1978. Fluid Extraction of Hops, Spices, and Tobacco with Supercritical Gases, *Angewandte Chemie International Edition in English.* 17, 710-715.
- Kim, I., C. Kim, J. You, K. Lee, C. Kim, S. Chung, et al., 2002. Effect of roasting temperature and time on the chemical composition of rice germ oil, *J.Am.Oil Chem.Soc.* 79, 413-418.
- Ko, S., C. Kim, H. Kim, C. Kim, S. Chung, B. Tae, et al., 2003. Tocol levels in milling fractions of some cereal grains and soybean, *J.Am.Oil Chem.Soc.* 80, 585-589.
- Komiyama, K., K. Iizuka, M. Yamaoka, H. Watanabe, N. Tsuchiya, I. Umezawa, 1989. Studies on the biological activity of tocotrienols, *Chem.Pharm.Bull.(Tokyo).* 37, 1369-1371.
- Kuk, M., M. Dowd, 1998. Supercritical CO₂ extraction of rice bran, *J.Am.Oil Chem.Soc.* 75, 623-628.
- Larson, K.A., M.L. King, 1986. Evaluation of Supercritical Fluid Extraction in the Pharmaceutical Industry, *Biotechnol.Prog.* 2, 73-82.

- Macías-Sánchez, M.D., C. Mantell, M. Rodríguez, E. Martínez de la Ossa, L.M. Lubián, O. Montero, 2007. Supercritical fluid extraction of carotenoids and chlorophyll a from *Synechococcus* sp. *The Journal of Supercritical Fluids*. 39, 323-329.
- Martínez, M.L., M.A. Mattea, D.M. Maestri, 2008. Pressing and supercritical carbon dioxide extraction of walnut oil, *J.Food Eng.* 88, 399-404.
- Mo, H., C.E. Elson, 1999. Apoptosis and Cell-Cycle Arrest in Human and Murine Tumor Cells Are Initiated by Isoprenoids, *J.Nutr.* 129, 804-813.
- Nesaretnam, K., R. Stephen, R. Dils, P. Darbre, 1998. Tocotrienols inhibit the growth of human breast cancer cells irrespective of estrogen receptor status, *Lipids*. 33, 461-469.
- Nicolosi, R.J., L.M. Austrian, D.M. Hegsted, 1991. Rice bran oil lowers serum total and low density lipoprotein cholesterol and apo B levels in nonhuman primates, *Atherosclerosis*. 88, 133-142.
- Raederstorff, D., V. Elste, C. Aebischer, P. Weber, 2002. Effect of either gamma-tocotrienol or a tocotrienol mixture on the plasma lipid profile in hamsters, *Ann.Nutr.Metab.* 46, 17-23.
- Sen, C.K., S. Khanna, S. Roy, 2007. Tocotrienols in health and disease: the other half of the natural vitamin E family, *Mol.Aspects Med.* 28, 692-728.
- Thana, P., S. Machmudah, M. Goto, M. Sasaki, P. Pavasant, A. Shotipruk, 2008. Response surface methodology to supercritical carbon dioxide extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*, *Bioresour.Technol.* 99, 3110-3115.
- Vági, E., B. Simándi, K.P. Vásárhelyiné, H. Daood, Á. Kéry, F. Doleschall, et al., 2007. Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids, tocopherols and sitosterols from industrial tomato by-products, *The Journal of Supercritical Fluids*. 40, 218-226.
- Wada, S., Y. Satomi, M. Murakoshi, N. Noguchi, T. Yoshikawa, H. Nishino, 2005. Tumor suppressive effects of tocotrienol in vivo and in vitro, *Cancer Lett.* 229, 181-191.
- Yu, S.G., A.M. Thomas, A. Gapor, B. Tan, N. Qureshi, A.A. Qureshi, 2006. Dose-response impact of various tocotrienols on serum lipid parameters in 5-week-old female chickens, *Lipids*. 41, 453-461.
- Zosel, K., 1978. Separation with Supercritical Gases: Practical Applications, *Angewandte Chemie International Edition in English*. 17, 702-709.
- Adhikari P, Hwang K T, Park J N, Kim C K. (2006) Policosanol content and composition in perilla seeds. *J Agric Food Chem* 54, 5359-5362.
- Alkowski C A, Detore G, Menally R, Rooijen N, Bogel S N.(1997) Regulation of inducible nitric oxide synthase messenger RNA expression and nitric oxide production by lipopolysaccharide *in vivo* : The roles of macrophages, endogenous IFN-gamma, and TNF receptor-1-mediated signaling. *JImmunol*158,905-912.
- Ann E S, Ann B C, Kim W S, Lee H, Je S Y, Park K M. (1999) The effect of policosanol administration on endurance exercise capacity. *The Korean Journal of Exercise Nutrition*3, 85-94.
- Gunawan S, Vali S R, Ju Y -H. (2006) Purification and identification of rice bran oil fatty acid steryl and wax esters. *JAOCS* 83, 449-456.
- Hwang K T, Weller C L, Cuppett S L, Hanna M A. (2004) Policosanol contents and composition of grain sorghum kernels and dried distillers grains. *Cereal Chem* 81, 345-349.

- Herrabi S, Boukhchina S, Mayer P M, Kallel H. (2009) Policosanol distribution and accumulation in developing corn kernels. *Food Chemistry* 115, 918–923.
- Jung S -C, Kim J, Jung C Y, Kweon D -H, Park K, Jin Y -S. (2007) Policosanol production from rice bran oil byproducts. *Food Engineering Progress* 11. 293–297. (in Korean)
- Ravindranath S V, Uppugundla N, Lay J O, Clausen E C, Wilkins M, Ingraham R G, West C, Wu Y, Carrier D J. (2009) Policosanol, α -tocopherol, and moisture content as a function of timing of harvest of switchgrass (*Panicumvirgatum*L.). *JAgricFoodChem*57,3500–3505.
- Shripathi V, Swamy S. (1994) Effect of triacontanol on the lipid composition of cotton (*Gossypiumhirsutum*L.) leaves and its interaction with indole-3-acetic acid benzylasenine. *PlantGrwthRegul*14,45–50.
- Singh D K, Li L, Porter T D. (2006) Policosanol inhibits cholesterol synthesis in hepatoma cells by activation of AMP-kinase. *J Pharmacol Exp Ther* 318, 1020–1026.
- Vali S R, Ju Y -H, Kaimal T N B, Chern W -T. (2005) A process for the preparation of food-grade rice bran wax and the determination of its composition. *JAOCS* 82, 57–64.
- Wang M -F, Lian H -Z, Mao L, Zhou J -P, Gong H -J, Qian B -Y, Fang Y, Li J. (2007) Comparison of various extraction methods for policosanol from rice bran wax and establishment of chromatographic fingerprint of policosanol. *J Agric Food Chem* 55, 5552–5558.
- Warren P R, Burger R A, Sidwell R W, Clark L L. (2002) Effect of triacontanol on numbers and functions of cells involved in inflammatory responses. *Proc Soc Exp Biol Med* 200, 349–352.
- Gorreta, F., Bernasconi, R., Galliani, G., Salmona, M., Tacconi ,M. T., & Bianchi, R. (2002). Wax Esters of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids: A New Stable Formulation as a Potential Food Supplement. 1 - Digestion and Absorption in Rats. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35(5), 458 - 465.
- Charment O. Moussata, & Casimir C. Akoh (1998), Influence of Lipase-Catalyzed interesterification on the Oxidative Stability of Melon Seed Oil Triacylglycerols. *JournalofAmericanOilChemists'Society*,75(9),1155–1159.
- Hiromi Kimoto , Yasushi Endo, & Kenshiro Fujimoto (1994), Influence of Interesterification on the Oxidative Stability of Marine Oil Triacylglycerols. *JournalofAmericanOilChemists'Society*,71(5),469–473.
- Arieh Kampf, Sarina Grinberg and Arjeh Galun (1986), Oxidative Stability of Jojoba Wax. *JournalofAmericanOilChemists'Society*,63(2),246–248.
- Vienne V. Yankah, & Casimir C. Akoh (2000), Batch Enzymatic Synthesis, Characterization and Oxidative Stability of DHA-containing Structured Lipids. *JournalofFoodLipids*,7,247–261.
- Casimir C. Akoh, & Charment O. Moussata (2001), Characterization and Oxidative Stability of Enzymatically Produced Fish and Canola Oil-Based Structured Lipids *Journal of American Oil Chemists' Society*, 78(1), 25–30.
- C.P. Tan, Y.B. Che Man, J. Selamat, M.S.A. Yusoff (2002), Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. *FoodChemistry*,76,385 - 389.

Markus W. Laubli, & Peter A. Bruttel (1986), Determination of the Oxidative Stability of Fats and Oils: Comparison between the Active Oxygen Method (AOCS Cd 12-57) and the Rancimat Method. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 63(6), 792-795.

P.S. Keng, M. Basri, M.R.S. Zakaria, M.B. Abdul Rahman, A.B. Ariff, R.N.Z. Abdul Rahman, A.B. Salleh (2009), Newly synthesized palm esters for cosmetics industry. *Industrial crops and products*, 29, 37 - 44.

Joaquín Velasco, Carmen Dobarganes Eur. J. (2002), Oxidative stability of virgin olive oil. *Lipid Science Technology*, 104, 661 - 676.

S.F. O'Keefe, V.A. Wiley and D.A. Knauft (1993), Comparison of Oxidative Stability of High. and Normal-Oleic Peanut Oils. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 70(5), 489-492.

EAM de Deckere, O Korver, PM Verschuren and MB Katan (1998), Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52, 749-753.

Tsuyoshi Tsuzuki, Miki Igarashi, Toshio Iwata, Yoshie Yamauchi-Sato, Takaya Yamamoto, Kanehide Ogita, Toshihide Suzuki, and Teruo Miyazawa (2004), Oxidation Rate of Conjugated Linoleic Acid and Conjugated Linolenic Acid Is Slowed by Triacylglycerol Esterification and α -Tocopherol, *Lipids*, 39(5), 475-480.

Yuji Shimada, Akio Sugihara, & Yoshio Tominaga (2001), Enzymatic Purification of Polyunsaturated Fatty Acids. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 91(6), 529-538.

Stine Rønholt, Jacob Judas Kain Kirkensgaard, Thomas Bæk Pedersen, Kell Mortensen, Jes Christian Knudsen (2012), Polymorphism, microstructure and rheology of butter. Effects of cream heat treatment. *Food Chemistry*, 135, 1730-1739.

Naohiro Gotoh, Yosuke Noguchi, Akiko Ishihara, Kaita Yamaguchi, Hoyo Mizobe, Toshiharu Nagai, Ikuko Otake, Kenji Ichioka, & Shun Wada (2010), Highly Unsaturated Fatty Acid might Act as an Antioxidant in Emulsion System Oxidized by Azo Compound. *Journal of Oleo Science*, 59(12), 631-639.

TingTing Zhao, Seung In Hong, Byung Hee Kim, In-Hwan Kim (2013). Modeling and optimization of lipase-catalyzed esterification of policosanol with conjugated linoleic acid by response surface methodology. *Biocatalysis and Biotransformation*

Zhimin Xu and J. samuel Godber, (2000), Comparison of supercritical fluid and solvent extraction methods in extracting γ -oryzanol from rice bran, *JAOCS*, 77(5), 547-551

Zhimin Xu and samuel Godber, (1999), Purification and identification of components of γ -oryzanol in rice bran oil, *J. Agric. Food Chem*, 47, 2724-2728

Chao-Rui Chen, et al., (2008), Supercritical carbon dioxide extraction of rice bran oil and column partition fractionation of γ -oryzanol, *Separation and purification Technology*, 61, 358-365

Novy S. Kasim, et al. (2007), Recovery of γ -oryzanol from biodiesel residue, *J. of the Chinese Institute of Chemical Engineers*, 38, 229-234

Prasanta Kumar Das, et al., (1998), Isolation of γ -oryzanol through calcium ion induced precipitation of anionic micellar aggregates, *J. Agric. Food Chem*, 46, 3073-3080

- M. Patel and S. N. Naik, (2004), Gamma-oryzanol from rice bran oil-A review, J. of Scientific and Industrial Research, 63, 569-578
- 김인환, 김철진, (1991), 미강유 정제 부산물로부터 오리지놀 분리, Korean J. Food Sci. Technol, 23(1), 76-80
- A. V. Narayan et al., (2006), Extraction and purification of oryzanol from rice bran oil and rice bran oil soapstock, JAOCS, 83(8), 663-670
- Vanessa Riberiro Pestana-Bauer, et al., (2012), γ -oryzanol and tocopherol contents in residues of rice bran oil refining, Food Chemistry, 134, 1479-1483
- M.-H. Chen and C. J. Bergman, (2005), A rapid procedure for analysing rice bran tocopherol, tocotrienol and γ -oryzanol contents, J. of Food Composition and Analysis, 18, 139-151
- E.J.Rogers, et al., (1993), Identification and quantitation of γ -oryzanol components and simultaneous assessment of tocols in rice bran oil, JAOCS, 70(3), 301-307
- Moustapha Diack and Michael Saska, (1994), Separation of vitamin E and γ -oryzanols from rice bran by normal-phase chromatography, JAOCS, 71(11), 1211-1217
- Prashanta Kumar Das, et al., (1999), Process for the isolation of oryzanols from crude dark acid oil (rice bran), US 5,869,708
- Process for the isolation of oryzanols from rice bran oil soap stock, P2002-293793A
- Tyakal Nangundiah Indira, et al., (2004), Process for the production of oryzanol enriched fraction from rice bran oil soapstock, US2004/0192948 A1
- Marnix P. van Amerongen, et al., (2001), Process for obtaining oryzanol, US 2001/0047101 A1

2-3세부

- Jang KH, Kwak EJ, Kang WW. Effect of rice bran powder on the quality characteristics of cookie. Korean J. Food Preserv. 17(5):631-636. (2010)
- Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY. Effect of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. Korean J. Food Sci. Technol. 29(1):90-95. (1997)
- Wang L, Hou GG, Hsu YH, Zhou L. Effect of phosphate salts on the Korean non-fried instant noodle quality. J. Cereal Sci. 54:506-512. (2011)
- Wu J, Aluko RE, Corke H. Partial least-squares regression study of the effects of wheat flour composition, protein and starch quality characteristics on oil content of steamed-and-fried iNPRant noodles. J. Cereal Sci. 44:117-126. (2006)
- Singh Sandhua K, Kaurb M, Mukesha. Studies on noodle quality of potato and rice starches and their blends in relation to their physicochemical, pasting and gel textural properties. Food Sci&Technology. 43:1289-1293. (2010)
- Lan T.T Bui, Darryl M. Small. Riboflavin in Asian noodles: The impact of processing, storage and

- the efficacy of fortification of three product styles. *Food Chemistry*. 114:1477-1483 (2009)
- Joo SY, Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *Korean J. Food Sci Nutr*. 41(2):182-191. (2012)
- Gerson Luis FACCIN, Leticia Adélia MIOTTO, Leila do Nascimento VIEIRA, Pedro Luiz Manique BARRETO, and Edna Regina AMANTE. Chemical, sensorial and rheological properties of a new organic rice bran beverage. *Rice Science*. 16(3):226-234. (2009)
- Kim KJ, Jeong YP, Kim TY, Hong HC, Hwang HG, Choi HC, Moon HP. Influence on palatability by blending ratio of broken rice. *Korean J. Breed Sci*. 34(2):73. (2002)
- Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol*. 34(4):642-646. (2002)
- Torel J, Gillard J, Gillard P. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry*. 25:383-385. (1986)
- Wang SY, Chang HN, Lin KT, Lo CP, Yang NS, Shyur LF. Antioxidant properties and phytochemical characteristics of extracts from *Lactuca indica*. *J Agric Food Chem*. 26:1506-1512. (2003)
- Woo KM, Lee YS, Kim YH. Antioxidant effects of tocotrienol in rice bran. *Korean J. Crop Sci*. 50:4-7. (2005)
- Lee JH, Oh SK, Kim DJ, Yoon MR, Chun Areum, Choi IS, Lee JS, Kim YG. Comparison of antioxidant activities by different extraction temperatures of some commercially available cultivars of rice bran in Korea. *Korean J. Food & Nutr*. 26(1):1-7. (2013)
- Ha, T.Y., Ko, S.N., Lee, S.M., Kim, H.R., Chung, S.H., Kim, S.R., Kim, I.H., 2006. Changes in nutraceutical lipid components of rice at different degree of milling. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108, 175-181.
- Jang, S. J., Xu, Z., 2009. Lipophilic and Hydrophilic Antioxidants and Their Antioxidant Activities in Purple Rice Bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 (3), 858-862.
- Ko, S.N., Kim, C.J., Kim, H., Kim, C.T., Chung, S.H., Tae, B.S., Kim, I.H., 2003. Tocol levels in milling fractions of some cereal grains and soybean. *Journal of American Oil Chemists' Society* 80, 585-589.
- Lilitchan, S., Tangprawat, C., Aryasuk, K., Krisnangkura, S., Chokmoh, S., Krisnangkura, K., 2008. Partial extraction method for the rapid analysis of total lipids and γ -oryzanol contents in rice bran. *Food Chemistry* 106, 752-759.
- Moongnarm, A., Daomukda, N., Khumpika, S., 2012. Chemical Compositions, Phytochemicals, and Antioxidant Capacity of Rice Bran, Rice Bran Layer, and Rice Germ. *APCBEE Procedia* 2, 73-79.
- Resurrection, A. P., Juliano, B. O., Tanaka, Y., 2006. Nutrient content and distribution in milling fractions of rice grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 30, 475-481.

원통 양방향 회전 연삭 도정 장치 Revolving cylinder device for grinding and polishing rice.
(2008.04.28)

2-4세부

하태열 , 김혜영. 탄수화물급원의 차이가 흰쥐 체내 지질함량에 미치는 영향. 한국영양학회지 1996;29(2):199~205

Sugano, M, Ishiwaki, N, and Nakashima, K, Dietary protein-dependent modification of serum cholesterol levels in rats. Ann. Nutr. Metab. 1984;28:192

Wright A, Burden AC, Paisey RB, Cull CA, Holman RR; U.K. Prospective Diabetes Study Group. Sulfonylurea inadequacy: efficacy of addition of insulin over 6 years in patients with type 2 diabetes in the U.K. Prospective Diabetes Study (UKPDS 57). Diabetes Care. 2002 Feb;25(2):330-6.

UK Prospective Diabetes Study(UKPDS) Group : Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). Lancet. 1998 Sep 12; 352(9131):837-53. Nathan DM, Buse JB, Davidson MB, Ferrannini E, Holman RR, Sherwin R, Zinman B; American Diabetes Association; European Association for the Study of Diabetes. Medical management of hyperglycaemia in type 2 diabetes mellitus: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy: a consensus statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. Diabetologia. 2009 Jan;52(1):17-30.

Young Ha Baek , Heung Yong Jin , Kyung Ae Lee , Seon Mee Kang , Woong Ji Kim , Min Gul Kim , Ji Hyun Park , Soo Wan Chae , Hong Sun Baek , Tae Sun Park. The Correlation and Accuracy of Glucose Levels between Interstitial Fluid and Venous Plasma by Continuous Glucose Monitoring System. Diabetes and metabolism journal 2010;34(6):350~359

백희준. 비만 환자에 있어서 Glycemic Index 사용의 제한점. 대한비만학회지 2002;11(1):58-64
이정선 , 이지수 , 양차범 , 신현경. 주요 곡류의 혈당반응 및 쌀기준 혈당지수 측정. 한국영양학회 1997;10(10):1170-1179

Foster-Powell K, Miller JB. International tables of glycemic index. Am J Clin Nutr. 1995;62(8):871S-890S

Morris KL, Zemel MB. Glycemic index, cardiovascular disease, and obesity. Nutr Rev. 1999 Sep;57(9 Pt 1):273-6.

Moschandreas J, Kafatos A. Food and nutrient intakes of Greek (Cretan) adults. Recent data for food-based dietary guidelines in Greece. Br J Nutr. 1999 Apr;81 Suppl 2:S71-6.

Salas-Salvadó J, Fernández-Ballart J, Ros E, Martínez-González MA, Fitó M, Estruch R, Corella D, Fiol M, Gómez-Gracia E, Arós F, Flores G, Lapetra J, Effect of a Mediterranean diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: one-year results of the PREDIMED randomized trial. Arch Intern Med. 2008 Dec 8;168(22):2449-58.

Corbalán MD, Morales EM, Canteras M, Espallardo A, Hernández T, Garaulet M. Effectiveness

of cognitive-behavioral therapy based on the Mediterranean diet for the treatment of obesity. *Nutrition*. 2009 Jul-Aug;25(7-8):861-9.

Hu FB. Dietary pattern analysis: A new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol*. 2002;13:3-9.

Lee JE, Kim JH, Son SJ, Ahn Y, Lee J, Park C, Lee L, Erickson KL, Jung IK. Dietary pattern classifications with nutrient intake and health-risk factors in Korean men. *Nutrition*. 2011 Jan;27(1):26-33. Epub 2010 Feb 19.

Song Y, Joung H. A traditional Korean dietary pattern and metabolic syndrome abnormalities. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2011 Jan;5. [Epub ahead of print]