

최 종  
연구보고서

# 쌀 소비확대를 위한 기술개발연구

A Comprehensive Study on Technology

Development for Enlargement of Rice Consumption

연구기관  
한국식품연구원

농림부

# 제 출 문

농림부장관귀하

본 보고서를 “쌀 소비확대를 위한 기술개발연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 3월 24일

주관연구기관명 : 한국식품연구원  
총괄연구책임자 : 이 현 유  
세부연구책임자 : 이 현 유(제1세부)  
세부연구책임자 : 금 준 석(제2세부)  
세부연구책임자 : 이 세 은(제3세부)  
세부연구책임자 : 하 태 열(제4세부)  
세부연구책임자 : 금 준 석(제5세부)  
세부연구책임자 : 임 성 일(제6세부)  
세부연구책임자 : 하 태 열(제7세부)

세부과제별 위탁연구기관 및 참여기업

과제명	세부과제	주관연구기관		위탁연구기관 (책임자)	연구기간	참여기업	
		기관명 (책임자)	연구원				
쌀 소비 확대를 위한 기술 개발 연구(I)	1. 주식의 편의화 기술 개발 연구	식품연 (이현유)	금준석 하태열 박종대	김철진 김동철	전북대학교 (신동화) 김영수	2002.3 -2005.3	라이스텍 크레젠
	2. 쌀 전통식품의 개량 및 현대화 기술 개발 연구	식품연 (금준석)	이현유 하태열 김성수	조진호 김동철 박종대	전남대학교 (은종방)	2002.3 -2005.3	(주)CJ
	3. 국내 쌀의 품질 차별화 기술 개발 연구	식품연 (이세은)	김동철 김상숙 김의웅 김 훈		농협식품연구소 (홍성희) 서울대학교 (황인경)	2002.3 -2005.3	-
	4. 쌀의 영양학적 우수성 탐색을 위한 연구	식품연 (하태열)	김성란 안지윤 이현유 금준석	이세은 한찬규 성기승	대구카톨릭대학교 (조성희) 고려보건대학 (김인환)	2002.3 -2005.3	-
쌀 소비 확대를 위한 기술 개발 연구(II)	5. 현미식의 품질검정 및 간편한 취반기법 개발	식품연 (금준석)	이현유 하태열 임성일	정문철 권기현	-	2002.3 -2003.3	-
	6. 쌀을 이용한 면역기능 강화 비피더스 발효 제품 개발	식품연 (임성일)	차성관 구경형 최신양 김승호		경원대학 (목철균)	2002.3 -2003.3	-
	7. 곡류로부터 콜레스테롤 상승 억제 기능 소재의 개발 및 활용기술 연구	식품연 (하태열)	이현유 금준석 김성수 이창호		-	2002.3 2003.3	라이스텍

# 요 약 문

## I. 제 목

쌀 소비확대를 위한 기술개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

쌀 공급량은 연도별로 약간의 차이는 있으나 일정수준의 생산량은 유지하고 있는 반면 1인당 소비량은 급격히 줄고 있어 이의 소비확대를 위한 기술개발이 필요하다.

해서 소비자들에게 호응을 받을 수 있는 주식대체용 제품 개발 과 전통식품의 현대화 기술개발, 밥맛의 품질 차별화를 위한 고품질 쌀 제조기술 과 청소년, 미취학 아동들에게 과학적으로 설명할 수 있는 쌀의 영양학적인 측면에 대하여 연구 하였다. 아울러, 현미를 간편하게 밥을 할 수 있는 방법 과 비피더스 발효제품 그리고 곡류로부터 콜레스테롤 상승 억제 기능 소재의 개발 및 활용 기술 연구를 수행하였다

쌀 공급량은 1990년 5,187만석에서 2002년 4,926만석으로 연도별로 약간의 차이는 있으나 일정수준의 생산량은 유지하고 있는 반면 1인당 소비량은 급격히 줄어 1990년 1인당 년각 소비량이 119.6 kg에서 2002년에는 88.0 kg, 2003년에는 83.2 kg 으로 줄었다. 이에 따라 쌀의 재고율이 2002년에는 36.1%에 달하여 국가적으로 큰 문제로 대두되고 있다. 우리나라의 쌀 가공제품은 가공원료로 사용한 역사가 매우 짧아 주로 전통식품(떡, 막걸리, 한과 등)에 의존하여 왔으므로 대량생산에 맞는 현대화, 다양화에 필요한 기술이 미흡한 실정으로 청소년의 취향에 적합한 제품이 없고, 또한 쌀 가공업체가 영세하고, 현대화 투자 능력이 부족하며, 가공제품의 중간 소재인 전문 쌀가루 생산 업체가 없어 곤란을 겪고 있다. 또한 가공용은 원료 가격이 비싸, 주로 수입쌀 또는 재고미를 사용하므로 원료특성이 떨어진다는 문제가 있다. 최근 국내에서 생산하고 있는 일부 업체에서는 비싼 국내원료를 이용하는 제품이 점차 늘어나고 있는데 주로 가공 밥류, 쌀 생면들이 그 예이다.

쌀을 가공 식품으로 사용하기 위해서는 여러 가지 방안이 있겠으나, 지금까지 쌀

소비량의 95% 이상이 주식으로 소진되고 있는 것을 감안하여 이를 제품화하는 것이 바람직하다고 보고, 다양한 가공밥류의 기술개발 과 쌀의 소비를 확대하기 위하여 좋은 쌀, 맛있는 쌀, 안전한 쌀을 공급 할 수 있도록 고품질 쌀에 대한 객관적인 품질 기준을 설정 할 필요가 있으며, 특히, 쌀은 전통적인 죽 류, 장수(발효음료), 장류 등이 있으나 이들을 산업화 할 수 있는 기술이 개발되어야 하며, 장기적으로 쌀의 소비 확대를 위하여 영양학적인 측면에서 생리활성, 쌀을 주식으로 하는 식단의 성인병 예방효과를 탐색하여 홍보할 필요가 있다고 본다.

아울러 그 동안 연구가 완료된 과제 중 단기간(1년) 연구로 실용화가 가능하다고 판단되는 “현미식의 품질검정 및 간편한 취반 기법 개발연구”, “쌀을 이용한 면역기능 강화 비피더스 발효제품 개발연구”, “곡류로부터 콜레스테롤 상승 억제 기능 소재의 개발 및 활용 기술 연구” 3개 과제를 같이 수행하여 1년간의 연구를 더 수행하여 쌀 소비확대에 기여하고자 하였다.

### III. 연구개발내용 및 범위

1. 쌀 소비 확대를 위한 주식의 편의화 기술개발
  - 주식개념의 각종 즉석 가공 밥류의 개발 및 보급
2. 쌀 전통식품의 개량 및 현대화 기술개발
  - 쌀 전통식품의 중간 원료소재 개발 및 이를 이용한 제품개발
3. 국내 쌀의 품질 차별화를 위한 기술 개발
  - 벼의 수확 후 공정별 조건을 분석 검토하여 밥 맛있는 쌀 생산 차별화 기술 확립
4. 쌀의 영양학적 우수성 탐색을 위한 연구
  - 쌀의 유효성분을 탐색하고 생리활성을 검정함과 동시에 밥을 중심으로 하는 식단의 영양학적 특성을 과학적으로 구명
5. 현미식의 품질검정 및 간편한 취반 기법 개발
  - 현미의 도정기법 및 건조방식을 도입한 새로운 형태의 간편 현미식 개발
6. 쌀을 이용한 면역기능강화 비피더스 발효제품 개발

- 선발 비피더스 균주의 대량배양, 쌀뜨물을 이용한 원료 대체실험, 선발균주의 제품생산 적용실험, 쌀 젖산발효제품 생산시스템 개발, 생산공정의 최적화
- 7. 곡류로부터 콜레스테롤 상승억제기능 소재의 개발 및 활용기술
  - 흑미로부터 콜레스테롤 상승 억제능이 있는 음료, Tablet 등 제품개발

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

#### 가. 주식의 편익화 기술개발 연구

##### 1. 고품질 레토르트 미반의 제조기술

고품질 레토르트 미반 제조를 위해 생쌀과 증자 쌀을 이용하여 레토르트 미반을 제조하였다. 관능검사 결과 전반적인 기호도 에서 유의성을 보였으며 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 또 증자 쌀의 경우는 바로 지은 밥에 비하여 전반적인 기호도 에서 큰 차이 없이 상태가 양호하였고 17분 증자 후 115℃ 40분 살균한 것이 가장 좋은 것으로 평가되었다. 저장실험 결과 레토르트 미반의 수분함량은 제조 후 62%에서 점차 감소하였다. 관능검사 결과로 보아 레토르트 미반의 품질은 저장기간 동안 약간씩 나빠졌음을 알 수 있었다.

##### 2. 레토르트 주먹밥 및 김밥

저장주먹밥의 살균은 빵가루 고물을 입히지 않은 주먹밥과 빵가루 고물을 입힌 주먹밥의 살균 온도와 시간은 두 가지 종류의 주먹밥 모두 122℃ 30분 살균 방법이 적합하였고, 저장 실험한 결과 주먹밥의 수분함량은 제조 후 42%에서 저장 2주 동안 약간 증가하다가 3주가 지나면서 감소하였다. 총 균수는 저장 4주째부터 급격히 증가하였다. 레토르트 김밥은 속을 넣지 않는 형태로 살균이 가능하였고, 김밥의 총 균수는 저장 7일까지 나타나지 않았다.

##### 3. 난각을 이용한 계란밥 제조기술

달걀의 난각을 이용하여 쌀을 넣고 레토르트 살균하여 기호식품으로 제품화 하는

기술을 개발 하였다. 관능검사 결과 기호성이 좋은 베이컨 난각밥을 선정하고, 저장 중 품질변화를 측정하였다. 32℃ incubator에서 베이컨 난각밥을 6주 동안 저장했을 때 저장기간 중 총 균수에는 변화가 거의 없어 매우 안전한 상태였다. 육안으로도 향미와 외관은 양호하였다. 관능검사 결과 맛은 8.20으로 높은 기호도를 보였다.

#### 4. 냉동 필라프 제조기술

냉동 필라프 제조 기술 확립을 위해 4종류의 냉동 필라프의 밥, 육수, 소스의 배합 비를 확정한 후 품질 특성을 분석하고 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 김치 필라프는 긍정적인 반응을 보였고 해물 필라프의 경우 기호성을 증진시키기 위해 마늘과 무말랭이를 첨가하였는데 무말랭이를 첨가한 것은 전반적으로 좋은 반응을 얻었으며 마늘을 첨가한 것은 맛에 있어서는 약간의 높은 점수를 얻은 반면 외관, 향, 조직감, 전반적인 기호도에서는 오히려 낮은 점수를 얻었다. 버섯필라프와 야채필라프도 좋은 반응을 얻었으며 해물 필라프에서와 같이 마늘과 무말랭이의 첨가가 더 높은 유의성을 보였다. 포장재에 따른 저장 실험 결과, PE가 다른 포장재에 비해 낮은 노화도 값을 나타내었다.

#### 5. 전자레인지용 즉석 덮밥류 제조기술

전자레인지용 즉석 덮밥 제조를 위해 먼저 포장밥의 제조조건을 확립하였다. 관능검사와 일반 분석 및 조직감 등의 결과 밥을 전기밥솥에 10분 half cooking 한 후 microwave oven에 2분 재 가열 한 밥이 가장 우수한 상태로 나타났다. 쇠고기 덮밥의 수분함량은 제조 직후 77.13%였으며 총열량은 123 Kcal, 조단백질은 13 g, 조 지방 함량은 5 g으로 나타났다. 또 덮밥의 저장실험 결과 수분함량은 저장 기간이 지나면서 조금씩 감소하는 경향을 보였고, 총 균수는 저장기간 동안 급격한 증가를 보이지 않았으며 이는 먹기 직전 microwave oven에 재 가열했기 때문인 것으로 보여 진다. 저장 기간 중 기호도 조사 결과 7점으로 양호하였다.

#### 6. 밥 프렌차이즈 시스템 개발 및 상품화를 위한 마케팅 전략 수립

밥 프렌차이즈 시스템에 대한 조사를 위해 안성휴게소에서 소비자 조사를 실시하였다. 조사대상자는 여성이 64%, 남성이 36%이었다(10 -70대). 우선 밥의 종류별 기호도 조사에서 1위는 깍두기 비빔밥이었으며 그 다음으로는 송이밥, 쇠고기볶음밥, 콩나물 김치밥 등의 한식 메뉴 이었다. 좋아하는 식사 유형으로는 한식이 가장 많았

으며 밥 fast 체인점이 있으면 이용하겠냐는 질문에 그렇다고 대답한 사람이 전체의 78%를 차지했으며 연령별로는 20대가 가장 많았다. 밥 가공기술을 프랜차이즈에 도입하면 쌀 소비확대는 물론이고 수익성 사업으로 가능 할 것으로 보인다.

## 나. 쌀 전통식품의 개량 및 현대화 기술 개발

제분 방법에 따른 멥쌀과 찰쌀가루의 특성 및 입자크기에 따른 쌀가루의 물성 특성을 확립하였으며 확립된 특성을 이용하여 쌀가루 부침가루 및 튀김가루 제조 공정 및 배합비를 설정하였다. 쌀가루를 이용한 죽류의 품질 특성을 파악하였다. 입자크기, 분쇄방법, 배합비율에 따른 백설기, 시루떡, 증편, 인절미의 떡 제조방법과 떡류에 적합한 쌀가루 소재 확립에서 백설기, 시루떡은 멥쌀 습식쌀가루 80Mesh 이하, 증편은 멥쌀 습식쌀가루 100 - 140 Mesh, 인절미는 찰쌀 습식쌀가루 100 - 140 Mesh가 가장 우수하였다. Sucrose 및 Sorbitol을 병행하여 첨가 시 조직감 개선의 효과를 나타냈으며 진공포장 후 냉장 저장 떡류는 4주 저장기간 연장이 가능하였다. *Aspergillus oryzae* 에서 얻은  $\alpha$ -amylase 첨가시 조직감 개선(노화방지)의 효과가 있었다. 쌀 30% 함유 고추장 및 된장제조가 가능하였으며 전자레인지용 즉석죽 제조를 위한 호화 분쇄미 및 육류의 제조, 쌀가루와 야채 및 육류 입자를 이용한 죽의 제조 확립 및 소고기 및 야채를 첨가한 즉석 쌀죽의 제조공정을 확립하였다. 쌀 발효음료인 장수의 발효특성과 이의 제조공정을 확립하였으며 소비자의 기호에 맞는 장수음료를 개발하였다. 쌀 가공식품의 현대화 및 편의화를 위해서 전자레인지에서 3분 안에 즉석떡이 되는 쌀가공제품을 개발하여 앞으로 쌀 가공식품 산업에 큰 영향을 미치며 쌀가공산업 발전에 이바지 할 것으로 생각된다.

## 다. 국내 쌀의 품질 차별화를 위한 기술 개발

국내 유통쌀 함유율은 11.2%-17.9%, 단백질함량은 5.5-9.5%, 백도는 30.3%-44.6%, 싸라기는 0.1%-17.3%로 매우 넓은 범위로 분포되어있어 품질이 매우 균일하지 못한 것으로 나타났다. 순환식 건조기 동할율은 약 2.3%, 연속식건조기 동할율은 약 4.6%로 나타났다. 순환식건조기 온도는 48℃ 및 55℃ 이상, 연속식건조기 온도는 55.3℃ (53.3~57.5℃)로 적정 건조온도의 준수가 필요하였다. 연속식건조기의 경우 템퍼링빈



이 설치되지 않아 효율적인 건조운영 및 품질유지가 매우 어려운 실정이었다. 평타 입사일로의 건조벼의 경우 교반기 상부의 함수율이 17.7%, 동할율이 4.7%인데 비해 교반되지 않는 교반기 하부는 함수율이 9.3%, 동할율이 12.7%로 과건조와 동할율 발생이 매우 높게 나타났다. 저장기간중 30℃에서 건조한 벼의 동할율 발생이 가장 적게 나타났으며, 발아율 역시 같은 결과를 보였다. 이와함께 식미 관능검사의 결과 역시 건조온도가 낮은 30℃구의 setback이 48℃ 건조구 보다 적게 나타났다. 비단열 저장사일로의 경우 단열 사일로에 비해 온도편차가 다소 큰 것으로 나타났고, 개선 평창고의 저장시설은 높이별 곡온편차도 크지 않았으며, 저장환경도 비교적 만족할 수준이었다. 저장중 평타일사이로 하부와 상부함수율은 12.5%, 19.3%로 값의 큰 차이를 보였다. 동할율은 하부 8.0%로 상부에 비해 4.0% 높게 나타났다. 지방산가의 경우 하부는 10.3으로 비교적 적정하였으나 상부는 24.5로 나타나 고품질쌀 저장시설로의 활용 및 운영방안 확립이 필요하였다. 무세미 대체시스템으로의 활용을 위해서 연미공정의 2회 또는 그 이상의 통과 횟수를 증대하는 것을 검토할 필요성이 있는 것으로 판단된다. 연미공정은 정미공정의 후속공정으로 전환이 필요한 것으로 나타났다. 한지를 이용한 새로운 포장재의 쌀 유통중 신선도 유지효과는 지방산가 증가속도가 둔화되는 것으로 나타나 쌀 품질 유지에 기존의 PE와 지대포장에 비해서 다소 효과가 있는 것으로 나타났다. RPC 공정은 원료반입부에서는 정선지수 측정공정 도입이 필요하며 균일한 건조를 위한 임시저류빈 설치가 필요한 것으로 나타났다. 가공 공정부는 입선별기의 선별능력 강화, 현미 색채선별기 설치, 제현부와 정미부의 완전 분리, 연미기의 위치변경, 짜라기 선별시스템을 강화하는 공정개선이 필요한 것으로 나타났다.

## 라. 쌀의 영양적 우수성 탐색을 위한 연구

### 1. 쌀 유효성분의 분석

쌀의 품종과 도정도에 따른 일반성분 및 총 폴리페놀과 페놀산, tocols, phytosterol의 함량을 분석한 결과 현미의 일반성분은 도정도가 증가할수록 크게 감소하였다. 총 폴리페놀의 함량은 도정한 백미보다 미강에 현저히 많았고 품종에 따른 차이는 크지 않았다. Phenolic acid는 ferulic acid, p-coumaric acid가 주요

성분이었고 도정도가 증가할수록 감소하였고 품종 중에서는 추청과 일미에서 도정으로 인한 phenolic acid 함량 감소가 컸다. 쌀 지용성 성분으로 tocots, phytosterol, 옥타코사놀(octacosanol), 스쿠알렌(squalene) 및 gamma-oryzanol 함량을 분석한 결과 역시 품종에 따른 차이보다 도정도에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다. 쌀을 포함한 주요 곡류의 유효성분을 분석한 결과 tocopherol 함량은 전반적으로 쌀과 밀에서 유사한 경향을 보이며 tocotrienol 함량에서는  $\beta$ -type은 통밀이 현미보다 높은 반면  $\alpha$ 와  $\gamma, \delta$ 는 현미가 높은 값을 나타내었고 phytosterol 함량은 분석 곡류중 옥수수에서 가장 높은 함량을 나타내었다. Total polyphenol은 현미, 백미가 통밀, 밀가루에 비하여 높은 값을 나타내었고 특히 현미가 가장 높은 값을 나타내었다.

## 2. 쌀 유효성분의 *in vitro* 산화적 스트레스 억제 및 암세포성장 억제활성 평가

쌀의 tocots 획분을 추출하여 항산화 활성 및 암세포 성장 억제능을 조사한 결과, 쌀 tocots fraction은 첨가 농도 의존적으로 지질과산화 생성을 억제하였고 암세포 성장억제능은 전반적으로 활성이 미미하였다. 현미 phytosterol과 통밀 phytosterol은 강한 DPPH radical 소거활성을 나타내었으며, 농도 의존적인 반응을 나타내었고 현미와 통밀은 유사한 활성을 나타내었다. 인체유래 암세포주의 성장에 미치는 영향을 비교분석한 결과, 현미와 통밀의 phytosterol은 위암세포의 세포성장은 농도 의존적으로 억제하는 효과가 있었으나 대장암 세포에는 거의 영향이 없는 것으로 나타났다. 쌀 폴리페놀획분은 높은 ABTS 래디칼 소거능을 나타내었고 LDL의 산화를 억제하였으며 농도 의존적인 반응을 나타내었다 또한 세포내 ROS생성을 억제하는 효과를 보였다.

## 3. 쌀 tocots 획분이 체내 지질함량에 미치는 영향

쌀의 tocots 획분을 추출하여 흰쥐에게 공급하여 4주간 사육 후 혈액 및 간장중의 지질함량 등을 분석하였다. 그 결과 tocots 획분군은 고콜레스테롤군보다 낮은 값을 나타내었고 부고환지방의 무게도 tocots군이 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. tocots 획분군은 고콜레스테롤식이에 의한 혈청 총콜레스테롤의 증가를 유의하게 감소시켰고 HDL 콜레스테롤은 증가시켰으며 중성지방함량도 총콜레스테롤과 유사한 경향을 나타내었다. 간기능 관련 효소활성 및 체내 과산화 지질함량을 분석한 결과 tocots 획분군의 AST와 ALP활성은 대조군에 비하여 유의하게 감소하여 정상군

과 동일한 수준을 나타내었으며 혈중 과산화 지질함량을 나타낸 TBARS도 고 콜레스테롤 식이에 의하여 크게 증가하였으나 tocols 획분을 첨가함에 따라 감소하였다. 또한 tocols 획분을 첨가함에 따라 고 콜레스테롤에 의한 간장의 총 지질함량, 총콜레스테롤과 중성지방의 축적량이 유의하게 감소하여 쌀 유래 tocols 획분은 간장 내 지방의 축적을 예방하는데 매우 효과적인 것으로 나타났다.

#### 4. 쌀 phytosterol 획분이 혈압조절에 미치는 영향

현미와 통밀의 유효성분이 흰쥐의 혈압조절에 미치는 영향을 검토하기 위하여 자연발증 고혈압 흰쥐를 대조군, 현미가루군, 통밀가루군, 현미 phytosterol군, 통밀 phytosterol군으로 나누어 각각의 실험식으로 사육한 뒤 혈압의 변화와 체내 지질함량에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 그 결과, 대조군은 혈압이 계속 증가하는 반면, 통밀 powder군과 현미 powder군은 섭취 1주일까지는 증가하다가 2주부터 대조군에 비하여 감소하기 시작하였고 섭취 3주후에는 유의하게 감소하였으며 통밀 phytosterol과 현미 phytosterol 섭취 군은 대조군에 비하여 혈압이 유의하게 감소하였다. 혈액중 총콜레스테롤은 현미, 통밀 실험군 모두 대조군에 비하여 유의하게 낮은 값을 나타내었고 현미 phytosterol군과 통밀군 HDL 콜레스테롤은 대조군에 비하여 유의하게 높았으며 동맥경화지수인 AI index는 현미군이 통밀군보다 낮은 값을 나타내었다. 간장조직중의 중에서의 총콜레스테롤 함량은 실험군 모두가 대조군에 비하여 유의하게 낮은 함량을 나타내었고 조직중의 과산화 지질 생성량은 대조군에 비하여 실험군에서 낮은 값을 보였으며 현미, 통밀 모두 phytosterol군이 powder군에 비하여 낮은 값을 나타내었다.

#### 5. 쌀 polyphenol 획분이 당뇨조절능에 미치는 영향

쌀의 polyphenol 획분을 추출하여 제2형 당뇨모델인 db/db mouse를 5군의 실험군으로 나누어 각각의 실험식이를 조제하여 섭취시키 후 혈당, 인슐린, leptin 등의 변화를 조사하였다. 그 결과, 쌀 polyphenol 획분군은 대조군에 비하여 혈당이 유의하게 감소하는 반면, leptin 과 insulin농도는 유의하게 증가하였다.

#### 6. 밥중심 식단의 영양적 우수성 평가

대상자별 (직장인, 청소년 등)의 밥중심 식생활 기피 현황 및 원인을 분석한 결과, 아침식사를 거르는 비율이 약 32% 였고, 조식에 밥중심 식사를 하는 대상자는

약 40% 미만이었으며 나머지는 밥중심 식생활을 기피하는 것으로 조사되었다. 기피원인은 간편치 못하다는 점이 주요원인인 것으로 나타나 간편하고 다양한 밥중심 식단의 개발이 요구되었다. 또한 대상자별 밥중심 표준식단을 개발하고 western style 대응 표준식단들과 영양특성을 비교 분석하였다. 밥중심 식단이 Western Style에 비하여 영양적으로 가장 우수한 점은 총지방섭취량이 적고 지방산 구성, 콜레스테롤 섭취, n-6/n-3 다불포화지방산 구성(10)도 Western style에 비하여 우수한 것으로 나타났으며 대상별로 개발된 표준식단을 database화 하였다.

#### 마. 현미식의 품질검정 및 간편한 취반기법 개발

현미의 취반시간 단축 및 식미개선을 위하여 수압 강층 처리 및 마이크로파를 이용하여 현미를 쉽게 취반할 수 있는 방법을 개발하였다. 수압 강층 처리 후의 수분함량의 변화는 원곡의 수분함량보다 1%~1.3%증가한 것으로 나타났으며 마이크로파 건조 후 현미의 수분함량은 감소하였다. 저장 기간 동안 수분함량 변화는 나타나지 않았다. 수압 강층 처리 후 현미의 경도 측정결과 원곡 현미의 경도보다 낮은 경도 값을 나타내었으며 수압이 높고, 마이크로파의 조사량이 높을수록 낮은 경도값을 나타내는 경향을 보였다. 수압 강층 처리 후 환원당을 측정된 결과 원곡보다 높은 값을 나타내었으며 마이크로파 건조 후에는 낮은 값을 나타냈고, 마이크로파 조사량이 강할수록 높은 값을 나타내었다. 그러나 수압에는 영향을 받지 않았다. 저장 기간 동안 상온과 4℃ 저장 현미의 환원당 측정결과 저장온도와 상관없이 모두 증가하는 경향을 보였으며 상온 저장 현미가 높게 나타났다. 지방산도 측정결과 현미원곡이 강층처리 현미의 지방산도 측정결과 보다 낮게 나타났으며, 수압의 강도가 낮을수록 지방산도의 값이 증가하는 경향을 나타내었다. 마이크로파 건조 후 호화개시온도는 낮아짐을 볼 수가 있었고 최고점도는 반대로 높아지는 경향을 나타내었다. 색도측정결과 L값(Lightness)은 마이크로파 처리, 수압강층처리, 원곡 순으로 높게 나타났다. 총균수는 마이크로파 조사량이 높을수록 적은 값( $4.6 \times 10^3$  CFU/g)을 나타내었으며 마이크로파 조사량에는 영향을 받으나 수압의 강도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

## 바. 쌀을 이용한 면역기능 강화 비피더스 발효제품 개발

확립된 개발 제품의 생산 공정을 요약하면 다음과 같다. 쌀에 중량비 7배에 해당하는 물을 가하고 100℃에서 25분간 호화시킨 다음 단시간 방냉시켜 온도가 90℃에 도달한 후 고온성 액화효소인 Termamyl 120L을 쌀 중량의 0.1% 수준으로 가하여 2시간 액화하고, 이후 온도를 60℃로 냉각시킨 다음 당화효소인 AMG-300L을 역시 쌀 중량의 0.1% 수준으로 가하여 2시간 동안 당화시킨다. 이후 100~200 mesh 체 또는 여과포를 사용하여 여과하여 쌀당화액(SRS, saccharified rice solution)을 회수한다. 회수된 쌀당화액에 물을 가하여 당도를 10~15°Brix로 조절하고 전지분유를 쌀당화액 중량의 6% 수준(음료 타입) 또는 13%수준(커드 타입)으로 가한 다음 필요에 따라 ascorbic acid를 0.04~0.06% 수준으로 첨가하여 현탁시킨다. Ascorbic acid 첨가는 발효균주의 내산소성에 따라 생략할 수도 있다. 분유를 가한 쌀당화액의 온도를 100℃로 높여 20분간 살균한 다음 냉각하고 여기에 0.02%(w/w)에 해당하는 스타터(ABT-D 또는 ABY-2B)를 소량의 멸균수에 현탁하여 첨가하고 37℃에서 최종 pH가 4.1 정도가 되도록 12~15시간 발효시켜 음료 타입 또는 커드 타입 쌀젖산발효물을 제조한다. 발효 후 제품에 따라 물엿, 포도주스 등 조미물질을 첨가하여 polystyrene 용기에 음료 타입 제품은 150 ml를, 커드 타입 제품은 100g을 포장하여 제품을 완성한다. 음료 타입 제품과 커드 타입 제품의 생산을 위한 물질수지를 분석하였으며 7,500 kg/day (음료 타입 제품 150 g × 50,000 bottles/day 또는 커드 타입 제품 100 g × 75,000 cups/day) 규모의 생산을 위한 생산시설 lay-out과 건물 lay-out을 완성하였다.

## 사. 곡류로부터 콜레스테롤 상승억제기능소재의 개발 및 활용기술연구

### 1. 흑미의 유효성분 추출

흑미로부터 유효성분을 추출하기 위하여 용매, 추출시간, 유효성분의 분리조건, 컬럼 등을 검토한 결과, 흑미를 탈지한 후 에탄올로 조색소를 추출한 후 컬럼에 적용하여 에탄올 용액으로 다시 용출시키는 방법으로 하였다. 색소안정을 위한 첨가 산의 검토, 분리 칼럼에 의한 흑미 색소의 추출, 분리조건을 검토한 결과 컬럼은 diaion HP-20으로, 산은 0.5% citric acid, 용매는 80% 에탄올이 수율면에서나 색소

의 분리에서도 가장 좋은 결과를 나타내었고, 이 조건을 대량추출에 적용하였다.

## 2. 흑미를 이용한 음료, 타블렛 및 과립제품 개발

흑미 유효성분을 추출하여 청징형 음료제품을 개발하고자 추출농축액의 첨가량, 당과 산의 종류 및 첨가비율을 검토하고 맛의 개선을 위한 과일농축액의 첨가를 검토하였으며 콜레스테롤 상승억제 기능성을 증가시키기 위하여 첨가 부재료를 검토하여 최종 배합비를 결정하였다. 또한 전처리 된 흑미강에 맥아를 첨가하여 당화처리 한 후 추출하여 혼탁형 음료를 개발하고자 최적배합비 결정시험을 거쳐 혼탁형 음료의 최종 배합비를 결정하였다. 타블렛 및 과립제품은 흑미강 자체를 전처리하고 부재료 등 최적 배합비 결정시험을 거쳐 제품을 개발하였다.

## 3. 흑미음료제품의 체내 콜레스테롤 상승억제효과

흑미 음료제품이 체내 콜레스테롤 대사에 미치는 영향을 조사하기 위하여 흰쥐에게 고 콜레스테롤식이와 동시에 흑미 음료제품을 각각 1%, 5%되게 첨가하여 4주간 사육한 뒤 혈액 및 간장중의 콜레스테롤 함량과 과산화 지질함량을 분석하였다. 그 결과, 혈중 총콜레스테롤과 유리콜레스테롤은 농도 의존적으로 감소하였고, HDL-콜레스테롤은 변화가 없었으며 동맥경화지수는 흑미음료제품군에서 유의하게 감소하였다. 또한 간장중의 지질함량 및 과산화지질함량도 유의하게 감소하여 흑미음료제품의 콜레스테롤 상승억제효과가 확인되었다.

## 2. 활용에 대한 건의

1. 개발된 기술이 관련업계에 기술 이전 되도록 “쌀 소비확대를 위한 심포지움”을 개최 (2005년 쌀 수확시기) 토록 하며, 메스컴 또는 관련 전문 잡지를 통하여 기술 또는 얻어진 결과물을 적극적으로 홍보 할 예정이다.

2. 농협 또는 지방자치단체를 통하여 자 지역에서 생산된 쌀의 소비를 적극 유도하기 위하여 복합 쌀 가공공장 설치 할 수 있는 방안을 제시하여 궁극적으로 쌀 소비가 확대 될 수 있도록 한다.

# SUMMARY

## I. Title of Research

A Comprehensive Study on Technology Development for Enlargement of Rice Consumption

## II. The Objectives and Importance of Research

Supply and production of rice is stable while consumption of rice per people is dramatically decreased. Therefore, comprehensive study of technology development for enlargement of consumption of rice is necessary. A Study on development of convenience food for the staple food, study on development and modernization of Korean traditional rice foods with high quality, study on production of high quality rice for difference in taste of cooked rice, study on nutritional properties of rice, study on development on cooking method of brown rice and its quality validation, development of fermented products by using rice fortified with immune functional bifidobacterium and study on the development of hypocholesterolemia foodstuff from cereal are carried out.

## III. The Scope and Contents of Research

1. A Study on development of convenience food for the staple food
2. A Study on Development and Modernization of Korean Traditional Rice Foods with High Quality
3. Study on the quality enhancement of domestic rice
4. A Study on the nutritional properties of rice

5. A Study on development on cooking method of brown rice and its quality validation
6. Development of Fermented Products by Using Rice Fortified with Immune Functional *Bifidobacterium*
7. A study on the development of hypocholesterolemic foodstuff from cereals

## **IV. Results of Research and Recommendation**

### **1. A Study on development of convenience food for the staple food**

#### 1) Study of manufacturing technology for retort cooked rice with high quality

Retort cooked rice with high quality(RCR) is manufactured using by raw rice and steamed rice. Data of sensory evaluation show that there is difference in overall acceptance and no difference in treatments. There is no difference in overall acceptance on steamed rice than cooked rice and optimal condition is 17min steaming and 40 min retort at 115°C. Water content of RCR is decreasing and data of sensory evaluation indicate quality of RCR is also decreasing during storage time.

#### 2) Study of manufacturing technology for retort rice ball and rice rolled in dried laver.

The optimal condition retort rice ball manufacturing(RRB) is 30 min retort at 122°C for both RRB with flour and without it. Water content of RRB is increasing during 2 weeks and decreasing after 3 weeks storage time. Total microbiology count is increasing dramatically after 4 weeks storage time. rice rolled in dried laver can be retorted without stuffing and total microbiology count is not appeared within 7 days.



3) Study of manufacturing technology for cooked rice with egg using egg shell

Cooked rice with egg shell(CRE) is developed. CRE with bacon has the highest sensory evaluation value and quality of it is examined during storage time. There is no change of total microbiology count during 6 weeks storage time at 32°C. Also visual appearance is good and Taste value is 8.2 in sensory evaluation.

4) Study of manufacturing technology for frozen pillaf

Quality properties and sensory evaluation are evaluated on four different mixing ratio of frozen pillaf(FP) with cooked rice, beef soup and souce. Sensory evaluation data show that FP with Kimchi has higher overall acceptance value and FP with dried strips of radish also has higher overall acceptance value while FP with garlic has higher value on taste and less value on appearance, flavor, texture and overall acceptance. FP with mushroom and vegetable has higher value on sensory evaluation and adding of dried strips of radish and garlic show similar aspect. PE packaging material has lower retrogradation value during storage time

5) Study of manufacturing technology for instant microwave covered cooked rice

The optimal condition of manufacturing packaging coeed rice for instant microwave covered cooked rice(CCR) is 10 min. half cooking in electric rice cooker and 2 min heating in microwave. Water content of CCR is 77.13% after manufacturing, 123Kcal for total calory, 13g for crude protein and 5g for crude lipid. Water content of CCR is decreasing as increasing storage time and total microbiology count is not changed dramatically during storage time due to microwave reheating. Sensory evaluation value is 7 point during storage time.

6) Study of marketing and development for franchise system of cooked rice

Consumer test is carried out in Ansong rest area for franchise system of

cooked rice. Applicant ratio for consumer test is 64% for women and 36% for men. Boiled rice with assorted mixture and cubed radish kimchi has the highest value on sensory evaluation and cooked rice with pine mushroom, fried rice with beef, and cooked rice with kimchi and bean sprouts in usual order. Korean style meal is best choice in different food type and 78% of applicant is positive answer if fast franchise system of cooked rice is available. Also 20 age group among applicant prefer to Korean style meal. Rice consumption and business benefit will be increased if franchise system of cooked rice is applied to technology of cooked rice.

## **2. A Study on development and modernization of Korean traditional rice foods with high quality**

Properties of rice flour on milling method and rheology on particle size are studied. Manufacturing process and mixing ratio for panfried rice flour and frying rice flour and is developed. Quality properties of rice flour soup is examined. rice cake(*Baksulgi*, *Sirudok*, *Jungpun*, *Ingulmi*) processing is studied and optimal processing condition is 80 mesh wet milled rice flour for *Baksulgi*, *Sirudok* 100-140 mesh wet milled rice flour for *Jungpun*, and 100-140 mesh wet milled glutinous rice flour for *Ingulmi*. Sucrose and sorbitol are effected to texture on hardness and shelf-life of rice cake is extended to 4 weeks on chilled storage. Also, adding of alpha amylase from *aspergillus oryzae* is effected to improvement of texture. Korean soybean paste and red pepper with 30% rice flour are developed. Gelatinized rice flour, manufacture of meat, particle size of vegetable and meat for instant rice soup are examined and processing of rice flour soup is fixed. Fermented properties and manufacture processing of *Jangsu*, a kind of fermented rice drink, are fixed and developed a new product for consumer. Instant rice cake within 3 min. microwave cooking is developed and it

will be a big point in a rice product industry.

### **3. Study on the quality enhancement of domestic rice**

General composition of domestic rice is widely distributed as, water content is 11.2%-17.9%, 5.5-9.5% for protein content, 30.3-44.6% for whiteness value, 0.1-17.3% for ratio of broken rice. Therefore, quality of rice is not uniformity. Ratio of broken rice in circulating dryer is 2.3% and 4.6% in continuous dryer. Optimal operation temp. condition is 48°C and over 55°C for circulating dryer and 55.3°C (53.3~57.5°C) for continuous dryer. Continuous dryer is very difficult to operate effectively and control the quality of rice because tempering bin is not established. Water content is 17.7% and ratio of broken rice is 4.7% for upper level agitator in flat type silo while water content 9.3% and ratio of broken rice is 12.7% in lower level of agitator which indicate overheating and higher ratio of broken rice. Ratio of broken rice dried at 30°C is the lowest value during storage time and ratio of germinating has similar result. Sensory evaluation data indicate that setback value of rice dried at 30°C has lower value than at 48°C. Temperature deviation of non-insulating storage silo has higher value than insulating storage silo. There is no change on temp. deviation of rice depend on height of storage in improved storehouse and result of storage circumstance is satisfied. Water content is 12.5% and ratio of broken rice is 8.0% for lower level in flat type silo while water content 19.3% and ratio of broken rice is 4.0% in upper level. Fat acidity value of lower level is 10.3 while 24.5 for higher level which indicate practical use and operating plan are necessary for storage of high quality rice. Grinding processing must be more than 2 times substituted for wash free rice system and Grinding processing can be installed after milling processing. New packaging material with Korean paper from mulberry tree is more effective for preservation of freshness during storage time than PE

packaging material by decreasing of fat acidity value. Measuring processing for fine selection index and tempering bin installation for uniform drying are necessary in RPC standard processing. Increasing of selection capability, installation of color selector for brown rice, complete separation of milling and dehulling section, change of grinding position and reinforcement of selection system for broken rice in processing progress are necessary

#### **4. A Study on the nutritional properties of rice**

##### 1) Analysis of bioactives from rice

Effects of rice cultivars and degree of milling(DM) on composition, pasting properties, total phenolic contents and distribution of phenolic acids were investigated. Fat and ash contents of milled rices were decreased with increasing DM but protein contents were not changed. In rice bran, differences in fat and ash contents by cultivars were higher than differences according to DM. Major phenolic compounds were identified as ferulic acid and p-coumaric acid. Total phenolic content of brown rice was decreased with increasing DM but the ratio of ferulic acid composition was increased. Among the cultivars, Chucheong and Ilmi varieties showed the biggest reduction of phenolic acid contents by milling. The contents of sinapinic acid, benzoic acid and m-hydroxybenzoic acid in rice bran were higher than that of brown and milled rices. The content of total tocopherols in rice significantly decreased, as degree of milling increased. Gamma-oryzanol content significantly decreased with milling. Beta-sitosterol was most abundant sterol representing 50 % - 56% of the total sterol content in all analyzed samples. The content of total sterol as well as each sterol isomers in rice significantly decreased, as degree of milling increased. A similar trend was observed in changes of octacosanol and squalene.

## 2) Activities of antioxidant and anti-proliferation of cancer cell of rice bioactive fraction *in vitro*

Antioxidant activity and anti-proliferative activities of cancer cell were evaluated *in vitro* for the tocopherols, phytosterol, phenolic fractions of rice. The antioxidant activity of total phenolic acids was higher in ethyl acetate (EA) fractions than those of 80% ethanol extracts or 80% methanol extracts. The purified EA fraction was obtained using a DIAION HP20 adsorption column chromatography (fractionated with methanol). The phenolic acid composition of EA fraction and purified EA fraction were analyzed by HPLC and separated on Silica gel TLC plate. Non-phenolic compounds (sugar and amino acid) could have been removed from EA soluble extractions and increased the content of ferulic acid and p-coumaric acid in purified EA fraction. EA fraction and purified EA fraction had higher total antioxidant activities (TAA) than other extracts of brown rice.

## 3) The effect of rice tocopherols on lipid metabolism in rats

This study was performed to examine the effects of bioactive substances in rice bran oil on lipid levels and lipid peroxidation in serum and liver. Male Sprague-Dawley rats were fed one of the experimental diets: normal diet, high cholesterol diet, and concentrate of bioactives in rice bran oil (BRBO) supplement diet for 4 weeks. The contents of liver cholesterol and triacylglycerol (TG) were higher in high cholesterol diet group than normal group, but significantly decreased by BRBO supplementation. Similarly, hepatic thiobarbituric acid reactive substances were increased with high cholesterol diet and reduced by BRBO supplementation. There were no differences in serum cholesterol and TG. Serum HDL-cholesterol was lowered in high cholesterol diet group, but it was significantly increased in BRBO group. In addition, BRBO recovered the activities of serum aspartate aminotransferase, which was elevated by high cholesterol diet group. These results suggest that BRBO may play a protective role against the

alteration caused by hypercholesterolemic diet.

#### 4) Anti-hypertensive effect of rice phytosterol fraction in SHR

In order to investigate the effect of rice phytosterol fraction on blood pressure and lipid metabolism, spontaneously hypertensive rats were divided into 5 groups (control, rice powder, rice phytosterol, wheat powder, wheat phytosterol), and fed with each experimental diet for 3 weeks. Blood pressure of rice phytosterol fraction was significantly decreased compared to that of control group, but there was no significant difference between rice and wheat. Total cholesterol levels of rice powder and wheat powder groups were significantly lowered compared to that of control, HDL cholesterol levels of rice phytosterol group were significantly increased. The contents of total lipid, cholesterol and triglycerides were lower in rice phytosterol fraction group than those in control group. The supplementation of rice phytosterol fraction reduced the activities of serum GOT and GPT, and liver TBARS contents.

#### 5) Anti-diabetic effect of rice polyphenol fraction in db/db mouse

The effect of brown rice polyphenol fraction(EAE) on blood glucose, insulin, leptin and lipid levels was investigated in diabetic mice(C57BL/KsJ, db/db mice). Animals were fed a modified AIN-76 diet and orally administrated with EAE as 8% ethanol suspension for 17days. EAE supplemented groups were significantly reduced in blood glucose level compared with the control group. Plasma insulin and leptin levels were higher than those in the control group. And total and LDL-cholesterol concentrations in serum were also decreased significantly compared with those in the control group.

#### 6) Evaluation of nutritional properties of rice based meal

As a result of survey on breakfast of workers, the rate of skipping breakfast

was about 32%. Their favorite style of breakfast was mostly Korean traditional diets, but only about 40% of workers had cooked rice as breakfast. The main reason for skipping breakfast was that they had no time for it. From these results, it was considered that recipe development of convenient rice based breakfast was needed for good dietary life. So, we developed the rice based-convenient menu and nutritional properties were compared with western style menu. In representative rice based meal, total lipid and cholesterol contents were lowered compared to representative western style meal. It was also showed that representative rice based meal was good in aspect of fatty acid composition and n-3/n-6 ratio.

## **5. A Study on development on cooking method of brown rice and its quality validation**

Easy cooking method for brown rice is developed with microwave treatment and water pressure pre-treatment(WPT). Water content of brown rice is increased while decreased after microwave drying. And there is no difference in water content during storage time. Hardness of brown rice is decreased after WPT. Hardness value is decreased as power of microwave increased. Reduced sugar is increased after WPT while decreased after microwave drying and increased as power of microwave. There is no significance difference between water pressure. Reduced sugar is increased during storage time on room temp. and 4°C. Acidity value of WPT is higher than brown rice and it is increased as water pressure decreased. amylogram data show that initial temp. is decreased after microwave drying while maximum viscosity increased. Total microbial count is decreased as power of microwave while do difference between water pressure.

## **6. Development of Fermented Products by Using Rice Fortified with Immune Functional *Bifidobacterium***

The optimum addition level of water for the gelatinization of rice was 700% of the weight of rice. The liquefaction and saccharification of the gelatinized rice were done with commercial food-grade enzymes, Termamyl and AMG 300L, respectively. The liquefaction of rice was done for 2 hrs at 90°C with the aid of Termamyl 120L, and the saccharification was followed for another 2 hrs at 60°C with the addition of 0.1% AMG 300L.

Ascorbic acid showed higher reducing power and produced more acceptable products than cysteine. The addition of the 0.04~0.06% ascorbic acid followed by the heating for 5~10 min gave rise to the anaerobic condition required for the Bifidus fermentation. The number of the lactic acid bacteria in the fermented product of the saccharified rice was  $10^7$  CFU/mL, and increased with the presence of proteineous materials such as dried milk and isolated soy protein(ISP). The highest numbers of the lactic acid bacteria were achieved by the additions of 6% dried milk showing  $4.5 \times 10^9$  CFU/mL, and of 2% ISP showing  $1.2 \times 10^9$  CFU/mL. Drink-type products were produced by the fermentation of the saccharified rice solution with the addition of either dried milk less than 8% or ISP less than 4%. For the production of curd-type products, the addition of dried milk more than 9% or ISP more than 5% were required. For the products with dried milk, 6% and 13% additions were suitable for the drink-type and curd-type products, respectively. The optimum fermentation conditions for the developed products were 12~15 hr fermentation at 37°C using commercial starter either ABT-D or ABY-2B. The additions of 15% corn syrup and 12.5% grape juice enhanced the sweetness and the flavor of the drink-type products. For the curd-type products, the additions of 20% corn syrup and 5% grape juice were appropriate. The number of the lactic acid



bacteria in the developed product was  $10^9$  CFU/mL and increased slightly with storage time, while that of the *Bifidobacterium* decreased slightly after 6 days of storage. Material balances for the production of the developed product were established, and the process and plant lay-outs were designed.

## **7. A study on the development of hypocholesterolemic foodstuff from cereals**

### 1) Extraction of bioactive compounds from black rice

In order to extract bioactive fraction from black rice, solvent for extraction, time separation condition and column condition were examined. Defatted black rice was extracted with ethanol, and evaporated. Obtained crude extracts were applied to diaion HP-20 open column and eluted 0.5% citric acid/ 80% ethanol. It was also examined the optimal condition for large scale extraction.

### 2) Development of beverage, tablet and granule using black rice bioactive compounds

To develop 2 types of beverage using black rice and its bioactive fraction, optimum procedure and formulation for the improvement of taste and hypocholesterolemic function were examined. The optimum formula was confirmed based on sensory evaluation results. It was also examined the development of other products such as tablet and granule using black rice bran.

### 3) Hypocholesterolemic effect of black rice beverage

To examine the effects of black rice beverage on cholesterol levels and lipid peroxidation in serum and liver, Male Sprague-Dawley rats were fed one of the experimental diets normal diet, high cholesterol diet, 1 % black rice beverage and 5% black rice beverage supplement diet for 4 wk. The levels of serum total-

and free-cholesterol were significantly lowered compared to control group. There was no significant difference in serum HDL-cholesterol. In addition, the supplementation of black rice beverage reduced significantly in dose dependant manner. Liver triacylglycerol and TBARS of black rice beverage group was significantly reduced compared with control group. These results suggest that black rice beverage play a protective role against the elevation of blood cholestrol caused by hypercholesterolemic diet.

# CONTENTS

## Chapter 1. Introduction ..... ?

4. A Study on the nutritional properties of rice
5. A Study on development on cooking method of brown rice and its quality validation
6. Development of Fermented Products by Using Rice Fortified with Immune Functional *Bifidobacterium*
7. A study on the development of hypocholesterolemic foodstuff from cereals

## Chapter 2. A Study on Development of Convenience Food for the Staple Food

1. Objective and Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world
3. Results and discussion
  - 1) Study of manufacturing technology for retort cooked rice with high quality ?
  - 2) Study of manufacturing technology for retort rice ball and rice rolled in dried laver ..... ?
  - 3) Study of manufacturing technology for cooked rice with egg using egg shell
  - 4). Study of manufacturing technology for frozen pillaf ..... ?
  - 5) Study of manufacturing technology for instant microwave covered cooked rice ..... ?
  - 6) Study of marketing and development for franchise system of cooked rice .. ?
4. A accomplishment of objective and contribution in research area
5. Application of research result
6. Information of knowledge of foreign scientific affairs
7. References

### **Chapter 3. A Study on Development and Modernization of Korean Traditional Rice Foods with High Quality**

1. Objective and Significance of Research
  - 1) Objective of Research
  - 2) Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world
3. Results and discussion
  - 1) Study of basic rheology properties on Korean traditional rice product
  - 2) Study of rice flour and development of rice product
  - 3) Study of modernization and industrilization of rice product
4. A accomplishment of objective and contribution in research area
5. Application of research result
6. Information of knowledge of foreign scientific affairs
7. References

### **Chapter 4. Study on the quality enhancement of domestic rice**

1. Objective and Significance of Research
  - 1) Objective of Research
  - 2) Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world
3. Results and discussion
4. A accomplishment of objective and contribution in research area
5. Application of research result
6. Information of knowledge of foreign scientific affairs
7. References

## **Chapter 5. A Study on the nutritional properties of rice**

1. Objective and Significance of Research
  - 1) Objective of Research
  - 2) Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world
3. Results and discussion
  - 1) Activities of antioxidant and anti-proliferation of cancer cell of rice bioactive fraction *in vitro*
  - 2) Effect of rice tocopherols on lipid metabolism in rats
  - 3) Anti-hypertensive effect of rice phytosterol fraction in SHR
  - 4) Anti-diabetic effect of rice polyphenol fraction in db/db mouse
  - 5) Evaluation of nutritional properties of rice based meal
4. A accomplishment of objective and contribution in research area
5. Application of research result
6. Information of knowledge of foreign scientific affairs
7. References

## **Chapter 6. A Study on development on cooking method of brown rice and its quality validation**

1. Objective and Significance of Research
  - 1) Objective of Research
  - 2) Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world
3. Results and discussion
4. A accomplishment of objective and contribution in research area

5. Application of research result
6. Information of knowledge of foreign scientific affairs
7. References

## **Chapter 7. Development of Fermented Products by Using Rice Fortified with Immune Functional *Bifidobacterium***

1. Objective and Significance of Research
  - 1) Objective of Research
  - 2) Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world
3. Results and discussion
  - 1) Selection of strains, survey of functional and cultural characteristics
  - 2) Fermentation suitability with various raw material diversity
  - 3) Development of production process for the products using rice lactic fermentation .....
4. A accomplishment of objective and contribution in research area
5. Application of research result
6. Information of knowledge of foreign scientific affairs
7. References

## **Chapter 8. A study on the development of hypo-cholesterolemic foodstuff from cereals**

1. Objective and Significance of Research
  - 1) Objective of Research
  - 2) Significance of Research
2. Present status on development of technology in the world

3. Results and discussion

1) Extraction of bioactive compounds from black rice

2) Development of beverage, tablet and granule using black rice  
bioactive compounds

3) Hypocholesterolemic effect of black rice beverage

4. A accomplishment of objective and contribution in research area

5. Application of research result

6. Information of knowledge of foreign scientific affairs

7. References

# 목 차

## 제1장 연구개발과제의 개요

## 제2장 주식의 편익화 기술 개발 연구

제1절 연구개발과제의 개요 .....	45
제2절 국내외 기술개발 현황 .....	46
제3절 연구개발수행 내용 및 결과 .....	51
1. 고품질 레토르트 미반의 제조기술 확립 .....	51
2. 레토르트 주먹밥 및 김밥 제조기술 .....	68
3. 난각을 이용한 계란밥 제조기술 .....	80
4. 냉동 필라프 제조기술 .....	88
5. 전자레인지용 즉석 덮밥 류 제조기술 .....	115
6. 밥 프렌차이즈 시스템 개발 및 상품화를 위한 마케팅전략 수립 .....	132
가. 밥 프렌차이즈 시스템 소비자 조사 .....	132
나. 냉동 필라프에 대한 소비자 조사 .....	136
다. 각종 밥류의 배합비율 조사 .....	138
라. 프렌차이즈를 위한 대책 .....	139
제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	151
제5절 연구개발결과의 활용계획 .....	153
제6절 참고문헌 .....	154



## 제3장 쌀 전통식품의 개량 및 현대화 기술 개발

제1절 연구개발 과제의 개요 .....	59
제2절 국내외 기술개발 현황 .....	162
제3절 연구개발수행 내용 및 결과 .....	164
1. 쌀 전통식품의 기본 물성의 확립 .....	164
가. 제분방법과 입자크기에 따른 쌀가루 품질특성 .....	164
나. 쌀가루 죽 제조 및 품질특성 .....	200
다. 쌀국수의 제조 및 품질특성 .....	221
2. 쌀 가공제품의 소재화 및 가공제품 개발 .....	225
가. 쌀가공식품 제조를 위한 쌀가루 신소재 개발 및 이용 .....	225
나. 죽류에 적합한 쌀가루소재 개발 및 한방죽 개발 .....	257
다. 전자레인지 떡 제조에 적합한 쌀가루 개발 .....	261
3. 쌀 가공제품의 현대화 및 산업화 .....	276
가. 제분방법에 따른 쌀가루로 제조한 전자레인지 제품의 품질특성 .....	276
나. 장수의 개발 및 현대화 .....	306
다. 전자레인지용 즉석죽 제조를 위한 soup mix 개발 .....	315
제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	333
제5절 연구개발결과의 활용계획 .....	334
제6절 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	335
제7절 참고문헌 .....	338

## 제4장 국내 쌀의 품질 차별화를 위한 기술 개발

제1절 연구개발과제의 개요 .....	
제2절 국내외 기술개발 현황 .....	
제3절 연구개발수행 내용 및 결과 .....	
1. 국내 유통쌀의 품질특성 .....	
가. 국내외 유통쌀의 품질조사 .....	

나. 쌀의 외형적 인자와 품질과의 상관관계 .....	
다. 국내 유통쌀의 품질조사 .....	
2. 고품질 차별화를 위한 반입기술 .....	
가. 반입공정에서 저해요인 분석 .....	
나. 반입시 건조지연에 따른 품질변화 .....	
다. 반입지연에 따른 중량손실 .....	
3. 고품질 차별화를 위한 건조기술 .....	
가. 건조기술의 저해요인 분석 .....	
나. 건조온도에 따른 건조 벼의 품질변화 .....	
다. 건조온도에 따른 건조 벼의 저장특성 .....	
4. 고품질 차별화를 위한 저장기술 .....	
가. 저장기술의 저해요인 분석 .....	
나. 저장 중 벼의 품질변화 .....	
다. 저장 중 쌀의 성분변화 .....	
5. 고품질 차별화를 위한 가공 및 유통기술 .....	
가. 가공기술의 저해요인 분석 .....	
나. 품질을 고려한 적정 유통 포장기술 .....	
다. 고품질 차별화를 위한 RPC 주요 공정개선 .....	
제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	
제5절 연구개발결과의 활용계획 .....	
제6절 연구개발과정에서의 수집한 해외과학기술정보 .....	
제7절 참고문헌 .....	

## 제5장 쌀의 영양적 우수성 탐색을 위한 연구

제1절 연구개발과제의 개요 .....	
제2절 국내외 기술개발 현황 .....	
제3절 연구개발수행 내용 및 결과 .....	

1. 쌀의 유효성분 분석 .....	
2. 쌀 유효획분의 <i>in vitro</i> 산화적 스트레스 억제 및 암세포성장억제 활성 .....	
가. 쌀 지용성 획분 (tocols and phytosterol)의 <i>in vitro</i> 활성 .....	
나. 쌀 polyphenol 획분의 산화적 스트레스 억제 및 암세포성장 억제 활성 .....	
3. 쌀 tocols 획분이 체내 지질대사에 미치는 영향 .....	
4. 쌀 phytosterol 획분이 자연발증고혈압쥐의 혈압조절에 미치는 영향 .....	
5. 쌀 polyphenol 획분이 db/db 마우스에서 당뇨조절에 미치는 영향 .....	
6. 밥중심 식단의 영양적 우수성 평가 (위탁연구) .....	
제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	
제5절 연구개발결과의 활용계획 .....	
제6절 참고문헌 .....	

## 제6장 현미식의 품질 검정 및 간편한 취반기법

### 개발 연구

제1절 연구개발 과제의 개요 .....	?
제2절 국내외 기술개발 현황 .....	
제3절 연구개발수행 내용 및 결과 .....	?
1. 실험재료 및 방법 .....	?
가. 실험재료 .....	?
나. 실험방법 .....	??
2. 결과 및 고찰 .....	??
가. 현미원곡의 일반성분 특성 .....	??
나. 가공현미의 품질특성 .....	??
다. 가공 현미의 취반 후 품질특성 .....	??
제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	?
제5절 연구개발결과의 활용계획 .....	??

제6절 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 ..... ??  
 제7절 참고문헌 ..... ??

## 제7장 . 쌀을 이용한 면역기능강화 비피더스

### 발효제품 개발

제1절 연구개발 과제의 개요 ..... ?  
 제2절 국내외 기술개발 현황 .....  
 제3절 연구개발수행 내용 및 결과 ..... ?  
 1. 재료 및 방법 ..... ?  
 2. 결과 및 고찰 ..... ?  
 가.균주의 선발, 생리활성 특성조사 및 배양실험 ..... ?  
 (1) 스타터 균주의 선발 .....  
 (2) 선발균주의 생리활성 특성조사 .....  
 (3) 선발균주의 고농도 균체배양 연구 .....  
 나. 원료의 다양화에 따른 제품 적용연구 .....  
 (1) 원료의 다양화를 위한 쌀뜨물 발효실험 .....  
 (2) 제품 적용연구 및 발효제품의 관능검사 .....  
 (3) 저장실험 .....  
 다. 쌀 젖산 발효제품의 생산공정 개발 .....  
 (1) 쌀 당화 시스템 및 혐기적 발효조건 확립 .....  
 (2) 쌀 당화액의 발효시스템 개발 .....  
 (3) 생산공정의 최적화 .....  
 (4) 생산공정, 물질수지의 확립 및 생산공정 lay-out의 설계 .....  
 제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....  
 제5절 연구개발 결과의 활용계획 .....  
 제6절 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

제7절 참고문헌 .

## 제8장 . 곡류로부터 콜레스테롤 상승억제기능 소재의 개발 및 활용기술

제1절 연구개발과제의 개요

제2절 국내외 기술개발 현황

제3절 연구개발 수행내용 및 결과

1. 흑미의 유효성분 추출
  - 가. 색소의 추출, 분리
  - 나. 흑미색소의 안정성
  - 다. 색소의 대량 추출
2. 흑미를 이용한 음료, 타블렛 및 과립제품 개발
  - 가. 흑미를 이용한 음료제품의 제조
  - 나. 흑미미강을 이용한 타블렛 및 과립제품 개발
3. 흑미 음료제품의 체내 콜레스테롤 상승억제효과
  - 가. 실험재료 및 방법
  - 나. 실험 결과

제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제5절 연구개발 결과의 활용계획

제6절 참고문헌

## 제1장 연구개발과제의 개요

쌀 하면 우리는 곧 바로 밥을 연상시키게 되나 최근에 이르러 쌀과 밥의 등식이 흔들리는 시점에 와있다. 이와 같은 현상은 국민 1인당 년 간 쌀 소비량이 급격히 줄어들면서 주식으로서 쌀을 대체하는 식품자원이 다양해졌기 때문이다. 우리나라의 기후 풍토와 경제성을 감안할 때 농업에서 쌀을 중심으로 한 수도작을 대체할 수 있는 경제 작목이 없기 때문에 쌀의 이용도를 높혀 일정 수준의 소비를 유도해야 한다는 여론은 정부뿐만 아니라 생산자 농민은 물론이요 학자들에 도 절실하게 받아들여지고 있다. 쌀 공급량은 1990년 5,187만석에서 2002년 4,926만석으로 연도별로 약간의 차이는 있으나 일정수준의 생산량은 유지하고 있는 반면 1인당 소비량은 급격히 줄어 1990년 1인당 년간 소비량이 119.6 kg에서 2002년에는 88.0 kg, 2003년에는 83.2 kg 으로 줄었다. 이에 따라 쌀의 재고율이 2002년에는 36.1%에 달하여 국가적으로 큰 문제로 대두되고 있다. 이와 같이 쌀의 소비가 감소하는 이유는 여러 가지가 있겠지만 우선은 청소년들이 밥 위주의 식사보다는 서구식 편의 식을 더 선호하고, 핵가족으로 되면서 주부들의 경제활동이 넓어지고 이에 따라 아침식사를 거르거나 간단한 빵으로 대체하는 경우가 늘어나고 있다고 보고 있으며, 학교급식이 확산되면서 도시락을 지참하지 않게 되자, 아침밥을 짓지 않는다는 것도 하나의 이유라고 본다. 또한 학교급식이 재정적인 한계로 양질의 쌀을 이용하지 않아 청소년들이 밥을 더 기피하는 요인이라고 보지만, 더 큰 문제는 초등학교 입학 이전 미취학 아동들이 4살부터 7살까지 유치원을 다니면서 점심 또는 간식을 햄버거, 토스트, 면류 등을 섭취하므로 해서 오는 요인도 크다고 보고 있다. 특히 유년기의 입맛은 평생 식 습관의 매우 중요한 시기이고 보면 간과해서는 안 될 부분이라고 생각 된다.

따라서 청소년들에게 호응을 받을 수 있는 주식대체용, 전통식품의 개발이 매우 절실하며, 밥맛의 품질 차별화를 위한 고품질 쌀 제조기술 과 청소년, 미취학 아동들에게 과학적으로 설명할 수 있는 쌀의 영양학적인 측면에 대하여 연구되어야 한다.

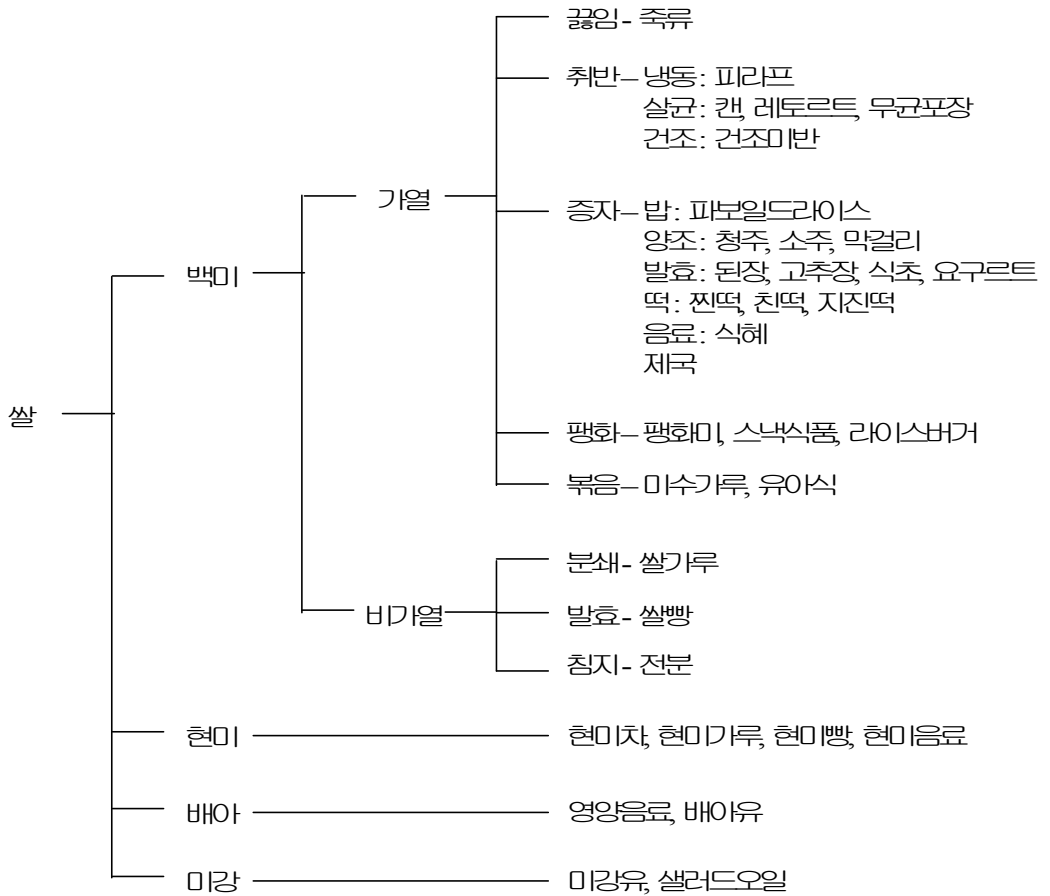
우리나라의 쌀 가공제품은 가공원료로 사용한 역사가 매우 짧아 주로 전통식품(떡, 막걸리, 한과 등)에 의존하여 왔으므로 대량생산에 맞는 현대화, 다양화에 필요

한 기술이 미흡한 실정으로 청소년의 취향에 적합한 제품이 없고, 또한 쌀 가공업체가 영세하고, 현대화 투자 능력이 부족하며, 가공제품의 중간 소재인 전문 쌀가루 생산 업체가 없어 곤란을 겪고 있다. 또한 가공용은 원료 가격이 비싸, 주로 수입쌀 또는 재고미를 사용하므로 원료특성 떨어진다는 문제가 있다. 최근 국내에서 생산하고 있는 일부 업체에서는 비싼 국내원료를 이용하는 제품이 점차 늘어나고 있는데 주로 가공밥류, 쌀 생면들이 그 예이다. 특히 쌀은 밀가루 상품과의 경쟁력에서 떨어져 제품개발 및 보급에 어려움을 겪고 있다. 2003년 상반기 평균 가격으로 대비하여 볼 때, 국내산 쌀 가격은 Kg당 2,264, 밀가루가격은 Kg당 490원(4.6배)이고, 일본쌀 가격은 Kg당 평균 3,834원, 밀가루가격은 Kg당 1,350원으로(2.8배) 밀가루에 비하여 비싼 반면 가공특성은 밀가루에 포함되어 있는 글루텐의 영향으로 쌀보다 유리하다. 쌀 고유의 특성은 알리지 반응이 밀가루에 비하여 적으며 찰기가 있어 떡류, 밥에는 적성이 좋다. 이런 가공 특성을 잘 이용하여 밀가루 제품과의 차별성을 두는 제품을 개발하여야 경쟁력 있다고 본다. 쌀을 가공 식품으로 사용하기 위해서는 여러 가지 방안이 있겠으나, 지금까지 쌀 소비량의 95% 이상이 주식으로 소진되고 있는 것을 감안하여 이를 제품화하는 것이 바람직하다고 보고, 다양한 가공밥류의 기술개발이 필요하다고 본다. 또한, 쌀의 소비를 확대하기 위하여 좋은 쌀, 맛있는 쌀, 안전한 쌀을 공급하는 것이 주요 요인이며 고품질 쌀에 대한 객관적인 품질 기준을 설정 할 필요가 있을 것으로 보이며, 특히, 쌀은 전통적인 죽 류, 장수(발효음료), 장류 등이 있으나 이들을 산업화 할 수 있는 기술이 개발되어야 하며, 장기적으로 쌀의 소비 확대를 위하여 영양학적인 측면에서 생리활성, 쌀을 주식으로 하는 식단의 성인병 예방효과를 탐색하여 홍보할 필요가 있다고 본다.

아울러 그 동안 연구가 완료된 과제 중 단기간(1년) 연구로 실용화가 가능하다고 판단되는 “현미식의 품질검정 및 간편한 취반 기법 개발연구”, “쌀을 이용한 면역기능 강화 비피더스 발효제품 개발연구”, “곡류로부터 콜레스테롤 상승 억제 기능 소재의 개발 및 활용 기술 연구” 3개 과제를 같이 수행하여 1년간의 연구를 더 수행하여 쌀 소비확대에 기여하고자 하였다.

쌀은 70년대 이전까지는 식량이 부족한 상태 이어서 가공식품으로 이용하지 못하다가 80년대 후반 1천4백만 석이 남아 막걸리, 쌀 국수, 쌀 라면 등이 상품화되어

쌀 이용 분야가 활기를 띠었으나, 1995년 흉년으로 인하여 쌀 가공 산업은 다시 원점으로 돌아가게 되었다. 그러나 이후 생산은 지속적으로 안정적인데 비하여 소비량이 점차 줄어 2001년 1천만 석 이상의 쌀이 남게 되어 가공 식품화가 다시 거론되었으며, 특히 2004년까지 MMA 물량에 따라 소비량의 4%까지 수입되어야 하는 물량들을 가공 식품으로 활용 하는 것이 바람직하므로 이를 소화할 수 있는 기술 개발이 절실한 실정이다.





## 제2장 주식의 편의화 기술개발 연구

### 제1절 연구개발 과제의 개요

1995년도만 하여도 1인당 연간 쌀 소비량은 106.5 kg 이 99년에 96.9 kg, 2000년에는 93.6 kg, 2003년에는 83 kg으로 소비감소 추세가 한층 더 늘어나고 있어 보관비용 부담 등 후유증이 매우 심각하게 대두되고 있는데, 이와 같이 쌀의 소비가 감소하는 이유는 여러 가지가 있겠지만 우선은 청소년들이 밥 위주의 식사보다는 서구식 편의 식을 더 선호하고, 핵가족으로 되면서 주부들의 경제활동이 넓어지고 이에 따라 아침식사를 거르거나 간단한 빵으로 대체하는 경우가 늘어나고 있다. 또 하나는 학교급식이 늘어나면서 도시락을 지참하지 않으므로 해서 아침밥을 짓지 않는다는 것도 하나의 이유라고 본다. 또한 학교급식이 재정적인 빈곤으로 양질의 쌀을 이용하지 않아 청소년들이 밥을 더 기피하는 요인이라고 보며, 더 큰 문제는 초등학교 입학 이전 미취학 아동들이 4살부터 7살까지 유치원을 다니면서 점심 또는 간식을 거의 햄버거, 토스트, 면류 등을 섭취하므로 해서 오는 요인도 크다고 보고 있다. 특히 유년기의 입맛은 평생 식습관의 매우 중요한 시기이고 보면 간과해서는 안 될 부분이라고 생각 된다. 따라서 청소년들에게 호응을 받을 수 있으면서, 소비자들이 선호할 수 있는 가공 밥류의 개발이 필요하다고 본다.

최근 일본의 가공 밥류는 식생활의 간편화, 개별 식사화, 다양화 등을 배경으로 활기 있게 발달되고 있고 이와 관련된 기술개발이 계속 이루어지고 있다. 일본에서 현재 가공 밥으로 시판 유통되고 있는 것은 알파미(米), 동결 건조미, 팽화미, 레토르트 밥, 무균포장밥, 냉동밥과 기타(통조림밥, 무수세미 등)가 있으며 그 품목도 흰밥, 팔밥, 볶음밥류, 초밥, 주먹밥, 기타 등 다양하게 선보이고 있다. 이들 가공밥은 물 또는 열탕을 가해서 조리 복원하는 가수(加水) 조리형, 즉 알파미, 동결 건조미, 팽화미, 무수세미가 있고, 물이나 열탕 없이 바로 가열 조리해서 먹는 비 가수형, 즉 레토르트 밥, 무균포장 밥, 냉동 밥, 통조림 밥이 이에 속한다. 또 이들을 수분함량으로 보면 알파미, 동결 건조미, 팽화미는 수분이 약 10%이하로 건조형태이고 상온에서

미생물에 의한 변패는 없다. 그러나 레토르트 밥, 무균포장 밥, 냉동 밥, 통조림 밥, 무 수세미는 수분이 약 30% 이상으로 습식 형태로 살균, 세정 등에 의해서 미생물에 의한 변패를 억제시키는 방법이다.

국내에서는 레토르트 밥이 90년대 초 잠시 시판되었으나 품질이 열악하여 크게 호응을 얻지 못하였으며, 지금은 무균포장 밥 형태가 시판 중에 있으며 몇 개의 식품회사가 더 참여할 것으로 보인다. 쌀 가공산업은 최근 지속적인 생산의 안정과 소비의 감소, 쌀 수입에 의한 공급 등으로 재고량이 여유가 있을 것으로 보이며 쌀 가공의 필요성이 대두됨에 따라 가공산업은 발전될 것으로 전망된다.

밥 가공 산업은 점차 핵가족, 맞벌이 부부의 증가 등으로 장류, 김치와 더불어 사먹는 시기가 올 것으로 보이며 일본의 예를 보아도 최근 10년 사이에 가공밥의 판매성장률이 무균포장밥, 냉동밥, 레토르트밥을 중심으로 크게 증가하고 있다.

따라서, 소득수준의 향상과 웰빙 문화, 그리고 점차 맛있는 쌀을 찾는 경향이 높아지고 있어 차별화된 쌀을 제조한다면 소비는 늘어날 것으로 전망 된다.

## 제2절 국내외 기술개발 현황

최근 일본의 가공 밥류는 식생활의 간편화, 개별 식사, 다양화 등을 배경으로 활기 있게 발달되고 있고 이와 관련된 기술개발이 계속 이루어지고 있다. 일본에서 현재 가공 밥으로 시판 유통되고 있는 것은 알파 미, 동결 건조 미, 팽화 미, 레토르트 밥, 무균 포장 밥, 냉동 밥과 기타(통조림밥, 무수세미 등)가 있으며 그 품목도 흰밥, 팔밥, 볶음밥류, 초밥, 주먹밥, 기타 등 다양하게 선보이고 있다.

이들 가공밥은 물 또는 열탕을 가해서 조리 복원하는 가수 조리형, 즉 알파미, 동결 건조미, 팽화미, 무수세미가 있고, 물이나 열탕 없이 바로 가열 조리해서 먹는 비가수형, 즉 레토르트 밥, 무균포장밥, 냉동밥, 통조림밥이 이에 속한다.

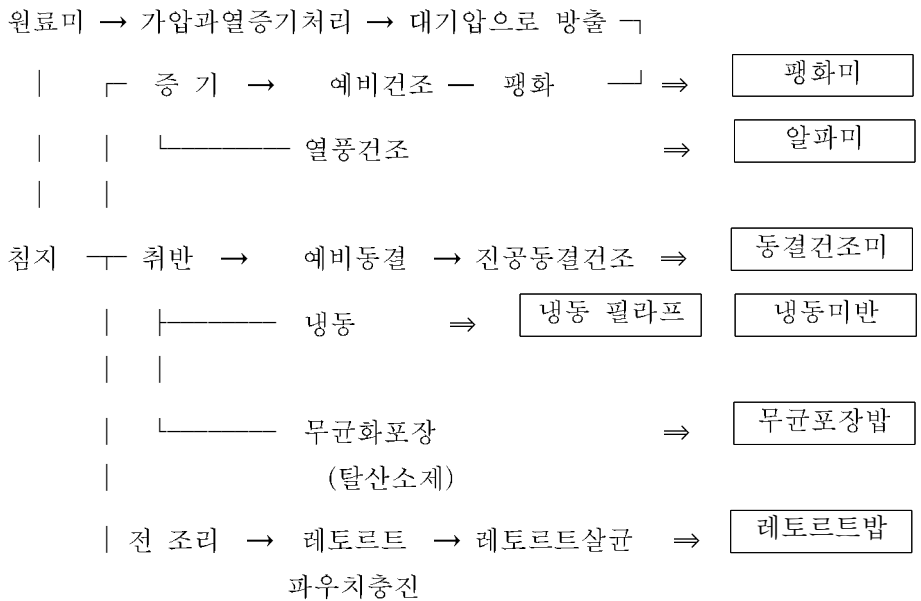
또 이들을 수분함량으로 보면 알파미, 동결 건조미, 팽화미는 수분이 약 10%이하로 건조형태이고 상온에서 미생물에 의한 변패는 없다. 그러나 레토르트 밥, 무균포장 밥, 냉동 밥, 통조림 밥, 무 수세미는 수분이 약 30% 이상으로 습식 형태로 살균, 세정 등에 의해서 미생물에 의한 변패를 억제시키는 방법이다.

국내에서는 레토르트 밥이 90년대 초 잠시 시판되었으나 품질이 열악하여 크게

호응을 받지 못하였으며, 지금은 무균포장 밥 형태가 시판 중에 있으며 몇 개의 식품회사가 더 참여할 것으로 보인다.

가공 쌀밥은 일본에서 1955년에 전기밥솥이 개발되면서 밥 문화가 변화된 동기라고 하고 있으며 1973년 처음으로 통조림 밥이 개발되었으나 갈변 등 품질이 좋지 않아 성공되지 못하다가 1978년 이후 레토르트 쌀밥이 개발되면서 급진적인 성장을 하게 되었으나 레토르트 쌀밥이 품질 면에서 다소 좋지 않게 평가되었고 전자레인지가 널리 보급되면서 냉동 쌀밥이 급격히 각광을 받고 있다. 또 하나의 새로운 쌀 가공 방법은 냉동 쌀밥보다 발전된 가공방법은 미생물이 없는 무균상태에서 가공한 것으로 일본에서 급성장을 하고 있다. 최근 일본의 가공 밥 류 회사는 식생활의 간편화, 개별 식사, 다양화 등을 배경으로 활기있게 발달되고 있고 이와 관련된 기술개발이 계속 이루어지고 있다. 밥 짓기는 일반적으로 대략 1시간 정도 소요되는데 밥은 시간이 지남에 따라 식미와 식감이 떨어지고 미생물에 의한 변질이 잘 일어날 수가 있다.

□ 가공밥의 제법 개요



일본에서 현재 가공미로 시판 유통되고 있는 것은 알파미, 동결 건조미, 팽화미, 레토르트 밥, 무균포장 밥, 냉동 밥과 기타(통조림 밥, 무수세미 등)이 있으며 그 품목도 흰밥, 팔밥, 볶음밥 류, 초밥, 주먹밥, 기타 등 다양하게 선보이고 있다. 이들 가공 밥은 물 또는 열탕을 가해서 조리 복원하는 가수 조리형, 즉 알파미, 동결 건조미, 팽화미, 무수세미가 있고, 물이나 열탕 없이 바로 가열 조리해서 먹는 비가수형, 즉 레토르트 밥, 무균포장 밥, 냉동 밥, 통조림 밥이 이에 속한다. 또 이들을 수분함량으로 보면 알파미, 동결 건조미, 팽화미는 수분이 약 10%이하로 건조형태이고 상온에서 미생물에 의한 변패는 없다. 그러나 레토르트 밥, 무균포장 밥, 냉동 밥, 통조림 밥, 무수세미는 수분이 약 30% 이상으로 습식형태로 살균, 세정 등에 의해서 미생물에 의한 변패를 억제시키는 방법이다.

레토르트 밥은 장기보존성과 품질 면에서 가공 밥 류 중 유력한 제품형태의 하나라고 볼 수 있다. 특히 최근에는 가정에 전자레인지가 널리 보급되면서 이와 관련된 제품이 증가하고 있으며 이중에서 밥 류 상품 중 레토르트 제품이 다소 포함 되어 있다. 레토르트 밥의 선조라고 불리우는 통조림 밥은 끓는 물에서 20분이 소요되며 레토르트 파우치에 넣은 밥류는 약 10분이 소요되나 전자레인지 상품은 통조림의 1/10인 2분 정도면 가능하다. 한편 레토르트 밥의 변천을 보면 레토르트 파우치의 등장 이래 기술적인 향상으로 가장 발전된 식품중 하나라고 볼 수 있다. 신기술이 많은 발전을 하고는 있으나 각각의 내용에 대하여는 각 기업마다 기술정보를 공개하고 있지 않기 때문에 신규 참여에는 많은 애로가 있다고 한다. 레토르트 밥의 제조 공정 중에는 다른 가공 밥 류 와 공통적인 부분이 많이 있다. 쌀을 씻고, 침지하는 공정은 같으며 쌀을 어떤 상태로 용기에 넣고 어떤 상태로 밀봉하는가가 중요한 기술적 포인트다. 레토르트 밥은 가공식품 중에서도 원료가격이 제품가격에 미치는 비율이 커서 원료의 양 조절이 중요하므로 충전 정도를 어떻게 하느냐 도 매우 주요한 부분이다. 건조된 원료 쌀 상태에서 계량하기가 쉬우며 밥을 지은 후에는 계량충전이 어렵다는 것도 알기 때문이다. 레토르트 밥의 제조공정은 생쌀을 충전 하는 방식, 쌀을 찌서 충전 하는 방식 그리고 밥을 지어서 충전 하는 방식으로 하고 있으나 각 회사마다 다소의 차이는 있다고 한다.

무균포장 밥의 제조공정은 레토르트와 기본적으로 틀린 것은 충전 밀봉 후에 고압

가열살균을 하지 않는다는 것이다. 무균포장은 Clean room에서 계량 충전 과 실링이 실시되므로 열처리가 별도로 필요하지 않다. 트레이에 충전 한 레토르트 밥과 모양은 유사하지만 살균공정이 틀리다. 기본적인 제조의 흐름은 전 처리 공정에서 가능한 한 내열성 균을 감소시켜 취반공정에서 무균밥을 제조하고 이것을 클린룸에서 포장하는 것이다. 한 개씩의 소형 솥으로 취반하여 그대로 무균용기에 충전 하는 방법과 대형 솥으로 밥을 지어 풀어 헤친 다음 무균용기에 충전 하는 방법의 두 가지가 있다. 낙하균이 혼입되어 곰팡이를 발생시킬 가능성이 있기 때문에 탈산소제가 봉입되어 30 - 180일의 품질유지가 가능하다. 구체적인 사례로서 사또식품공업의 무균포장 밥 제조공정을 살펴보면 다음과 같다. 즉, 최초로 도정된 쌀이 파이프를 통해 연속 세미 장치로 보내져 깨끗이 세미된 다음 약2시간 침지 후 물을 빼 다음 계량, 충전 공정으로 보내진다. 예로써 200g들이 무균포장 밥의 경우 침지 쌀 110g을 최종제품의 형태대로 성형된 알루미늄 제 소형 솥에 충전 하고 정제수를 가하여 뚜껑을 닫는다. 이후 연속 취반라인으로 옮겨져 취반하며 이때 취반라인의 온도 및 시간관리가 무균포장 밥 제조의 노하우이며 취반내용은 기업 비밀로 되어있다. 취반은 가스로 하고 있으며 초기가열은 70℃로 시작하여 중간 부분은 105℃로 그리고 뜸들이기는 90 - 80℃로 서서히 식히는 공정인 듯 하다. 이후 취반된 밥은 클린룸에서 무균용기에 충전 된다. 이 무균실은 1제곱피트의 면적중 5마이크론 이하의 먼지가 취반실은 10만개, 클린룸은 100개 이하로 관리된다. 일반 대기 중의 먼지가 100-200만개에 비하면 무균실내의 위생관리가 매우 엄격함을 알 수 있다. 다음 공정은 밥이 충전 된 용기에 질소가스를 분사하여 산소농도를 저하시키고 내면에 전자레인지에 사용할 수 있는 탈산소제가 부착된 리드필름을 포장재 실링 한다. 실링 후 무균포장 밥은 클린룸을 나와 냉각되면서 검사공정을 거쳐 박스포장라인에 옮겨진다. 이러한 일련의 라인에 배치된 인원은 6명에 불과하여 자동화율이 매우 높은 수준이다.

최근에 발아현미 무균포장 밥도 출시되었다. 현미가 몸에 좋다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다. 그러나 현미밥은 침지시간 및 밥을 짓는데 걸리는 시간이 길고 압력 밥 솥 등을 이용해서 뜸 들이는 시간도 길어지는 등 우리의 식단을 현미식으로 바꾸기가 쉽지 않다. 또한 현미밥의 조직감 뿐만 아니라 식미도 소비자들에게 높은 점수를 얻지 못하고 있다. 그러나 이러한 단점을 보완한 발아현미 무균포장 밥이 탄

생하여 앞으로 소비자들에게 각광을 받을 예정이다. 발아현미는 식물이 발아하는 과정에서 영양이 풍부해진다는 이론과 같이 발아과정에서 비타민, 무기질, 식이섬유 등이 증가하게 된다. 영양소 중 가바(Gaba)가 풍부하고 면역 증가효과가 있는 아라비녹실란, 암 예방에 도움이 되는 IP6, 노화방지에 효과가 있다는 오리자놀 등의 함량이 높다고 한다. 발아현미의 총아미노산은 15종으로 필수아미노산을 포함하여 모든 종류의 아미노산이 함유되어 있다. 특히 현미의 피틴산이 무기질 이니시톨과 인으로 바뀌어지고 발아현미밥이 식미감이 좋은 이유는 발아과정에서 피틴산이 감소하고 배유의 전분분자가 저분자화되고 당화되었기 때문이다. 일본의 경우도 발아현미 무균 포장밥 뿐만 아니라 발아현미를 이용하여 된장, 간장, 빵, 라면, 후레이크, 이유식, 음료 등의 제품이 크게 증가하고 있다.

초기의 냉동 밥은 용기에 넣어 블록 동결제품이 주류였지만 근년에는 토막상 동결 제품기술이 개발되어 현재의 냉동 밥 품질이 크게 개선되었다. 냉동 피라프는 냉동 밥 류 속에 포함시키기도 하나 여기서는 냉동 밥을 중심으로 기술하고자 한다.

원료 쌀의 전 처리는 세미, 침지, 가수이며, 먼저 세미는 5 - 35℃에서 3분 정도한다. 세미시간이 길면 전분 용출이 되고 과쇄미가 많아지기 때문이다. 침지는 45 - 120분 정도하여 원료의 수분함량이 14 - 15%인 세미를 침지 후 20 - 30% 흡수되도록 하는 것이 바람직하다. 가수 량은 원료의 품질 등에 따라 조정이 필요하며 평균적으로 원료중량 1에 대하여 침지 시 흡수량과 가수 량의 합계가 1.4 - 1.5 전후가 좋다. 다음은 밥 짓기로 평균적으로 원료 쌀 중량의 2.4 - 2.5배, 수분함량은 64 - 65% 전후, 수율은 94 - 95% 전후가 되도록 한다. 밥 짓기 후에는 뒤집기를 하고 짧은 시간에 상온까지 냉각 시키고 미생물 오염, 수분 증발에 주의를 해야 한다. 혼합은 각종 부재료를 혼입하는데 이때 밥이 연화되거나 부스러지지 않도록 주의를 하여야 한다. 성형은 구운 밥 용, 초밥용등 사용처에 맞게 틀에 계량하여 성형한 후 10mm 전 후로 하여 -40 ~ 45℃ 전후에서 3-5분 정도하여 품온이 -20℃ 이하가 되도록 한다. 성형품의 동결은 블록 동결인 경우 블록 중심까지 단시간에 동결되도록 한다. 동결밥의 종류는 바라동결밥 과 블록동결밥으로 구분 되는데 바라동결밥은 주로 필라프 형태가 이에 속하며 새우필라프, 건조카레용, 치킨 필라프, 게필라프 등이며 블록동결밥은 구운밥, 피자틀, 초밥, 고로케등 이 있다.

## 제3절 연구 개발수행 내용 및 결과

### 1. 고품질 레토르트 미반의 제조기술 확립

#### 가. 실험 재료 및 방법

##### (1) 실험재료 및 포장재료

레토르트 미반의 원료는 일반미(산지: 여주, 등급: 특등급, 생산년도: 2001, 2002, 2003년도, 이천농산의 경기햅쌀 특미)와 무세미(씻어나온쌀)를 사용하였다.

140×210mm 규격으로 LLDPE(linear low density polyethylene), NY(nylon), CPP(cast polypropylene)로 laminate된 retort pouch를 사용하였다.

##### (2) 레토르트 미반의 제조

###### (가) 생쌀을 이용한 레토르트 미반제조

레토르트 미반은 Fig. 1-1, 1-2에 표시한 방법에 따라, 생쌀, 증자 쌀, 주먹밥 2가지 유형으로 제조 하였다.

원료(Rice)→세미(Rice washer기 사용)→수침(60℃ 20분)→생쌀→가수→교반→계량  
→포장→Retort살균(120℃ 25분, 115℃ 50분) →냉각

Fig. 1-1. 생쌀을 이용한 레토르트 미반의 제조과정

생쌀을 이용한 레토르트 미반의 제조 시 원료는 씻어나온 쌀과 일반미를 가지고 하였으며 일반미만 세미하였고 가수 시에 일반미는 0.4배, 무세미는 0.5배의 가수를 하여 120℃ 25분, 115℃ 50분의 두 가지 방법으로 레토르트 시켰다.

###### (나) 증자쌀을 이용한 레토르트미반의 제조

원료(Rice)→Washing(Rice washer)→Steeping(for 20min 60℃)→Steaming (for 8 and 17min at 100℃)→Immersing & draining(for 7~10 sec in tap water)→Addition of water→Cooked rice(Moisture content 58%)→Weighing (weight: 120g) →Filling→Sealing→Sterilization(120℃ 20분, 115℃ 40분)→Drying→Product

Fig. 1-2. 증자쌀을 이용한 레토르트 미반의 제조과정

증자 쌀의 레토르트 미반의 경우 60℃의 물에 20분간 침지한 후 이것을 100℃의 수증기로 8분, 17분간 일반미와 무세미를 각각 증자 하였고 낱알을 분리시키기 위하여 상온 수에서 7-10초간 침지 후 배수하고 일반미는 0.2배, 무세미는 0.3배 가수하여 120g씩 칭량한 후 120℃ 20분, 115℃ 40분 두 가지 방법으로 레토르트 시켰다.

### (3) 레토르트 미반의 품질특성 분석

#### (가) 이화학적 분석

일반성분은 A.O.A.C. 방법에 따라 분석하였다. 즉 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl(Kjeltec 1030 auto analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정하였으며 질소 환산 계수 6.25로 하였다. 조지방 함량은 diethyl ether를 용매로 하여 soxhlet 추출법으로 구하였고 조회분 함량은 전기 회화로로 550℃에서 직접 회화법으로 구하였다.

#### (나) 색도 및 백도 측정

색도는 직경4 cm, 높이1 cm의 cell에 12 g씩 넣어 색도계(Color and color difference meter, Model No. CR-300. Minolta Co.,Japan)를 이용하여 3회 반복측정 하였다. 그 결과를 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)및 전체적인 색깔차이를 보기 위해  $\Delta E$ 값으로 나타내었다.  $\Delta E$ 값은  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산하였으며 표준 색판(White standard plate)은 L : 96.86, a : -0.07, b : 2.02 였다.

백도는 Kett Electric Laboratory C-300-3 Whiteness tester(백도계)를 사용하여 3회 반복측정 하였으며 표준백도판은 85.9 였다.

#### (다) 증자쌀의 증자시간에 따른 호화도 측정

호화도를 알아보기 위하여 요오드법(iodine binding method)에 의하여 호화도를 측정하였으며 세부사항은 다음과 같다.

8분과 17분간 증자된 밥을 알콜 탈수하여 건조시료를 만든 다음 입자의 크기가 호화도에 미치는 영향을 고려하여 건조된 시료를 100mesh로 쳐서 큰 덩어리를 걸러내고 다시 200mesh로 통과시켜 작은 입자를 걸러내고 통과가 안된 (위에 남는 시료)시료를 가지고 측정하였다. 즉, 입도의 균일성을 생각하여 입자의 범위를 100mesh~



200mesh로 설정하였다. 균일한 입도의 건조시료 1 g을 증류수 50 ml에 분산시킨 후 Ultra turux로 8,000rpm에서 2분간 homogenizing한 후 50℃ 수조에서 30분간 흔들며 주면서 가열 후 즉시, 4000 rpm에서 10분간 centrifuge시킨 다음 상등액(sample solution) 0.5 ml과 Iodine solution 0.5 ml을 반응시킨 후 증류수로 10배 희석한 후 640nm에서 흡광도를 측정하여 호화도를 측정하였다.

standard curve를 나타내기 위한 시료의 조제와 이것에 따른 standard curve결과 계산식은  $X(\%) = 98.01112Y (\text{Abs}) - 19.6674$ 와 같다.

#### (라) 갈변도 측정

살균시료를 실온에 48시간 방치한 후 60℃에 24시간 가속 노화시킨 후 색도계 (Color and color difference meter, Model No. CR-300. Minolta Co.,Japan)를 이용하여 직경4 cm, 높이1 cm의 cell에 넣어 3회 반복측정 하여 그 결과를 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)를 구하여 살균전 시료의 L, a, b,와의 차  $\Delta L, \Delta a, \Delta b$ ,로부터 얻어지는  $\Delta E (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 에 의하여 구하였다.

#### (마) 조직감 측정

레토르트밥 12 g을 직경 4 cm, 높이 1 cm의 cell에 넣어 full-cup method 방법을 이용하여 Texture Analyser XT-RA Dimension V3.7을 이용하여 실시하였으며 이때 얻어진 force-time곡선에서 탄력성, 응집성, 씹음성, 껌성, 부착성, 경도를 측정하였으며 각 시료당 측정 횟수는 6회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 측정조건은 strain 60%, contact force 5.0 g, test speed 1.7 mm/s, probe 의 직경은 2.5 cm, 높이 3.95 cm 였다.

#### (바) Amylogram의 측정(원곡)

전분의 호화특성은 Bhattacharya와 Sowhagya(1979)방법에 의해 Brabender Viscograph (Brabender OHG, Duisburg, Germany)를 이용해 측정하였다.

분말상태의 일반미와 씻어나온쌀 시료의 수분함량을 고려하여 8%농도의 현탁액을 만들어 다음 식으로 보정하여 시료의 양(Y)을 결정하였다.

$$Y = \frac{(a \times b / 100)}{\{(100 - c - b) / 10\}}$$

Y= 전분 시료의 양(g)

a= 가한 증류수의 량(ml)    b= 전분의 농도(%)    c= 전분의 수분함량(%)

아밀로그래프의 조건은 초기온도 35℃에서 1.5℃/min속도로 95℃까지 가열시킨후 15분간 유지시킨다음 다시 동일한 속도로 50℃까지 냉각하여 10분간 유지 시킨후 Amylogram을 얻었다. Brabender 기기는 회전속도 75 rpm으로 조절하고 cartridge는 700 cmg를 사용하였다.

위의 아밀로그래프로부터 최고점도(PV:Peak Viscosity)와 95℃에서의 점도와 95℃에서 15분간 유지시킨후의 점도(HPV:Hot Paste Viscosity) 50℃에서의 점도(CPV:Cold Paste Viscosity) 50℃에서 30분간 유지시킨 후의 점도와 break down(PV-HPV)와 set back(CPV-PV)과 Total set back (CPV-HPV)을 산출하였다.

#### (사) 관능검사

시료를 random하게 제시한 후 생쌀은 반복수를 10으로 하고 증자 쌀과 주먹밥은 반복수를 7로 하고 4개씩의 시료를 제시하여 nine point Hedonic scoring test로 강도 검사와 기호도 검사를 실시하여 한국식품연구원내 훈련된 패널 14명을 상대로 제품의 강도검사와 기호도 검사를 실시하였다. 또한 제품의 기호도 검사는 정량적 묘사분석(Quantitative Descriptive Analysis)에 의해 나타내었다.

#### (아) 저장실험

생쌀의 경우 앞의 실험에서 얻어진 60℃ 20분 침지한 무세미를 사용하여 0.6% 가수 한 다음 열수식 레토르트 방법으로 120℃ 15분 살균하여 가속 저장 실험하였으며 1주를 한 달 시기로 보았다.

항온 항습기 저장고의 조건은 32℃ 포화습도 상태로 7주 동안의 색차, 수분함량, 조직감, 미생물(총균수), pH, 관능검사에 따른 변화를 살펴보았다.

#### (4) 통계처리

모든 실험 측정은 반복 측정하여 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 구간 차이의 통계적유의성은 SAS(1998)Ver6.03 통계프로그램을 이용하여 Anova분산분석과 Duncan의 다범위검정(Multiple Range Test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### (1) 살균방법 및 가수량별 레토르트미반의 품질 검토

##### (가) 생쌀 레토르트미반

각 레토르트 조건별 생쌀 레토르트 미반의 품질 특성을 Table 1-1과 1-2에 나타내었다. 일반쌀과 무세미 모두 밥이 되지 않았다. 포슬포슬하게 밥알이 살아있지 못하다. 살균 후에는 밥알이 살아 있는데 냉각할 때 떡처럼 된다. 이것은 팽팽했던 레토르트가 온도하강으로 수증기가 물로 되어 쪄그라드는 것으로 생각된다. 115℃ 50분간 살균한 레토르트 밥이 120℃ 25분 살균한 것보다 훨씬 제품이 좋게 나타났다.

Table 1-1. 생쌀 레토르트미반(115℃ 50분 살균)

	일반미	무세미
	0.4배 가수	0.5배 가수
조직감이 우수(씹히는 조직감), 외관 : 밥알이 살아있고 뭉쳐져 있는 정도가 약하다.	조직감이 우수	외관 : 밥알이 살아있고 떡처럼 뭉쳐져 있는 정도가 약함. 무세미가 더 좋다.

Table 1-2. 생쌀 레토르트미반(120℃ 25분 살균)

가수량	일반미	무세미
가수 하지 않은것	외관상으로 밥이 안됨 일반쌀이 무세미에 비해 더 딱딱하다.	밥이 안됨 딱딱하다.
동량 가수	물의 양이 많다.(죽화됨) 일반쌀이 무세미에 비해 질다.	물의 양이 많다.(일반쌀에 비해 죽화가 덜 됨)
0.3배가수	물의 양이 적고, 전반적으로 일반쌀이 더 좋다.	물의 양이 적다.
0.4배가수	물의 양이 적당하다. 일반쌀과 무세미가 조직감이 비슷하다.	물의 양이 약간 부족하다.
0.5배가수	물의 양이 약간 많다.	물의 양이 적당
0.7배가수	물의 양이 많다. 무세미보다 덜 질다.	물의 양이 많다. 조직감은 너무질다.

**(나) 증자 쌀 레토르트미반**

외관에 있어 일반미가 무세미에 비해 더 좋게 나타났으며 8분 증자에 비해 17분 증자가 더 좋게 나타났다. 증자쌀 레토르트 미반의 경우 윗부분은 생쌀에 비해 밥이 잘 익지 않는다. 그러므로 양호한 취반형태를 위해서 증자한 쌀에 적절한 가수를 하여 대부분의 쌀알에 흡수시킨 후 레토르트해야 할 것으로 보인다.

Table 1-3. 증자쌀 레토르트미반(120℃ 20분 살균)

	8분증자	17분증자
무세미 (0.3배가수)	밥알의 조직이 살아있고 씹히는 맛도 좋다.	밥알 조직이 살아있고 씹히는 맛 좋다. 8분증자에 비해 더 부드럽다.
일반미 (0.2배가수)	밥알이 살아있고 씹히는맛도 좋다. 외관이 무세미보다 양호하다. (밥알, 윤기) 취반이 일반미가 더 잘되었다.	밥알의 조직이 살아있고 씹히는 맛이좋다. 외관이 무세미보다 양호하다. 취반이 일반미가 더 잘되었다.

**(2) 일반성분**

실험에 사용된 일반미와 무세미의 일반성분은 Table 1-4와 같다. 사용된 원료의 수분함량은 씻어나온쌀이 14.37, 일반미가 15.33%였으며, 단백질 함량은 6.03, 5.80이었고, 아밀로오스함량은 24.6, 23.23이었다.

Table 1-4. 원곡의 수분, 단백질 및 아밀로로스 함량

	씻어나온쌀***	일반미***
Moisture	14.37±0.06	15.33±0.06
protein	6.03±0.06	5.80±0.00
Amylose	24.60±0.10	23.23±0.12

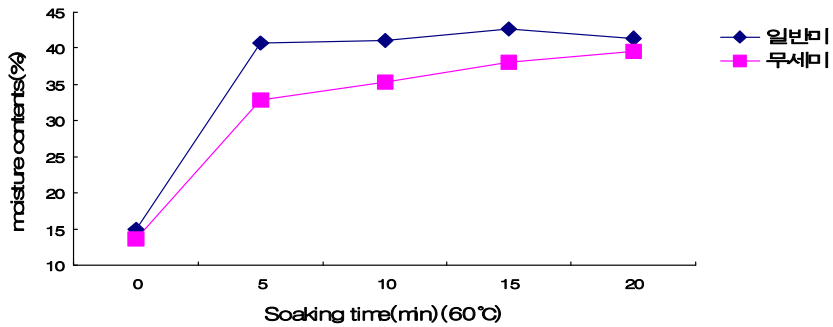


Fig. 1-3. 60°C 20분간 침지한 일반미와 무세미의 수분함량변화

60°C에서 20분간 수침시간별로 일반미와 씻어나온쌀의 수분함량의 변화를 보면 5분후에 일반미가 40.69%, 무세미는 32.88%, 10분후 41.11%, 35.25%를 각각 나타내었으며 15분후에는 일반미가 42.75%, 무세미가 38.10%, 20분후에는 일반미가 41.34%, 무세미가 39.56%를 나타내었다.

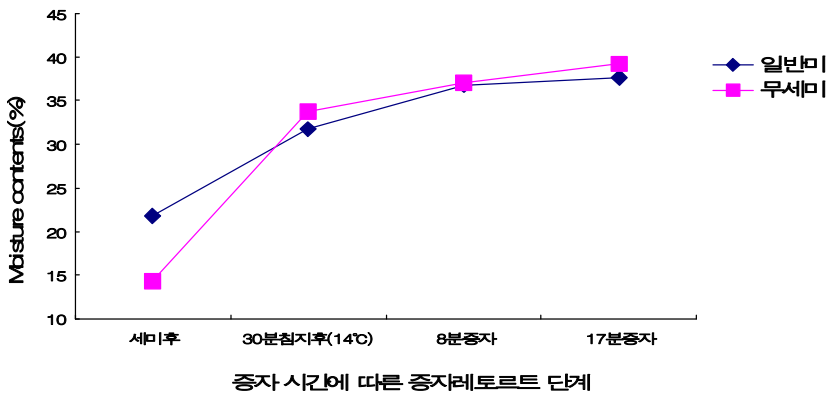
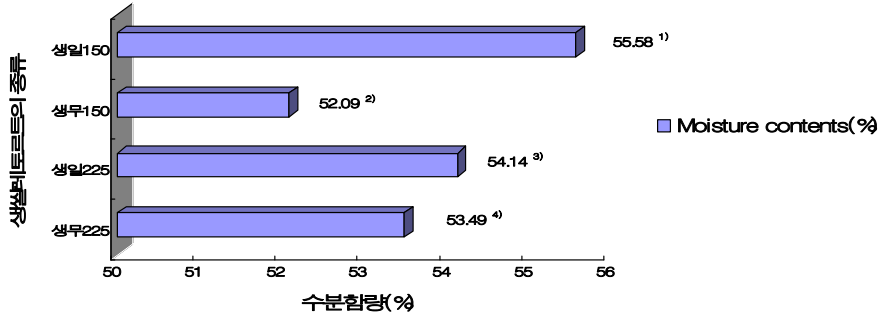


Fig. 1-4. 증자시간에 따른 일반미와 무세미의 수분함량

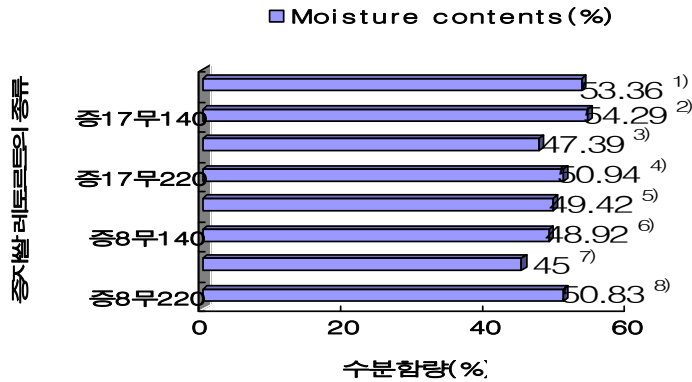
일반 쌀의 1차세미후의 수분함량은 21.88%로 원곡(15.33%)보다 6.55%늘어났으며 30분간 침지(14°C±1)한 일반미는 31.77%, 무세미는 33.80%를 나타내었다. 8분 증자후에는 일반미는 36.77%, 무세미는 37.05%를 나타내었다. 17분 증자 후에는

일반미는 37.65%, 무세미는 39.18%를 나타내었다.



- 1) 생쌀레토르트 일반미 115℃ 50분 살균,      2) 생쌀레토르트 무세미 115℃ 50분 살균,  
 3) 생쌀레토르트 일반미 120℃ 25분 살균,      4) 생쌀레토르트 무세미 120℃ 25분 살균,

Fig. 1-5. 생쌀 레토르트미반의 수분함량변화



- 1) 17분 증자쌀 레토르트 일반미 115℃ 40분 살균,    2) 17분 증자쌀 레토르트 무세미 115℃ 40분 살균,  
 3) 17분 증자쌀 레토르트 일반미 120℃ 20분 살균,    4) 17분 증자쌀 레토르트 무세미 120℃ 20분 살균  
 5) 8분 증자쌀 레토르트 일반미 115℃ 40분 살균,    6) 8분 증자쌀 레토르트 무세미 115℃ 40분 살균,  
 7) 8분 증자쌀 레토르트 일반미 120℃ 20분 살균,    8) 8분 증자쌀 레토르트 무세미 120℃ 20분 살균,

Fig. 1-6. 증자쌀 레토르트미반의 수분함량변화

### (3) 색도 및 백도

실험에 사용한 일반미와 무세미의 색차값과 백도값은 Table 1-5에 나타내었다. 사용된 원곡의 색깔은 씻어나온 쌀의 백도가 78.6, 일반미가 69.09로 씻어나온쌀이 높았다.

Table 1-5. 원곡의 색차값과 백도값

	씻어나온쌀***	일반미***
L	78.60±0.87	69.09±2.52
a	-1.15±0.11	-1.13±0.17
b	8.92±0.68	11.13±0.30
Whiteness value	51.90±0.17	37.13±0.35

### (4) 호화도 측정

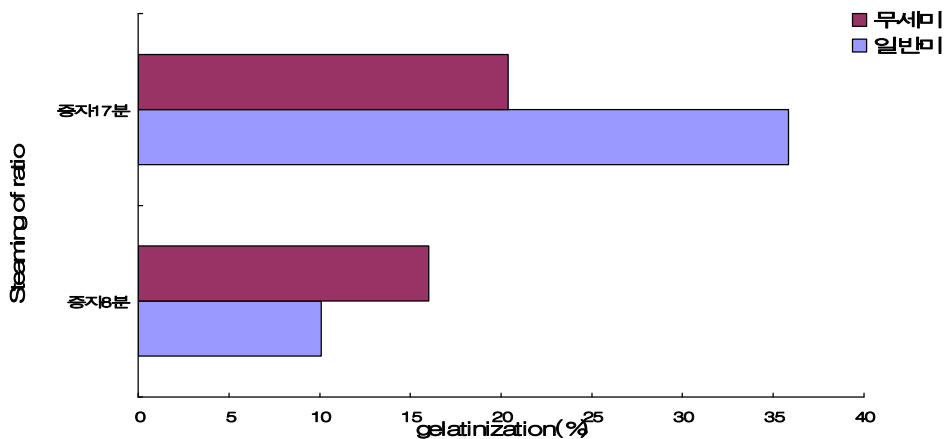


Fig. 1-7. 증자쌀의 증자시간에 따른 호화도의 변화

일반미와 무세미도 가수량을 각각 1.45배로 원곡의 수분함량을 기준으로 재료 및 방법에 명시된 쌀의 가수량 계산식을 이용하여 가수량을 결정한 후 30분간 침지후 밥을 한 후 같은 방법으로 호화도를 구하여 일반 밥과 증자 쌀을 비교 하였다.

일반미의 경우 증자8분후 10.06%의 호화도를 나타내었고 무세미는 16.04%의 호화도를 나타내었다. 증자17분 후에는 일반미가 35.88%를 나타내었고 무세미는 20.41%를 나타내었다.

(5) 갈변도 측정

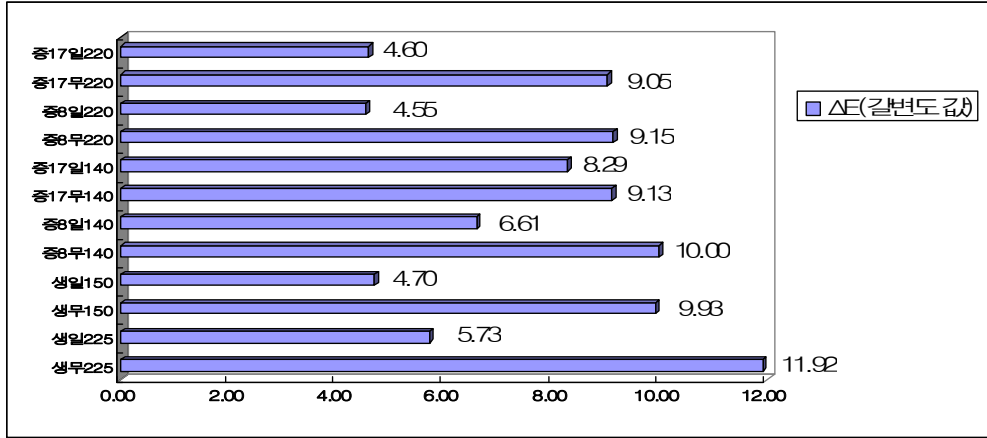


Fig. 1-8. 생쌀, 증자쌀 레토르트 미반의 갈변도 값

(6) 조직감 측정

생쌀과 증자 쌀을 레토르트 살균 후 조직감을 측정한 결과 바로 지은 밥의 경도가 2293.23인데 비하여 살균한 것은 3649.73 ~ 6314.27로 모두가 경도가 높아졌는데 이는 밥 온도의 차이에 의한 것으로 추정되어진다.

Table 1-6. 생쌀, 증자쌀 레토르트 미반의 조직감

Samples	Springness	Cohesiveness	Chewiness	Gumminess	Adhesiveness	Hardness
생무225 <sup>1)</sup>	1.79±0.71	0.23±0.04	1627.20±70.37	996.04±436.40	-379.09±295.42	4166.25±1078.27
생일225 <sup>2)</sup>	0.68±0.06	0.21±0.01	533.24±157.14	773.67±161.28	-109.04±46.39	3649.73±782.90
생무150 <sup>3)</sup>	0.41±0.35	0.23±0.02	521.44±505.6	1287.45±373.75	-288.84±2.27	5602.33±1218.86
생일150 <sup>4)</sup>	0.60±0.06	0.20±0.01	555.34±155.22	917.07±175.11	-194.55±121.79 <sup>b</sup>	4526.20±691.36
증8일220 <sup>5)</sup>	0.58±0.07	0.19±0.02	630.37±99.88	1077.79±81.84	-113.47±40.80	5618.87±314.79
증17일220 <sup>6)</sup>	0.65±0.10	0.20±0.02	632.50±236.46	967.72±360.11	-69.05±80.34	4849.30±1759.05
증8무220 <sup>7)</sup>	0.67±0.03	0.24±0.02	750.61±173.09	1122.13±219.73	-278.36±54.99	4650.43±580.51
증17무220 <sup>8)</sup>	0.70±0.08	0.25±0.02	1006.03±168.0	1460.03±362.34	-253.92±134.93	5807.93±1308.97
증8일140 <sup>9)</sup>	0.38±0.18	0.11±0.15	1610.81±150.7	519.55±780.17	5212.84±7423.29	4979.00±0.00
증17일140 <sup>10)</sup>	0.60±0.08 <sup>b</sup>	0.26±0.04	1066.24±643.9	1714.09±791.60	-37.71±94.78	6314.27±1835.07
증8무140 <sup>11)</sup>	0.63±0.02	0.25±0.02	806.14±320.14	1262.32±477.62	-369.06±430.63 <sup>b</sup>	5106.27±1795.93
증17무140 <sup>12)</sup>	0.62±0.05	0.25±0.03	842.98±523.41	1324.64±736.96	-67.83±69.30	5048.60±2180.69
Control <sup>13)</sup>	0.59±0.04	0.18±0.02	250.56±83.53	417.54±119.37	-212.26±82.43	2293.23±428.72

1) ~ 12) : Fig.7. and Fig.8. 참조      13): 일반밥 \* P<0.05 ; \*\*\* P<0.001

a, b, c, d Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.



## (7) Amylogram의 측정(원곡)

Table 1-7. 원곡의 아밀로그래프 (concentration : 8%)

Viscosity(BU) <sup>1)</sup>	일반미	무세미
Initial pasting temp(°C)	66	66.5
Peak Viscosity(PV)	659	558
At 95°C	630	516.3
At 95°C after 15min(HPV)	332	305
At 50°C(CPV)	550	473.8
At 50°C after 30min	657	568.3
break-down(PV-HPV)	328	253
set back(CPV-PV)	-109	-84.3
Total set back(CPV-HPV)	218	168.8

<sup>1)</sup>BU=Brabender unit

원곡의 아밀로그래프 측정 결과를 Table 1-7에 나타내었다. 8%농도에서 2회 반복평균으로 나타내었으며 호화개시온도는 아밀로그래프에서 peak가 생기기 시작한 온도로 일반미는 66°C 이고 무세미는 66.5°C를 나타내었다. 전분입자의 팽윤정도 및 열이나 전단에 대한 팽윤된 입자의 저항정도를 나타내는 최고점도(PV)는 무세미의 경우 551, 일반미는 659 BU이고 호화액의 냉각시 아밀로오스는 분자 간에 많은 수소결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가하게 되는데 이러한 점을 이용해 50°C에서의 냉각점도(CPV)는 무세미의 경우 467.5, 일반미는 550BU 였다. 또한 50°C에서 30분간 유지시킨 후의 점도는 무세미가 556.5, 일반미는 657BU 였다. 열전달에 대한 팽윤입자의 저항정도를 보기위해 전분립의 깨지는 정도와 호화액의 안정성을 나타내는 즉, 가공의 안정도를 나타내는 break down(PV-HPV)은 무세미의 경우 246, 일반미는 328BU 였고 전분의 노화특성과 밀접한 상관성을 나타내는 set back(CPV-PV)은 무세미가 -83.5, 일반미가 -109BU, Total set back(CPV-HPV)은 무세미가 162.5, 일반미가 218BU였다.

## (8) 관능검사

생쌀 레토르트 미반과 증자쌀 레토르트 미반의 관능검사 결과는 Table 1-8~1-10과 같다. 생쌀을 온도별로 레토르트 살균한 후 관능검성한 결과 바로 지은 밥에 비

하여 전반적인 기호도가 유의성이 있었으며, 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 1-8. 생쌀 레토르트 관능검사(강도, 기호도 검사)

제품 개선(강도) 검사		Smu225 <sup>1)</sup>	Smu150 <sup>2)</sup>	Sil225 <sup>3)</sup>	Sil150 <sup>4)</sup>	Control <sup>5)</sup>
외관	윤기의 정도	4.0±2.11 <sup>b</sup>	4.70±1.42 <sup>ab</sup>	4.20±1.55 <sup>ab</sup>	3.90±1.79 <sup>b</sup>	5.70±1.70 <sup>a</sup>
	색의 강도	6.80±1.81 <sup>ab</sup>	6.40±1.51 <sup>ab</sup>	6.20±1.55 <sup>b</sup>	7.70±0.67 <sup>a</sup>	3.20±1.69 <sup>c</sup>
향미	향(밥이외의냄새강도)	6.50±1.78 <sup>a</sup>	6.60±1.65 <sup>a</sup>	5.10±2.23 <sup>a</sup>	6.20±1.81 <sup>a</sup>	4.80±1.55 <sup>a</sup>
	맛(밥특유의맛강도)	4.30±2.00 <sup>a</sup>	4.00±1.56 <sup>a</sup>	4.80±1.75 <sup>a</sup>	3.80±1.62 <sup>a</sup>	5.10±1.85 <sup>a</sup>
조직감	경도	7.20±1.40 <sup>a</sup>	6.80±2.10 <sup>a</sup>	5.70±1.25 <sup>ab</sup>	7.10±1.60 <sup>a</sup>	5.00±1.63 <sup>b</sup>
	탄력성	5.20±1.69 <sup>a</sup>	5.70±1.70 <sup>a</sup>	5.40±1.65 <sup>a</sup>	4.30±1.64 <sup>a</sup>	4.70±1.83 <sup>a</sup>
	낱알의 응집성	4.20±1.62 <sup>a</sup>	4.40±2.07 <sup>a</sup>	5.10±1.66 <sup>a</sup>	3.70±2.36 <sup>a</sup>	4.40±1.90 <sup>a</sup>
	부착성	3.80±1.81 <sup>a</sup>	3.90±2.08 <sup>a</sup>	4.80±1.55 <sup>a</sup>	3.20±1.55 <sup>a</sup>	4.00±1.49 <sup>a</sup>
	낱알 표면의 거칠음성	6.0±0.82 <sup>a</sup>	6.10±1.91 <sup>a</sup>	4.90±1.45 <sup>ab</sup>	6.10±2.08 <sup>a</sup>	4.10±1.85 <sup>b</sup>
	제품의 기호도 검사	Smu225	Smu150	Sil225	Sil150	Control
	외관	외관의 기호도	3.70±1.83 <sup>b</sup>	3.80±1.32 <sup>b</sup>	3.80±1.48 <sup>b</sup>	2.60±0.97 <sup>b</sup>
향미	냄새의 기호도	3.30±1.42 <sup>b</sup>	3.60±1.58 <sup>ab</sup>	4.70±2.06 <sup>ab</sup>	3.80±1.75 <sup>ab</sup>	5.20±1.55 <sup>a</sup>
	맛의 기호도	4.50±2.42 <sup>a</sup>	4.00±1.49 <sup>a</sup>	4.40±1.43 <sup>a</sup>	3.50±1.51 <sup>a</sup>	4.90±1.97 <sup>a</sup>
조직감	조직감의 기호도	3.60±2.01 <sup>ab</sup>	3.70±1.70 <sup>ab</sup>	4.00±0.82 <sup>ab</sup>	2.60±1.35 <sup>b</sup>	4.90±1.73 <sup>a</sup>
전반적인 기호도		4.30±2.06 <sup>ab</sup>	4.00±1.63 <sup>ab</sup>	4.30±1.25 <sup>ab</sup>	3.00±1.25 <sup>b</sup>	5.00±1.89 <sup>a</sup>

1)생쌀 무세미 레토르트 120℃ 25분 살균(smu225) 2)생쌀 무세미 레토르트 115℃ 50분 살균(smu150)

3)생쌀 일반미 레토르트 120℃ 25분 살균(sil225) 4)생쌀 일반미 레토르트 115℃ 50분 살균(sil150)

5)일반밥(control) \*

증자한 후 무세미를 레토르트하여 관능검사한 결과는 바로 지은 밥에 비하여 전반적인 기호도가 양호하였으며, 17분 증자 후 115℃, 40분 살균한 처리구가 양호하게 평가되었다.

Table 1-9. 무세미 증자쌀 레토르트 관능검사(강도, 기호도 검사)

제품 개선(강도) 검사		8Jmu220 <sup>1)</sup>	8Jmu140 <sup>2)</sup>	17Jmu220 <sup>3)</sup>	17Jmu140 <sup>4)</sup>	Control <sup>5)</sup>
외관	윤기의 정도	5.13±2.30	4.88±1.96	5.00±1.69	5.63±1.77	4.88±2.10
	색의 강도	6.63±1.85	3.63±1.06	4.88±1.36	2.50±1.07	4.38±1.85
향미	밥이외의냄새	5.63±2.39	4.88±1.46	5.13±2.03	4.00±1.07	5.88±2.23
	밥 특유의맛	5.00±1.93	4.75±1.39	4.25±1.04	5.13±1.13	5.38±2.00
조직감	경도	5.38±2.39	5.75±1.16	5.63±1.69	4.63±0.74	4.75±1.58
	탄력성	5.13±1.25	4.50±2.07	4.75±1.49	5.25±1.16	5.38±1.92
	날알의응집성	5.13±1.89	4.13±1.55	5.75±1.39	4.75±0.71	4.63±2.13
	부착성	4.50±1.69	4.00±1.31	5.13±1.36	4.63±1.06	3.88±1.64
	날알의거칠음성	4.13±2.10	5.63±1.85	5.50±1.20	5.13±1.55	4.50±1.60
제품의 기호도 검사		8Jmu220	8Jmu140	17Jmu220	17Jmu140	Control
외관	외관의 기호도	3.88±2.10	5.50±2.45	4.75±1.83	7.25±1.04	4.75±1.67
향미	냄새의 기호도	4.25±2.43	5.25±1.83	4.75±1.75	6.00±1.07	4.00±2.07
	맛의 기호도	5.00±2.33	5.13±1.13	4.50±1.60	5.38±1.92	5.00±2.00
조직감	조직감의 기호도	4.88±2.17	4.50±1.31	5.25±1.58	5.13±1.81	4.75±2.49
전반적인 기호도**		4.38±2.39	5.13±1.73	4.75±1.39	5.75±1.98	4.75±2.43

- 1) 8분 증자쌀 무세미 레토르트 120℃ 20분 살균    2) 8분 증자쌀 무세미 레토르트 115℃ 40분 살균  
 3) 17분 증자쌀 무세미 레토르트 120℃ 20분 살균    4) 17분 증자쌀 무세미 레토르트 115℃ 40분살균  
 5)일반밥

Table 1-10. 일반미 증자쌀 레토르트 관능검사(강도, 기호도 검사)

제품 개선(강도) 검사		8Jil220 <sup>1)</sup>	8Jil140 <sup>2)</sup>	17Jil220 <sup>3)</sup>	17Jil140 <sup>4)</sup>	Control <sup>5)</sup>
외관	윤기	3.00±1.07	3.50±1.07	3.38±1.92	3.13±1.55	4.88±2.10
	색	7.00±1.31	5.38±1.30	6.13±1.81	4.25±1.39	4.38±1.85
	밥 이외 냄새강도	5.88±2.10	6.00±1.69	5.75±1.67	5.13±2.42	5.88±2.23
향미	밥 특유 맛강도	3.25±1.28	4.13±1.89	4.13±1.55	4.38±1.41	5.38±2.00
	경도	7.88±0.99	7.88±1.25	7.25±1.16	0.83±0.83	4.75±1.58
조식감	탄력성	2.63±1.19	2.88±2.36	4.25±2.76	3.63±1.69	5.38±1.92
	날알의 응집성	2.50±1.20	2.63±1.69	3.25±2.05	3.13±1.73	4.63±2.13
	부착성	3.13±2.10	2.50±2.00	2.88±2.17	3.25±1.67	3.88±1.64
날알 표면의거칠음성		7.00±1.69	8.00±1.07	7.13±1.81	5.63±1.92	4.50±1.60
제품의 기호도 검사		8Jil220	8Jil140	17Jil220	17Jil140	Control
외관	외관	2.75±1.16	3.88±1.25	3.00±1.20	4.13±1.89	4.75±1.67
향미	냄새	3.88±2.03	4.50±1.77	3.38±0.92	4.75±2.05	4.00±2.07
	맛	3.50±2.27	3.25±1.49	3.25±1.49	4.63±1.92	5.00±2.00
조식감	조식감	2.25±0.89	2.13±1.25	2.38±1.51	3.88±1.96	4.75±2.49
전반적인 기호도		2.38±1.19	2.38±1.41	2.75±1.75	4.25±2.49	4.75±2.43

- 1) 8분 증자쌀 일반미 레토르트 120℃ 20분 살균 2) 8분 증자쌀 일반미 레토르트 115℃ 40분 살균  
 3) 17분 증자쌀 일반미 레토르트 120℃ 20분 살균 4) 17분 증자쌀 일반미 레토르트 115℃ 40분 살균  
 5) 일반밥

### (9) 저장실험

저장실험에 들어가기 위한 관능검사 결과에서 알 수 있듯이 생쌀 레토르트 미반의 경우 생쌀 무세미 레토르트 120℃, 25분 살균이 가장 우수하게 나타났으며 증자쌀 레토르트의 경우 17분 증자쌀 무세미 120℃, 20분 살균이 우수하게 나타났다.

저장실험에 사용한 생쌀 레토르트 미반과 증자쌀 레토르트 미반은 레토르트 술을 이용하여 생쌀, 증자쌀, 주먹밥의 일정한 조건들을 다시 설정하였고 생쌀, 증자쌀 모두 120℃, 20분 살균 레토르트 하였다.

(가) 수분함량 변화

① 생쌀 레토르트미반

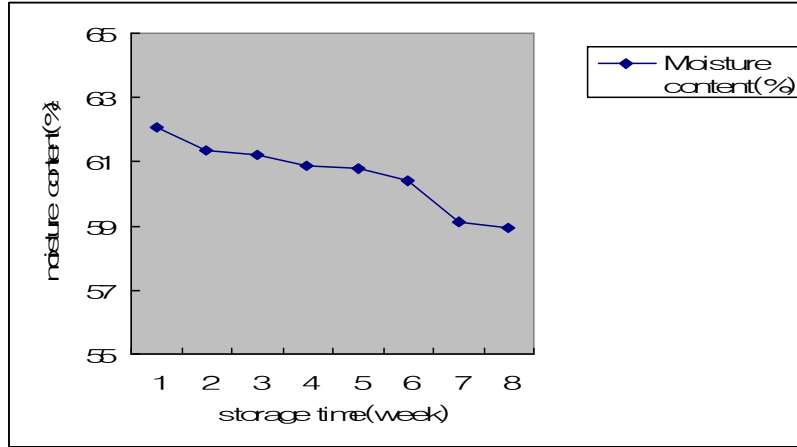


Fig. 1-9. 생쌀 레토르트 미반의 수분함량 변화

저장기간 중 생쌀 레토르트 미반의 수분함량을 Fig. 1-9에 나타내었다. 레토르트 미반 제조 후 수분함량은 62%였고 저장 6주까지 점차 감소하다가 6주부터 7주 사이에 급속하게 감소하였다.

(나) 색차

Table 1-11. 생쌀 레토르트 미반의 저장기간 중 색차

Samples	L <sup>***</sup>	a <sup>ns</sup>	b <sup>***</sup>
zero-time	74.57±0.40 <sup>d</sup>	-2.20±0.14 <sup>a</sup>	4.58±0.59 <sup>b</sup>
1주차	75.02±0.16 <sup>d</sup>	-2.14±0.04 <sup>a</sup>	4.25±0.34 <sup>b</sup>
2주차	76.48±0.71 <sup>c</sup>	-2.27±0.07 <sup>a</sup>	4.58±0.20 <sup>b</sup>
3주차	76.56±0.81 <sup>c</sup>	-2.20±0.09 <sup>a</sup>	4.54±0.22 <sup>b</sup>
4주차	78.13±0.71 <sup>ab</sup>	-2.21±0.09 <sup>a</sup>	5.52±0.26 <sup>a</sup>
5주차	77.45±0.48 <sup>b</sup>	-2.20±0.11 <sup>a</sup>	5.30±0.37 <sup>a</sup>
6주차	77.75±0.60 <sup>b</sup>	-2.23±0.03 <sup>a</sup>	5.60±0.32 <sup>a</sup>
7주차	78.60±0.32 <sup>a</sup>	-2.24±0.06 <sup>a</sup>	5.49±0.17 <sup>a</sup>

\*\*\* p<0.001 ; ns: not significant

a, b, c, d Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

생쌀 레토르트 미반의 저장 중 색차를 Table 1-11에 나타내었다. 레토르트 미반 제조후 L값은 74.57, a값은 -2.20, b값은 4.58이었으며 저장기간이 경과함에 따라 L값과 b값은 점차 증가하였고 a값은 유의적 차이가 없었다.

#### (다) 조직감

Table 1-12. 생쌀 레토르트 미반의 저장기간 중 조직감

Samples	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness	Chewiness
zero-time	1126.77±168.65	0.50±0.06	-1229.81±138.42	2273.24±371.09	923.45±150.74
1주차	1161.76±330.67	0.47±0.04	-1424.75±414.18	2722.83±787.19	893.05±269.4
2주차	1050.69±42.41	0.35±0.09	-1119.02±248.29	3097.17±784.60	811.06±71.74
3주차	1156.13±247.22	0.35±0.02	-1111.53±362.43	3353.15±859.39	839.01±174.90
4주차	1062.10±97.27	0.34±0.08	-1128.34±103.10	3602.03±1115.29	746.33±770.02
5주차	1202.60±16.01	0.32±0.06	-1415.35±428.63	4966.70±1163.61	869.01±71.52
6주차	1177.96±90.67	0.29±0.09	-1211.95±281.98	4644.07±1362.60	818.56±62.70
7주차	894.56±92.27	0.30±0.08	-833.74±378.70	3129.41±564.48	600.45±121.24

\*\* p<0.01 ; \*\*\* p<0.001 ; ns: not significant

a, b, c Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

(라) 관능검사

Table 1-13. 생쌀 레토르트 미반의 저장 중 관능검사

제품 개선(강도) 검사		zero-time	1주차	2주차	3주차	4주차
외관	윤기의 정도	7.33±1.22	6.50±1.08	6.20±1.32	6.10±1.85	6.10±1.85
	색의 강도	5.11±1.90	4.60±1.71	3.60±1.65	5.10±1.60	5.90±1.97
	향(이취)	4.33±1.58	3.60±2.12	3.40±1.78	5.00±1.76	5.60±2.22
향미	맛(특유의맛강도)	5.89±0.93	5.30±1.34	5.20±1.40	5.20±1.03	4.00±1.49
	경도	4.11±2.09	3.70±1.49	4.80±2.30	4.20±1.75	5.00±1.63
	탄력성	6.00±1.80	5.30±1.89	5.50±1.58	5.10±2.18	5.40±1.58
조식감	낱알의 응집성	7.33±1.22	6.40±1.58	6.90±1.52	6.50±1.78	5.20±1.40
	부착성	6.78±2.33	6.60±1.90	6.00±1.63	7.10±1.37	6.20±1.62
	낱알 거칠음성	3.22±1.20	4.00±2.05	3.70±1.64	4.50±1.78	4.70±2.06
제품의 기호도 검사		zero-time	1주차	2주차	3주차	4주차
외관	외관의 기호도	5.67±1.41	5.60±1.58	5.80±1.48	4.80±1.55	4.00±2.11
향미	냄새의 기호도	5.89±1.27	5.60±1.96	6.40±1.84	4.90±1.66	4.80±2.53
	맛의 기호도	5.56±1.67	5.70±1.70	5.70±1.42	5.00±1.25	4.30±2.11
조식감	조식감의 기호도	5.78±1.20	5.00±1.94	5.50±1.18	4.80±1.14	4.50±1.35
전반적인 기호도		5.56±1.24	5.10±1.66	5.30±0.82	4.40±1.43	4.00±1.49

to be continued

제품 개선(강도) 검사		5주차	6주차	7주차	control
외관	윤기의 정도	6.50±2.37	5.40±2.17	5.70±1.77	7.02±1.24
	색의 강도	5.70±1.34	5.90±1.85	5.50±2.22	3.06±1.92
	향(밥 냄새강도)	5.20±1.93	6.30±2.06	6.10±1.79	2.79±1.88
향미	맛(밥맛강도)	4.30±1.89	3.80±2.10	3.40±1.43	6.57±1.31
	경도	5.60±2.55	5.90±1.79	5.40±2.12 <sup>b</sup>	5.09±1.40
	탄력성	5.30±2.87	5.10±2.02	5.10±1.4 <sup>a</sup>	5.88±1.61
조식감	낱알의 응집성	5.50±2.84	6.30±1.77	5.60±1.90	5.84±1.47
	부착성	6.90±2.08	6.20±1.69	6.60±1.84	5.27±1.18
	낱알 표면의 거칠음성	5.10±2.13	4.70±2.50	5.00±1.89	3.73±1.77
제품의 기호도 검사		5주차	6주차	7주차	control
외관	외관의 기호도	4.50±0.97	3.70±1.57	4.20±1.75	7.19±1.40
향미	냄새의 기호도	4.10±1.79	3.70±1.70	3.60±1.84	7.04±1.54
	맛의 기호도	4.00±1.49	4.00±2.26	3.40±1.51	6.90±1.25
조식감	조식감의 기호도	4.00±1.56	4.40±2.17	4.20±1.81	6.63±1.36
전반적인 기호도		3.80±1.23	3.40±1.84	3.40±0.97	6.77±1.30

\*\* P<0.01 ; \*\*\* P<0.001 ; ns: not significant

a, b, c, d, e Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly.

## 요약

고품질 레토르트 미반 제조를 위해 생쌀과 증자 쌀을 이용하여 레토르트 미반을 제조하였다. 레토르트 미반의 조직감에 있어서 생쌀과 증자쌀 모두 레토르트 후 경도가 높아졌으며 관능검사 결과 생쌀을 온도별로 관능검사 했을 때 전반적인 기호도에서 유의성을 보였으며 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 또 증자쌀의 경우는 바로 지은 밥에 비하여 전반적인 기호도에서 큰 차이없이 상태가 양호하였고 17분 증자 후 115℃ 40분 살균한 것이 가장 좋은 것으로 평가되었다.

저장실험 결과 레토르트 미반의 수분함량은 제조후 62%에서 점차 감소하였고 색도에서 L값과 b값은 점차 증가하였고 a값은 유의적 차이가 나타나지 않았다. 저장 중 조직감에 있어서 경도는 저장 기간이 지나면서 점차 증가하다가 저장 7주에는 조금 감소하는 경향을 보였으며 관능검사 결과로 보아 레토르트 미반의 품질은 저장기간 동안 약간씩 나빠졌음을 알 수 있었다.

## 2. 레토르트 주먹밥 및 김밥 제조기술

### 가. 실험 재료 및 방법

#### (1) 실험재료 및 포장재료

##### (가) 레토르트 주먹밥

저장주먹밥의 재료로 무세미((주)라이스텍, 씻어나온 쌀)를 사용하였고 주먹밥 안에 들어가는 속재료로는 치즈((주)서울우유, cheddar process cheese)를 사용하였다.

그 밖에 부 재료로는 빵가루((주)CJ, 백설 빵가루), 밀가루((주)CJ, 백설 밀가루 박력1등), 계란(DHA 에디슨), 참기름((주)풀무원, 풀무원 참기름골드), 설탕((주)CJ, 백설 하얀설탕), 소금((주)미원, 맛소금), 깨소금((주)옥천식품, 볶음깨), 식용유((주)CJ, 백설 옥수수유)를 사용하여 저장 주먹밥을 제조하였다.

포장재료는 제3절 가와 동일한 것을 사용하였다.

##### (나) 레토르트 김밥

김밥의 재료로 무세미((주)라이스텍, 씻어나온 쌀)를 사용하였고 김밥 안에 들어가는 속 재료로는 단무지, 오이, 맛살을 사용하였다. 그 밖에 부 재료로는 양조식초(청



정원), 순후추(순도 100%), 참기름((주)폴무원, 폴무원 참기름골드), 요리당((주)CJ, 백설), 소금((주)미원, 맛소금), 깨소금((주)옥천식품, 볶음깨)를 사용하여 저장 충무김밥을 제조하였다. 크기는 사용되었던 tray용기의 사이즈(10.5×17×3 cm)에 알맞도록 1개당 2 cm×6 cm의 작은 크기로 제조하였다.

포장재료는 제3절 가에서 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다.

## (2) 레토르트 주먹밥 및 김밥의 제조

### (가) 레토르트 주먹밥 제조

레토르트 주먹밥은 Fig. 1-10, 1-11에 나타난 2가지 유형으로 제조하였다.

원료생쌀(Rice)→가수→밥짓기→성형(동그랗게 뭉치기)→tray에 담기→포장→Retort 살균(122℃ 30분)→냉각

Fig. 1-10. 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥의 제조과정

원료생쌀(Rice)→가수→밥짓기→성형(동그랗게 뭉치기)→밀가루 묻히기→계란물 묻히기→빵가루 묻히기→180℃ 기름에서 튀기기→상온방치→tray에 담기→포장→Retort 살균(122℃ 30분)→냉각

Fig. 1-11. 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥의 제조과정

### ① 치즈 · 쇠고기 주먹밥

#### · 재료

- 쇠고기(다짐육) 30 g(양념 : 간장1/2 ts(tea spoon), 소금1/4 ts, 설탕1/4 ts, 후추 약간, 마늘1/4 ts, 식용유 1/4 ts , 참기름1/4 ts)

-치즈 5장, 밥 500 g, (양념 : 소금1 1/2 ts , 설탕1 1/2 ts , 후추1/2 ts , 깨소금3 ts)

-고물: (구운김가루(김5장), 깨소금20 g, 계란노른자가루(계란7개), 빵가루50 g(밀가루 10g, 달걀 2개), 파슬리가루(파슬리 20g))

#### · 만들기

- ① 밥에 소금, 설탕, 후추, 깨소금으로 양념한다.
- ② 쇠고기(다진 고기)에 간장, 소금, 설탕, 후추, 마늘, 식용유, 참기름으로 양념하여 볶아서 물기를 제거한다.
- ③ 치즈는 가로, 세로 1 cm 정도의 크기로 잘게 썰어둔다.
- ④ 양념한 밥에 준비한 ②와 ③의 소를 넣고 주먹밥을 만든다.
- ⑤ 만들어진 주먹밥에 선정된 달라붙지 않게 하는 고물을 묻혀서 레토르트 시킨다.  
(빵가루 고물은 밀가루, 계란, 빵가루 순으로 묻혀 튀긴다.(150℃))

## ② 참치 · 김치 주먹밥

### · 재료

- 김치 70 g(물기제거 무게)
- (식용유1 ts , 설탕1/2 ts , 참기름1/4 ts , 깨소금1/ 4ts , 후추약간 , 마늘1/4 ts)
- 참치 기름 제거 후 30 g
- 밥 500 g(양념 : 소금1 1/2 ts , 설탕1 1/2 ts , 후추1/2 ts , 깨소금3 ts)
- 고물: (구운 김가루(김5장), 깨소금20 g, 계란노른자가루(계란7개), 빵가루50 g(밀가루 10 g, 달걀2개), 파슬리가루(파슬리20 g))

### · 만들기

- ① 밥에 소금, 설탕, 후추, 깨소금, 식초로 양념한다.
- ② 참치는 기름을 깨끗이 제거 한다.
- ③ 후라이팬에 식용유를 두르고 다진 김치를 볶다가 설탕, 참기름, 깨소금, 후추, 마늘로 양념하여 볶다가 마지막에 기름을 제거한 참치를 넣고 같이 볶는다.
- ④ 양념한 밥에 준비한 ③의 소를 넣고 주먹밥을 만든다.
- ⑤ 만들어진 주먹밥에 선정된 달라붙지 않게 하는 고물을 묻혀서 레토르트 시킨다.  
(빵가루 고물은 밀가루, 계란, 빵가루 순으로 묻혀 튀긴다.(150℃))

위와 같은 방법으로 주먹밥을 만든 후 레토르트 파우치 안에 넣었을 때 서로 달라붙지 않게 하기 위해서 주먹밥의 표면에 각각 김가루, 깨소금, 계란노른자분말, 파슬리 가루, 빵가루를 입혀서 120℃에서 25분, 115℃에서 50분으로 각각 레토르트서 주먹밥을 서로 달라붙지 않게 하는 재료를 선정하였다.

주먹밥 제조시 밥 500 g에 주먹밥 11개가 나온다. 1개의 중량은  $53 \pm 1$  g(내용물 포함) 주먹밥의 크기는 가로, 세로 지름이 각각 4 cm 이다. 주먹밥의 경우 60℃ 20분 침지한 무세미를 사용하여 1.45배 가수 하여 사용하였으며 123℃ 30분 살균, 125℃ 50분으로 각각 살균하였다.

#### (나) 레토르트 김밥 제조

레토르트김밥은 김밥 속 내용을 달리하여 3가지 유형으로 제조하였고 밥 100 g당 7 ml의 식초, 소금1/2 ts, 설탕 1/2 ts, 후추 1/4 ts, 깨소금 1/2 ts, 참기름 1/4 ts을 첨가하였다.

원료생쌀(Rice) → 가수(1.2%) → 밥짓기 → 밥에 식초 첨가 → 단무지, 오이, 맛살 물기제거 → 성형(2cm×6cm) → tray에 담기 → 포장 → Retort살균(122℃ 30분)

Fig. 1-12. 레토르트 김밥 제조방법

#### (가) 단무지 김밥

· 재료 : 밥 100g, 단무지, 김

양념 : 양조식초 7 ml , 소금1/2 ts , 설탕1/2 ts , 후추1/4 ts , 깨소금1/2 ts , 참기름 1/4 ts

· 만들기

① 밥에 식초, 소금, 설탕, 후추, 깨소금, 참기름으로 양념한다.

② 단무지는 사방 0.5 cm정도의 크기로 썰어 물기를 제거해둔다.

③ 2 cm×6 cm의 김 위에 양념된 밥을 깔고 준비한 ②의 재료를 넣고 김밥을 만든다.

#### (나) 오이 김밥

· 재료 : 밥 100 g, 오이, 김

양념 : 양조식초 7 ml , 소금 $\frac{1}{2}$  ts , 설탕 $\frac{1}{2}$  ts , 후추 $\frac{1}{4}$  ts , 깨소금 $\frac{1}{2}$  ts , 참기름 $\frac{1}{4}$  ts )

· 만들기

단무지 김밥과 동일하게 제조하였다.

#### (다) 맛살 김밥

· 재료 : 밥 100 g, 맛살, 김

양념 : 양조식초 7 ml , 소금 $\frac{1}{2}$  ts , 설탕 $\frac{1}{2}$  ts , 후추 $\frac{1}{4}$  ts , 깨소금 $\frac{1}{2}$  ts , 참기름 $\frac{1}{4}$  ts

· 만들기 : 단무지 김밥과 동일하게 제조하였다.

### (3) 레토르트 주먹밥 및 김밥의 품질특성 분석

#### (가) 수분함량

고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥과 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥의 저장 기간 별 수분함량을 105℃ 상압 가열 건조법으로 실시하였으며 105℃ Dry oven에 시료를 넣어 24시간동안 건조시켜 평균수분함량을 3회 반복 측정하였다.

#### (나) 색차

사방 지름 2cm로 제조된 저장 주먹밥의 표면을 칼로 얇게 cutting하여 표면을 편평하게 만든 후 제 3절 가의 방법과 동일하게 측정하였다.

#### (다) 지방산가

지방산가 측정은 AACC 방법(02-01)에 준하여 측정하였다. 시료 40g 이상을 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater, Co. Ltd, Sweden)로 분말을 만들어 그 중 10g을 원통여지에 담아 탈지면으로 가볍게 충전한 후, 지방분해효소에 의한 변화 방지를 위해 분쇄 후 1시간 이내 Soxhlet방법으로 지방을 추출하였다. 추출용 용매로는 petroleum ether를 사용하여 16시간 동안 추출하였다. 추출관 용액은 rotary evaporator로 용매를 제거하여 지방성분만을 취한 후 제조한 BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50 ml 또는 100 ml(지방산가 수치가 높은 경우)로 재 용해시키고 표준색과 일치 될 때까지 0.0178N KOH로 적정하였다. 위에서 얻어진 결과를 이용하여 다음의 식에 의해 지방산가로 환산하였다.

$$\text{Fat acidity value} = (T-B) \times 10 / 100 - W \times 100$$

T : 시료 적정시 0.0178N KOH의 소비량, B : 공시험 적정시 0.0178N KOH의 소비량

W : 시료 100g에 대한 수분함량(g)

#### (라) 주먹밥의 pH

주먹밥 시료 10 g을 비이커에 취해 증류수 90 ml을 넣고 ultra-turrax T25를 사용하여 2분간 균질화 시킨 후 PH meter로 측정하였다.

#### (마) 주먹밥의 총균수 측정

검체 1 g을 멸균된 핀셋으로 취해 Stomacher기 (Seward, BA 7021, England)를 이용하여 균질화 시킨 후 0.85% 멸균 Saline용액으로 일정한 비율로 희석하여 희석액으로 사용하였고 총균수 측정은 Plate Count Agar(Difco. co.)를 이용하여 배지를 만든 후 위의 희석 액을 1 ml씩 취해서 pure plate 방법으로 분주한 후 Incubator(37°C±1)에서 48시간 동안 배양한 후 30~300개 사이의 Colony 형성 균체를 총균수로 측정하였다.

#### (바) 저장 주먹밥의 관능검사

고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥과 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥 각각의 저장 주먹밥 반복수를 10으로 하고 각각 2개씩의 시료를 제시하여 기호도 검사를 실시하여 한국식품개발연구원내 훈련된 패널 10명을 대상으로 제품의 기호도 검사를 실시하였다. 또한 제품의 기호도 검사는 정량적 묘사분석(Quantitative Descriptive Analysis)에 의해 나타내었다.

#### (4) 통계처리

통계처리는 제3절 가의 방법과 동일한 방법으로 하였다.

### 나. 실험결과 및 고찰

#### (1) 수분함량

치즈 주먹밥의 저장 중 수분함량 변화는 Fig. 1-13에 나타내었다. 주먹밥 제조시 빵가루 고물을 입힌 치즈주먹밥의 경우 처음 1주 2주 동안에 시간이 경과 됨에 따라서 42.002%에서 44.436%로 약간의 수분증가가 있는 듯하다가 3주 4주 시간이 경과 됨에 따라서 41.856%로 수분함량이 점차적으로 낮아져서 주먹밥 표면조직이 딱딱해 짐을 알 수 있었다.

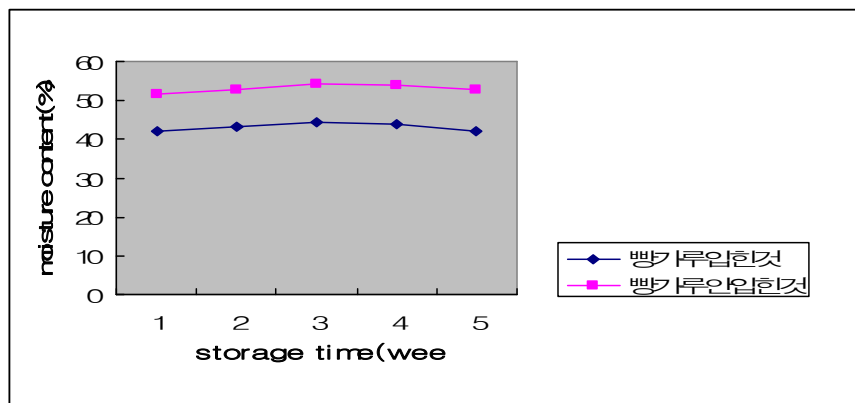


Fig. 1-13. 치즈 주먹밥의 저장 중 수분함량

주먹밥 제조시 고물을 입히지 않은 치즈주먹밥의 경우 저장 초기부터 3주까지 51.776%에서 54.042%로 꾸준한 수분함량의 증가를 보였으며 마지막 4주차 부터는 52.606%로 수분함량이 낮아짐을 알 수 있었다.

## (2) 색차

Table 1-14. 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥

Samples	L <sup>***</sup>	a <sup>ns</sup>	b <sup>*</sup>
zero-time	69.120±0.607 <sup>a</sup>	-1.916±0.450 <sup>a</sup>	11.074±1.842 <sup>b</sup>
1week	67.697±0.864 <sup>b</sup>	-1.385±0.364 <sup>a</sup>	9.424±1.011 <sup>a</sup>
2week	67.550±0.799 <sup>b</sup>	-1.857±0.749 <sup>a</sup>	13.933±3.250 <sup>b</sup>
3week	66.793±1.111 <sup>bc</sup>	-1.494±0.422 <sup>a</sup>	9.903±1.576 <sup>b</sup>
4week	66.043±1.184 <sup>c</sup>	-2.033±0.953 <sup>a</sup>	11.033±3.077 <sup>b</sup>

a, b, c Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

\* p<0.05 ; \*\*\* p<0.001 ; ns: not significant

Table 1-14와 같이 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥을 4주동안 35℃ incubator에서 저장하여 색도 L(Lightness) , a(Redness) , b(Yellowness) 값을 살펴본 결과 L값은 시간이 지남에 따라서 값이 점차적으로 낮아지는 경향을 나타내었으며 redness를 나타내는 a와 yellowness를 나타내는 b값 역시 시간이 지남에 따라서 좋지 못한 색의 상태를 나타냄을 알 수 있었다.

Table 1-15에서 보는 바와 같이 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥을 4주동안 35℃ incubator에서 저장하여 색도 L(Lightness) , a(Redness) , b(Yellowness) 값을 살펴본 결과 Table 3-1에서 나타난 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥과 유사한 결과를 얻었다. L값은 시간이 지남에 따라서 값이 점차적으로 낮아지는 경향을 나타내었으며 redness를 나타내는 a와 yellowness를 나타내는 b값 역시 시간이 지남에 따라서 좋지 못한 색의 상태를 나타냄을 알 수 있었다.

Table 1-15. 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥

Samples	L <sup>***</sup>	a <sup>ns</sup>	b <sup>*</sup>
zero-time	76.133±1.819 <sup>a</sup>	-1.668±0.240 <sup>a</sup>	7.958±1.063 <sup>ab</sup>
1week	72.878±2.123 <sup>b</sup>	-1.568±0.343 <sup>a</sup>	7.698±0.544 <sup>ab</sup>
2week	72.209±1.105 <sup>b</sup>	-1.789±0.167 <sup>a</sup>	9.094±1.238 <sup>a</sup>
3week	71.817±0.917 <sup>b</sup>	-1.675±0.256 <sup>a</sup>	7.498±0.909 <sup>b</sup>
4week	71.395±0.677 <sup>b</sup>	-1.775±0.075 <sup>a</sup>	8.53±0.430 <sup>ab</sup>

<sup>a, b</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

\* p<0.05 ; \*\*\* p<0.001 ; ns: not significant

### (3) 지방산가

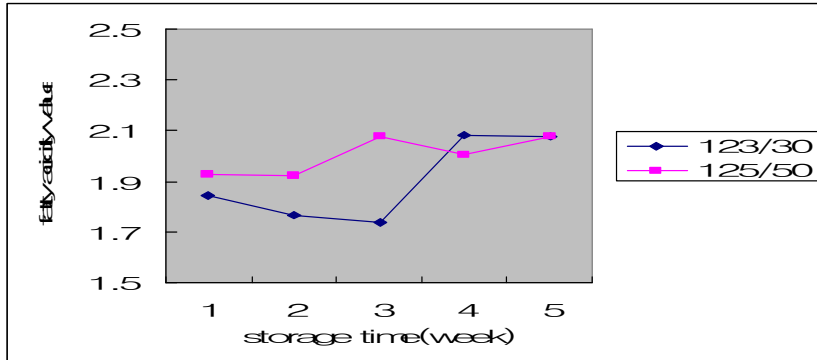


Fig. 1-14. 주먹밥의 저장기간 중 지방산가 변화

### (4) pH

빵가루 고물을 입힌 치즈주먹밥의 pH는 Fig. 1-15에서 알 수 있듯이 저장 초기부터 3주차까지 6.60에서 6.51로 소량씩 점차적으로 감소하다가 마지막 4주차에서는 6.34로 급격히 감소되는 현상을 보였다.

빵가루 고물을 입히지 않은 치즈주먹밥의 pH는 Table 8에서 알 수 있듯이 저장 초기부터 2주차까지 꾸준한 감소현상을 보이다가 3주차에 6.62로 일시적 증가 현상을 보이다가 마지막 4주차부터는 6.56으로 다시 감소되는 현상을 보였다.

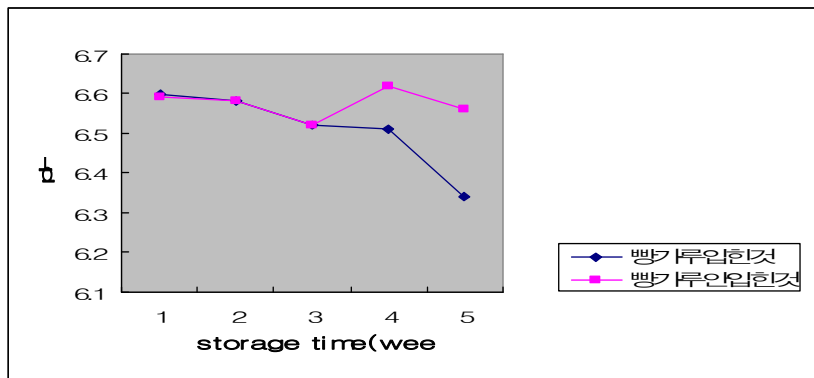


Fig. 1-15. 주먹밥의 저장기간 중 pH 변화



Table 1-16. 단무지, 오이, 맛살 김밥의 pH

	단무지	오이	맛살
zero-time	4.51	4.61	4.65
2일	4.43	4.61	4.65
5일	4.34	4.51	4.61
7일	4.35	4.56	4.60

레토르트 김밥의 재료로 사용된 단무지, 오이, 맛살의 pH는 Table 1-16에 나타내었다. 단무지, 오이, 맛살의 pH는 4.51-4.65였으며 저장 7일 동안 pH가 약간 감소하는 경향을 보였다.

## (5) 총 균수

### (가) 레토르트 주먹밥

Table 1-17에서는 4주 동안에 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥의 3반복 총균수 측정결과를 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 저장 초기인 zero-time에는 거의 미생물이 검출되지 않다가 4주까지 시간이 경과됨에 따라서 점차적으로 미생물의 수가 늘어나는 결과를 보이지만 4주까지 시간이 경과된 후에도  $10^{-4}$  부터는 아주 소량이 검출되어 4주가 경과된 후에도 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥의 상태가 양호함을 알 수 있었다.

Table 1-17. 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥의 총균수

Total plate count	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$
zero-time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1week	2	1	"	"	"	"	"	"
2week	86	8	"	3	"	"	"	"
3week	98	62	19	2	2	"	1	"
4week	TNTC	TNTC	71	7	ND	"	ND	"

ND : Not Detected

TNTC : Too Numerous To Count

Table 1-18. 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥

Total plate count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
zero-time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1week	"	"	"	"	"	"	"	"
2week	"	"	"	"	"	"	"	"
3week	5	"	"	"	"	"	"	"
4week	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	95	8	3	"

Table 1-18 에서는 4주 동안에 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥의 3반복 총균수 측정결과를 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 저장 초기인 zero-time부터 3주차까지는 거의 미생물이 검출되지 않는 양호한 상태를 보이다가 저장 4주차 부터는 미생물이 10<sup>-7</sup>까지 검출되어 주먹밥 상태가 급격히 나빠짐을 알 수 있었다.

(나) 레토르트 김밥

Table 1-19. 32℃ incubator 7일 저장 단무지 김밥

Total plate count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
zero time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2일 경과	"	"	"	"	"	"	"	"
5일 경과	2	1	"	"	"	"	"	"
7일 경과	1	ND	"	"	"	"	"	"

Table 1-20. 32℃ incubator 7일 저장 오이 김밥

Total plate count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
zero time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2일 경과	"	"	"	"	"	"	"	"
5일 경과	"	"	"	"	"	"	"	"
7일 경과	"	"	"	"	"	"	"	"

Table 1-21. 32℃ incubator 7일 저장 맛살 충무김밥

Total plate count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
zero time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2일 경과	"	"	"	"	"	"	"	"
5일 경과	"	"	"	"	"	"	"	"
7일 경과	"	3	"	"	"	"	"	"

속재료를 달리한 레토르트 김밥의 저장 중 총균수를 Table 1-19~1-21에 나타내었다. 저장 기간동안 총균수는 나타나지 않아 미생물적 품질은 매우 안전한 것으로 나타났다.

### (6) 관능검사

Table 1-22. 빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥

제품의 기호도 검사		zero-time	1week	2week	3week	4week
외관	외관	7.10±0.876	6.30±0.675	6.70±1.767	5.90±1.200	4.1±1.969
향미	냄새	6.80±0.919 <sup>a</sup>	5.70±1.060	5.90±2.079	5.50±1.18	4.5±1.958
	맛	6.90±0.876 <sup>a</sup>	6.3±0.675	6.5±1.716	6.1±1.450	6.2±1.549
조직감	조직감	7.00±1.247 <sup>a</sup>	6.20±0.919	5.8±1.932	5.0±1.491	4.6±1.430
전반적인 기호도		7.00±1.155 <sup>a</sup>	6.5±0.850	6.4±1.955	5.70±1.418	4.60±1.713

빵가루 고물을 입힌 치즈 주먹밥의 관능검사 결과를 Table 1-22에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 맛의 기호도는 4주 저장 기간동안 차이가 없는 것으로 나타나서 저장 기간중의 맛의 변화는 일어나지 않는 것으로 나타났으며 외관의 기호도와 냄새의 기호도 역시 4주 저장 기간동안에 별다른 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

이것으로 보아 조직감의 기호도를 제외한 외관의 기호도, 냄새의 기호도, 맛의 기호도, 전반적인 기호도에서 4주 저장기간 동안 주먹밥 처음의 품질이 양호하게 잘 보존됨을 알 수 있었다.

Table 1-23. 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥

제품의 기호도 검사		zero-time	1week	2week	3week	4week
외관	외관	8.10±0.578	7.20±0.422	8.20±0.632	8.20±0.632	7.10±1.197
향미	냄새	8.00±0.471	7.9±0.316	7.40±0.516	7.40±0.516	6.90±0.738
	맛	8.20±0.422	7.30±0.483	7.40±0.516	7.20±0.632	5.90±0.738
조직감	조직감	8.20±0.422	7.30±0.823	7.40±0.843	7.30±0.949	5.70±0.823
전반적인 기호도		8.30±0.675	7.40±0.516	7.20±0.421	7.30±0.483	5.80±0.632

Table 1-23에서는 고물을 입히지 않은 치즈 주먹밥의 관능검사 결과를 나타내었으며 위의 표에서 알 수 있듯이 외관의 기호도는 4주 저장기간 동안 별다른 차이를 보이지 않았으며 냄새의 기호도, 맛의 기호도, 조직감의 기호도, 전반적인 기호도는 4주 저장기간 동안 시간이 지남에 따라서 점차적으로 품질이 떨어지는 현상을 보였다. 그러나 4주의 저장 기간이 지나도 외관, 향미, 조직감, 전반적인 바람직성에 있어서 모두 양호한 것으로 나타났다.

### 요약

레토르트 김밥과 주먹밥을 제조하여 품질특성을 분석하고 저장하면서 품질의 변화를 살펴보았다. 저장주먹밥의 살균은 빵가루 고물을 입히지 않은 주먹밥과 빵가루 고물을 입힌 주먹밥 두 가지 종류로 나누어서 살균하였는데 각각의 살균 온도와 시간은 두 가지 종류의 주먹밥 모두 122℃ 30분 살균 방법으로 레토르트 살균하여 저장 실험 하였다. 주먹밥의 수분함량은 제조 후 42%에서 저장 2주 동안 약간 증가하다가 3주가 지나면서 감소하였고 색도에서 L값은 저장기간이 지나면서 점차 낮아졌다. 지방산가와 pH도 저장 기간 동안 점차 감소하였다. 총 균수는 저장 4주째부터 급격히 증가하였다. 레토르트 김밥은 속을 넣지 않는 형태로 살균이 가능하였고, 김밥의 총 균수는 저장 7일까지 나타나지 않았다.

## 3. 난각을 이용한 계란밥 제조기술

### 가. 실험 재료 및 방법

### (1) 실험재료 및 포장재료

저장주먹밥의 재료로 무세미((주)라이스텍, 씻어나온 쌀)를 사용하였고 2002년 11월산 경기 특미로 4℃ 저장고에 냉장 저장하면서 시료로 사용하였다.

이 때 사용한 retort pouch는 삼아 알루미늄(주)에서 제조한 불투명 pouch로 재질은 polyester/ aluminum/ casted polypropylene이며 크기는 130 mm×170 mm 이었다.

### (2) 난각밥의 배합비율 설정

9가지 난각밥에 들어가는 각각의 주재료와 부재료로 여러번의 반복실험을 거쳐 난각 1개 속에 들어가는 9가지 난각밥의 최종 배합비율을 설정하였다. 먼저 60 g 이상의 달걀을 선별하여 전처리 과정을 거쳐서 깨끗해진 난각을 준비한 다음 난각밥을 제조하는데 공통적으로 사용되는 재료인 백미를 약 38 g(난각용량의 1/2)을 취하여 난각안에 채워넣고 57 g의 수분을 가한 다음 123℃에서 30분간 autoclave하여 난각밥을 제조하였다. 그 결과 난각의 형태는 그대로였으나 밥이 되는 동안 밥알이 끊어 넘쳐 난각의 외각 벽면의 상태가 좋지 않았고 밥알의 색이 유지되지 않았으며 조직이 딱딱해졌다. 이러한 단점을 보완하기 위해 여러번의 실험을 반복하는 동안 백미는 약 29 g(난각용량의 약2/3), 수분은 약 46 g 가한 후 122℃ 25분간 autoclave하였을 때 난각의 형태가 그대로 유지되었으며 밥알의 색도 유지되었고 조직감도 양호하였다. 이와같은 실험결과를 바탕으로 백미를 포함한 각각의 난각밥에 들어가는 주재료를 감안하여 백미의 양은 13-23 g으로 설정하였으며 나머지는 고형물로 채워넣어 총 고형물의 함량은 약 29g, 수분함량은 46%를 기준으로 난각밥이 제조되는 과정에서 고형물의 수분이 배출되는 정도에 따라 가감하여 수분량을 결정하였다.

### (3) 난각밥 종류별 재료 및 분량

영양난각밥 - 씻어나온 쌀 13 g, 흑미 4 g, 팥 3 g, 콩2 g, 은행 2.5 g, 대추 2.5 g

양념 : 소금 0.3 g, 설탕 0.2 g, 깨소금 0.2 g, 물 19 ml

버섯난각밥 - 씻어나온 쌀 19 g, 불고기 양념 양송이, 표고버섯 7 g, 물 15 ml, 양념

녹차난각밥 - 녹차쌀 23 g, 가루녹차 3.5 g, 소금 0.35 g, 설탕 0.3 g, 가수량 22 ml

- 쇠고기난각밥 - 씻어낸 쌀 19 g, 다진 쇠고기 7 g, 가수량 18 ml 양념
- 계맛살난각밥 - 씻어낸 쌀 19 g, 다진 계맛살 7 g, 소금 0.5 g, 설탕 0.3 g, 가수 18 ml
- 치즈난각밥 - 씻어낸 쌀 18 g, cheddar process cheese 9 g, 소금 0.5 g, 설탕 0.3 g, 가수량 16 ml
- 우영난각밥 - 씻어낸 쌀 20 g, 다진 조림우영 6 g, 가수량 19 ml, 양념
- 베이컨난각밥 - 씻어낸 쌀 19 g, 다진 베이컨 7 g, 가수량 17 ml, 양념
- 도리아난각밥- 씻어낸 쌀 17 g, 피자치즈 3.5 g, 브로콜리 3 g, 하얀색 후랑크 3 g, 옥수수 2 g, 생크림 13 ml, 파슬리가루 약간, 소금 0.3 g, 설탕 0.2 g, 후추약간, 가수량 2 ml

#### (4) 난각밥의 제조

egg Cutting(60 g 이상) → 뚜껑을 열고 내용물을 빼낸 뒤 공기집 제거 → 세척 → 원곡(고형분)26 g 충전 → 가수 25 ml → 25분정도 침지 → 122℃에서 25분간 outoclave

Fig. 1-16. 난각밥의 제조

난각밥의 제조는 난각기계를 사용하여 60 g 이상 달걀의 상단부분을 지름이 2.5 cm 정도로 cutting하여 달걀 안에 내용물인 난황과 난백을 분리해내고 난각 안의 공기집을 터트린 후 흐르는 물로 3회 이상 세척하여 건조시킨 후 사용하였다. 그 다음 고형분을 계량하여 적절히 혼합한 후 난각안에 채워 넣는다. 각각의 배합비율에 맞춘 가수량에 부재료를 잘 녹인 다음 난각 안에 채워넣은 후 retort pouch에 넣어 122℃에서 25분간 autoclave하여 제조하였다.

#### (5) 난각밥의 품질특성 분석

##### (가) 일반성분, 총균수

일반성분의 분석, 색도 측정, 총균수 검사는 제 3절 가와 동일한 방법으로 하였다.

## (나) 관능검사

난각밥 9종류를 모두 제시하여 9점 척도법을 사용하여 관능검사를 실시하였으며 그 중 가장 우수한 점수를 받은 난각밥을 선정하여 한국식품연구원내 훈련된 패널과 농림부 직원을 대상으로 하여 제품의 기호도 검사를 실시하였다.

예비실험에서 지적된 문제점인 난각밥의 껍질이 잘 벗겨지지 않고 손에 달걀 껍질이 붙는 문제는 난각밥을 먹기 직전 microwave oven에 1분 정도 재가열 하였을 때 껍질이 쉽게 벗겨져 난각밥을 먹는데 느꼈던 불편을 덜 수 있었다.

그러므로 난각밥의 관능검사에서 난각밥을 제조하여 냉장온도까지 난각밥의 품온을 떨어뜨린 후 시식하기 직전 microwave oven에 1분 정도 재가열 하여 제시하였다.

## (6) 통계처리

실험의 모든 통계처리는 제3절 가의 방법으로 분석하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### (1) 일반성분

Table 1-24. 베이컨 난각밥 일반 성분 분석

	수분	조지방	조단백	조회분
베이컨 난각밥	63.0	1.8	3.7	2.2
멥쌀난각밥	50.6	1.3	3.3	0.6

관능검사 결과 가장 점수가 높았던 베이컨 난각밥의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1-24와 같다. 베이컨난각밥은 멥쌀난각밥에 비해 수분함량의 비율이 낮았고 조단백질, 조지방, 조회분의 함량은 모두 높았다. 이 결과는 베이컨의 단백질과 지방 함량의 영향일 것으로 생각된다.

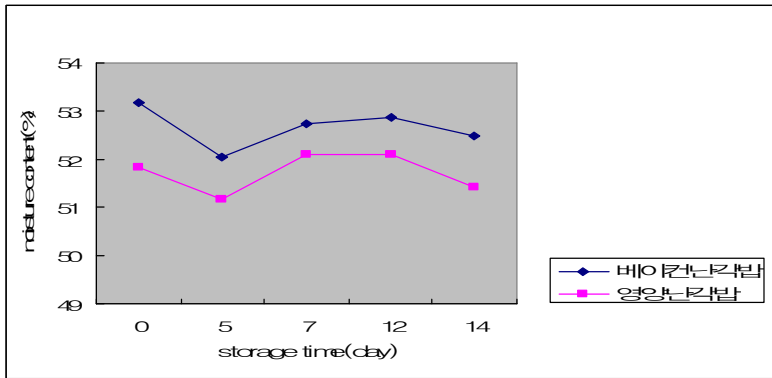


Fig. 1-17. 난각밥의 저장 중 수분함량

베이컨난각밥을 32℃ incubator에서 2주간 저장하면서 베이컨난각밥과 영양난각밥의 수분함량 변화를 측정하여 Fig. 1-17에 나타내었다. 베이컨난각밥을 제조한 직후 베이컨난각밥의 수분함량은 53.18%였으며 incubator에 보관한지 5일이 경과한 후의 수분함량은 52.05%로 감소하였고, 7일 경과 후의 수분함량은 52.86%로 약간 증가하다가 10일 이후부터는 수분함량이 감소되는 경향을 보였다. 육안으로 관찰하였을 때는 양호한 상태를 보였다.

## (2) 총균수

Table 1-25. 32℃ incubator저장 베이컨 난각밥

Total plate count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
zero time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7일 경과	2	"	"	"	"	"	"	"
14일 경과	2	2	"	"	"	"	"	"

Table 1-26. 32℃ incubator저장 영양 난각밥

Total plate count	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
zero time	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7일 경과	"	1	"	"	"	"	"	"
14일 경과	2	ND	"	"	"	"	"	"



영양 난각밥과 베이컨 난각밥의 저장 중 총균수 변화는 Table 1-25, 1-26과 같다. 32℃ incubator에서 14일동안 저장하면서 베이컨 난각밥의 미생물을 측정해본 결과 시간이 지남에 따라 미생물에서 별다른 반응을 보이지 않았음을 알 수 있었다.

달걀 껍질의 보호막 작용이 우수했음을 짐작할 수 있었고 위의 표에서도 알 수 있듯이 14일동안 저장한 베이컨 난각밥의 상태는 미생물학적으로 아무런 문제가 없음을 알 수 있다. 32℃ incubator에서 14일동안 저장하면서 영양난각밥의 미생물을 측정해본 결과 시간이 지남에 따라 약간의 수분감소만 있었을 뿐 미생물에서 별다른 반응을 보이지 않았음을 알 수 있었다.

### (3) 관능검사

Table 1-27. 난각밥 순위선정 관능검사

순위	난각밥 종류	점수
1	베이컨난각밥	7.2
2	영양난각밥	6.5
3	쇠고기난각밥	6.4
4	버섯난각밥	5.7
5	우영난각밥	5.3
6	치즈난각밥	4.8
7	도리아난각밥	4.7
8	계맛살난각밥	4.3
9	녹차난각밥	4.2

Table 1-27은 9가지 난각밥을 제조하여 9점 척도법으로 난각밥의 관능검사를 실시한 결과로 가장 우수한 점수를 얻은 난각밥을 1순위로 하여 난각밥 순위선정 결과를 나타낸 것이다. 평균점수 7.2로 가장 우수한 점수를 얻은 베이컨 난각밥은 맛과 향이 고소하다는 의견이 많았고 20-30대 연령층에서 높은 점수를 얻었다.

평균점수 6.5와 6.4로 2위와 3위인 영양난각밥과 쇠고기난각밥의 경우 점수에서는 거의 차이가 나지 않았으나 영양난각밥의 향미와 외관이 우수하다는 의견이 많았고, 치즈난각밥은 밥이 되었을 때 외관이 좋지 않다는 의견이 있었고 도리아난각밥은 기

름기가 많아서 느끼하다는 의견이 많았다.

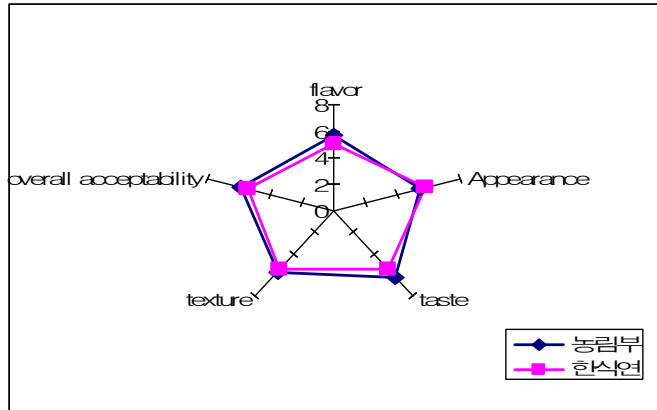


Fig. 1-18. 베이컨 난각밥 관능검사 (농림부, 한식연에서 시행)

정해진 배합비로 만들어진 베이컨 난각밥 60개씩을 관능검사 설문지와 함께 농림부와 한국식품개발연구원에서 관능검사를 실시한 결과는 Fig. 1-18에 나타내었다. 각 항목 모두 평균점수 6점 이상으로 양호한 점수를 얻었다.

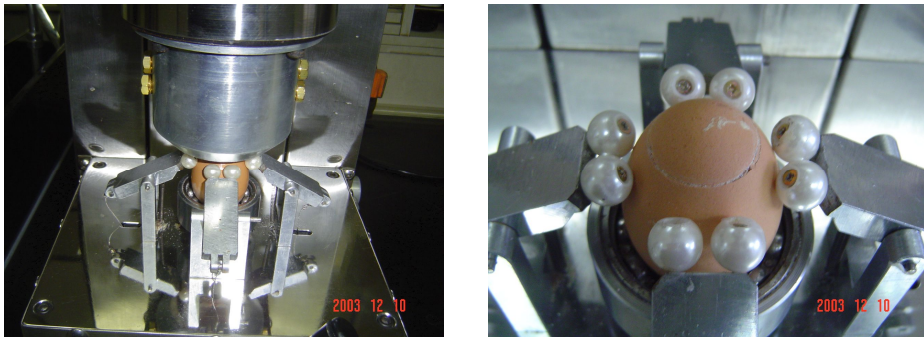


Fig. 1-19. 난각의 전처리 공정

부서명 :                      연락처 :                      이름 :                      날짜 :

본 실험은 여러 가지 종류의 난각밥에 대한 기호도 실험으로 물로 입가심을 하신 후, 왼쪽의 시료부터 평가해주시시오. 각각의 종류에 대한 귀하의 의견을 가장 잘 표현한 난에 V해주시시오.

<b>♣ 영양난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 버섯난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 녹차난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 쇠고기난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 게맛살난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 치즈난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 우영난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 베이컨 난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다
<b>♣ 도리아 난각밥</b>	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )
대단히 싫다	대단히 좋다

Fig. 1-20. 난각밥 순위결정을 위한 관능검사 sheet

## 요약

달걀의 껍질을 제거하고 이 난각을 이용하여 쌀을 넣고 레토르트 살균하여 기호식품으로 제품화 하는 기술을 개발 하였다. 먼저 9가지 종류의 난각밥을 다양한 연령층의 입맛에 맞게 제조하여 배합비율을 확정하였으며 9가지 난각밥을 모두 제조하여 9점 척도 법에 의한 순위선정 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 7.2점으로 가장 높은 점수를 받은 베이컨 난각밥이 선정되었고 베이컨 난각밥을 중심으로 일반성분 분석, 관능검사, 미생물학적 변화를 측정하였다. 일반성분 분석 결과 베이컨 난각 밥은 멥쌀 난각밥에 비해 수분함량과 섬유질의 비율은 낮았으나 당질, 조단백질, 조 지방, 조 회분 함량은 모두 높게 나타났다. 그리고 저장 중 난각밥의 품질변화를 측정하고자 32℃ incubator에서 베이컨 난각밥을 6주 동안 저장했을 때 수분함량은 제조 직후보다 약간 감소했으며 저장기간 중 총 균수에는 변화가 거의 없어 매우 안전한 상태였다. 육안으로도 향미와 외관은 양호하였다. 관능검사 결과 맛은 평균점수 8.20으로 높은 기호도를 보였고 냄새, 외관, 조직감, 전반적인 품질에서도 좋은 반응을 나타내었다. 또 난각밥을 제조한 후 3시간 정도 냉장고에 보관해 두었다가 먹기 직전 microwave oven으로 1분 정도 가열하면 손쉽게 난각을 벗길 수 있었다.

## 4. 냉동필라프 제조기술

### 가. 실험 재료 및 방법

#### (1) 실험재료 및 포장재료

냉동필라프의 재료로 무세미((주)라이스텍, 씻어나온 쌀)를 사용하였다. 부재료는 1차 보고에서 선발한 재료(피망, 양파, 당근, 소금, 후추)를 바탕으로 각 필라프 타이틀에 맞는 재료들을 추가로 선정하여 각각의 필라프를 제조하였다. 각 재료들은 분당구내 대형 마트에서 구입하였고, 김치는 ‘ㄸ’회사의 김치를 사용하여 김치의 품질을 일정하게 유지하였고 버섯과 옥수수는 건버섯과 통조림을 사용하여 냉동 시 발생할 수 있는 식품의 drip을 최소화하였다. 필라프의 종류별 재료는 다음과 같다.

Table 1-28. 육수 배합비

	Materials	Amount (gram)		Materials	Amount (gram)
닭육수	생닭	1000	버섯육수	건표고버섯	43(10개)
	마늘	70		느타리버섯	100
	양파	320		양송이	95(5개)
	파(흰부분)	40		브로컬리	156
	월계수잎	2.0 (10장)		파(흰부분)	47
	물	10000		양파	196
	후추	1.5		물	10000
	소금	1.5		소금	15
	바지락육수	바지락			-
다시마					
오징어					
무					
표고버섯					
양파					
청주					
후추					
소금					
간장					
물					

Table 1-29. 밥의 배합비

	Materials	Amount(gram)
밥	쌀	200
	육수	1500
	버터	7
	식용유	1.7
	설탕	1.0

Table 1-30. 각종 필라프 배합비

	Materials	Amount (gram)		Materials	Amount (gram)
김치필라프	김치	80	버섯필라프	표고버섯	40
	양파	40		양송이	40
	당근	40		당근	40
	피망	30		양파	40
	설탕	2.0		피망	40
	소금	1.8		무말랭이	10
	식용유	3.5		우영	10
	후추	1		설탕	2.5
				소금	2.5
		후추	1		
			식용유	3.5	
해물필라프	오징어	40	야채필라프	옥수수	30
	냉동 간 새우	30		양송이	30
	건홍합	10		무말랭이	20
	무말랭이(간장조림)	20		우영	10
	양파	40		당근	40
	당근	40		피망	30
	피망	30		양파	40
	버터	5		설탕	2.5
	설탕	2.5		소금	2.5
	소금	2.5		후추	1
	간장	2.5(1/2Ts)		식용유	3.5
	후추	1			
	백포도주	30			

## (2) 필라프 제조방법 설정 및 기호성 조사를 위한 관능검사

관능평가원은 전북대학교 식품공학과 대학원생 중 건강, 의욕, 참여 가능성, 신뢰성 등을 고려하여 10-15명 사이의 panel을 선정하여 이들에게 실험의 목적과 관능검사 방법, 필라프의 관능적 특징에 대해 잘 인지하도록 훈련시킨 후 관능평가에 임하도록 하였다. 시료에 따라 일정한 용기에 난수표(random digits)에 의해 무작위로 추출된 3자리 숫자를 표시하고, 매번 시료의 순서 및 번호를 달리하여 40℃의 물과 함께 제공하였다. 검사는 오전 10시-11시, 오후 3시-4시에 이루어졌으며, 평가내용은 외관(apperance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)로 9점척도법을 사용하여 평가하였다.

### (3) 필라프 제조방법 확립

최종 피라프의 제조방법은 다음과 같다.

① 쌀은 3~4번 정도 수세하여, 60℃ 육수에서 30분간 침지하여 찜솥(20 cm×15 cm, (주)리빙글로리)에 육수와 물의 비를 1:2로 하여 30분간 강불에서 찌 후, 팬에 버터와 식용유를 넣어 밥을 넣고, 분량의 설탕을 첨가하여 2분 30초간 빠르게 볶아낸다.

② 씻어놓은 야채는 일정한 크기(0.5 cm×0.5 cm×0.5 cm)로 잘라, 1% 소금이 첨가된 끓는 물에 양파 20초, 당근 1분, 피망을 25초 동안 데친다. 데친 야채는 물기를 제거한 후 버터 또는 식용유를 넣어 센 불에서 소금, 설탕, 후추 등과 함께 2분 30초간 볶아낸다. 해물 역시 깨끗이 씻어 일정한 크기(1 cm×1 cm×1 cm-줄어드는것 감안)로 잘라서 1% 소금이 첨가된 끓는 물에 청주 1 Tbs 넣고, 분량의 해물을 넣어 10초정도 데친다. 건홍합은 미리 미지근한 물에 불려둔다. (재료량은 Table 1-28~1-30 참고) 데친 해물은 물기를 제거한 후 달궈진 팬에 버터를 두른 후 오징어, 새우, 홍합을 넣은 후 백포도주 2 Tbs(약 30 g)을 넣고, 30초간 볶은 뒤 준비해 놓은 야채들과 혼합하여 2분 30초 동안 볶는다.

③ 육수는 분량의 재료와 물 10.000 L를 통(25 cm×23 cm)에 넣어 2시간 정도 끓여낸다.

④ 위의 ①의 볶아 낸 밥과 ②의 볶아낸 야채는 냉동 전 팬에서 가볍게 볶아낸다.

#### · Step 1(밥)

수세 (3~4번) → 침지 (60℃ 육수, 30분) → 찌기 (60℃ 육수, 30분) → 찌기(30분, 강불) → 볶기 (버터+식용유+설탕, 2분 30초) → 냉동

#### · Step 2 (야채, 해물)

재료전처리 → 불리기(표고버섯, 홍합 - 미지근한 물, 20초) → 썰기(0.5 cm×0.5 cm×0.5 cm) → 야채 데치기(1% 소금물, 양파20초, 당근 1분, 피망 25초) → 해물 데치기(1 Tbs-약15 청주, 10초) → 볶기(식용유+설탕+소금, 2분 30초) → 냉동

• Step 3(육수)

전처리 → 불리기(다시마 -미지근한 물, 10초) → 끓이기( 닭육수 2시간, 바지락\*, 버섯 육수 1시간) → 바지락 육수 - 불 끄기 5분전 청주 1 Tbs (약 15 g)

Fig. 1-22. 필라프 제조 방법

(4) 원료쌀의 일반성분 및 amylose 함량분석, pH, 호화도 측정

일반성분 분석, amylose 함량 분석, pH 및 호화도 측정은 제3절 가의 방법과 동일하게 분석하였다.

(5) 통계처리

제 3절 가의 방법과 동일하다.

나. 실험결과 및 고찰

(1) 필라프 제조방법 설정

필라프의 제조조건을 설정하기 위하여 주재료로 사용되는 쌀의 처리 조건 (물의 첨가량, 쌀 볶는 시간, 끓이는 시간, 뜸들이는 시간), 식용유(버터)의 첨가량, 조리조건 등을 달리하여 얻어진 결과를 Table 1-31에 나타내었다. 버터와 식용유는 가열 시간 및 사용 양에 있어서 많은 차이를 보였다. 식용유와 같은 양의 버터를 사용하였을 때 너무 느끼한 맛을 나타내어 관능적으로 품질이 크게 저하되었으며, 버터 양을 적게 사용하였을 때, 재료들이 타고 조리의 연속동작이 불가능하였다. 식용유만을 사용했을 경우에 조리의 연속동작이 가능해졌고 첨가되는 물의 양이 줄어들어 가열 시간이 감소되었다. 따라서 이후의 실험부터는 볶음재료로 식용유를 사용하였다. 또한 야채와 쌀을 볶을 때는 센 불에서, 끓일 때는 중 불, 뜸들일 때는 약 불에서 실험을 수행하였고, 물을 첨가할 때 소금 1.5 g, 후추는 미량 첨가하였다.



Table 1-31. Experimental conditions for the preparation of pilaff

	oil amount (g)	water amount(g)	time (min)		
			rice roasting	boiling	steaming
1	20	200	2	6.5	3
2	10	200	2	6.5	3
3	10	200	2	4.5	2.5
4	10	200	2	4	2.5
5	10	200	1.5	4.5	2.5
6	10	200	1.5	4	2.5
7	<b>10</b>	<b>150</b>	<b>1.5</b>	<b>4.5</b>	<b>2.5</b>
8	10	150	1.5	4.5	3
9	10	150	1.5	4	2.5
10	10	100	1.5	4	2.5
11	10	100	1.5	3.5	2.5

기름을 20 g 넣었을 때는 끓일 때 흡수되지 않는 물의 양이 많아 끓이는 시간이 길어지고 느끼함이 커서 볶을 때 타지 않을 정도의 양인 10 g을 기준으로 하였다. 쌀을 볶음에 따라 호화되기 시작하면서 투명해졌으며 골고루 균일하게 투명해지는데 걸리는 시간은 1.5~2분이 소요되었으나, 2분 동안 볶았을 경우에는 약간 딱딱한 조직감을 주었다. 물의 양과 끓이는 시간을 달리하여 쌀을 조리하였을 때 조직감은 물 150 g, 끓이는 시간 4.5분일 때가 가장 좋았다. 팬에 남아있는 물기를 제거하기 위한 뜸들이기는 쌀이 익는 것에 큰 영향을 미치지 않았다. 전반적으로 쌀이 익는데는 볶는 시간과 끓이는 시간의 영향이 컸다. 특히 볶을 때 쌀이 고루 익을 수 있도록 골고루 섞어주는 작업이 중요하였다. 이상의 실험 결과, 필라프 제조조건은 식용유 10g, 물 150g, 볶는 시간 1.5분, 끓이는 시간 4.5분, 뜸들이는 시간 2.5분으로 최종적으로 선정되었다.

필라프 제조용 최적 원료쌀을 선정하기 위하여 6종의 원료쌀 품종을 사용하였다. 위에서 선정된 필라프 제조조건을 사용하여 제조한 필라프의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 외관의 경우에는 미향벼가 가장 높은 값을 나타내었으나 쌀품종간에는 유

의적 차이를 보이지 않았다. 향미의 경우 미향벼가 다른 시료들과 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 이는 미향벼에서 발생하는 특유의 냄새가 관능검사요원들로부터 이취로 평가되었고 이로 인하여 맛이나 전체적인 기호도에 영향을 미친 것으로 판단된다. 맛, 조직감과 전체적 기호도에서는 백진주벼가 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며, 다음으로 신동진벼가 높은 값을 나타내었다. 따라서 관능검사 결과 거의 모든 특성에서 가장 좋은 점수를 얻은 백진주벼와 신동진벼가 필라프 제조용 쌀로 적합한 것으로 나타났다.

필라프 제조 방법에 있어서 기존의 한 단계로 이루어졌던 필라프의 제조법은 제품의 냉동시 얼음결정 생성으로 인한 품질저하, 해동 시 수분이탈로 인한 야채의 조직연화 및 밥의 조직감 상실, 관능평가 시 밥맛의 특성 저하 등의 문제점이 발생함에 따라 필라프 제조 방법의 조정과 필라프 차별화 및 고급화를 위한 방안이 요구되었다. 따라서 냉동과 장기 저장시 발생되었던 각 재료별 문제점 보강을 위해 밥과 육수, 야채의 단계로 제조 방법을 세분화하여 냉동 전에 혼합하였다. 밥의 침지는 육수 온도 30℃, 50℃, 60℃에서 30분, 60분 동안 이루어 졌고, 30℃, 50℃의 온도에서는 쌀이 육수를 완전 흡수까지의 시간이 60분정도의 시간이 소요되었고, 60℃의 온도에서는 30분으로도 충분하였다. 필라프의 밥은 찌는 방법을 선택하였는데, 냉동과 해동 후의 수분 이탈을 최소한으로 줄이기 위함이었다.

또한, 육수의 사용함으로써 각 필라프의 내용과 맛, 영양을 고려함은 물론 각 필라프를 차별화 시켰다. 먼저, 김치필라프와 야채필라프의 경우는 영양적인 면을 고려하여 닭 육수로 결정하였고, 버섯필라프는 닭 육수 사용 시에 버섯의 고유한 향이 희석되어 버섯필라프의 특징이 없어지는 경향이 있어, 버섯의 향이 충분히 배어날 수 있는 버섯을 주로 하여 육수로 사용하였고, 해물필라프는 해물 요리에 주로 육수로 사용되고 있는 해물 육수로 결정하였다.

야채의 조리에도 있어서도 데치는 방법을 추가시킴으로써 해동 시 발생되었던 식품의 drip 수를 줄일 수 있으며, 최종 필라프의 제조방법은 아래와 같다.

#### (가) 김치의 pH 조사

시중에서 구입한 ‘ㅈ’ 회사의 김치를 1주간 30℃ Incubator(Model: VS-8480SF,

Korea)에서 pH (Orion Model 330, USA)변화를 조사한 결과는 Fig. 1-23과 같다.

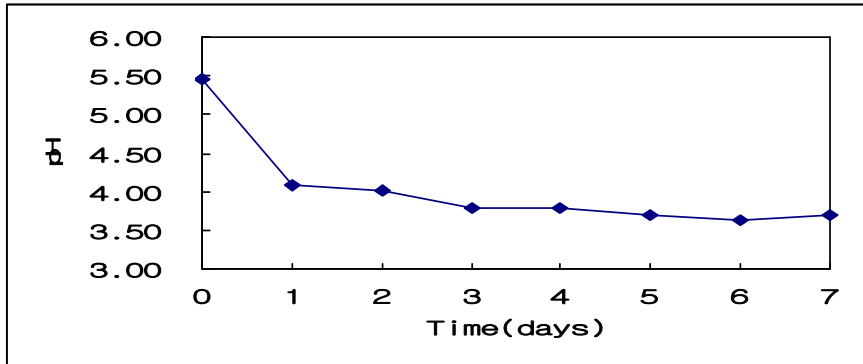


Fig. 1-23. 김치의 저장중 pH 변화

(나) 원료쌀의 일반성분 및 amylose 함량분석

필라프를 제조하기 위하여 사용되었던 6가지 원료쌀의 품종별 일반 성분은 Table 1-32과 같다. 수분함량은 9.71~10.24%, 지방함량은 0.61~1.43%, 단백질 함량은 6.66~8.20%, 회분함량은 0.45~0.72%로 시료간에 큰 차이를 가지지 않았다. Amylose 함량의 경우 풍산벼가 7.61%로 가장 높은 값을 나타낸 반면, 백진주벼에서는 검출되지 않았다. 일반적으로 멥쌀의 경우 amylose와 amylopectin이 20:80의 비율로 존재하는 것으로 보고되고 있으나 본 실험결과와는 큰 차이를 나타내었다.

Table 1-32. Proximate composition of rice grains

	Daeryp 1	Sindongjin	Backjinju	Pungsan	Yangjo	Mihyang
Moisture	9.75	10.03	10.01	9.89	9.71	10.24
Protein	8.20	6.66	7.40	7.12	6.99	6.89
Lipid	0.68	1.04	1.43	0.61	0.65	0.90
Ash	0.51	0.53	0.72	0.45	0.48	0.45
Amylose	7.27	6.76	0	7.61	5.90	6.42

### (다) 원료쌀의 호화특성

Rapid visco analyzer (RVA)로 측정된 원료쌀가루의 호화특성은 Table 1-33과 Fig. 1-24와 같다. 각 시료의 Pasting temperature(호화개시온도)는 온도가 증가함에 따라 점도가 증가하기 시작하는 온도로 미향벼가 가장 높은 72.1℃를 나타내었으나, 다른 시료들은 68.1~70.5℃의 비슷한 온도범위를 나타내었다. Peak viscosity (최고 점도)는 풍산벼가 4734(cP)로 가장 높은 값을, 백진주벼가 3061(cP)로 가장 낮은 값을 나타낸 반면, Final viscosity (최종점도)에서는 대립벼가 4482(cP)로 최고값을 나타내었고 백진주벼가 1238(cP)로 최저값을 나타내었다. 열 또는 전단력에 의한 amylopectin의 분해를 의미하는 Breakdown value는 백진주벼 (2279(cP)와 풍산벼 (2542(cP)가 노화에 저항력이 약함을 나타내었다. 전분의 노화경향을 나타내는 수치인 Setback value는 대립벼만이 +의 값을 나타내었고 나머지 시료들은 모두 -값을 나타내어 대립벼>양조벼>미향벼>풍산벼>신동진벼>백진주벼 순으로 노화경향이 클 것으로 예상되었다. Moritaka와 Yasumatsu 등은 지방질, 단백질과 전분을 중심으로 한 쌀의 노화기작을 제안하였는데 단백질에 의해 전분의 micelle 결합의 강도가 증가하고 전분의 팽윤에 대한 영향력이 감소하여 최종점도가 증가한다고 하였다. 따라서 단백질의 함량이 높은 대립벼가 Setback의 +의 값을 나타낸 것으로 생각되어진다.

Table 1-33. RVA characteristics of rice powders

	Daeryp 1	Sindongjin	Backjinju	Pungsan	Yangjo	Mihyang
Pasting temp.	70.5	69.7	68.2	70.5	68.1	72.1
Peak temp.	95.1	95.0	88.8	95.0	95.0	95.0
Peak visc.	4078	4020	3061	4734	3706	3984
Final visc.	4483	3586	1239	3378	3679	3787
Breakdown	1123	1702	2279	2542	1441	1678
Setback	404	-1433	-1823	-1357	-27	-197

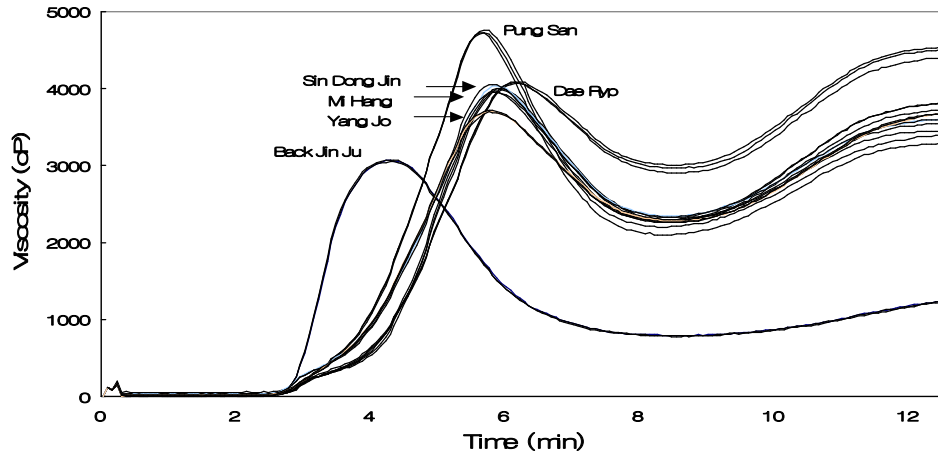


Fig. 1-24. RVA pasting curve of rice powders

(2) 관능 검사 결과

(가) 김치 필라프

Table 1-34. Effect of kimchi pH on quality of kimchi pilaff

Sample	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	5.72	6.00	6.22	6.22	6.00
B	6.44	5.77	6.78	6.11	7.06

A : pH 4.01 , B : pH 3.69

Table 1-35. Effect of the addition of leaf and trunk on quality of kimchi pilaff

Sample	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	5.78	5.56	5.22	5.67	5.11
B	5.67	6.11	6.89	6.89	7.11

A : Leaf and trunk, B : Leaf

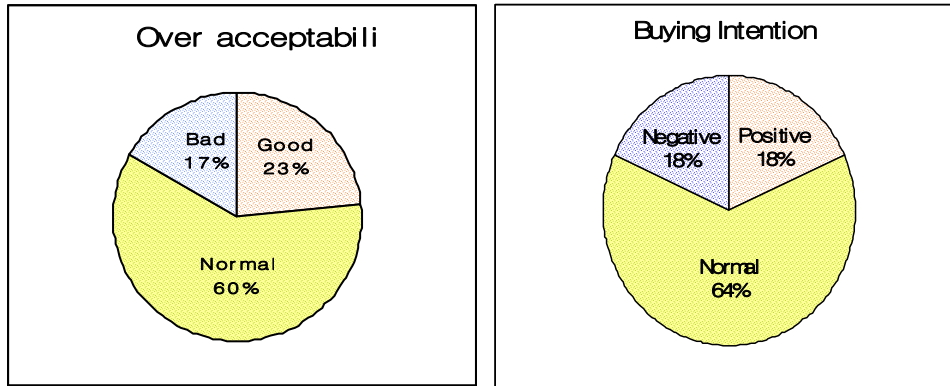


Fig. 1-25. 김치 필라프 상품성 조사

김치 필라프에 대한 관능검사 결과는 김치 숙성에 따른 관능검사에서는 Table 1-34에서 보는 바와 같이 신 김치(pH 3.69)에서 유의적인 차이를 보였으며, 김치 부위를 달리한 관능검사는 잎, 줄기, 잎+줄기를 대상으로 실시하였다. 특히, 줄기만을 사용할 경우, 고추 가루의 여분이 많이 남아 있었고, 조리과정에서 쉽게 타는 경향을 보여 관능적으로 낮은 점수를 얻었다. 따라서 관능적으로 유의적 차이를 보이지 않았던 잎과 줄기+잎을 대상으로 관능검사를 실시한 결과는 Table 1-35와 같이 잎만 사용한 경우가 우수한 품질을 유지하였다. 김치 필라프의 상품성 조사는 Fig. 1-25에 나타내었으며 전라북도 3개 대학의 식품을 전공하는 대학생 100명을 대상으로 실시하였으며, 조사 결과 김치 필라프에 대한 비교적 긍정적인 결과를 보였다.

#### (나) 해물 필라프

Table 1-36. Sensory evaluation data for seafood pilaff prepared with different stocks

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	6.37	5.79	5.84	6.21	6.37
B	5.26	5.79	6.53	5.74	5.84
C	5.42	5.26	5.63	5.16	5.53

A : Used only water, B : Manilla clam stock, C : 가쓰오부시 stock

Table 1-37. Effect of the addition of garlic on quality of seafood pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	5.80	5.60	6.40	5.70	6.00
B	6.60	6.40	6.10	6.30	6.20

A : Butter and pressed garlic, B : No addition

Table 1-38. Effect of different materials for removal of odor on quality of seafood pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	5.90	6.10	6.50	6.30	6.30
B	6.10	4.90	5.80	6.50	5.20
C	6.50	5.70	5.40	6.30	5.80

A : Ginger juice, B : Rice wine, C : White wine

Table 1-39. Effect of material size on quality of seafood pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	5.80	6.20	6.60	6.30	6.50
B	6.70	5.30	6.00	6.70	6.40

A : 0.5cm×3cm, B : 1cm×1cm

Table 1-40. Effect of ingredient ratios on quality of seafood pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	7.00	6.40	7.20	6.90	7.30
B	5.90	6.00	5.60	6.50	5.60
C	6.00	5.90	6.90	5.60	6.50

A : Seafood 80 g (Cuttlefish 40 : Shrimp 30 : Dried mussel 10) + Dried radish 20 g

B : Seafood 100 g (Cuttlefish 50 : Shrimp 35 : Dried mussel 15)

C : Seafood 90 g (Cuttlefish 50 : Shrimp 30 : Dried mussel 10) + Dried radish 10 g

시중에서 구입이 편리하고 보편적인 바지락 육수와 일식 요리에서 주로 사용되어 지는 가쓰오브시를 이용한 육수를 선택하여 제조한 해물 필라프의 관능검사결과 (Table 1-36)에서는 전반적으로 유의적 차이를 보이지 않았고, 오히려 육수를 사용하지 않은 경우 점수가 더 높게 나타나는 경향이였다,. 이는 panel들의 상당수가 해물에 대한 거부감이 많은 이유로 생각된다. 이에 대한 관능검사는 다른 panel을 선정하여 재 실시 할 필요성을 느꼈다.

마늘의 첨가는 유의적 차이를 보이지 않아 생략하였다. 그리고 해물의 비린 향 제거를 위해 서양조리에서 해물 조리 시 많이 이용되는 white wine, Rice wine 및 마늘즙을 첨가하여 비교한 결과 유의적 차이가 없었으며, 야채의 크기를 고려하여 해물의 크기는 1×1 cm(해물이 불에서 조리시 크기가 줄어드는 것을 감안)를 선택하였다. 해물 필라프에 사용한 무말랭이는 일부 냉동식품에서 식품의 텍스처 향상과 해동 시에도 수분 이탈이 적어 오랜 시간 저장 시에도 유리하고, 또한 비타민 등의 영양소가 풍부하여 많이 사용되고 있는 점을 착안하여 필라프의 품질 향상을 위해 무말랭이에 첨가하였고 무말랭이를 첨가한 시료에서 유의성이 높았다. 이는 무말랭이의 쫄깃한 조직이, 해물 필라프의 텍스처에 좋은 영향을 줌으로써 전반적으로 좋은 결과를 보인 것으로 생각된다.

최상의 해물 필라프를 제조하기 위하여 실시한 관능검사는 Table 1-40과 같다. 관능검사에 의한 해물필라프의 품질에 대한 육수의 영향은 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 맛에 있어서는 바지락 육수가 가장 좋은 것으로 나타났다. 관능검사 panel들의 해물 비린내에 대한 거부감을 최소화하기 위하여 전처리한 결과, 생강즙을 사용하였을 때가 가장 높은 점수를 나타내었으며, 해물크기에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다. 해물 필라프의 기호성을 증진시키기 위하여 기본배합에 무말랭이를 첨가시켜 본 결과 무말랭이를 첨가한 시료에서 유의적으로 우수한 품질을 보였다. 이는 무말랭이의 쫄깃한 조직이 해물 필라프의 텍스처에 좋은 영향을 줌으로써 전반적으로 좋은 결과를 보인 것으로 생각된다. 해물의 비린 향 제거를 위해 다진 마늘을 첨가한 결과 맛에 있어서는 약간의 증가를 보인 반면, 외관, 향, 조직감 및 전반적인 기호도에서는 오히려 감소하였다.



(다) 버섯 필라프

Table 1-41. Effect of the addition of stock on quality of mushroom pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	6.45	5.64	5.18	6.18	5.64
B	6.00	6.82	7.18	6.27	7.00

A : No stock, B : Mushroom stock

Table 1-42. Effect of mushroom size on quality of mushroom pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	6.20	6.00	6.50	6.50	6.30
B	6.70	5.70	6.50	6.40	5.89

A : 0.2cm × 4cm, B : 0.5cm × 0.5cm

Table 1-43. Effect of the addition of burdock and dried radish on quality of mushroom pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	7.00a	6.30a	7.20a	7.10a	7.30a
B	6.00a	5.00b	5.50b	5.60b	5.30b
C	6.50a	5.80ab	6.40ab	5.70b	6.10b

A : Burdock 10 g + dried radish 10 g

B : Non-added group

C : Burdock 5 g + dried radish 5 g

육수 사용에 따른 관능검사를 실시한 결과, 버섯 육수를 사용한 시료에서 높은 유의적 차이를 보였고(Table 1-41), 버섯 크기를 달리한 관능검사 결과에서는 Table 1-42에서 보는 바와 같이 유의적 차이를 보이지 않았다. 이는 버섯의 크기가 필라프의 품질에는 영향을 미치지 않음을 보여 줌으로써 버섯 필라프에 사용되는 버섯의 크기는 다른 야채들과 같이 0.5 cm×0.5 cm×0.5 cm 크기에 맞추기로 결정하였다. 또

우영과 무말랭이를 첨가에 따른 관능검사에서는 Table 1-43에서 보는 것처럼 우영과 무말랭이를 10 g씩 투여한 시료에서 좋은 결과를 나타냈는데, 이 경우도 해물 필라프와 마찬가지로 우영과 무말랭이의 조직감이 버섯 필라프의 품질에 전반적으로 좋은 영향을 주는 것으로 보여진다. 버섯필라프에서 사용한 우영 역시 무말랭이와 비슷한 이유에서 사용하게 되었다.

(라) 야채 필라프

Table 1-44. Effect of the addition of stock on quality of vegetable pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	6.55a	5.36b	5.73b	5.55a	5.64b
B	5.73a	6.64a	6.55a	5.82a	6.82a

A : no stock, B : chicken stock

Table 1-45. Effect of the addition of burdock and dried radish on quality of mushroom pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	6.42a	5.75a	5.25b	5.17b	5.33b
B	6.17a	5.92a	5.67ab	5.75b	6.08ab
C	6.50a	5.83a	6.75a	7.00a	6.83a
D	5.67a	5.75a	6.50a	6.25ab	6.25ab

A : Burdock 10 g + dried radish 10 g

B : Burdock 15 g + dried radish 15 g

C : Burdock 10 g + dried radish 20 g

D : Burdock 20 g + dried radish 20 g

Table 1-46. Effect of vegetable size on quality of mushroom pilaff

Sample	Apperance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
A	6.90a	6.10a	6.50ab	6.90a	6.80a
B	4.30b	4.80a	5.10b	5.40a	4.80b
C	7.10a	6.20a	7.40a	7.00a	7.00a

A : 0.5cm below

B : 0.5cm × 3cm

C : 0.5cm × 0.5cm

야채 필라프의 관능검사 결과는 Table 1-44의 육수를 달리한 관능검사의 경우 야채 필라프의 영양면 이나, 밥맛의 깊은 맛을 고려하여 닭 육수를 선정하였고, 이에 대한 결과는 위에서 보는 바와 같이 아무것도 사용하지 않은 시료에 비해 좋은 결과를 보였다. 또 앞서 언급한 필라프 들에서 좋은 결과를 보인 우영과 무말랭이를 첨가시킴으로써 Table 1-45에서 보는 바와 같이 높은 유의성을 보였다. 야채 크기를 달리한 관능검사에서는 Table 1-46에서 보는 것과 같이 두 경우에 유의적 차이는 없었으나, 다른 야채들의 크기를 고려할 때 0.5cm × 0.5cm 크기가 가장 적합할 것으로 생각된다.

#### 다. 해동 방법에 따른 노화도

육수별로 제조한 필라프의 해동방법 (자연해동과 전자렌지 해동)에 따른 노화도는 Fig. 1-26과 같다.

동결된 시료들은 동결 저장 중에도 노화가 계속 진행되고 있음을 볼 수 있는데, 저장 1일 짜 렌지 해동의 노화도를 보면, 닭 육수 4%, 바지락 육수 9%, 버섯 육수 4%로 바지락 육수가 다른 육수에 비해 노화 정도가 빠름을 볼 수 있다. 해동 방법에 따른 노화도를 살펴보면, 육수의 종류 및 저장 기간에 상관없이 자연 해동과 고주파수를 이용한 해동의 노화도 값은 큰 차이를 보이지 않았다.

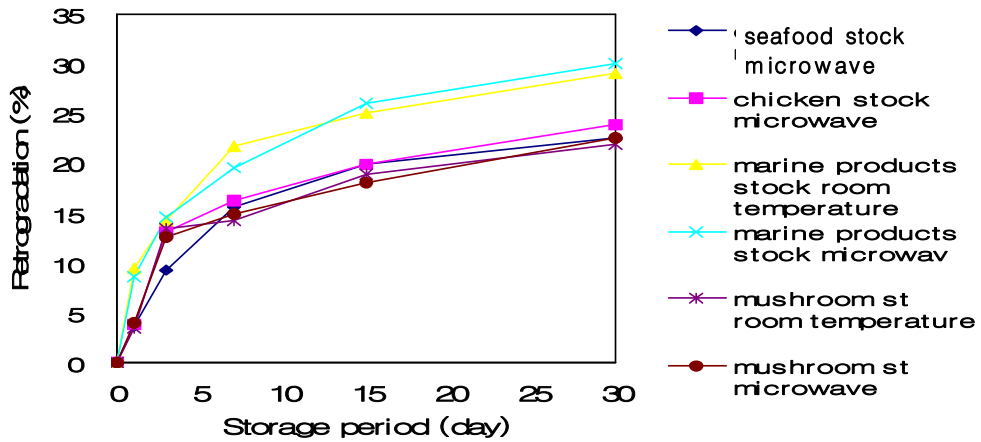


Fig. 1-26. Effect of thawing methods on the degree of retrogradation of pilaff

#### (4) 포장재 종류에 따른 필라프의 품질특성

##### (가) 포장재에 따른 노화도

포장식품의 품질변화는 세 가지 군으로 나눌 수 있다. 첫째가 포장환경, 저장조건, 유통조건으로서 빛, 온도환경, 해충, 이물질 등의 혼입이 원인이 된다. 둘째가 식품 자체의 변화로서 효소 등의 자기소화, 영양적인 식품의 질 저하, 또는 맛의 변화를 들 수 있고, 세 번째는 포장 재료의 성질로 투혼성, 가스투과성, 내한성, 내유성, 내열성 등으로 인한 것들이 그 요소가 된다. 따라서 3가지의 서로 다른 포장재료(PE, PP, ON)를 이용하여 90일 동안 저장하며 노화도를 측정된 결과는 다음과 같다. 필라프 마다 약간의 차이는 있으나, 대체적으로 PE가 다른 포장재에 비해 노화도가 낮게 나타났으며, PP는 높은 값을 보였다. 저장 기간에 따른 노화도는 30일 까지 급격하게 증가하다 50일 이후부터 완만해졌다.

필라프 종류에 따른 노화도는 위에서와 마찬가지로, 바지락 육수를 쓴 해물 필라프가 (50일째, 49%) 다른 필라프(50일째, 김치 30%, 버섯 27%, 야채 33%)에 비해 높은 노화도 값을 나타내었다

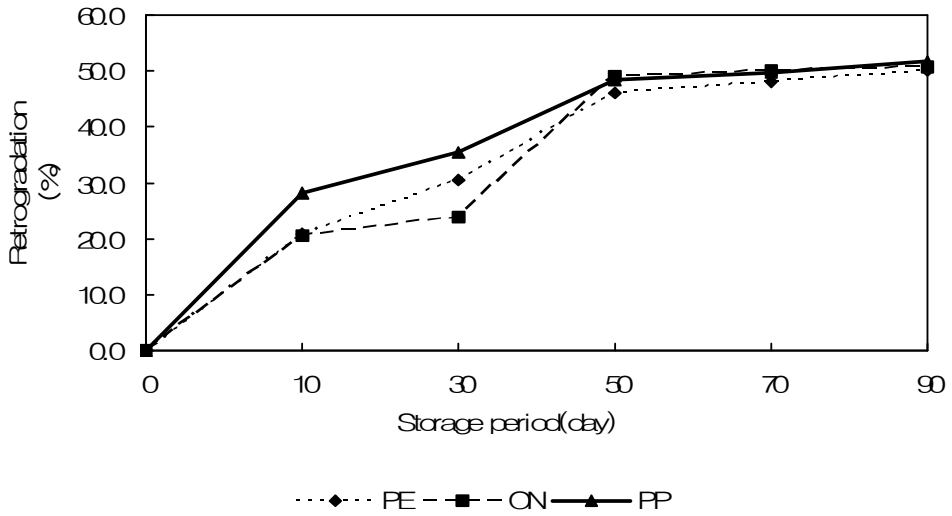


Fig. 1-27. Changes in degree of retrogradation of seafood pilaff during storage period

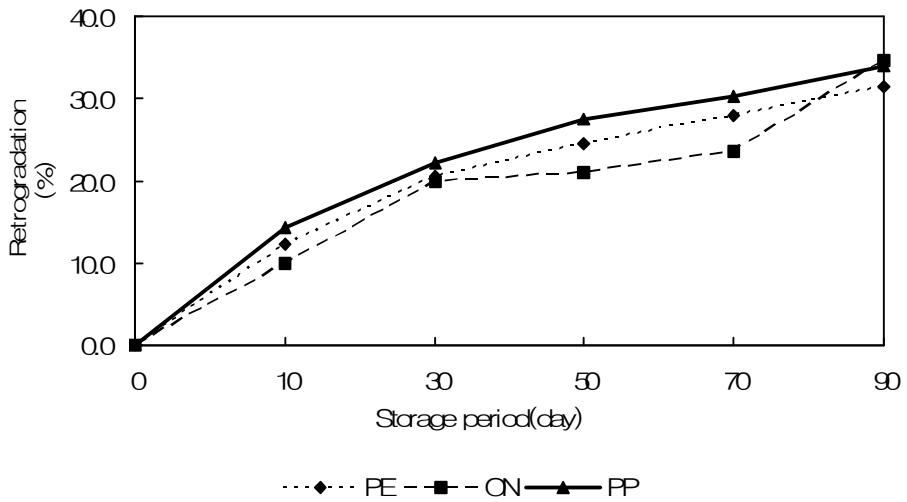


Fig. 1-28. Changes in degree of retrogradation of mushroom pilaff during storage

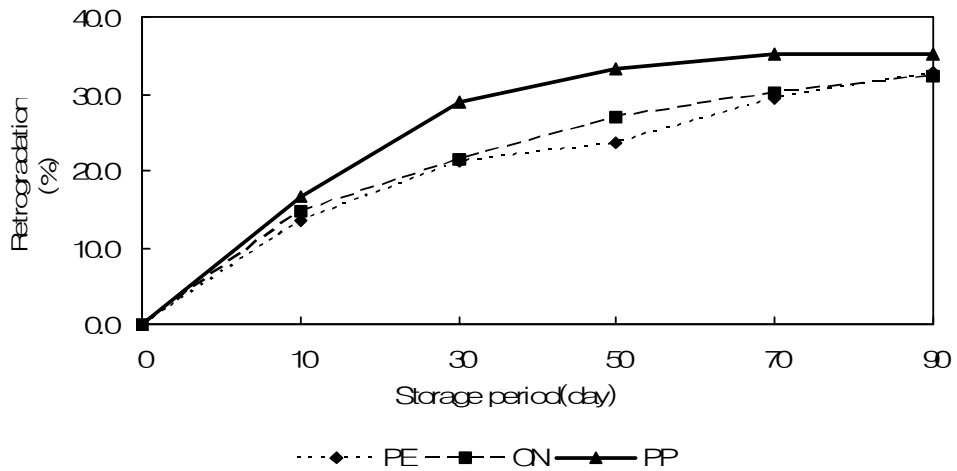


Fig. 1-29. Changes in degree of retrogradation of vegetable pilaff during storage period

#### (나) 포장재에 따른 관능검사

포장재별 필라프에 대한 관능검사는 비교군이 많은 관계로 필라프 각각의 포장재만을 서로 비교하였고, control은 저장 0일의 필라프로써 저장 기간 동안의 필라프들의 변화정도를 비교하기 쉽도록 7점의 점수를 임의로 제시하여, 저장기간 동안의 각각의 필라프들과 비교하도록 하였다.

결과는 아래 Table 1-47~1-50과 같다. Control과 비교하였을 때 외관과 향은 저장기간이나 포장재에 대한 큰 차이를 보이지 않았으나, 조직감과 전체적인 기호도에 PE가 높은 값을 나타내고, PP는 유의적으로 낮게 나타났다. 이것은 포장재에 따른 노화도 변화와 유사한 경향을 보인다. 이상의 결과를 보면, 필라프의 종류에 따라 다소 차이는 있지만, 노화도가 증가할수록 전체적인 기호도가 떨어짐을 볼 수 있다. 또한 PE를 이용하여 포장한 필라프의 관능적 특성이 우수함을 볼 수 있다. 따라서 PE를 이용한 냉동포장이 가장 좋을 것으로 생각된다.

Table 1-47. Effect of packaging material on quality of kimchi pilaff during storage period

	Storage period(day)	Control	PE	ON	PP
Appearance	10	7.00a	6.17b	6.67ab	6.25b
	30	7.00a	6.24a	6.39a	6.21a
	50	7.00a	6.38ab	6.38ab	6.30ab
	70	7.00a	6.25ab	6.20ab	6.25ab
	90	7.00a	6.21ab	6.29ab	6.23ab
Flavor	10	7.00a	6.25ab	6.17b	6.25ab
	30	7.00a	6.32a	6.10a	6.22a
	50	7.00a	6.21ab	6.28ab	6.11ab
	70	7.00a	6.27ab	6.15ab	6.30ab
	90	7.00a	6.14ab	6.15ab	6.18ab
Taste	10	7.00a	6.42ab	5.92b	5.92b
	30	7.00a	6.39a	6.13a	6.03ab
	50	7.00a	6.40a	6.22a	5.90ab
	70	7.00a	6.38a	6.00a	5.86ab
	90	7.00a	6.31ab	5.89b	5.57b
Texture	10	7.00a	6.58a	5.92b	5.50b
	30	7.00a	6.35ab	5.85b	5.58b
	50	7.00a	6.24a	5.49b	5.22b
	70	7.00a	6.21ab	5.67b	5.27b
	90	7.00a	6.12a	5.21b	5.13b
Oveall acceptabiliy	10	7.00a	7.75a	7.08a	7.25a
	30	7.00a	6.66a	6.35a	6.48a
	50	7.00a	6.66a	6.21ab	6.21ab
	70	7.00a	6.5ab	6.21ab	5.94b
	90	7.00a	6.24ab	6.00ab	5.45b

PE: Polyethylene film, ON: Oriented Nylon, PP: Polypropylene film

Table 1-48. Effect of packaging material on quality of sea food pilaff during storage period

	Storage period(day)	Control	PE	ON	PP
Appearance	10	7.00a	6.36ab	6.18b	6.00b
	30	7.00a	6.33ab	6.33ab	6.05b
	50	7.00a	7.00a	6.98a	7.00a
	70	7.00a	6.65ab	6.36ab	6.36ab
	90	7.00a	6.56ab	6.36ab	6.40ab
Flavor	10	7.00a	6.46ab	6.09b	5.27c
	30	7.00a	6.98a	6.98a	7.00a
	50	7.00a	6.62a	6.10ab	6.00ab
	70	7.00a	6.65a	6.30ab	6.30ab
	90	7.00a	6.36ab	6.30ab	6.05ab
Taste	10	7.00a	5.82b	6.55ab	5.91b
	30	7.00a	6.98a	6.00ab	6.36ab
	50	7.00a	7.00a	6.65a	6.65a
	70	7.00a	6.62a	6.36ab	6.18ab
	90	7.00a	6.75a	6.38a	5.50ab
Texture	10	7.00a	5.91b	6.36ab	6.00b
	30	7.00a	6.36ab	6.22ab	6.30ab
	50	7.00a	6.67a	6.75a	6.65a
	70	7.00a	6.90a	6.15b	6.36ab
	90	7.00a	6.25ab	6.25ab	6.00ab
Oveall acceptability	10	7.00a	6.00b	6.60a	6.00b
	30	7.00a	6.50a	6.15ab	6.36ab
	50	7.00a	6.90a	6.36ab	6.60a
	70	7.00a	6.67a	6.30ab	6.36ab
	90	7.00a	7.00a	6.00b	6.00b

PE: Polyethylene film, ON: Oriented Nylon, PP: Polypropylene film



Table 1-49. Effect of packaging material on quality of mushroom pilaff during storage period

	Storage period(day)	Control	PE	ON	PP
Appearance	10	7.00a	6.00ab	6.00ab	5.50b
	30	7.00a	7.00a	6.90a	5.10b
	50	7.00a	6.60a	6.36ab	6.36ab
	70	7.00a	6.60a	7.00a	6.60a
	90	7.00a	6.12ab	6.00ab	6.12ab
Flavor	10	7.00a	6.60ab	5.40c	6.00bc
	30	7.00a	6.89a	6.11ab	6.60a
	50	7.00a	6.22ab	6.78a	5.72a
	70	7.00a	6.44ab	5.72b	6.20ab
	90	7.00a	6.33ab	6.67ab	6.42ab
Taste	10	7.00a	6.70a	5.60b	5.90b
	30	7.00a	6.08a	6.25ab	6.00ab
	50	7.00a	6.67a	6.33ab	6.42ab
	70	7.00a	6.63a	6.25ab	6.12ab
	90	7.00a	6.50a	6.13ab	5.88b
Texture	10	7.00a	6.00b	5.80b	6.40ab
	30	7.00a	6.75a	6.38a	5.50ab
	50	7.00a	6.00a	6.05a	6.22a
	70	7.00a	5.75a	5.50a	5.00a
	90	7.00a	5.70b	5.60b	5.60b
Oveall acceptability	10	7.00a	6.80a	5.50b	5.60b
	30	7.00a	6.63ab	6.12ab	4.88b
	50	7.00a	5.88a	5.75a	5.88a
	70	7.00a	6.50ab	3.63c	5.75b
	90	7.00a	6.88a	6.13ab	5.50b

PE: Polyethylene film

ON: Oriented Nylon

PP: Polypropylene film

Table 1-50. Effect of packaging material on quality of vegetable pilaff during storage period

	Storage period(day)	Control	PE	ON	PP
Appearance	10	7.00a	6.80ab	6.40b	6.70ab
	30	7.00a	6.50a	6.53a	6.67a
	50	7.00a	6.90a	6.74a	6.36ab
	70	7.00a	6.50a	6.14a	6.66a
	90	7.00a	6.00a	6.29a	6.15a
Flavor	10	7.00a	6.60a	6.40a	6.60a
	30	7.00a	6.70ab	6.50ab	6.36ab
	50	7.00a	6.67ab	6.48ab	6.12ab
	70	7.00a	6.63ab	6.33ab	6.46ab
	90	7.00a	6.51ab	6.20ab	6.03ab
Taste	10	7.00a	7.00a	6.60ab	5.70b
	30	7.00a	6.81a	6.42ab	5.48b
	50	7.00a	6.63ab	6.77ab	5.25b
	70	7.00a	6.72ab	6.60ab	5.43b
	90	7.00a	6.58ab	6.43ab	5.85b
Texture	10	7.00a	6.30b	5.50c	6.80ab
	30	7.00a	6.62ab	6.32ab	5.53b
	50	7.00a	6.50ab	6.93a	5.67b
	70	7.00a	6.55ab	6.48ab	5.50b
	90	7.00a	6.51ab	6.49ab	5.17b
Oveall acceptability	10	7.00a	7.00a	6.70ab	6.00b
	30	7.00a	6.53ab	6.36ab	5.55b
	50	7.00a	6.60ab	6.75ab	5.49b
	70	7.00a	6.48ab	6.40ab	5.74b
	90	7.00a	6.81a	6.42ab	5.53b

PE: Polyethylene film

ON: Oriented Nylon

PP: Polypropylene film

## (5) 필라프의 저장 중 품질특성

### (가) 필라프의 저장 중 Texture 변화

Table 1-51. Texture properties of pilaff during storage period

	storage (day)	Hardness (g)	Adhesiveness (g)	springiness (g/s)	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Kimchi pilaff	0	4348	-158	0.99	0.36	5062754	476
	30	4134	-158	0.98	0.30	1234	1245
Seafood pilaff	0	6119	-161	0.94	0.39	4051294	899
	30	6178	-16	0.97	0.48	2530	2666
Mush- room pilaff	0	2785	-149	0.98	0.37	2875960	359
	30	5442	-36	0.94	0.39	2233	1931
Vege- table pilaff	0	4054	-68	0.91	0.40	4834258	445
	30	5671	-14	0.90	0.47	2661	2393

저장 기간에 따른 필라프의 조직 특성 결과를 Table 1-51에 나타내었다. 위 결과에서 보면, 관능적 평가의 끈기와 관련이 있는 부착성(Adhesiveness)과 응집성(Cohesiveness)은 저장 기간이 길어질수록 높아졌다. 탄력성(Springiness)은 저장 기간별 변화가 거의 없으며, 견고성(Hardness)은 야채와 버섯 필라프가 크게 증가하고, 김치와 해물은 거의 변화가 없었다. 접착성(Gumminess)은 크게 감소하고 씹힘성(Chewiness)은 크게 증가하였다. 특히, 견고성(Hardness)의 경우 해물 필라프가 다른 필라프에 비해 초기 값이 높게 나타났는데, 이는 노화도에서 해물 필라프가 높은 값을 보였던 것과 관련이 있는 것으로 생각되어진다.

일반적으로 밥을 장기저장 할 경우, 부착성(Adhesiveness)은 증가하고 탄력성(Springiness)은 감소하는 경향을 보이는데, 필라프 역시 밥과 마찬가지로 부착성(Adhesiveness)은 증가하였으나, 탄력성은 거의 변화가 없거나 약간 증가하는 등 장기 저장으로 인한 품질의 변화가 크게 나타나지 않았다. 따라서 외관상 보여 졌던 것과 마찬가지로 기계적인 측정에서 역시 필라프의 품질이 우수한 것으로 생각된다.

(나) 저장 기간에 따른 pH 변화

노화는 주로 수소결합에 의한 분자의 회합에 의하여 이루어지므로 수소이온의 농도에 의해서 영향을 받게 되는데 pH 7이상의 알칼리에서는 노화를 억제하며, 중성에서는 노화 속도에 영향을 주지 않으며, 산성에서 노화를 촉진하는 것으로 알려져 있다. 각 필라프의 저장 기간에 따른 노화도 측정 시 해물 필라프가 다른 필라프에 비해 노화도 값이 높게 나타나(Fig. 1-30 참고) pH와의 상관성을 살펴보았다. 아래 그림에서 보면, 저장 기간동안 각 필라프의 pH 변화가 거의 없는 것으로 나타났으며, 김치 필라프의 경우 김치 발효 중에서 생성되는 젖산에 의해 다소 낮은 pH 값을 보였다. 따라서 해물 필라프의 노화정도는 pH와 상관관계가 없으며, 수분함량이나 염류 또는 ion에 의한 영향에 의한 것으로 생각된다.

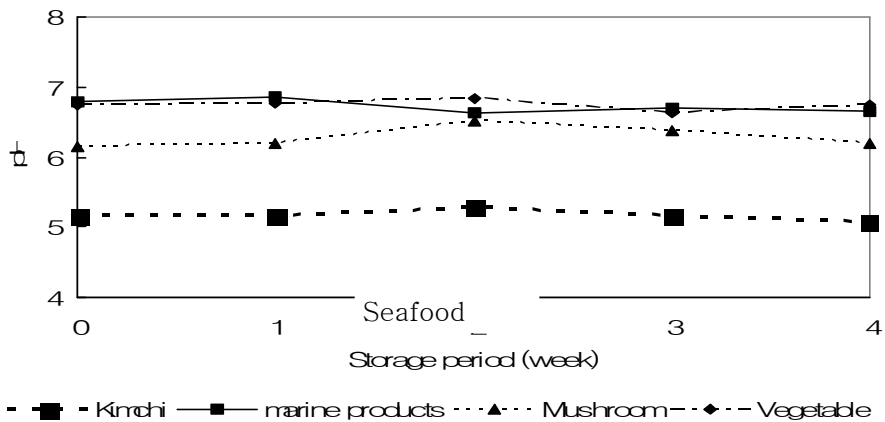
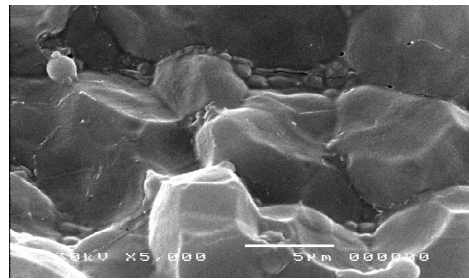
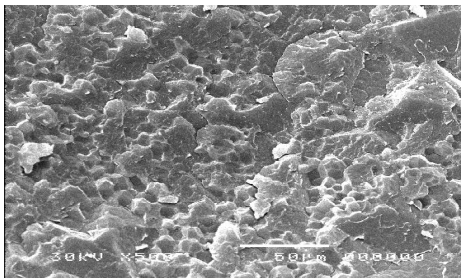


Fig. 1-30. Changes in pH of pilaff during storage period

(다) 저장 중 미세구조 변화

저장 기간에 따른 필라프의 미세구조를 살펴본 결과 아래 Fig. 1-31과 같다. 쌀의 단면도를 500배, 5000배에서 관찰 했을 때 다각형 형태를 유지하고 있는 개개의 전분 입자들을 관찰 할 수 있었고, 냉동 필라프의 단면도를 살펴 본 결과, 필라프의 중

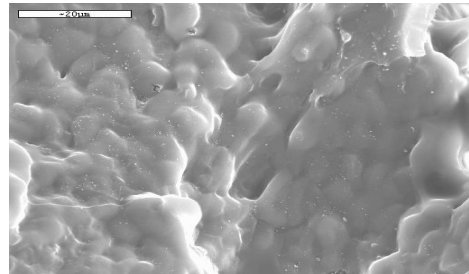
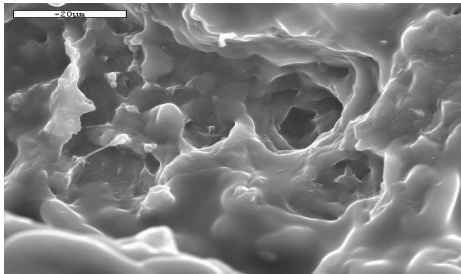
류에 관계없이, 취반 직 후 필라프의 상태는 대부분의 전분은 호화되어 두꺼운 막을 형성하고 스폰지와 같은 구조를 나타냈고, 저장 30일 쯤도 이와 유사한 모습을 보이고 있다. 이는 관능검사 결과에서 저장 기간에 따라 큰 관능적 차이를 보이지 않은 것과 관련이 있는 것으로 보여, 필라프의 품질 특성이 크게 변화되지 않은 것으로 생각된다.



Scanning electron micrographs( $\times 5000$ ) of rice

0 Day

30 Day



Kimchi pilaff

Fig. 1-31. 냉동 김치필라프의 저장 중 미세구조



Kimchi pilaff



Sea food pilaff

Fig. 1-32. microwave oven에 해동된 냉동필라프

#### 요약

냉동 필라프 제조 기술 확립을 위해 4종류의 냉동 필라프의 밥, 육수, 소스의 배합비를 확정된 후 품질 특성을 분석하고 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 김치 필라프는 긍정적인 반응을 보였고 해물 필라프의 경우 기호성을 증진시키기 위해 마늘과 무말랭이를 첨가하였는데 무말랭이를 첨가한 것은 전반적으로 좋은 반응을 얻었으며 마늘을 첨가한 것은 맛에 있어서는 약간의 높은 점수를 얻은 반면 외관, 향, 조직감, 전반적인 기호도에서는 오히려 낮은 점수를 얻었다. 버섯필라프와 야채필라프도 좋은 반응을 얻었으며 해물 필라프에서와 같이 마늘과 무말랭이의 첨가가 더 높은 유의성을 보였다. 육수별로 제조한 필라프의 해동방법(전자렌지 해동과 자연해동)에 따른 노화도 측정에서 육수의 종류 및 저장 기간에 상관없이 자연해동과 전자렌지를 이용한 해동의 노화도 값은 큰 차이를 보이지 않았다. 육수에 따른 노화도 실험 결과, 바지락 육수가 닭 육수, 버섯 육수에 비해 노화가 빠르게 일어났고, 그 값도 높았다. 포장재에 따른 저장 실험 결과, PE가 다른 포장재에 비해 낮은 노화도 값을 나타내었다.

## 5. 전자레인지용 즉석뉘밥류 제조기술

### 가. 실험 재료 및 방법

#### (1) 실험재료 및 포장재료

실험에 사용한 쌀은 (주)라이스텍의 씻어나온 쌀을 사용하였다. 전자레인지는 삼성 전자레인지(RE-IH 700)을 700W로 고정하여 사용하였고, 취반용기는 원통형의 Lock&Lock용기를 사용하였다.

포장재료는 제3절 가에서 사용한 것과 동일하다.

#### (2) 뉘밥의 제조

##### (가) 포장밥의 제조

무세미를 자동전기보온밥솥에 담아 원료쌀 무게의 각각 동량, 1.2배, 1.4배에 해당하는 취반수를 가하여 각각 10분, 15분, 20분 취반 후 수분함량이 균일하게 분포되도록 한 후 헛반 용기에 밥을 200g 충전하여 사용하였다. 이렇게 포장한 밥은 700W의 출력과 2450MHz 주파수의 전자레인지를 이용하여 가열하였다.

##### (나) 뉘밥소스 제조

###### ① 쇠고기뉘밥 소스제조(2인분)

본 실험에 사용한 쇠고기 뉘밥의 제조공정은 다음과 같다. 기본배합은 쇠고기 16%, 야채류(버섯, 양파, 파) 15%, 계란 10%, 조미원료 8%, 육수40%로 하였다.

· 재료 ; 밥2공기, 쇠고기80 g, 만가닥20 g, 양파50 g, 실파5 g, 김, 달걀2개, 무순, 뉘밥국물 (멸치국물1컵, 맛술1T, 설탕 2t, 진간장3T)

###### · 제조방법

㉠ 쇠고기는 한입 크기로 얇게 저며 썰고(샤브샤브용이나, 얇은 불고기감), 만가닥 버섯은 밑등을 잘라내고 씻어 가닥가닥 떼어놓는다.

㉡ 양파는 곱게 채썰고 실파는 4~5 cm길이로 썬다.

㉢ 달걀은 잘 풀어놓고 무순은 씻어 물기를 뺀 다음 김은 후라이팬에 기름 두르지 말고 구워 가위로 가늘게 채썬다.

㉣ 냄비에 분량의 뉘밥국물을 넣고 살짝 끓으면 거품을 걷어내고 끓는 국물에 준비

된 버섯, 양파, 실파를 넣고 중간정도 익으면 쇠고기를 넣어 살짝 익힌다.

㉞ ㉝의 재료에 풀어놓은 달걀을 국물 위에 고루 끼얹어(휘젓지 말고 그대로 둔다) 부드러운 느낌이 들도록 절반정도 익힌다.

㉟ 국물간을 보아 양을 조절해 가며 밥에 얹고 무순, 채썬 김을 얹어 완성한다.

## ② 오징어덮밥 소스제조(2인분)

· 재료 : 밥 2공기, 오징어 1마리, 애호박 4 cm 길이 1/2토막, 대파 8 cm, 풋고추 1개, 붉은 고추 1개, 양파 1/3개, 양배추 100g, 식용유 1큰술, 육수나 물 50 cc, 소금, 후춧가루, 양념(간장 2큰술, 설탕 2/3큰술, 마늘 다진 것 1/2큰술, 생강즙 약간, 술 1큰술, 후춧가루, 고춧가루 1큰술, 참기름 1/2큰술),

### · 제조방법

㉑ 오징어는 몸통을 반 갈라서 내장을 빼내고 껍질을 벗겨 깨끗이 씻는다. 5 cm 길이 1 cm 폭으로 채썬다.

㉒ 호박은 씨 부분은 저며내고 오징어와 같은 크기로 썬다.

㉓ 대파는 4 cm 길이로 어슷하게 썰고, 풋고추와 붉은 고추도 어슷하게 썰어서 물에 헹귀 씨를 털어낸다.

㉔ 양파는 채썰고, 양배추는 1 cm 폭 4 cm 길이로 썬다.

㉕ 불에 양념장 재료를 넣고 섞어 반은 덜어 놓고 오징어를 넣고 버무려 놓는다.

㉖ 팬에 식용유를 두르고 양파, 양배추를 넣고 볶다가 양파가 반 정도 익으면 대파와 고추, 호박을 넣고 볶다가 양념장을 넣고 볶아 한쪽으로 밀어 놓고 양념장에 버무려 놓은 오징어를 넣고 볶다가 오징어가 익으면 야채와 섞어 국물을 붓고 한 소끔 끓여서 소금과 후춧가루로 간을 맞춘다.

㉗ 접시에 밥을 담고 오징어 볶은 것을 얹는다.

## (3) 전자레인지용 즉석덮밥의 품질특성 분석

각종 덮밥의 일반성분 분석 및 색도 측정은 제 3절 가와 동일한 방법으로 분석하였다.



### (가) 조직감

포장밥의 조직감은 Texture Analyzer XT-RA Dimension V3.7을 이용하여 TPA test를 실시하였다. 시료는 cell에 12g 씩 담아 수분증발을 최소화 하기 위해 밥을 한 후 20분 이내에 측정하였다. 측정 조건은 Table 1-52와 같다.

Table 1-52. 레토르트 미반의 조직감 측정 조건

Mode	Measure force in compression
Option	Return to start
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test-speed	0.5 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
Distance	4.0 mm/s

### (나) 관능검사

모든 시료는 sample을 만든 후 30분 이내에 포장밥과 소스를 각각 다른 용기에 제시하였으며 9점 척도법으로 강도 검사와 기호도 검사를 실시하였다. 패널은 한국 식품연구원내 훈련된 연구원 52명을 대상으로 하였으며 9점 척도법에 의한 기호도 검사를 실시하였다.

### (다) 저장실험

덮밥은 포장밥과 소스를 각각 레토르트하여 실온에 3달간 저장하였으며 성분 분석과 총균수 검사를 위해 검사 직전 microwave oven에서 2분간 재가열 하였다.

## (4) 통계처리

제 3절 가와 동일한 방법을 사용하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### (1) 레토르트 살균조건과 microwave 재가열 조건 설정

전자레인지용 즉석 덮밥의 가열 살균시간별 생존균수를 측정하기 위해 밥을 전기

밥솥에서 취반한 후 180 g을 레토르트 용기에 담아 레토르트 시킨 후 microwave oven에 재가열하였다. 즉 쌀 200 g을 전기밥솥에서 10분, 15분, 20분간 취사하고 121℃ autoclave에서 20분간 살균하여 제조방법을 확정한 소스를 부어 각각을 모두 microwave oven에서 시간별로(1분, 2분간) 재가열하였다. 그리고 관능검사와 조직감 등 품질분석을 통해 가장 우수한 sample을 확정하였다.

## (2) 일반성분

### (가) 수분

#### ① 레토르트미반

Table 1-53. 레토르트 미반의 수분함량

Sample	수분함량
115℃40분, 가수량0	30.24±1.07
115℃40분, 가수량0.5배	57.73±2.91
115℃40분, 가수량1배	65.51±1.30
115℃50분, 가수량0	29.90±0.52
115℃50분, 가수량0.5배	49.95±1.40
115℃50분, 가수량1배	62.25±1.41
120℃20분, 가수량0	28.25±0.39
120℃20분, 가수량0.5배	53.48±1.93
120℃20분, 가수량1배	61.42±0.76
120℃30분, 가수량0	27.58±0.48
120℃30분, 가수량0.5배	53.57±2.95
120℃30분, 가수량1배	60.87±0.36

각 레토르트 온도 및 시간 별 레토르트미반의 수분함량은 Table 1-53에 나타내었다. 모든 온도대에서 가수를 하지 않고 레토르트 한 미반은 대부분 밥이 되지 않고 밥알이 딱딱한 상태였으며 115℃, 50분에 1배의 가수를 한 것, 120℃, 20분에 1배의 가수를 한 레토르트 미반의 상태가 가장 좋은 것으로 나타났다. 쌀원곡의 수분함량은 14.37%, 60℃에서 20분간 침지한 후에 쌀의 수분함량은 37.73%였다.

Table 1-54. 쇠고기덮밥 소스의 수분함량

	동량	1.2배	1.4배
취반10분	51.77±0.48	64.17±2.80	59.32±0
취반10분,mw 1분	50.18±0.03	58.07±0.23	54.66±0.95
취반10분,mw 2분	45.90±0.86	44.88±1.83	50.54±1.10
취반15분	51.78±0.01	61.95±0.26	59.23±0.14
취반15분,mw 1분	50.00±0.24	56.26±0.15	54.93±0.56
취반15분,mw 2분	45.66±0.74	50.78±2.99	51.86±1.32
취반20분	52.89±0.83	68.56±1.91	59.28±1.66
취반20분,mw 1분	53.36±0.25	55.23±0.87	54.82±0.30
취반20분,mw 2분	48.77±0.05	52.12±0.86	48.97±1.49

Table 1-55. 쇠고기덮밥의 수분함량

	동량	1.2배	1.4배
취반10분	55.20±0.59	63.12±1.37	65.79±0.72
취반10분,mw 1분	50.85±0.58	57.77±0.45	64.54±0.62
취반10분,mw 2분	47.80±0.62	54.13±1.40	57.73±0.67
취반15분	54.85±0.85	63.48±0.89	65.16±0.26
취반15분,mw 1분	54.15±0.04	58.56±1.25	62.68±1.17
취반15분,mw 2분	48.85±0.38	54.99±0.18	57.69±2.36
취반20분	57.28±0.23	65.06±1.14	68.04±0.21
취반20분,mw 1분	55.76±0.48	63.16±0.08	68.31±1.22
취반20분,mw 2분	51.45±0.95	57.79±0.93	60.66±0.75

Table 1-56. 각종 덮밥의 일반성분

		쇠고기덮밥소스	카레덮밥소스	오징어덮밥소스
Moisture	(%)	77.13	82.35	72.66
Energy	(Kcal)	123	125	130
Protein	(%)	13	2.5	10
Lipid	(%)	5	3.8	5
Carbohydrate	(%)	14	10.1	11
Ash	(%)	3.2	1.6	2.7
pH		6.2	5.6	6.9

각 덮밥류의 일반성분은 Table 1-56에 나타내었다. 수분함량은 쇠고기덮밥이 77.13%, 카레덮밥은 82.35%, 오징어덮밥은 72.66%로 카레덮밥의 수분함량이 가장 높았으며 조단백질 함량은 카레덮밥 소스가 쇠고기덮밥 소스와 오징어덮밥 소스보다 낮았다.

## ②microwave밥

Table 1-57. 레토르트 쇠고기덮밥 수분

	동량	1.2배	1.4배
취반10분	50.20±0.39	64.14±0.26	61.77±0.48
취반10분,mw 1분	48.21±0.38	56.27±0.14	61.47±0.61
취반10분,mw 2분	47.72±0.37	53.35±0.89	59.21±0.69
취반15분	52.85±0.34	64.48±0.21	65.36±0.21
취반15분,mw 1분	51.15±0.12	59.63±1.52	62.38±0.17
취반15분,mw 2분	46.85±0.24	58.89±0.58	59.69±1.52
취반20분	59.28±0.21	66.46±1.23a	67.34±0.50
취반20분,mw 1분	55.76±0.24	62.16±0.18	66.58±0.38
취반20분,mw 2분	50.45±0.45	56.79±0.53	61.30±0.25

### (3) 색도

#### ① 원곡의 색차와 백도

Table 1-58. 원곡의 색차값과 백도값

원곡(무세미)	
L	78.60±0.87
a	-1.15±0.11
b	8.92±0.68
Whiteness value	51.90±0.17

#### ② 레토르트미반

Table 1-59. 레토르트 미반의 색차값

Sample	L	a	b
115℃40분,가수량0	69.52±2.54	-2.51±0.10	8.02±0.60
115℃40분, 가수량0.5배	63.51±2.41	-1.60±0.33	13.01±1.19
115℃40분, 가수량1배	69.75±2.39	-2.19±0.07	8.48±0.72
115℃50분, 가수량0	73.25±0.65	-2.16±0.08	7.86±1.16
115℃50분, 가수량0.5배	57.11±3.12	-1.34±0.29	16.18±1.64
115℃50분, 가수량1배	66.33±3.05	-2.18±0.14	11.94±0.49
120℃20분, 가수량0	69.15±2.80	-2.29±0.11	9.91±0.85
120℃20분, 가수량0.5배	65.75±6.81	-0.94±0.47	17.30±1.62
120℃20분, 가수량1배	65.31±1.88	-2.39±0.08	10.92±0.30
120℃30분, 가수량0	59.81±1.82	-1.51±0.16	17.68±0.31
120℃30분, 가수량0.5배	68.15±1.31	-2.34±0.56	13.17±3.36
120℃30분, 가수량1배	68.19±0.95	-2.50±0.13	9.09±1.25

### ③microwave밥

Table 1-60. 쇠고기덮밥의 색도(동량가수)

	L	a	b
취반10분	72.11±0.33	-1.89±0.03	2.47±0.01
취반10분,mw 1분	69.27±0.12	-2.05±0.06	2.75±0.02
취반10분,mw 2분	70.25±0.62	-1.95±0.04	2.77±0.02
취반15분	70.40±0.27	-1.98±0.03	2.90±0.04
취반15분,mw 1분	67.61±0.22	-2.05±0.04	2.87±0.11
취반15분,mw 2분	65.83±0.09	-2.10±0.01	3.24±0.08
취반20분	69.71±0.50	-2.04±0.03	3.90±0.10
취반20분,mw 1분	68.15±0.52	-2.11±0.03	3.67±0.10
취반20분,mw 2분	67.85±0.33	-2.33±0.02	4.40±0.20

Table 1-61. 쇠고기덮밥의 색도(1.2배 가수)

	L	a	b
취반10분	71.97±0.14	-1.85±0.01	1.48±0.06
취반10분,mw 1분	72.58±0.14	-1.88±0.01	1.32±0.01
취반10분,mw 2분	72.34±0.67	-1.97±0.02	1.32±0.07
취반15분	69.99±0.17	-1.96±0.03	1.98±0.02
취반15분,mw 1분	71.54±0.38	-1.99±0.05	2.82±0.11
취반15분,mw 2분	70.16±0.04	-2.10±0.01	2.05±0.05
취반20분	71.64±0.52	-2.08±0.05	2.21±0.10
취반20분,mw 1분	69.61±0.38	-1.87±0.02	2.85±0.04
취반20분,mw 2분	69.55±0.08	-2.12±0.03	1.85±0.08

Table 1-62. 쇠고기덮밥의 색도(1.4배 가수)

	L	a	b
취반10분	71.19±0.28	-1.84±0.04	1.75±0.30
취반10분,mw 1분	69.90±0.52	-1.85±0.02	1.97±0.14
취반10분,mw 2분	68.26±1.71	-1.59±0.10	1.28±0.35
취반15분	68.97±0.98	-1.79±0.08	1.72±0.19
취반15분,mw 1분	67.97±0.88	-1.90±0.06	2.84±0.15
취반15분,mw 2분	64.36±1.39	-1.71±0.08	2.27±0.19
취반20분	67.71±1.00	-1.70±0.08	1.17±0.10
취반20분,mw 1분	67.51±0.06	-1.68±0.02	1.20±0.01
취반20분,mw 2분	67.81±0.64	-1.69±0.05	2.35±0.37

(4)조직감

(가)레토르트미반

Table 1-63. 레토르트 미반의 조직감

	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness	Chewiness
A		측	정	불		가
B	0.64±0.07	712.08±89.25	0.25±0.02	-317.35±115.90	2875.13±492.87	456.58±71.63
C	0.55±0.03	238.86±47.16	0.21±0.02	-186.97±51.00	1147.60±340.91	132.89±33.16
D		측	정	불		가
E	0.59±0.03	979.31±146.94	0.25±0.01	-284.36±33.45	3953.70±512.74	574.57±105.00
F	0.64±0.02	349.71±17.87	0.29±0.04	-321.63±68.27	1217.38±178.03	222.32±17.09
G		측	정	불		가
H	0.58±0.03	712.99±128.13	0.27±0.03	-393.81±33.20	2688.53±545.68	411.05±60.08
I	0.61±0.03	419.85±106.81	0.28±0.02	-276.63±138.46	1528.53±402.32	260.64±80.97
J		측	정	불		가
K	0.86±0.04	2098.48±272.54	0.40±0.03	-1125.76±128.52	5323.50±922.62	806.56±267.06
L	0.78±0.02	463.28±57.68 <sup>d</sup>	0.34±0.00	-359.72±31.86 <sup>b</sup>	1351.00±162.68	362.99±50.80

A : 115℃ 40분, 가수량 0

B : 115℃ 40분, 가수량 0.5배

C : 115℃ 40분, 가수량 1배

D : 115℃ 50분, 가수량 0

E : 115℃ 50분, 가수량 0.5배

F : 115℃ 50분, 가수량 1배

G : 120℃ 20분, 가수량 0

H : 120℃ 20분, 가수량 0.5배

I : 120℃ 20분, 가수량 1배

J : 120℃ 30분, 가수량 0

K : 120℃ 30분, 가수량 0.5배

L : 120℃ 30분, 가수량 1배

레토르트 미반의 조직감을 Table 1-63에 나타내었다. 경도에 있어서 F(115℃ 50분 살균, 가수량 1배)와 I(120℃ 20분, 가수량 1배)가 가장 낮은 값을 보여 조직이 딱딱하지 않고 먹기에 가장 적합한 것으로 나타났으며 모든 시료에서 가수를 하지 않은 레토르트 미반은 너무 딱딱하여 조직감의 측정 자체가 불가능 하였으며 가수를 0.5배한 시료들 역시 너무 딱딱하여 상품성이 없는 것으로 나타났다. 위의 결과로 보아 살균온도 및 시간 뿐 아니라 레토르트 미반 제조시 가수량은 밥의 조직감에 가장 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

#### (나) microwave 밥

Table 1-64. microwave 밥의 조직감(동량가수)

	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewiness
취반10분	0.49±0.01	264.84±61.98	0.13±0.02	1984.37±120.95	130.22±31.32
취반10분,mw 1분	0.44±0.05	477.72±219.71	0.17±0.01	2696.17±51.52	123.12±20.21
취반10분,mw 2분	0.69±0.01	809.26±43.85	0.23±0.00	3096.17±51.52	561.83±32.29
취반15분	0.57±0.01	427.90±15.26	0.17±0.01	2444.97±271.74	246.35±13.89
취반15분,mw 1분	0.61±0.03	481.32±73.52	0.19±0.03	3005.80±170.57	271.08±45.59
취반15분,mw 2분	0.67±0.04	862.74±28.56	0.21±0.05	3570.07±56.49	516.18±44.84
취반20분	0.71±0.01	465.10±7.11	0.18±0.00	2450.73±82.32	319.72±9.04
취반20분,mw 1분	0.72±0.00	571.53±56.41	0.20±0.00	2914.20±62.08	411.96±31.52
취반20분,mw 2분	0.68±0.04	842.74±31.95	0.23±0.01	3426.97±450.80	576.32±59.86

Table 1-65. microwave 밥의 조직감(1.2배가수)

	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewiness
취반10분	0.30±0.08	134.65±18.16	0.11±0.01	1181.37±44.62	41.54±16.53
취반10분,mw 1분	0.54±0.11	235.26±24.88	0.14±0.00	1741.07±34.74	123.97±33.00
취반10분,mw 2분	0.68±0.02	772.45±71.09	0.25±0.01	3101.13±469.34	395.86±35.09
취반15분	0.45±0.07	191.07±43.86	0.13±0.01	1410.53±209.93	70.38±4.31
취반15분,mw 1분	0.56±0.04	305.56±65.67	0.19±0.03	1815.13±134.79	147.96±41.09
취반15분,mw 2분	0.64±0.03	827.25±52.14	0.26±0.02	3079.63±36.10	537.62±42.27
취반20분	0.47±0.06	207.18±33.24	0.15±0.02	1664.70±458.01	88.69±18.49
취반20분,mw 1분	0.57±0.10	277.90±20.64	0.17±0.01	2677.77±146.64	170.63±44.14
취반20분,mw 2분	0.61±0.01	801.97±41.36	0.23±0.04	3677.93±121.51	471.46±15.82



Table 1-66. microwave 밥의 조직감(1.4배가수)

	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewiness
취반10분	0.39±0.16	80.14±13.92	0.11±0.00	701.03±90.28	30.36±7.02
취반10분,mw 1분	0.62±0.19	124.94±47.57	0.12±0.02	969.63±81.06	25.92±3.73
취반10분,mw 2분	0.45±0.04	150.87±13.07	0.14±0.00	1038.30±158.81	47.83±17.91
취반15분	0.33±0.07	101.99±32.08	0.14±0.00	723.93±240.90	46.24±3.70
취반15분,mw 1분	0.46±0.03	255.19±45.33	0.19±0.02	861.93±117.25	53.53±6.48
취반15분,mw 2분	0.40±0.03	147.44±13.18	0.16±0.01	1288.20±162.94	92.78±9.41
취반20분	0.41±0.05	160.09±14.07	0.15±0.01	1026.10±37.26	68.21±11.78
취반20분,mw 1분	0.55±0.02	233.90±39.25	0.18±0.02	1277.97±159.35	118.56±7.24
취반20분,mw 2분	0.57±0.01	287.94±13.41	0.19±0.01	1524.87±211.64	164.86±15.66

(5) 관능검사

(가)소스 배합비 확립을 위한 기호도조사

Table 1-67. 쇠고기덮밥 소스 관능검사

Sample	향	외관	맛	조직감	전반적 바람직성
301	6.13±1.25	6.00±1.36	6.73±1.39	6.80±1.37	6.80±1.66
578	5.80±1.57	6.73±1.03	5.40±1.80	6.07±1.44	5.40±1.35
916	5.80±1.27	5.80±1.93	5.87±2.07	5.87±1.77	5.67±1.99

301 : 쇠고기 80 g, 팽이버섯20 g, 표고버섯20 g, 양파50 g, 멸치국물1cup, 술1Ts, 설탕2ts, 간장3Ts

578 : 쇠고기 150 g, 달걀 1개, 파 20 g, , 멸치국물 3cup, 참기름 2ts, 청주 1Ts, 간장 1Ts

916 : 쇠고기 100 g, 양파 50 g, 파 20 g, 표고버섯 1개, 간장 2Ts, 술 1Ts, 설탕 2/3 Ts

Table 1-68. 오징어덮밥 소스 관능검사

Sample	향	외관	맛	조직감	전반적 바람직성
257	6.33±1.63	6.47±1.51	5.90±1.50	6.13±1.51	6.20±1.32
690	6.20±1.15	5.87±1.77	5.53±1.68	5.87±1.56	5.67±1.72
872	4.60±1.45	5.87±2.00	5.43±1.79	6.60±1.40	6.07±1.71

257 : 오징어1마리, 호박20 g, 양배추100 g, 파10g, 양파60 g, 간장2Ts, 서랑2/3Ts, 술1Ts, 육수 50 cc

690 : 오징어 2마리, 파, 20 g, 당근 1/2개, 표고버섯 8장, 육수 2cup, 간장 1Ts

872 : 오징어 1마리, 양파 100 g, 당근 50 g, 멸치국물 1/2cup, 생강즙 1ts, 고춧가루 2Ts

쇠고기덮밥과 오징어덮밥 소스의 배합비 확립을 위한 관능검사 결과를 Table 1-67과 1-68에 나타내었다. 쇠고기덮밥에서 301은 향과 맛, 조직감, 전반적인 바람직성에서 모두 가장 좋은 점수를 보였으며 578과 916은 301에 비해 유의적으로 낮은 점수를 보였다. 오징어덮밥은 전반적인 바람직성에 있어 세 종류의 sample간에 유의적 차이는 없었으나 향, 외관, 맛, 전반적인 바람직성에서 다소 높은 점수를 얻은 267을 본 실험의 최종 sample로 선택하였다.

(나) 레토르트미반 관능검사

Table 1-69. 레토르트미반 강도조사

항	외관		맛	조직감					
	윤기	색		거칠음	경도	탄력성	응집성	부착성	
Con	2.25±0.50	8.25±0.96	3.25±2.63	6.75±0.96	3.50±1.73	4.50±0.58	7.50±1.00	7.00±1.15	5.75±1.50
A	3.00±0.82	2.75±1.50	5.00±1.63	3.00±2.71	5.75±2.50	8.00±0.82	1.75±0.96 <sup>f</sup>	1.50±0.28	1.75±0.50
B	3.25±2.06	5.00±1.63	4.50±2.65	4.00±1.15	5.75±0.96	6.50±1.73	4.50±1.91	4.50±1.73	4.50±2.08
C	4.75±1.71	6.50±1.29	4.00±2.71	4.75±1.50	3.75±1.71	4.50±2.65	5.00±2.00	5.25±1.89	6.00±2.45
D	3.50±1.29	3.00±1.16	6.50±1.73	2.25±1.50	6.75±2.87	8.00±0.82	2.25±1.50 <sup>f</sup>	1.50±0.58	1.50±0.58
E	5.25±1.71	4.75±1.89	4.00±1.83	3.00±0.82	6.00±1.83	5.75±1.50	4.00±1.41	4.00±1.41	3.75±0.96
F	4.25±2.22	7.25±0.96	3.50±1.29	5.75±1.71	2.25±1.50	3.75±1.50	4.50±1.91	5.50±1.91	6.25±1.71
G	5.25±2.22	2.25±1.50	7.25±0.50	1.50±0.58	7.75±2.50	9.00±0.00	1.50±1.00	1.00±0.0 <sup>d</sup>	1.00±0.00
H	3.00±1.83	5.25±1.71	5.00±1.83	5.00±2.16	5.25±2.06	5.50±1.73	5.75±0.50	5.50±0.58	4.25±1.50
I	2.75±0.96	7.75±0.50	2.75±0.50	5.50±2.52	2.50±0.58	3.25±1.51	5.25±2.87 <sup>c</sup>	7.25±0.96	7.25±1.71
J	4.00±0.82	2.00±0.82	6.00±3.37	3.75±3.20	7.50±1.29	8.50±0.58	2.50±2.38	1.50±0.57	1.25±0.50
K	4.75±1.26	2.75±0.96	7.50±1.73	4.75±2.06	4.75±1.71	5.25±1.50	4.75±2.06	4.75±1.50	4.50±1.73
L	5.25±2.22	5.75±1.26	4.50±1.29	6.75±1.50	3.25±0.96	3.00±1.15	6.00±2.16	7.25±0.96	7.25±0.96

A : 115℃ 40분, 가수량 0

B : 115℃ 40분, 가수량 0.5배

C : 115℃ 40분, 가수량 1배

D : 115℃ 50분, 가수량 0

E : 115℃ 50분, 가수량 0.5배

F : 115℃ 50분, 가수량 1배

G : 120℃ 20분, 가수량 0

H : 120℃ 20분, 가수량 0.5배

I : 120℃ 20분, 가수량 1배

J : 120℃ 30분, 가수량 0

K : 120℃ 30분, 가수량 0.5배

L : 120℃ 30분, 가수량 1배

Table 1-70. 레토르트미반 기호도 조사

	냄새	외관	맛	조직감	전반적기호도
Con	6.75±2.50	8.50±0.58	7.50±0.58	7.00±0.82	7.25±0.96
A	4.25±1.71	2.50±0.58	2.50±1.29	1.25±0.50	1.00±0.00
B	5.75±2.75	6.25±1.50	4.50±1.00	4.25±1.89	4.25±2.22
C	4.50±2.38	6.25±1.26	5.25±1.26	4.50±1.73	4.75±1.71
D	6.25±1.26	3.00±0.82	2.75±2.06	2.50±1.73	2.25±1.50
E	5.50±1.91	5.00±2.16	3.25±1.26	3.50±1.29	3.25±1.26
F	6.50±1.29	6.75±1.89	6.75±2.06	5.25±2.63	5.00±2.16
G	5.00±2.94	2.00±1.15	2.00±1.41	1.00±0.00	1.00±0.00
H	4.75±2.75	5.50±1.29	5.00±1.83	4.75±1.89	5.00±2.00
I	7.00±1.41	7.50±1.73	5.75±2.63	6.00±2.83	6.00±2.83
J	5.00±1.41	2.25±1.26	2.25±2.50	1.00±0.00	1.50±0.58
K	4.50±1.91	2.75±0.50	4.50±2.38	4.00±1.63	4.00±2.16
L	6.25±1.50	5.75±2.06	6.50±0.58	5.75±1.50	6.25±2.87

A : 115℃ 40분, 가수량 0      B : 115℃ 40분, 가수량 0.5배      C : 115℃ 40분, 가수량 1배  
 D : 115℃ 50분, 가수량 0      E : 115℃ 50분, 가수량 0.5배      F : 115℃ 50분, 가수량 1배  
 G : 120℃ 20분, 가수량 0      H : 120℃ 20분, 가수량 0.5배      I : 120℃ 20분, 가수량 1배  
 J : 120℃ 30분, 가수량 0      K : 120℃ 30분, 가수량 0.5배      L : 120℃ 30분, 가수량 1배

전자레인지용 덮밥의 미반에 대한 강도 검사와 기호도 검사의 결과를 Table 1-69 과 1-70에 나타내었다. 강도 검사에서 가수를 전혀 하지 않은 A, D, G, J는 외관과 조직감에서 일반적으로 낮은 값을 나타냈으며 1배의 가수를 한 C, F, I, L은 외관과 맛에서 높은 점수를 보였으며 조직감에 있어서도 거칠은 정도와 경도가 낮고 탄력성, 부착성, 응집성의 수치가 높게 나타났다. 향에 있어서는 각 시료들 간에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.

기호도 검사에 있어서도 1배의 가수를 한 C, F, I, L은 외관, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 높은 점수를 보였고 가수하지 않은 시료와 0.5배의 가수를 한 시료들은 냄새를 제외한 모든 항목에서 낮은 점수를 보여 1배 가수하여 레토르트한 시료들이 더 우수한 것으로 조사되었다.

Table 1-71. 쇠고기덮밥 관능검사

	외관	색	냄새	맛	고형물크기	조직감	밥과소스 배합비*	전반적품질
124	5.63±2.13	5.13±2.42	5.25±1.83	2.75±1.04	3.63±1.85	2.50±1.19	7.50±1.85	5.00±1.19
246	5.50±1.61	4.75±1.28	6.00±1.77	4.75±1.03	5.25±1.85	4.00±1.41	5.38±2.06	4.63±1.99
397	6.75±1.38	6.75±1.03	7.00±1.06	6.88±0.99	6.63±1.30	6.75±1.48	6.75±1.66	7.13±0.83
438	6.00±1.51	5.37±1.84	6.00±0.75	4.63±1.77	5.50±1.19	3.87±0.83	5.50±1.07	5.12±1.46
520	5.88±1.64	5.38±1.18	5.63±1.85	5.38±1.18	5.62±1.06	4.63±0.52	4.50±0.92	4.75±0.70
616	6.12±0.99	6.00±0.75	6.00±1.19	6.25±1.28	5.75±0.70	6.00±1.19	6.25±1.28	6.62±1.30
735	5.12±1.12	5.75±1.38	5.88±1.35	4.75±0.46	5.25±1.16	4.75±0.88	6.00±1.77	5.50±1.19
827	6.13±2.03	6.63±1.18	7.00±1.51	5.88±1.12	6.50±0.75	6.25±1.03	5.50±1.06	5.75±0.70
908	5.88±1.55	5.50±1.41	6.00±1.19	5.12±0.99	6.25±1.03	5.13±1.64	5.25±1.16	4.88±0.83

124 ; 취사10분 → m.w 0분

520 ; 취사15분 → m.w 1분

246 ; 취사10분 → m.w 1분

616 ; 취사15분 → m.w 2분

397 ; 취사10분 → m.w 2분

735 ; 취사20분 → m.w 0분

438 ; 취사15분 → m.w 0분

827 ; 취사20분 → m.w 1분

908 ; 취사20분 → m.w 2분

전기발솥에서 half cooking후 microwave oven에서 소스와 함께 재가열한 쇠고기 덮밥의 관능검사 결과를 Table 1-71에 나타내었다. 맛과 조직감, 전반적인 바람직성에 있어서 취사 10분 후 microwave oven에 2분 재가열 한 쇠고기덮밥과 취사 10분 후에 microwave oven에 2분 재가열 한 쇠고기덮밥이 유의적으로 높은 점수를 얻었으며 각 시료간에 외관, 맛, 냄새의 항목에서는 유의차가 발견되지 않았다.

## (6) 저장실험

### (가) 수분함량 변화

각종 덮밥류의 저장기간 동안 수분함량은 Fig. 1-33에 나타내었다. 덮밥을 제조한 직후의 수분함량은 쇠고기덮밥은 77.13%, 카레덮밥은 82.35%, 오징어덮밥은 72.66%였으며 9주동안 저장하는 동안 전반적으로 수분함량이 모두 감소하였다.

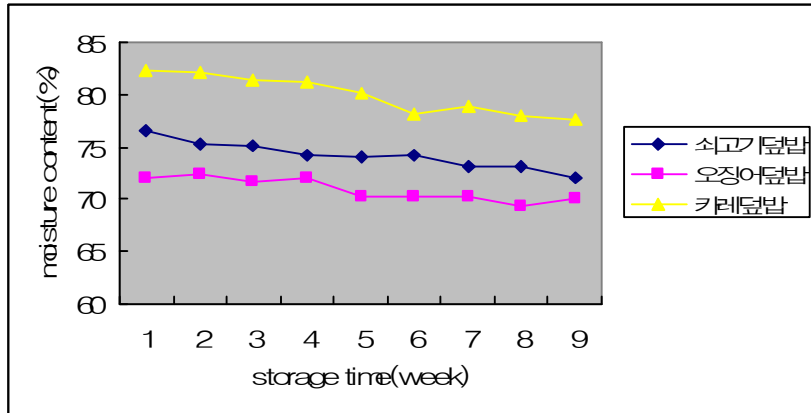


Fig. 1-33. 쇠고기뎡밥, 오징어뎡밥, 카레뎡밥의 저장 중 수분함량

(나) 색도 변화

Table 1-72. 쇠고기뎡밥의 저장 중 색차

		L <sup>***</sup>	a <sup>ns</sup>	b <sup>*</sup>
zero-time	레토르트전	51.14±0.86	3.90±0.44	10.74±1.84
	레토르트후	63.67±0.79	3.23±0.76	20.52±1.24
	1주차	63.23±1.11	3.15±0.43	21.43±1.46
	2주차	64.22±0.98	3.17±0.76	21.80±0.98
	3주차	62.12±1.89	3.01±0.65	22.43±1.56
	4주차	60.33±0.48	2.90±0.47	22.90±1.48
	5주차	61.23±0.76	3.00±0.98	23.34±1.65
	6주차	59.84±0.66	2.98±0.72	22.87±1.22
	7주차	59.77±1.05	3.09±0.43	22.54±0.88
	8주차	56.90±0.66	2.46±0.67	21.56±1.29

쇠고기뎡밥의 색도를 측정된 결과는 Table 1-72와 같다. 쇠고기뎡밥을 제조한 직후의 L값은 51.14±0.86이고 쇠고기뎡밥을 레토르트 한후의 L값은 63.67±0.79로 레토르트 후의 L값이 더 컸으며 저장기간이 길어질수록 L값이 감소하였다. a값은 레토르트 전·후에 별 차이가 없었으며 저장기간 중에도 유의적 차이가 없었다. b값은 레토르트 전보다 후에 더 컸으며 저장기간 동안에는 큰 변화가 없었다.

(다) 총균수

레토르트미반과 쇠고기덮밥의 총균수는 Table 1-73에 나타내었다. 저장기간 동안 총균수는 microwave oven에 재가열하지 않은 덮밥은 20일 후부터 총균수가 급격히 증가하였으나 microwave oven에 재가열한 덮밥은 총균수가 미생물적으로 안전한 수준으로 나타났다.

Table 1-73. 쇠고기덮밥의 저장중 총균수

	zero-time	1주	2주	3주	4주	5주	6주	7주	8주
밥	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
소스	"	"	"	"	"	"	10	19	50
덮밥	"	"	"	"	"	"	$1.0 \times 10^1$	$1.2 \times 10^2$	$1.9 \times 10^2$

(라) pH 변화

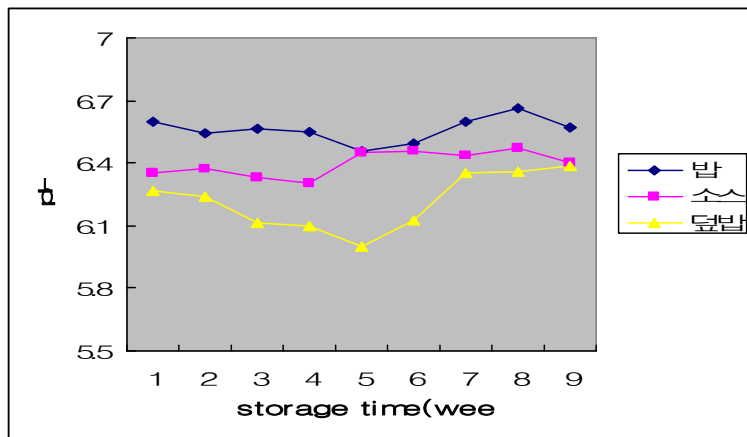


Fig. 1-34. 쇠고기덮밥의 저장 중 pH 변화

쇠고기덮밥의 저장기간 동안 pH 변화는 Fig. 1-34에 나타내었다. 덮밥 제조 직후 pH는 밥이 6.6, 소스가 6.35 덮밥은 6.27로 나타났으며 저장 4주까지 점차 감소하다가 그 이후에는 다시 조금씩 증가하여 밥은 처음과 같은 pH를 보였으며 소스와 덮밥은 약간씩 증가하는 경향을 보였다.

(마) 기호도 조사

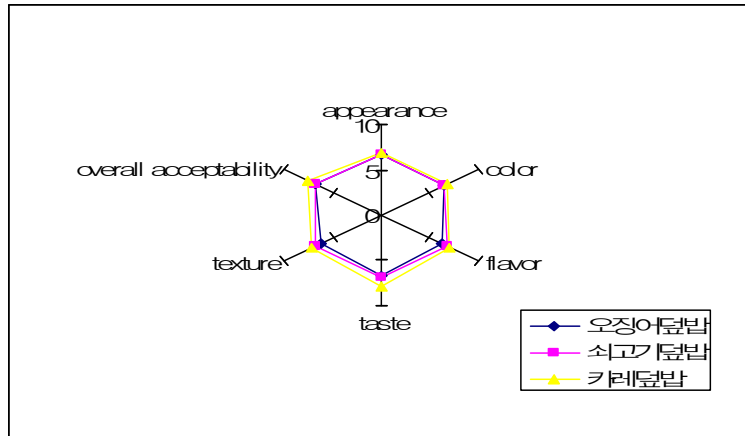


Fig. 1-35. 각종 덮밥류의 기호도검사 (n=51)

쇠고기덮밥과 오징어덮밥, 카레덮밥을 제조하여 기호도 검사를 실시한 결과는 Fig. 1-35과 같다. 외관에 있어서 오징어덮밥과 쇠고기덮밥은 6.64점 카레덮밥은 6.94점을 얻었으며 색과 향미에 있어서도 덮밥 모든 종류에 있어서 비교적 높은 점수를 얻었다. 카레는 Turmeric의 색소 성분인 curcumin에 의해서 황색을 나타내며 이 천연색소는 빛에 의해 탈색이 되는데 위의 관능평가 검사로 보아 열에 의해서는 별다른 변화를 보이지 않아 살균에 안전한 것으로 생각되었다.

맛과 색 전반적인 바람직성에 있어서도 모두 7점에 가까운 양호한 점수를 얻었다.

요약

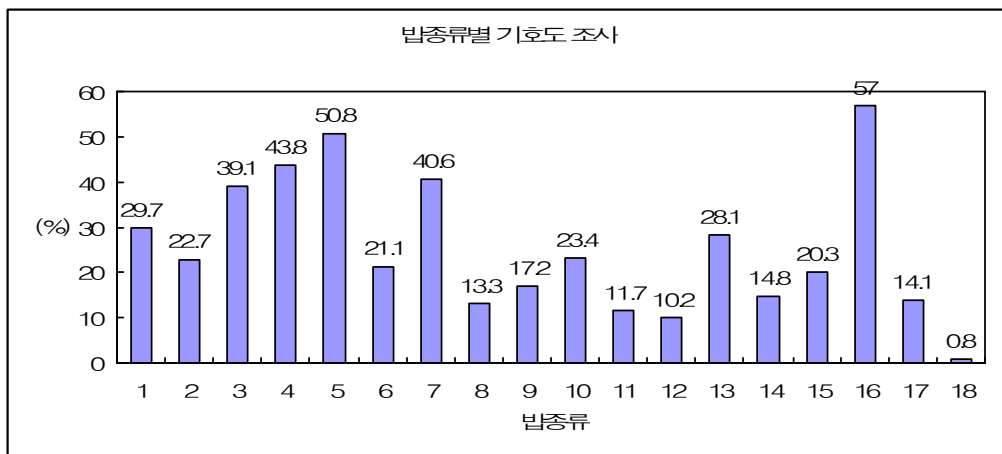
전자레인지용 즉석 덮밥 제조를 위해 먼저 포장밥의 제조조건을 확립하였다. 관능검사와 일반 분석 및 조직감 등의 결과 밥을 전기밥솥에 10분 half cooking 한 후 microwave oven에 2분 재가열 한 밥이 가장 우수한 상태로 나타났다. 또 관능검사에 의해 각종 소스의 배합비도 결정하였다. 쇠고기 덮밥의 수분함량은 제조 직후 77.13%였으며 총열량은 123 Kcal, 조단백질은 13 g, 조지방 함량은 5 g으로 나타났다. 또 덮밥의 저장실험 결과 수분함량은 저장 기간이 지나면서 조금씩 감소하는 경향을 보였고 색차에 있어서 L값도 저장 기간이 지나면서 점차 감소하였다. 총균수는

저장기간 동안 급격한 증가를 보이지 않았으며 이는 먹기 직전 microwave oven에 재가열했기 때문인 것으로 보여진다. 저장 기간 중 pH는 제조 직후보다 약간 증가하는 경향을 보였으며 전반적인 기호도 조사 결과 전반적인 바람직성에서 7점의 양호한 점수를 보였다.

## 6. 밥 프랜차이즈 시스템 개발 및 상품화를 위한 마케팅전략 수립

### 가. 밥 프랜차이즈 시스템 소비자 조사

#### (1) 평가항목별 기호도 조사



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
밥종류	각두기 비빔밥	송이밥	쇠고기 볶음밥	콩나물 김치밥	해물 볶음밥	장국밥	오징어 덮밥	잡탕밥	라이스 그라탕
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	굴 무밥	달걀초밥	새우 필라프	참치 볶음밥	게살 그라탕	대나무밥	영양술밥	해물 리조또	난각밥



(2) 성별, 연령별 상관관계 분석

· 식사는 밥을 한다.

구분		성별		Total
		남	여	
그렇다	빈도수(명)	77.0	43.0	120.0
	%	59.7	33.3	93.0
아니다	빈도수	5.0	4.0	9.0
	%	3.9	3.1	7.0
Total	빈도수	82.0	47.0	129.0
	%	63.6	36.4	100.0

구분		연령층별							Total
		10대	20대	30대	40대	50대	60대	70대	
그렇다	빈도수	4	40	41	21	13.0	-	1	120.0
	%	3.1	31	31.8	16.3	10.1	-	0.8	93.0
아니다	빈도수	-	5	3	-	1.0	-	-	9.0
	%	-	3.9	2.3	-	0.8	-	-	7.0
Total	빈도수	4	45	44	21	14.0	-	129	129.0
	%	3.1	34.9	34.1	16.3	10.9	-	0.8	100.0

· 좋아하는 식사유형

구분		성별		Total
		남	여	
한식	빈도수	76.0	42.0	118.0
	%	58.9	32.6	91.5
중식	빈도수	1.0	-	1.0
	%	0.8	-	0.8
일식	빈도수	2.0	1.0	3.0
	%	1.6	0.8	2.3
양식	빈도수	3	4	7
	%	2.3	3.1	5.4
Total	빈도수	82.0	47.0	129.0
	%	63.6	36.4	100.0

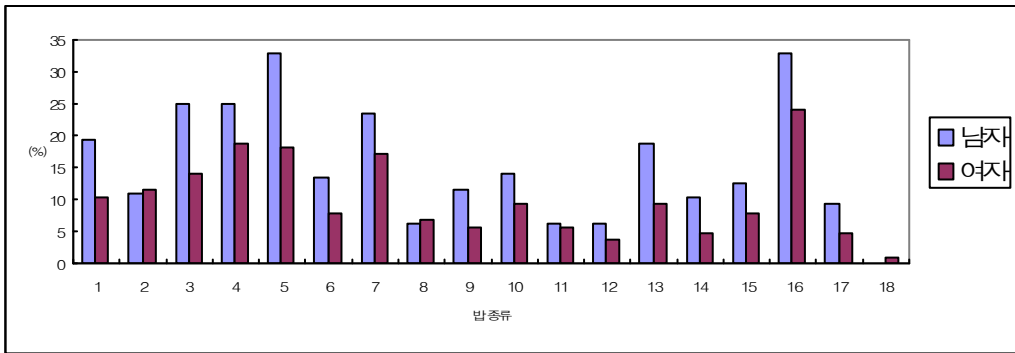
구분		연령층별						Total	
		10대	20대	30대	40대	50대	60대		70대
한식	빈도수	3	37	42	21	14.0	0	1	118.0
	%	2.3	28.7	32.6	16.3	10.9	-	0.8	91.5
중식	빈도수	-	1	-	-	-	-	-	1.0
	%	-	0.8	-	-	-	-	-	0.8
일식	빈도수	-	3	-	-	-	-	-	3.0
	%	-	2.3	-	-	-	-	-	2.3
양식	빈도수	1	4	2	-	-	-	-	7.0
	%	0.8	3.1	1.6	-	-	-	-	5.4
Total	빈도수	4	45	44	21	14.0	-	1	129.0
	%	3.1	34.9	34.1	16.3	10.9	-	0.8	100.0

· 밥 fast체인점 이용여부

구분		성별		Total
		남	여	
이용한다	빈도수	65.0	36.0	101.0
	%	50.4	27.9	78.3
이용하지 않는다	빈도수	17.0	11.0	28.0
	%	13.2	8.5	21.7
Total	빈도수	82.0	47.0	129.0
	%	63.6	36.4	100.0

구분		연령층별						Total	
		10대	20대	30대	40대	50대	60대		70대
이용한다	빈도수	4	38	34	17	7.0	-	1	101.0
	%	3.1	29.5	26.4	13.2	5.4	-	0.8	78.3
이용하지 않는다	빈도수	-	7	10	4	7.0	-	-	28.0
	%	-	5.4	7.8	3.1	5.4	-	-	21.7
Total	빈도수	4	45	44	21	14.0	-	1	129.0
	%	3.1	34.9	34.1	16.3	10.9	-	0.8	100.0

• 밥종류의 기호도



밥종류	연령층별							Total (%)
	10대	20대	30대	40대	50대	60대	70대	
1	0.8	10.2	7.8	5.5	4.7	-	0.8	29.7
2	-	7.0	4.7	3.1	7.0	-	0.8	22.7
3	0.8	14.1	14.1	5.5	3.9	-	0.8	39.1
4	1.6	12.5	15.6	7.8	5.5	-	0.8	43.8
5	1.6	17.2	14.8	8.6	7.8	-	0.8	50.8
6	0.8	7.0	6.3	4.7	1.6	-	0.8	21.1
7	0.8	11.8	17.2	4.7	5.5	-	0.8	40.6
8	0.8	5.5	3.1	-	3.1	-	0.8	13.3
9	-	7.8	5.5	2.3	1.6	-	-	17.2
10	-	4.7	7.8	4.7	5.5	-	0.8	23.4
11	-	5.5	3.9	-	2.3	-	-	11.7
12	-	3.9	5.5	0.8	-	-	-	10.2
13	0.8	7.8	9.4	4.7	4.7	-	0.8	28.1
14	1.6	1.6	7.0	2.3	1.6	-	0.8	14.8
15	0.8	7.0	5.5	1.6	5.5	-	-	20.3
16	2.3	19.5	15.6	10.9	7.8	-	0.8	57.0
17	-	4.7	5.5	0.8	3.1	-	-	14.1
18	-	-	-	-	0.8	-	-	0.80

• 시중에 유통시 구입여부

구분		성별		Total
		남	여	
구입한다	빈도수	76.0	40.0	116.0
	%	58.9	31.0	89.9
구입하지 않는다	빈도수	6.0	7.0	13.0
	%	4.7	5.4	10.1
Total	빈도수	82.0	47.0	129.0
	%	63.6	36.4	100.0

구분		연령층별							Total
		10대	20대	30대	40대	50대	60대	70대	
구입한다	빈도수	4	40	41	18	12.0	-	1	116.0
	%	3.1	31	31.8	14	9.3	-	0.8	89.9
구입하지 않는다	빈도수	-	5	3	3	2.0	-	-	13.0
	%	-	3.9	2.3	2.3	1.6	-	-	10.1
Total	빈도수	4	45	44	21	14.0	-	1	129.0
	%	3.1	34.9	34.1	16.3	10.9	-	0.8	100.0

나. 냉동 필라프에 대한 소비자 조사

냉동 필라프의 상품성 조사를 위해 최종 완성된 각각의 필라프를 전자레인지 사용이 가능한 소용기에 약 70 g을 담아 냉동 저장한 뒤, 조사내용에 대한 간단한 설명과 함께 한 사람당 두 종류의 필라프를 무작위로 나누어 주어 다음날 회수하는 방식으로 조사하였다. 냉동 상태의 필라프는 전자렌지를 이용하여 약 2분 30초(냉동밥 버튼) 정도 데워 따뜻한 상태로 비교하였다. Panel 선정은 각 연령별 남녀 100명을 대상으로 총 400명 정도 참여시켰다. 조사 결과는 Table 1-74와 같았다. 외관과 향에서는 유의적 차이가 없었으나, 맛과 전반적인 기호도 그리고 구매 의사를 묻는 항목에서 해물 필라프가 다른 필라프들에 비해 유의적 차이를 나타내어 소비자들이 해물 필라프를 선호함을 알 수 있었다. 이 결과로 일반적인 소비자들은 해물에 대한 선호도가 높은 것을 알 수 있었고, 현재 가공식품이나 외식업에서도 해물을 첨가한 식품들이 다양한 형태로 보급되는 것을 감안할 때 기존의 필라프 제조공정에서 미흡

한 부분을 수정, 보완한다면 상품으로서의 가치가 있을 것으로 생각되어진다. 또한 Fig. 1-36에서 보는 바와 같이 연령별로는 10대와 30대에서는 김치 필라프, 20대에서는 해물필라프, 40대 이후에서는 버섯 필라프를 선호하여, 연령에 따른 기호도가 다름을 알 수 있었다. 각종 냉동 필라프 소비자 조사에서 보강해야 할 사항에 대한 질문에 김가루, 다양한 소스 첨가를 희망하는 사람들이 많아 이런 부분을 고려한다면 다양한 소비자의 입맛을 충족시킬 수 있으리라 생각된다.

Table 1-74. Data for consumer survey of frozen pilaff

	Kimchi pilaff	Marine product pilaff	Mushroom pilaff	Vegetable pilaff
Appearance	5.97	6.44	6.40	6.35
Flavor	5.58	6.29	5.03	5.07
Taste	5.73	6.17	5.65	6.00
Preference	5.70	6.73	5.83	4.95
Purchasing intention	4.84	6.03	4.35	4.36

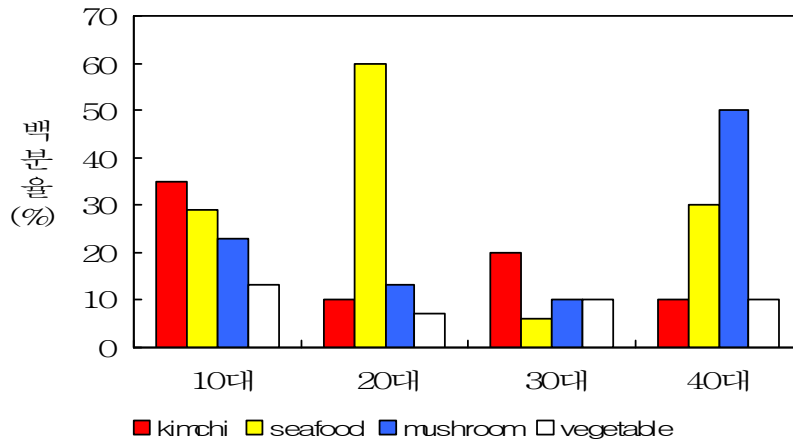


Fig. 1-36. Preference of pilaff by age groups

다. 각종 밥류의 배합비율 조사

Table 1-75. 각종 밥류의 배합비

밥 종류	배합비	물
현미밥	현미찹쌀2컵 현미1.1/2컵 차수수1컵 검정콩1/2컵 흰콩1/4컵 강낭콩1컵 팥1/4컵 밤10개	물 3.1/2컵
감자밥	쌀60g 감자30g	물 80g
울무밥	쌀70g 울무20g	물 90g
보리밥	쌀70g 보리20g	물 90g
녹차밥	쌀90g 녹차가루	물 120g
콩나물밥	쌀60g 보리10g 콩나물50g	물 40g
채소우유밥	쌀3컵 감자50g 완두50g 옥수수50g 당근50g 햄50g	우유1컵 옥수2.1/2컵 청주1큰술
양송이버섯밥	쌀3컵 양송이버섯6컵 유부3장 은행20알	물3컵
우유밥	쌀2컵 표고버섯2장 당근1/4컵 밤5톨 피망1개 셀러리1줄기	우유2.5컵
굴밥	쌀3컵 굴150g 밤4개 달걀1개 잣약간	물3컵
곤드레밥	쌀4컵 곤드레나물400g	물4컵
밤밥	쌀2.1/2컵 찹쌀1/2컵 은행15개 밤20개	3컵
미역밥	쌀3컵 염장미역100g 홍합100g	멸치국물3컵 청주2큰술 식용유1큰술
김치밥	쌀1컵 배추김치1/4포기 쇠고기150g	물1컵
쭈밥	쌀3.1/2컵 쭈120g	물4컵
팥밥	쌀5컵 거피팥1되	물7컵
차수수밥	차수수5컵 팥1컵	물7컵
단호박영양밥	불린찹쌀3/4컵 흑쌀1큰술 단호박1개 밤4개 대추4개 은행8알 호두2개	물2큰술
고구마밥	불린쌀4컵 고구마2개 강낭콩반컵	물4컵
야채밥	불린쌀4컵 표고버섯5장 당근80g 죽순100g 완두콩1/2컵	물4컵
오곡밥	찹쌀3컵 차수수1컵 차조1컵 콩1/2컵 팥1/2컵	물5컵
돼지고기밥	쌀4컵 돼지고기300g 김치300g	물4컵

## 라. 프랜차이즈를 위한 대책

### (1) 외식산업의 정의

외식산업(foodservice industry)은 음식과 관련된 산업으로, 식사와 관련된 음식, 음료, 주류 등을 제공할 수 있는 일정장소에서 직·간접적으로 생산 및 제조에 참여하여 특징인 또는 불특정다수에게 상업적 또는 비상업적으로 판매 및 서비스 경영 활동을 하는 모든 업 소들의 군(群)이라고 정의 할 수 있다. 일부 학자들은 외식 서비스산업이라고도 한다.

지금까지 식당업, 요식업, 식음업 등으로 불리어 왔던 외식산업은 해외브랜드 외식 기업들이 본격적으로 국내에 진출하기 시작한 1980년대 후반부터 업소들의 업종 및 업태가 다양화 되고 경영면에서도 대규모화, 전문화, 체계화된 양상을 보이게 되면서 본격적으로 외식산업이란 용어로 쓰이기 시작했다.

구분	요식업(Restaurant)	외식산업(Food Service)
식재	재료의 사용	재료(1차 가공군)의 사용
조리	육감적인 look의 기능(품질의균일)	기술과 기계(균일한 품질)
경영방침	개성화, 아이디어의 중시	3S주의(speed, service, standard)
점포	분위기 중시	효율중시
교육	경험중시	매뉴얼중시
상권	대상권주의	소상권주의

본격적인 외식산업의 역사는 미국에서 시작되었는데, 1950~1960년대 경제발전 에 따른 식생활의 변화와 함께 'Foodservice Industry'라는 용어로 정착되면서이며, 일본에서는 1970년대 '마스컴미'지가 외식산업이라는 용어를 처음 쓰기 시작하면서부터이다.

### (2) 외식산업의 분류와 기능

외식산업의 분류는 한국표준산업분류표상, 식품위생법상(휴게음식점, 일반음식점, 단란주점, 유흥주점 영업), 관광진흥법상(관광공연장업, 관광유흥음식점업, 외국인 전용유흥음식점업, 관광식당업)으로 분류하고 있으며 미국식당협회(NRA)의 외식산

업 분류는 ① 패스트푸드(fast food restaurant), ② 테이크 아웃(take out restaurant), ③ 웨밀리 레스토랑(family type restaurant), ④ 커피숍(coffee shop restaurant), ⑤ 카페테리아(cafeteria restaurant), ⑥ 분위기 있는 특별 레스토랑(atmosphere special restaurant)으로 구분하고 있다.

외식산업의 기능은 ① 식욕의 충족: 외식산업의 가장 기본적 욕구, ② 사교와 휴식의 장소 제공, ③ 에너지 및 시간절약의 기능, ④ 허영·향락의 욕구 충족으로 나눌 수 있다.

### (3) 외식산업의 관리형태

외식산업을 관리형태별로 보면 **소유직영방식(Independent)**, **프랜차이즈방식(Franchise management)**, **위탁경영방식(Management Contract)**의 3가지로 구분 된다. **소유직영방식**은 ① 수익성이 높으며 통제가 용이하고, ② 판매전략의 변화로 잠재시장을 경험할 수 있고, 어떤 방향으로든지 정책변화가 가능하며 피드백이 쉬우며, ③ 직영점 운영시 시장조사, 전산화, 중앙회계와 같은 전서비스 체제가 요구되는 것은 공통되는 것이지만, 이에 소요되는 비용은 보다 적으며 효과적이고, ④ 법적인 문제에 있어서 통합체인은 법률제한 사항에 크게 해당되지 않는다는 장점이 있으나, 단점으로 ① 재무적인 위험: 직접적 투자를 하여야 하므로 재무적인 어려움과 위험을 겪으며, ② 느린 체인화: 본사의 힘으로 자본력과 필요한 인력을 마련해야 하므로 체인 전개속도가 느리고, ③ 낮은 효율성: 이론적으로 보면 직영방식은 효율성을 얻게 되어 있지만, 실제로 보면 다른 방식보다 효율이 낮은 경우가 많다. 그 이유는 직영점의 종사원은 주인이 아니기 때문에 최소한의 의무만 이행하지 더 이상의 노력을 하는 데에는 게을리 하기 때문이다.

**프랜차이즈방식**은 프랜차이저에게 ① 높은 이익발생과 재무위험 회피, ② 노동문제회피, ③ 빠른 체인화, ④ 높은 지역사회 적응성의 유리한 점이 있으나, 부리한 점으로는 ① 상표(brand)손상 가능성, ② 법적분쟁 가능성, ③ 경영정책 변화의 어려움을 들 수 있다. 고객측면에서 유리한 면은 ① 서비스 제공의 수준이 상승, ② 본부에 의해 연구되고 표준화된 서비스와 품질을 언제 어디에서도 공급받을 수 있고, ③ 유통과정에서 요구되는 비용이 낮게 산정되어 영가의 상품서비스를 제공받을 수 있다.



고객측면에서 불리한 면은 ① 본부의 힘이 강력하게 작동하면 거래상 가맹점은 불리한 입장에 놓이게 되어 결과적으로 가격·서비스면에서 고객에게 불이익을 가져다 줄 수 있고, ② 프랜차이징을 악용하는 자가 생김으로써 거래상 부정이 일어나 서비스를 받는 고객에게도 나쁜 영향을 줄 수 있다. ③ 영업상 책임의 소재가 불분명하여 고객들이 불만을 처리할 수 있는 창구가 불분명하다.

**위탁경영방식이** 외식체인기업에 유리한 면은 ① 높은 수익발생과 재무위험 회피, ② 경영권 장악이며, 불리한 면은 ① 소유주의 반발, ② 소유주의 운영자금에 대한 의존이며, 소유주에 유리한 면은 외식체인본부가 가지고 있는 모든 경영 노하우와 기존의 시스템을 외식업소 소유주는 쉽게 향유할 수 있다. 전술한 바 있는 프랜차이징이 누리고 있는 장점 이외에도 외식체인본부 소속의 경험있고 유능한 직원들의 직접적인 경영활동이 있다.

#### (4) 외식산업의 최근동향 및 규모

##### (가) 우리나라 외식산업의 최근동향

우리나라는 1980년대에는 소득증대를 위한 성장 위주의 정책이었지만 1990년대 중반 이후에 IMF를 맞이하면서 소득의 감소와 대량의 실업을 겪게 되었다. 그로 인해 외식산업도 큰 타격을 입게 되었다. 현재에 와서는 경기가 좀 나아져서 우리나라 외식업체의 미흡한 근본적 대책을 벗어나 과감한 경영혁신을 통해 제 2의 외식산업의 혁명을 예상하고 있다. 최근 외식 산업은 대기업 외식산업이 잇따라 진출하고 있으며, 축협 외식업이 진출했고, 토종외식업체가 해외로 진출하는 등 활발한 활동을 하고 있다. 네트워크 시대에 맞추어 대형 외식업체가 네티즌에게 홈페이지나 여러 가지 행사 등을 제공하여 인터넷을 이용해 공략하고 있으며 그에 맞춘 인터넷 상품권 또한 주목을 받고 있다. 그리고 젊은 층이 자주 애용하는 패스트푸드 사업과 가족들이 함께 즐길 수 있는 패밀리 레스토랑 사업이 활발하게 활동하고 있다. 또, 최근에는 올림픽 관측행사 등 큰 행사에서도 한 몫을 하고 있다.

외식산업의 현황을 전체적으로 살펴보면 국내 외식산업은 IMF를 겪고 난 후 급격한 하강국면을 맞이하다 99년 중반기부터 서서히 회복국면을 보이고 있지만 업종별 업태별로 그 차이가 심하다고 말할 수 있다. 특히 기업형과 차별화된 전문업소는 제반

경쟁력 확보와 대응전략을 토대로 탈출구를 모색하고 있지만, 그렇지 못한 영세·경쟁력이 약한 업체는 생존을 위한 방법을 모색하고 있다. 현재 우리나라의 외식산업은 전체통계 자료에 따라 대표적인 패스트푸드 5개 업체와, 피자, 단체급식, 패밀리 레스토랑이 주도하고 있다.

### ① 한식

닭갈비, 냉면, 족발 등 다양한 형태의 한식체인이 등장하고 있다. 특히 한식 경우 일부 업체를 제외하고 개인 업소나 체인점 모두 영세성을 벗어나지 못하고 있지만 특별하고 차별화된 메뉴와 맛으로 승부하면서 체인화가 차츰 증가 추세에 있으며 대표적인 업체로는 “놀부”를 들 수 있다.

### ② 패스트 푸드

외식시장을 주도하는 패스트푸드는 1979년 롯데 백화점과 롯데호텔 연결통로에 롯데리아 1호점 개점한 이래 메뉴 및 서비스에 있어서 많은 성장을 거듭했으며 청소년 및 젊은층에게는 이미 우리 식생활의 일부로 정착되어 있다. 또한 패스트푸드 시장은 약 1조 4백원의 시장규모로 외식시장에서 가장 큰 규모를 가지고 있으며 그에 따라 각 업체별 경쟁 또한 치열하다. 대부분의 기업들은 다점포 전략과 판촉전략 등 마케팅전략에 치중하며, 객단가의 향상보다는 입점고객수의 증가를 꾀하고 있다.

○ 롯데리아 : 가격할인과 TV광고 TTL카드 제휴 등 공격적인 마케팅으로 사업에 임 하고 있으며, 올해목표는 620개 점포에서 4700억원 매출을 목표로 하고 있다.

○ 맥도날드 : 지역마케팅, 스포츠마케팅, 캐릭터 인형판매 등 다양한 판촉활동과 TV 광고 등을 통해 시장점유율확대를 목표로 하고 있다.

○ BBQ : 우리나라 토종 자생브랜드로서 차별화된 품질, 소형점포지향, 가맹점 최우선 원칙을 내세우며 급성장한 업체

○ KFC : 프라이드 치킨 위주에서 햄버거 업체에 대응하기 위해서 버거류 판매촉진 전략, 신메뉴 출시, 타 업종과 카드제휴, 지역마케팅강화 등 고객 수 증대에 집중

### ③ 피자

업체별 공격적인 경영이 두드러진 피자업계는 전체평균 21%의 신장률과 점포증가를 18.7%으로 나타났다. 하지만 양극화 현상이 뚜렷하여 브랜드가 인지도가 낮거나 저가형 피자를 공략한 업체는 저가유지 또는 10% 마이너스 성장한 것으로 나타났

다. 반면에 미스터 피자, 피자맥 등은 중국, 러시아에 신규매장을 오픈, 국내피자 해외시장 진출이 활발하다. 매출의 40%를 차지하는 배달부분에서도 기존의 전화위주의 주문에서 탈피 인터넷으로 주문을 받으며, 영세 업체의 경우 시스템설비가 안돼 인터넷 홈페이지에서 주문을 받아 각 영업점으로 핸드폰을 통하여 주문을 접수하는 방법도 이용되고 있다.

○ 피자헛 : 피자시장에서 64.7%의 독점적인 시장점유율을 보이면서 160개 점포에서 1800억원 매출로 전년대비 33.3% 성장을 했다. 최근엔 대구지역서 타사카드 고객에 50% 할인 및 자사카드를 교체해주는 네거티브 마케팅으로 업계에 물의를 빚고 있다.

○ 도미노피자 : 전년대비 66.7% 신장과 점포수 증가에 있어서는 31.9%를 나타내고 있다. 또 고객보상 제도를 통한 신속하고 정확한 차별화 서비스와 마케팅 전략으로 철저한 고객분위의 배달서비스를 제공할 방침이다.

○ 미스터 피자 : 공격적인 영업과 함께 라이스 피자를 중심으로 고객을 확보하고 피자물은 DM 발송, 쿠폰 발행 등 타 업체와 차별화 마케팅을 수립하고 있다.

#### ④ 패밀리레스토랑

IMF도래와 더불어 가장 큰 타격을 받았던 패밀리레스토랑 업체는 전년대비 39%의 신장을 보이면서 IMF이전 수준으로 회복하고 있으며, 대부분의 업체는 카드업체와의 제휴수수료 인하전략과, 인터넷상의 홈페이지에서 할인권을 제공하는 등의 네티즌 확보전략, TGI, 마르쉐, 아웃백 스테이크하우스, 토니 로마스, 씨즐러 등 5개 업체는 공동으로 이용할 수 있는 인터넷 허브사이트 ([www.bigfamily.co.kr](http://www.bigfamily.co.kr))을 여는 등의 업체간의 공동마케팅전략으로 많은 수의 고객 확보에 노력하고 있다.

○TGI Friday's : 12개 점포에서 388억 원 매출로 업계선두를 유지 011, SK캐쉬백, 천리안, 파고다학원등 대규모 회원 수 확보 업체와 공동마케팅 전략 DB구축과 홈페이지 활성화로 30만 명의 사이버 회원 모집을 목표로 하고 있으며 또한 네티즌 확보 차원에서 여성 전용사이트인 우먼플러스 ([www,womenplus.com](http://www,womenplus.com))와 함께 공동마케팅을 펼치고 있다.

○ 베니건스 : 전년대비 45.9% 신장으로 9개점포에서 286억 원의 매출을 올린 베니건스는 주문 후 15분내 식사가 제공되지 않으면 음식값을 받지 않는 타임크런치

런치전략과 LG2030카드 회원에게 20%의 할인 혜택을 주는 등의 도전적 마케팅과 책임경영 강화, 서비스 차별화 전략을 구사하고 있다.

○ 스카이라 : 제일제당에서 7월1일부로 푸드빌로 분사, 정식출범한 스카이라의 고객 단가 6~7천 원의 대중 가족레스토랑을 표방 전년대비 32.7%의 신장으로 215억 원의 매출을 올렸다.

○ 아웃백 스테이크 : 전년대비 매출액 성장률 100%를 기록한 아웃백 스테이크는 가장 큰 성장률을 기록하였다.

### ⑤ 아이스크림

전체 아이스크림 시장규모 8,100억 원 가운데 프리미엄 아이스크림은 1,050억 원을 차지하고 있다 프리미엄 아이스크림 시장은 1997년 말부터 회복세를 보이고 있으며 이 가운데 베스킨라빈스를 비롯한 하겐다즈, 나뚜루, 코니아일랜드, 돌로미티 등 10여 개 업체로 시장이 장착되어 가고 있다.

### ⑥ 기타

#### ●단체급식

연간 2조원의 이상의 거대시장으로 자리잡은 단체급식은 학교, 병원, 사업소, 관공서 등 IMF에도 불구하고 꾸준한 성장세를 보이고 전체적으로 약 37%의 성장을 이루었다. 이런 단체급식의 특징으로는

첫째, 신규거래처 확보를 위한 치열한 경쟁격화 현상

둘째, 단체 급식업체간 대상 타깃별 집중화 전력으로 차별화

셋째, 정보통신 분야가 전산업에 침투됨에 따라 업무 전산화가 가속화되고 있다.

넷째, 턴키방식(Turn Key)의 계약형태가 증가하고 있다.

식품위생의 효율적인 관리와 운영을 위하여 체계적인 표준화 규격에 의하여 과학적인 운영기법인 HACCP(The Harzard Analysis Critical Control Point System)가 도입되어 활성화되어 가고 있다.

○ 삼성에버랜드 : 41.7%의 매출 성장률을 기록한 삼성에버랜드는 병원급식 분야에 최고의 노하우 확립을 목표로 집중적인 사업장확대에 주력, 동남아등 해외진출 모색

○ 신세계 : 전년대비 11.1%의 성장률을 기록한 신세계 푸드시스템은 학교 급식에

서 두각을 보였다. 신선한 재료를 공급받아서 주계층인 학생들의 입맛에 맞추어 식단을 짜는 등 점차 주가를 올리고 있다.

●국수 및 일식우동 : 1980 연대 급속하게 팽창한 국수전문점은 장터국수, 민속마당, 참새방앗간, 다전국수, 다림방, 국시리아 등 전국적인 출점 양상을 보이다가 근래에는 주춤하는 상태이다. 소규모, 소자본 형태로 출점이 가능하기 때문에 가장 많은 점포수를 형성시키고 있다.

●돈까스 : 청소년 및 젊은층의 선호가 높은 돈까스 전문점이 최근들어 남녀노소 할 것 없이 두터운 고객층을 확보하고 있는 추세이며 일본식 정통 돈까스전문점이 활기 있게 전개되고 있다.

●스파게티 : 기존의 고가격에 따른 고객층의 한정으로 발전하지 못하던 스파게티 전문점은 지난해부터 객단가 5천 원으로 대학생과 직장여성 등 20대 고객층을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 소규모 매장일 경우 1억 원 정도에 창업이 가능하여 창업이 활기를 띄고 있다. 대표적인 업체로는 (주)대건프랜차이즈의 빼아몬테, (주)두리푸드서비스의 아모또네, (주)삼주푸드서비스의 솔레미오 그리고 뽀모도로를 들 수 있다.

●제과,제빵 (베이커리) : 베이커리는 주로 식품업계와 호텔업계 그리고 외식업계의 체인본부를 중심으로 전개해 오고 있지만 개인업소가 많은 편이다. 직영점보다 가맹점 위주로 전개하고 있으며 근래에는 고급화, 다양화 추세이다. 대표적인 업체로는 크라운베이커리, 파리바게트, 동큐제과, 뉴욕제과 등이 있다.

●기타 참치회, 도시락, 주점 및 이자카야, 셀프호프, 카레, 샐러드, 멕시칸, 시푸드 등이 있다.

(5) 개발된 가공 밥류의 제조방법과 lay-out

제품명	재료 및 배합비(g)	제조공정	살균조건
<b>1. 레토르트</b>			
① 미반	· 일반미, 무세미	· 원료→세미→수침→생쌀→가수→교반→계량→포장→retort	· 120℃, 25분 · 115℃, 50분
② 증자쌀	· 일반미, 무세미 (100℃, 8분, 17분 증자)	· 원료 → 세미 → Steeping → Steaming → Immersing → draining → Addition of water → Cooked rice → Weighing → Filling → Sealing → retort	· 120℃, 20분 · 115℃, 40분
③ 주먹밥(빵가루×)	· 일반미, 무세미	· 주먹밥제조(빵가루×)→계량→포장→retort	· 120℃, 20분 · 115℃, 50분
④ 주먹밥(빵가루○)	· 일반미, 무세미, 빵가루, 밀가루, 계란	· 주먹밥제조(밀가루, 계란, 빵가루)→계량→포장→retort	· 120℃, 20분 · 115℃, 50분
<b>2. 주먹밥</b>			
① 쇠고기치즈 주먹밥 (빵가루×)	· 무세미, 쇠고기, 치즈	· 주먹밥제조(빵가루×)→계량→포장→retort	· 120℃, 25분 · 115℃, 50분
② 쇠고기치즈 주먹밥 (빵가루○)	· 무세미, 쇠고기, 치즈, 밀가루, 계란, 빵가루	· 주먹밥제조(밀가루, 계란, 빵가루)→계량→포장→retort	· 120℃, 25분 · 115℃, 50분
③ 참치김치 주먹밥 (빵가루×)	· 무세미, 참치, 치즈	· 주먹밥제조(빵가루×)→계량→포장→retort	· 120℃, 25분 · 115℃, 50분
④ 참치김치 주먹밥 (빵가루○)	· 무세미, 참치, 치즈, 밀가루, 계란, 빵가루	· 주먹밥제조(밀가루, 계란, 빵가루)→계량→포장→retort	· 120℃, 25분 · 115℃, 50분

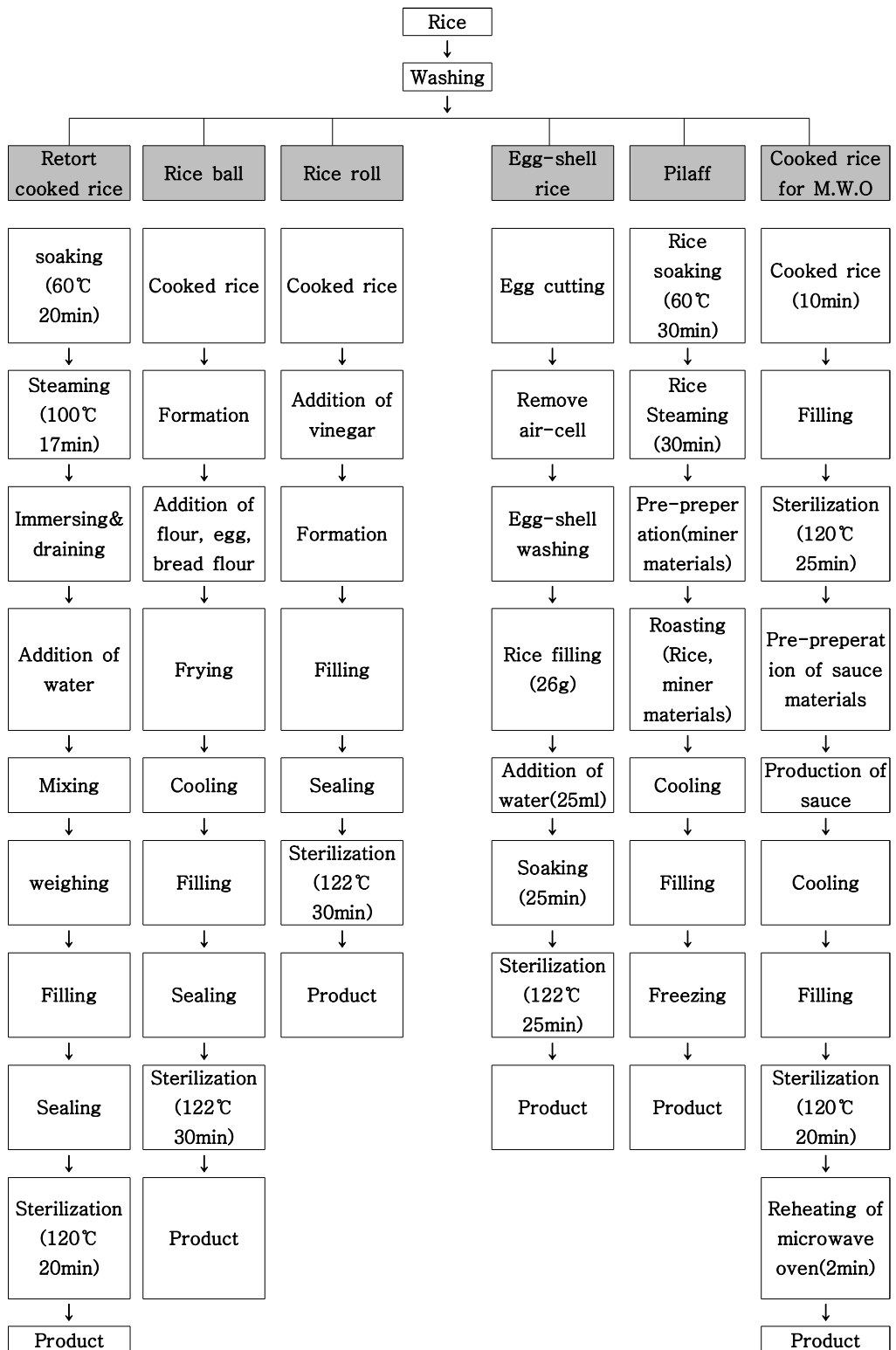
3. 김밥			
① 단무지 김밥	· 무세미, 김, 단무지	· 원료생쌀→가수→밥짓기→식초첨가 →단무지물기제거→성형→tray담기 →포장→retort	· 122℃, 30분
② 오이김밥	· 무세미, 김, 오이	· 원료생쌀→가수→밥짓기→식초첨가 →오이물기제거→성형→tray담기 →포장→retort	· 122℃, 30분
③ 맛살 김밥	· 무세미, 김, 맛살	· 원료생쌀→가수→밥짓기→식초첨가 →성형→tray담기→포장→retort	· 122℃, 30분
4. 난각밥			
① 영양밥	· 백미(13), 흑미(4), 팥(3), 콩(2), 은행(2.5)	· egg cutting→뚜껑, 공기집제거→세척 → 건조→원곡 및 부재료 충전→retort pouch에 담아 밀봉→retort	· 122℃, 25분
② 녹차밥	· 백미(23), 녹차(3.5)	· "	· 122℃, 25분
③ 버섯밥	· 백미(23), 표고버섯(7)	· "	· 122℃, 25분
④ 쇠고기밥	· 백미(21), 쇠고기(8)	· "	· 122℃, 25분
⑤ 게맛살밥	· 백미(22),, 게맛살(8)	· "	· 122℃, 25분
⑥ 치즈밥	· 백미(18), 치즈(9)	· "	· 122℃, 25분
⑦ 우영밥	· 백미(22), 우영(7)	· "	· 122℃, 25분
⑧ 베이컨밥	· 백미(21), 베이컨(8)	· "	· 122℃, 25분
⑨ 도리아밥	· 백미(17), 피자치즈(3), 브로콜리(3), 후랑크소시지(3), 옥수수(2)	· "	· 122℃, 25분

### 5. 필라프

① 밥	· 쌀(200), 옥수(1500), 버터(1.7), 설탕(1)	· 수세→침지(60℃ 옥수, 30분)→찌기 →볶기→냉동	
② 김치필라프	· 김치(80), 양파(40), 당근(40), 피망(30),	· 김치,야채썰기→야채데치기→볶기 →냉동	
③ 해물필라프	· 오징어(40), 새우(30), 건홍합(10), 양파(40), 당근 (40), 피망(30)	· 야채썰기→해물데치기(청주 1Ts) → 야채데치기→볶기→냉동	
④ 버섯필라프	· 표고버섯(40), 양송이(40), 당근 (40), 양파(40), 피망(40), 우영(10)	· 표고버섯 불리기→썰기→볶기→냉 동	
⑤ 닭육수	· 생닭(1000), 마늘(70), 양파(320), 파(40), 월계수잎(10장), 물 10L	· 재료전처리(다듬기, 씻기)→끓이기 (2시간)	
⑥ 바지락육수	· 바지락(400), 다시마(100), 오징어(200), 무(150), 표고버섯(3개), 양파(1)	· 다시마불리기→재료전처리→끓이기 (불끄기전 청주 1Ts)	
⑦ 버섯육수	· 표고버섯(40), 느타리버섯(100), 양송이(95), 브로컬리(150), 파(45), 양파(200)	· 재료전처리→끓이기(1시간)	



6. 덮밥			
① 레토르트밥	· 무세미	· 칭량→불림→물빼기→retort 용기에 충전→물침가→밀봉→retort	· 120℃, 25분
② microwave밥	· 무세미	· 칭량→물침가→취사(10분)→m.w(2분)→retort	· 120℃, 15분
③ 쇠고기덮밥소스	· 무세미(70), 쇠고기(40), 양파(25), 느타리버섯(10), 실파(3), 달걀 1개	· 재료전처리(씻기, 다듬기, 썰기)→끓이기(육수)→retort용기에담기→밀봉→retort→냉각	· 120℃, 20분
④ 오징어덮밥소스	· 무세미(70), 오징어(1/2마리), 양파(50), 대파(25), 당근(25),	· 재료전처리(오징어 blanching)→볶기→retort용기에담기→밀봉→retort→냉각	· 120℃, 20분
⑤ 카레덮밥소스	· 무세미(70), 감자(20), 당근(10), 양파(15), 쇠고기(15)	· 재료전처리(야채,고기 blanching)→끓이기→retort용기에담기→밀봉→retort→냉각	· 120℃, 20분
⑥ 가쓰오부시육수	· 가쓰오부시, 물, 양파, 멸치	· 재료전처리→끓이기(1시간)	
⑦ 멸치,버섯육수	· 멸치, 표고버섯, 다시마, 양파, 물	· 재료전처리→끓이기(1시간)	



## 제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 고품질 레토르트 미반의 제조기술

고품질 레토르트 미반 제조를 위해 생쌀과 증자 쌀을 이용하여 레토르트 미반을 제조하였다. 관능검사 결과 전반적인 기호도 에서 유의성을 보였으며 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 또 증자 쌀의 경우는 바로 지은 밥에 비하여 전반적인 기호도 에서 큰 차이 없이 상태가 양호하였고 17분 증자 후 115℃ 40분 살균한 것이 가장 좋은 것으로 평가되었다. 저장실험 결과 레토르트 미반의 수분함량은 제조 후 62%에서 점차 감소하였다. 관능검사 결과로 보아 레토르트 미반의 품질은 저장기간 동안 약간씩 나빠졌음을 알 수 있었다.

### 2. 레토르트 주먹밥 및 김밥

저장주먹밥의 살균은 빵가루 고물을 입히지 않은 주먹밥과 빵가루 고물을 입힌 주먹밥의 살균 온도와 시간은 두 가지 종류의 주먹밥 모두 122℃ 30분 살균 방법이 적합하였고, 저장 실험한 결과 주먹밥의 수분함량은 제조 후 42%에서 저장 2주 동안 약간 증가하다가 3주가 지나면서 감소하였다. 총 균수는 저장 4주째부터 급격히 증가하였다. 레토르트 김밥은 속을 넣지 않는 형태로 살균이 가능하였고, 김밥의 총 균수는 저장 7일까지 나타나지 않았다.

### 3. 난각을 이용한 계란밥 제조기술

달걀의 난각을 이용하여 쌀을 넣고 레토르트 살균하여 기호식품으로 제품화 하는 기술을 개발 하였다. 관능검사 결과 기호성이 좋은 베이컨 난각밥을 선정하고, 저장 중 품질변화를 측정하였다. 32℃ incubator에서 베이컨 난각밥을 6주 동안 저장했을 때 저장기간 중 총 균수에는 변화가 거의 없어 매우 안전한 상태였다. 육안으로도 향미와 외관은 양호하였다. 관능검사 결과 맛은 8.20으로 높은 기호도를 보였다.

### 4. 냉동 필라프 제조기술

냉동 필라프 제조 기술 확립을 위해 4종류의 냉동 필라프의 밥, 육수, 소스의 배합

비를 확정된 후 품질 특성을 분석하고 관능검사를 실시하였다. 관능검사 결과 김치 필라프는 긍정적인 반응을 보였고 해물 필라프의 경우 기호성을 증진시키기 위해 마늘과 무말랭이를 첨가하였는데 무말랭이를 첨가한 것은 전반적으로 좋은 반응을 얻었으며 마늘을 첨가한 것은 맛에 있어서는 약간의 높은 점수를 얻은 반면 외관, 향, 조직감, 전반적인 기호도에서는 오히려 낮은 점수를 얻었다. 버섯필라프와 야채필라프도 좋은 반응을 얻었으며 해물 필라프에서와 같이 마늘과 무말랭이의 첨가가 더 높은 유의성을 보였다. 포장재에 따른 저장 실험 결과, PE가 다른 포장재에 비해 낮은 노화도 값을 나타내었다.

#### 5. 전자레인지용 즉석 덮밥류 제조기술

전자레인지용 즉석 덮밥 제조를 위해 먼저 포장밥의 제조조건을 확립하였다. 관능검사와 일반 분석 및 조직감 등의 결과 밥을 전기밥솥에 10분 half cooking 한 후 microwave oven에 2분 재 가열 한 밥이 가장 우수한 상태로 나타났다. 쇠고기 덮밥의 수분함량은 제조 직후 77.13%였으며 총열량은 123Kcal, 조단백질은 13g, 조지방함량은 5g으로 나타났다. 또 덮밥의 저장실험 결과 수분함량은 저장 기간이 지나면서 조금씩 감소하는 경향을 보였고, 총 균수는 저장기간 동안 급격한 증가를 보이지 않았으며 이는 먹기 직전 microwave oven에 재 가열했기 때문인 것으로 보여 진다. 저장 기간 중 기호도 조사 결과 7점으로 양호하였다.

#### 6. 밥 프렌차이즈 시스템 개발 및 상품화를 위한 마케팅 전략 수립

밥 프렌차이즈 시스템에 대한 조사를 위해 안성휴게소에서 소비자 조사를 실시하였다. 조사대상자는 여성이 64%, 남성이 36%이었다(10 -70대). 우선 밥의 종류별 기호도 조사에서 1위는 깍두기 비빔밥이었으며 그 다음으로는 송이밥, 쇠고기볶음밥, 콩나물 김치밥 등의 한식 메뉴 이었다. 좋아하는 식사 유형으로는 한식이 가장 많았으며 밥 fast 체인점이 있으면 이용하겠다는 질문에 그렇다고 대답한 사람이 전체의 78%를 차지했으며 연령별로는 20대가 가장 많았다. 밥 가공기술을 프렌차이즈에 도입하면 쌀 소비확대는 물론이고 수익성 사업으로 가능 할 것으로 보인다.

## 제5절. 연구 개발 결과의 활용계획

### 1. 개발된 기술을 관련업계에 기술 이전되도록 제품 설명회 개최

- 쌀 소비확대를 위한 심포지움 개최 (2005년 쌀 수확시기)
- 메스컴 또는 관련 전문 잡지를 통하여 기술 적극 홍보

### 2. 농협 또는 지방자치단체를 통하여 자 지역에서 생산된 쌀의 소비를 적극 유도하기 위하여 복합 쌀 가공공장 설치 유도

가. 장소 선정 : 미곡종합처리장이 있는 곡창지대(경기, 호남 혹은 영남)

나. 지자체 및 농협이 주도하여 전국 판매가 가능하도록 공장 설치

다. 복합 가공공장

- 미곡 종합 처리장(쌀 수확 후 관리, 건조, 도정, 저장)
- 가공 밥 생산(레토르트 주먹밥, 김밥, 난각 밥, 즉석덮밥, 냉동 필라프)
- 쌀가루 공장 설치
- 단체급식(학교급식 등)이 가능한 위탁 밥(도시락) 공장
- 부산물을 이용한 제품 개발
  - : 쌀뜨물 이용한 발효 부산물(유기농작물에 이용 가능), 사료 등

라. 판매 : 프렌차이즈 시스템 도입

- 전국 농협, 지하철 구내 소규모 미니샵
- 학교 또는 회사 부근 소규모 미니샵
- 고속도로 휴게소 등

마. 테마 파크 조성

- 쌀 생산, 품종, 영양 등 학술적 측면 소개
- 밥 짓기, 가공 제품, 조리 경연 등으로 관광객 및 홍보 측면 활용

## 제6절 참고문헌

1. Kouju Matsuo. 冷凍ピラフの製法. 食品と化学工学. 第61卷 5号. 343-345 (1997).
2. 三浦利昭. 冷凍米飯・レトルト米飯の生産販賣動向. 食品工業. 49-54. (1999-9.15.)
3. Association of official agricultural Chemists: Official methods of analysis of A.O.A.C. 13th ed. Washington, D.C. 1980
4. Williams, P.C., Kuzina, F.D, and Hlynka, I. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches or flours. Cereal chem. 47: 411 (1970).
5. Miller, G.L., Blum, R., Grennon, W.E. and Burton, A.L. Measurement of carboxymethylcellulase activity. *Anal. Biochem.* 2: 127-132 (1960)
6. 김업식, 최일숙, 구성자. 2001. 냉면 육수 조리법의 표준화 연구. 한국조리과학회지. 17:589~597
7. 김윤경, 오명숙. 2000. 설탕, 식염, 초산 첨가가 보존중의 밥의 품질 특성에 미치는 영향. 대한가정학회지. 38:121~130
8. 이종미, 신계숙, 최성은. 1999. 육수제품 개발을 위한 육수 재료 이용의 현황 조사. 한국식문화학회지. 14:57~65
9. 김진숙. 1996. 가공용 쌀 이용 냉동볶음밥 개발 연구. 농촌생활과학. 17:16~20
10. 조영, 이혜수. 1991. 젓산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향. 한국조리과학회지. 7:15~25
11. 김정상, 이현유, 김영명, 신동화. 1987. 취반방법이 즉석쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 19:480~485
12. 민태익, 권태완. 1984. 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지. 16:443~450
13. 안명수. 1999. 식품과 조리원리. 신광출판사. 278~280
14. Hollo J., Szejtli J., and Gantner GS. 1960. *Staerke*, 21, 106
15. Radley JA. *Starch and Its Derivatives*. 1(3) 215-223, John Wiley and Sons, Inc., New York
16. Kim SK. and D'Appolonia BL 1977. *Cereal Chem* 54(1) 150

17. Schoch T.J. and French D. 1977 Cereal Chem 54 231
18. 이대성: 식품포장재료: 한국식품과학회지: 11(2) 46-53 (1978)
19. 최성길, 이철: 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향: 한국식품과학회지: 27(5) 783-788 (1995)
20. 김정옥, 신말식: 저장온도에 따른 쌀가루 겔의 노화: 한국농화학회지: 39(1) 44-48 (1996)
21. 김기식 외: 검은비늘벼의 포장재와 저장온도에 따른 저장 효과: 한국식품저장유통학회지: 10(3) 284-287 (2003)
22. 최미희, 김건희: 저장 온도와 포장재에 따른 느타리버섯의 MA 저장 중 품질변화: 한국식품과학회지: 35(6) 1079-1085 (2003)
23. Stollman, U. And B. Lundgren 1987. Texture changes in White bread: Effect of processing and storage. Cereal Chem. 64, 230-236.
24. Luh, B.S. 1991. In Rice Production. 2nd Ed., Vol.2, Chap. 7, AVI Book, NY, U.S.A
25. 이철호, 박상희. 1982. 한국인의 조직감 표현용어에 관한 연구. 한국식품과학회지: 14, 21-29
26. 김우정, 김종근, 김성근. 1986. 쌀밥의 관능적 품질 평가 및 비교. 한국식품과학회지:18, 38-41
27. 홍영희, 안홍석, 이승교, 전승규. 1988. 일반계 및 다수계 쌀의 성질 및 밥의 텍스처 특성. 한국식품과학회지: 20, 59-62
28. 노은숙, 안승요. 1989. 밥의 텍스처와 아밀로스 분자량 분포에 관한 연구. 한국식품과학회지: 21, 486-491
29. 김동훈. 1990. 식품화학개론. 103-118, 수학사, 서울, 한국.
30. 이영진, 황선옥, 박윤서, 윤운중, 전재근. 1995. 밥블록을 이용한 쌀밥의 경도 및 부착성 측정법. 한국농화학회지: 38, 398-402
31. 최성길, 이철. 1995. 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향: 한국식품과학회지: 27, 783-788
32. 최광명. 2001. 녹황색야채의 비밀. 식품산업과 영양. 6:67~70

33. 이현유. 2003. 쌀 가공식품과 밥의 산업화. 한국식품저장유통학회지, 95
34. 한국식품연구원, 쌀이용연구센터. 1992. 밥류 가공기술의 개발 및 보급에 관한 연구보고서
35. Juliano, B.O. 1985. Rice, The American Association of Cereal Chemists, Inc., St Paul, pp. 1
36. 황자영. 2003. 쌀 가공제품의 발전현황. 한국식품저장유통학회지, 79
37. Kouju Matsuo. 冷凍ピラフの製法. 食品と化学工学. 第61卷 5号. 343-345 (1997).
38. 三浦利昭. 冷凍米飯・レトルト米飯の生産販賣動向. 食品工業. 49-54. (1999-9.15.)
39. Association of official agricultural Chemists: Official methods of analysis of A.O.A.C. 13th ed. Washington, D.C. 1980
40. Williams, P.C., Kuzina, F.D, and Hlynka, I. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches or flours. Cereal chem. 47: 411(1970).
41. Miller, G.L., Blum, R., Grennon, W.E. and Burton, A.L. Measurement of carboxymethylcellulase activity. *Anal. Biochem.* 2: 127-132 (1960)
42. 김업식, 최일숙, 구성자. 2001. 냉면 육수 조리법의 표준화 연구. 한국조리과학회지. 17:589~597
43. 김윤경, 오명숙. 2000. 설탕, 식염, 초산 첨가가 보존중의 밥의 품질 특성에 미치는 영향. 대한가정학회지. 38:121~130
44. 이종미, 신계숙, 최성은. 1999. 육수제품 개발을 위한 육수 재료 이용의 현황 조사. 한국식문화학회지. 14:57~65
45. 김진숙. 1996. 가공용 쌀 이용 냉동볶음밥 개발 연구. 농촌생활과학. 17:16~20
46. 조영, 이혜수. 1991. 젓산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향. 한국조리과학회지. 7:15~25
47. 김정상, 이현유, 김영명, 신동화. 1987. 취반방법이 즉석쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 19:480~485
48. 민태익, 권태완. 1984. 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지. 16:443~450
49. 안명수. 1999. 식품과 조리원리. 신광출판사. 278~280



50. Hollo J., Szejtli J., and Gantner GS. 1960. *Stärke*, 21, 106
51. Radley JA. *Starch and Its Derivatives*. 1(3) 215-223, John Wiley and Sons, Inc., New York
52. Kim SK. and D'Appolonia BL 1977. *Cereal Chem* 54(1) 150
53. Schoch TJ. and French D. 1977 *Cereal Chem* 54 231
54. 이대성: 식품포장재료: 한국식품과학회지: 11(2) 46-53 (1978)
55. 최성길, 이철: 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향: 한국식품과학회지: 27(5) 783-788 (1995)
56. 김정옥, 신말식: 저장온도에 따른 쌀가루 겔의 노화: 한국농화학회지: 39(1) 44-48 (1996)
57. 김기식 외: 검은비늘벼의 포장재와 저장온도에 따른 저장 효과: 한국식품저장유통학회지: 10(3) 284-287 (2003)
58. 최미희, 김건희: 저장 온도와 포장재에 따른 느타리버섯의 MA 저장 중 품질변화: 한국식품과학회지: 35(6) 1079-1085 (2003)
59. Stollman, U. And B. Lundgren 1987. Texture changes in White bread: Effect of processing and storage. *Cereal Chem.* 64, 230-236.
60. Luh, B.S. 1991. In *Rice Production*. 2nd Ed., Vol.2, Chap. 7, AVI Book, NY, U.S.A
61. 이철호, 박상희. 1982. 한국인의 조직감 표현용어에 관한 연구. 한국식품과학회지: 14, 21-29
62. 김우정, 김종근, 김성근. 1986. 쌀밥의 관능적 품질 평가 및 비교. 한국식품과학회지:18, 38-41
63. 홍영희, 안홍석, 이승교, 전승규. 1988. 일반계 및 다수계 쌀의 성질 및 밥의 텍스처 특성. 한국식품과학회지: 20, 59-62
64. 노은숙, 안승요. 1989. 밥의 텍스처와 아밀로스 분자량 분포에 관한 연구. 한국식품과학회지: 21, 486-491
65. 김동훈. 1990. 식품화학개론. 103-118, 수학사, 서울, 한국.
66. 이영진, 황선옥, 박윤서, 윤운중, 전재근. 1995. 밥블록을 이용한 쌀밥의 경도 및

부착성 측정법. 한국농화학회지: 38, 398-402

67. 최성길, 이철. 1995. 동결속도 및 저장온도가 취반된 쌀의 노화도, 조직감 및 미세구조에 미치는 영향: 한국식품과학회지: 27, 783-788

68. 최광명. 2001. 녹황색야채의 비밀. 식품산업과 영양. 6:67~70

## 제3장. 쌀 전통식품의 개량 및 현대화 기술 개발

### 제1절 연구 개발 과제의 개요

최근에 전통식품에 대한 소비자의 구매 욕구가 급격히 증가하고 또한 세계 수출 시장에서도 구매 요구가 증가하고 있으나 지금까지 소비자의 기호에 따라가지 못하고 전통식품에 대한 가공원리 등이 체계적으로 이루어지지 않아 수요를 충족하기에 불가능하였으며 제품의 품질을 고급화 및 다양화를 시키지 못하였다. 따라서 전통적인 맛을 그대로 보존하면서 제조공정을 최소한으로 줄이고 또한 제품 고급화, 다양화, 편의식품화 및 기능성식품을 대량생산할 수 있도록 각각의 공정을 확립하여 우리의 쌀 전통식품을 대중화 시키고 세계시장에 널리 보급하고자 한다.

최근 전통식품에 대한 관심이 급증하고 있으나 부분적으로 유과 등에 한정되고 있으며 전통식품의 산업화가 활발히 이루어지고 있는 시점에서 전통 식품의 현대화를 통하여 외식문화에 젖어 있는 식문화의 개선이 절실히 요구되고, 쌀 전통식품의 개량 및 현대화의 기본적인 쌀가루의 기본 물성에 대한 기초 연구가 매우 미약하여 쌀가루의 다양한 이용 및 등급화를 위한 기초자료가 매우 시급히 필요하다. 현재 쌀가공제품이 다양화되지 못하여(쌀과자, 가래떡 등 소수) 소비자가 선택할 수 있는 제품이 매우 부족하고 편리성이 떨어지고 일본의 14% 수준의 가공 이용률에 비해 국내는 약 3%정도로 추정되고 있다. 쌀 가공제품 중 떡류(면류, 죽류 순)의 선호도가 가장 뛰어나므로 떡류의 제품을 다양화하고 편리성을 부여하면 가장 빠른 쌀 소비확대 기여할 수 있다. 떡류의 경우 시판중인 떡은 1일 이상 유지가 불가능하며, 따라서 떡을 가정에서 손쉽게 조리하거나(쌀가루 프리믹스를 이용하여 가정에서 조리) 떡류를 구매하여 가정에 보관하면서 쉽게 소비할 수 있는 제품 개발(전자레인지용 떡, IM떡, 건조떡 등)이 시급한 실정이다. 또한 죽의 편의식품화가 필수적이며 죽류 제품은 보양건강식, 건강기호식(유아식, 노인식, 별미식) 등의 다양성 및 기호성을 높여 쌀 가공식품으로서 자리 잡을 필요가 있다. 죽제품에서 특징적인 개발 전략은 첫째, 인스턴트화가 강조되어야 하고 둘째, 포장형태의 다양화(무균포장죽) 셋째, 죽제품에

새로운 소재(한방죽, 다이어트죽)를 이용하는 것이 필수적이다. 쌀 가공음료는 현대화와 산업화로 연결시키는 일은 상당기간과 노력이 필요하고, 따라서 전통의 제조방법에 따라 재현해보고 관능검사를 통하여 현대인의 기호에 적합하도록 원부재료와 향미를 조정한 제품의 배합비를 확립해야 한다. 전통발효식품의 제조기술을 개선하여 품질을 개량하고 현대화시켜 상품성 제고에 실용적인 기술 개발이 필요하다. 우리의 전통음료는 최근에 폭발적인 수요를 창출한 식혜를 제외하고도 수정과, 오미자, 대추, 배, 미수가루, 승능 등을 소재로한 음료들 외에도 아직 미 발굴된 음료들이 무수히 많다. 지금까지 우리의 전통음료가 다양하게 산업화되지 못한 이유는 탐색, 발굴 및 선별 작업이 매우 미흡했으며, 전통적인 소재와 제법에 구애되어 소비자의 다양한 기호를 충족시킬 수 있도록 기호를 현대화하지 못하였으며, 한편 가공기술도 음료의 특성에 따라 세심하게 개발되지 않았으며 포장방법도 다양한 모양으로 소비자의 구매의욕을 자극하지 못하였다. 전통음료는 실제 발굴 작업부터 방대하며 발굴 후 현대화와 산업화로 연결시키는 일은 상당기간과 노력이 필요하다. 따라서 우선 전통음료를 발굴하여 전통의 제조방법에 따라 재현해보고 이어서 제품의 응용 편의성과 장기유통이 가능하도록 포장재질과 방법 및 최소 열처리에 의한 적정 살균방법을 구명할 필요가 있다.

죽제품은 연간 매출액이 약 1,000억원 정도이며 죽 전문점을 포함하면 약 1,500억 시장 이상으로 소비되고 있으며 현재 약 10개업에서 40개 품목이 생산되고 있다. 다만 등지에서 수입되는 팔보죽의 경우 월 30만켤이(약 1억 5천만원) 국내에서 소비되고 있고 일본의 경우 1989년에 20억엔, 1990년에 30억엔, 1991년에 70억엔, 1996년에 100억엔의 생산량을 나타낸다. 죽류 및 발효식품의 기호성 및 편의식품화가 이루어지면 수요는 계속 증가할 것으로 예상된다. 고품질의 전통발효식품 개발은 국내 소비증대와 국제 경쟁력 제고에 필수적이다. 국내의 식품산업 중에서 음료산업이 차지하는 비중은 주류산업 다음으로 큰 연간매출액 2조1천5백억원 이상의 중요한 산업이다. 이 중에서 우리 전통음료가 차지하는 부분은 매우 빈약하고 제품도 다양하지 못한 편이다. 최근에 식혜음료가 약 2,500억원 정도, 대추 음료가 1,000억원 정도의 시장으로 급격히 발전하였으나 판매액은 점점 감소하고 있는 실정이다. 한편 이러한 전통음료들에 대한 새로운 제품이 계속적으로 개발되어 줌으로서 소비자들의 관심이

지속적으로 이어지는데 최근에는 사양되어 가는 경향이 있어 새로운 제품개발이 시급히 요구되고 있다. 다양한 전통 쌀가공제품의 개량 및 현대화가 식품산업의 한 부분으로 꾸준히 발전한다면 산업의 안정적 발전에 초석이 되고 나아가서 거액의 기술료와 수입원료에 지불하는 외화에 대한 수입대체 효과뿐만 아니라 수출상품화까지도 가능하며, 국내자원의 이용으로 농가소득 증대와 국민정서 함량에도 좋아 경제적, 산업적으로 큰 도움이 될 수 있다. 한 나라의 식문화는 그 민족의 정신과 정서와 매우 밀접한 관계를 가지고 발전, 변천해 간다. 어느 나라이던지 유구한 역사를 간직한 나라는 그 나라 고유의 식품과 식문화를 가지고 있다. 주식은 말할 것도 없고 특히 죽과 떡류제품은 매우 특징적인 전통 제품들로 그 나라의 환경에 적합하게 개발, 전승 발전되어 오고 있다. 우리나라도 마찬가지로 고유의 전통 음식들이 각종의 재료로 독특한 제법으로 제조되어 즐겨 온 것들이 매우 많다. 그럼에도 불구하고 급속한 산업화로 인하여 생활양식과 식문화도 급속히 변화되어 인스턴트 식품과 양식형태의 외식산업이 점점 발전하고 전통음식에 대한 인식은 극히 미미하게 명맥을 유지해 가는 정도이다. 이것은 급속한 경제발전이 대응하는 전통음식의 개량 및 현대화 연구가 부족했던 결과이기도 하다. 무균포장밥, 식혜, 매실음료 등이 그 가능성을 보여주었듯이 우리의 쌀 전통식품도 세심히 조사, 발굴하여 현대인의 기호에 적합하도록 개발할 만한 품목들이 많다고 본다. 청소년과 장년층에서 우리의 전통음식을 도외시하면 그 의식 또한 사회, 문화적으로 식민화의 우려가 있고 전통적 근거가 없는 민족으로 전락해 갈 수도 있다. 이것은 외국음식의 배척이 아니라 우리 고유의 전통음식도 잘 발전시켜 국민정서 함량에도 일익을 할 수 있다고 본다.

전통식품으로 청소년층에 고유의 한국인의 맛을 전할 수 있음. 기능성 식품으로 국민의 건강 증진에 이바지 할 수 있으며 외국인에게 다이어트 식품으로 좋은 기호도를 갖고 있어 수출상품으로서 한국인의 맛을 전할 수 있다. 전통발효식품은 원료모두를 순수 우리의 것만 사용하고 전통적인 방법으로 제조되므로 국민 정서가 함양되고 자긍심이 고취될 것이다.

## 제2절 국내외 기술개발 현황

최근 들어서 국민들의 전통문화에 대한 인식이 새로워지면서 쌀가공 식품의 소비가 증가하는 추세이나 쌀 가공식품 생산에 가장 기본적인 쌀가루에 대한 등급화가 미비하고 쌀 가공식품의 품질개선에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이고 특히 품질에 관하여 문제가 되고 있으나 이에 대한 관련 연구가 미비한 실정이다. 전통식품은 일부 연구자에 의하여 제조방법에 관한 고문헌의 고찰과 함께 설문을 통한 가정 전래의 비법 등이 발표되었으며 이를 기초로 하여 일부 원료배합과 제조방법 등에 대한 단편적인 연구가 있을 뿐이다. 특히 전통적인 제조방법은 대부분 인력에 의존하고 있어 이 방법을 단순화하여 대량생산을 위한 기계화가 절실하며, 균일한 제조공정의 확립이 필요하다. 또한 현대적 소비 취향에 부응하는 품질의 고급화 및 제품의 다양한 개발이 부족하며 기능성 및 영양성을 포함한 편의식품용 용도별 제품개발이 매우 시급한 형편이다. 국내의 전통음료와 관련된 기술은 먼저 차류로 인삼차 제조 기술이 추출에서 농축 및 과립화하는 기술이 확립되었으며 최근에는 홍삼음료도 캔 제품으로 개발되었으며 관련 연구 보문도 상당히 많은 편이다. 이 기술을 기본으로 하여 다른 한방소재를 원료로 한 여러 가지 국산 차들이 다양하게 개발되었다. 그러나 이들 제품들도 꾸준한 품질개선 연구가 부족하여 소비가 증가하지 못하고 있는 실정이다. 곡류를 원료로 한 전통음료 중에서 대표적으로 식혜를 들 수 있는데 식혜의 제조기술은 최근 매우 크게 발전하여 전통의 제조기술을 완전히 대량생산 공정으로 현대화하였으며 맛과 향도 현대인의 기호에 상당히 접근하여 한 때 폭발적인 소비를 창출하여 전통음료의 가능성을 강하게 보여주었다. 그러나 마찬가지로 소비자의 기호의 변화를 잘 파악하면서 지속적인 품질개선의 노력이 미흡하여 그 소비량이 감소하고 있다. 미숫가루음료가 개발되어 시판된 바 있으나 소비자들의 기호를 충족시키지 못하였다. 전통음료인 승냥음료는 상업화되어 시판된 것은 없으나 승냥의 원료인 누룽지 제조는 최근에 산업화되어 대량생산이 가능해진 상태임. 그러나 이것도 곡류를 소재로 한 음료로서 누룽지를 넣고 음료제품으로 개발할 경우 누룽지의 상태가 남아있지 않고 형태가 허물어져 음료를 컵에 부었을 때 외관이 좋지 않고 물성도 만

족할 수 없을 것으로 보인다.

따라서 우리나라의 전통식품 특히 쌀 전통식품의 기술개발 현황은 국내에서 이루어진 결과가 대부분으로 나타났다.

### 제3절 연구 개발 수행 내용 및 결과

#### 1. 쌀 전통식품의 기본 물성의 확립

가. 제분방법과 입자크기에 따른 쌀가루 품질특성 확립

(1) 실험재료 및 방법

(가) 실험재료

본 실험에 사용한 쌀은 여주 경기 햅쌀 특미(등급: 특등급), 생산년도: 2001년을 사용하여 건식쌀가루와 습식쌀가루를 만들어 혼합 쌀가루 제조 시료로 사용 하였다.

① 쌀가루의 제조

㉞ 습식 쌀가루의 제조: 4시간 수침 한 후 1시간 탈수하고 roll mill로 분쇄 후 70℃에서 1시간 30분 건조하여 다시 fitz Mill로 분쇄한 후 sieve shaker를 이용하여 각각, 80mesh이하, 80-100mesh, 100-140mesh, 140-200mesh, 200mesh이상의 입자 크기별로 만들어 습식쌀가루의 시료로 사용하였다.

㉟ 건식 쌀가루의 제조: 100mesh 이하는 roll mill로 2번 분쇄 후 시료를 얻었으며 100mesh이상 140mesh이하는 다시 fitz Mill로 분쇄한 후 그리고 200mesh이상의 시료를 얻기 위하여 Ball mill로 다시 분쇄 후 sieve shaker를 이용하여 각각, 80mesh이하, 80-100mesh, 100-140mesh, 140-200mesh, 200mesh이상의 입자 크기별로 만들어 건식쌀가루의 시료로 사용 하였다.

㊱ 혼합 쌀가루의 제조: 건식과 습식 쌀가루를 각각 같은 mesh별로 5%(건식)+95%(습식), 10%(건식)+90%(습식), 15%(건식)+85%(습식), 20%(건식)+80%(습식), 40%(건식)+60%(습식), 60%(건식)+40%(습식), 80%(건식)+20%(습식)의 비율로 각각 건식과 습식 쌀가루를 혼합하여 혼합쌀가루의 시료로 사용 하였다. 자세한 혼합비율과 건식과 습식에 대한 설명은 Table 2-1과 같다.



#### (나) 실험방법

##### ① 쌀 원곡의 백도와 수분함량

쌀 원곡의 백도는 Whiteness Tester(Kett Electric Laboratory C-300-3)을 이용하여 측정하였고 이때, 표준 백도관의 값은 85.9였고 쌀 원곡의 수분함량은 single kernal moisture tester(CTR-800E, Shizuoka Seiki, Japan)을 사용하여 측정하였으며 쌀가루의 수분은 AOAC<sup>1)</sup>의 105℃ 건조법에 의하여 측정하였다.

##### ② 입도분포

쌀가루의 입도분포는 sieve shaker법<sup>2)</sup>(Nishita and Bean)에 의한 방법으로 쌀가루 100g을 80, 100, 140, 200 mesh의 표준망체에 취하여 sieve shaker(Ro-Top sieve shaker, CG-213)를 이용하여 10분간 체별 후 각 표준망체에 잔류된 쌀가루의 양을 측정하여 입도분포로 하였다.

##### ③ 색도

쌀가루의 색도는 직경 4cm, 높이 1cm의 cell에 넣어 색도계(CR-300 Minolta Co., Japan)를 이용하여 5회 반복 측정하였다. Hunter의 색계인 밝은 정도를 나타내는 L 값(Lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a값(Redness), 노란색의 정도를 나타내는 b 값(Yellowness)으로 나타내어 비교하였으며 이때 표준 백색판은 L: 96.86, a: -0.07, b: 2.02였다.

##### ④ 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI)와 수분 용해도 지수(Water Solubility Index, WSI)는 Anderson의 방법으로 측정하였다. 시료 2.5g을 30mL의 증류수를 넣은 원심분리관에서 분산시키고 가끔 흔들어 주면서 실온에서 30분간 방치한 다음 3000rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액은 미리 항량을 구한 수분정량 수기에 넣어 고형분량을 구하여 WSI를 산출하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 산출하였다. 즉, WSI는 상기조건에서 상등액으로 용해된 획분의 백분율로 나타내었고 WAI는 건조시료 1g에 함유된 수분함량 g으로 나타내었다.

⑤ 호화특성(Differential Scanning Calorimetry : 시차주사열량기)

쌀가루 20mg을 aluminum sample pan에 취하고 여기에 시료 쌀가루와 동일량에 해당하는 증류수를 micro syringe로 가하여 밀봉한 다음 30분간 침지 시킨 후 Differential Scanning Calorimeter(DSC-7 series Perkin Elmer co., Norwalk, CT)를 이용하여 10℃/min의 승온 속도로 30℃부터 130℃까지 가열하여 흡열곡선을 얻었다. 이 흡열 peak로부터 Perkin-Elmer Thermal Analysis software version 4.0으로 분석하여 호화개시온도( $T_0$ ), 호화정점온도( $T_p$ ), 호화종료온도( $T_c$ ), 및 호화엔탈피( $\Delta H$ )를 구하였다.

⑥ 전분손상도

쌀가루의 전분손상도는 A.A.C.C법에 따라 측정하였다. 쌀가루 1g을 취해  $\alpha$ -amylase (Sigma No. A6211, from Aspergillus Oryzae, Activity 250,000 Unit)용액 45ml를 가한 후 30℃에서 15분간 효소를 반응시킨 후 10% 황산용액 3mL과 텅스텐 나트륨 용액 2mL을 가하여 교반, 여과(Whatman No. 4)한 후 여액 5mL을 취해 알칼리성 적혈염용액과 반응시킨 후, 지시약 티오황산나트륨용액(0.1 N)으로 적정하여 전분손상도를 구하였다.

⑦ 미세구조 (Scanning electron microscope)

쌀가루의 수분제거를 위하여 48시간 동결건조 시킨 후 gold-polladium(C1010 Hitachi, Japan)을 이용해 ion sputter법으로 coating한 다음 주사전자현미경(S2380N Hitachi, Japan)을 사용하여 전체적인 입자의 미세구조를 보기 위하여 80배에서 검경하였으며 다시 80배 찍은 부위를 10배 확대( $\times 800$ )하여 나타내었다.

⑧ 부침가루 및 튀김가루 관능검사

쌀가루로 제조한 부침가루 및 튀김가루의 관능평가는 한국식품연구원 10명의 패널이 강도 및 기호도에 대하여 9점 척도로 평가하였으며, 이때 평가 기준은 아주 강하다(좋다) : 9점, 적당하다(좋지도 나쁘지도 않다) : 5점, 아주 약하다(나쁘다) : 1점이었다.

Table 2-1. 건식과 습식 쌀가루에 대한 조제방법

제조공정별 단계에 따른 특성			
건식 쌀가루	샘플명	습식 쌀가루	샘플명
Roll mill2번	Dry R	Roll mill	Wet R
Roll mill2번+Fitz mill	Dry RF	Roll mill +Fitz mill	Wet RF
Roll mill2번+Fitz mill+ Ball mill	Dry RFB		
각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 특성			
건식 쌀가루	샘플명	습식 쌀가루	샘플명
80mesh이하	Dry 80	80mesh이하	Wet 80
80-100mesh	Dry 80-100	80-100mesh	Wet 80-100
100-140mesh	Dry 100-140	100-140mesh	Wet 100-140
140-200mesh	Dry 140-200	140-200mesh	Wet 140-200
200mesh이상	Dry 200	200mesh이상	Wet 200
혼합 쌀가루의 특성(mesh별에 따른)			
mesh	건식쌀가루의 비율	습식쌀가루의 비율	샘플명
80 이하	5%	95%	80mix5-95
	10%	90%	80mix10-90
	15%	85%	80mix15-85
	20%	80%	80mix20-80
	40%	60%	80mix40-60
	60%	40%	80mix60-40
80-100	80%	20%	80mix80-20
	5%	95%	80-100mix5-95
	10%	90%	80-100mix10-90
	15%	85%	80-100mix15-85
	20%	80%	80-100mix20-80
	40%	60%	80-100mix40-60
100-140	60%	40%	80-100mix60-40
	80%	20%	80-100mix80-20
	5%	95%	100-140mix5-95
	10%	90%	100-140mix10-90
	15%	85%	100-140mix15-85
	20%	80%	100-140mix20-80
140-200	40%	60%	100-140mix40-60
	60%	40%	100-140mix60-40
	80%	20%	100-140mix80-20
	5%	95%	140-200mix5-95
	10%	90%	140-200mix10-90
	15%	85%	140-200mix15-85
200 이상	20%	80%	140-200mix20-80
	40%	60%	140-200mix40-60
	60%	40%	140-200mix60-40
	80%	20%	140-200mix80-20
	5%	95%	200mix5-95
	10%	90%	200mix10-90
200 이상	15%	85%	200mix15-85
	20%	80%	200mix20-80
	40%	60%	200mix40-60
	60%	40%	200mix60-40
	80%	20%	200mix80-20

(2) 결과 및 고찰

(가) 이화학적 특성

① 수분함량

Table 2-2. 쌀 원곡의 백도와 수분함량

백도	수분함량
37.5	15.5%

Table 2-3. 제조공정단계에 따른 쌀가루의 수분함량 (unit: %)

건식쌀가루	Samples	moisture
	R	15.5
R+F	14.9	
R+F+B	14.5	
습식쌀가루	R	16.9
	R+F	12.5

Table 2-4. 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 수분함량 (unit: %)

Samples	moisture	Samples	moisture
Dry 80	14.8	Wet 80	12.9
Dry 80-100	14.5	Wet 80-100	14.5
Dry 100-140	14.3	Wet 100-140	12.7
Dry 140-200	14.6	Wet 140-200	12.3
Dry 200	14.1	Wet 200	12.9

Table 2-5. 80mesh 이하 (unit: %)

Samples	moisture
80mix 5-95	12.9
80mix10-90	12.9
80mix15-85	13.2
80mix20-80	13.1
80mix40-60	13.6
80mix60-40	14.1
80mix80-20	14.4

Table 2-6. 80-100mesh

(unit: %)

Samples	moisture
80-100mix5-95	13.7
80-100mix10-90	14.3
80-100mix15-85	14.0
80-100mix20-80	13.8
80-100mix40-60	14.1
80-100mix60-40	14.0
80-100mix80-20	14.3

Table 2-7. 100-140mesh

(unit: %)

Samples	moisture
100-140mix5-95	13.2
100-140mix10-90	13.3
100-140mix15-85	13.2
100-140mix20-80	13.4
100-140mix40-60	13.4
100-140mix60-40	13.7
100-140mix80-20	13.9

Table 2-8. 140-200mesh

(unit: %)

Samples	moisture
140-200mix5-95	12.6
140-200mix10-90	12.9
140-200mix15-85	12.4
140-200mix20-80	12.9
140-200mix40-60	13.4
140-200mix60-40	13.7
140-200mix80-20	13.7

Table 2-9. 200mesh 이상

(unit: %)

Samples	moisture
200mix5-95	13.1
200mix10-90	13.1
200mix15-85	12.9
200mix20-80	13.3
200mix40-60	13.3
200mix60-40	13.8
200mix80-20	13.9

수분함량 측정결과 원곡의 수분함량은 15.5%였고 제조공정에 따른 수분함량은 건식쌀가루 제조 시 roll mill로 2번 제분한 시료가 15.5%로 건식쌀가루제조에 있어서 가장 높은 함량을 나타내었고 roll mill과 fitz mill, ball mill로 제조한 시료가 14.5%로 가장 낮게 나타났다. 이것은 기계적인 마찰에 의한 수분함량의 감소로 보이며 습식쌀가루는 roll mill로 제조한 시료가 16.9%로 가장 높게 나타났고 roll mill과 fitz mill로 제조한 시료가 12.5%로 가장 작은 값을 나타내어 건식에 비해 습식이 기계적 마찰에 의한 수분함량의 변화에 민감하게 반응함을 알 수 있었다.

건식쌀가루와 습식쌀가루의 각 mesh별 비교 시 건식쌀가루가 14.0%대로 나타났고 mesh가 클수록 수분함량이 적게 나타나는 경향을 나타내었다. 습식쌀가루의 경우 12.0%대로 나타났으나 80-100mesh의 습식쌀가루의 경우 14.5%로 유의적으로 가장 높게 나타났다.

혼합쌀가루의 mesh에 따른 수분함량을 보면 건식쌀가루의 함량이 높을수록 수분함량이 더 높게 나타났고 12.4%~14.4%의 수분함량 비율을 나타내어 저장에 적당한 수분함량을 보였다.

② 입도분포

Table 2-10. 건식쌀가루와 습식쌀가루의 입도분포 (unit: g)

Mesh	건식쌀가루			습식쌀가루	
	R	RF	RFB	R	RF
80	92.61	76.85	36.51	63.85	43.42
80-100	1.92	5.14	8.72	4.31	5.51
100-140	2.80	7.81	23.50	8.99	14.48
140-200	1.12	5.13	24.55	11.18	12.58
200	1.25	3.79	4.93	10.31	22.29

건식쌀가루의 경우 roll mill로 2번 분쇄한 시료는 80mesh에서 90%이상의 입도를 나타내었고 roll mill, fitz mill과 ball mill을 함께 사용한 시료는 100-140mesh의 입도가 23%대로 나타났고, 습식쌀가루는 건식에 비하여 roll mill로 분쇄한 시료의 경우 10.31%로 건식쌀가루 1.25%에 비하여 높은 200mesh 이상의 입도를 나타내었다. roll mill과 fitz mill을 함께 사용한 습식의 경우 22.3%로 가장 높은 200mesh 이상의 입도를 나타내었다. 쌀가루의 입도분포는 물리화학적 특성에 큰 영향을 미치는데 입도분포는 분쇄기 종류에 따라서 영향을 받지만 수분함량에 의해서도 영향을 받는 것으로 나타났고, 일반적으로 수분의 함량에 비례하여 미세한 입자가 만들어짐을 알 수 있었다.

③ 색 도

Table 2-11. 쌀 원곡의 색도

L	a	b
70.15	-1.16	11.07

Table 2-12. 제조공정단계에 따른 쌀가루의 색도

	Samples	L	a	b
	건식쌀가루	R	90.61	-0.51
R+ F		93.74	-0.34	6.34
R+ F+ B		96.30	-0.17	4.22
습식쌀가루	R	97.46	-0.12	3.33
	R+ F	97.62	-0.11	3.13

Table 2-13. 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 색도

Samples	L	a	b	Samples	L	a	b
Dry 80	93.97	-0.36	5.93	Wet 80	94.96	-0.33	5.67
Dry 80-100	95.65	-0.25	4.73	Wet 80-100	96.89	-0.21	3.99
Dry 100-140	97.48	-0.13	3.13	Wet 100-140	97.59	-0.14	3.47
Dry 140-200	97.00	-0.26	3.45	Wet 140-200	97.98	-0.20	2.60
Dry 200	97.81	-0.16	2.43	Wet 200	98.48	-0.10	1.89

Table 2-14. 혼합 쌀가루 80mesh 이하

Samples	L	a	b
80mix 5-95	94.66	-0.39	5.75
80mix10-90	94.75	-0.37	5.59
80mix15-85	94.77	-0.43	5.61
80mix20-80	94.64	-0.40	5.68
80mix40-60	94.47	-0.38	5.91
80mix60-40	94.27	-0.39	5.94
80mix80-20	94.16	-0.38	5.87



Table 2-15. 혼합 쌀가루 80-100mesh

Samples	L	a	b
80-100mix5-95	96.84	-0.22	4.06
80-100mix10-90	96.72	-0.23	4.15
80-100mix15-85	96.74	-0.22	4.11
80-100mix20-80	96.71	-0.23	4.14
80-100mix40-60	96.58	-0.21	4.23
80-100mix60-40	96.40	-0.20	4.25
80-100mix80-20	96.38	-0.20	4.30

Table 2-16. 혼합 쌀가루 100-140mesh

Samples	L	a	b
100-140mix5-95	97.74	-0.13	3.27
100-140mix10-90	97.67	-0.12	3.35
100-140mix15-85	97.56	-0.13	3.39
100-140mix20-80	97.59	-0.14	3.41
100-140mix40-60	97.47	-0.14	3.45
100-140mix60-40	97.49	-0.13	3.36
100-140mix80-20	97.51	-0.13	3.19

Table 2-17. 혼합 쌀가루 140-200mesh

Samples	L	a	b
140-200mix5-95	97.96	-0.21	2.57
140-200mix10-90	97.91	-0.21	2.64
140-200mix15-85	97.91	-0.19	2.64
140-200mix20-80	97.96	-0.15	2.60
140-200mix40-60	97.92	-0.16	2.56
140-200mix60-40	97.61	-0.18	2.87
140-200mix80-20	97.37	-0.19	3.12

Table 2-18. 혼합 쌀가루 200mesh 이상

Samples	L	a	b
200mix5-95	98.45	-0.09	1.87
200mix10-90	98.45	-0.10	1.84
200mix15-85	98.38	-0.09	1.92
200mix20-80	98.34	-0.07	1.91
200mix40-60	98.31	-0.09	1.97
200mix60-40	98.17	-0.11	2.13
200mix80-20	97.98	-0.13	2.27

건식쌀가루의 경우 제분기의 종류 roll mill, fitz mill, ball mill 순으로 밝기가 증가됨을 나타내었고 a 값과 b 값은 감소하였다. 또한 습식은 건식에 비해 유의적으로 높은 밝기를 나타내었고 건식과 마찬가지로 제분기의 종류에 따라 밝기가 증가됨을 나타내었고 a 값과 b 값 역시 감소하였다. 각 mesh에 따른 색도를 보면 건식은 93.97~97.81로 나타났고, 습식은 94.96~98.48로 습식이 더 높은 L 값을 나타내었고 mesh가 클수록 밝기가 증가됨을 보였고 a 값과 b 값은 감소하였다. 혼합 쌀가루의 색도를 보면 80mesh 이하의 혼합쌀가루가 L 값이 94로 나타났고 80~100mesh의 혼합쌀가루가 L값이 96으로 나타났고 100~200mesh 사이의 혼합쌀가루의 L 값이 97로 나타났으며 200mesh 이상의 혼합 쌀가루 L 값이 98대로 가장 높게 나타났다. 또한 100~200mesh 사이의 색도에 있어 밝기는 유의성을 보이지 않았고 혼합쌀가루는 습식쌀가루의 함량이 많을수록 밝기가 증가됨을 나타내었다. 또한 건식과 습식의 비율에 있어 밝기는 유의성을 나타내었지만 a 값과 b 값의 경우 혼합비율에 따른 유의성을 나타내지 않았다.

④ 수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI), 수분용해지수(Water Solubility Index, WSI)

Table 2-19. 제조공정별 단계에 따른 WAI, WSI

Sample	WAI(%)	WSI(g)
Dry R	2.26	0.90
Dry RF	2.33	1.20
Dry RFB	2.78	2.18
Wet R	2.20	0.60
Wet RF	2.31	0.69

Table 2-20. 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 WAI, WSI

Sample	WAI(%)	WSI(g)
Dry 80	2.42	1.13
Dry 80-100	2.74	1.68
Dry 100-140	2.83	2.41
Dry 140-200	2.92	3.02
Dry 200	3.02	3.65
Wet 80	2.39	0.65
Wet 80-100	2.47	0.68
Wet 100-140	2.42	0.78
Wet 140-200	2.23	0.84
Wet 200	2.14	0.91

Table 2-21. 혼합 쌀가루 80mesh 이하

Sample	WAI(%)	WSI(g)
80mix5-95	2.36	0.64
80mix10-90	2.40	0.71
80mix15-85	2.47	0.74
80mix20-80	2.46	0.86
80mix40-60	2.47	0.90
80mix60-40	2.37	0.94
80mix80-20	2.40	0.98

Table 2-22. 혼합 쌀가루 80-100mesh

Sample	WAI(%)	WSI(g)
80-100mix5-95	2.39	0.70
80-100mix10-90	2.43	0.71
80-100mix15-85	2.47	0.82
80-100mix20-80	2.49	0.90
80-100mix40-60	2.54	1.10
80-100mix60-40	2.64	1.35
80-100mix80-20	2.72	1.58

Table 2-23. 혼합 쌀가루 100-140mesh

Sample	WAI(%)	WSI(g)
100-140mix5-95	2.45	0.79
100-140mix10-90	2.47	1.01
100-140mix15-85	2.53	0.98
100-140mix20-80	2.56	1.04
100-140mix40-60	2.74	1.55
100-140mix60-40	2.86	1.57
100-140mix80-20	3.06	2.36

Table 2-24. 혼합 쌀가루 140-200mesh

Sample	WAI(%)	WSI(g)
140-200mix5-95	2.27	0.97
140-200mix10-90	2.28	1.07
140-200mix15-85	2.35	1.22
140-200mix20-80	2.41	1.34
140-200mix40-60	2.51	1.69
140-200mix60-40	2.62	2.23
140-200mix80-20	2.69	2.61

Table 2-25. 혼합 쌀가루 200mesh 이상

Sample	WAI(%)	WSI(g)
200mix5-95	2.14	0.94
200mix10-90	2.27	1.23
200mix15-85	2.38	1.32
200mix20-80	2.41	1.45
200mix40-60	2.64	2.01
200mix60-40	2.60	2.57
200mix80-20	2.79	3.10

Table 2-19은 제조공정별 단계에 따른 WAI, WSI의 값을 보여주고 있다. 제조공정별 단계에 따른 WAI, WSI의 값은 건식, 습식 둘다 roll mill < fitz mill < ball mill 순으로 높은 값을 나타냈고, 물에 침지되어 침출액이 제거된 습식쌀가루의 WAI, WSI는 건식쌀가루보다 낮은 값을 나타내었다.

Table 2-20은 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 WAI, WSI의 값을 나타내었다. 각 mesh에 따른 건식쌀가루의 WAI, WSI의 수치는 입자가 작을수록 높은 값을 나타낸 반면 습식쌀가루의 WAI의 수치는 80-100mesh의 입자에서 2.47%로 가장 높은 값을 나타냈었고, 100~140mesh 이후로는 WAI의 수치가 감소하는 것을 볼 수 있다. 그러나 WSI의 수치는 입자가 작을수록 높은 값을 나타내었다.

Table 2-20~24는 각 mesh에 따른 혼합 쌀가루의 WAI, WSI의 값을 보여주고 있다. 혼합 쌀가루 역시 입자 크기가 작을수록, 건식 쌀가루의 혼합 비율이 높을수록

WAI, WSI의 수치가 높은 경향을 나타내었다. 그러나 Tae 2-21의 80mesh의 혼합쌀가루는 건식쌀가루의 혼합 비율에 상관없이 거의 같은 WAI의 수치를 나타내었고, 100~140mesh의 혼합쌀가루의 WAI 수치가 가장 높은 값을 나타내었다. 위의 결과로 WAI와 WSI의 수치는 각각 쌀가루의 수분함량과는 유의적인 연관성은 없는 것으로 나타났으며 각 쌀가루의 입자의 크기와 건식, 습식쌀가루의 입자크기와 혼합 비율에 따라 변화가 있는 것으로 나타났다.

⑤ 호화특성(Differential Scanning Calorimetry: DSC)

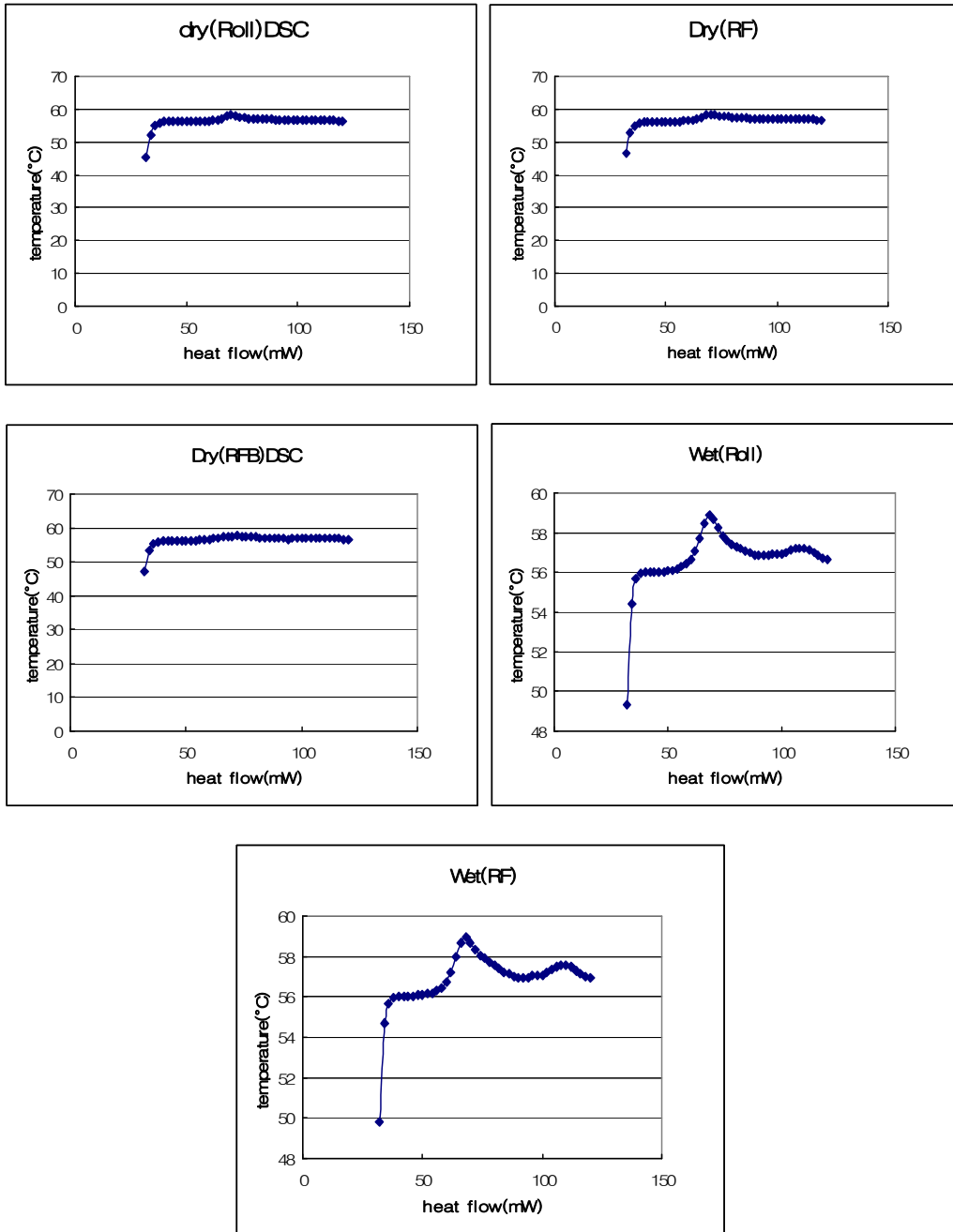


Fig. 2-1. 제분방법에 따른 건식, 습식 및 혼합 쌀가루의 호화 엔탈피 변화

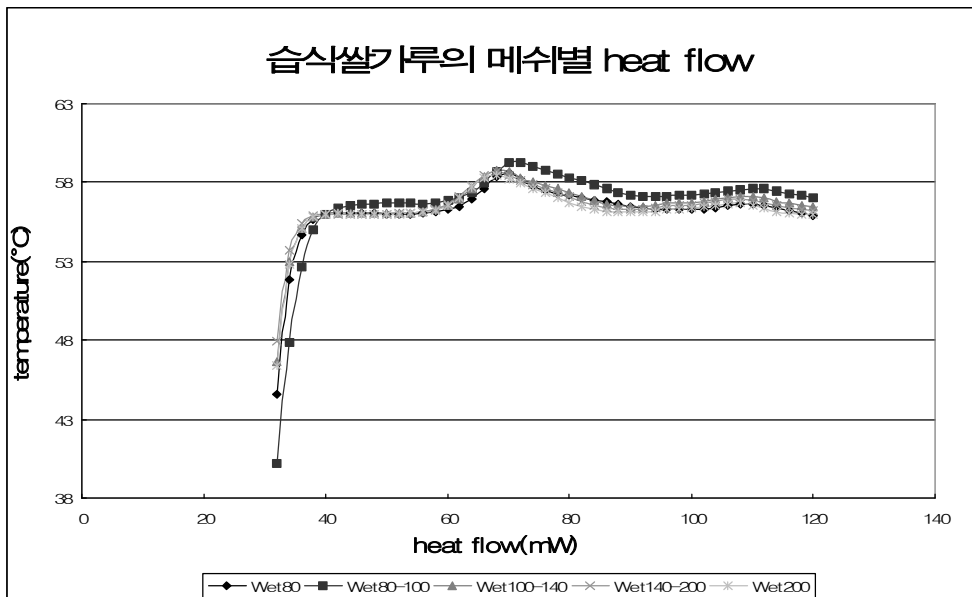
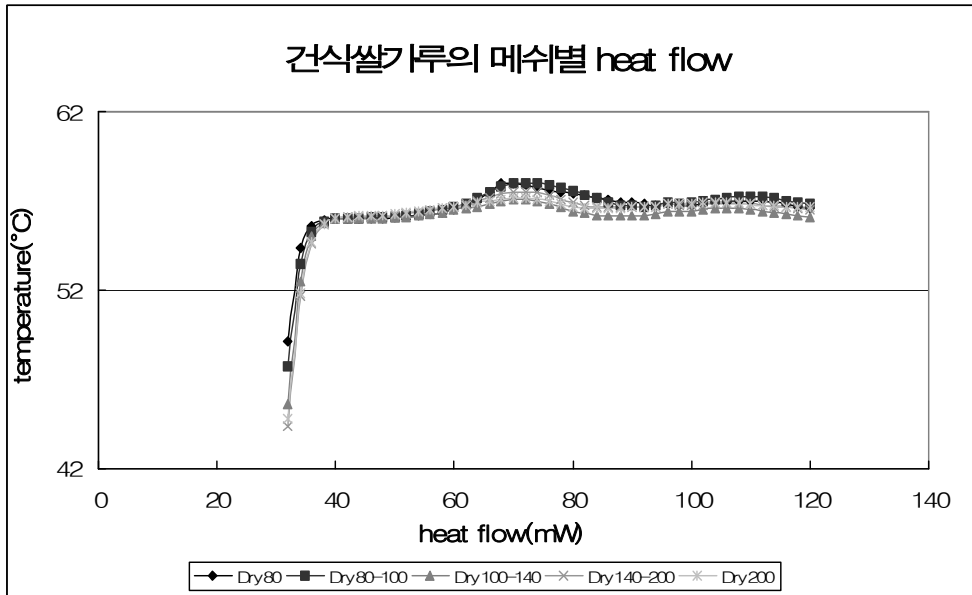


Fig. 2-2. mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 호화 엔탈피 변화



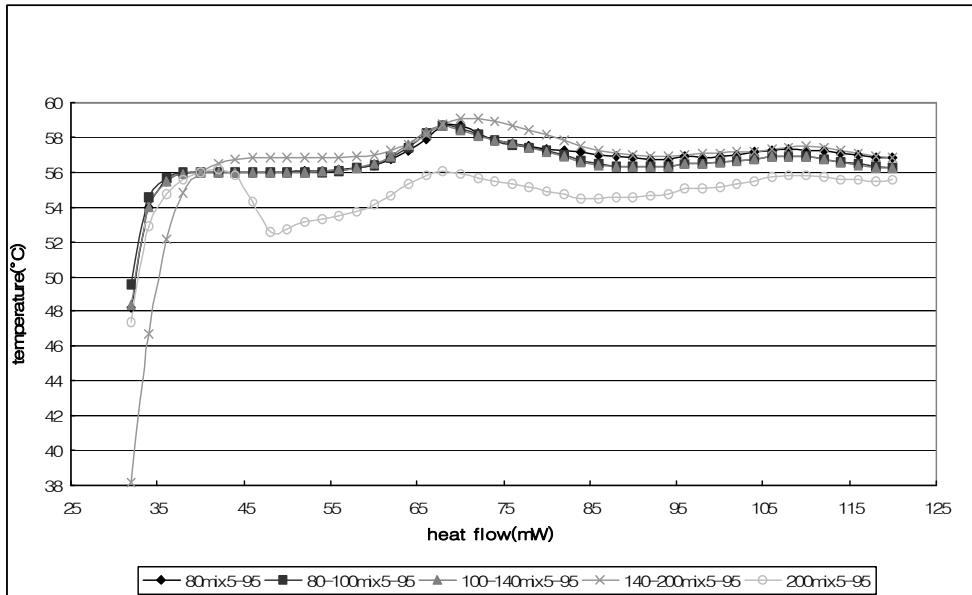


Fig. 2-3. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(5+95)에 따른 heat flow변화

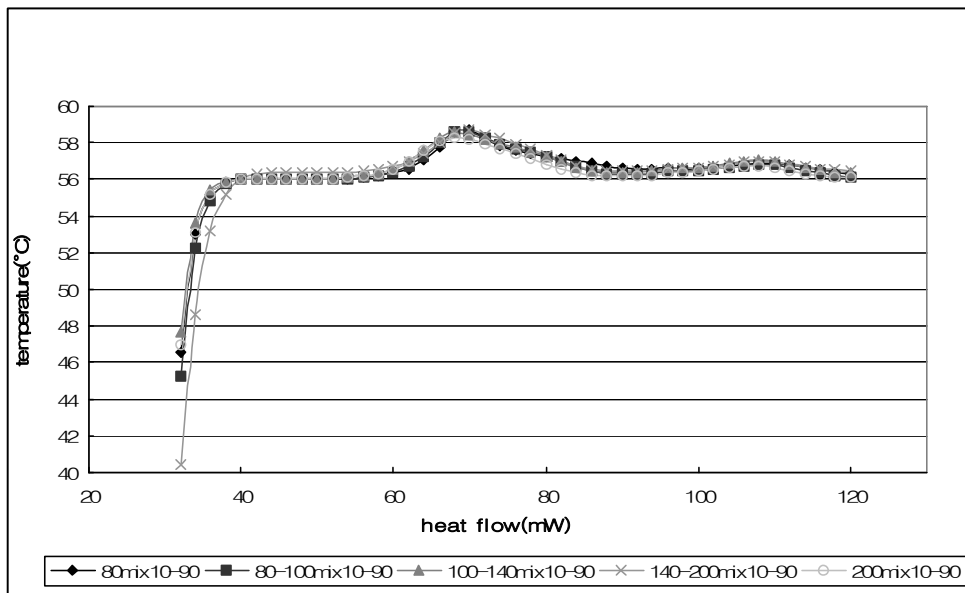


Fig. 2-4. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(10+90)에 따른 heat flow변화

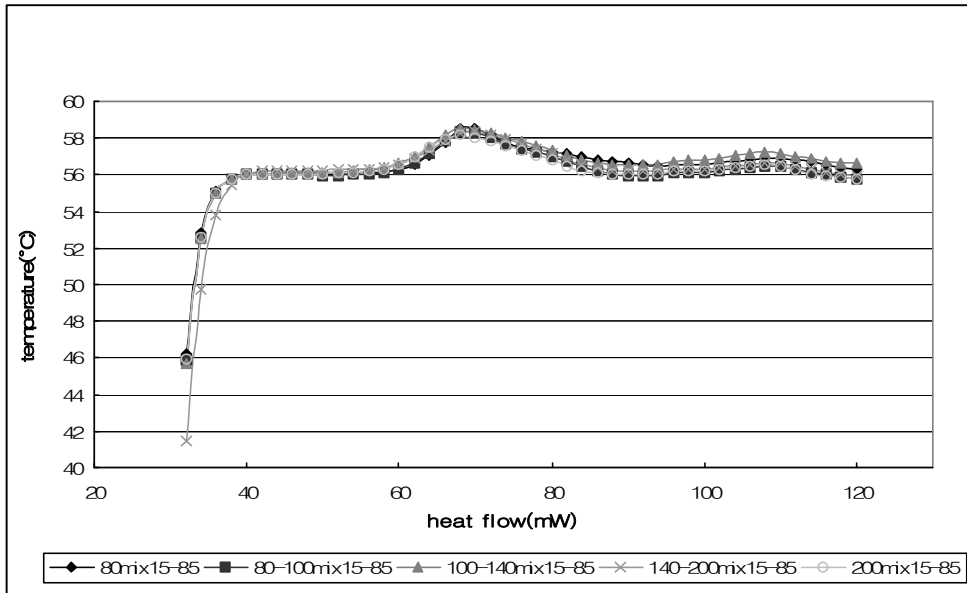


Fig. 2-5. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(15+85)에 따른 heat flow변화

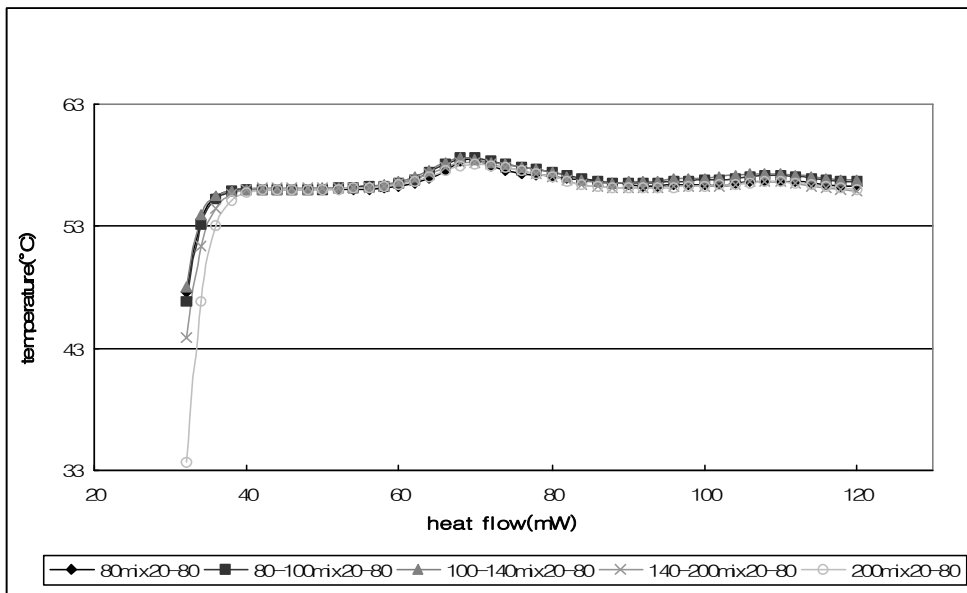


Fig. 2-6. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(20+80)에 따른 heat flow변화

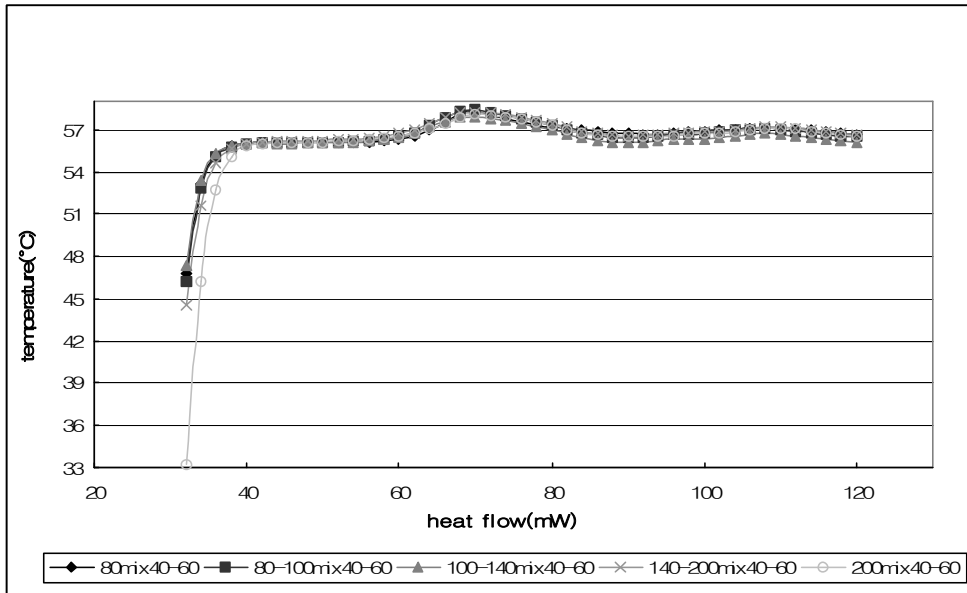


Fig. 2-7. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(40+60)에 따른 heat flow변화

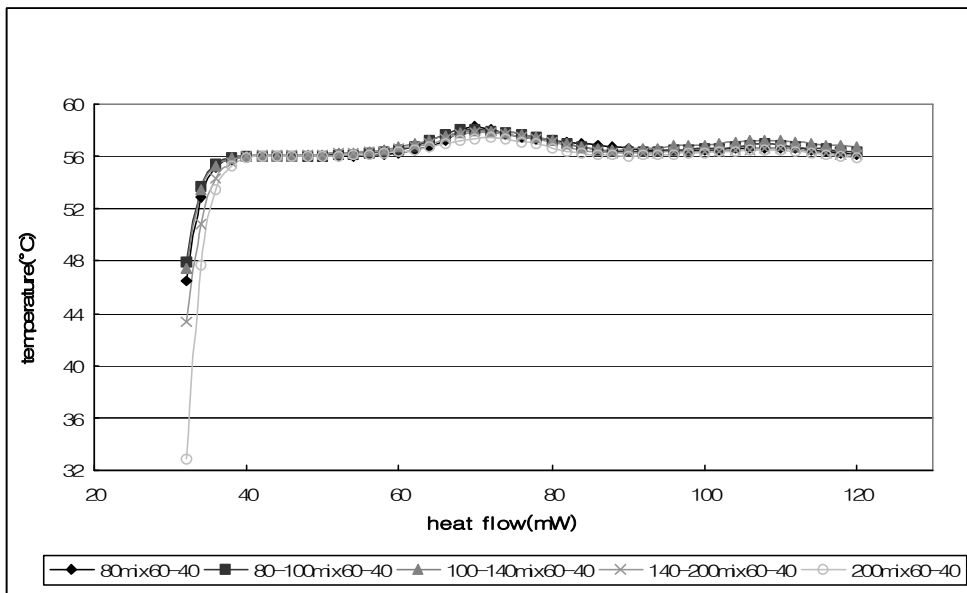


Fig. 2-8. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(60+40)에 따른 heat flow변화

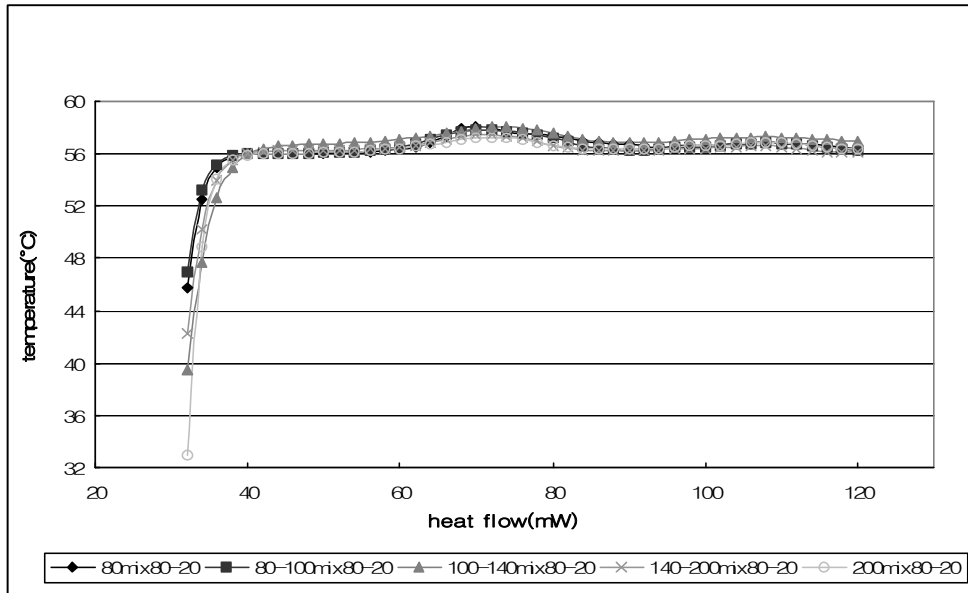


Fig. 2-9. 혼합 쌀가루의 각 mesh별 혼합비율(80+20)에 따른 heat flow변화

Table 2-26. 제분방법에 따른 쌀가루의 DSC 측정결과

	Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
건식쌀가루	R	8.33	63.67	69.92
	R+ F	10.08	62.37	69.37
	R+ F+ B	7.88	57.19	71.36
습식쌀가루	R	11.7	60.24	68.21
	R+ F	11.97	59.83	67.73

Table 2-27. 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 DSC 측정결과

Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )	Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
Dry 80	9.53	61.28	68.88	Wet 80	11.71	62.85	69.34
Dry 80-100	9.96	59.51	70.89	Wet 80-100	12.79	62.83	70.94
Dry 100-140	5.68	57.16	71.27	Wet 100-140	12.50	60.57	68.32
Dry 140-200	6.12	57.94	71.27	Wet 140-200	12.30	59.45	67.83
Dry 200	4.33	54.92	69.89	Wet 200	11.72	59.22	67.86

Table 2-28. 쌀가루의 DSC 측정결과(80mesh 이하)

Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
80mix 5-95	11.32	62.55	68.87
80mix10-90	11.28	62.88	69.08
80mix15-85	11.23	62.32	68.87
80mix20-80	10.99	63.01	68.93
80mix40-60	9.72	62.53	69.23
80mix60-40	10.17	63.23	69.78
80mix80-20	9.90	62.41	69.44

Table 2-29. 쌀가루의 DSC 측정결과 (80-100mesh)

Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
80-100mix5-95	12.17	60.81	68.27
80-100mix10-90	12.45	61.32	68.83
80-100mix15-85	12.07	61.20	68.76
80-100mix20-80	11.78	60.78	68.73
80-100mix40-60	11.41	60.70	68.85
80-100mix60-40	10.95	60.17	68.86
80-100mix80-20	10.33	59.56	70.04

Table 2-30. 쌀가루의 DSC 측정결과(100-140mesh)

Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
100-140mix5-95	12.17	60.17	67.96
100-140mix10-90	12.14	60.05	68.11
100-140mix15-85	11.47	60.14	68.54
100-140mix20-80	11.35	59.87	68.34
100-140mix40-60	10.38	59.53	69.12
100-140mix60-40	9.58	58.03	69.81
100-140mix80-20	8.31	58.63	73.20

Table 2-31. 쌀가루의 DSC 측정결과(140-200mesh)

Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
140-200mix5-95	11.59	62.07	70.8
140-200mix10-90	11.37	61.04	69.72
140-200mix15-85	11.30	60.52	69.32
140-200mix20-80	11.33	60.15	68.83
140-200mix40-60	11.00	58.99	69.34
140-200mix60-40	9.66	59.58	70.77
140-200mix80-20	7.01	59.49	71.21

Table 2-32. 쌀가루의 DSC 측정결과 (200mesh 이상)

Samples	$\Delta H(J/g)$	Onset( $T_0$ )	Peak( $T_p$ )
200mix5-95	10.55	58.51	67.82
200mix10-90	11.32	59.30	67.96
200mix15-85	11.12	59.18	68.25
200mix20-80	10.66	58.80	67.96
200mix40-60	9.91	58.27	68.79
200mix60-40	7.50	58.10	69.29
200mix80-20	5.83	57.04	68.88

제분방법에 따른 건식, 습식 쌀가루와 mesh에 따른 건식, 습식, 혼합 쌀가루 모두 2개의 흡열 피크가 나타났다. 첫 번째 피크는 각 시료의 쌀가루 전분의 엔탈피 변화량으로 나타났고 두 번째 피크는 쌀가루 전분이 가지고 있는 amylose-lipid의 복합체가 나타내는 흡열곡선으로 생각된다. 80mesh의 경우는 쌀가루 전분의 엔탈피 변화량 피크와 amylose-lipid의 복합체가 나타내는 흡열곡선의 거리가 짧게 나타났고 혼합쌀가루의 경우 건식과 습식의 혼합비율별로 비교하여 보면 습식의 비율이 높을수록 호화엔탈피( $\Delta H$ )의 값이 높게 나타났고, 이것은 습식쌀가루가 가지고 있는 물분자의 열흡수 능력이 크게 작용하기 때문인 것으로 보이며 또한 혼합 쌀가루를 mesh 별로 비교하여 보면 입자가 크면 열흡수 능력의 표면적이 입자가 적은 것보다 더 크므로 호화엔탈피( $\Delta H$ )의 값이 더 높게 나타날 것으로 보이나 본 실험결과 입자의 크

기에 따른 호화엔탈피의 변화는 200mesh이하의 입자 크기에서는 큰 영향을 주지 못함을 나타내었다. 그러나 200mesh 이상에서는 그이하의 입자크기와는 달리 엔탈피의 경향이 상대적으로 낮아짐을 나타내었다.

⑥ 전분손상도

Table 2-33. 제조공정단계에 따른 쌀가루의 전분손상도 (unit: %)

건식쌀가루	Samples	Damaged starch
	R	8.28
R+ F	12.38	
R+ F+ B	13.41	
습식쌀가루	R	4.55
	R+ F	7.63

Table 2-34. 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 전분손상도 (unit: %)

Samples	Damaged starch	Samples	Damaged starch
Dry 80	12.38	Wet 80	4.92
Dry 80-100	15.99	Wet 80-100	7.87
Dry 100-140	15.99	Wet 100-140	9.92
Dry 140-200	15.99	Wet 140-200	10.66
Dry 200	16.48	Wet 200	13.61

Table 2-35. 혼합 쌀가루80mesh 이하 (unit: %)

Samples	Damaged starch
80mix 5-95	4.59
80mix10-90	5.82
80mix15-85	6.97
80mix20-80	7.38
80mix40-60	9.51
80mix60-40	10.66
80mix80-20	11.48

Table 2-36. 혼합 쌀가루80-100mesh

(unit: %)

Samples	Damaged starch
80-100mix5-95	9.51
80-100mix10-90	8.69
80-100mix15-85	8.69
80-100mix20-80	9.92
80-100mix40-60	11.89
80-100mix60-40	14.02
80-100mix80-20	14.43

Table 2-37. 혼합 쌀가루100-140mesh

(unit: %)

Samples	Damaged starch
100-140mix5-95	5.33
100-140mix10-90	5.82
100-140mix15-85	7.38
100-140mix20-80	6.97
100-140mix40-60	9.10
100-140mix60-40	11.07
100-140mix80-20	11.89

Table 2-38. 혼합 쌀가루140-200mesh

(unit: %)

Samples	Damaged starch
140-200mix5-95	12.79
140-200mix10-90	14.43
140-200mix15-85	15.42
140-200mix20-80	14.92
140-200mix40-60	18.94
140-200mix60-40	18.94
140-200mix80-20	18.94



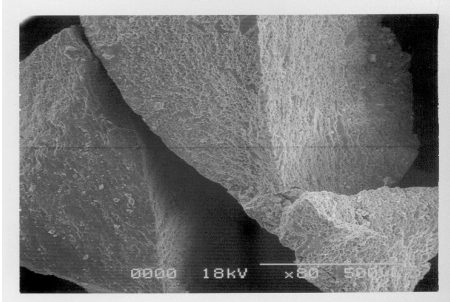
Table 2-39. 혼합 쌀가루200mesh 이상

(unit: %)

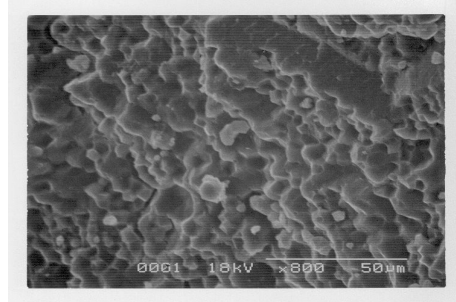
Samples	Damaged starch
200mix5-95	13.20
200mix10-90	15.42
200mix15-85	15.42
200mix20-80	16.97
200mix40-60	17.47
200mix60-40	17.47
200mix80-20	17.88

전분손상도의 경우 건식이 습식에 비해 높은 전분손상도를 나타내었고 제분방법에 따라 전분손상도가 증가되었다. Table 2-34과 같이 각 mesh에 따른 건식, 습식 쌀가루의 전분손상도를 보면 80mesh 이하는 roll mill을 이용한 시료가 12.3, 4.92%로 낮은 값을 나타내었고 200mesh 이상은 16.48, 13.61%로 가장 높게 나타났는데 그 결과 제분방법에 따라 입자크기가 작을수록 전분손상도가 높은 값을 나타내었다. 또한 혼합쌀가루의 경우 입자가 클수록 전분손상도가 낮게 나왔으며 이것은 기계적 마찰이 적었기 때문인 것으로 보이며 건식쌀가루의 함량이 높을수록 전분손상도가 높게 나타났고 140mesh이상 200mesh 이상의 경우 40-80%의 건식쌀가루의 함량이 습식에 영향을 주지 않음을 알 수 있었다. 쌀의 수분은 쌀 내부를 연화시켜서 분쇄될 때 쉽게 분쇄되도록 하며 손상전분을 또한 적게 발생시켰다. 또한 전분손상도와 미세구조의 연관성을 볼 때 습식은 분쇄과정에 의해 입자가 건식처럼 압착되어지지 않고 쌀가루 입자가 살아있음을 볼 수 있었다.

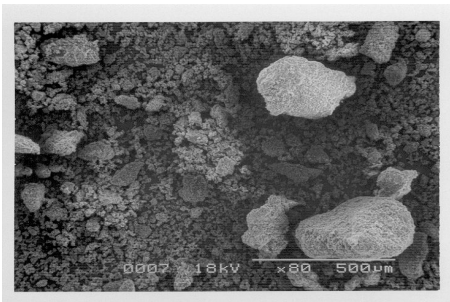
⑦ 미세구조



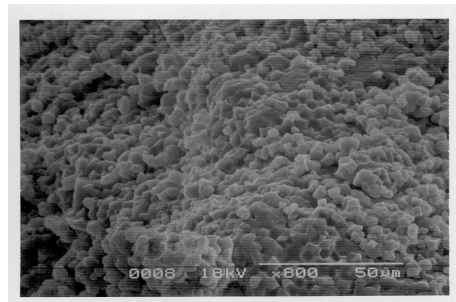
Dry R



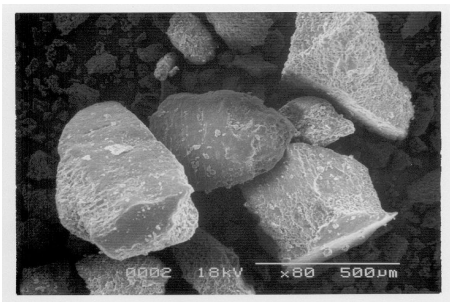
Dry R-표면



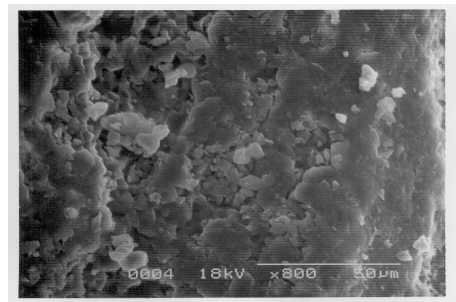
Wet R



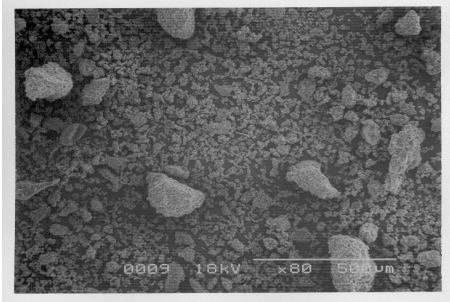
Wet R-표면



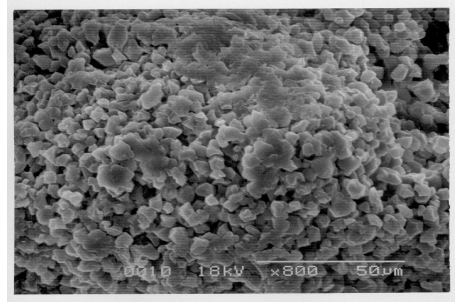
Dry RF



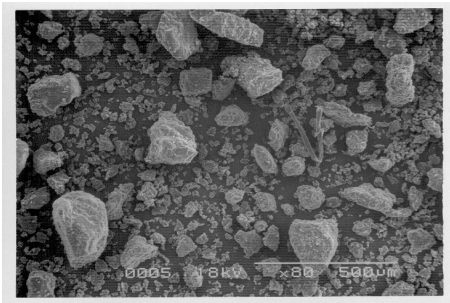
Dry RF-표면



Wet RF



Wet RF-표면



Dry RFB



Dry RFB-표면

⑧ 부침가루 및 튀김가루의 관능특성

Table 2-40. 건식 쌀가루의 부침가루 특성

건식 쌀가루 부침가루			
mesh별 쌀가루	맛의 평가	물성	BastWick(23cm)
건식 80mesh ↓	탄력성, 부착성이 가장 작다. 쫄깃쫄깃하다.	쌀가루의 물의흡수가 힘들고 충분리가 너무 크다. 부침시에 힘이 많이 들어간다.	점조도가 너무작다. (물갈다) 수치이상넘음
건식80-100 mesh	탄력성이 높다. 쫄깃쫄깃하다.	우수	14초
건식100-140 mesh	탄력성이 높고 부착성이 가장 크다. 쫄깃쫄깃하다.	우수	23초
건식140-200 mesh	탄력성이 높다.	너무 되다 반죽의 유동성이 매우 약하다.	점조도가 너무크다. (거의 마요네즈 수준) 흐름의 유동성이 없다.
건식 200mesh ↑	탄력성이 없다.	반죽의 상태가 아이스크림 수준으로 반죽후 뒤집어도 안떨어진다. 반죽의 유동성이 전혀 없다.	점조도가 너무크다. (거의 마요네즈 수준) 흐름의 유동성이 없다.

Table 2-41. 습식 쌀가루의 부침가루 특성

습식 쌀가루 부침가루			
mesh별 쌀가루	맛의 평가	물성	BastWick(23cm)
습식 80mesh ↓	맛이 쫄깃거리고 부착성이 크며 딱딱하다.	쌀가루의 물의 흡수가 건식보다 약간 잘된다. 물과 쌀가루의 총 분리가 크다.	16초
습식80-100 mesh	물컹거림	우수	19초
습식100-140 mesh	더욱 물컹거림 부착성이 별로없다.	우수	16초
습식140-200 mesh	부착성이 건식100-140mesh와 비슷	우수	12초
습식 200mesh ↑	가장 쫄득거린다 (베쉬가 작을수록 더 쫄득거림).	우수	9초

부침가루의 조리 시 입자크기가 작을수록 딱딱하고 조리가 편하고 건식이 습식에 비해 조리 시 두툼하게 나온다. 튀김 시에도 튀김옷이 훨씬 많이 입혀지고 만들고 난 후 식히면 시판 반죽 부침보다 쌀가루 부침은 빨리 더 딱딱해 진다. 시중 시판 부침가루의 Bastwick결과는 C사 부침가루- 6분 3초, C사 바삭부침가루- 1분 10초, C사 튀김가루- 18초로 나타났다.

Table 2-42. 건식 및 습식쌀가루의 튀김가루 관능평가

samples	C <sup>1)</sup>	W	D
조사항목			
부풀림 정도	2.4	1.5	2.1
튀김옷의 입혀진 정도	2.2	1.3	2.7
바삭거림	2.7	2.2	1.6
기름의 흡수정도	1.8	1.7	3
느끼한 정도	1.7	1.9	3
종합적 기호도	3	1.5	1.6

<sup>1)</sup>C : 시판 C사 튀김가루 W: 습식 쌀가루 200mesh 이상 D: 건식 쌀가루 200mesh 이상

건식 및 습식 쌀가루로 제조한 튀김가루의 관능평가 결과는 Table 2-42과 같다. 쌀가루를 이용한 튀김가루 제조에서 D쌀가루는 기름의 흡수정도, 느끼한 정도에서 3점으로 높은 값을 나타내었고, 튀김옷의 입혀진 정도에서 2.7로 시판 제품보다 높은 값을 나타내었다. 반면에 W쌀가루 경우 기름의 흡수정도, 느끼한 정도에서 1.7, 1.9점으로 시판 제품과 비슷한 점수를 나타내었으나 부풀림 정도, 튀김옷의 입혀진 정도에서 1.5, 1.3으로 시판제품보다 낮은 값을 나타내어 100% 쌀가루로 튀김가루를 제조하여 시판쌀가루와 같은 품질특성을 나타내기는 어려운 것으로 나타났다.

Table 2-43. 쌀가루와 기존밀제품의 약어

튀김가루	약어	부침가루	약어
습식쌀가루 200Mesh이상	F1	습식쌀가루 200Mesh이상	B1
건식쌀가루 200Mesh이상	F2	건식쌀가루 80~100Mesh	B2
C사 튀김가루	FC	C사 부침가루	BC

Table 2-44. 튀김가루와 부침가루의 흡유량

(Unit:%)

튀김가루	지방함량	부침가루	지방함량
F1	8.94	B1	17.61
F2	5.36	B2	10.35
FC	31.13	BC	22.80

쌀과 밀제품의 흡유량의 차이정도는 지방의 함량의 차이정도와 같다. 튀김가루의 경우 FC가 F1, F2에 비하여 31.13%로 가장 높은 값을 나타냈고, 부침가루 역시 BC가 B1, B2에 비하여 22.80%로 가장 높은 값을 나타냈다. 위 결과 기존의 밀제품에 비하여 쌀가루 제품의 흡유량이 적은 것을 알 수 있다.

Table 2-45. 혼합쌀가루의 제조방법과 약어

부침가루	약어	튀김가루	약어
습식 쌀가루 270 Mesh 이상	B1	습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 건식 쌀가루 200 Mesh 이상 5%	F1
습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 습식 쌀가루 80 Mesh 이상 10%	B2	습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 건식 쌀가루 200 Mesh 이상 10%	F2
습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 건식 쌀가루 80-100 Mesh 10%	B3	습식 쌀가루 80-100 Mesh	F3
습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 찹쌀가루 10%	B4	건식 쌀가루 80-100 Mesh	F4
C사 부침가루	BC	습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 습식 쌀가루 80-100 Mesh 10%	F5
		습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 찹쌀가루 10%	F6
		C사 튀김가루	FC

Table 2-46. 튀김가루의 시간별 점도 측정

(Unit: Cm)

튀김가루	30초후	60초후	80초후
F1	2.8	3.25	3.4
F2	3.8	4.5	4.8
F3	2.2	2.4	2.4
F4	5.2	6.3	6.7
F5	4.3	5.0	5.3
F6	3.8	5.1	5.4
FC	5.2	6.2	6.7

Table 2-47. 부침가루의 시간별 점도 측정

(Unit: Cm)

부침가루	30초후	60초후	80초후
B1	5.1	6.0	6.3
B2	7.5	8.0	8.2
B3	8.0	9.0	9.3
B4	8.0	9.0	9.4
BC	3.6	4.3	4.5

튀김가루의 시간별 점도측정 결과 건식쌀가루 80-100mesh가 점도가 가장 약하였고(반죽이 풀다.) C사 튀김가루와 비슷한 양상을 나타내었고 습식쌀가루 80-100mesh의 경우 시간별로 점도의 변화가 없는 것으로 나타났으며 가장 점도가 강한 것(반죽이 되다)으로 나타났다.

부침가루의 경우는 C사 부침가루가 가장 점도가 강한 것(반죽이되다)으로 나타났고 위의 결과에 따라 F6과 B4처럼 같은 건식, 습식이라도 튀김가루와 부침가루의 결과가 다르게 나옴에 따라 가수량의 차이에 민감하게 반응함을 나타내었다.

Table 2-48. 튀김가루의 반죽 시 변화양상

튀김가루	가수 후 반죽의 변화상태
F1	C사 제품에 비하여 잘 풀린다.
F2	반죽시 힘이 너무 들어간다. (약간되다)
F3	처음 수분흡수율은 크나 저어주면 점성이 약해진다. 입자가 커서 반죽시 입자가 보인다. 반죽상태가 거칠어 보임
F4	잘풀린다. 입자가 굵어서 반죽이 거칠어 보인다. (너무 묽다.)
F5	반죽시 힘이 너무 많이 들어간다. (잘 안풀린다.)
F6	반죽시 힘이 많이 들어가고 잘 안풀린다.( 너무되다)
FC	몽친다.(반죽이 잘 안풀림)

F3와 F4가 반죽의 끈기가 없다. F1과 F5가 반죽의 상태는 가장 좋은 반응을 보였다.

Table 2-49. 부침가루의 반죽 시 변화양상

부침가루	가수 후 반죽의 변화상태
B1	반죽시 힘이 많이 들어간다. 몽치는 것은 없다. (매우 잘 풀림) 반죽후에 색은 광택이 난다.
B2	반죽이 잘 안풀림 덩어리져서 몽친다. 반죽 시 힘이 들어가지는 않는다. 작은 응어리가 많고 거품이 많이 발생한다. 입자가 거칠어 보임
B3	거품이 많이 발생, 반죽 시 힘이 들어가지는 않는다. 입자가 거칠어 보임
B4	큰 응어리가 많고 거품이 많이 발생한다. 반죽 시 B2에 비해 힘이 많이 들어가지는 않는다. 입자가 굵어 거칠어 보임
BC	입자가 몽쳐서 반죽이 제일 안 풀림 거품이 많이 발생한다.

튀김 시 부풀어 오르는 정도는 튀김 후 시각적인 면으로 관찰하였고 부풀어 오르는 순서는 다음과 같다. FC > F1 > F2 > F4 > F3. F1 의 경우 많이 부풀지만 달라붙고 F3은 적게 부풀지만 잘 떨어진다. FC의 경우 제일 잘 부풀어 오르고 잘 떨어진다. 또한 제일 먼저 빨리 올라온다. 입자 자체가 쌀가루에 비해 가벼운 것 같다. 혼합쌀가루의 경우 반죽 시 거품이 많이 발생한다. 따라서 부침 시 기포가 발생한다. B1의 경우 잘 달라붙고 시간이 경과할수록 표면이 딱딱해 진다. 가장자리 모양이 불



규칙하다. 처음에 팬에 붓는 면이 가장자리가 먼저 익고 중간은 익지 않는다. 그러나 열을 가하는 면은 괜찮다. B2의 경우 팬에 붓자마자 기포가 가장자리 쪽으로 발생한다. 이것은 아마도 반죽상에 기포(거품)가 남아있어 가열 시 올라오는 것 같다. 달라 붙는 상태는 덜하고 가장자리 모양이 불규칙하고 가장자리 먼저 익는다. B3의 경우 알갱이 잘 퍼진다. 중앙부분도 끝 부분처럼 잘 익는다. 기포가 일어나며 끝 모양이 안 좋다. 하지만 B1, B2,에 비해 모양이 가장 좋다. B4의 경우 시료 중에서 가장자리가 가장 많이 탄다. BC의 경우 부침 시 가장자리가 가장 좋게 나오고 골고루 익으며 가장 두꺼운 부침이 된다. 이것은 아마 점도가 가장 낮아 생기는 현상 같다.

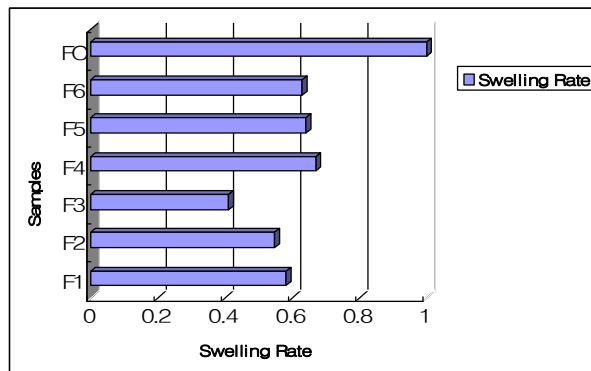


Fig. 2-10. 튀김가루의 부피팽창율

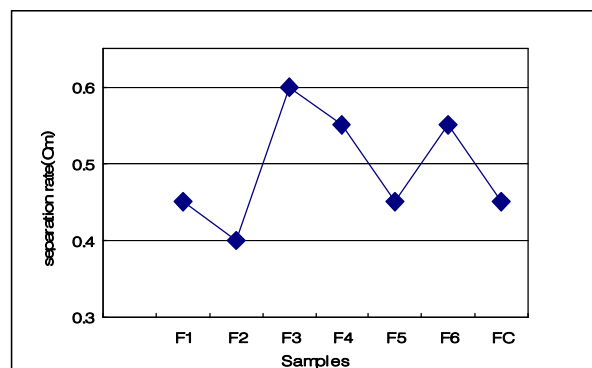


Fig. 2-11. 튀김가루의 24시간 정치 후 반죽과 물의 분리도



Fig. 2-12. 부침가루의 24시간 정치후 반죽과 물의 분리도

튀김가루의 부피팽창율을 보면 습식 쌀가루 80-100 Mesh 가 가장 적은 부피팽창율을 나타내었고 건식 쌀가루 80-100 Mesh가 쌀가루 중에서 가장 높은 부피 팽창율을 나타내었다. 반죽과 물의 분리도를 보면 3시간 후에는 부침가루의 경우 B2가 가장 물과의 분리도가 컸으며 24시간 후에는 B2, B3, B4가 동일한 결과를 나타내었고 BC가 가장 분리도가 적게 나타났다. 쌀가루의 경우 혼합하지 않은 B1이 가장 분리도가 적은 것으로 나타났다. 튀김가루의 경우에는 습식 쌀가루 80-100 Mesh 가 가장 분리도가 크게 나타났고 전체적으로 입자가 작을수록 분리도가 낮게 나타났고 습식 쌀가루 200 Mesh 이상 + 건식 쌀가루 200 Mesh 이상 10% 의 시료의 경우 C사 제품보다 더 적은 분리도를 나타내었다.

Table 2-50. 튀김가루의 강도검사와 기호도 검사

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	FC
외관	부풀림정도***	4.17±1.0	3.11±1.1	2.33±1.4	4.22±0.9	3.33±1.4	2.89±1.6	6.89±0.3
	색의 기호도와 표면의 상태***	5.61±1.2	5.11±0.9	3.44±1.8	5.44±1.5	2.83±1.5	3.00±1.5	2.00±1.5
맛	바삭거림**	3.00±1.5	2.78±0.8	3.44±2.0	4.89±1.9	3.00±1.3	2.56±1.0	2.67±2.2
	기름의 흡수정도	4.00±1.3	4.56±1.4	4.22±1.5	4.33±1.3	4.00±1.4	5.00±1.3	5.78±1.4
	느끼한 정도	4.61±1.0	4.22±0.9	4.44±1.0	3.11±1.0	4.11±1.2	5.11±1.5	4.00±2.0
	딱딱한 정도***	4.06±1.4	4.22±1.3	6.44±1.0	4.22±1.3	3.22±1.2	2.67±1.3	1.56±0.7
	종합적 기호도*	3.50±1.0	3.67±1.0	2.00±1.2	4.83±1.7	3.83±0.9	3.33±1.3	2.67±1.8

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

Table 2-51. 부침가루의 강도검사와 기호도 검사

		B1	B2	B3	B4	BC
외관	균일한 부침의 정도***	5.44±1.13	3.43±1.62	2.57±1.27	2.43±0.79	4.86±1.46
	가장자리의 딱딱한 정도*	6.00±0.89	4.07±2.28	5.00±2.00	5.43±1.81	3.29±0.76
맛	쫄깃쫄깃한 정도	4.67±1.32	4.00±1.00	4.43±0.98	4.14±1.07	4.14±2.04
	기름의 흡수정도	5.17±1.17	3.57±0.98	3.71±0.76	4.29±1.38	4.43±1.51
	느끼한 정도	5.22±0.97	3.86±1.35	4.14±1.21	3.86±1.57	3.86±1.77
	딱딱한 정도	2.22±1.09	3.20±1.92	3.00±1.41	2.20±1.10	2.00±0.71
	종합적 기호도	4.17±1.47	4.40±1.52	4.40±1.67	3.60±1.52	4.80±1.30

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

부침가루와 튀김가루의 경우 반죽의 힘과 점성과 탄력성과 부풀어오름을 위해 sementing 효과로 인한 입자 사이즈들의 결착을 위해 입자크기가 다른 쌀가루들의 혼합을 해야 할 것으로 나타났다. 혼합시키는 쌀가루들의 입자가 적을수록 점도도 좋고 반죽 시 잘 풀리며 물과의 분리도 적다. 또한 입자사이즈를 적게 만들어야 하므로 습식과 건식의 차원이 아닌 기본적 물성조사로 돌아가 쌀가루가 가지고 있는 입자의 무게 자체를 밀가루 비중과 같이 줄일 필요가 있다. 부침과 튀김 쌀가루 제조 시 입자뿐만 아니라 반죽시의 가수량 조절도 중요한 요인이 될 것이다.

## 나. 쌀가루 죽 제조 및 품질특성

### (1) 실험재료 및 방법

#### (가) 실험재료

본 실험에 사용한 멥쌀(풍광수토일미, 2002년도 전남 고흥산)은 시중에서 구입하여 습식건조미와 건식 건조미를 제조한 후, 60 mesh로 분쇄하고 PE백에 포장하여 -20℃에서 보관하면서 사용하였다. 야채와 감미료로 이용한 대파, 양파, 버섯, 당근, 다시다(제일제당) 그리고 소금(염도: 88%, 남도 꽃소금, 솔테크식품)은 시중에서 구입하여 각각 분말과 입자로 제조하고, 열풍건조시킨 마늘분말과 동결건조시킨 마늘분말은 상형푸드팜(주)에서 구입 후 -20℃에서 보관하면서 사용하였다.

#### ① 습식 열풍 건조미와 습식 동결 건조미의 제조

구입한 멥쌀을 수세하여 20℃에서 2시간 침지시킨 후 건져서 30분간 체에 받쳐 흘러내리는 물기를 제거하여, 제분기로 쌀을 분쇄한 후 덩어리진 부분을 손으로 으깨서 건조하였다. 습식 열풍 건조미의 제조는 제분한 쌀을 열풍건조기(FO-600M, Jeitech., Korea)에서 40℃, 5시간 동안 건조시켜 멥쌀가루를 만들었다. 건조된 쌀가루는 덩어리지지 않고 균일하도록 60 mesh 입도로 분쇄한 후 PE백에 포장하여 냉동(-20℃)보관하면서 실험에 이용하였다. 습식 동결 건조미의 제조는 Freeze dryer(SFDTS 10K, Samwon., Korea)에서 동결건조하여 PE백에 포장한 후 냉동(-20℃)보관하면서 실험에 이용하였다.

#### ② 건식 열풍 건조미와 건식 동결 건조미의 제조

구입한 멥쌀을 침지과정 없이 제분기로 제분한 후 두 손으로 가루를 비벼서 고르게 한다. 건식 열풍 건조미의 제조는 제분한 쌀을 열풍건조기(FO-600M, Jeitech., Korea)에서 40℃, 5시간 동안 건조시켜 멥쌀가루를 만들었다. 건조된 쌀가루는 덩어리지지 않고 균일하도록 60 mesh 입도로 분쇄한 후 PE백에 포장하여 냉동(-20℃)보관하면서 실험에 이용하였다. 건식 동결 건조미의 제조는 Freeze dryer(SFDTS 10K, Samwon., Korea)에서 동결건조하여 PE백에 포장한 후 냉동(-20℃)보관하면서 실험

에 이용하였다.

### ③ 야채의 제조

㉞ 열풍건조분말: 당근, 양파, 버섯 그리고 대파의 분말 시료 제조는 야채를 95℃의 물에서 5분간 블렌칭 한 후, 열풍건조기에서 40℃, 24시간 동안 건조시켜 food mixer(FM-708T, HANIL)로 mixing하여, 일정크기의 60 mesh로 분쇄시켜 PE백에 포장하여 냉동(-20℃)보관하였다. 열풍건조된 마늘은 상형푸드팜(주)에서 구입하여 냉동보관하면서 실험에 사용하였다.

㉟ 열풍건조입자: 당근, 양파, 버섯, 대파의 입자시료의 제조는 입자크기를 0.5 cm<sup>3</sup>로 하여 95℃의 물에서 5분간 블렌칭 한 후, 열풍건조기에서 50℃, 24시간 동안 건조시켜 PE백에 포장하여 냉동보관하면서 사용하였다.

㊱ 동결건조분말: 당근, 양파, 버섯 그리고 대파의 분말시료의 제조는 Freeze dryer(SFDTS 10K, Samwon., Korea)에서 동결 건조하여 food mixer(FM-708T, HANIL)를 이용하여 60 mesh로 분쇄한 후 PE백에 포장하고, 동결건조된 마늘분말은 상형푸드팜(주)에서 구입하여 냉동(-20℃)보관 하면서 실험에 사용하였다.

㊲ 동결건조입자: 당근, 양파, 버섯, 대파의 입자시료의 제조는 입자크기를 0.5 cm<sup>3</sup>로 절단한 후, Freeze dryer(SFDTS 10K, Samwon., Korea)를 이용해서 동결건조하여 PE백에 포장한 후 냉동(-20℃)보관하면서 실험에 사용하였다.

## (나) 실험방법

### ① 실험설계 및 분석

야채의 배합비에 따른 이화학적 특성의 변화를 모니터링 하고자 식품공업에서 그 제조공정이나 제품개발 등에 활용되고 있는 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하였으며 이때 실험계획은 중심합성계획법을 적용하였다. 요인변수로는 야채죽의 제조에 있어서 가장 중요한 버섯, 당근, 대파의 배합비를 예

비실험을 바탕으로 다섯 단계로 부호화 하였다. 또한 요인변수(배합비, Xn)를 중심합성계획에 따라 17실험구로 구분하여 조리실험을 실시하였고 이들 요인변수에 의해 영향을 받는 반응변수(Yn)는 야채죽의 이화학적 특성으로 하여 회귀분석에 사용하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하였으며, 야채죽의 조리조건이 이화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향은 SAS program을 이용한 3차원 반응표면분석법으로 해석하였다.

#### ② 쌀가루죽의 제조

습식분쇄미와 건식분쇄미를 각각 50 g씩 취하여 400 mL의 물을 가한 후 전자조리기(110N, GoldStar, Seoul)에서 강한불(200℃)로 4분간 가열하여 중심부위에 거품이 생성되기 시작하면 중불(180℃)로 30초간 끓이다가 약한 불(160℃)로 3분간 가열하여 야채죽을 제조하였다.

#### ③ 점도측정

점도의 측정은 500 ml의 비이커에 60℃의 죽을 400 mL 취해 Brookfield digital viscometer(Model DV-II, Brookfield Engineering, USA)로 spindle No. 2(Model RVT)를 사용하고 60 rpm의 속도로 측정하였다.

#### ④ 퍼짐도 측정

퍼짐도는 Line Spread Chart를 사용하여 60℃의 죽을 지름이 40 mm이고 높이가 20 mm인 플라스틱 원통에 2분 동안 넣은 후, 원통을 들어올려 2분 동안 퍼지게 하여 퍼진 부분 4군데(동서남북)의 부위에서 반지름을 측정하여 평균치를 구하였다.

#### ⑤ 고형분함량

고형분은 105℃에서 상압 가열건조법으로 수분을 측정하고 100에서 그 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

#### ⑥ 색도 측정

제조된 죽의 색도는 Hunter 색차계(Spectrophotometer, Minolta CM-3500d, Japan)를 이용하여 Hunter의 색계인 밝은 정도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a값(Redness), 노란색의 정도를 나타내는 b값(Yellowness)으로 나타내었다. 이때 zero calibration은 CM-A 124 box, white calibration은 CM-A120 box를 이용하였다.

#### ⑦ 수분흡수지수 및 수분용해지수 측정

수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI)와 수분용해지수(Water Solubility Index, WSI)는 Anderson 등<sup>1)</sup> 방법으로 측정하였다. 각 시료의 수분함량은 Table 1에서 나타내었다. 측정온도는 50℃, 60℃, 70℃ 및 80℃에서 측정하였으며 시료 0.5 g(건량기준)에 증류수 50 ml를 가하여 30℃에서 각각의 온도까지 완만하게 상승시킨 다음 각 온도에서 30분간 방치한다. 방치한 후 3,000 rpm에서 30분간 원심분리 하여 상등액은 미리 항량을 구한 수분정량 수기에 넣고 고형분량을 구하여 WSI를 산출하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 산출하였다. 즉, WSI는 상기조건에서 상등액으로 용해된 회분의 백분율로 나타내었고 WAI는 건조시료 1 g에 함유된 수분함량 g으로 나타내었다.

$$\text{수분용해도지수(100\%)} = A(\text{g})/\text{시료의 무게}(\text{g}) \times 100$$

$$\text{수분흡수지수} = B(\text{g}) \times 100 / \text{시료의무게}(\text{g}) \times (100 - \text{수분용해도지수})$$

A : 건조후 무게

B : 침전된 시료의 무게

#### ⑧ Hardness 측정

시중에 판매되는 죽(야채죽, 오투기)의 당근을 control로 하고 블랜칭 한 후 동결 건조한 것(BF)과 블랜칭 후 동결건조 하여 건조한 것(BFD)을 시료로 하여 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem Surrey, England)를 이용하여 경도를 측정하였다.

### ⑨ 관능검사

관능적 평가는 10명의 전남대학교 식품공학과 학생들을 대상으로 5점 채점법을 실시하였으며 색상, 맛, 향기, 점성 및 전반적인 기호도에 대하여 “대단히 좋다”를 5점으로 하고, “대단히 나쁘다”를 1점으로 하였다. 즉 시료는 60℃로 하여 흰 용기에 제시하여 관능검사를 실시하였다.

### (2) 결과 및 고찰

#### (가) 습식분쇄미와 건식분쇄미의 선호도 조사

##### ① 습식분쇄미와 건식분쇄미의 관능적 평가

쌀은 관능적 평가를 먼저하고 침지과정 없이 제분한 건식제분미와 물에 30℃, 2시간 수돗물에 침지한 후 제분한 습식제분미로 제조하였다. 습식제분미의 수분함량을 건식제분미의 수분함량인 12%로 건조하고 모두 60 mesh 입도로 분쇄한 후 밀봉하여 냉동 보관하였다

Table 2-52. Sensory characteristics of dry-milled rice(DMR) and wet-milled rice(WMR)

	DMR	WMR
Viscosity	3.43	4.14
Oral sense	3.57	3.29
Overall-preference	3.43	3.86

(best: 5, worst: 1)

쌀가루의 제조조건에 따른 관능적 특성 조사결과 Table 2-51과 같이 습식제분미가 건식제분미 보다 점도가 높은 것을 알 수 있는데 이것은 습식제분을 위해 쌀을 수침하는 동안  $\alpha$ -amylase가 유실되었기 때문인 것으로 생각된다.



② 점도, 퍼짐도 조사

Table 2-53. Viscosity and spreadability of dry-milled rice(DMR) and wet-milled rice(WMR)

		DMR	WMR
Viscosity	cP	6973	5956
	RPM	30	30
	Temp.(°C)	60.5	62.3
	Torque(%)	52.4	50.2
	Spindle No.	5	5
	Spreadability	2.875	3.625

주재료인 쌀은 습식분쇄미와 건식분쇄미로 만들어 죽을 제조한 후 점도와 퍼짐성을 조사하여 Table 2-52에 나타내었다. 점도는 건식제분미가 높으나 퍼짐성은 습식제분미가 높은 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 제분방법에 있어서 습식제분미의 수분함량이 높은 것에 따른 것으로 생각된다.

③ 습식미의 제분조건에 따른 점도와 퍼짐도

Table 2-54. Viscosity and spreadability of gelatinized made with different manufacturing method.

		WPF	PF
Viscosity	cP	5867	3781
	RPM	30	30
	Temp.(°C)	67.6	65.2
	Torque(%)	58.1	56.4
	Spindle No.	5.0	5.0
	Spreadability	2.49	3.55

습식을 하는 데 있어서 쌀 입자를 냉수(실온), 온수(95°C)에 연속해서 침지 한 후 마쇄하여 동결 건조한 것(WPF)와 습식 제분미로 쌀 가루죽을 제조한 후 동결 건조한 것(PF)의 점도, 퍼짐도를 측정하여 Table 2-53에 나타내었다. 그 결과 퍼짐도는

PF가 높고 점도는 WPF가 높았다. WPF의 경우는 침지한 후 마쇄하는 동안  $\alpha$ -amylase의 소실 때문이며, PF의 경우는 물에 시료가 잘 용해되지 않았기 때문인 것으로 생각된다.

④ Hardness, 수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI)와 수분용해지수(Water Solubility Index, WSI)

Table 2-55. Water absorption index(WAI) and water solubility index(WSI) of BF and BFD

Temp.(°C)	WAI				WSI				Hardness
	50	60	70	80	50	60	70	80	
BF	3.98	3.00	3.04	3.26	4.61	6.74	3.78	4.94	3033.72
BFD	2.02	2.48	3.10	1.73	2.95	6.70	5.05	5.68	596.18

습식분쇄미와 건식분쇄미를 이용하여 죽을 제조한 후, 수분흡수지수와 수분용해지수를 Table 2-55에 나타내었다. 경도를 비교한 결과를 보면, control에 비교하여 BF의 값이 BFD값보다 높다. 하지만 control에 비교해보았을 때 BFD값이 훨씬 근접하였다. 팽윤력증가는 가열온도 상승에 따라 입자간 내 분자간 결합력이 약해지기 때문에 생기는데, 온도의 상승에 따른 팽윤력을 비교함으로써 상대적인 결합력을 알 수 있다. 전체적인 팽윤력은 BF값이 더 크다. 그것은 조직 내에 입자들 간의 결합력이 낮다는 것을 알 수 있다. 팽윤력과 용해도를 같이 비교해 보았을 때 팽윤력이 낮을수록 용해도가 크며, 온도가 높아질수록 팽윤력이나 용해도가 커짐을 알 수 있다. 이것은 온도가 높아짐에 따라 분자간의 결합들이 쪼개지고 물분자들과 수소결합을 하게 되어 분자내의 결합력이 약해져 팽윤력은 증가하고 이에 따라 용해도가 커짐으로 생각된다.

(나) 건더기와 가루 죽에 대한 선호도 조사

① 제조조건에 따른 관능적 특성 조사

Table 2-56. Preference test of soup made rice powder or particles.

	Powdered	Particles
Viscosity	3.56	3.00
Oral sense	3.33	3.56
Total taste	3.44	3.78

(best: 5, worst: 1)

제조조건에 따른 죽의 입자에 대한 관능적 특성 조사결과를 Table 2-56에 나타내었다. 점도는 가루시료가 더 높으나 식감이나 전체적인 기호도는 건더기 시료가 높은 것으로 보아 위의 제분방법에 따른 결과와 같이 분쇄를 할 경우 전분손상도가 높아져 점도가 높아짐을 알 수 있다. 이렇게 점도는 높으나 건더기 죽에 대한 선호도가 높은 것으로 보아 건더기 식품을 더 선호하는 것으로 나타났다.

② 야채의 입자 크기 결정

당근과 양파의 입자크기를 0.3cm<sup>3</sup>, 0.4cm<sup>3</sup>와 0.5cm<sup>3</sup>로 절단하여 95℃의 물에서 5분간 블랜칭 한 후 Freeze dryer(Edwards, England)를 사용하여 동결 건조하였다. 각각의 야채 크기로 만든 죽에 대한 선호도를 조사하였다.

(다) 실험에 적합한 제분미와 야채의 선정

제분방법별로 보면 건식제분을 하는 경우보다는 습식제분을 하는 경우가 죽을 제조하였을 때 점도(viscosity), 식감(oral sense) 그리고 전체적인 기호도가 높으며, 습식제분을 하여서도 죽 제조를 위해 동결건조를 한 경우 퍼짐도는 PF가 높고 점도는 WPF가 높았다. WPF의 경우는 침지한 후 마쇄하는 동안 α-amylase가 소실되었기 때문이라 생각되며, PF의 경우는 물에 시료가 잘 풀리지 않았기 때문인 것으로 추측된다. 또한 죽을 제조하는 데 있어서 사용되는 가루의 크기는 쌀가루는 powder type 보다는 particle type을 선호하며 야채는 0.5cm<sup>3</sup>의 입자를 선호함을 알 수 있었다.

죽을 제조하는 데 있어서 쌀가루는 냉수, 온수에 연속적으로 침지한 후 호화시켜 마쇄한 후 동결건조한 것을 사용하는 것이 물에도 잘 풀리고 점도 또한 동결시키기

전과 거의 같음을 알 수 있었다. 야채에 있어서는 hardness값은 높으나 용해도와 팽윤력이 작은 것을 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

(라) 야채의 배합비에 따른 야채죽의 이화학적 특성에 미치는 영향

① 열풍건조분말 야채와 쌀을 이용한 죽의 제조

야채죽의 제조에 있어서 중요한 변수로 고려되어지는 당근, 양파 그리고 버섯의 양을 결정하는데 예비실험을 바탕으로 다섯 단계로 부호화 하였다(Table 2-56, 57).

Table 2-57. Level of independent variables for experimental design

X <sub>i</sub>	Independent variables	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X <sub>1</sub>	Mushroom(%)	0.5	2.0	3.5	5.0	6.5
X <sub>2</sub>	Carrot(%)	0.5	2.0	3.5	5.0	6.5
X <sub>3</sub>	Green onion(%)	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5

또한 요인변수를 중심합성계획에 따라 17실험구로 구분하여 Table 2-57에 나타내었다.

Table 2-58. Central composite design for the manufacturing instant rice and vegetable soup

Experiment number	Mushroom (%)	Carrot (%)	Green onion (%)
1	2.0(-1)	2.0(-1)	1.5(-1)
2	2.0(-1)	2.0(-1)	3.5(1)
3	2.0(-1)	5.0(1)	1.5(-1)
4	2.0(-1)	5.0(1)	3.5(1)
5	5.0(1)	2.0(-1)	1.5(-1)
6	5.0(1)	2.0(-1)	3.5(1)
7	5.0(1)	5.0(1)	1.5(-1)
8	5.0(1)	5.0(1)	3.5(1)
9	3.5(0)	3.5(0)	2.5(0)
10	3.5(0)	3.5(0)	2.5(0)
11	3.5(0)	3.5(0)	2.5(0)
12	0.5(-2)	3.5(0)	2.5(0)
13	6.5(2)	3.5(0)	2.5(0)
14	3.5(0)	0.5(-2)	2.5(0)
15	3.5(0)	6.5(2)	2.5(0)
16	3.5(0)	3.5(0)	0.5(-2)
17	3.5(0)	3.5(0)	4.5(2)

② 점도의 변화

각 실험구 야채죽의 점도 변화는 제조시료의 양에 따른 야채죽의 점도에 대한 반응표면회귀식의  $R^2$ 는 0.4364로 유의성이 인정되지 않았다. 야채죽의 점도에 대한 야채의 배합비의 영향은 설정범위 내에서 유의성이 인정되지 않아 야채죽의 제조에 있어서 야채의 배합비는 점도에 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

③ 퍼짐성과 고형분의 변화

각 실험구 제조시료의 양에 따른 야채죽의 퍼짐성과 고형분에 대한 반응표면회귀식의  $R^2$ 는 각각 0.3083과 0.4364로 유의성이 인정되지 않았다. 야채죽의 퍼짐성과 고형분에 대한 야채의 배합비의 영향은 설정범위 내에서 유의성이 인정되지 않아 야채죽의 제조에 있어서 야채의 배합비는 퍼짐성과 고형분에 크게 영향을 미치지 않은

것을 알 수 있었다.

Table 2-59. The physical properties of instant rice and vegetable soup manufactured by central composite design

Exp. No.	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)	Soluble solid (%)	Color		
				L	a	b
1	588.90	4.91	8.40	60.33	0.61	15.17
2	523.80	5.20	8.23	58.90	0.76	16.49
3	507.13	4.85	8.15	59.23	1.12	15.96
4	520.67	5.13	8.40	56.35	0.81	15.94
5	582.20	4.84	8.59	71.12	1.21	16.03
6	518.43	5.09	8.30	56.73	2.67	20.02
7	523.53	4.77	9.00	57.01	3.34	20.40
8	433.30	4.93	8.42	55.61	3.35	21.26
9	551.57	4.95	8.76	58.44	2.33	19.34
10	444.47	4.90	8.53	58.11	1.88	18.54
11	489.12	4.83	8.66	58.31	2.12	18.71
12	534.23	4.64	8.24	62.78	1.04	16.42
13	436.87	4.79	8.70	55.57	3.22	20.90
14	536.00	4.81	8.50	59.11	0.86	16.28
15	608.00	4.85	8.64	58.34	3.67	22.11
16	462.70	4.96	8.44	59.73	1.84	17.96
17	519.10	4.86	8.84	56.87	2.20	20.30

#### ④ 색도의 변화

각 조건에 따른 야채죽의 색도의 변화를 Table 2-59에 나타내었다. L값은 55-70 사이로 a값은 0.6-3.6을 나타내었으며 b값은 15-22사이에서 변화하여 죽 색이 진한 황색임을 알 수 있었다.

Table 2-60. Polynomial equations calculated by RSM proram for processing instant rice and vegetable soup.

Response	Polunomial equation	R <sup>2</sup>	Pr > F
	Y(L)=61.427594+ 3.480773X <sub>1</sub> -1.450894X <sub>2</sub> -1.819293		
L value	X <sub>3</sub> + 0.113937X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.643333X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> + 0.063937X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -0.956	0.5913	0.4484
	667X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> + 0.961667X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> + 0.037609X <sub>3</sub> <sup>2</sup>		
a value	Y(a)=-0.224084-0.254287X <sub>1</sub> + 0.268213X <sub>2</sub> -0.407455	0.8970	0.0098
	X <sub>3</sub> -0.005459X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.125000X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> + 0.009541X <sub>2</sub> <sup>2</sup> + 0.135		
	833X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> -0.159167X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> -0.039783X <sub>3</sub> <sup>2</sup>		
b value	Y(b)=13.397951-0.486389X <sub>1</sub> + 0.535000X <sub>2</sub> -0.895208	0.8522	0.0303
	X <sub>3</sub> -0.047778X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.298333X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> + 0.011667X <sub>2</sub> <sup>2</sup> + 0.295		
	833X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> -0.372500X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> + 0.010000X <sub>3</sub> <sup>2</sup>		

중심합성계획에 의한 야채의 배합비에 대한 반응표면회귀식은 Table 2-60과 같았다. 죽의 제조조건에서 야채의 배합비가 L값은 유의확률이 0.4484로 유의성이 인정되지 않았다. a값과 b값은 유의확률이 각각 0.0098과 0.0303으로 야채의 배합비가 a, b값에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

⑤ 동결건조분말시료

야채죽의 제조에 있어서 중요한 변수로 고려되어지는 당근, 양파 버섯을 예비실험을 바탕으로 다섯 단계로 부호화 하였다(Table 32, 33).

Table 2-61. Level of independent variables for experimental design

Xi	Independent variables	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X1	Mushroom(%)	0.5	2.0	3.5	5.0	6.5
X2	Carrot(%)	0.5	2.0	3.5	5.0	6.5
X3	Green onion(%)	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Table 2-62. Central composite design for the manufacturing instant rice and vegetable soup

Experiment number	Mushroom (%)	Carrot (%)	Green onion (%)
1	2.0(-1)	2.0(-1)	0.5(-1)
2	2.0(-1)	2.0(-1)	0.7(1)
3	2.0(-1)	5.0(1)	0.5(-1)
4	2.0(-1)	5.0(1)	0.7(1)
5	5.0(1)	2.0(-1)	0.5(-1)
6	5.0(1)	2.0(-1)	0.7(1)
7	5.0(1)	5.0(1)	0.5(-1)
8	5.0(1)	5.0(1)	0.7(1)
9	3.5(0)	3.5(0)	0.5(0)
10	3.5(0)	3.5(0)	0.5(0)
11	3.5(0)	3.5(0)	0.5(0)
12	0.5(-2)	3.5(0)	0.5(0)
13	6.5(2)	3.5(0)	0.5(0)
14	3.5(0)	0.5(-2)	0.5(0)
15	3.5(0)	6.5(2)	0.5(0)
16	3.5(0)	3.5(0)	0.1(-2)
17	3.5(0)	3.5(0)	0.9(2)

⑥ 점도의 변화

각 실험구 제조시료의 양에 따른 야채죽의 점도에 대한 반응표면회귀식의  $R^2$ 는 0.4766으로 유의성이 인정되지 않았다. 야채죽의 점도에 대한 야채의 배합비의 영향은 설정범위 내에서 유의성이 인정되지 않아 야채죽의 제조에 있어서 야채의 배합비는 점도에 크게 영향을 미치지 않은 것을 알 수 있었다.

⑦ 퍼짐성과 고형분의 변화

각 실험구 제조시료의 양에 따른 야채죽의 퍼짐성과 고형분에 대한 반응표면회귀식의  $R^2$ 는 각각 0.4436과 0.7107으로 유의성이 인정되지 않았다. 야채죽의 퍼짐성과



고형분에 대한 야채의 배합비의 영향은 설정범위 내에서 유의성이 인정되지 않아 야채죽의 제조에 있어서 야채의 배합비는 퍼짐성과 고형분에 크게 영향을 미치지 않은 것을 알 수 있었다.

⑧ 색도의 변화

각 조건에 따른 야채죽의 색도의 변화를 Table 34에 나타내었다. L값은 60-63사이로 a값은 1-4.7로 나타내었으며 b값은 8-17사이에서 변화하여 죽 색이 진한 황색임을 알 수 있었다.

Table 2-63. The physical properties of instant rice and vegetable soup manufactured by central composite design

Exp. No.	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)	Soluble solid (%)	Color		
				L	a	b
1	655.53	4.65	8.76	62.34	1.89	11.69
2	654.67	4.63	9.08	60.02	2.78	14.22
3	656.00	4.68	8.93	62.93	3.29	14.01
4	657.33	4.74	9.42	61.29	4.42	12.34
5	337.33	4.76	9.32	63.15	2.12	11.36
6	338.23	4.61	9.74	62.95	1.71	10.76
7	337.30	4.65	8.99	61.57	4.34	14.92
8	337.33	4.66	9.20	60.52	4.42	14.95
9	656.43	4.82	9.57	63.14	2.57	12.50
10	338.23	4.73	9.28	63.57	3.05	14.05
11	337.33	4.69	9.23	63.35	2.24	13.50
12	337.77	4.68	9.43	66.33	1.98	11.41
13	337.30	4.68	9.07	60.54	3.50	14.40
14	337.77	4.60	8.88	64.90	0.16	8.40
15	336.87	4.90	9.22	61.50	4.74	17.99
16	337.30	4.68	8.55	63.47	2.89	13.06
17	336.87	4.80	9.58	62.91	2.95	15.61

Table 2-64. Polynomial equations calculated by RSM program for processing instant rice and vegetable soup

Response	Polunomial equation	R <sup>2</sup>	Pr> F
	$Y(L)=74.794664-2.095307X_1+ 0.314693X_2-24.50793$		
L value	$3X_3-0.003131X_1^2-0.326111X_2X_1-0.029242X_2^2+ 5.169$ $444X_3X_1+ 1.197222X_3X_2-0.827180X_3^2$	0.6580	0.3044
	$Y(a)=-2.738382+ 0.800573X_1+ 0.412796X_2+ 6.163093$		
a value	$X_3+ 0.016823X_1^2+ 0.105000X_2X_1-0.015399X_2^2-2.0916$ $67X_3X_1+ 0.075000X_3X_2+ 1.721308X_3^2$	0.9379	0.0019
	$Y(b)=-1.837284+ 0.622894X_1+ 2.677894X_2+ 22.7867$		
b value	$59X_3-0.059223X_1^2+ 0.406111X_2X_1-0.027001X_2^2-2.53$ $0556X_3X_1-5.036111X_3X_2+ 5.582740X_3^2$	0.8776	0.0169

중심합성계획에 의한 야채의 배합비에 대한 반응표면 회귀식은 Table 2-64와 같았다. 즉의 제조조건에서 야채의 배합비가 L값은 유의확률이 0.3044로 유의성이 인정되지 않았다. a값과 b값은 유의확률이 각각 0.0019와 0.0169로 야채의 배합비가 a값과 b값에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

(㉸) 동결건조한 야채의 배합비에 따른 야채죽의 관능적 특성

야채죽의 제조에 있어서 중요한 변수로 고려되어지는 당근, 양파 버섯을 예비실험을 바탕으로 다섯 단계로 부호화하여, 제조조건에 따른 관능적 특성 조사결과를 Table 2-65에 나타내었다.

Table 2-65. Sensory evaluation of instant rice and vegetable soup by central composite design

Experiment No.	Sensory evaluation				Overall acceptance
	Color	Flavour	Viscosity	Taste	
1	3.50	3.25	3.50	3.25	3.13
2	3.63	3.38	3.38	3.00	3.13
3	3.50	3.75	3.63	4.00	3.50
4	3.63	3.63	3.50	3.25	3.50
5	2.88	2.38	3.38	2.75	2.88
6	3.00	2.50	3.13	3.13	3.00
7	3.50	3.00	3.63	3.38	3.13
8	3.63	3.38	3.50	3.50	3.25
9	4.38	3.75	4.13	4.25	4.13
10	4.25	3.25	3.75	3.63	3.75
11	4.33	3.50	4.17	3.67	4.00
12	3.63	3.13	3.50	3.25	3.00
13	3.17	3.17	3.83	3.00	2.50
14	2.50	3.00	3.50	2.83	2.33
15	3.50	3.17	3.33	2.83	2.67
16	4.17	3.33	4.00	3.17	3.50
17	3.83	2.83	2.50	3.17	2.50

(best: 5, worst: 1)

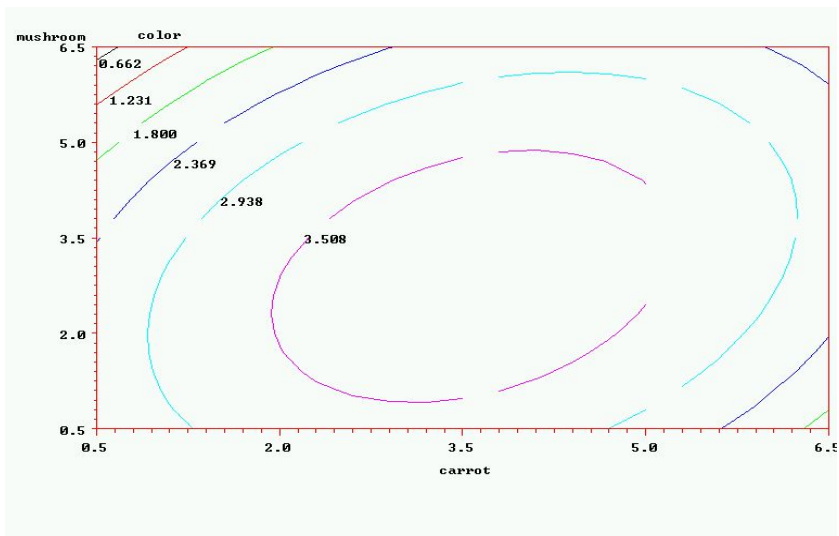


Fig. 2-13. Contour map of color by ratio of vegetables weight to rice weight in manufacturing instant rice and vegetable soup.

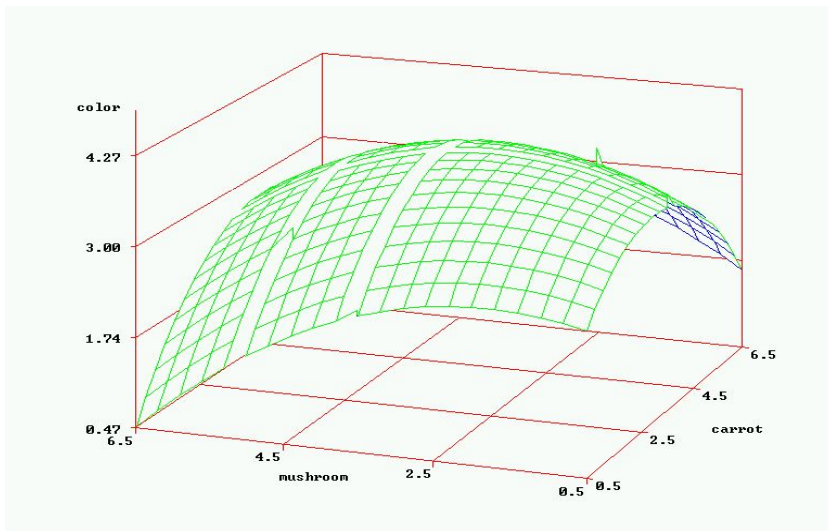


Fig. 2-14. Response surface for the effect of vegetables weight and rice weight on color of instant rice and vegetable soup.

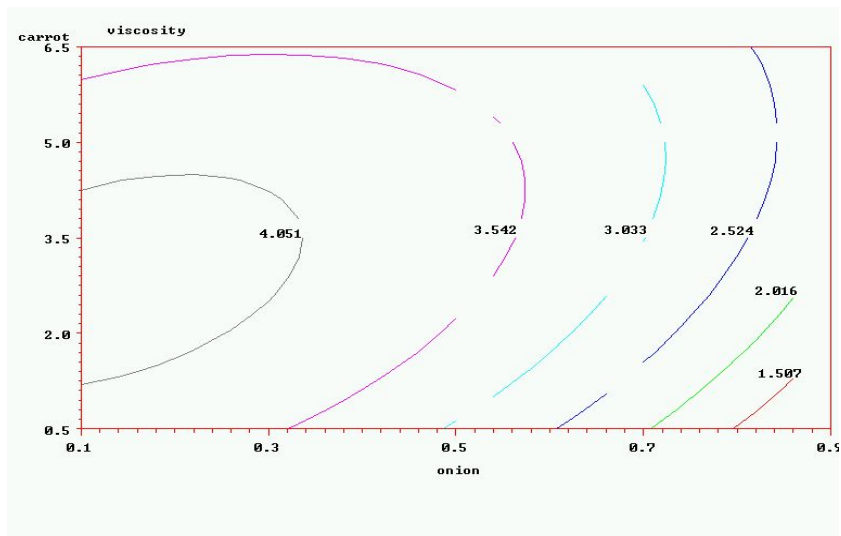


Fig. 2-15. Contour map of viscosity by ratio of vegetables weight to rice weight in manu- facturing instant rice and vegetable soup.

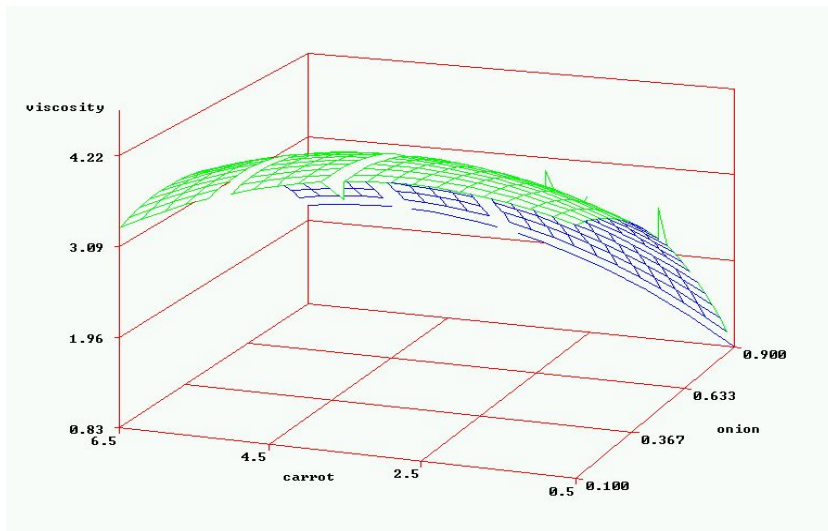


Fig. 2-16. Response surface for the effect of vegetables weight and rice weight on viscosity of instant rice and vegetable soup.

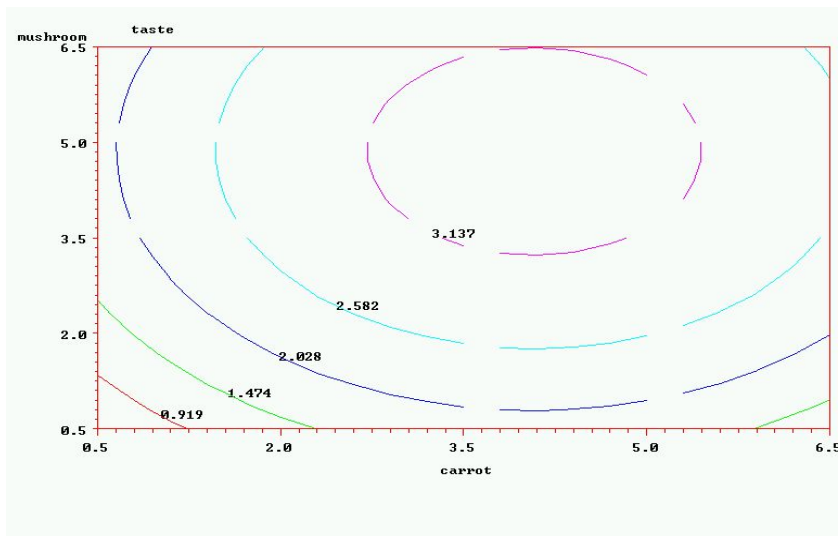


Fig. 2-17. Contour map of taste by ratio of vegetables weight to rice weight in manufacturing instant rice and vegetable soup.

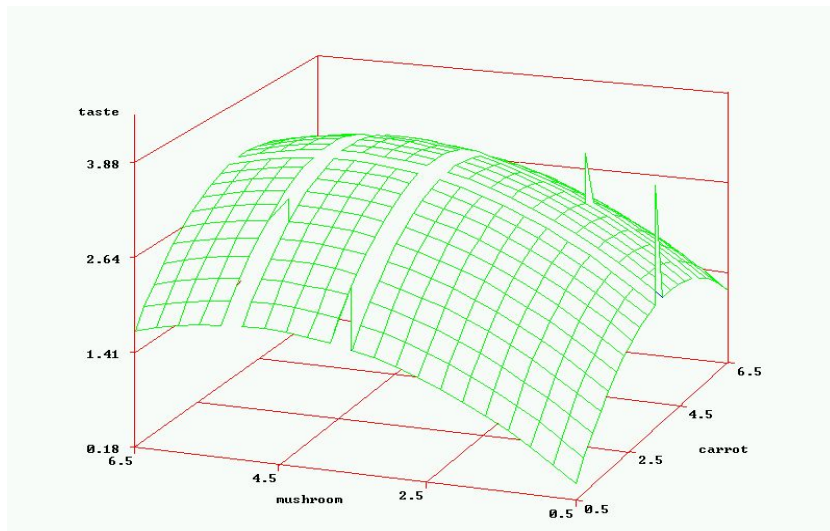


Fig. 2-18. Response surface for the effect of vegetables weight and rice weight on taste of instant rice and vegetable soup.

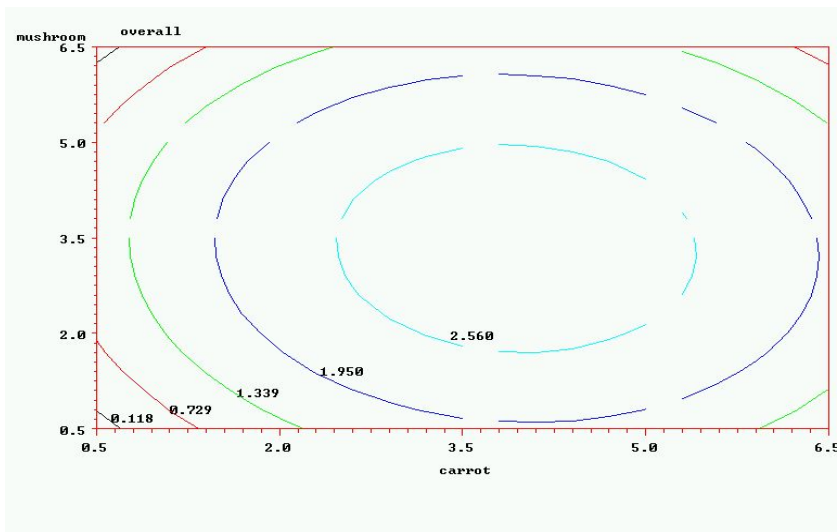


Fig. 2-19. Contour map of overall acceptance by ratio of vegetables weight to rice weight in manufacturing instant rice and vegetable soup.

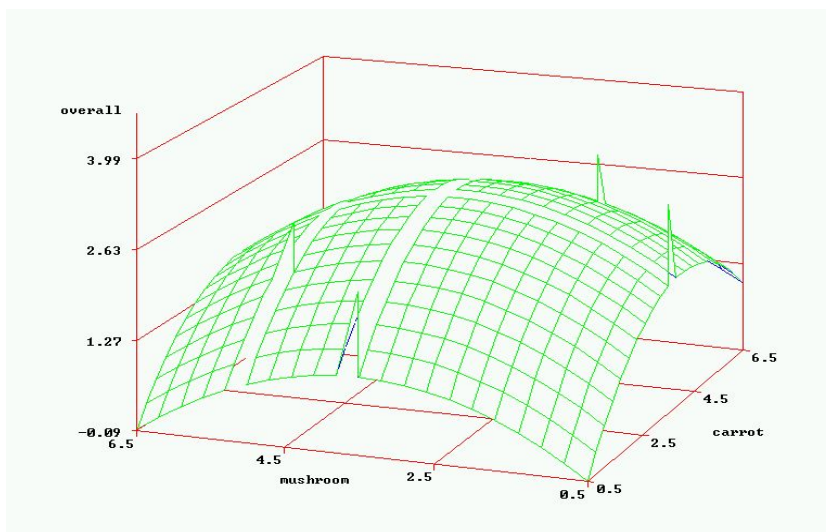


Fig. 2-20. Response surface for the effect of vegetables weight and rice weight on overall acceptance of instant rice and vegetable soup.

(바) 야채의 배합비를 달리한 야채죽의 고찰

당근과 버섯이 죽의 색에 중요한 영향을 주었으며 각각 3.5%와 3.0% 부근에서 중심점을 보였다. 야채의 배합비에 따른 야채죽의 향의 변화는 유의확률이 0.4555로 유의성이 인정되지 않았다. 야채의 배합비에 따른 향의 변화는 관능적으로 차이가 없음을 알 수 있다.

야채죽의 점성은 배합비에 따라 양파와 버섯이 각각 0.1%와 3.0% 부근에서 중심점을 보였다. 버섯이 5%에서 당근이 4%부근에서 최적 배합비를 갖는 중심점을 나타냈다. 동결건조하여 분말화한 쌀과 야채의 배합비를 달리하면서 조리한 야채죽의 관능검사 결과 배합비를 달리한 버섯, 당근과 양파 중에서 특히 당근과 버섯이 전반적인 기호도에 중요하며 각각 3.7%와 3.5% 부근에서 중심점이 나타났다.

열풍건조한 시료와 동결건조한 시료를 제조하여 관능검사를 실시한 결과, 열풍건조한 시료보다 동결건조한 시료를 사용하는 것이 바람직하며, 동결건조한 야채를 이용하여 야채죽을 제조할 때 쌀과 물의 배합은 1:13으로 하는 것이 가장 좋았다. 야채죽을 제조할 때 쌀가루의 양에 대하여 마늘, 양파, 소금과 다시다의 배합비는 일정하게 하고 쌀에 대한 버섯, 당근 그리고 대파의 최적 배합비는 각각 3.5%, 3.5% 그리고 0.5%가 적당하였다.



## 다. 쌀국수의 제조 및 품질특성

### (1) 실험재료 및 방법

생면타입의 100% 쌀국수 제조를 위해 다음과 같은 조건과 방법으로 제조하여 생지의 특성을 살펴보았다

### (가) 쌀국수 제조조건

혼합기 (쌀가루+ 물)	수분함량	40%
		43%
		45%
온도	온도	90℃
		95℃
		97℃
입자크기	80-200 mesh	

### (나) 쌀국수 제조방법

Aging (28℃, 2hr) ⇒ Pressing ⇒ Aging (17℃, 18hr) ⇒ Pressing  
⇒ 면대형성 (Roller) ⇒ 절단

### (2) 결과 및 고찰

#### (가) 쌀국수의 품질특성

수분함량을 달리하여 제조한 단자의 특성은 가수량이 증가할수록 단자의 경도, 부서짐성은 감소하였으며 썩성은 증가하였다.

Table 2-66. Texture properties of rice dough on water content(100 mesh,95℃,5 min)

	40%	43%	45%
Hardeness(g)	393.34	327.91	201.10
Adhesiveness	4.73	5.67	12.40
Cohesiveness	1.36	1.17	1.11
Elasticity	4.12	3.99	3.85
Brittleness	927.76	933.09	846.34
Gumminess	432.13	491.35	523.64

증자온도를 달리한 경우 온도가 증가할수록 경도는 감소하였으며 부서짐성 및 껌성은 약간씩 증가하였다.

Table 2-67. Texture properties of rice dough on temp.(100 mesh,43%,5min)

	90℃	95℃	97℃
Hardeness(g)	329.13	328.91	323.74
Adhesiveness	5.23	5.67	5.27
Cohesiveness	1.11	1.17	1.23
Elasticity	3.81	3.89	3.89
Brittleness	912.76	933.09	943.27
Gumminess	482.35	498.35	493.46

배합시간을 달리한 경우는 배합시간이 증가할수록 경도는 증가하였으나 부서짐성 및 껌성에는 큰 차이가 없었다.

Table 2-68. Texture properties of rice dough on mixing time (100mesh,95℃,43%)

	5 min	8 min	10 min
Hardeness(g)	318.91	313.25	312.14
Adhesiveness	5.67	5.66	5.42
Cohesiveness	1.17	1.15	1.18
Elasticity	3.99	3.89	3.83
Brittleness	943.09	945.54	944.46
Gumminess	491.35	490.54	489.34

입자크기에 따른 단자의 특성은 균일한 입자일수록 단자의 경도 및 껌성은 감소하였다.

Table 2-69. Texture properties of rice dough on particle size (43%,95℃,5min)

	100 mesh	100 + 200 mesh
Hardeness(g)	328.91	363.23
Adhesiveness	5.47	5.44
Cohesiveness	1.17	1.13
Elasticity	3.69	3.34
Brittleness	943.09	984.61
Gumminess	491.35	493.63

쌀전분 2% 첨가한 경우 경도 및 껌성이 증가하여 단자형성이 용이하였다

Table 2-70. Texture properties of rice dough on adding rice starch (100 mesh, 43%, 5min, 95 ℃)

	Control	A(2%)
Hardeness(g)	428.91	434.29
Adhesiveness	5.67	7.54
Cohesiveness	1.17	3.32
Elasticity	3.99	1.76
Brittleness	1943.09	924.45
Gumminess	491.35	550.21

Table 2-71. Texture properties of rice dough on adding water soluble rice flour

	Control	A
Hardeness(g)	428.91	312.03
Adhesiveness	5.67	32.37
Cohesiveness	1.17	0.74
Elasticity	3.99	1.37
Brittleness	1943.09	635.73
Gumminess	491.35	552.28

냉수가용물을 첨가한 경우 역시 경도 및 껌성이 증가하여 단자의 형성이 용이하였으며 생쌀가루를 첨가한 경우보다 껌성 및 경도의 값이 증가하여 냉수가용물 첨가가 생쌀가루의 첨가보다 좋은 결과를 나타냈다.

## 2. 쌀 가공제품의 소재화 및 가공제품 개발

### 가. 쌀가공식품 제조를 위한 쌀가루 소재 개발 및 이용

#### (1) 실험재료 및 방법

##### (가) 실험재료

본 실험에 사용한 멥쌀 및 찰쌀은 2003년(경기, 여주)을 사용하여 건식쌀가루와 습식쌀가루 및 혼합 쌀가루를 제조하여 시료로 사용하였고, 시료명은 Table 2-72와 같다.

##### ① 찰쌀가루 제조

##### ㉠ 습식 찰쌀가루의 제조

4시간 수침 한 후 1시간 탈수하고 roll mill로 분쇄 후 70℃에서 1시간 30분 건조하여 다시 fitz mill로 분쇄한 후 sieve shaker를 이용하여 각각, 80mesh이하, 100-140mesh, 200mesh이상의 입자 크기별로 만들어 습식 찰쌀가루의 시료로 사용하였다.

##### ㉡ 건식 찰쌀가루의 제조

roll mill로 2번 분쇄 후 다시 fitz mill로 분쇄한 후 그리고 200mesh이상의 시료를 얻기 위하여 Ball mill로 다시 분쇄 후 sieve shaker를 이용하여 각각 80mesh이하, 100-140mesh, 200mesh이상의 입자 크기별로 만들어 건식 찰쌀가루의 시료로 사용하였다.

㉢ 찰쌀가루는 건식, 습식쌀가루를 혼합(50:50)하여 시료로 사용하였다.

Table 2-72. 각 mesh에 따른 건식, 습식 찹쌀가루의 제조

건식 쌀가루	샘플명	습식 쌀가루	샘플명
80mesh이하	Dry 80	80mesh이하	Wet 80
100-140mesh	Dry 100-140	100-140mesh	Wet 100-140
200mesh이상	Dry 200	200mesh이상	Wet 200
mesh	건식쌀가루의 비율	습식쌀가루의 비율	샘플명
80 이하	50%	50%	80mix
100-140	50%	50%	100-140mix
200 이상	50%	50%	200mix

② 떡 제조 및 품질특성

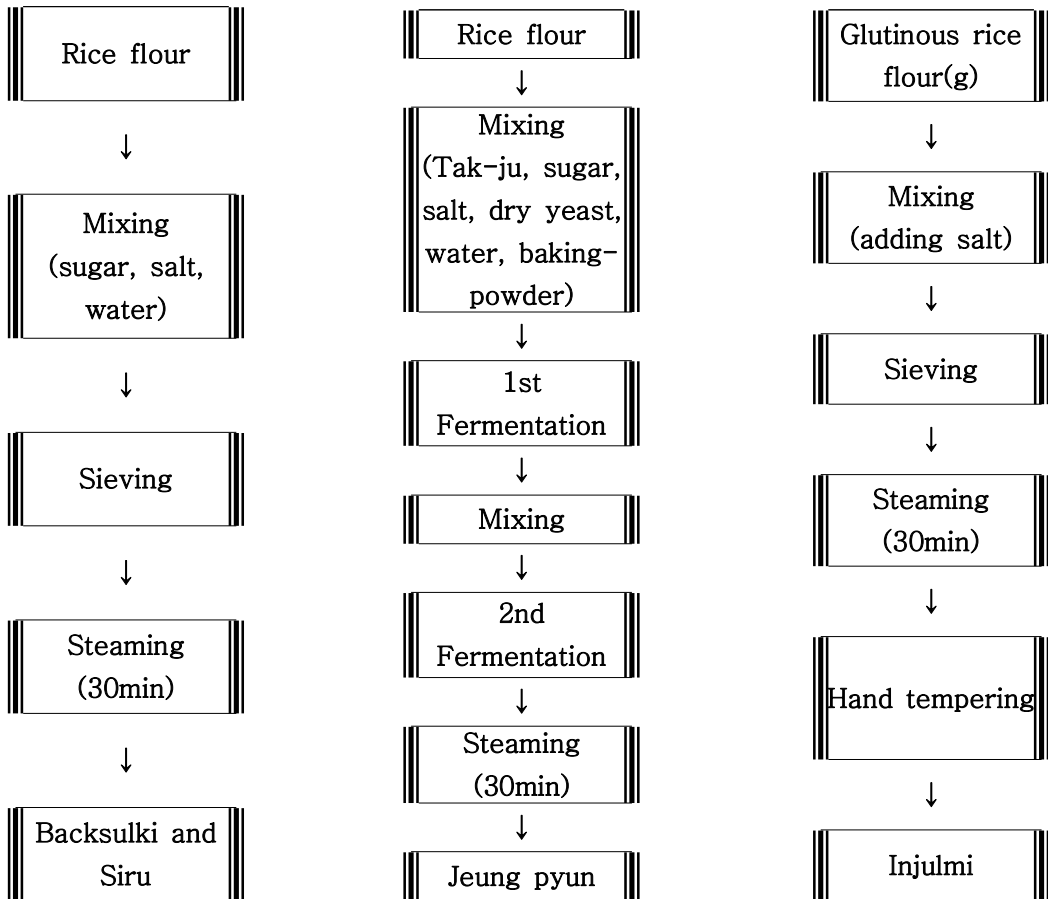


Fig. 2-21. Procedure for various rice cakes with different rice flour and glutinous rice flour

Table 2-73. 입자크기, 제분방법 등에 따른 쌀가루 제조

	샘플명	비고
W80	습식 80Mesh 이하	
W140	습식 100 ~ 140Mesh	
W200	습식 200Mesh 이상	
D80	건식 80Mesh 이하	
D140	건식 100 ~ 140Mesh	
D200	건식 200Mesh 이상	
M80	혼합 80Mesh 이하	혼합비율:(습식:건식=60:40)
M140	혼합 100 ~ 140Mesh	혼합비율:(습식:건식=60:40)
M200	혼합 200Mesh 이상	혼합비율:(습식:건식=60:40)

(나) 실험 방법

실험 방법은 제 2장 1절과 동일함.

(2) 결과 및 고찰

(가) 찹쌀가루의 이화학적특성

Table 2-74. 찹쌀가루 종류별 수분함량 (unit : %)

Mesh	습식찹쌀가루	건식찹쌀가루	혼합찹쌀가루
80이하	17.32±0.09	14.70±0.02	15.75±0.05
100-140	21.57±0.12	14.45±0.02	18.17±0.07
200이상	20.73±0.12	14.11±0.05	17.14±0.09

Table 2-75. 찹쌀가루 종류별 입도분포

(unit :  $\mu\text{m}$ )

		Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%	Mean diameter
습식 찹쌀가루	80이하	2.66	23.84	132.94	49.87
	100-140	2.96	24.62	105.99	40.62
	200이상	3.37	25.15	75.14	32.24
건식 찹쌀가루	80이하	2.87	23.97	412.27	128.92
	100-140	3.42	34.74	126.76	51.67
	200이상	7.92	29.37	82.76	37.35
혼합 찹쌀가루	80이하	2.85	27.06	383.16	101.44
	100-140	2.99	23.57	119.68	45.43
	200이상	5.46	29.56	83.31	37.09

Table 2-76. 찹쌀가루 종류별 색도

		L	a	b
습식찹쌀가루	80이하	95.89	-0.37	4.98
	100-140	97.89	-0.26	2.88
	200이상	98.41	-0.21	1.90
건식찹쌀가루	80이하	89.65	-0.62	6.87
	100-140	91.65	-0.50	5.03
	200이상	93.97	-0.38	2.14
혼합찹쌀가루	80이하	91.01	-0.61	5.47
	100-140	93.07	-0.47	3.45
	200이상	94.85	-0.36	1.88



Table 2-77. 찹쌀가루 종류별 수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI), 수분용해지수(Water Solubility Index, WSI)

		WAI(%)	WSI(g)
습식찹쌀가루	80이하	1.34±0.01	1.61±0.06
	100-140	1.12±0.01	0.99±0.04
	200이상	1.03±0.01	1.88±0.03
건식찹쌀가루	80이하	1.26±0.02	1.79±0.04
	100-140	1.18±0.01	3.02±0.09
	200이상	3.66±0.24	4.82±0.30
혼합찹쌀가루	80이하	1.18±0.01	1.68±0.04
	100-140	1.07±0.02	2.73±0.03
	200이상	2.04±0.06	3.10±0.45

Table 2-78. 찹쌀가루 종류별 전분손상도 (unit : %)

		Damaged starch
습식찹쌀가루	80이하	3.98
	100-140	7.05
	200이상	7.38
건식찹쌀가루	80이하	8.42
	100-140	10.66
	200이상	14.16
혼합찹쌀가루	80이하	6.23
	100-140	8.90
	200이상	10.66

각 찹쌀가루 종류에 따른 입도분포는 건식 > 혼합 > 습식 쌀가루 순서였고, 각 mesh별 입도분포 역시 건식 > 혼합 > 습식 쌀가루 순으로 높은 값을 나타내었다. 색도 측정에서 습식, 건식 찹쌀가루의 경우 mesh가 클수록 L 값이 증가됨을 나타내었고 a 값과 b 값의 감소를 나타내었다. 또한 습식은 건식에 비해 유의적으로 높은 밝기를 나타내었다. 혼합 찹쌀가루 역시 mesh가 클수록 밝기가 증가되고 a 값과 b 값의 감소를 나타내었다. 각 찹쌀가루 종류에 따른 WAI, WSI의 수치는 건식 > 혼

합 > 습식 쌀가루 순서였고, WSI 수치는 입자가 작을수록 높은 값을 나타낸 반면 WAI 수치는 80mesh 이하의 입자가 100~140mesh의 입자보다 높은 값을 나타내었다. 전분손상도의 경우 건식이 습식에 비해 높은 전분손상도를 나타내었고 제분방법에 따라 전분손상도가 증가됨을 나타내었고, 각 입자크기에 따른 건식, 습식 찹쌀가루의 전분손상도를 보면 80mesh 이하 쌀가루가 작은 값을 나타내었고, 이는 roll mill을 한번 통과한 제분방법에 기인한 것으로 생각되고 건식 쌀가루 200mesh 이상은 14.16%로 가장 높게 나타났는데 그 이유는 roll mill 제분방법 후 ball mill로 다시 제분한 방법에 기인한 것으로 생각된다.

(나) 종류별 떡의 품질특성

Table 2-79. 떡 종류별 수분 함량

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200
백설기	34.79	33.70	34.50	31.96	32.46	32.84	34.53	34.09	34.02
시루떡	40.57	43.11	40.61	44.89	39.35	40.75	39.41	40.17	40.63
증편	51.19	51.45	50.72	47.79	48.13	42.69	44.50	47.39	49.92
인절미	46.82	49.59	48.11	45.16	45.62	45.38	44.72	45.78	47.13

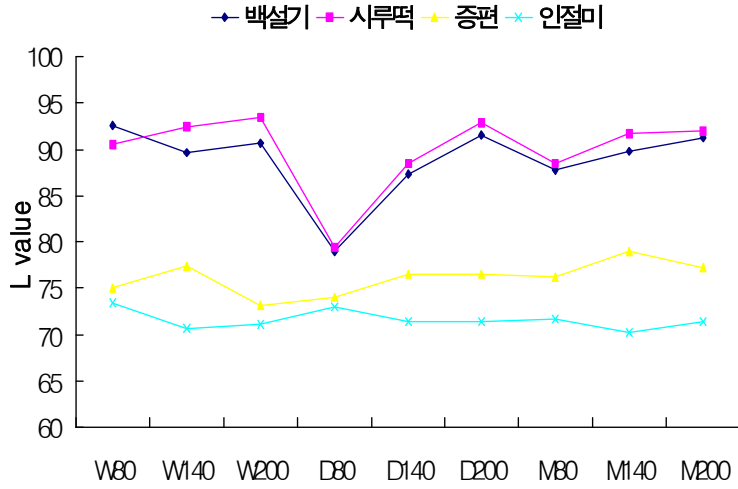


Fig. 2-22. 떡 종류별 L value

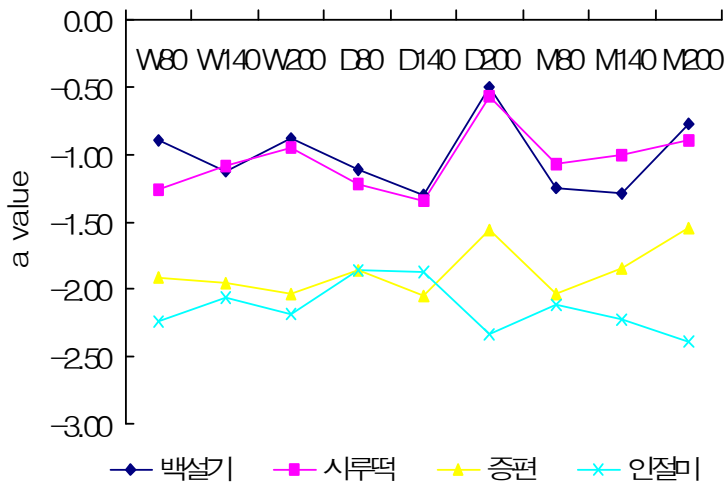


Fig. 2-23. 떡 종류별 a value

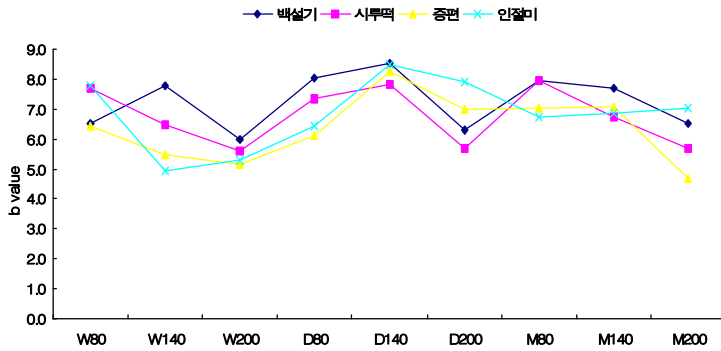


Fig. 2-24. 떡 종류별 b value

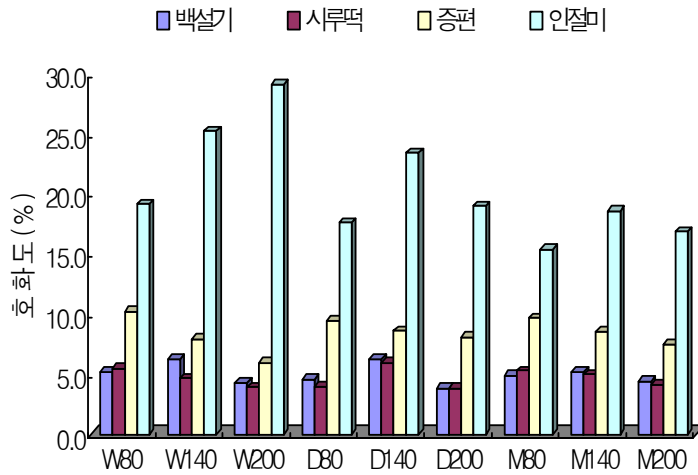


Fig. 2-25. 떡 종류별 호화도

입자크기별 떡의 수분함량에는 큰 차이를 나타내지는 않은 것으로 나타났지만 건식쌀가루 떡의 수분함량이 낮은 경향을 나타내었다. 그러나 시루떡의 경우 건식쌀가루 떡 수분함량의 높은 값을 나타낸 것은 떡 자체의 수분함량이 아닌 팔고물에 의한 수분함량의 차이 때문으로 생각된다. 떡 종류별 수분함량의 차이는 증편 > 인절미 > 시루떡 > 백설기 순으로 나타났다.

입자크기에 따른 L 값의 차이는 건식 80mesh이하 쌀가루로 제조한 떡의 가장 작

은 값을 나타내었고, 습식 쌀가루로 만든 떡 L 값이 대체로 높은 값을 나타내었다. 떡 종류별 L 값은 시루떡과 백설기가 높은 값을 나타냈고, 증편, 인절미 순으로 높은 값을 나타내었다. a 값은 건식 200mesh이상 쌀가루로 제조한 떡의 가장 낮은 값을 나타내었고, 떡 종류별 a 값은 시루떡, 백설기가 낮은 값을 증편, 인절미가 높은 값을 나타내었다. 입자크기별 및 종류별 b 값은 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

떡 종류별 호화도를 떡 제조 6시간 후 측정된 결과 인절미 > 증편 > 백설기 > 시루떡 순으로 나타났다. 위 결과로 찹쌀로 만든 인절미의 노화가 가장 천천히 일어남을 알 수 있고 습식 200mesh 이상의 떡이 노화가 가장 천천히 일어남을 알 수 있다.

Table 2-80. 입자크기에 따른 인절미의 조직감

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200
springiness	0.91	0.87	0.85	0.89	0.79	0.87	0.93	0.91	0.85
cohesiveness***	0.65	0.64	0.66	0.53	0.59	0.64	0.55	0.61	0.63
chewiness***	323	159	128	769	401	233	565	312	136
gumminess***	355	183	150	860	512	267	611	346	160
adhesiveness***	-151	-78	-69	-173	-177	-118	-194	-125	-65
hardness***	549	287	227	1625	865	420	1103	566	253

Table 2-81. 입자크기에 따른 증편의 조직감

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200
springiness	0.81	0.80	0.90	0.82	0.80	0.88	0.85	0.86	0.79
cohesiveness	0.53	0.54	0.55	0.44	0.48	0.51	0.41	0.49	0.57
chewiness	318	182	214	514	504	442	605	470	199
gumminess	394	228	239	623	627	505	710	546	250
adhesiveness	-101	-45	-38	-134	-78	-49	-182	-60	-55
hardness	745	425	435	1422	1304	996	1740	1125	437

Table 2-82. 입자크기에 따른 시루떡의 조직감

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200
springiness	0.38	0.40	0.49	0.51	0.24	0.41	0.35	0.36	0.41
cohesiveness	0.19	0.25	0.27	0.16	0.05	0.12	0.12	0.14	0.14
chewiness	74	131	227	96	3	31	26	38	50
gumminess	198	329	464	187	13	75	73	105	123
adhesiveness	-	-	-	-	-	-	-	-	-
hardness	1042	1304	1749	1142	258	643	608	753	883

Table 2-83. 입자크기에 따른 백설기의 조직감

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200
springiness	0.59	0.58	0.55	0.73	0.49	0.68	0.47	0.57	0.58
cohesiveness	0.39	0.33	0.26	0.24	0.17	0.21	0.23	0.31	0.33
chewiness	638	399	154	575	47	143	168	267	275
gumminess	1076	685	279	784	95	210	355	473	480
adhesiveness	-	-	-	-	-	-	-	-	-
hardness	2769	2052	1051	3273	570	1002	1530	1515	1461

떡 종류별 조직감 특성은 Table 80~83에 나타내었다. 입자크기별 인질미의 탄력성은 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 응집성은 습식 200mesh이상 인질미가 가장 강한 것으로 나타났으며 씹힘성, 검성, 경도는 건식 80mesh이하, 부착성은 혼합 80mesh이하가 가장 높은 값을 나타내었다. 응집성은 건식 80mesh이하, 씹힘성, 검성, 부착성, 경도는 습식 200mesh이상이 가장 낮은 값을 나타내었다. 인질미의 조직

감 측정결과 습식쌀가루 < 혼합쌀가루 < 건식쌀가루 순으로 높은 값을 나타내었다. 증편의 탄력성은 혼합 200mesh이상, 썩힘성, 검성, 부착성 경도는 습식 140mesh, 습식 200mesh이상, 혼합 200mesh 이상이 가장 작은 값을 나타내었고, 응집성은 습식 140mesh, 습식 200mesh이상, 혼합 200mesh 이상이 가장 높은 값을 나타내었다. 시루떡의 탄력성, 썩힘성, 검성, 응집성, 경도는 습식 200mesh이상이 가장 높은 값을 나타내었다. 탄력성, 썩힘성, 검성, 응집성, 경도는 건식 140mesh가 가장 낮은 값을 나타내었다. 부착성은 측정되지 않았다. 백설기의 탄력성은 건식 80mesh이하, 응집성, 썩힘성, 검성은 습식 80mesh이하, 경도는 건식 80mesh이하가 가장 높은 값을 나타내었다. 탄력성은 혼합 80mesh이하, 응집성, 썩힘성, 검성, 경도는 건식 140mesh가 가장 작은 값을 나타내었다. 부착성은 측정되지 않았다.

Table 2-84. 입자크기에 따른 인질미의 관능검사

		W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200
색	내부***	4.4±1.6	3.5±1.2	4.1±1.5	4.5±1.6	6.4±1.6	7.4±0.7	4.6±1.8	6.1±1.8	6.4±2.1
	외부***	4.2±1.5	3.5±1.4	3.5±1.2	4.2±1.4	6.5±1.6	7.1±0.8	5.0±2.0	6.0±2.0	6.0±2.0
표면	내부***	5.3±1.8	3.0±1.0	3.0±1.3	6.5±1.8	5.7±1.1	4.0±2.1	6.5±1.8	5.2±2.2	3.2±1.1
	외부***	5.5±2.0	2.3±0.9	2.8±0.9	6.0±2.1	5.7±1.4	4.5±2.7	6.2±1.7	4.5±1.5	3.6±1.8
강도	맛	6.6±1.1	5.7±1.7	5.5±1.7	3.8±1.4	4.7±1.7	5.0±1.8	6.0±1.8	6.1±1.8	5.7±1.4
	썩힘성***	6.0±1.9	6.8±1.4	6.8±1.8	3.3±1.6	5.0±1.6	6.2±2.4	5.1±1.5	6.7±1.0	7.0±1.6
	경도***	5.3±1.6	4.1±1.7	3.8±1.1	7.3±1.1	6.6±1.4	5.7±2.4	6.8±0.9	5.6±1.1	4.0±1.3
검사	부착성***	6.1±1.7	7.8±0.9	7.7±1.0	3.8±1.7	5.1±1.6	5.8±2.1	4.1±1.2	5.3±1.3	7.2±1.0
	거칠음성**	3.7±1.9	2.7±1.3	4.5±2.8	6.8±1.8	5.6±1.5	4.8±2.5	6.6±1.4	4.7±1.4	3.8±2.1
기호	탄력성**	6.0±2.1	7.6±1.1	6.3±2.2	3.3±1.6	4.6±1.4	6.2±1.9	5.1±1.8	6.2±1.4	6.2±1.9
	외관**	5.2±1.8	7.3±0.7	6.0±2.5	3.6±1.8	3.8±1.2	4.6±1.7	4.8±2.0	6.2±1.4	5.6±2.2
도	맛*	6.5±1.5	6.0±1.8	5.5±1.6	3.6±1.7	4.7±1.7	5.2±1.9	6.0±1.5	6.3±1.9	5.7±1.6
	조직감	6.5±2.0	6.1±2.4	5.2±2.1	3.0±1.7	5.1±2.0	4.8±1.9	5.1±1.8	6.2±2.3	4.7±1.8
검사	전반적 기호도*	6.5±2.0	6.0±2.0	5.1±2.1	3.0±1.7	5.0±1.7	4.7±1.9	5.5±2.0	6.8±1.8	5.2±1.9

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

쌀가루 종류에 따른 인질미에 강도 및 기호도 검사 측정결과는 Table 2-84와 같다. 떡의 노란정도를 나타내는 색의 강도검사 결과 습식쌀가루로 제조한 인질미가 건식쌀가루에 비해 낮은 값을 나타내었다. 조직감 특성 중 경도검사결과 습식쌀가루로 제조한 인질미의 경도가 3.8~5.3으로 작은 값을 나타내었고, 제분방법에 상관없이 입자크기가 작을수록 경도는 작은 값을 나타내었다. 기호도 검사 측정결과 외관, 맛, 조직감에서 습식쌀가루로 제조한 인질미가 높은 값을 나타내었고, 전반적인 기호도 측정결과 W80이 6.5로 가장 높은 값을 나타내었고, D80이 3.0으로 가장 작은 값을 나타내었다.

Table 2-85. 입자크기에 따른 증편의 관능검사

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200	
내부**	4.3±1.4	3.3±2.4	3.2±2.1	6.8±1.3	5.8±0.9	3.7±1.0	4.1±1.8	5.0±1.6	4.2±2.1	
색 외부**	5.2±1.2	3.8±2.2	3.0±1.6	6.3±1.6	5.8±1.3	3.2±0.8	4.3±2.5	5.5±1.6	5.1±1.8	
air cell**	4.7±1.5	6.1±2.3	6.6±1.9	5.8±1.8	3.8±1.6	6.0±2.2	2.8±1.1	4.8±3.2	3.8±1.7	
균일성	5.2±1.3	5.0±1.9	4.6±1.9	4.3±2.1	5.3±1.3	5.3±2.6	5.6±2.7	4.7±1.9	5.2±2.7	
맛	5.3±1.5	5.8±1.9	5.5±2.0	4.3±2.4	5.3±1.6	4.7±1.8	4.5±1.9	5.3±1.9	5.6±1.5	
강도 검사	경도	5.0±1.6	5.2±1.6	4.1±0.9	6.3±2.2	6.0±1.6	5.2±1.4	6.2±1.8	6.2±1.4	5.2±1.9
	부착성**	4.1±2.5	5.8±1.4	6.0±2.0	3.0±1.3	5.6±1.6	5.7±2.3	5.0±1.5	5.8±2.1	6.7±1.2
	응집성***	5.1±1.8	5.8±1.2	6.0±2.2	2.6±0.7	5.8±1.2	6.2±2.1	4.7±1.5	6.6±1.6	6.6±1.4
	탄력성**	5.7±1.1	5.5±1.6	7.3±1.5	3.7±1.5	5.5±1.0	6.0±2.2	5.0±2.4	6.6±1.6	6.7±1.8
기호도 검사	외관**	6.0±1.7	6.3±1.6	6.6±1.1	3.6±1.8	4.6±2.0	5.1±1.6	6.3±2.0	5.0±1.3	7.0±1.0
	맛***	6.3±1.1	6.6±1.0	5.8±1.4	3.2±1.2	5.1±1.2	5.6±0.9	5.3±1.3	6.1±1.6	5.6±1.7
	조직감*	6.0±1.7	6.8±1.5	6.7±1.2	3.7±2.3	5.7±1.5	5.6±1.1	4.6±2.0	5.8±1.8	6.2±1.5
전반적 기호도**	6.0±1.3	7.2±0.7	6.6±1.6	3.2±2.1	5.6±1.5	5.7±1.1	4.6±1.6	5.6±1.1	5.6±2.1	

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

쌀가루 종류에 따른 증편에 강도 및 기호도 검사 측정결과는 Table 2-85와 같다. 떡의 노란정도를 나타내는 색의 강도검사 결과 습식쌀가루로 제조한 증편이 건식쌀



가루에 비해 낮은 값을 나타내었다. air cell의 균일한 정도는 습식이며 입자크기가 작은 W200이 6.6으로 가장 높은 값을 나타내었다. 조직감 특성 중 경도검사결과 습식쌀가루로 제조한 증편의 경도가 4.1~5.2로 낮은 값을 나타내었고, 제분방법에 상관없이 입자크기가 작을수록 경도는 낮은 값을 나타내었다. 기호도 검사 측정결과 외관, 맛, 조직감에서 습식쌀가루로 제조한 증편이 높은 값을 나타내었고, 전반적인 기호도 측정결과 140W이 7.2로 가장 높은 값을 나타내었고, D80이 3.2로 가장 낮은 값을 나타내었다.

Table 2-86. 입자크기에 따른 시루떡의 관능검사

	W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200	
색	5.0±2.1	3.6±2.6	3.5±1.6	5.8±2.3	4.8±1.7	3.2±1.8	5.1±2.1	5.2±1.9	4.0±2.3	
표면 거칠	3.0±2.2	3.8±2.8	5.5±1.7	6.0±2.6	4.1±1.8	6.3±2.2	4.7±1.9	5.2±2.0	5.5±1.7	
맛**	6.8±1.7	6.2±1.9	6.6±1.8	3.8±1.7	4.3±2.2	3.7±2.0	5.3±1.5	6.2±1.2	4.8±2.3	
강 도 검 사	조밀성***	6.5±1.9	7.1±2.5	6.3±1.9	4.7±2.0	2.7±1.0	4.5±2.2	5.1±1.9	7.2±1.1	5±1.7
	경도***	5.3±2.3	6.2±1.3	7.2±1.4	3.8±1.8	2.8±1.7	6.2±2.2	4.1±1.1	5.0±1.7	5.2±1.9
	부착성***	6.3±1.6	7.0±1.5	6.3±1.9	3.0±1.5	2.7±1.6	5.0±2.7	5.1±1.7	6.1±1.7	4.7±1.9
	응집성***	6.7±1.6	7.1±1.4	6.6±1.6	3.3±1.6	2.8±1.3	4.8±2.9	5.5±1.4	6.6±1.4	4.3±2.2
탄력성***	7.0±1.7	6.7±1.2	7.1±1.4	3.8±1.9	2.5±1.4	5.2±3.1	5.2±1.6	6.0±0.9	5.2±2.1	
기 호 도	외관***	7.7±1.0	7.5±0.7	5.7±1.5	3.5±1.6	3.6±1.8	3.3±1.6	5.1±1.9	6.8±1.4	3.2±1.2
	맛***	7.6±0.7	6.6±2.0	6.1±2.7	3.5±1.6	3.7±2.1	2.6±1.4	5.3±1.3	5.5±1.6	5.1±1.9
전 반 적 검 사	조직감***	7.2±1.0	7.2±1.0	6.1±2.5	3.1±0.9	3.2±1.6	3.5±1.9	5.0±1.5	6.5±1.5	4.7±1.6
	기호도***	7.6±0.7	7.0±1.3	6.2±2.4	3.5±1.0	3.0±1.4	4.0±2.2	5.3±1.5	6.2±1.6	4.7±1.3

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

쌀가루 종류에 따른 시루떡에 강도 및 기호도 검사 측정결과는 Table 2-86과 같다. 떡의 내부의 노란정도를 나타내는 색의 강도검사 결과 제분방법에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않은 것은 쌀고물이 색도값에 영향을 미친 것으로 생각된다. 조직감 특성 중 조밀성 검사결과 습식쌀가루로 제조한 시루떡의 조밀성이 6.3~7.2로

높은 값을 나타내었고, 기호도 검사 측정결과 외관, 맛, 조직감에서 습식쌀가루로 제조한 시루떡이 높은 값을 나타내었고, 전반적인 기호도 측정결과 W80이 7.6으로 가장 높은 값을 나타내었고, D140이 3.0으로 가장 낮은 값을 나타내었다.

Table 2-87. 입자크기에 따른 백설기의 관능검사

		W80	W140	W200	D80	D140	D200	M80	M140	M200	
강 도 검 사	색	내부***	2.5±1.2	3.3±1.7	3.7±1.7	7.8±0.6	5.8±1.4	4.1±1.2	5.0±2.2	3.3±1.7	3.6±1.8
		외부***	2.5±1.2	3.5±1.6	3.8±1.6	7.1±2.1	5.2±1.4	4.1±1.9	5.0±2.2	3.8±1.9	3.2±2.1
	표 면	내부***	2.6±1.4	4.0±1.9	5.6±2.3	7.3±1.6	4.2±1.8	6.6±2.1	3.3±1.7	4.3±1.4	6.6±2.0
		외부***	3.3±1.6	4.6±2.2	5.7±2.1	8.0±1.6	5.0±2.3	6.2±2.6	3.8±2.0	4.0±1.5	7.1±1.2
	맛*	6.5±1.6	6.7±1.5	5.5±2.2	3.7±2.1	4.1±2.0	4.8±2.0	5.6±2.2	6.6±1.6	4.7±2.1	
	조밀성***	7.3±1.0	6.5±1.4	5.0±2.2	3.8±1.8	2.5±1.6	3.2±1.0	4.6±2.0	7.1±1.4	3.7±1.4	
	경도**	6.3±1.8	5.7±0.8	5.5±2.0	7.2±0.8	3.0±1.7	4.5±2.4	4.6±1.9	6.3±2.0	4.7±2.5	
	부착성***	7.1±1.2	5.6±2.3	5.7±2.1	3.8±2.0	2.1±1.2	4.0±2.2	4.5±1.9	6.8±1.2	3.8±2.4	
	응집성***	7.3±1.0	6.2±1.9	5.6±1.8	4.2±1.2	2.1±1.2	4.3±2.2	4.1±2.4	7.2±0.8	4.6±2.3	
	탄력성***	6.7±1.3	5.5±2.2	5.3±1.9	4.0±1.6	2.3±1.1	4.2±2.4	4.0±1.9	7.1±1.1	4.3±1.7	
기 호 도 검 사	외관***	6.3±2.2	6.1±1.7	4.0±1.6	4.1±2.8	4.7±2.2	3.1±1.2	6.2±1.4	6.1±1.8	3.3±1.0	
	맛***	6.3±1.7	7.0±1.0	5.2±2.3	3.3±2.0	4.0±2.0	3.3±1.6	6.2±1.9	6.5±1.8	4.0±2.0	
	조직감***	6.7±1.2	6.6±1.6	6.1±2.0	3.7±1.3	3.0±1.4	4.1±1.7	4.8±2.4	7.1±1.3	4.0±1.2	
	전반적 기호도***	7.0±0.9	6.8±1.8	5.5±2.2	4.3±1.9	2.8±1.7	3.6±1.8	5.1±1.7	6.6±1.5	3.7±1.2	

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

쌀가루 종류에 따른 백설기에 강도 및 기호도 검사 측정결과는 Table 2-87과 같다. 떡의 노란정도를 나타내는 색의 강도검사 결과 습식쌀가루로 제조한 백설기가 건식쌀가루에 비해 작은 값을 나타내었다. 조직감 특성 중 조밀성 검사결과 습식쌀가루로 제조한 백설기의 조밀성이 5.0~7.3로 높은 값을 나타내었고, 제분방법에 상관없이 입자크기가 작을수록 경도는 작은 값을 나타내었다. 기호도 검사 측정결과

외관, 맛, 조직감에서 습식쌀가루로 제조한 백설기가 높은 값을 나타내었고, 전반적인 기호도 측정결과 W80이 6.8로 가장 높은 값을 나타내었고, D140이 2.8로 가장 낮은 값을 나타내었다.

Table 2-88. 당 및 당알콜 종류 및 첨가량

	Control	Trehalose	Sucrose	Sorbitol	Sucrose+Sorbitol
약어	Co	Tre	Su	So	SuSo
첨가량	0%	8%	8%	3%	8%+3%

Table 2-89. 당 및 당알콜 첨가에 따른 떡의 수분함량 (unit:%)

떡종류	첨가당				
	co	tre	su	so	suso
백설기	35.1±1.09	34.6±0.28	34.8±0.14	36.2±0.32	32.7±0.37
시루떡	56.6±0.11	49.6±1.26	46.8±0.09	45.8±1.74	51.2±2.43
증편	54.1±0.54	52.5±0.72	52.6±0.45	52.6±0.56	52.8±0.58
인절미	47.1±0.04	46.5±4.22	46.1±3.92	46.8±0.04	45.7±0.30

Table 2-90. 당 및 당알콜 첨가에 따른 4주 후의 떡의 수분함량 (unit:%)

떡종류	첨가당				
	co	tre	su	so	suso
백설기	30.8±1.7	31.0±0.6	24.3±1.8	30.1±0.2	28.3±1.0
시루떡	49.9±4.2	50.8±1.7	50.2±1.3	52.9±2.3	49.1±1.7
증편	48.6±3.5	50.3±1.4	48.1±0.6	50.6±1.3	50.8±0.8
인절미	48.6±0.2	45.9±1.4	44.4±1.1	47.1±1.4	45.2±0.3

당 및 당알콜을 첨가한 떡의 저장기간에 따른 수분함량 측정결과는 Table 2-89, 90에 나타내었다. 저장 0일째 수분함량은 백설기가 32.7~36.2%로 나타나 대조구와 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 시루떡의 경우 대조구 및 처리구간에 수분함량의 차이를 나타내었는데 이는 팔고물의 영향인 것으로 생각된다. 증편, 인절미 수분함량은 당 및 당알콜을 첨가한 처리구가 작은 값을 나타내었다. 떡의 종류별 저장실험 결

과 4주 후 수분함량 측정결과는 저장기간에 따라 모든 종류의 떡의 수분함량이 감소하였고, 증편의 수분함량은 저장 전 후 가장 큰 차이를 나타내었다.

Table 2-91. 당 및 당알콜 첨가에 따른 떡의 색차값

		Co	Tre	Su	So	SuSo
백설기	L <sup>***</sup>	90.10±0.26	89.85±0.02	89.07±0.47	89.35±0.60	87.93±0.49
	a	-1.25±0.03	-1.25±0.03	-1.23±0.03	-1.25±0.07	-1.30±0.07
	b <sup>*</sup>	8.63±0.08	8.28±0.14	8.78±0.40	8.83±0.25	9.02±0.14
시루떡	L <sup>**</sup>	90.62±0.95	86.63±1.62	89.45±0.71	88.69±0.52	88.63±0.76
	a <sup>**</sup>	-1.31±0.03	-1.20±0.06	-1.36±0.12	-1.39±0.06	-1.50±0.07
	b <sup>**</sup>	7.58±0.54	5.84±0.20	7.45±0.15	7.39±0.49	7.30±0.83
증편	L	80.75±0.71	80.34±2.09	81.44±0.59	76.86±5.66	81.06±0.25
	a	-1.87±0.12	-1.79±0.03	-1.87±0.10	-1.93±0.06	-1.85±0.03
	b	6.82±0.99	5.49±0.16	6.84±0.62	5.72±0.30	6.06±0.06
인절미	L	72.30±1.70	71.51±1.10	69.38±0.55	71.51±0.00	67.82±0.20
	a	-2.54±0.16	-2.56±0.03	-2.51±0.06	-2.51±0.05	-2.61±0.03
	b	7.80±1.06	6.96±0.67	6.89±0.55	7.31±0.77	5.89±0.30

Table 2-92. 당 및 당알콜 첨가에 따른 4주 후의 떡의 색차값

		Co	Tre	Su	So	SuSo
백설기	L <sup>***</sup>	89.67±0.34	88.18±0.31	88.18±0.13	87.51±0.43	88.29±0.18
	a <sup>*</sup>	-1.18±0.03	-1.20±0.06	-1.25±0.01	-1.25±0.07	-1.32±0.01
	b <sup>***</sup>	7.54±0.10	7.88±0.06	8.36±0.09	8.38±0.20	8.10±0.10
시루떡	L <sup>***</sup>	79.81±0.32	79.94±1.59	85.30±0.88	86.20±0.99	83.51±1.05
	a <sup>**</sup>	0.52±0.11	0.73±0.21	-0.59±0.11	-0.77±0.45	-0.33±0.21
	b <sup>*</sup>	9.41±0.46	8.72±0.83	7.88±0.50	8.47±0.35	7.60±0.62
증편	L	79.99±1.01	79.68±0.98	79.84±1.76	80.48±1.75	79.09±1.21
	a	-1.75±0.49	-1.79±0.07	-1.89±0.11	-1.95±0.02	-1.79±0.10
	b	5.40±0.59	5.18±0.57	6.27±0.26	5.66±0.16	5.73±0.07
인절미	L	67.92±0.24	67.50±1.26	68.69±0.92	69.32±0.61	69.71±0.38
	a	-2.45±0.04	-2.30±0.10	-2.54±0.09	-2.45±0.19	-2.61±0.07
	b	6.87±0.75	5.67±0.42	6.56±0.25	6.49±1.05	6.53±0.31

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001, (L : lightness, a : redness, b : yellowness)

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

Table 2-93. 당 및 당알콜 첨가에 따른 떡의 조직감

		springiness	cohesiveness*	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
백 설 기	Co	0.53±0.04	0.29±0.01	240.6±26.70	451.0±27.0	-9.04±10.46	1575±145
	Tre	0.58±0.06	0.30±0.01	356.3±65.91	606.7±47.1	-17.82±4.52	1989±96
	Su	0.50±0.04	0.31±0.01	268.4±4.50	544.6±43.7	-21.42±10.9	1747±91
	So	0.52±0.02	0.34±0.03	278.8±68.46	531.1±114	-14.71±7.93	1563±211
	SuSo	0.45±0.04	0.34±0.01	227.1±78.34	533.5±111	-27.60±6.65	1542±274
		springiness	cohesiveness**	chewiness*	gumminess**	adhesiveness	hardness
시 루 떡	Co	0.25±0.05	0.09±0.01	12.7±3.39	49.6±4.44	0.00±0.00	543±22
	Tre	0.30±0.07	0.15±0.01	30.2±12.01	98.3±22.60	-7.20±8.04	646±107
	Su	0.27±0.07	0.12±0.01	17.8±5.06	65.2±4.46	-5.69±6.38	543±36
	So	0.30±0.07	0.11±0.01	17.6±3.90	59.1±3.93	-19.35±21.4	534±40
	SuSo	0.31±0.06	0.14±0.02	24.7±1.52	80.6±10.37	-14.47±13.9	583±52
		springiness	cohesiveness**	chewiness***	gumminess***	adhesiveness**	hardness***
중 편	Co	0.83±0.05	0.47±0.01	431.5±50.8	520.3±28.5	-121.2±35.3	1118±73
	Tre	0.86±0.01	0.52±0.02	376.1±50.8	438.4±56	-190.82±7	841±122
	Su	0.81±0.02	0.51±0.01	168.1±12.9	207.4±13.1	-196.67±2	807±19
	So	0.84±0.01	0.50±0.01	388.6±43.3	460.0±46.0	-247.9±17.6	929±87
	SuSo	0.87±0.02	0.50±0.02	425.3±26.9	490.8±23	-161.4±24	987±19
		springiness	cohesiveness**	chewiness*	gumminess*	adhesiveness	hardness*
인 절 미	Co	0.90±0.03	0.55±0.05	406.5±156	450.4±173	-186.4±29.7	612±282
	Tre	0.93±0.01	0.65±0.01	482.4±24	521.0±31	-155.6±13.8	799±55
	Su	0.92±0.01	0.64±0.02	707.3±113	768.3±111	-225.6±19.6	1203±143
	So	0.93±0.01	0.58±0.00	659.5±65	710.1±74	-187.8±34.5	1221±138
	SuSo	0.89±0.03	0.63±0.02	591.4±83	663.0±88	-223.8±42.7	1054±170

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly

Table 2-94. 당 및 당알콜 첨가에 따른 4주 후의 떡의 조직감

		springiness	cohesiveness**	chewiness***	gumminess***	adhesiveness	hardness
백설기	Co	0.60±0.03	0.48±0.00	1423±233	2368±290	0.0±0.0	5863±1065
	Tre	0.62±0.1	0.44±0.02	1378±196	2203±229	0.0±0.0	4977±339
	Su	0.71±0.08	0.53±0.01	2574±165	3648±188	0.0±0.0	6621±28
	So	0.72±0.06	0.50±0.03	2048±149	2849±43	0.0±0.0	5687±281
	SuSo	0.72±0.05	0.49±0.01	1988±93	2759±96	0.0±0.0	5598±200
시루떡	Co	0.30±0.04	0.16±0.02	32.9±11.8	108.2±27.0	0.0±0.0	683±70
	Tre	0.34±0.09	0.12±0.01	25.0±6.0	73.7±7.5	0.0±0.0	620±48
	Su	0.27±0.06	0.13±0.01	20.7±3.7	78.6±15.2	0.0±0.0	594±75
	So	0.30±0.10	0.13±0.02	20.7±10.3	68.0±11.5	0.0±0.0	530±8
	SuSo	0.29±0.09	0.13±0.01	23.8±7.4	82.4±15.4	0.0±0.0	627±95
중편	Co	0.69±0.09	0.46±0.01	357±65	515.0±41.9	-86.9±34.3	1113±79
	Tre	0.73±0.04	0.47±0.01	235.1±0.0	797.4±87.8	-212.2±39.1	1682±158
	Su	0.80±0.05	0.48±0.04	555±143	692.7±135	-118.8±58	1453±377
	So	0.77±0.04	0.47±0.02	504.3±98.4	655.7±112	-115.1±4.1	1419±310
	SuSo	0.87±0.00	0.48±0.01	465.5±60.4	634.9±92.0	-201±17	1330±169
인절미	Co	0.89±0.04	0.72±0.06	493.0±18.2	552.0±19	-221.8±45	776±88
	Tre	0.90±0.02	0.66±0.01	568±118	631±139	-223±53	954±228
	Su	0.90±0.06	0.62±0.03	1054±210	1166±200	-293.7±8	1658±135
	So	0.77±0.16	0.55±0.05	702±151	914.5±12	-286.7±88	1564±32
	SuSo	0.87±0.03	0.51±0.06	574.2±37	660.9±24	-170.4±52	1363±11

\*P < 0.05; \*\* P< 0.01; \*\*\* P< 0.001

Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly

Table 2-95. 첨가재에 따른 떡의 DSC 측정값

		co	tre	su	so	suso
백설기	Oneset(°C)	49.33	49.68	46.77	57.52	52.62
	Peak(°C)	56.6	58.54	55.68	60.41	58.57
	$\Delta H(J/g)$	0.531	0.454	1.729	0.202	0.854
시루떡	Oneset(°C)	55.05	51.19	46.72	59.2	49.96
	Peak(°C)	58.59	60.62	52.12	59.71	54.44
	$\Delta H(J/g)$	0.021	0.026	0.669	0.062	0.175
증편	Oneset(°C)	50.29	49.16	50.08	49.98	50.05
	Peak(°C)	50.67	50.38	52.09	52.1	52.06
	$\Delta H(J/g)$	0.012	0.042	0.033	0.024	0.063
인절미	Oneset(°C)	51.47	50.44	55.36	51.21	55.34
	Peak(°C)	60.09	52.22	58.63	58.55	58.63
	$\Delta H(J/g)$	0.019	0.035	0.091	0.042	0.093

Table 2-96. 첨가재에 따른 4주 후의 떡의 DSC 측정값

		co	tre	su	so	suso
백설기	Oneset(°C)	57.61	56.63	55.41	58.48	57.35
	Peak(°C)	60.51	60.58	60.45	60.52	60.4
	$\Delta H(J/g)$	0.112	0.117	0.201	0.163	0.239
시루떡	Oneset(°C)	47.17	55.25	53.15	51.51	54.2
	Peak(°C)	52.11	60.56	60.66	53.53	58.67
	$\Delta H(J/g)$	0.015	0.179	0.135	0.146	0.024
증편	Oneset(°C)	49.15	57.37	52.92	56.91	54.05
	Peak(°C)	54.71	58.55	54.12	57.77	58.69
	$\Delta H(J/g)$	0.25	0.063	0.184	0.139	0.135
인절미	Oneset(°C)	57.42	60.07	52.36	50.77	52.85
	Peak(°C)	60.59	66.01	55.76	60.55	59.77
	$\Delta H(J/g)$	0.355	0.264	0.298	0.16	0.662

Table 2-97. 당 및 당알콜 첨가에 따른 백설기의 관능검사

			co	tre	su	so	suso
강 도 검 사	색	내부	2.63±1.30	3.25±1.83	4.00±1.07	4.38±1.51	4.63±2.13
		외부*	3.00±1.51	3.38±1.51	3.75±1.04	4.50±1.41	5.25±1.91
	표면	내부	3.38±2.20	4.25±2.05	4.00±1.07	4.00±2.14	4.75±2.25
		외부	4.00±2.00	4.75±2.71	4.50±1.85	4.25±1.67	4.38±1.30
	맛**		3.00±0.76	4.25±1.04	6.00±1.51	5.38±1.30	5.63±1.77
	조밀성**		4.00±1.51	5.75±1.75	5.88±1.36	6.63±1.30	7.00±1.60
	경도*		3.25±1.39	4.75±1.49	4.63±1.69	5.63±1.30	5.38±1.69
	부착성**		4.00±1.07	5.25±1.04	5.25±1.75	6.38±1.19	6.63±1.30
	응집성***		3.63±1.30	5.25±1.58	5.88±0.99	6.63±1.19	6.88±1.25
	탄력성**		4.13±1.46	5.25±1.49	6.00±1.51	6.38±1.41	6.88±1.13
기 호 도 검 사	외관		5.75±1.67	5.88±1.36	5.88±1.81	6.25±1.67	5.63±1.60
	맛		4.63±1.92	5.50±1.20	6.63±1.06	5.75±1.67	4.88±0.99
	조직감***		3.50±1.41	4.88±0.99	6.00±1.07	6.50±1.20	7.13±1.36
	전반적 기호도***		3.88±1.25	5.50±1.60	6.75±1.04	6.38±1.51	6.63±1.06

Table 2-98. 당 및 당알콜 첨가에 따른 시루떡의 관능검사

			co	tre	su	so	suso
강 도 검 사	색		3.88±1.81	2.63±0.92	3.50±1.41	3.63±1.19	3.88±2.53
	표면거침		4.50±1.69	4.88±2.03	5.13±2.17	4.50±1.51	4.38±2.07
	맛*		5.13±1.64	4.38±1.69	6.63±1.41	5.25±1.28	6.50±1.77
	조밀성		6.13±1.64	7.00±1.07	5.50±1.60	5.63±1.41	5.38±1.85
	경도		5.63±2.07	6.13±2.03	5.25±1.67	4.88±1.89	4.75±1.58
	부착성		5.75±1.39	5.50±1.77	5.13±1.46	5.25±1.75	5.25±1.39
	응집성		6.13±1.55	5.50±1.77	5.25±1.75	4.50±2.07	5.25±1.83
	탄력성		5.50±1.41	5.88±1.13	5.13±1.64	5.38±1.92	5.63±1.69
기 호 도 검 사	외관		5.88±2.23	6.13±1.81	6.13±1.55	6.38±1.30	5.88±1.96
	맛		5.75±1.83	5.75±1.83	6.50±1.31	6.88±1.13	5.00±2.27
	조직감		5.38±1.30	6.75±1.28	6.25±1.67	5.38±1.92	6.88±1.13
	전반적기호도		5.88±1.64	6.88±1.36	6.50±2.14	5.50±2.20	6.38±1.41

\*P &lt; 0.05; \*\* P&lt; 0.01; \*\*\* P&lt; 0.001

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly



Table. 2-99. 당 및 당알콜 첨가에 따른 증편의 관능검사

		co	tre	su	so	suso
색	내부	3.25±2.12	4.25±2.05	4.63±1.92	4.00±1.41	4.88±1.73
	외부	3.38±2.00	4.13±1.55	4.50±2.07	4.38±1.92	4.13±1.73
강도 검사	air cell	4.88±1.36	4.25±2.12	4.38±1.06	4.38±2.07	5.50±2.20
	균일성	5.00±1.93	5.50±2.00	5.00±1.69	4.75±1.75	4.63±1.77
	맛	4.00±1.60	3.88±1.46	5.13±2.47	4.63±2.07	4.88±1.81
	경도	3.38±1.30	4.25±1.49	3.50±0.93	4.38±1.69	4.63±1.51
	부착성	5.50±2.67	5.00±1.93	5.13±2.42	6.00±2.20	5.88±1.36
	응집성	6.75±1.04	6.25±1.75	6.88±1.36	6.50±2.20	5.38±1.60
	탄력성	6.13±1.25	5.75±1.91	5.75±1.83	5.63±2.20	5.25±1.58
기호 도 검사	외관	6.38±1.19	4.75±1.83	5.63±1.30	5.88±1.25	5.50±1.69
	맛	5.25±2.19	5.38±1.69	6.00±1.51	5.38±1.51	6.00±1.07
	조식감	6.25±1.98	6.25±1.28	6.63±2.00	6.38±1.30	5.88±0.99
	전반적기호도	5.88±1.73	6.00±1.31	6.75±1.04	6.13±1.25	6.25±1.16

Table 2-100. 당 및 당알콜 첨가에 따른 인절미의 관능검사

		co	tre	su	so	suso	
강도 검사	색	외부	4.1±1.5	4.9±1.2	5.5±1.7	5.8±1.7	5.1±1.7
	표면	외부	2.1±0.8	2.3±0.9	2.4±0.9	2.6±1.4	2.1±0.8
	맛**		3.8±1.5	4.5±1.9	6.1±1.6	4.5±1.1	6.8±1.6
	씹힘성		6.4±0.9	5.9±1.6	7.4±1.1	7.3±1.4	7.0±1.5
	경도		4.5±1.6	4.5±1.2	4.9±1.1	5.3±2.0	5.3±1.0
	부착성		5.5±2.2	5.6±1.9	5.9±2.2	5.3±2.4	5.5±1.1
	칠음성		2.8±1.9	3.8±1.6	3.1±1.2	3.0±1.8	2.8±1.2
	탄력성		5.8±1.7	5.4±2.1	6.9±1.4	6.8±1.8	6.6±1.8
기호 도 검사	외관		6.5±1.2	6.1±1.1	5.9±1.0	5.8±1.2	5.9±1.6
	맛		5.6±1.5	5.4±1.7	5.3±1.7	6.5±1.1	4.9±2.0
	조식감		5.5±1.8	6.3±1.6	6.9±1.4	6.5±1.1	6.5±1.7
	전반적기호도		5.8±1.8	6.1±1.6	6.4±1.3	7.3±1.0	5.8±1.7

\*\* P< 0.01;

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

Table 2-101. 당 및 당알콜 첨가에 따른 3주 후의 백설기 관능검사 (4℃)

			co	tre	su	so	suso
강 도 검 사	색	내부	4.8±1.9	3.7±1.4	3.6±0.9	4.2±1.5	5.0±1.7
		외부	4.6±2.1	3.2±1.3	3.8±1.8	4.2±1.5	4.4±1.8
	표면	내부	5.2±2	4.8±1.5	5.3±1.8	4.9±2.0	4.4±1.8
		외부	5.3±1.7	5.1±1.4	5.4±1.5	4.4±1.9	3.8±1.5
	맛**		4.2±1.1	5.0±1.5	6.3±1.6	5.0±1.7	6.5±1.4
	조밀성		6.4±1.1	5.1±1.9	5.5±1.8	5.1±1.7	5.3±1.2
	경도		6.7±1.4	5.4±1.5	6.1±1.9	5.7±1.5	6.0±1.4
	부착성		4.9±1.6	4.5±1.2	4.9±1.8	5.1±2.3	5.3±1.8
	응집성		5.3±1.8	5.1±1.7	5.8±2.0	5.6±2.2	5.3±1.8
	탄력성		4.7±1.7	4.8±1.9	5.6±1.8	4.7±2.0	5.3±1.8
기 호 도 검 사	외관		4.7±1.9	5.5±1.5	4.9±2.0	5.2±2.0	5.2±1.8
	맛		4.9±1.4	5.9±1.6	5.3±1.1	5.7±1.6	5.2±1.1
	조직감		4.3±1.7	5.4±1.5	5.2±1.2	5.4±1.8	5.2±1.7
	전반적기호도		4.1±1.7	5.6±1.6	5.2±1.5	5.6±1.7	5.3±1.7

Table 2-102. 당 및 당알콜 첨가에 따른 3주 후의 시루떡 관능검사 (4℃)

			co	tre	su	so	suso
강 도 검 사	색		3.2±1.2	4.0±1.6	4.1±1.8	3±1.5	3.6±1.6
	표면거침		4.1±1.9	3.1±1.1	4.2±1.1	4.3±1.6	3.8±2.3
	맛		4.3±1.6	5.4±1.6	5.8±1.4	4.8±1.4	6±1.9
	조밀성		4.6±1.4	5.6±1.3	5.4±1.3	4.7±1.8	5.3±2.4
	경도*		3.9±1.2	4.7±1.6	4.8±1.5	4.5±1.5	3±1.5
	부착성		4.7±1.4	5.8±1.2	5.6±1.1	5.5±1.2	6.4±1.7
	응집성		4.8±1.4	5.9±1.2	5.7±1.3	5.7±1.7	5.4±1.8
기 호 도 검 사	탄력성		4.2±1.2	5.8±1.3	5.4±1.2	5.4±1.1	4.7±1.8
	외관		5.5±1.1	5.9±1.7	5.6±1.3	6.5±1.2	5.8±1.7
	맛		5.6±1.6	6.1±1.4	6.1±1.8	6.0±1.1	5.3±2.3
	조직감**		5.0±1.6	6.4±1.5	6.2±1.4	6.3±1.1	4.2±1.9
전반적기호도*		5.0±1.6	6.1±1.5	5.6±1.5	6.4±1.0	4.5±1.8	

\*P < 0.05,\*\* P < 0.01;

Means±SD with different superscripts in the same row differ significantly

Table 2-103. 당 및 당알콜 첨가에 따른 3주 후의 증편 관능검사 (4℃)

			co	tre	su	so	suso
	색	내부*	3.2±0.8	2.6±0.9	4.0±1.1	3.7±0.8	4.5±1.0
		외부*	3.0±0.6	2.8±1.2	3.7±1.4	4.8±1.2	4.2±1.0
강도	air cell*		5.7±1.4	3.5±1.5	5.5±1.5	4.0±1.7	3.8±1.2
	균일성**		3.0±0.7	6.5±1.4	4.5±1.6	5.7±1.5	5.7±1.0
검사	맛		3.0±1.1	4.2±1.2	5.4±1.9	3.7±1.8	5.2±1.9
	경도		4.5±1.0	5.3±1.2	4.5±1.4	5.3±1.0	5.7±0.8
	부착성		5.8±1.2	5.2±1.5	5.2±1.7	4.7±1.9	5.0±1.7
	응집성		6.7±1.0	6.0±2.1	5.7±1.2	5.3±1.5	5.5±1.6
	탄력성		5.7±1.5	6.7±1.4	5.0±1.4	5.3±1.9	5.0±1.4
기호도검사	외관		5.2±1.9	6.7±1.5	6.0±1.4	4.7±1.0	5.2±1.5
	맛		5.0±2.0	5.7±1.6	4.0±2.0	5.5±2.3	5.5±2.2
	조직감		6.8±0.8	6.3±1.9	6.2±1.7	6.0±1.3	6.0±1.3
	전반적기호도		5.8±1.2	6.8±1.2	5.8±2.1	6.0±1.5	5.7±1.9

Table 2-104. 당 및 당알콜 첨가에 따른 3주 후의 인질미 관능검사 (4℃)

			co	tre	su	so	suso
	색	외부	3.5±0.5	3.5±1.5	4.3±1.4	4.3±1.6	4.7±2.0
		표면	3.3±0.5	3.8±1.8	4.2±1.2	3.5±1.4	5.2±2.0
강도	맛**		3.7±1.6	4.2±1.2	6.8±1.5	4.2±1.7	6.3±2.3
	씹힘성		6.3±1.2	6.3±1.4	6.2±1.9	6.3±1.6	6.3±1.9
검사	경도		5.0±1.1	5.3±1.2	4.3±0.8	5.3±1.0	5.2±2.2
	부착성		6.0±1.3	5.7±1.0	6.8±1.2	5.7±1.4	5.7±2.3
	거칠음성		3.7±1.2	4.0±1.3	3.7±0.8	4.0±1.7	4.0±2.3
	탄력성*		6.7±1.0	5.8±1.5	7.2±1.0	6.8±1.2	4.8±1.6
	외관		6.5±0.5	6.8±1.0	5.3±1.8	5.5±2.0	5.2±1.6
기호도검사	맛		5.2±1.9	6.8±0.8	6.0±1.4	5.7±1.5	5.7±1.9
	조직감		6.3±1.0	6.2±1.7	5.8±2.3	5.8±1.7	5.0±0.9
	전반적기호도		6.3±1.2	6.3±1.9	5.2±2.1	6.0±1.8	5.2±1.7

당 및 당알콜 첨가에 따른 떡 종류별 색차값 측정 결과를 Table 2-91, 92에 나타내었다. 백설기는 대조구에 비해 처리구의 L 값과 a 값은 유의적으로 낮은 값을 나타내었고, b 값은 처리구가 유의적으로 높은 값을 나타내어 당 및 당알콜을 첨가가 백설기 색의 품질특성을 저하 시키는 것으로 나타났다. 증편, 인질미 색차값 측정결과 당 및 당알콜을 첨가한 처리구와 대조구의 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 시루

떡의 경우 대조구와 처리구 사이에 색차값의 유의적인 차이를 보였으나 고물의 영향인 것으로 판단된다. 저장 4주 후 떡의 색차값 측정결과 저장 0일째와 같은 경향의 L 값과 b 값을 나타내었으나 전반적으로 L 값은 감소하였고, b 값은 증가하여 저장기간이 증가 할수록 색의 품질특성은 저하되는 것으로 나타났다.

종류별 떡의 조직감 측정결과는 Table 2-93, 94과 같다. 떡의 조직감 측정결과 대조구에 비해 당 및 당알콜을 첨가한 처리구의 cohesiveness가 유의적으로 높은 값을 나타내었고, chewiness 역시 대조구에 비해 높은 값을 나타내었다. 백설기, 시루떡의 hardness 측정결과 대조구와 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 인절미의 hardness 측정결과 대조구에 높은 값을 나타내었다. 증편은 당 및 당알콜 첨가한 처리구의 hardness가 대조구에 비해 유의적으로 작은 값을 나타내었는데 이는 당 및 당알콜이 증편 발효시 air cell을 증가시켜 경도가 감소한 것으로 판단된다. 저장 4주 후 당 및 당알콜 첨가에 따른 떡의 조직감 측정결과 백설기의 경우 hardness 값이 큰 폭으로 증가하였고, 시루떡, 증편, 인절미 역시 hardness 값이 증가하였다.

종류별 떡의 DSC 측정결과는 Table 2-95, 96에 나타내었다. 떡의 종류별  $\Delta H$ (호화 엔탈피)값은 저장 0주, 4주차에서 대조구가 처리구에 비해 호화 시 필요한 열량 값인  $\Delta H$ 값이 작은 값을 나타내었다. 또한 Sucrose와 Sorbitol을 첨가한 떡의  $\Delta H$ 값이 높게 나타난 것으로 보아 당 및 당알콜 첨가가 떡의 저장성을 향상시키지는 못하는 것으로 나타났다.

종류별 떡 관능검사 결과 실온 보관한 떡은 1주일 전에 곰팡이 발생으로 4℃ 저온 저장한 시료만 관능검사를 실시하였다. 백설기 관능검사 결과 떡의 노란정도를 나타내는 색의 강도검사 결과 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 높은 값을 나타내었으나 조밀성, 경도, 부착성, 탄력성 등은 대조구에 비해 처리구가 높은 값을 나타내었다. 전반적인 기호도 측정결과 대조구는 3.88로 낮은 값을 나타내었고, Sucrose를 첨가한 백설기가 6.75로 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다. 그러나 시루떡, 증편, 인절미의 경우 대조구와 당 및 당알콜을 첨가한 처리구 관능평가 각 항목 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장 기간에 따른 관능검사 결과 저장 3주 후 강도 검사는 전반적으로 증가하였고, 기호도 검사는 전반적으로 낮은 값을 나타내었다. 그러나 백설기만 대조구와 처리구에 관능측정 항목간에 유의적인 차이를 나타내었다.

Table 2-105. 저장기간 동안 곰팡이 발생 정도

	실온보관	포장 실온보관	포장 냉장보관
백설기	4일 후 곰팡이 발생	5일 후 곰팡이 발생	4주차에 곰팡이 발생
시루떡	4일 후 곰팡이 발생	5일 후 곰팡이 발생	4주차에 곰팡이 발생
증편	4일 후 곰팡이 발생	5일 후 곰팡이 발생	4주차에 곰팡이 발생
인절미	4일 후 곰팡이 발생	5일 후 곰팡이 발생	4주차에 곰팡이 발생

Table 2-106. 유화제 및 효소 첨가량

	$\alpha$ -Amylase(From <i>Aspergillus oryzae</i> ):Asp	$\alpha$ -Amylase(From <i>Bacillus licheniformis</i> ):Bac	Glycerol Monostearate :Gly	Sodium Phosphate:Sod
백설기	0.0019g	0.0056ml	0.2g	0.2g
시루떡	0.0019g	0.0056ml	0.2g	0.2g
증편	0.0028g	0.0084ml	0.3g	0.3g
인절미	0.0019g	0.0056ml	0.2g	0.2g

※*Bacillus licheniformis*를 첨가한 인절미는 제조가 되지 않음.

Table 2-107. 유화제 및 효소를 첨가한 떡의 수분함량 (unit:%)

	co	asp	bac	gly	sod
백설기	36.0±0.6	35.9±0.2	36.3±0.7	36.3±0.9	37.0±0.8
시루떡	42.6±1.5	41.8±0.1	40.2±1.3	43.3±0.2	42.2±0.1
증편	53.0±0.5	53.2±0.4	53.4±0.1	53.8±0.1	53.4±0.2
인절미	47.7±0.4	48.2±1.0	측정 불가	47.9±0.2	47.8±0.6

co : Control

Table 2-108. 유화제 및 효소를 첨가한 떡의 색차값

		co	asp	bac	gly	sod
백설기	L <sup>***</sup>	86.53±0.5	86.37±0.41	83.40±1	85.11±0.14	85.33±0.1
	a <sup>***</sup>	-1.33±0.02	-1.37±0.02	-1.5±0.1	-1.30±0.04	-1.3±0.02
	b <sup>*</sup>	7.14±0.12	7.41±0.33	7.99±0.3	7.56±0.19	7.39±0.13
시루떡	L <sup>**</sup>	86.60±1.02	85.45±0.27	83.32±0.9	86.38±0.45	85.22±0.2
	a <sup>*</sup>	-1.32±0.2	-1.12±0.9	-1.12±0.3	-1.36±0.9	-1.1±0.1
	b	7.07±0.36	7.01±0.52	7.06±0.10	7.31±0.65	6.45±0.23
증편	L <sup>***</sup>	78.90±0.14	72.92±0.51	72.5±0.36	78.00±1.00	75.72±0.5
	a <sup>***</sup>	-1.67±0.08	-2.23±0.12	-2.0±0.1	-1.91±0.07	-1.97±0.1
	b <sup>*</sup>	6.25±0.37	4.70±0.71	6.02±0.1	5.62±0.4	5.30±0.4
인절미	L	72.33±0.26	71.38±0.75	측정불가	71.86±0.59	72.88±0.66
	a	-2.35±0.04	-2.32±0.01	측정불가	-2.27±0.04	-2.33±0.04
	b	5.43±0.15	5.18±0.19	측정불가	5.34±0.28	5.48±0.44

Table 2-109. 유화제 및 효소를 첨가한 떡의 조직감

		springiness	cohesiveness**	chewiness**	gumminess**	adhesiveness	hardness
백 설 기	Co	0.49±0.03	0.28±0.01	231.3±71.0	468±125	0.0±0.0	1668±399
	Asp	0.51±0.05	0.29±0.01	287.2±36.1	566.1±66.3	0.0±0.0	1955±278
	Bac	0.42±0.02	0.21±0.00	134.7±6.6	317.2±8.1	0.0±0.0	1526±34
	Gly	0.46±0.05	0.21±0.02	136.3±12.5	298.6±46.0	0.0±0.0	1471±48
	Sod	0.49±0.04	0.22±0.04	172.3±30.7	348.7±41.6	0.0±0.0	1575±98
		springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
시 루 떡	Co	0.34±0.04	0.14±0.03	27.3±9.9	80.2±22.7	0.0±0.0	587±38
	Asp	0.28±0.03	0.15±0.01	26.5±4.8	94.7±7.4	0.0±0.0	649±66
	Bac	0.33±0.01	0.15±0.03	31.0±9.9	95.5±32.0	0.0±0.0	630±74
	Gly	0.29±0.06	0.15±0.03	31.4±17.8	103.0±38.3	0.0±0.0	689±108
	Sod	0.31±0.05	0.14±0.02	23.1±2.1	77.3±17.5	0.0±0.0	563±44
		springiness*	cohesiveness**	chewiness***	gumminess***	adhesiveness***	hardness***
중 편	Co	0.74±0.02	0.44±0.02	705±123	946±144	-181.9±45.3	2137±352
	Asp	0.79±0.02	0.44±0.02	489.1±64.1	616.3±63.8	-97.9±8.8	1393±133
	Bac	0.75±0.01	0.37±0.01	162.4±7.8	216.8±8.7	-401.7±48.9	582±31
	Gly	0.78±0.08	0.43±0.01	541.4±88.7	690.8±44.8	-146.1±30.2	1606±84
	Sod	0.86±0.02	0.43±0.02	748.1±81.6	868.6±96.0	-287.8±55.9	2033±132
		springiness*	cohesiveness***	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness*
인 절 미	Co	0.92±0.01	0.64±0.02	805.2±96.6	872.2±114.7	-244.1±31.8	1361±169
	Asp	0.94±0.01	0.58±0.00	859.8±75.5	919.1±89.3	-221.7±27.4	1588±162
	Bac	측정 불가	측정 불가	측정 불가	측정 불가	측정 불가	측정 불가
	Gly	0.90±0.02	0.65±0.01	707.8±19.9	789.7±14.6	-246.7±26.3	1208±31
	Sod	0.91±0.01	0.63±0.01	771.7±48.9	850.5±58.0	-240.8±33.3	1409±82

\*P &lt; 0.05; \*\* P&lt; 0.01; \*\*\* P&lt; 0.001;

Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly

Table 2-110. 유화제 및 효소를 첨가한 백설기의 관능검사

		co	asp	bac	gly	sod	
강 도 검 사	색	내부**	3.7±0.9	3.8±1.5	5.9±1.5	4.1±1.9	3.2±1.2
		외부**	3.2±1.0	3.7±1.6	5.1±1.9	3.6±1.4	2.7±1.1
	표면	내부	4.0±0.9	4.3±1.2	4.5±2.0	4.2±2.0	3.7±2.0
		외부	3.9±1.1	4.2±0.9	4.9±2.4	4.7±2.1	4.2±2.0
	맛	5.6±1.4	5.5±1.6	4.1±1.3	5.4±1.7	5.7±1.6	
	조밀성	5.3±1.7	5.0±1.4	6.7±1.8	4.4±1.6	4.8±1.7	
	경도	4.6±1.5	5.2±1.5	4.1±2.1	4.4±1.6	4.4±1.2	
	부착성***	5.3±1.2	5.1±1.0	7.7±1.3	3.9±1.9	4.9±1.2	
	응집성**	4.9±1.2	5.8±1.0	7.3±1.9	4.7±2.0	5.0±1.6	
	탄력성*	5.5±1.3	6.1±1.3	3.4±2.0	5.0±2.2	5.6±1.9	
기 호 도 검 사	외관	5.4±1.3	6.0±1.4	4.5±2.2	5.3±1.9	5.2±2.1	
	맛***	5.8±1.1	6.1±1.0	3.3±1.2	5.4±1.6	5.5±1.6	
	조직감***	6.0±0.9	6.0±0.0	2.9±1.2	5.0±2.1	5.6±1.6	
	전반적기호도***	5.7±1.1	6.0±1.5	2.8±1.2	4.9±1.7	5.9±1.9	

Table 2-111. 유화제 및 효소를 첨가한 시루떡의 관능검사

		co	asp	bac	gly	sod
강 도 검 사	색	4.2±1.4	4±1.6	5.8±1.9	5±2.1	4.5±2.1
	표면거침	4.9±1.4	5.1±1.8	4.5±2.6	4.7±1.3	4.6±1.7
	맛	5.8±1.2	5.1±1.4	5.8±2.1	5.3±1.4	5.7±1.3
	조밀성	5.6±1.6	4.6±1.4	6.1±2.2	5.8±1.2	5.0±0.8
	경도*	5.1±1.2	4.7±1.9	3.5±1.4	5.5±1.3	4.0±0.9
	부착성***	5.1±1.0	4.6±1.8	7.9±1.0	5.5±1.6	5.2±1.3
	응집성***	5.2±1.2	4.8±1.8	7.6±1.6	5.8±1	5.5±1.2
	탄력성	5.5±1.3	4.3±1.7	6.4±2.4	5.7±1.1	5.3±0.8
기 호 도 검 사	외관	5.4±1.0	5.4±1.4	4.4±2.3	5.6±1.5	6.2±1.1
	맛	5.7±1.6	5.2±1.3	5.6±2.2	5.3±1.3	6.0±1.4
	조직감	5.8±1.3	5.1±1.9	3.9±2.1	5.7±1.3	5.5±1.9
	전반적기호도	5.9±1.4	5.2±1.8	4.9±2.1	5.6±0.7	5.9±1.8



Table 2-112. 유화제 및 효소를 첨가한 증편의 관능검사

			co	asp	bac	gly	sod
강 도 검 사	색	내부	4.9±1.73	3.1±1.91	5.1±1.66	4.7±1.49	4.7±1.64
		외부	5.0±1.49	3.8±1.62	5.1±1.91	4.9±1.20	5.1±1.52
	air cell	4.6±1.87	6.0±1.94	5.9±1.97	5.1±2.47	5.1±2.08	
	균일성	5.6±1.66	4.9±2.08	5.1±2.13	5.1±1.52	4.3±1.25	
	맛***	5.7±1.25	6.2±1.75	3.0±1.63	5.4±1.78	5.5±1.43	
	경도***	5.4±1.58	4.6±1.58	2.1±0.74	5.4±0.97	5.6±1.43	
	부착성	6.0±1.75	5.5±1.78	6.8±2.15	5.7±1.42	5.4±1.65	
	응집성	5.9±1.52	6.2±2.12	3.9±2.69	5.4±1.58	5.5±1.72	
	탄력성***	5.9±1.25	6.0±1.89	2.3±0.67	5.5±1.18	5.9±1.29	
기 호 도 검 사	외관	5.6±0.84	5.4±2.22	4.4±1.26	5.5±1.43	5.1±1.29	
	맛***	5.7±0.95	6.4±1.51	2.9±1.52	5.9±1.66	5.3±1.06	
	조직감***	6.1±1.22	6.3±1.95	2.1±0.99	5.8±1.62	5.3±1.34	
	전반적기호도***	6.2±1.14	6.5±1.90	2.8±0.92	6.2±1.32	5.4±0.97	

Table 2-113. 유화제 및 효소를 첨가한 인절미의 관능검사

			co	tre	so	suso
강 도 검 사	색	외부	3.8±1.55	4.4±1.43	4.7±1.77	4.1±1.37
		표면	2.9±1.2	2.8±1.14	3.3±2.41	3.5±1.65
	맛	6±0.94	5.7±1.25	5.8±1.23	5.3±1.34	
	씹힘성	6.6±1.17	6.3±1.49	7.1±1.1	6.2±1.87	
	경도	5.2±0.92	4.8±1.55	6.2±1.81	5.1±1.66	
	부착성	5.1±1.1	6±1.63	5.2±1.62	6.1±1.6	
	거칠음성	3.7±1.83	3.6±1.9	4.8±2.66	3.9±1.97	
	탄력성	6.2±1.32	6.5±1.78	6.7±2	6.4±1.96	
	기 호 도 검 사	외관	6.8±0.92	6.4±1.17	6.8±0.92	6.1±1.6
맛		5.8±0.79	5.3±1.42	5.8±1.4	5.1±1.37	
조직감		6.4±1.07	6.4±1.35	6.4±0.84	5.9±1.6	
전반적기호도		6.5±1.35	6±1.33	6.4±1.58	5.6±1.58	

품질향상을 위한 유화제 및 효소를 첨가한 떡의 저장기간에 따른 수분함량 측정 결과는 Table 2-107에 나타내었다. 수분함량은 백설기 36.0~37.0%, 시루떡 40.2~43.3%, 증편 53.0~53.8%, 인절미 47.7~48.2%로 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

떡 종류별 색차값 측정 결과를 Table 2-108에 나타내었다. 백설기, 시루떡, 증편의 L, a, b 값 측정결과 Bac를 첨가한 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었고, 다른 처리구는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 인절미 경우 Bac를 첨가한 처리구 색차값 측정이 불가능하였다.

종류별 떡의 조직감 측정 결과는 Table 2-109와 같다. 떡의 조직감 측정결과 대조구에 비해 Bac를 첨가한 떡의 전반적인 조직감이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 그러나 다른 유화제 및 효소를 첨가한 처리구는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

종류별 떡 관능검사 결과 백설기 관능검사 결과 떡의 노란정도를 나타내는 색의 강도검사 결과 대조구에 비해 처리구가 유의적으로 높은 값을 나타내었으나 Asp를 첨가한 백설기의 색의 강도는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 기호도 검사 시 Asp를 첨가한 처리구가 대조구에 비해 6.0으로 높은 값을 나타내었다. 증편 역시 Asp를 첨가한 처리구가 대조구에 비해 6.5로 전반적인 기호도에서 높은 값을 나타내었다. 그러나 시루떡, 인절미의 경우는 대조구와 유화제 및 효소를 첨가한 처리구에 관능측정 항목간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

(㉔) 쌀고추장 및 된장 품질특성

Table 2-114. 쌀고추장 및 된장 제조를 위한 배합비율

	고추장			된장		
	찹쌀가루	멥쌀가루	호화쌀가루	찹쌀가루	멥쌀가루	호화쌀가루
코지		665g(19%)			525g(15%)	
찹쌀가루	280g(8%)	840g(24%)	140g(4%)	245g(7%)	630g(18%)	122.5g(3.5%)
멥쌀가루	840g(24%)	280g(8%)	140g(4%)	630g(18%)	245g(7%)	122.5g(3.5%)
호화쌀가루	-	840g(24%)	-	-	-	630g(18%)
대두		-			350g(10%)	
탈지대두		-			105g(3%)	
소금		297.5g(8.5%)			385g(11%)	
물		1417.5ml(40.5%)			1260ml(36%)	

Table 2-115. 발효기간(25℃) 동안 수분함량과 단백질의 변화

저장기간	일	treatment	고추장		된장	
			Moisture (%)	Crude protein (%)	Moisture (%)	Crude protein (%)
10		찹쌀가루	61.3	4.5	65.7	7.8
		멥쌀가루	60.7	5.1	66.4	7.1
		호화쌀가루	54.4	5.6	59.2	7.3
20		찹쌀가루	65.2	4.7	65.1	7.1
		멥쌀가루	66.6	5.1	65.6	8.2
		호화쌀가루	59.2	5.9	60.1	7.7
30		찹쌀가루	65.6	4.7	65.4	7.1
		멥쌀가루	66.7	5.0	65.2	8.1
		호화쌀가루	60.7	5.4	60.7	7.7

Table 2-116. 발효기간(25℃) 동안 pH, 산도 및 염도의 변화

저장기간		고추장			된장		
일	Treatment	pH	TA	NaCl	pH	TA	NaCl
		(ml)	(%)		(ml)	(%)	
10	참쌀가루	4.6	25.0	9.3	4.8	28.2	11.1
	멥쌀가루	4.6	23.2	9.0	4.9	24.4	11.2
	호화쌀가루	4.9	21.3	9.1	5.1	22.4	11.3
20	참쌀가루	4.4	27.1	9.1	4.7	31.9	11.3
	멥쌀가루	4.7	26.4	9.0	5.0	31.9	11.4
	호화쌀가루	4.9	22.7	9.0	5.2	26.6	11.6
30	참쌀가루	4.3	28.4	9.1	4.6	32.8	11.2
	멥쌀가루	4.6	27.6	9.0	4.9	30.1	11.6
	호화쌀가루	4.8	23.4	9.0	5.0	29.7	11.6

Table 2-117. 발효기간(25℃) 동안 숙성도와 색도의 변화

저장기간		고추장				된장			
일	Treatment	AN (mg/%)	Color value			AN (mg/%)	Color value		
			L	a	b		L	a	b
10	참쌀가루	112	51.3	3.9	20.4	111	53.6	5.0	19.4
	멥쌀가루	127	51.3	3.9	20.3	115	52.7	4.5	18.7
	호화쌀가루	115	45.2	5.9	18.9	101	47.8	5.7	16.3
20	참쌀가루	111	51.6	3.8	20.1	112	53.4	5.0	18.9
	멥쌀가루	124	51.5	3.8	20.3	114	52.6	4.4	18.2
	호화쌀가루	115	51.0	5.9	18.4	99	46.7	5.3	17.9
30	참쌀가루	111	49.3	3.8	20.3	111	53.1	4.9	18.7
	멥쌀가루	123	49.3	3.8	20.3	115	52.3	4.4	18.5
	호화쌀가루	111	45.4	5.9	17.5	99	44.6	5.3	17.9

AN : Ammonia nitrogen

나. 죽류에 적합한 쌀가루소재 개발 및 한방죽 개발

(1) 실험재료 및 방법

1-나 와 동일한 방법으로 제조하였다.

(2). 결과 및 고찰

(가) 열풍건조 쌀과 동결건조 야채를 이용한 죽의 품질특성

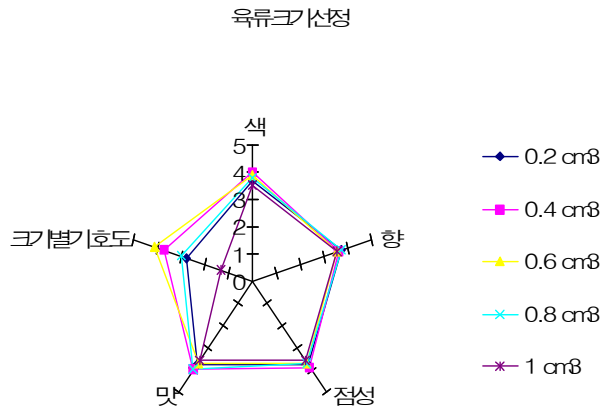


Fig. 2-26. 육류크기 선정을 위한 관능검사 결과의 다이어그램

Table 2-118. 실험디자인을 위한 독립변수.

X <sub>i</sub>	Independent variables	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X <sub>1</sub>	Mushroom(%)	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
X <sub>2</sub>	Carrot(%)	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
X <sub>3</sub>	Green onion(%)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00

Table 2-119. 즉석죽의 실험을 위한 중심합성 설계.

Experiment number	Mushroom (%)	Carrot (%)	Green onion (%)
1	0.75(-1)	0.75(-1)	0.4(-1)
2	0.75(-1)	0.75(-1)	0.8 (1)
3	0.75(-1)	1.25 (1)	0.4(-1)
4	0.75(-1)	1.25 (1)	0.8 (1)
5	1.25 (1)	0.75(-1)	0.4(-1)
6	1.25 (1)	0.75(-1)	0.8 (1)
7	1.25 (1)	1.25 (1)	0.4(-1)
8	1.25 (1)	1.25 (1)	0.8 (1)
9	1.0 (0)	1.0 (0)	0.6 (0)
10	1.0 (0)	1.0 (0)	0.6 (0)
11	1.0 (0)	1.0 (0)	0.6 (0)
12	0.5(-2)	1.0 (0)	0.6 (0)
13	1.5 (2)	1.0 (0)	0.6 (0)
14	1.0 (0)	0.5(-2)	0.6 (0)
15	1.0 (0)	1.5 (2)	0.6 (0)
16	1.0 (0)	1.0 (0)	0.2(-2)

Table 2-120. 즉석죽의 품질 특성.

Exp. No.	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)	Soluble solid (%)	pH	Color		
					L	a	b
1	837.5±0.05	4.40±0.02	11.64±0.20	5.58±0.01	64.88±0.05	-0.74±0.21	2.54±0.82
2	846.1±0.02	4.40±0.06	8.70±0.12	5.59±0.02	68.02±0.53	-0.56±0.08	4.35±0.73
3	854.2±0.01	4.63±0.04	8.57±0.08	5.58±0.01	68.87±0.22	-0.84±0.60	4.21±0.44
4	856.3±0.80	4.15±0.25	8.91±0.27	5.56±0.01	67.79±0.48	-0.34±0.22	4.15±0.64
5	857.1±0.75	4.14±0.16	8.39±0.02	5.56±0.01	65.95±0.10	0.23±0.09	4.77±0.77
6	861.3±0.76	4.11±0.28	8.75±0.13	5.64±0.01	64.86±0.38	-0.89±0.55	3.02±0.03
7	862.5±0.74	4.24±0.63	8.78±0.24	5.62±0.04	65.26±0.84	-0.16±0.57	4.17±0.35
8	858.6±0.65	4.43±0.28	8.44±0.12	5.68±0.01	66.03±0.26	-1.23±0.55	2.80±0.66
9	859.5±0.33	4.25±0.39	8.67±0.10	5.69±0.01	66.55±0.77	-1.04±0.46	2.70±0.60
10	846.7±0.46	4.55±0.28	7.57±0.74	5.56±0.03	67.94±0.92	-1.32±0.20	3.35±0.77
11	856.3±0.59	4.18±0.46	8.86±0.13	5.67±0.02	64.91±0.36	-0.74±0.83	2.67±0.82
12	863.8±0.57	4.44±0.91	9.06±0.34	5.69±0.01	67.54±0.91	-0.46±0.88	3.39±0.71
13	865.6±0.63	4.36±0.25	8.73±0.11	5.69±0.01	66.85±0.10	-0.63±0.89	3.82±0.70
14	867.5±0.72	4.28±0.37	8.25±0.12	5.67±0.01	64.93±0.05	0.17±0.86	3.79±0.93
15	856.3±0.91	4.39±0.45	8.17±0.06	5.69±0.01	65.48±0.95	-0.70±0.07	3.85±0.01
16	862.3±0.58	4.55±0.39	8.31±0.06	5.69±0.01	63.71±0.19	0.13±0.83	3.12±0.01
17	861.9±0.63	4.30±0.22	8.73±0.28	5.68±0.01	63.77±0.49	-0.04±0.92	5.56±0.95

Table 2-121. 즉석죽 제조를 위한 RSM.

Response	Polunomial equation	R <sup>2</sup>	Pr > F
L value	Y(L)=74.794664-2.095307X <sub>1</sub> + 0.314693X <sub>2</sub> -24.507933X <sub>3</sub> -0.003 131X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.326111X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> -0.029242X <sub>2</sub> <sup>2</sup> + 5.169444X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> + 1.197222X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> -0.827180X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.6580	0.3044
a value	Y(a)=-2.738382+ 0.800573X <sub>1</sub> + 0.412796X <sub>2</sub> + 6.163093X <sub>3</sub> + 0.016 823X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.105000X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> -0.015399X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -2.091667X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> + 0.075000X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> + 1.7 21308X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.9379	0.0019
b value	Y(b)=-1.837284+ 0.622894X <sub>1</sub> + 2.677894X <sub>2</sub> + 22.786759X <sub>3</sub> -0.05 9223X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.406111X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> -0.027001X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -2.530556X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> -5.036111X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> + 5.58 2740X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.8776	0.0169

(나) 동결건조한 야채 배합비에 따른 최고기 야채죽의 관능특성

Table 2-122. 즉석죽의 관능검사.

Experiment No.	Sensory evaluation				
	Color	Flavour	Viscosity	Taste	Overall acceptance
1	3.22±0.79	3.11±0.57	3.89±0.57	3.33±0.82	3.33±0.47
2	3.22±0.42	3.00±0.67	3.67±0.82	3.44±0.69	3.44±0.49
3	3.33±0.67	3.44±0.50	3.78±0.63	3.44±0.69	3.56±0.69
4	3.44±0.83	3.56±0.69	4.11±0.31	3.78±0.63	3.56±0.50
5	3.78±0.42	3.44±0.50	3.89±0.57	3.78±0.42	4.00±0.01
6	3.43±0.73	3.43±0.50	3.29±0.70	3.29±0.88	3.14±0.83
7	3.43±0.50	3.43±0.49	3.14±0.83	3.29±0.70	3.14±0.35
8	3.29±0.70	3.43±0.50	3.00±0.76	3.71±0.88	3.43±0.90
9	4.00±0.54	4.29±0.45	3.71±0.45	4.43±0.50	4.14±0.64
10	4.56±0.69	3.89±0.74	4.22±0.63	4.00±0.82	4.11±0.88
11	4.29±0.45	3.86±0.83	4.14±0.64	4.14±0.35	3.86±0.64
12	3.71±0.45	3.43±0.50	3.43±0.49	3.29±0.70	3.29±0.45
13	3.57±0.50	3.00±0.54	3.29±0.70	3.14±0.64	3.00±0.76
14	3.29±0.70	3.14±0.35	3.29±0.70	3.43±0.90	3.43±0.73
15	3.43±0.50	3.29±0.45	3.29±0.70	2.86±0.64	3.14±0.64
16	3.57±0.90	3.29±0.45	3.29±0.70	3.43±0.90	3.29±0.88
17	4.14±0.64	3.71±0.45	3.14±0.64	3.71±0.88	3.43±0.90

(best: 5, worst: 1)

Table 2-123. 즉석죽 제조를 위한 RSM.

Response	Polynomial equation	R <sup>2</sup>	Pr > F
Viscosity	Y(Vis.)=-4.663179+ 8.546413X <sub>1</sub> + 6.741413X <sub>2</sub> + 5.209918X <sub>3</sub> -2.00X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> -4.917120X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.8068	0.0672
	566957X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -2.740000X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> -2.846957X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -2.125000X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> + 2.5250		
Taste	Y(Tas.)=-5.374185+ 9.596304X <sub>1</sub> + 7.531304X <sub>2</sub> + 3.423098X <sub>3</sub> -3.00X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> -3.899457X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.8717	0.0195
	915652X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -1.040000X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> -4.195652X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -1.300000X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> + 2.8500		
Overall acceptance	Y(Ove.)=-4.949620+ 9.812609X <sub>1</sub> + 6.102609X <sub>2</sub> + 4.127446X <sub>3</sub> -3.00X <sub>3</sub> X <sub>2</sub> -4.236413X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.8463	0.0341
	571403X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -1.840000X <sub>2</sub> X <sub>1</sub> -3.011304X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -1.700000X <sub>3</sub> X <sub>1</sub> + 2.6000		

Table 2-124. 죽 제조용 soup mix의 최종 배합비

	양파	마늘	대파	당근	버섯	소금	다시다	쇠고기
배합비(w/w) <sup>a</sup>	1.8%	3.4%	0.6%	1.0%	1.0%	5.6%	0.56%	5.0%



## 다. 전자레인지 떡 제조에 적합한 쌀가루 개발

본 실험은 관능적 특성을 바탕으로 전자레인지를 이용한 백설기, 인절미의 최적 제조조건을 구하고자 설계하였다. 이때 쌀가루의 입자크기, 가수량, 마이크로파 조사 시간을 요인변수로 하여 중심합성계획에 의해 설계된 조건에서 백설기와 인절미를 제조하였다.

### (1) 실험재료 및 방법

#### (가) 실험 설계

백설기, 인절미 최적 제조조건에 대한 실험계획은 중심합성계획을 사용하였고, 실험결과의 반응표면분석을 위해서 SAS(statistical analysis system version 8.2) program을 이용하였다. 이 때 백설기, 인절미의 제조조건의 독립변수는 쌀가루 입자크기(X1), 가수량(X2), 조사시간(X3)이었으며, 독립변수들은 -1, 0, 1등 3단계로 부호화하여 Table 2-125에 나타내었다. 또 제조한 떡의 품질특성에 관련된 종속(반응)변수(Yn)로서는 L value(Y1), 경도(Y2), 관능적 기호도인 색(Y3), 조직감(Y4), 맛(Y5), 전반적 기호도(Y6) 등으로 하였다.

Table 2-125. Level of independent variables for experimental design

Xi	independent variables	Levels		
		-1	0	1
X1	입자크기	80	120	160
X2	가수량	90	100	110
X3	시간	2	2.5	3

#### (나) 실험 방법

##### ① 색차값

Microwave 떡의 색도는 색차계(Color and Color Difference meter, Model No, CR-300, Minolta Co., Japan)을 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였으며 표준색판(White standard plate)은 L: 96.86, a: -0.07, b: 2.02였다.

##### ② 조직감 측정

Microwave 떡의 경도 측정은 full-cap method 방법을 이용하여 직경 2.0cm의 plunger를 사용하여 force and time mode에서 two bite로 측정하였고, 이 때 plunger의 strain은 50%, test speed 1.7mm/sec, pre test speed 5.0mm/sec, post test speed 10.0mm/sec 이었다. 측정항목은 Hardness, Springiness, Adhesiveness, Cohesiveness, Chewiness, Gumminess등을 측정하였다.

##### ③ 관능검사

제조조건을 달리한 떡의 색, 조직감, 맛, 전반적인 기호도를 평가하기 위하여 한국 식품개발연구원 35명의 검사요원들에게 시험의 목적과 평가방법을 주지시킨 뒤 7점 채점법에 의하여 관능평가를 실시하였다. 이때 7점:가장좋다 5점:보통이다 1점:대단히 나쁘다로 하여 각 시료에 대한 기호도를 평가하게 하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 반응표면분석에 의한 백설기의 최적 제조조건

Table 2-126. The physical properties and sensory evaluation of Microwave cake(baksulki) manufactured by central composite design

Exp No.	Mesh	water	time	color (L value)	texture (hardness)	sensory evaluation			
						color	texture	taste	overall
1	80(-1)	90(-1)	2(-1)	71.94	1062.4	3.40	4.58	4.17	4.75
2	80(-1)	90(-1)	3(1)	76.60	1104.9	4.86	4.00	3.67	4.17
3	80(-1)	110(1)	2(-1)	71.49	785.1	4.80	2.57	3.17	3.57
4	80(-1)	110(1)	3(1)	72.87	786.4	5.00	4.83	3.86	4.60
5	160(1)	90(-1)	2(-1)	76.67	1213.2	3.50	5.33	4.00	4.14
6	160(1)	90(-1)	3(1)	76.85	1264.8	4.14	4.50	4.93	4.33
7	160(1)	110(1)	2(-1)	69.34	864.7	4.60	3.57	3.86	3.71
8	160(1)	110(1)	3(1)	70.28	825.2	5.50	4.75	4.20	4.67
9	120(0)	100(0)	2.5(0)	74.48	998.6	5.00	4.80	4.00	4.67
10	120(0)	100(0)	2.5(0)	74.48	998.6	5.00	4.80	4.00	4.67
11	80(-1)	100(0)	2.5(0)	72.72	821.5	3.71	3.86	4.67	4.50
12	160(1)	100(0)	2.5(0)	74.34	890.9	4.57	4.86	4.29	4.71
13	120(0)	90(-1)	2.5(0)	77.16	1185.5	3.67	2.83	3.50	3.33
14	120(0)	110(1)	2.5(0)	71.82	867.2	4.29	4.50	4.17	4.50
15	120(0)	100(0)	2(-1)	73.65	1066.4	5.20	3.00	3.71	3.33
16	120(0)	100(0)	3(1)	76.30	947.9	4.83	4.33	4.86	4.43

Table 2-127. Polynomial equations calculated by RSM program for manufacture condition of Microwave cake(baksulki)

Response		Polynomial equation	R <sup>2</sup>	Pr > F
sensory evaluation	color	$Y = -39.656 + 0.020303X_1 + 1.005234X_2 - 8.233655X_3 - 0.0000191X_1^2 + 0.000287X_2X_1 - 0.004655X_2^2 - 0.000750X_3X_1 - 0.025X_3X_2 + 2.277931X_3^2$	0.7225	0.2585
	texture	$Y = 4.004216 - 0.030059X_1 + 0.168016X_2 - 5.765845X_3 + 0.000288X_1^2 - 0.000103X_2X_1 - 0.002345X_2^2 - 0.008313X_3X_1 + 0.121250X_2 - 0.937931X_3^2$	0.6508	0.5077
	taste	$Y = -30.390966 - 0.044322X_1 + 0.795684X_2 - 2.377655X_3 + 0.000140X_1^2 - 0.000018750X_2X_1 - 0.004205X_2^2 + 0.006750X_3X_1 + 0.01500X_3X_2 + 0.117931X_3^2$	0.5341	0.6560
	overall	$Y = -8.932121 - 0.095284X_1 + 0.361179X_2 + 0.078793X_3 + 0.000265X_1^2 + 0.000206X_2X_1 - 0.002657X_2^2 + 0.004375X_3X_1 + 0.059500X_3X_2 - 1.202759X_3^2$	0.6096	0.4994
L value		$Y = -7.197483 + 0.576189X_1 + 0.913317X_2 + 8.507172X_3 - 0.000795X_1^2 - 0.003038X_2X_1 - 0.003128X_2^2 - 0.030750X_3X_1 - 0.063000X_3X_2 + 0.688966X_3^2$	0.9589	0.0017
hardness		$Y = 7969848707 + 23.162403X_1 - 136.355793X_2 - 622.132931X_3 - 0.064214X_1^2 - 0.060094X_2X_1 + 0.674069X_2^2 - 0.198125X_3X_1 - 3.307500X_3X_2 + 192.827586X_3^2$	0.9708	0.0006

Table 2-128. Predicted levels for physical properties and sensory evaluation of Microwave cake(baksulki) yielding optimum responses by analysis of ridge

manufacture condition	Levels for optimum responses					
	L value	hardness	sensory evaluation			
			color	texture	taste	overall
입자크기(Mesh)	127	125	121	159	153	158
가수량(mL)	91	90	101	99	99	101
조사시간(min)	2.7	2.5	3.0	2.5	2.7	2.6

백설기 떡의 최적제조조건을 L value는 입자크기127mesh, 가수량 91mL, 조사시간 2.7min, 경도는 입자크기125mesh, 가수량 90mL, 조사시간 2.5min, 관능 색 기호도는 입자크기121mesh, 가수량 101mL, 조사시간 3.0min, 조직감의 기호도는 입자크기 159mesh, 가수량 99mL, 조사시간 2.5min, 맛의 기호도는 입자크기153mesh, 가수량

99mL, 조사시간 2.7min, 전반적인 기호도는 입자크기158mesh, 가수량 101mL, 조사시간 2.6min 조건일 때 최대값을 나타내었다.

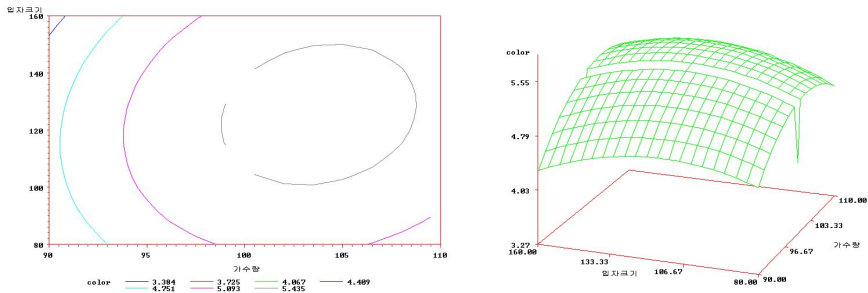


Fig. 2-27. 백설기 색의 기호도 측정결과

제조한 떡의 색의 기호도는 위에 그래프에서 보는 바와 같이 가수량에 크게 영향을 받았다. 즉 가수량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 조사시간과 입자크기는 색 기호도에 큰 영향을 미치지 않는으나, 조사시간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다.

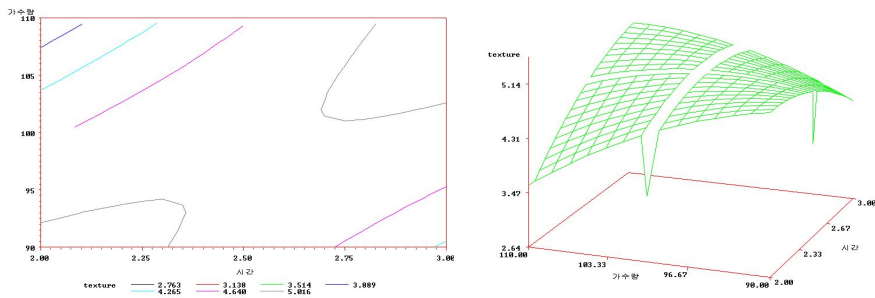


Fig. 2-28. 백설기 조직감의 기호도 측정결과

제조한 떡의 조직감의 기호도는 조사시간과 가수량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었고, 입자크기는 크기가 작을수록 조직감의 기호도가 감소하다가 일정 수준 이후에는 증가하는 경향을 나타내었다.

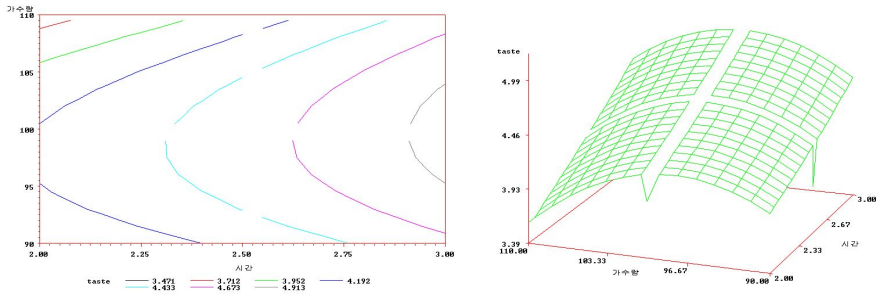


Fig. 2-29. 백설기 맛의 기호도 측정결과

맛의 기호도는 조사시간에 영향을 받았다. 즉 조사시간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다. 제조한 떡의 맛의 기호도는 가수량이 증가할수록 맛의 기호도가 증가하다가 일정 수준 이후에는 감소하는 경향을 나타내었다. 입자크기는 맛의 기호도에 큰 영향을 미치지 않는았다.

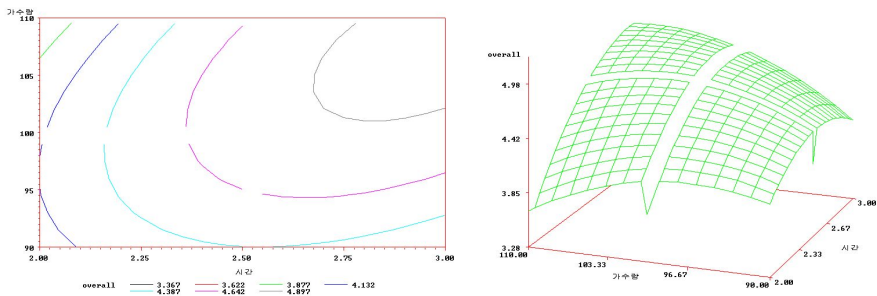


Fig. 2-30. 백설기 전반적인 기호도 측정결과

제조한 떡의 전반적인 기호도는 입자크기와 조사시간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었고, 가수량이 증가할수록 전반적인 기호도가 감소하다가 일정 수준 이후에는 다시 증가하는 경향을 나타내었다.

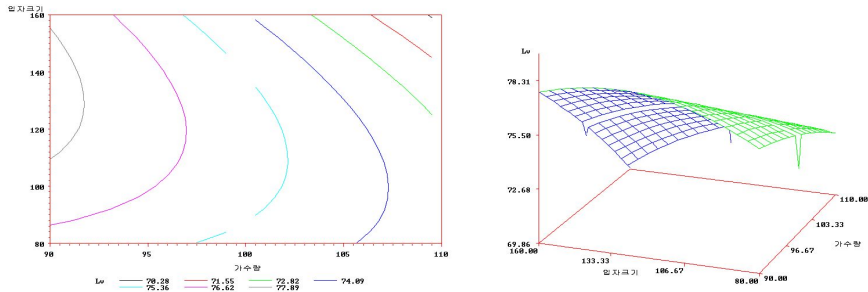


Fig. 2-31. 백설기 L value 측정결과

제조된 떡의 L value는 가수량에는 크게 영향을 받아서 가수량이 감소할수록 L value는 증가하는 경향을 나타내었으나 입자크기와 조사시간에 L value는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

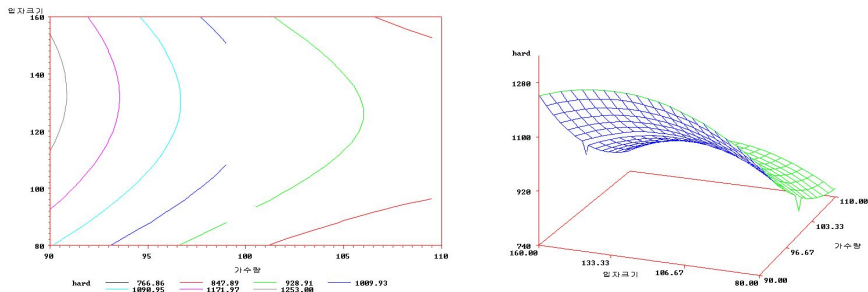


Fig. 2-32. 백설기의 경도 측정결과

제조된 떡의 경도 역시 가수량에는 크게 영향을 받아서 가수량이 감소할수록 경도는 증가하는 경향을 나타내었으나 입자크기와 조사시간에서 경도는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

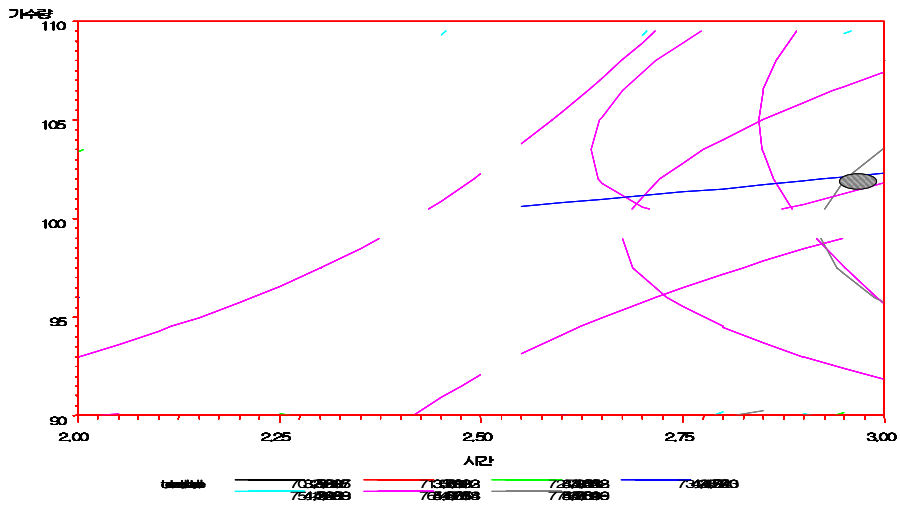


Fig. 2-33. 백설기 제조의 최적화조건

백설기 제조 조건을 최적화할 목적으로 쌀가루 입자크기를 150Mesh로 고정하고 가수량과 조사시간에 대한 각 종속변수들의 contour map을 superimposing하여 떡의 제조 특성을 모두 만족시켜주는 추출조건 범위를 나타내 보았다. 예측된 최적조건 범위는 위 그림의 빗금친 부분으로 Table 2-129와 같이 떡에 대한 가수량 100-102ml, 조사시간 2.9-3.0min로 각각 나타났다.

Table 2-129. The optimum range of manufacture condition for response variables yielding optimum responses by superimposing of contour maps for petals of Microwave cake(baksulki)

쌀가루 입자크기	가수량	조사시간
150Mesh	100-102mL	2.9-3.0min



(나) 반응표면분석에 의한 인절미의 최적 제조조건

Table 2-130. The physical properties and sensory evaluation of Microwave cake(inzulmi) manufactured by central composite design

Exp No.	Mesh	water	time	color (L value)	texture (hardness)	sensory evaluation			
						color	texture	taste	overall
1	80(-1)	90(-1)	2(-1)	76.40	136.8	4.17	4.20	4.29	4.43
2	80(-1)	90(-1)	3(1)	73.33	248.5	3.60	3.14	3.29	3.29
3	80(-1)	110(1)	2(-1)	83.03	35.2	3.33	2.20	2.43	2.14
4	80(-1)	110(1)	3(1)	81.90	30.3	3.00	3.50	3.20	3.29
5	160(1)	90(-1)	2(-1)	80.27	242.4	4.71	3.50	3.50	3.50
6	160(1)	90(-1)	3(1)	77.96	223.9	5.17	6.00	5.20	5.67
7	160(1)	110(1)	2(-1)	85.45	21.5	5.14	2.00	2.67	2.33
8	160(1)	110(1)	3(1)	82.29	20.8	5.20	3.40	4.20	3.20
9	120(0)	100(0)	2.5(0)	82.16	17.4	4.17	3.80	3.60	4.50
10	120(0)	100(0)	2.5(0)	82.16	17.4	4.17	3.80	3.60	4.50
11	80(-1)	100(0)	2.5(0)	82.14	32.6	3.43	2.83	2.67	3.14
12	160(1)	100(0)	2.5(0)	83.68	20.7	5.17	4.00	3.00	2.67
13	120(0)	90(-1)	2.5(0)	80.78	57.4	3.50	4.80	3.00	3.33
14	120(0)	110(1)	2.5(0)	84.47	15.9	4.67	4.40	4.40	4.40
15	120(0)	100(0)	2(-1)	84.47	16.2	4.50	3.67	3.60	3.67
16	120(0)	100(0)	3(1)	84.04	16.3	4.83	5.00	4.33	4.67

Table 2-131. Polynomial equations calculated by RSM program for manufacture condition of Microwave cake(baksulki)

Response		Polunomial equation	R <sup>2</sup>	Pr > F
sensory evaluation	color	$Y = -7.692914 - 0.055344X_1 + 0.458236X_2 - 7.099138X_3 - 0.000027371X_1^2 + 0.000594X_2X_1 - 0.002588X_2^2 + 0.008875X_3X_1 - 0.004000X_3X_2 + 1.284828X_3^2$	0.8759	0.0337
	texture	$Y = 32.339190 + 0.163064X_1 - 0.607210X_2 - 5.094103X_3 - 0.000566X_1^2 - 0.000769X_2X_1 + 0.002797X_2^2 + 0.022875X_3X_1 + 0.031500X_2 + 0.058621X_3^2$	0.8310	0.0810
	taste	$Y = 48.899293 + 0.045197X_1 - 0.574507X_2 - 15.611069X_3 - 0.000401X_1^2 + 0.000037500X_2X_1 + 0.002231X_2^2 + 0.021625X_3X_1 + 0.040000X_3X_2 + 1.952414X_3^2$	0.6846	0.3365
	overall	$Y = 12.746733 + 0.141130X_1 - 0.065367X_2 - 10.092672X_3 - 0.000598X_1^2 - 0.000422X_2X_1 + 0.000027586X_2^2 + 0.018937X_3X_1 + 0.024750X_3X_2 + 1.231034X_3^2$	0.6173	0.4826
L value		$Y = -161.911767 + 0.440117X_1 + 4.179933X_2 - 2.647672X_3 - 0.000876X_1^2 - 0.001778X_2X_1 - 0.018772X_2^2 - 0.007937X_3X_1 + 0.027250X_3X_2 - 0.228966X_3^2$	0.9093	0.0156
hardness		$Y = 5627.666207 - 0.713784X_1 - 98.484293X_2 - 240.097931X_3 + 0.025223X_1^2 - 0.032562X_2X_1 + 0.503569X_2^2 - 0.787500X_3X_1 - 2.470000X_3X_2 + 119.827586X_3^2$	0.8906	0.0261

Table 2-132. Predicted levels for physical properties and sensory evaluation of Microwave cake(baksulki) yielding optimum responses by analysis of ridge

manufacture condition	Levels for optimum responses					
	L value	hardness	sensory evaluation			
			color	texture	taste	overall
입자크기(Mesh)	123	123	154	129	129	126
가수량(mL)	101	107	101	91	99	96
조사시간(min)	2.5	2.5	2.7	2.7	3.00	2.9

인절미 떡의 최적제조조건은 L value는 입자크기123mesh, 가수량 101mL, 조사시간 2.5min, 경도는 입자크기123mesh, 가수량 107mL, 조사시간 2.5min, 관능 색 기호도는 입자크기154mesh, 가수량 101mL, 조사시간 2.7min, 조직감의 기호도는 입자크기129mesh, 가수량 91mL, 조사시간 2.7min, 맛의 기호도는 입자크기129mesh, 가수량 99mL, 조사시간 3.0min, 전반적인 기호도는 입자크기126mesh, 가수량 96mL, 조사시간 2.9min 조건일 때 최대값을 나타내었다.

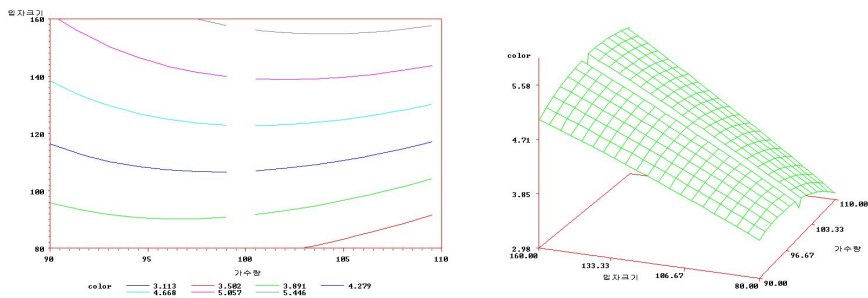


Fig. 2-34. 인절미 색의 기호도 측정결과

제조된 떡(인절미)의 색의 기호도는 입자크기에 크게 영향을 받아서 입자크기가 작아질수록 색의 기호도는 증가하는 경향을 나타내었으나 가수량과 조사시간에서 경도는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

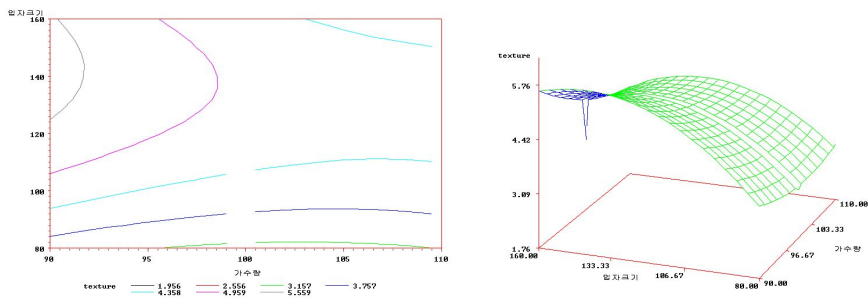


Fig. 2-35. 인절미 조직감의 기호도 측정결과

제조된 떡(인절미)의 조직감의 기호도는 입자크기에 크게 영향을 받아서 입자크기가 작아질수록 조직감의 기호도는 증가하는 경향을 나타내었다. 가수량은 감소할수록 조직감의 기호도는 증가하는 경향을 나타내다. 그러나 조사시간에 따른 조직감의 기호도는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

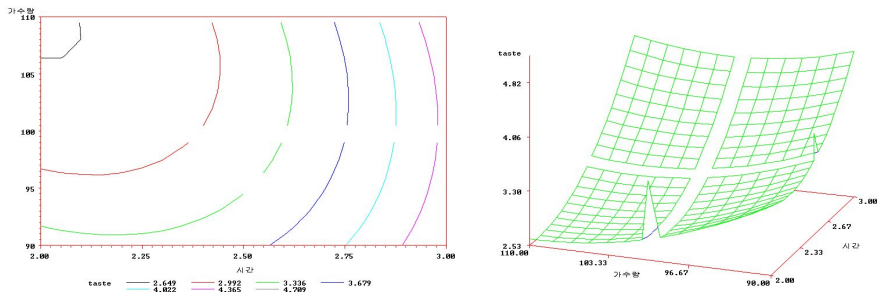


Fig. 2-36. 인절미 맛의 기호도 측정결과

제조된 떡(인절미)의 맛의 기호도는 입자크기에 크게 영향을 받아서 입자크기가 작아질수록 맛의 기호도는 증가하는 경향을 나타내었다. 조사시간이 증가할수록 맛의 기호도는 증가하는 경향을 나타내다. 그러나 가수량에 따른 맛의 기호도는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

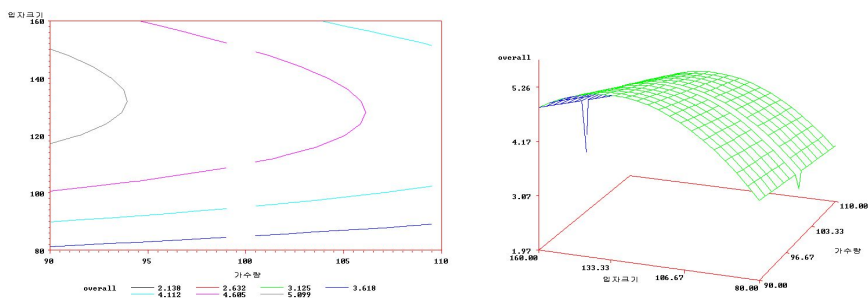


Fig. 2-37. 인절미 전반적인 기호도 측정결과

제조된 떡(인절미)의 전반적인 기호도는 입자크기에 크게 영향을 받아서 입자크기가 작아질수록 전반적인 기호도는 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 가수량과

조사시간에 따른 전반적인 기호도는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

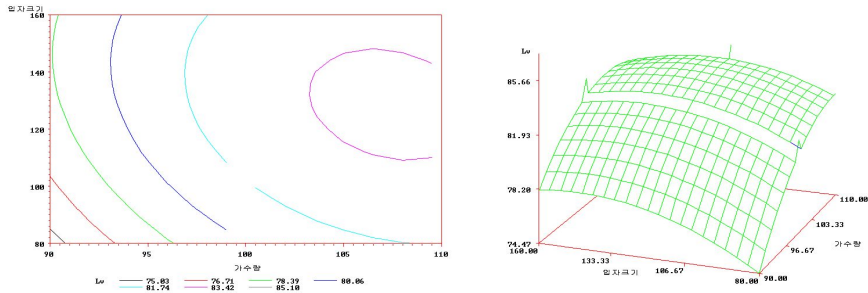


Fig. 2-38. 인절미 L value 측정결과

제조된 떡(인절미)의 L value는 가수량에 크게 영향을 받아서 가수량이 클수록 L value는 증가하는 경향을 나타내었다. 입자크기가 작을수록 L value가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 조사시간에 따른 L value는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

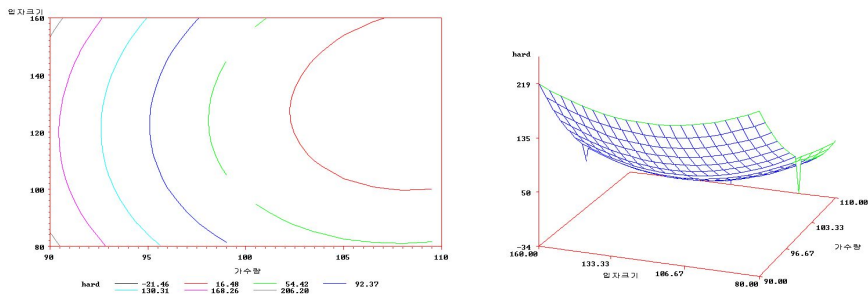


Fig. 2-39. 인절미 경도 측정결과

제조된 떡(인절미)의 경도는 가수량에 크게 영향을 받아서 가수량이 작을수록 경도는 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 입자크기, 조사시간에 따른 경도는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

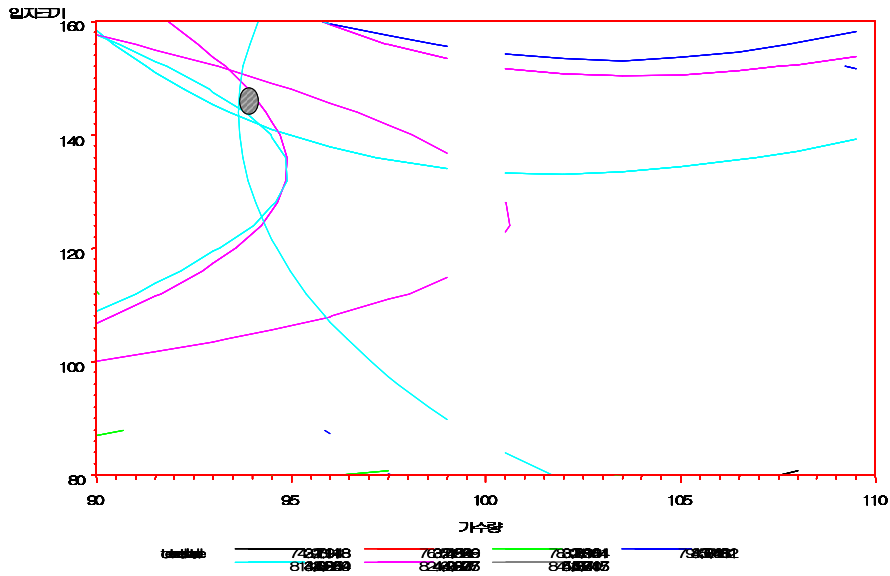


Fig. 2-40.인절미 제조의 최적화조건

인절미 제조 조건을 최적화할 목적으로 조사시간을 2.7분으로 고정하고 가수량과 입자크기에 대한 각 종속변수들의 contour map을 superimposing하여 떡의 제조 특성을 모두 만족시켜주는 떡 제조조건 범위를 나타내 보았다. 예측된 최적조건 범위는 위 그림의 빗금 친 부분으로 Table 2-133와 같이 떡에 대한 가수량 94-95ml, 입자크기는 145-150Mesh사이로 각각 나타났다.

Table 2-133. The optimum range of manufacture condition for response variables yielding optimum responses by superimposing of contour maps for petals of Microwave cake(baksulki)

쌀가루 입자크기	가수량	조사시간
145-150Mesh	94-95mL	2.7min

전자레이지를 이용하여 우수한 품질특성의 떡을 제조하고자 반응표면분석에 의해 제조조건을 최적화 하였다. 중심합성계획에 따라 떡에 대한 쌀가루 입자크기(X1), 가수량(X2), 조사시간(X3)을 요인(독립)변수로 하고, 떡의 관능 및 품질특성 즉, Lightness, hardness, 관능적 기호도인 색, 조직, 맛, 전반적인 기호도를 각각 종속변수로 하여 각 조건별 실험결과를 반응표면분석을 실시하여 본 결과 백설기 떡의 최적제조조건인 L value는 입자크기127mesh, 가수량 91mL, 조사시간 2.7min, 경도는 입자크기125mesh, 가수량 90mL, 조사시간 2.5min, 관능 색 기호도는 입자크기 121mesh, 가수량 101mL, 조사시간 3.0min, 조직감의 기호도는 입자크기159mesh, 가수량 99mL, 조사시간 2.5min, 맛의 기호도는 입자크기153mesh, 가수량 99mL, 조사시간 2.7min, 전반적인 기호도는 입자크기158mesh, 가수량 101mL, 조사시간 2.6min 조건일 때 최대값을 나타내었고, 인절미 떡의 최적제조조건은 L value는 입자크기 123mesh, 가수량 101mL, 조사시간 2.5min, 경도는 입자크기123mesh, 가수량 107mL, 조사시간 2.5min, 관능 색 기호도는 입자크기154mesh, 가수량 101mL, 조사시간 2.7min, 조직감의 기호도는 입자크기129mesh, 가수량 91mL, 조사시간 2.7min, 맛의 기호도는 입자크기129mesh, 가수량 99mL, 조사시간 3.0min, 전반적인 기호도는 입자크기126mesh, 가수량 96mL, 조사시간 2.9min 조건일 때 최대값을 나타내었다.

전자레이지를 이용하여 백설기 제조 조건을 최적화할 목적으로 쌀가루 입자크기를 150mesh로 고정하고 가수량과 조사시간에 대한 각 종속변수들의 contour map을 superimposing한 결과 예측된 최적 조건의 범위는 쌀가루 입자 150mesh, 가수량 100-102mL, 조사시간 2.9-3.0min으로 나타났고, 인절미의 경우 조사시간을 2.7분으로 고정한 결과 예측된 최적 조건의 범위는 쌀가루 입자 145-150mesh, 가수량 94-95mL, 조사시간 2.7min으로 나타났다.

### 3. 쌀가공제품의 현대화 및 산업화

#### 가. 제분방법에 따른 쌀가루로 제조한 렌지 제품의 품질특성

##### (1) 실험 개요



Fig. 2-41. 쌀가루를 이용한 전자레인지 제품 실험개요



## (2) 실험재료 및 방법

### (가) 실험방법

#### ① 수분함량

쌀가루의 수분은 105℃ 건조법에 의하여 측정하였다.

#### ② 전분손상도

쌀가루의 전분손상도는 A.A.C.C법에 따라 측정하였다. 쌀가루 1g을 취해  $\alpha$ -amylase(Sigma No. A6211, from *Aspergillus Oryzae*, Activity 250,000 Unit)용액 45ml를 가한 후 30℃에서 15분간 효소를 반응시킨 후 10% 황산용액 3 ml과 텅스텐 나트륨 용액 2 ml을 가하여 교반, 여과(Whatman No. 4)한 후 여액 5ml을 취해 알칼리성 적혈염용액과 반응시킨 후, 지시약 티오황산나트륨용액(0.1 N)으로 적정하여 전분의 손상도를 구하였다.

#### ③ 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분흡수지수(Water Absorption Index, WAI)와 수분 용해도 지수(Water Solubility Index, WSI)는 Anderson(1982)의 방법으로 측정하였다. 시료 2.5g을 30ml의 증류수를 넣은 원심분리관에서 분산시키고 가끔 흔들며 주면서 실온에서 30분간 방치한 다음 3000rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액은 미리 항량을 구한 수분정량 수기에 넣어 고형분량을 구하여 WSI를 산출하였으며 침전물의 무게를 측정하여 WAI를 산출하였다. 즉, WSI는 상기조건에서 상등액으로 용해된 희분의 백분율로 나타내었고 WAI는 건조시료 1g에 함유된 수분함량 g으로 나타내었다.

#### ④ 색도

쌀가루의 색도는 직경 4cm, 높이 1cm의 cell에 넣어 색도계(CR-300 Minolta Co., Japan)를 이용하여 5회 반복 측정하였다. Hunter의 색계인 밝은 정도를 나타내는 L 값(Lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a 값(Redness), 노란색의 정도를 나타내는 b

값(Yellowness)으로 나타내어 비교하였으며 이때 표준 백색판(White standard plate)은 L: 96.86, a: -0.07, b: 2.02였다.

⑤ Amylogram

Brabender Visco Amylograph(Brabender OHG, Germany)를 이용하여 측정하였다. 시료의 수분함량을 고려하여 현탁액을 8%의 농도로 제조하여 사용, 초기온도 35℃에서 1.5℃/min 속도로 95℃까지 가열한 후 15분간 유지시킨 다음, 50℃까지 동일한 속도로 냉각하여 측정하였다.

⑥ 입도분포

Particle size analyser(CILAS model 1064L)기기를 이용하여 각 시료당 3반복 측정하여 농도가 10%, 50%, 90% 일때의 직경을 각각 구하여 평균입도를 계산하였다.

(3) 결과 및 고찰

(가) Microwave(M/W) 처리 후 쌀가루의 이화학적 특성

Table 2-134. M/W 가열시 쌀가루의 흡열특성

Heating Time(sec)	sample quantity(g)	Microwave energy(cal/g)	Temperature (℃)	moisture (%)
0	100	0.0	26.3	12.7
60	100	86.1	74.9	11.1
120	100	172.0	91.0	9.1
180	100	258.0	104.3	7.4
300	100	430.0	135.9	5.8

Table 2-135. M/W 가열시 쌀가루의 일반성분 및 이화학적 변화 측정결과

Heating Time(sec)	Protein (%)	Ash (%)	Lipid (%)	WBC <sup>1)</sup> (%)	WSI <sup>2)</sup> (%)	$\lambda_{max}$ <sup>3)</sup> (O.D)	Absorbance <sup>4)</sup>
0	7.14	0.43	0.44	190.2	0.32	624	0.473
60	7.14	0.43	0.44	216.4	0.37	621	0.463
120	7.14	0.43	0.44	221.6	0.41	621	0.462
180	7.14	0.43	0.45	235.3	0.46	618	0.459
300	7.15	0.43	0.47	269.7	0.49	618	0.421

1) : 수분결합능력 2) : 수분용해지수 3),4) : 최대 흡광도

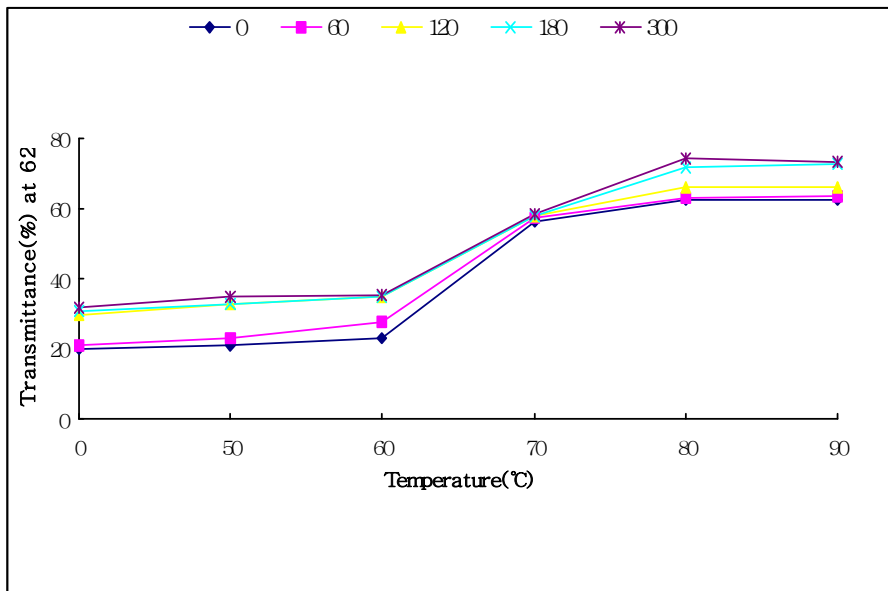


Fig. 2-42. 마이크로파 가열시 쌀가루의 투과도 변화 측정 결과

마이크로파 가열시 쌀가루의 흡열특성 측정결과는 Table 1에 나타내었다. 마이크로파 가열시간이 300sec까지 증가함에 따라 내부온도는 26.3°C에서 135.9°C로 증가하

였고, 반면에 수분함량은 12.7%에서 5.8% 감소하였다. 이때 조사된 마이크로파 에너지는 430.0(cal/g) 이었다.

쌀가루의 일반성분은 Table 2-135에 나타나듯이 마이크로파 가열 시간에 따라 큰 차이는 없었으며, 수분결합능력, 수분용해도는 마이크로파 가열 시간이 증가 할수록 증가하였다. 최대 흡광도는 가열 시간이 증가함에 따라 624nm에서 618nm로 이동하였고, 그 때 최대흡광도는 0.473, 0.421로 나타났다.

쌀가루의 광투과도 변화는 Fig. 2와 같이 온도가 증가함에 따라 증가하였고, 60℃에서 급격히 증가 하다가 80℃ 이후에는 일정한 광투과도를 나타내었다.

(나) 쌀가루 종류별 Microwave 떡의 이화학적특성 및 관능특성

Table 2-136. 분쇄방법별 쌀가루의 약어 및 처리조건

약어	가공처리
R/M	수침→roll mill → 건조
F/M	수침→ roll mill → 건조 → fitz mill
B/M	roll mill → fitz mill → ball mill
J/M	수침→roll mill → jet mill(건조)

Table 2-137. 분쇄방법별 쌀가루의 이화학적 특성

	수분함량 (%)	전분 손상도 (%)	WAI (g/g)	WSI (%)	색도			Amylogram(B.U.)			
					L값	a값	b값	호화개시온도 (℃)	break down	total setback	setback
R/M	16.0	4.6	2.2	0.6	97.4	-0.1	3.33	86.0	85	115	30
F/M	16.2	7.6	2.3	0.7	97.6	-0.1	3.13	81.5	190	125	-65
B/M	14.3	16	2.8	2.4	97.4	-0.1	3.13	65.0	245	110	-135
J/M	10.7	11.3	1.9	1.2	98.1	-0.2	2.56	78.5	95	290	195

Table 2-138. 전처리별 쌀가루의 약어 및 처리조건

약어	가공처리
Dry	roll mill → fitz mill → ball mill
Wet	수침→roll mill → 건조 → fitz mill
Ext	extrusion
Ste	steaming
Roa	roasted
Dru	drum dry
Enz	amylase soln 침지 →roll mill → 건조 → fitz mill

Table 2-139. 전처리별 쌀가루의 이화학적 특성

	수분함량 (%)	전분 손상도 (%)	WAI (g/g)	WSI (%)	색도			Amylogram			
					L값	a값	b값	호화개 시온도 (℃)	break down	total setback	total setback
Dry	14.3	16	2.8	2.4	97.4	-0.1	3.13	65	245	110	-135
Wet	16.2	7.6	2.3	0.7	97.6	-0.1	3.13	81	190	125	-65
Ext	7.4	16.5	5.0	25.3	89.3	-0.3	7.07	—	—	—	—
Ste	7.7	16.5	3.8	1.9	91.2	-0.4	5.80	—	—	—	—
Roa	2.7	16.5	4.6	2.2	88.3	-0.9	9.94	—	—	—	—
Dru	4.1	16.5	10	5.2	88.8	-0.1	9.11	—	—	—	—
Enz	13.5	13.5	2.2	2.0	97.6	-0.2	3.02	77	150	165	-15

'-' : 호화특성(amylogram) 측정불가

Table 2-140. 입자크기별 쌀가루의 약어 및 처리조건

약어	가공처리
65	수침→roll mill → jet mill(건조), 65mesh
80	수침→roll mill → jet mill(건조), 85mesh
200	수침→roll mill → jet mill(건조), 200mesh
500	수침→roll mill → jet mill(건조), 500mesh

Table 2-141. 입자크기별 쌀가루의 이화학적 특성

	수분함량 (%)	전분 손상도 (%)	WAI (%)	WSI (g/g)	색도			Amylogram			
					L값	a값	b값	호화개시 온도 (°C)	break down	total setback	setback
65	14.8	11.8	2.19	1.15	95.7	-0.5	5.11	63	380	280	-100
80	13.6	12.5	2.22	1.07	96.2	-0.5	4.67	66	225	270	45
200	12.4	15.7	2.28	1.47	96.8	-0.4	3.79	65	270	275	5
500	9.10	16.6	2.60	1.96	98.0	-0.3	2.57	64	285	249	-36

분쇄방법별 쌀가루의 이화학적특성 측정결과는 Table 2-137과 같다. 분쇄방법에 따른 쌀가루의 수분함량은 16.0%~10.7%로 R/M>F/M>B/M>J/M 순으로 나타났다. 전분손상도는 R/M이 4.6%로 가장 낮았고, B/M이 16%로 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 제분기에 종류 및 수침 여부에 따라서 쌀가루의 전분손상정도가 결정되는 것으로 나타났다. 수분용해지수는 건식쌀가루인 B/M이 2.4로 가장 높은 값을 나타내었

다. 수분흡수지수와 색차값 측정결과 분쇄방법에 따른 차이는 나타나지 않았다.

전처리별 쌀가루의 이화학적특성은 Table 2-139와 같다. Ext, Ste, Roa, Dru과 같이 한번 호화된 쌀가루는 아밀로그래프로 호화특성 측정불가 했을 뿐 아니라 다른 쌀가루에 비해 낮은 수분함량과 L 값을 나타냈고, 전분손상도는 높은 값을 나타내었다.

입자크기별 쌀가루의 이화학적 특성은 Table 2-1413과 같다. 수분함량은 14.8%~9.10%로 입자크기가 작아질수록 낮은 값을 나타냈고, 반면에 L 값, 전분손상도, WAI, WSI는 입자크기가 작아질수록 높은 값을 나타냈다.

Table 2-142. M/W떡용 쌀가루 종류별 조리 전, 후 특성 측정결과

		5점 척도*	
		조리전(반죽물)	조리후(떡형성)
분쇄방법별	R/M	4	4
	F/M	5	5
	B/M	1	1
	Z/M	4	5
전처리별	Dry	1	1
	Wet	5	5
	Ext	1	1
	Ste	1	1
	Roa	1	1
	Dru	1	1
	Enz	5	5
입도별	65	3	4
	80	4	4
	200	5	5
	500	1	1

\* : 5-point scoring test(5점 ; 매우 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통, 2점 : 나쁘다, 1점 : 매우 나쁘다)

전자레인지떡용 쌀가루 종류별 조리 전, 후 특성 측정결과는 Table 2-142에 나타내었다. 분쇄방법에 따른 조리특성 측정결과 전분손상도가 높고 B/M로 제분한 쌀가루로 제조한 M/W용 떡의 5-point scoring test 결과 작은 값을 나타내었고, 반면에 전분손상도가 낮고 R/M, F/M로 분쇄한 쌀가루가 높은 값을 나타내었다. 전처리에 따른 조리특성 측정결과 습식쌀가루로 제조한 것이 조리 전, 후 품질특성이 가장 좋은 것으로 평가되었으며 전분손상도가 높은 Dry, 호화된 쌀가루는 반죽 형성이 이루어지지 않아 측정이 불가능했다. 입자크기별 쌀가루의 조리 전, 후 특성 평가 결과 입자크기가 80, 200mesh가 가장 높은 값을 나타내었다. 즉, 전자레인지떡용 쌀가루 제조 시 분쇄방법으로는 R/M과 F/M이, 전처리 방법으로는 Wet, Enz가, 입자크기는 80~200mesh가 적합한 것으로 생각된다.

Table 2-143. 출력(Watt)에 따른 전자레인지떡 특성 측정결과

	가열조건 (Watt)	whiteness		hardness		Temp		5점 척도*
		(L value)		(kgf)		(°C)		
		out	in	out	in	out	in	
R	700/3min	78.0	78.2	0.23	0.22	84	83	5
	500/4min	78.1	79.1	0.19	0.23	81	83	3
	700/holding 1min/3회	73.5	75.5	0.12	0.11	82	80	4
S	700/3min	79.7	75.9	0.72	0.14	73	71	3
	500/4min	81.5	77.9	0.25	0.19	69	70	3
	700/holding 1min/3회	78.9	77.0	0.25	0.13	71	70	4

\* : 5-point scoring test(5점 ; 매우 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통, 2점 : 나쁘다, 1점 : 매우 나쁘다)

R : 원통형 용기, S : 사각형 용기(하나코비㈜, Lock & Lock)



Table 2-144. 용기형태 및 크기에 따른 전자레인지떡 특성 측정결과

	용기크기 (cm)	whiteness (L value)		hardness (kgf)		Temp (°C)		5점 척도*
		out	in	out	in	out	in	
		R	9×4.5	78.0	78.2	0.23	0.22	
11.5×6	69.6		64.5	0.16	0.22	85	83	2
9×11	67.8		69.1	0.35	0.30	85	81	3
S	13.5×4.5	70.8	65.7	0.11	0.15	81	81	2
	13×9×3.5	79.7	75.9	0.72	0.14	73	71	3
	11.5×8×6	71.3	67.5	0.18	0.26	85	73	4
	9.5×9.5×5	79.4	72.3	0.17	0.13	75	77	2

\* : 5-point scoring test(5점 ; 매우 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통, 2점 : 나쁘다, 1점 : 매우 나쁘다)

R : 원통형 용기, S : 사각형 용기(하나코비쥬, Lock & Lock)

Table 2-145. Wrapping 유무에 따른 전자레인지떡 특성 측정결과

	용기크기 (cm)	뚜껑	whiteness (L value)		hardness (kgf)		Temp (°C)		5점 척도*
			out	in	out	in	out	in	
			R	9×4.5	close	78.0	78.2	0.23	
open	—	—			—	—	—	—	3
9×11	close	67.8		69.1	0.35	0.3	85	81	3
	open	—		—	—	—	—	—	2
S	13×9×3.5	close	79.7	75.9	0.72	0.14	73	71	3
		open	—	—	—	—	—	—	2
	11.5×8×6	close	71.3	67.5	0.18	0.26	85	73	4
		open	—	—	—	—	—	—	2

\* : 5-point scoring test(5점 ; 매우 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통, 2점 : 나쁘다, 1점 : 매우 나쁘다) . R : 원통형 용기, S : 사각형 용기(하나코비쥬, Lock & Lock)

'—' : 떡 표면이 건조되어 얇은 막을 형성

Table 2-146. 시료량에 따른 전자레인지떡 특성 측정결과

	용기크기 (cm)	시료량 (g)	whiteness (L value)		hardness (kgf)		Temp (°C)		5점 척도*
			out	in	out	in	out	in	
R	9×4.5	50	78.0	78.2	0.23	0.22	84	83	5
	9×11	100	67.8	69.1	0.35	0.3	85	81	3
S	13×9×3.5	50	79.7	75.9	0.72	0.14	73	71	3
	11.5×8×6	100	71.3	67.5	0.18	0.26	85	73	4

\* : 5-point scoring test(5점 ; 매우 좋다, 4점 : 좋다, 3점 : 보통, 2점 : 나쁘다, 1점 : 매우 나쁘다)

R : 원통형 용기, S : 사각형 용기(하나코비㈜, Lock & Lock)

전자레인지 출력(watt)에 따른 전자레인지떡의 특성 측정결과는 Table 2-143과 같다. 백도 값은 R 500/4min이 81.5로 높은 값을 나타냈고, R 700/holding 1min/3이 73.5로 낮은 값을 나타냈다. 경도는 S 700/3min이 0.72kgf로 높은 값을 R 700/holding 1min/3이 0.12로 낮은 값을 나타내었으나, 5-point scoring test에서는 백도 78.0, 경도 0.23으로 중간 값을 나타낸 R 700/3min이 가장 높은 점수를 받았고, 가열조건은 700Watt에서 3분간 조리하는 것이 가장 좋은 것으로 생각된다.

용기형태 및 크기에 따른 전자레인지용 특성 측정결과는 Table 2-144와 같다. 백도 값은 S 13×9×3.5가 높은 값을 나타냈고, R 11.5×6이 가장 작은 값을 나타냈다. 경도는 S 13×9×3.5가 0.72 kgf로 높은 값을 S 13.5×4.5가 0.12 kgf로 낮은 값을 나타내었으나 5-point scoring test에서는 백도 78.0, 경도 0.23으로 중간 값을 나타낸 R 9×4.5이 가장 높은 5점을 받았고, 원통형 용기에 크기는 9×4.5cm가 가장 적당한 것으로 나타났다.

Wrapping 유무에 따른 전자레인지용 특성 측정결과 Table 2-145와 같다. Wrapping 을 하지 않은 경우 모든 떡 표면이 건조되어 얇은 막을 형성하여 5-point scoring test 결과 낮은 점수를 나타내었다. Table 2-146은 시료량에 따른 전자레인지용 떡의 품질특성을 나타내었다. 시료량을 50g 취했을 경우 100g을 취했을 경우보다 5-point

scoring test에서 높은 값을 나타내었다.

결론적으로 전자레인지 떡 조리조건은 출력은 700Watt, 시간은 3min, 용기형태는 R(원통형 용기), Wrapping 여부는 close, 시료량은 50g, 용기 크기는 9\*4.5(cm)로 나타났다.

Table 2-147. 쌀가루 종류별 전자레인지떡의 관능검사 측정결과

		color	texture	taste	overall
제분방법별	R/M	6.2±1.0	4.6±2.1	4.9±1.5	4.7±1.8
	F/M	6.6±1.4	4.3±1.3	5.4±1.5	5.3±1.5
	Z/M	5.8±1.6	6.6±1.4	6.3±1.4	6.5±0.8
전처리별	Wet	6.6±1.4	4.3±1.3	5.4±1.5	5.3±1.5
	Enz	4.3±1.0	5.1±2.1	5.1±1.5	5.2±1.4
입자크기별	60	5.7±1.5	6.0±1.1	5.5±1.3	5.6±1.4
	80	7.3±0.7	6.0±1.9	5.5±1.4	6.0±1.7
	200	5.5±1.2	6.6±1.2	5.9±1.0	6.2±1.1

Table 2-147는 쌀가루 종류별 전자레인지떡의 관능검사 측정결과를 나타내었다. 색의 기호도는 L 값이 높고, b 값이 낮은 80mesh 쌀가루로 제조한 M/W떡이 7.3으로 가장 높은 값을 나타내었고, 조직감, 전반적인 기호도 측정결과 J/M이 6.5, 80, 200mesh 쌀가루로 제조한 전자레인지떡이 6.0, 6.2로 가장 높은 값을 나타내었다. 전분손상도가 16.0이상으로 높고, 입도분포가 작은 값을 나타낸 B/M(제분방법별), 호화쌀가루, dry(전처리별), 500mesh(입자크기별)는 떡 제조가 불가하여 품질특성 및 관능검사 측정이 불가능하였다.

(다) 쌀가루의 전분손상도 및 입자크기 범위 설정



그림 1. MW용 쌀가루의 특성분석(A: 전분손상도, B: 입자크기)

① 일정한 입자크기를 가진 쌀가루에 전분손상도 측정결과

Table 2-148. 쌀가루 약어 및 처리조건

약어	시료 제조조건(예상 전분손상도 :%)
NRM	원곡 ⇒ 수침(4hr) ⇒ 제분(roll mill) : 전분손상도 4%
NDRM	원곡 ⇒ 수침(4hr) ⇒ 제분(roll mill) ⇒ 건조 : 전분손상도 7%
ERM	원곡 ⇒ 효소액 수침(4hr) ⇒ 제분(roll mill) : 전분손상도 10%
EDRM	원곡 ⇒ 효소액 수침(4hr) ⇒ 제분(roll mill) ⇒ 건조 : 전분손상도 12%

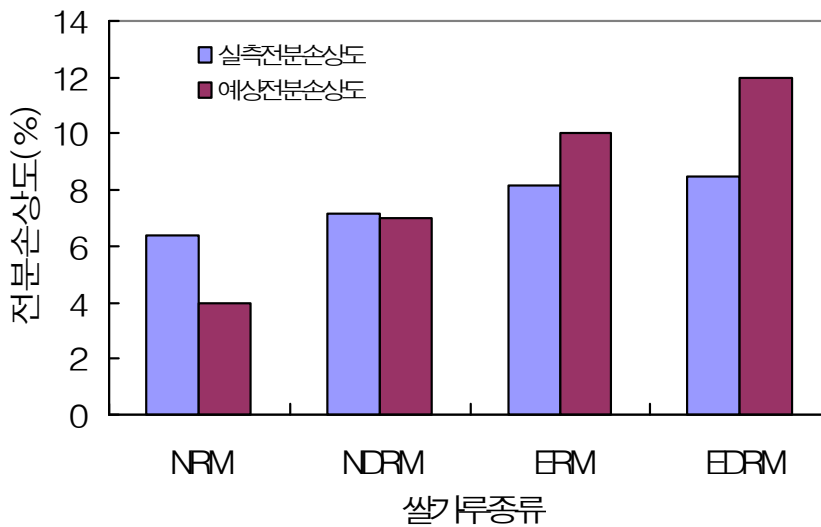


Fig. 2-43. 각 처리구별 입자크기 고정 후 전분손상도 측정결과  
(수분함량 : NRM : 31.9%, NDRM : 8.0%, ERM : 31.8%, EDRM : 5.6%)

Table 2-149. Jet mill 처리 후 전분손상도 측정결과

건조후수분 (%)	수침시간 (hr)	롤밀간격 (mm)	건조시간 (hr/60°C)	전분손상도		
				AI value	예상치	실측값
18.0	1	1	jet mill/ 1hr	<b>79.2</b>	5 ~ 8	<b>8.1</b>
15.7	1	0.5	jet mill/ 1hr	<b>83.7</b>	8 ~ 10	<b>8.9</b>
14.0	0.5	1	jet mill/ 1hr	<b>79.5</b>	7 ~ 9	<b>8.4</b>
15.7	5	1	jet mill/ 1hr	<b>81.8</b>	7 ~ 9	<b>8.0</b>
11.8	1	1	1hr 건조/ jet mill	<b>83.5</b>	10 ~ 12	<b>16.0</b>
7.9	-	1	jet mill/ not dry	<b>90.7</b>	15 ~ 18	<b>16.6</b>
9.0	-	초미세분		<b>96.4</b>	20이상	<b>16.6</b>

쌀가루 제조에서 처리조건이 전분손상도에 미치는 영향을 확인하기 위해 원곡(추청)을 증류수와 효소액( $\alpha$ -amylase 0.1% 농도)을 사용하여 4hr 상온 침지 후 roll mill로 두 번 분쇄 후 65°C에서 2.5hr 건조, 각 시료를 체 분리하여 일정한 입도(80-100mesh)를 가진 쌀가루 제조하여 전분손상도 측정결과 Fig. 2-43과 같았다. 열풍건조로 인한 전분손상도 보다 효소에 의한 전분손상도 차이가 더 큰 경향을 나타내었다. 예상 전분손상도와 달리 NRM은 높고, ERM과 EDRM은 낮은 값을 나타내었다. 이는 쌀가루 제조시  $\alpha$ -amylase의 작용으로 분쇄가 용이해져 전분손상도가 낮은 값을 나타낸 것으로 생각된다.

Jet mill 처리 후 전분손상도 측정결과를 Table 2-149에 나타내었다. 수침여부와 건조시간에 따른 전분손상도 변화 측정시 수침 → jet mill → 건조한 시료의 전분손상도 측정값은 8.1, 8.9, 8.4, 8.0%로 낮은 값을 나타내었으나, 건조 후 jet mill, 초미세분, 수침하지 않은 시료는 16.0~16.6%로 높은 값을 나타내었다.

② 전분손상도 고정 후 입도 분포별 전분손상도 측정 결과

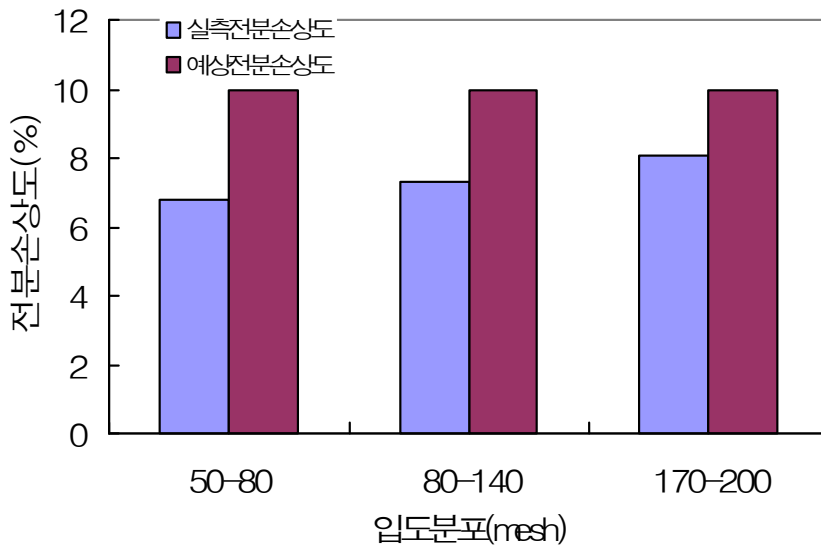


Fig. 2-44. ERM 쌀가루 체 분리 후 입도분포별 전분손상도 측정결과

Table 2-150. Jet mill 쌀가루 체 분리 후 입도분포별 전분손상도 측정결과

시료(mesh)	>50	50-80	80-140	140-170	170-200	200<
전분손상도(%)	7.5	8.0	8.2	8.2	8.4	8.5

쌀가루의 입도분포에 따른 전분손상도에 변화를 측정하기 위해 효소액(0.1%) 침지 쌀가루(ERM)를 이용 체 분리하여 전분손상도 측정 결과는 Fig. 2-44와 같다. 위 실험 결과 입도분포가 작아질수록 전분손상도가 증가하는 경향을 나타내었으나 예상 전분손상도와는 차이를 보였다. Table 2-150은 jet mill 쌀가루 체 분리 후 입도분포별 전분손상도 측정결과를 나타내었다. 측정결과 입도분포가 작을수록 전분손상도가 증가하는 경향을 나타내었다.

입자크기 및 분포에 따른 전분손상도 변화 보다는 제분기의 종류 및 방법에 따라 전분손상도가 변하는 것으로 생각된다.

Table 2-151. 전분손상도 요인에 의한 반죽물과 떡의 관능특성

AI value	반죽물 특성	반죽용이성 (9점척도)	조리 후 특성	관능평가 (9점척도)
79.2	- 반죽물이 덩어리짐 - 흐름성이 낮음 - 정치시 표면에 물 생성	6.5	- 탄력성이 약함 - 조직감이 조밀하지 않음	7.0
83.7	- 반죽이 용이함 - 점도가 낮음 - 정치시 표면에 물 생성	7.0	- 탄력성이 약함 - 조직감이 푸석거림	4.5
79.5	- 반죽이 용이함 - 점도는 중간 - 정치시 표면에 물 생성	8.0	- 탄력성이 약함 - 조직감이 조밀하지 않음	6.5
81.8	- 반죽이 용이함 - 점도가 낮아 흐름성 강 - 반죽시 초기 거품생성 - 점성이 점차 증가	6.5	- 탄력성이 약함 - 조직감이 조밀하지 않음	6.0
83.5	- 반죽이 용이함 - 정치시 표면에 물 생성 안됨	6.5	- 탄력성이 중간 - 조직감이 조밀함	8.0
90.7	- 반죽 형성이 어려움 - 표면이 고르지 못함	3.0	- 냄새가 불량	2.5
96.4	- 반죽 형성이 안됨 - 쌀가루 잔존	1.0	- 조리 불가	-

전분손상도 요인에 의한 반죽물과 떡의 관능특성 측정결과는 Table 2-151과 같다. AI value가 90이상 인 것은 반죽형성이 어렵고, 반죽 후에 쌀가루가 잔존하거나 반죽 표면이 균일하지 않았고, 조리 후에도 이취 등이 발생 관능평가에서 낮은 점수를 받았고, AI value가 79.2 - 83.7사이면 반죽과 조리가 가능하였고, 83.5일 때 반죽이 용이하고, 층분리가 일어나지 않으며, 조리 후에도 조직감이 치밀하고 탄력성이 좋아 관능검사에서 7.0으로 가장 높은 기호도 값을 나타냈다.



Table 2-152. 입자크기 요인에 의한 반죽물과 떡의 관능특성

입자크기 (Mesh)	반죽물 특성	반죽용이성 (9점척도)	조리 후 특성	관능평가 (9점척도)
50-80	- 반죽이 약간 덩어리짐 - 쌀입자가 존재	4	- 쌀가루가 씹힘	4
80-140	- 반죽물 상태 양호	5	- 조밀도가 약함	5
140-170	- 반죽물 상태 양호 - 점도가 있음	6	- 조밀도가 약함 - 탄력성이 약함	6
170-200	- 반죽물 상태 양호 - 점도가 좋음	6	- 조직감 좋음 - 탄력성(중)	8
200<	- 반죽물 상태 양호 - 반죽물 흐름성이 좋다	4	- 조밀도가 강함 - 탄력성(중)	7

Table 2-153. 입도분포 인자에 의한 반죽물과 떡의 관능적 특성

입자크기 (Mesh)	반죽물 특성	반죽용이성 (9점척도)	조리 후 특성	관능평가 (9점척도)
① 170-200 (control)	- 탄력성이 좋음 - 점도가 높음 - 반죽 상태 양호	8	- 조직감 좋음 - 탄력성 좋음	8
② (50-80) +(170-200) +(200<)	- 탄력성이 나쁨 - 점도가 낮음	7	- 조직이 푸석거림 - 탄력성 중간	5
③ (80-140) +(140-170) +(170-200)	- ①보다 탄력성이 나쁨 - ①보다 점도가 낮음 - 반죽이 약간 덩어리짐	6	- ①과 비슷한 조직 감과 탄력성을 가짐	7
④ (140-170) +(170-200)	- ①과 비슷한 탄력성과 점도를 가짐 - 반죽이 약간 어려움	5	- ①보다 조직감과 탄력성이 나쁨	6

입자크기 요인에 의한 반죽물과 떡의 관능특성 측정결과는 Table 2-152, 153과 같다. 특정 입자크기에 대한 반죽물과 조리 후 관능특성 측정결과 50-80mesh 쌀가루는 반죽이 덩어리지고 쌀입자가 존재, 조리 후에도 쌀입자가 씹혀 관능평가에서 낮은 값을 나타냈다. 140-170, 170-200mesh 쌀가루는 반죽이 용이하고 양호하였다. 조

리 후 떡의 조밀도와 탄력성이 좋아 관능평가 시 높은 값을 나타내었다. Table 2-153은 입도분포가 서로 다른 쌀가루를 혼합하여 전자레인지에서 제조 시 반죽용이 성과 조리 후 특성을 측정된 결과이다. Table 2-152에서 가장 좋은 평가를 받은 170~200mesh 쌀가루와 다른 입자크기를 가진 쌀가루 혼합하여 전자레인지떡을 제조 하였으나 단일 쌀가루(170~200)로 제조한 MW떡이 입자크기별 혼합에 의해 제조한 전자레인지떡에 비해서 반죽용이성 및 관능적 특성이 좋은 것으로 나타났다.

(태) 시판 백설기와 전자레인지떡의 품질특성

Table 2-154. 조리 후 경시적 조직감 변화 측정결과

	시 간 (min)	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
백 설 기	0	0.877	0.522	132.9	140.6	-403.3	268.8
	15	0.762	0.462	90.1	118.4	-199.9	256.2
	30	0.759	0.485	104.9	138.5	-396.5	269.5
	60	0.803	0.498	106.3	132.5	-175.8	266.5
	120	0.788	0.478	122.9	155.6	-103.7	325.0
	180	0.782	0.459	123.6	169.0	-113.5	378.6
M / W 떡	0	0.843	0.400	94.5	111.9	-349.6	280.6
	15	0.837	0.414	118.2	144.8	-317.0	352.6
	30	0.772	0.372	121.4	149.4	-226.5	402.6
	60	0.720	0.335	197.1	261.6	-54.9	778.9
	120	0.855	0.360	265.5	312.5	-176.9	860.7
	180	0.749	0.477	715.9	681.4	-52.5	1424.2

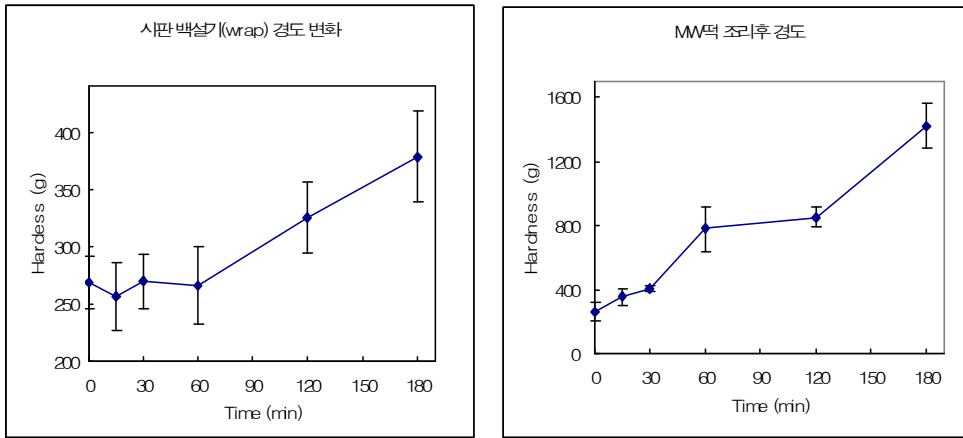


Fig. 2-45. 백설기와 전자레인지떡의 경시적 경도 측정결과

시판 백설기와 전자레인지떡의 조직감 특성 측정결과는 Table 2-154에 나타내었다. 조리 후 경시적 조직감 변화 측정결과 시중 백설기와 전자레인지떡 모두 시간이 경과함에 따라 경도가 증가하였다. 시판 백설기는 60분 후에 경도가 급격히 증가하는 경향을 나타낸 반면 전자레인지떡은 30분 후에 경도가 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 경도의 증가 폭은 시중 백설기에 비해서 전자레인지떡이 큰 폭으로 증가하는 것으로 미루어 노화가 빠르게 진행되는 것으로 생각된다. 씹힘성은 시간이 증가하면서 시판떡과 전자레인지떡 모두 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 부착성은 시간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 씹힘성과 부착성 역시 시판백설기 보다 전자레인지떡의 큰 폭으로 증가하였다.

Table 2-155. 백설기 떡의 wrapping 유무에 따른 조직감 측정결과

	시 간 (min)	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
백 설 기	0	0.600	0.415	26.34	42.03	-33.16	101.0
	15	0.676	0.463	44.2	65.5	-40.2	142.0
	30	0.657	0.432	44.9	68.5	-27.7	165.7
	60	0.681	0.471	54.6	80.4	-19.3	177.2
	120	0.656	0.419	48.8	73.4	-2.6	174.7
M /W 떡	0	0.600	0.415	26.34	42.03	-25.50	101.0
	15	0.631	0.428	31.8	50.2	-36.7	117.2
	30	0.678	0.445	41.2	60.9	-36.1	136.6
	60	0.672	0.423	40.34	58.66	-11.32	138.5
	120	0.657	0.417	40.7	61.8	-21.2	148.0

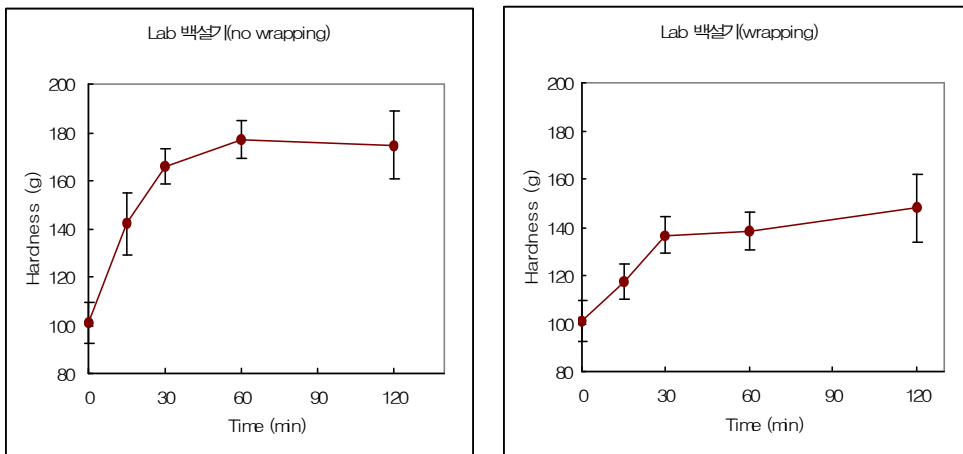


Fig. 2-46. Wrapping 여부에 따른 조직감 측정결과

백설기 떡의 wrapping 유무에 따른 조직감 측정결과는 Table 2-155와 같다. 실험실에서 제조한 백설기에 wrapping 여부에 따른 조직감 측정결과 wrapping한 백설기는 제조 후 30분 후 경도가 증가하였으나 wrapping 하지 않은 백설기에 비해 경도 변화가 적었다. wrapping 유무에 상관없이 시간이 증가 할수록 씹힘성은 증가하였고, 부착성은 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 2-156. 조리 후 관능적 기호도 특성 측정결과

측정항목 시간(min)	조직감	향	맛	전반적
0	6.0	5.9	6.1	6.7
15	5.7	5.4	5.6	5.9
30	5.0	4.9	4.9	5.4
60	5.1	5.0	5.9	5.7

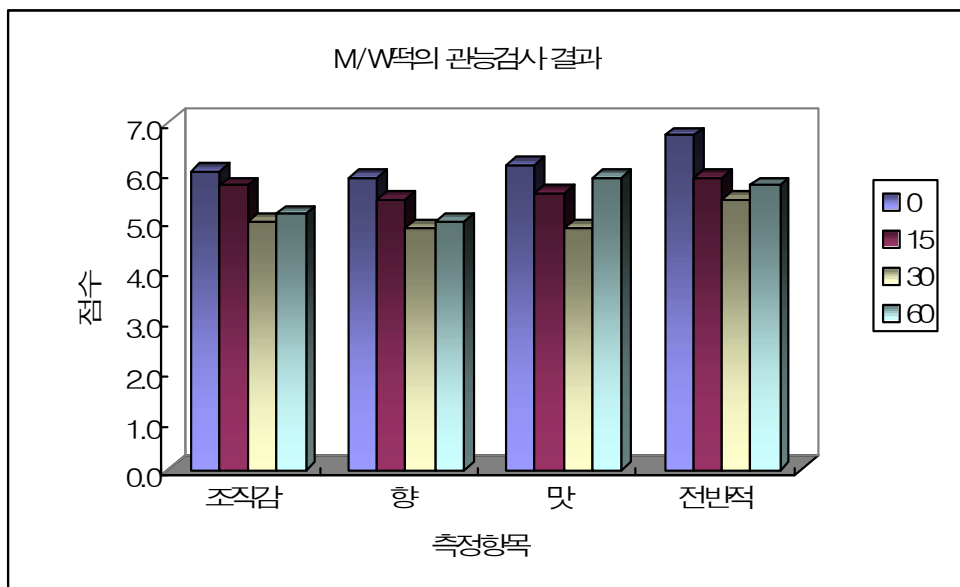


Fig. 2-47. 전자레인지떡의 경시적 변화에 따른 관능검사 측정결과

전자레인지떡의 경시적 변화에 따른 관능검사 측정결과는 Table 2-156과 같다. 시간이 경과함에 따른 떡의 품질을 판단하는 중요한 인자인 조직감, 향, 맛, 전반적인 기호도 등을 평가하였다. 조직감의 경우 제조직후와 15분 경과 후 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 전반적인 기호도는 제조직후가 6.7점을 15분 경과 후 5.9점을 받아 차이를 나타내었다. 떡의 경시적 변화에 따른 관능검사 결과 시간이 경과함에 따라 기호도는 낮은 값을 나타내었다. 이는 조직감 측정결과 시간이 증가하면서 경도와 씹힘성은 증가하고, 부착성은 감소하는 결과와 일치하였다.

(※ 첨가제를 달리한 전자레인지(M/W)떡의 노화억제효과 (노화억제제 SDW-02(제품명))

Table 2-157. 첨가 농도별 경시적인 물리적 특성 변화

	SDW (%)	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	Hardness
0	0.0	0.8	0.4	94.5	111.9	-349.6	280.6
	0.5	0.8	0.5	90.1	115.2	-270.0	248.4
	1.0	0.8	0.4	65.5	85.2	-213.7	220.1
	3.0	0.8	0.5	58.0	71.5	-314.8	143.5
0.5	0.0	0.8	0.4	121.4	149.4	-226.5	402.6
	0.5	0.6	0.2	36.0	55.1	-45.2	273.7
	1.0	0.4	0.1	14.6	34.3	-6.0	229.4
	3.0	0.4	0.2	41.6	38.2	-9.2	207.2
1	0.0	0.8	0.3	197.1	261.6	-54.9	778.9
	0.5	0.5	0.2	31.9	59.5	-2.0	346.6
	1.0	0.4	0.3	35.4	80.1	-2.2	289.6
	3.0	0.3	0.1	6.6	19.4	-33.4	249.4
3	0.0	0.9	0.4	265.5	312.5	-176.9	860.7
	0.5	0.7	0.4	216.0	319.8	-50.7	856.4
	1.0	0.5	0.3	55.9	118.9	-16.0	421.6
	3.0	0.4	0.3	24.9	60.0	-17.0	208.8

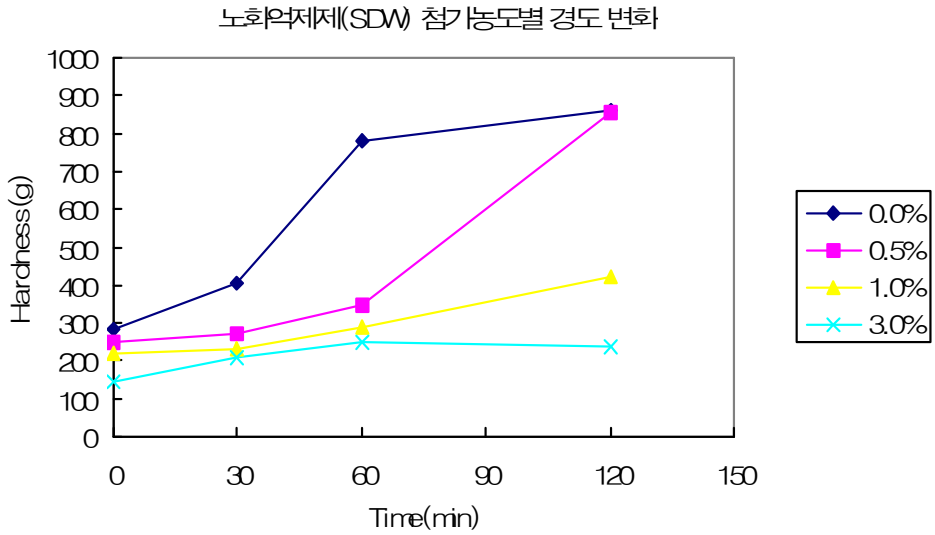


Fig. 2-48. 노화억제제(SDW) 첨가 농도별 경도 변화

Table 2-158. 첨가 농도별 반죽물과 떡의 관능적 특성

시간	관능특성
0	- 0, 0.5, 1, 3% SDW첨가시 맛, 조직감, 물성에는 약간 차이가 나타났다.
30	- SDW를 첨가한 M/W떡은 조리 후 용기 밑면에 떡의 1/4정도가 붙었고, 첨가량이 많을수록 정도는 심했다.
60	- 0.5%, 1%를 첨가한 M/W떡은 조리 후 용기 밑면에 떡이 거의 붙지 않았고, 3%만이 밑면에 붙었다.
120	- SDW를 3%첨가한 M/W떡만이 조리 후 용기 밑면에 붙었다.

M/W 조리 떡의 취식가능 시간 연장을 위하여 노화억제제(SDW) 첨가 농도별 경시적 조직감 변화 특성 측정결과는 Table 2-157에 나타내었다. SDW를 첨가하지 않은 M/W떡(대조구)은 제조 후 30분 이후 경도가 크게 증가하였고, 씹힘성 또한 시간

이 경과함에 따라 증가하였다. 반면에 부착성은 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. SDW를 0.5% 첨가한 M/W떡은 제조 60분까지 일정한 조직감을 나타내었으나 60분 이후에는 경도가 증가하여 120분 후에는 대조구와 비슷한 경도를 나타내었다. SDW 1%와 3%를 첨가한 M/W떡에 조직감의 측정결과 제조 120분 후에도 경도가 크게 증가하지 않았으나 씹힘성과 부착성이 감소하였는데 이는 SDW 성분 중 효소에 영향을 받은 것으로 생각된다. SDW 첨가 농도별 반죽용이성과 관능특성 결과는 Table 2-158과 같다. SDW 첨가 시 M/W떡의 노화억제 효과를 나타내었으나 3% SDW를 첨가 시 조리 후 용기 밑면에 떡이 부착되어 품질특성에 나쁜 영향을 주었다. 반죽물의 특성은 노화억제제(SDW) 농도별 차이가 거의 없었다.

Table 2-159. 기타 노화억제제에 농도(1,5%)에 따른 M/W떡 조리 60분 후 조직감

		spring- iness	cohesive- ness	chewi- ness	gummi- ness	adhesive- ness	hard- ness
con	0%	0.779±0.1	0.355±0.0	240.3±47	308.5±49	-28.7±35	864.5±69
sdw-02	1%	0.602±0.2	0.233±0.1	60.1±28	97.0±21	N/A	420.9±35
trehalose	1%	0.581±0.3	0.323±0.0	133.0±78	223.4±42	-17.7±12	687.6±73
	5%	0.799±0.1	0.338±0.0	156.8±22	196.2±9	-79.3±57	582.2±35
sorbitol	1%	0.785±0.1	0.319±0.0	155.4±33	197.3±30	-95.6±94	617.8±60
	5%	0.864±0.1	0.402±0.1	232.4±66	271.5±87	-305.6±189	664.6±87
mannitol	1%	0.713±0.1	0.319±0.0	202.4±48	284.7±66	-9.4±0.9	885.0±145
	5%	0.754±0.1	0.322±0.0	189.5±53	253.0±77	-40.2±21	772.9±143
xylitol	1%	0.586±0.3	0.318±0.0	138.1±74	231.2±31	-14.0±10	728.0±84
	5%	0.710±0.1	0.324±0.0	159.6±16	214.5±21	-34.7±28	663.5±57
찹쌀	1%	0.785±0.1	0.349±0.0	220.3±43	279.6±43	-9.1±0.1	797.1±65
	5%	0.760±0.1	0.357±0.0	171.8±25	226.1±18	-47.2±32	636.8±67
동부	1%	0.820±0.0	0.322±0.0	163.4±17	199.3±20	-12.8±9	618.9±48
	5%	0.801±0.1	0.351±0.0	204.0±34	254.6±36	-38.5±18	723.1±75
SFE <sup>1)</sup>	1%	0.731±0.1	0.339±0.0	143.0±11	197.4±28	-43.8±5	580.3±31
	5%	0.922±0.0	0.323±0.0	215.6±39	226.0±36	-49.5±44	700.8±93

<sup>1)</sup>sucrose-fatty acid ester



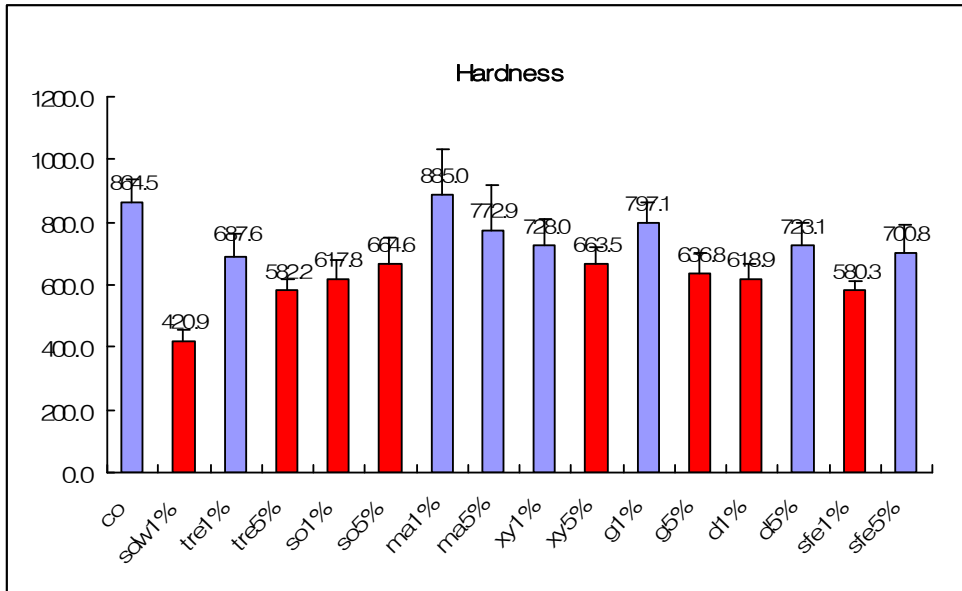


Fig. 2-49. 노화억제제 농도에 따른 MW떡 조리 60분 후 경도 측정결과

\* co : control(무첨가), ma : mannitol, sdw : sdw-02(제품명), xy : xylitol, tre : trehalose, g : 찹쌀가루, so : sorbitol, d : 동부가루, sfe : sucrose-fatty acid ester

Table 2-160. 기타 노화억제제에 농도(1,5%)에 따른 MW떡 조리 60분 후 관능특성 측정결과

억제제	첨가농도 (%)	반죽물 특성	조리 후 특성
대조구 (con)	0	- 반죽 후 정치시 층분리 일어남	- 경도가 증가하여 조직감이 나쁨
SDW-02	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어나지 않음 - 점도가 con.비해 높다	- 조직감이 탄력성이 없고, 푸석거림
trehalose	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어나지 않음	con. 보다 좋은 조직감과 탄력성을 가짐
	5	- 점도가 con.비해 높다	
참쌀	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어나지 않음	con. 보다 좋은 조직감과 탄력성을 가짐
	5	- 점도가 con.비해 높다	
유화제	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어나지 않음	- 테두리의 노화가 억제 - 5% 첨가시 약간 쓴맛 - 탄력성이 낮아 푸석거림
	5	- 점도 중간으로 흐름성이 약간 존재	
동부	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 약간 일어남	- con. 보다 좋은 조직감과 탄력성을 가짐
	5	- 점도가 가장 높아 흐름성이 없음	
sorbitol	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어나지 않음	con. 보다 좋은 조직감과 탄력성을 가짐
	5	- 점도가 con.비슷함	
maltitol	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어남	- con.과 비슷한 조직감을 가짐
	5	- 점도가 con.비해 높다	
xylitol	1	- 반죽 후 정치시 층분리가 일어나지 않음	- con. 보다 좋은 조직감과 탄력성을 가짐
	5	- 점도가 con.비해 높다	

기타노화억제제에 농도(1,5%)에 따른 M/W떡 조리 60분 후 조직감 측정결과는 Table 2-159 및 Fig. 2-49와 같다. SDW첨가 M/W떡 또는 시중 백설기와 같은 조직감을 가지는 노화억제제를 선정하기 위하여 당, 당알콜, 유화제, 참쌀가루, 동부가루를 첨가하여 떡 제조 60분 후 조직감을 측정한 결과 trehalose 5%, sorbitol 1%, 동부가루 1%, SFE 1%를 첨가한 떡의 경도는 각 582, 617, 618, 580 kfg로 측정되어 다른 종류의 노화억제제 보다 효과적으로 나타났다. 그러나 SDW 1%를 첨가한 떡의 경도 420 kfg보다는 높은 값을 나타내었다.

기타 노화억제제에 농도(1,5%)에 따른 M/W떡 조리 60분 후 관능특성 측정결과는 Table 2-160에 나타내었다. 반죽물 특성 측정결과 대조구와 maltitol을 첨가한 반죽물은 반죽 후 정치 시 층분리가 일어났으나 다른 억제제는 층분리가 일어나지 않았다.

조리 후 M/W의 관능특성 결과는 SDW 1% 첨가 시 가장 좋은 노화억제 효과를 나타내었으나 조리 후 조직특성은 탄력성이 없고 푸석거렸으며, 유화제 첨가 시 탄력성이 없고 쓴맛이 존재하였다. 다른 노화억제제는 농도에 상관없이 대조구보다 좋은 조직감을 나타내었다.

Table 2-161. 위 실험 결과에서 노화억제 효과가 인정된 첨가제와 SDW-02 혼합한 MW떡 조직감 측정결과

NO.	spring- iness	cohesive- ness	chewi- ness	gummi- ness	adhesive- ness	hard- ness	
1hr	①	0.689±0.5	0.380±0.0	275.3±24	401.1±43	N/A	1054.5±90
	②	0.686±0.7	0.272±0.0	140.0±19	207.6±49	-5.4±0.5	484.4±38
	③	0.763±0.6	0.337±0.0	143.1±17	187.1±12	-101±49	554.5±20
	④	0.715±0.1	0.301±0.0	122.4±32	168.8±24	-68.5±33	560.8±15
	⑤	0.760±0.0	0.293±0.0	122.6±15	162.2±25	-41.5±31	551.5±33
	⑥	0.500±0.1	0.201±0.1	46.4±28	87.1±36	N/A	422.0±62
2hr	①	0.698±0.1	0.463±0.0	452.1±95	652.7±155	-14.8±15	1401±245
	②	0.683±0.0	0.299±0.0	204.7±47	298.8±59	-14.1±5	581.5±28
	③	0.765±0.0	0.395±0.1	311.6±102	411.0±148	-33.7±11	1017±141
	④	0.770±0.0	0.476±0.0	365.9±32	459.3±48	-33.7±21	963.0±48
	⑤	0.783±0.1	0.350±0.1	214.5±56	277.8±93	-114±101	777.9±103
	⑥	0.604±0.0	0.424±0.0	163.9±88	265.3±129	-60.5±7	515.4±196

\* 각 처리구별 혼합시 농도는 1%

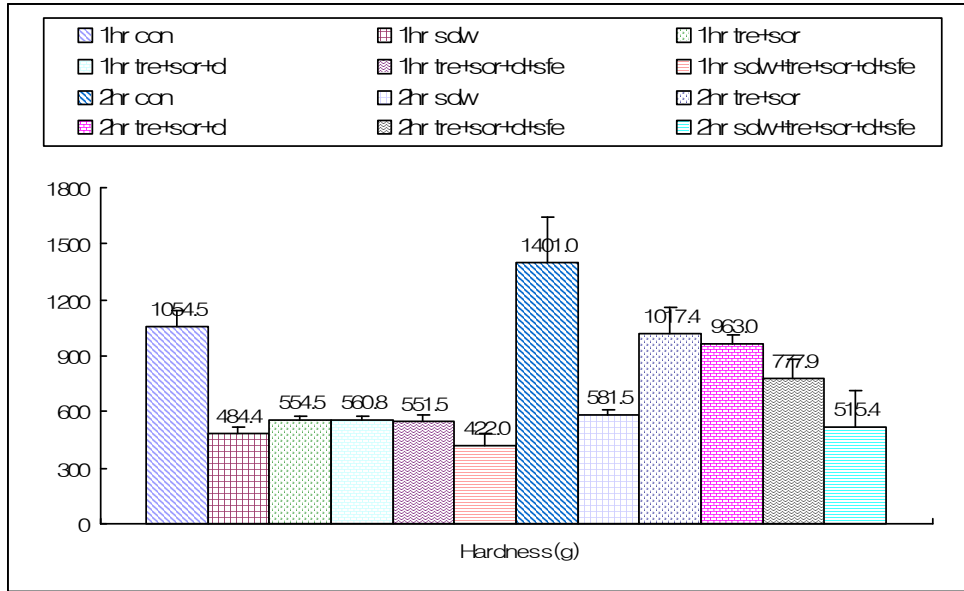


Fig. 2-50. 혼합 노화억제제 따른 MW떡 조리 60, 120분 후 경도 측정결과

Table 2-162. 위 실험 결과에서 노화억제 효과가 인정된 첨가제와 SDW-02 혼합한 MW떡 관능특성 측정결과

NO.	반죽물 특성	조리 후 특성	관능평가 (9점척도)
①			5
②	- ①보다 반죽물 특성이 좋음	- 용기 밑면에 1/4정도가 붙음 - 조직감이 푸석거림	7
③	- ①보다 반죽물 특성이 좋음	- ①보다 조직감 및 탄력성 좋음	8
1hr ④	- ①보다 반죽물 특성이 좋음	- ①보다 조직감 및 탄력성 좋음	8
⑤	- ①보다 반죽물 특성이 좋음	- 용기 밑면에 1/4정도가 붙음 - 조직감이 푸석거림	7
⑥	- ①보다 반죽물 특성이 좋음	- 용기 밑면에 1/4정도가 붙음 - 조직감이 끈적거림 - 탄력성이 없음	6

C : control    ② S : sdw-02    ③ TS : trehalose + sorbitol    ④ TSD : trehalose + sorbitol +동부  
 ⑤ TSDS : trehalose + sorbitol +동부 +sucrose-fatty acid ester  
 ⑥ STSDS : sdw-02 +trehalose + sorbitol +동부 +sucrose-fatty acid ester

노화억제 효과가 인정된 첨가제를 혼합하여 제조한 M/W떡의 60분, 120분 후 조직감 측정결과를 Table 2-161에 나타내었다. sdw-02 단일 첨가시 60분 후 경도는 484 kfg로 sdw-02, trehalose, sorbitol, 동부, sucrose-fatty acid ester를 혼합하여 제조한 M/W떡의 422 kfg 보다 높은 값을 나타내어 단일 첨가에 비해서 혼합한 첨가가 노화억제 효과가 있는 것으로 나타났고, TS, TSD, TSDS 혼합첨가제 M/W떡 60분 후 경도 측정결과 554, 560, 551 kfg로 sdw-02와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타내었으나 120분 후에는 경도가 1017, 963, 777 kfg로 증가하였다.

첨가제를 혼합하여 제조한 M/W떡의 60분 후 관능특성 결과는 Table 2-162에 나타내었다. 노화억제효과가 가장 좋은 STSDS를 첨가한 M/W떡은 용기 밑면에 떡이 붙고 탄력성이 없어 관능평가에서 작은 값을 나타내었다. 반면에 조리 후 60분 후 까지 노화억제 효과를 보인 TS, TSD를 첨가한 M/W떡은 조직감과 탄력성이 좋아 관능평가에서 높은 값을 나타내었다. 결론적으로 당, 당알콜을 첨가한 M/W떡의 품질특성을 유지하며 취식가능시간을 연장시키는 것으로 생각된다.

## 나. 장수의 개발 및 현대화

### (1) 실험재료 및 방법

#### (가) 실험재료

본 실험에 사용한 장수 제조는 쌀뜨물 95%, 당 2%, 종균 3%를 혼합하여 발효온도 25℃에서 통성 혐기 상태로 120시간 발효시켰다.

#### (나) 실험방법

##### ① 일반성분 측정

일반성분은 A.O.A.C 방법에 따라 측정하였다.

##### ② 색도 측정

시료의 색도는 색차계(Color and Color Difference meter, Model No, CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 및  $\Delta E$ 값으로 나타내었다.  $\Delta E$ 값은  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산하였으며 표준색판(White standard plate)은 L:96.86, a : -0.07, b : 2.02였다.

##### ③ pH 측정

pH측정은 pH meter(ORION model 520A)를 사용하여 측정하였다.

##### ④ 당도 측정

당도의 측정은 당도계(ATAGO Co, Japan N1, Brix:0-32%)로 측정하였다.

##### ⑤ 미생물 측정

시료를 2분간 Stomacher(Stomacher 400, seward, medical, u.k.)을 이용하여 균질시킨 다음, 0.85% 멸균생리식염수에 넣을 후 일정비율로 희석하였다. 그리고 호기성 전 세균은 희석액 1ml을 취해 Petrifilm™ (3M, USA;AOAC) Plating Method로 접종하여 32℃ incubator에 24시간 배양 후 붉은 색으로 염색되어지는 균수를 측정하였다. 저온성 세균은 희석액 1ml을 취해 Petrifilm™ Plating Method로 접종하여 3

2℃ incubator에 24시간 배양 후 붉은 색 균체와 CO<sub>2</sub> 가스방울이 같이 존재하는 균체를 측정하였다.

⑥ 관능검사

시료의 관능검사는 동시 비교 관능검사를 하였다. 반복수를 7로하여 시료를 제시하여 Five Point Ranking Test로 훈련된 Panel 30명을 상대로 제품의 기호도 검사를 실시하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 쌀발효음료의 이화학적 특성

Table 2-163. 원료의 일반성분

	필터링한 장수(%)	장수 고형분(%)	장수 원액(%)
수 분	3.03	0.7	98.8 /1.2
회 분	4.68	1.54	0.15
지 방	13.67	22.21	0.18
단백질	17.82	22.14	0.38

Table 2-164. 장수의 품질 특성

	pH	ORP(mV)	DPPH(%)	총균수	효모, 곰팡이	대장균
장수액	3.66	227	68	4.3×10 <sup>6</sup>	3.0×10 <sup>7</sup>	NC
장수 발효액	3.41	117	96	5.1×10 <sup>7</sup>	5.0×10 <sup>4</sup>	NC

Table 2-165. 온도와 시간에 따른 발효 후 품질 특성

	Time(day)	pH	ORP(mV)	DPPH	Aerobic(CFU/ml)
20℃	3day	3.39	149	49	3.0×10 <sup>6</sup>
	5day	3.50	130	65	2.8×10 <sup>6</sup>
	7day	3.63	79	65	3.5×10 <sup>6</sup>
30℃	3day	3.53	136	53	30×10 <sup>6</sup>
	5day	3.97	88	71	9.0×10 <sup>6</sup>
	7day	4.43	-5	76	8.0×10 <sup>6</sup>
40℃	3day	3.43	141	52	6.2×10 <sup>6</sup>
	5day	3.98	98	70	1.3×10 <sup>6</sup>
	7day	4.92	45	71	1.7×10 <sup>6</sup>

Table 2-166. 장수액의 시간 및 온도 처리구별 무게 감소비율

TIME	TEMP(℃)	PRE WEIGHT(g)	POST WEIGHT(g)	LOSS RATE(%)	Aerobic (CFU/ml)
Con	34	90.00	90.00	0	12×10 <sup>7</sup>
10sec	34	90.05	90.05	0	11×10 <sup>7</sup>
20sec	41	90.24	90.24	0	6.0×10 <sup>7</sup>
30sec	50	90.24	89.87	0.41	4.3×10 <sup>4</sup>
40sec	59	91.34	90.79	0.60	4.2×10 <sup>3</sup>
50sec	68	90.06	89.14	1.02	4.8×10 <sup>3</sup>
90sec	95	90.24	84.92	5.90	2.1×10 <sup>2</sup>



Table 2-167. 장수액의 농도와 빛 차단 여부에 따른 발효

	DAY	pH	ORP(mV)	DPPH(%)	총균수	효모, 곰팡이	대장균
Light-2%	Initial	3.48	230	64	$1.8 \times 10^7$	$4.9 \times 10^7$	NC
	3	3.28	75	63	$3.6 \times 10^7$	$6.3 \times 10^7$	NC
	5	3.43	22	70	$8.8 \times 10^7$	$8.2 \times 10^7$	NC
	7	3.52	-30	73	$9.6 \times 10^7$	$8.6 \times 10^7$	NC
2%	Initial	3.49	230	71	$1.4 \times 10^7$	$3.7 \times 10^7$	NC
	3	3.34	74	69	$3.1 \times 10^7$	$7.4 \times 10^7$	NC
	5	3.85	-7	76	$9.4 \times 10^7$	$8.8 \times 10^7$	NC
	7	4.36	-98	81	$8.3 \times 10^7$	$9.5 \times 10^7$	NC
5%	Initial	3.49	219	75	$1.4 \times 10^7$	$4.3 \times 10^7$	NC
	3	3.32	65	73	$8.8 \times 10^7$	$8.2 \times 10^7$	NC
	5	3.67	2	82	$2.1 \times 10^7$	$10.5 \times 10^7$	NC
	7	4.15	-87	86	$1.6 \times 10^7$	$12.4 \times 10^7$	NC
10%	Initial	3.47	207	87	$2.2 \times 10^7$	$4.0 \times 10^7$	NC
	3	3.32	58	85	$11.5 \times 10^7$	$8.7 \times 10^7$	NC
	5	3.94	-4	94	$1.8 \times 10^7$	$11.8 \times 10^7$	NC
	7	4.28	-76	99	$0.4 \times 10^7$	$13.8 \times 10^7$	NC

(나) 장수의 제조 공정 및 현대화

1. 0℃ 이하로 냉각시킨 장수액을 교반시킨다(교반공정). 2. 장수액(3L)을 100℃에서 5분간 끓인다(호화공정). 3. 60℃이하로 냉각시킨다(60℃ 이상은 다음단계의 효소가 불활성화되어 전분을 삭일수가 없기 때문 임). 4. 효소 200g과 장수액을 부직포에 넣고 2시간 동안 실온에서 침지시킨다 (장수액이 당화효소의 작용으로 삭혀져 맥아당으로 변화여 꿀이나 설탕과는 다른 독특한 단맛과 향을 낸다) 5. 효소의 불활성화. 6. 침지 후 부직포를 짜내어 착즙액을 만들어 60℃이하에서 5시간 방치하여 침전시킨다. 7. 침전 후 상층액을 여과공정을 거쳐 여과시킨다. 8. 여과시킨 액은 다시 원심분리하여 2차정제한다. 이때 최종수율은 100%-중량감소율(%)로 계산한 결과 66.7%이다. 9. 당도를 맞춘 여과액에 글리세린, 액상고과당, 프림을 첨가시킨 후 30분간 균질화시킨다. 10. 살균공정

제조공정상 60℃이하에서 추출시킨 다음 계속되는 효소활성을 억제시키기 위하여 추출 후 고온으로 처리하여야 할 것으로 생각되며 생강추출물을 첨가하면 시원한 맛을 낼 수 있을 것으로 보인다. 글리세린(glycerin)은 물, 알코올에 잘 용해되는 무색,

무취의 끈기를 띤 액체로서 감미가 있으며 유화제의 역할을 하여 전분의 교질용액의 안정도를 증가시켜 전분분자의 침전방지나 부분적인 결정질 영역의 형성을 억제하여 노화를 방지하는데 효과가 있다.

관능검사 결과 (효소의 비율:6.67%)는 Table 2-169와 같다 대부분의 패널들이 엷질금 맛이 강하여 식혜 같다고 한다. 색의 강도는 프림2%인 장수음료가 6.5점으로 5점을 받은 프림1% 장수음료보다 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 다른 강도검사와 기호도검사는 두 제품간에 차이를 나타내지 않았다( $P<0.05$ ). 제품의 개선검사를 위한 강도검사와 제품의 기호도검사를 동시에 실시하여 패널들의 제품강도에 따른 기호도의 변화를 관찰하여 나타나는 양상을 차후 제품개발에 반영될 수 있게끔 하였다. 효소의 비율을 종전의 6.67%에서 1.67%로 낮춰서 만든 결과는 Table 170과 같다. 색의 강도 면에서는 프림2%함유한 장수음료가 4.9점 프림1% 함유한 장수음료가 6.7점으로 프림2%함유한 음료보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $P<0.01$ ). 제품의 기호도 검사는 프림2%함유한 음료가 6.5점 프림1% 함유한 음료가 4.6점으로 프림1%함유한 음료보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $P<0.01$ ). 나머지 강도검사와 기호도검사는 두 제품간에 차이를 나타내지 않았다( $P<0.01$ ).

강도검사와 기호도검사의 결과는 Table 2-171과 같다. 색의 강도면에서는 맥아비율을 1.67%로 만들어 프림을 1%첨가한 쌀음료가 6.7점으로 다른 제품보다 가장 높게 나타났으며 맥아비율을 1.67%로 만들어 프림을 2%첨가한 음료가 4.9점으로 다른 제품보다 가장 낮게 나타났다. 담백한 맛의 강도는 효소비율을 1.67%로 만들어 프림을 2%첨가한 음료가 6.1점으로 다른 제품보다 가장 높게 나타났다. 외관의 색의 면에서는 색의 강도가 높을수록 색의 기호도면에서는 낮은 점수의 결과를 나타내었다. 또한 담백한맛과 고소한맛의 강도가 높을수록 기호도도 높은 결과를 나타내었다. 전체적인 기호도 면에서는 효소비율을 1.67%함유하여 프림을 2%첨가한 장수음료가 가장선호도가 좋았다.

쌀음료를 실온과 6℃에 각각 저장하여 살펴본 결과 실온에 보관한 음료는 6일후에 층분리가 발생하였으며 프림1%첨가한 쌀음료가 프림2%첨가한 음료보다 층분리량이 더 많았고 더 많이 부패하였다. 이것은 아마 프림2%첨가한 쌀음료의 최종 pH

가 낮기 때문에 부패의 정도가 심하지 않은 것으로 생각된다. 그러나 6℃에 보관한 음료는 층분리 현상이 발생하지 않았다.

제품개발에 대한 안건으로 기존의 틀을 깨고 생각과 사고의 방식을 전환하고 기능이나 맛이나의 선택, 기성세대나 신세대나 소비층선택을 하는 것이 중요할 것 같다. 따라서 장수음료의 종류를 생각해 보면 다음과 같다. 탄산함유 음료, 칼라 음료, 고품질 프리미엄 음료-분유대체 음료 (쌀의 분말 가루화), 씨리얼에 우유대신 먹을 수 있는 음료(씨리얼이 워낙 달기 때문에 쌀음료의 당도를 낮춰야 한다. 즉, 장수음료를 우유화시키는 작업을 필요로 할 것 같다) 등이다. 소비자들의 맛에 고정되어 있는 아침햇살과 같은 쌀음료의 맛을 내기 위해서는 장수의 발효치의 맛을 없애는 것이 가장 중요할 것으로 보인다. 장수음료의 기능성 방안으로 다음과 같은 종류들을 생각해 볼 수 있다. 아스파라긴산 함유 음료, 니코틴제거 음료, 칼슘강화 음료, 허브추출 음료, 자일리톨 함유 음료, 조직감을 부여한 음료(좁쌀크기의 팔빙수 떡을 이용한 조직감 부여 음료 혹은 캡슐화) 등이다.

Table 2-168. 품질측정

음료공정단계		교반공정	호화공정	추출공정	정제공정	유화균질 공정		살균공정 후 완제품	
						1%	2%	1%	2%
색도	L	26.39	23.63	12.11	53.58	19.92	15.79	13.92	18.36
	a	-0.31	0.15	3.47	-2.01	3.68	4.79	4.86	4.05
	b	6.11	7.95	6.32	5.40	9.94	8.96	8.05	9.47
	ΔE	73.93	76.85	88.25	46.84	80.85	84.89	86.66	82.36
pH		7.20	7.91	6.64	6.52	6.72	6.75	6.70	6.66
pH의 변화(8일 후)		-	-	-	-	-	-	6.78	6.69
당도(Brix)		1	1.2	3	3.6	10.6	10.6	10.8	11
침전도(24시간후)		침전	약간침전	침전	-	-	-	-	-

Table 2-169. 효소비율 6.67%의 장수음료 관능검사

제품 개선 검사			
		프림1%	프림2%
외관	색*	5±1.49 <sup>b</sup>	6.5±1.27 <sup>a</sup>
향미	향미강도	6.4±0.84 <sup>a</sup>	6.3±1.49 <sup>a</sup>
	단맛	5.7±1.64 <sup>a</sup>	7.1±1.45 <sup>a</sup>
	담백한맛	4±1.76 <sup>a</sup>	4.7±1.70 <sup>a</sup>
	고소한맛	4.6±1.07 <sup>a</sup>	5.4±1.78 <sup>a</sup>
	뒷맛	5.2±2.10 <sup>a</sup>	5.5±2.17 <sup>a</sup>
제품 기호도 검사			
외관	색	6.7±2.06 <sup>a</sup>	5±1.56 <sup>a</sup>
향미	향미강도	5.5±2.01 <sup>a</sup>	5.4±1.65 <sup>a</sup>
	단맛	4.9±1.20 <sup>a</sup>	4.6±1.96 <sup>a</sup>
	담백한맛	3.6±2.27 <sup>a</sup>	4.3±1.64 <sup>a</sup>
	고소한맛	4.2±1.69 <sup>a</sup>	4.9±1.73 <sup>a</sup>
	뒷맛	3.7±2.45 <sup>a</sup>	4±2.11 <sup>a</sup>
전반적인 기호도		3.7±2.21 <sup>a</sup>	4.1±1.60 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.(P<0.05)

위의 결과를 토대로 본 결과 발효맛이 너무 강한 것으로 나타나 효소의 비율을 종전의 6.67%에서 1.67%로 낮추어 제조하였다. 추출공정 후 당도 측정 결과 3Brix가 나왔으며 완제품의 당도는 프림1%를 첨가한 음료는 10Brix, 프림2%를 첨가한 음료는 10.6Brix를 나타내었다. pH는 프림1%를 첨가한 음료는 6.96, 프림2%를 첨가한 음료는 7.07를 나타내었다.

Table 2-170. 효소비율 1.67%의 장수음료 관능검사

제품 개선 검사			
		프림1%	프림2%
외관	색**	6.7±0.96 <sup>a</sup>	4.9±1.83 <sup>b</sup>
향미	향미강도	6.4±1.76 <sup>a</sup>	5.9±1.19 <sup>a</sup>
	단맛	6.3±1.35 <sup>a</sup>	6.3±1.18 <sup>a</sup>
	담백한맛	5.1±1.22 <sup>a</sup>	6.1±2.00 <sup>a</sup>
	고소한맛	5.1±1.67 <sup>a</sup>	5.9±1.67 <sup>a</sup>
	뒷맛	5.1±1.94 <sup>a</sup>	4.9±1.55 <sup>a</sup>
제품 기호도 검사			
외관	색**	4.6±1.40 <sup>b</sup>	6.5±1.73 <sup>a</sup>
향미	향미강도	5.5±1.85 <sup>a</sup>	6.2±1.57 <sup>a</sup>
	단맛	5.9±1.79 <sup>a</sup>	6.0±1.81 <sup>a</sup>
	담백한맛	5.3±1.33 <sup>a</sup>	6.0±2.45 <sup>a</sup>
	고소한맛	5.2±1.66 <sup>a</sup>	6.3±1.94 <sup>a</sup>
	뒷맛	5.1±2.13 <sup>a</sup>	5.4±1.76 <sup>a</sup>
전반적인 기호도		4.6±1.30 <sup>a</sup>	5.7±1.63 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.(P<0.01)

Table 2-171. 효소비율 6.67%와 1.67%의 음료간의 강도검사와 기호도검사

제품 개선 검사					
		6.67%		1.67%	
		프립1%	프립2%	프립1%	프립2%
외관	색**	5±1.49 <sup>b</sup>	6.5±1.27 <sup>a</sup>	6.7±0.96 <sup>a</sup>	4.9±1.83 <sup>b</sup>
향미	향미강도	6.4±0.84 <sup>a</sup>	6.3±1.49 <sup>a</sup>	6.4±1.76 <sup>a</sup>	5.9±1.19 <sup>a</sup>
	단맛	5.7±1.64 <sup>b</sup>	7.1±1.45 <sup>a</sup>	6.3±1.35 <sup>ab</sup>	6.3±1.18 <sup>ab</sup>
	담백한맛*	4±1.76 <sup>b</sup>	4.7±1.70 <sup>ab</sup>	5.1±1.22 <sup>ab</sup>	6.1±2.00 <sup>a</sup>
	고소한맛	4.6±1.07 <sup>a</sup>	5.4±1.78 <sup>a</sup>	5.1±1.67 <sup>a</sup>	5.9±1.67 <sup>a</sup>
	뒷맛	5.2±2.10 <sup>a</sup>	5.5±2.17 <sup>a</sup>	5.1±1.94 <sup>a</sup>	4.9±1.55 <sup>a</sup>
제품 기호도 검사					
외관	색**	6.7±2.06 <sup>a</sup>	5±1.56 <sup>b</sup>	4.6±1.40 <sup>b</sup>	6.5±1.73 <sup>a</sup>
향미	향미강도	5.5±2.01 <sup>a</sup>	5.4±1.65 <sup>a</sup>	5.5±1.85 <sup>a</sup>	6.2±1.57 <sup>a</sup>
	단맛	4.9±1.20 <sup>a</sup>	4.6±1.96 <sup>a</sup>	5.9±1.79 <sup>a</sup>	6.0±1.81 <sup>a</sup>
	담백한맛*	3.6±2.27 <sup>b</sup>	4.3±1.64 <sup>ab</sup>	5.3±1.33 <sup>ab</sup>	6.0±2.45 <sup>a</sup>
	고소한맛*	4.2±1.69 <sup>b</sup>	4.9±1.73 <sup>ab</sup>	5.2±1.66 <sup>ab</sup>	6.3±1.94 <sup>a</sup>
	뒷맛	3.7±2.45 <sup>a</sup>	4±2.11 <sup>a</sup>	5.1±2.13 <sup>a</sup>	5.4±1.76 <sup>a</sup>
전반적인 기호도*		3.7±2.21 <sup>b</sup>	4.1±1.60 <sup>b</sup>	4.6±1.30 <sup>ab</sup>	5.7±1.63 <sup>a</sup>

\*P<0.05 ; \*\* P<0.01

<sup>a, b</sup> Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

## 다. 전자레인지용 즉석죽 제조를 위한 soup mix 개발

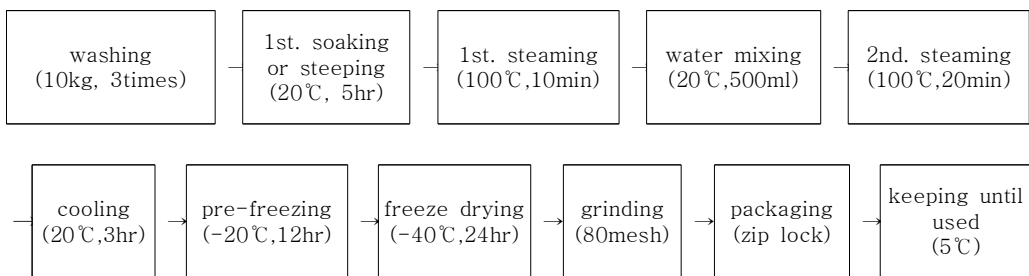
### (1) 실험재료 및 방법

#### (가) 실험재료

본 실험에 사용한 멥쌀(일반미 동안벼, 2002년산, 전남 고흥)과 찹쌀(일반미 산동벼, 2002년산, 전남 고흥)은 시중 농협에서 구입하고, 쇠고기는 전북 태인에서 33개월 사육되어 도축한 쇠고기 설도 부위를 구입하여 이용하였다. 그리고 야채는 시중 마트에서 구입하였으며 마늘분말은 상형푸드팜(주)에서 구입하고, 다시다(제일제당)와 소금(염도: 88%, 남도 꽃소금, 솔테크식품)은 시중에서 구입하여 실험에 이용하였다.

#### ① 멥쌀 및 찹쌀가루의 제조

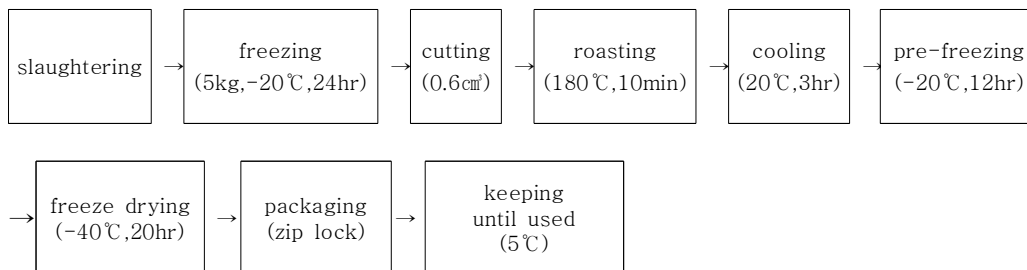
구입한 멥쌀 (일반미 동안벼, 2002년산, 전남 고흥)과 찹쌀 각각 10kg을 3회 세척하여 15L(1.5배)의 물을 가해 실온 (23 ℃)에서 5시간 침지시킨 후 건져서 30분간 체에 받쳐 흘러내리는 물기를 제거하였다. 그리고나서 100℃의 증기로 10분간 1차 증자한 후, 꺼내서 500ml의 물과 혼합하여 20분간 2차 증자를 실시하였다. 이후 실온에서 3시간 식힌 후, -20℃에서 12hr 예냉하여 Freeze dryer(SFDTS 10K, Samwon., Korea)를 이용해서 동결건조 하고나서 PE백에 포장한 후 냉장 (5 ℃)보관하면서 실험에 사용하였다.



#### ② 쇠고기 입자의 제조

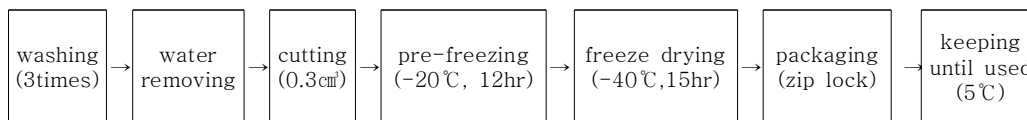
전북 태인에서 33개월 사육되어 도축한 쇠고기 설도 부위를 -20 ℃에서 24시간 냉

동하여 육절기 (HFS 350G, 한국후지공업(주), Korea)를 이용하여 절단하고 가스버너 (RGR-30SV, Rinnai, Seoul)로 익힌 다음, Freeze dryer (SFDTS 10K, Samwon, Korea)에서 동결 건조하여 PE백에 밀봉하여 냉장보관(5 ℃)하면서 실험에 사용하였다.



### ③ 야채 입자의 제조

당근, 양파, 버섯, 대파의 입자시료의 제조는 입자크기를 0.3 cm로 절단한 후, Freeze dryer (SFDTS 10K, Samwon., Korea)를 이용해서 동결건조하고 동결 건조된 마늘분말은 상형푸드팜(주)에서 구입하여 PE백에 포장한 후 냉장 (5℃)보관하면서 실험에 사용하였다.



## (나) 실험방법

### ① 즉석 쇠고기 야채 찐죽의 최적화 실험 설계 및 분석

즉석 쇠고기 야채 찐죽의 최적 배합비를 결정하기 위하여 이화학적 및 관능적 특성의 변화를 모니터링 하고자 식품공업에서 그 제조공정이나 제품개발 등에 활용되고 있는 반응표면분석법 (response surface methodology, RSM)을 사용하였으며 이때 실험계획은 중심합성계획법을 적용하였다. 요인변수로는 즉석 쇠고기 야채 찐죽의 제조에 있어서 중요한 요인으로 작용하는 물의 양, 찹쌀의 양, 가열시간 조건을



예비실험을 바탕으로 다섯 단계로 부호화 하였다. 또한 요인변수 (배합비,  $X_n$ )를 중심합성계획에 따라 17실험구로 구분하여 조리실험을 실시하였고 이들 요인변수에 의해 영향을 받는 반응변수 ( $Y_n$ )는 야채죽의 이화학적 및 관능적 특성으로 하여 회귀분석에 사용하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS (statistical analysis system) program을 이용하였으며, 야채죽의 조리조건이 이화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향은 SAS program을 이용한 3차원 반응표면분석을 하였다.

#### ② 고형분 함량 측정

고형분은 105 ℃에서 상압 가열건조법으로 수분을 측정하고 100에서 그 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

#### ③ 색도 측정

제조된 죽의 색도는 Hunter 색차계(Spectrophotometer, Minolta CM-3500d, Japan)를 이용하여 Hunter의 색계인 밝은 정도를 나타내는 L값 (Lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a값(Redness), 노란색의 정도를 나타내는 b값 (Yellowness)으로 나타내었다. 이때 zero calibration은 CM-A 124 box와 white calibration은 CM-A 120 box를 이용하였다.

#### ④ 점도 측정

점도의 측정은 500 ml의 비이커에 60 ℃의 죽을 400 ml 취해 Brookfield digital viscometer (Model DV-II, Brookfield Engineering, USA)로 spindle No. 2 (Model RVT)를 사용하고 60 rpm의 속도로 측정하였다.

#### ⑤ 당도 측정

당도의 측정은 조건을 달리하여 제조한 죽을 당도계 (NAR 1T, Atago, Japan)를 이용하여 각각의 당도를 측정하였다.

#### ⑥ 퍼짐성 측정

퍼짐도는 Line Spread Chart를 사용하여 60 ℃의 죽을 지름이 40 mm이고 높이가

20 mm인 플라스틱 원통에 2분 동안 넣은 후, 원통을 들어올려 2분 동안 퍼지게 하여 퍼진 부분 4군데 (동서남북 방향)의 부위에서 반지름을 측정하여 평균치를 구하였다.

⑦ pH 측정

pH의 측정은 pH meter (VWR Scientific Products, model 8000)를 사용하여 pH를 측정하였다.

⑧ 관능검사

관능적 평가는 15명의 전남대학교 식품공학과 학생들을 대상으로 5점 채점법을 실시하였으며 색상, 맛, 향기, 점성 및 전반적인 기호도에 대하여 “대단히 좋다”를 5점으로 하고, “대단히 나쁘다”를 1점으로 하였다. 소고기 야채죽을 제조한 후 백색 용기에 각각 sample을 담아서 준비하였으며 이 때 죽의 온도가 60 ℃를 유지하도록 water bath를 사용하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 제조조건에 따른 전자레인지용 즉석죽의 이화학적 특성 조사

Table 2-172. 전자레인지용 즉석죽의 야채 배합비

	쌀가루	양파	마늘	대파	당근	버섯	소금	다시다	쇠고기	총무게
배합비(g)	20	0.36	0.68	0.12	0.20	0.20	1.12	0.112	1.00	25.00
배합율(%)	84.06	1.51	2.86	0.50	0.84	0.84	4.71	0.47	4.20	100

Table 2-173. Level of independent variables for experimental design

X <sub>i</sub>	Independent variables	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X <sub>1</sub>	Heating time (min.)	3	3.5	4	4.5	5
X <sub>2</sub>	Water volume (mL)	300	330	360	390	420
X <sub>3</sub>	Waxy rice (g)	11	13	15	17	19

전자레인지를 이용한 즉석 쇠고기 야채 쌀죽의 제조에 있어서 중요한 변수로 고려되어지는 가열 시간, 물의 함량 그리고 찰쌀의 함량을 결정하는데 예비실험을 바탕으로 다섯 단계로 부호화하였다 (Table 2-173). 또한 요인변수를 중심합성계획에 따라 17실험구로 구분하여 Table 2-174에 나타내었다.

Table 2-174. Central composite design for the manufacturing microwavable instant rice and vegetable soup

Experiment number	Heating time (min.)	Water volume (mL)	Waxy rice (g)
1	3.5(-1)	330(-1)	13(-1)
2	3.5(-1)	330(-1)	17(+ 1)
3	3.5(-1)	390(+ 1)	13(-1)
4	3.5(-1)	390(+ 1)	17(+ 1)
5	4.5(+ 1)	330(-1)	13(-1)
6	4.5(+ 1)	330(-1)	17(+ 1)
7	4.5(+ 1)	390(+ 1)	13(-1)
8	4.5(+ 1)	390(+ 1)	17(+ 1)
9	4(0)	360(0)	15(0)
10	4(0)	360(0)	15(0)
11	4(0)	360(0)	15(0)
12	3(-2)	360(0)	15(0)
13	5(+ 2)	360(0)	15(0)
14	4(0)	300(-2)	15(0)
15	4(0)	420(+ 2)	15(0)
16	4(0)	360(0)	11(-2)
17	4(0)	360(0)	19(+ 2)

Table 2-175. The color value of microwavable instant rice and vegetable soup manufactured by central composite design

Experiment number	Hunter color		
	L*	a*	b*
1	67.06 ± 0.81 <sup>ab</sup>	-2.01 ± 0.10 <sup>bc</sup>	3.81 ± 0.62 <sup>bc</sup>
2	67.32 ± 1.36 <sup>ab</sup>	-2.16 ± 0.21 <sup>bc</sup>	3.10 ± 0.84 <sup>cd</sup>
3	66.92 ± 0.58 <sup>ab</sup>	-2.04 ± 0.14 <sup>bc</sup>	3.60 ± 0.87 <sup>c</sup>
4	67.82 ± 1.40 <sup>ab</sup>	-1.97 ± 0.18 <sup>b</sup>	3.94 ± 0.57 <sup>bc</sup>
5	64.94 ± 0.58 <sup>d</sup>	-1.97 ± 0.10 <sup>b</sup>	3.49 ± 0.52 <sup>c</sup>
6	65.03 ± 1.14 <sup>d</sup>	-2.06 ± 0.15 <sup>bc</sup>	1.58 ± 0.96 <sup>ef</sup>
7	65.81 ± 0.25 <sup>cd</sup>	-2.12 ± 0.06 <sup>bc</sup>	1.05 ± 0.37 <sup>f</sup>
8	65.11 ± 1.35 <sup>d</sup>	-2.04 ± 0.08 <sup>bc</sup>	1.27 ± 0.60 <sup>ef</sup>
9	66.35 ± 0.26 <sup>bc</sup>	-2.07 ± 0.05 <sup>bc</sup>	2.32 ± 0.49 <sup>de</sup>
10	65.87 ± 0.87 <sup>cd</sup>	-2.23 ± 0.11 <sup>de</sup>	3.60 ± 0.70 <sup>c</sup>
11	66.28 ± 0.16 <sup>bc</sup>	-1.72 ± 0.20 <sup>a</sup>	5.70 ± 0.44 <sup>a</sup>
12	68.06 ± 0.80 <sup>a</sup>	-2.12 ± 0.07 <sup>bcd</sup>	4.01 ± 0.28 <sup>bc</sup>
13	64.98 ± 0.59 <sup>d</sup>	-2.31 ± 0.01 <sup>e</sup>	2.09 ± 0.43 <sup>def</sup>
14	65.70 ± 0.95 <sup>cd</sup>	-2.11 ± 0.11 <sup>bc</sup>	3.36 ± 0.55 <sup>c</sup>
15	66.86 ± 1.10 <sup>ab</sup>	-2.08 ± 0.08 <sup>bc</sup>	4.77 ± 0.19 <sup>ab</sup>
16	66.30 ± 0.71 <sup>bc</sup>	-2.21 ± 0.03 <sup>cd</sup>	3.75 ± 0.52 <sup>bc</sup>
17	66.59 ± 0.28 <sup>ab</sup>	-1.99 ± 0.09 <sup>bc</sup>	5.14 ± 0.43 <sup>a</sup>

Values are Mean ± standard deviation (Tripllicated measurement)

<sup>a-f</sup> Means in columns with different superscript letters are significantly different (P<0.05) using Duncan's multiple range test

Table 2-176. Polynomial equations of color calculated by RSM program for processing instant RGBV

Response	Polynomial equation	R <sup>2</sup>	Pr> F
	$Y(L^*)=74.670951-2.935217X_1-0.026547X_2+0.544090X_3+33$		
L* value	$5652X_1^2+0.004917X_1X_2+0.00002657X_2^2-0.221250X_1X_3-0.000$ $313X_2X_3+0.016291X_3^2$	0.9497	0.0009
	$Y(a^*)=-7.751005+2.276087X_1+0.013319X_2-0.160448X_3-0.$		
a* value	$198261X_1^2-0.002417X_1X_2-0.00002174X_2^2+0.008750$ $X_1X_3+0.000813X_2X_3-0.005204X_3^2$	0.3509	0.8872
	$Y(b^*)=-119.6595+34.930761X_1+0.228707X_2+1.559592X_3-1$		
b* value	$.084783X_1^2-0.053167X_1X_2-0.00001938X_2^2-0.540000X_1X_3+0.$ $000375X_2X_3+0.019389X_3^2$	0.4622	0.7193

Table 2-177. The physical chemical of microwave instant rice and vegetable soup manufactured by central composite design

Exp. No.	Viscosity (cP)	Spreadability (cm)	pH	Soluble solid (%)
1	525.90 ± 2.51 <sup>g</sup>	4.88 ± 0.13 <sup>fg</sup>	5.99 ± 0.02 <sup>ef</sup>	9.29 ± 0.04 <sup>b</sup>
2	503.80 ± 3.16 <sup>k</sup>	4.59 ± 0.12 <sup>gh</sup>	5.96 ± 0.02 <sup>g</sup>	7.05 ± 0.03 <sup>h</sup>
3	577.13 ± 1.82 <sup>b</sup>	6.41 ± 0.12 <sup>b</sup>	5.93 ± 0.01 <sup>gh</sup>	9.08 ± 0.04 <sup>bc</sup>
4	560.67 ± 3.56 <sup>c</sup>	6.33 ± 0.21 <sup>bc</sup>	5.96 ± 0.01 <sup>fg</sup>	7.12 ± 0.07 <sup>h</sup>
5	515.20 ± 2.80 <sup>i</sup>	4.23 ± 0.17 <sup>hi</sup>	5.91 ± 0.02 <sup>h</sup>	9.33 ± 0.30 <sup>b</sup>
6	509.43 ± 6.44 <sup>j</sup>	4.18 ± 0.25 <sup>i</sup>	6.26 ± 0.01 <sup>a</sup>	7.14 ± 0.14 <sup>h</sup>
7	563.53 ± 2.20 <sup>c</sup>	6.28 ± 0.33 <sup>bcd</sup>	6.20 ± 0.01 <sup>b</sup>	9.12 ± 0.09 <sup>bc</sup>
8	551.30 ± 1.08 <sup>d</sup>	6.30 ± 0.37 <sup>bc</sup>	6.18 ± 0.04 <sup>b</sup>	7.60 ± 0.31 <sup>g</sup>
9	520.57 ± 2.50 <sup>h</sup>	5.88 ± 0.16 <sup>de</sup>	6.06 ± 0.03 <sup>d</sup>	8.49 ± 0.09 <sup>def</sup>
10	521.47 ± 1.23 <sup>gh</sup>	5.59 ± 0.19 <sup>e</sup>	6.20 ± 0.02 <sup>b</sup>	8.33 ± 0.33 <sup>ef</sup>
11	522.12 ± 1.91 <sup>gh</sup>	5.60 ± 0.37 <sup>e</sup>	6.11 ± 0.01 <sup>c</sup>	8.71 ± 0.44 <sup>cde</sup>
12	534.23 ± 2.09 <sup>f</sup>	5.95 ± 0.40 <sup>cdf</sup>	6.11 ± 0.03 <sup>c</sup>	8.99 ± 0.29 <sup>bc</sup>
13	530.87 ± 0.93 <sup>f</sup>	5.13 ± 0.15 <sup>f</sup>	6.18 ± 0.02 <sup>b</sup>	8.86 ± 0.44 <sup>cd</sup>
14	403.30 ± 2.85 <sup>l</sup>	2.15 ± 0.21 <sup>f</sup>	6.10 ± 0.04 <sup>c</sup>	8.17 ± 0.03 <sup>f</sup>
15	608.00 ± 2.34 <sup>a</sup>	7.33 ± 0.53 <sup>a</sup>	6.03 ± 0.02 <sup>de</sup>	8.35 ± 0.19 <sup>ef</sup>
16	542.70 ± 2.11 <sup>e</sup>	5.88 ± 0.21 <sup>de</sup>	6.04 ± 0.01 <sup>d</sup>	9.89 ± 0.10 <sup>a</sup>
17	535.10 ± 1.78 <sup>f</sup>	5.09 ± 0.10 <sup>f</sup>	6.09 ± 0.02 <sup>c</sup>	7.28 ± 0.12 <sup>gh</sup>

Values are Mean ± standard deviation (Tripllicated measurement)

<sup>a-1</sup> Means in columns with different superscript letters are significantly different (P<0.05) using Duncan's multiple range test

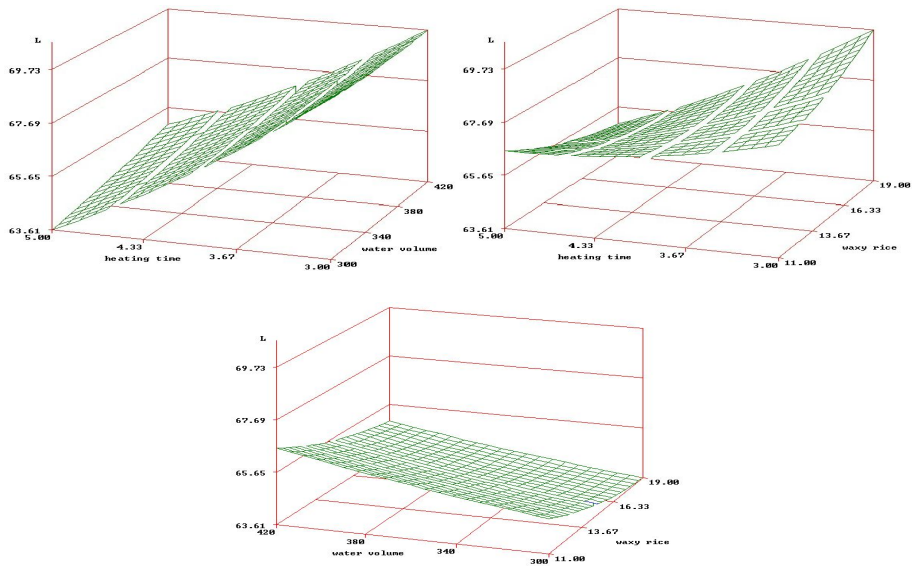


Fig. 2-51. Contour map of color ( $L^*$ ) in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

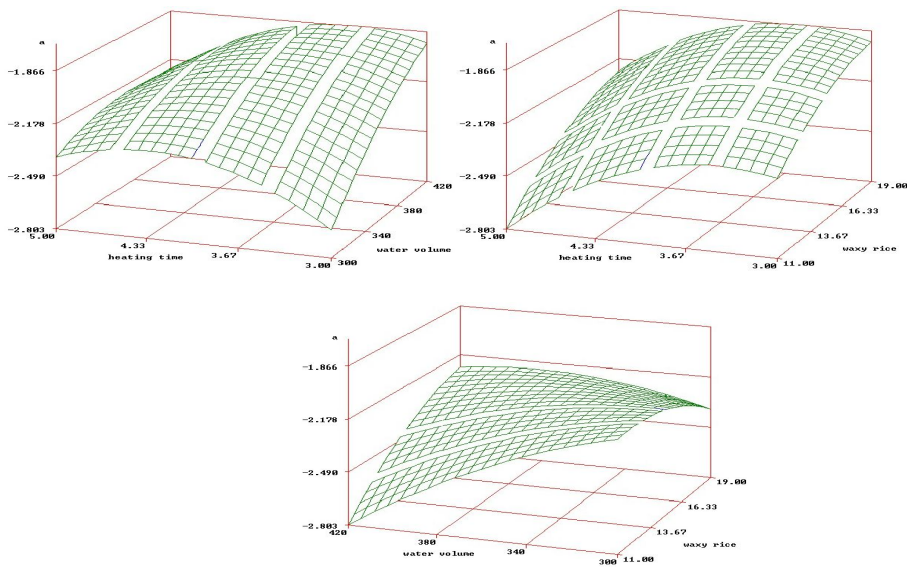


Fig. 2-52. Contour map of color ( $a^*$ ) in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)



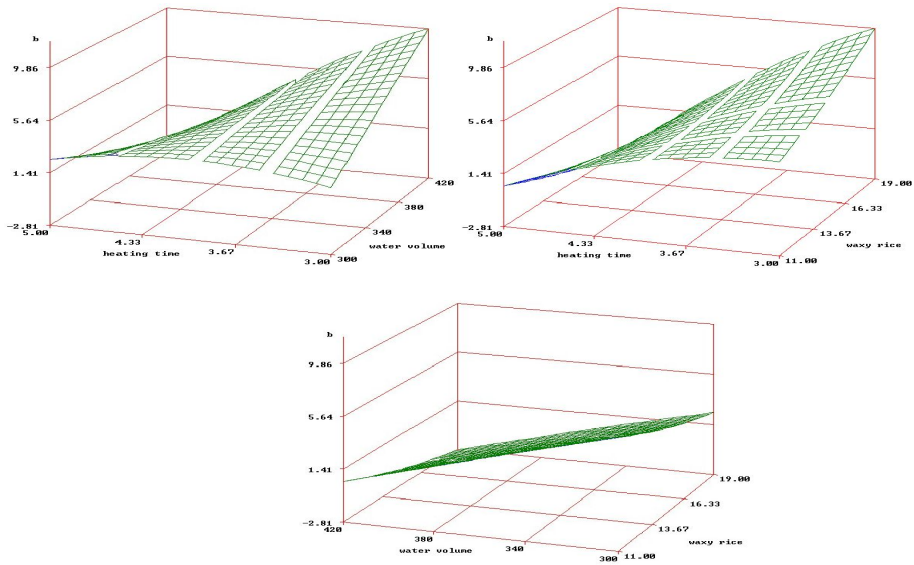


Fig. 2-53. Contour map of color ( $b^*$ ) in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

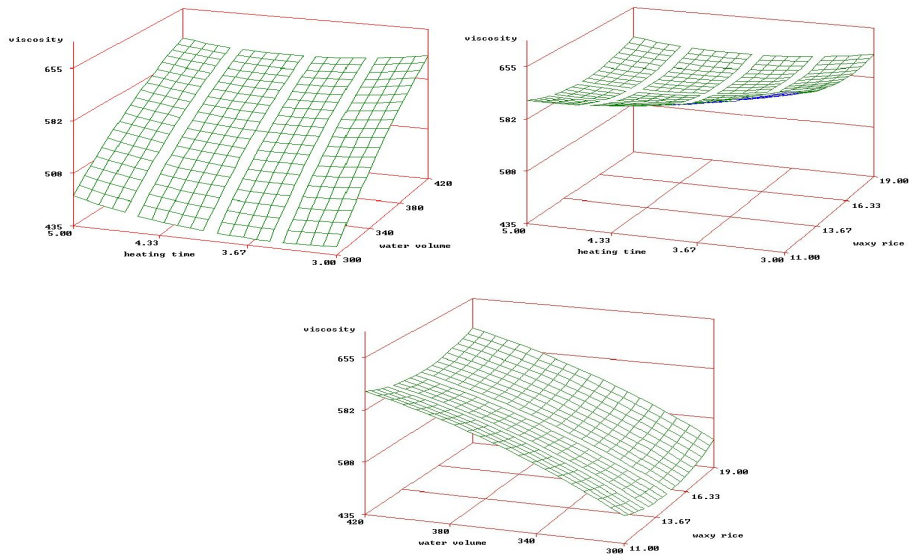


Fig. 2-54. Contour map of viscosity (cP) in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

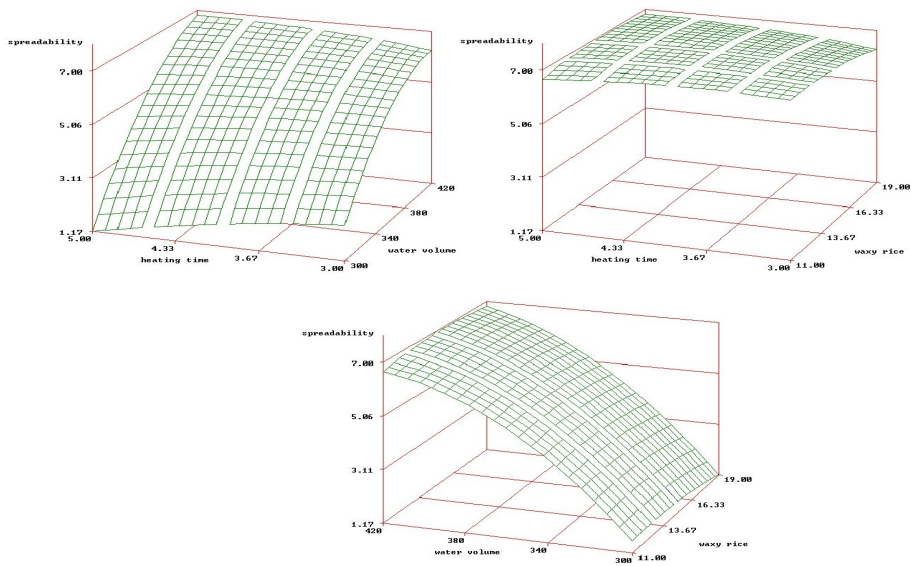


Fig. 2-55. Contour map of spreadability (cm) in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

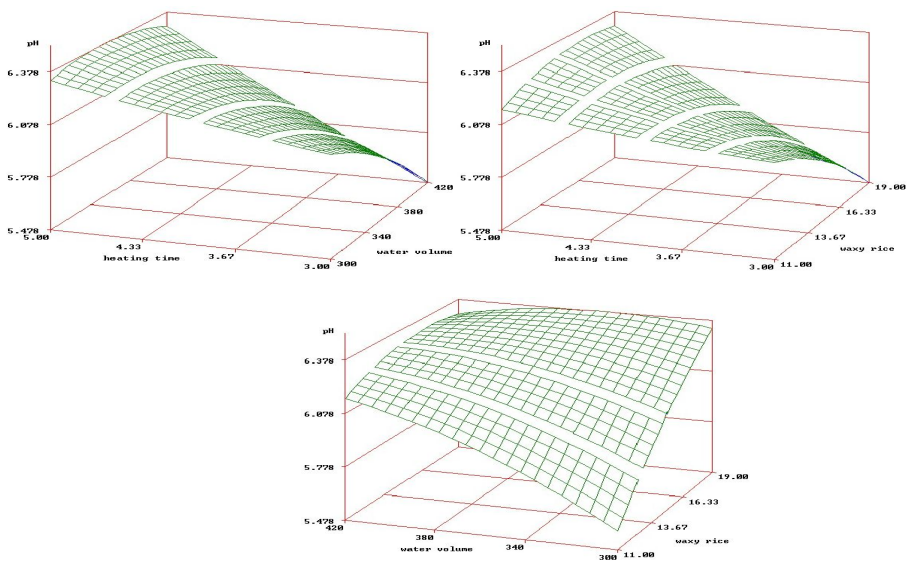


Fig. 2-56. Contour map of pH in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

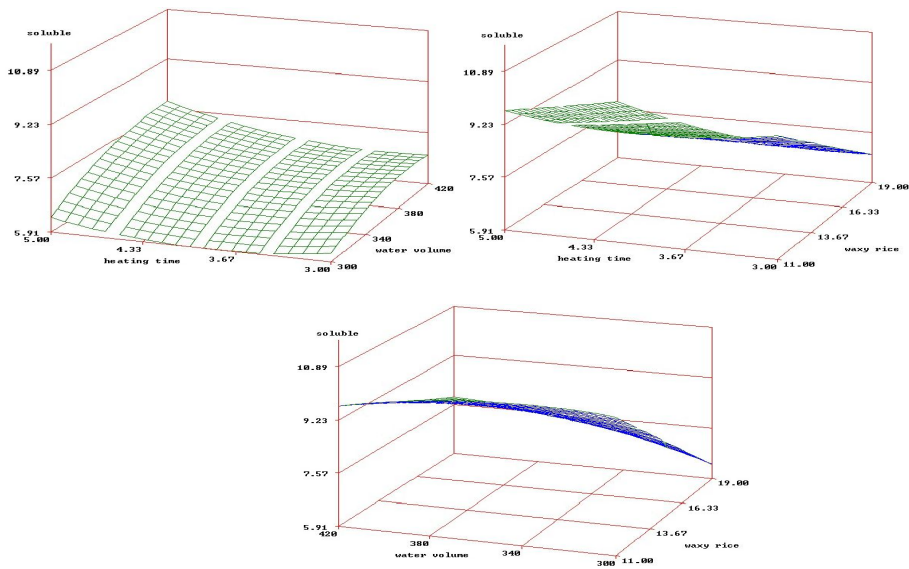


Fig. 2-57. Contour map of soluble solid (%) in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

(나) 제조조건에 따른 전자레인지용 즉석죽의 관능적 특성

Table 2-178. Sensory evaluation of instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV) by central composite design

Exp. No.	Sensory evaluation				
	Color	Flavor	Taste	Viscosity	Overall acceptance
1	2.69 ± 0.18 <sup>e</sup>	3.33 ± 0.21 <sup>b</sup>	3.39 ± 0.13 <sup>bc</sup>	3.58 ± 0.12 <sup>de</sup>	3.12 ± 0.11 <sup>cd</sup>
2	2.21 ± 0.13 <sup>f</sup>	3.43 ± 0.22 <sup>ab</sup>	3.31 ± 0.26 <sup>c</sup>	3.75 ± 0.13 <sup>cd</sup>	3.05 ± 0.78 <sup>d</sup>
3	3.29 ± 0.10 <sup>cd</sup>	3.38 ± 0.23 <sup>ab</sup>	3.27 ± 0.23 <sup>c</sup>	3.35 ± 0.80 <sup>ef</sup>	3.99 ± 0.35 <sup>ab</sup>
4	3.30 ± 0.21 <sup>cd</sup>	3.47 ± 0.26 <sup>ab</sup>	3.32 ± 0.11 <sup>c</sup>	3.52 ± 0.28 <sup>def</sup>	3.35 ± 0.12 <sup>c</sup>
5	2.22 ± 0.20 <sup>f</sup>	3.57 ± 0.08 <sup>ab</sup>	3.29 ± 0.12 <sup>c</sup>	3.36 ± 0.16 <sup>ef</sup>	3.21 ± 0.14 <sup>cd</sup>
6	2.09 ± 0.07 <sup>f</sup>	3.50 ± 0.13 <sup>ab</sup>	3.11 ± 0.90 <sup>cd</sup>	3.89 ± 0.87 <sup>c</sup>	3.06 ± 0.95 <sup>d</sup>
7	3.57 ± 0.26 <sup>c</sup>	3.68 ± 0.13 <sup>a</sup>	3.58 ± 0.19 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.82 <sup>cd</sup>	3.25 ± 0.19 <sup>cd</sup>
8	3.27 ± 0.14 <sup>cd</sup>	3.43 ± 0.11 <sup>ab</sup>	3.26 ± 0.09 <sup>c</sup>	3.45 ± 0.12 <sup>ef</sup>	3.89 ± 0.17 <sup>b</sup>
9	4.20 ± 0.22 <sup>ab</sup>	3.37 ± 0.14 <sup>ab</sup>	4.35 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.50 ± 0.16 <sup>a</sup>	4.05 ± 0.70 <sup>ab</sup>
10	4.17 ± 0.13 <sup>ab</sup>	3.48 ± 0.98 <sup>ab</sup>	4.47 ± 0.11 <sup>a</sup>	4.36 ± 0.18 <sup>ab</sup>	4.22 ± 0.15 <sup>a</sup>
11	4.35 ± 0.29 <sup>a</sup>	3.60 ± 0.14 <sup>ab</sup>	4.37 ± 0.65 <sup>a</sup>	4.56 ± 0.13 <sup>a</sup>	4.11 ± 0.16 <sup>ab</sup>
12	3.26 ± 0.22 <sup>cd</sup>	3.40 ± 0.26 <sup>ab</sup>	3.23 ± 0.11 <sup>c</sup>	3.75 ± 0.87 <sup>cd</sup>	2.19 ± 0.12 <sup>f</sup>
13	3.10 ± 0.15 <sup>d</sup>	3.52 ± 0.11 <sup>ab</sup>	3.15 ± 0.13 <sup>cd</sup>	4.21 ± 0.13 <sup>b</sup>	2.22 ± 0.96 <sup>f</sup>
14	2.34 ± 0.26 <sup>f</sup>	3.37 ± 0.12 <sup>ab</sup>	2.34 ± 0.70 <sup>e</sup>	2.03 ± 0.44 <sup>g</sup>	2.15 ± 0.12 <sup>f</sup>
15	3.92 ± 0.21 <sup>b</sup>	3.45 ± 0.13 <sup>ab</sup>	2.92 ± 0.21 <sup>d</sup>	2.14 ± 0.95 <sup>g</sup>	2.49 ± 0.12 <sup>e</sup>
16	3.03 ± 0.10 <sup>d</sup>	3.56 ± 0.26 <sup>ab</sup>	3.11 ± 0.11 <sup>cd</sup>	3.32 ± 0.87 <sup>f</sup>	3.23 ± 0.19 <sup>cd</sup>
17	3.29 ± 0.25 <sup>cd</sup>	3.44 ± 0.12 <sup>ab</sup>	3.31 ± 0.16 <sup>c</sup>	3.45 ± 0.11 <sup>ef</sup>	3.89 ± 0.13 <sup>b</sup>

Values are Mean ± standard deviation (Tripllicated measurement)

a-g Means in columns with different superscript letters are significantly different (P<0.05) using Duncan's multiple range test

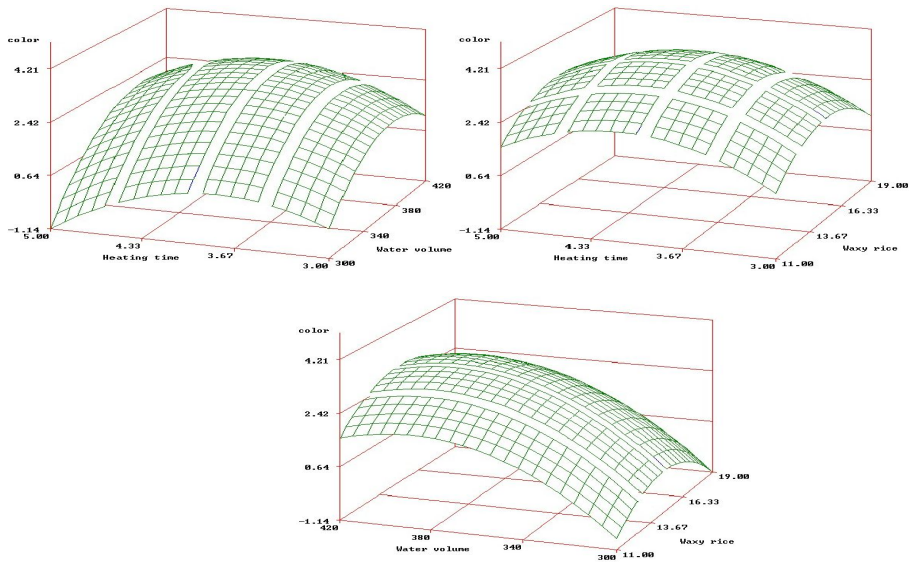


Fig. 2-58. Contour map of color in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

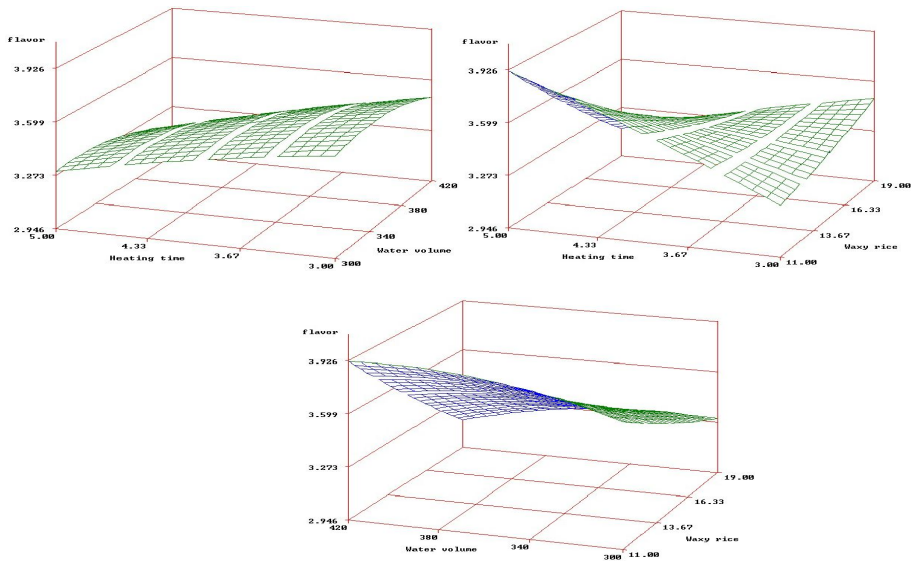


Fig. 2-59. Contour map of flavor in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

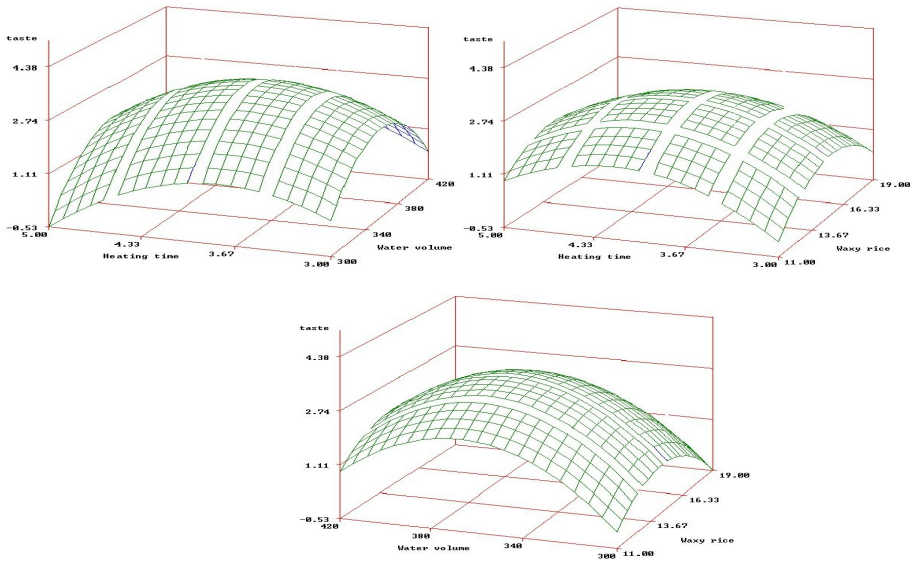


Fig. 2-60. Contour map of taste in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

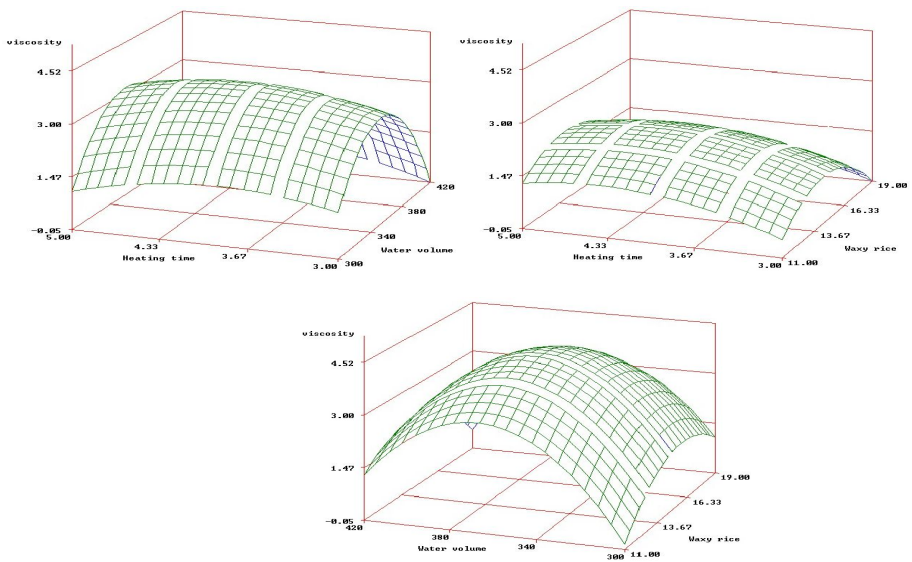


Fig. 2-61. Contour map of viscosity in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

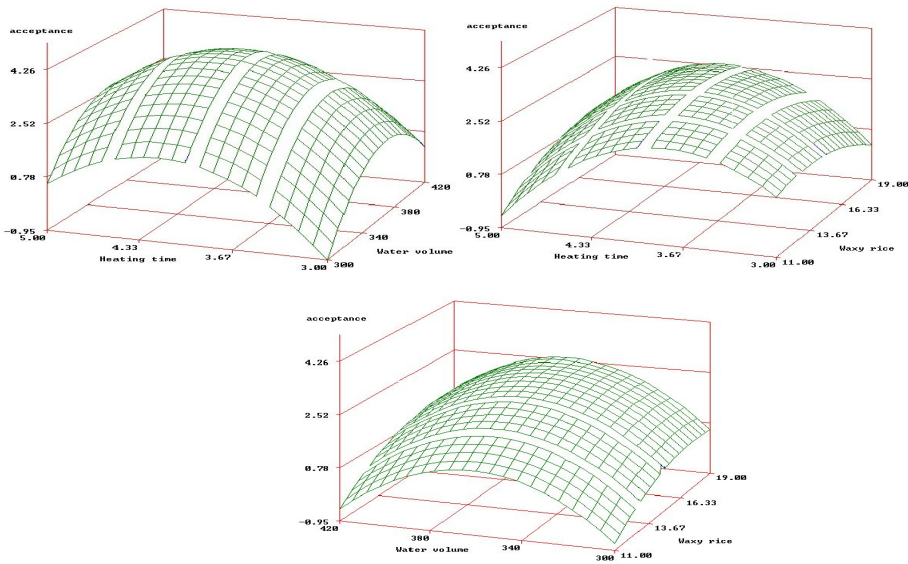


Fig. 2-62. Contour map of overall acceptance in manufacturing instant rice gruel with beef and vegetables (RGBV)

Table 2-179. Polynomial equations calculated by RSM program for processing instant RGBV

Response	Polynomial equation	R <sup>2</sup>	Pr>F
Color	$Y = -65.986957 + 6.633804X_1 + 0.220158X_2 + 1.947962X_3 - 1.163913X_1^2 + 0.00700X_1X_2 - 0.000337X_2^2 + 0.005000X_1X_3 + 0.000667X_2X_3 - 0.073995X_3^2$	0.7458	0.0919
Flavor	$Y = -6.183886 + 1.379674X_1 + 0.022513X_2 + 0.351291X_3 - 0.21522X_1^2 - 0.00041X_1X_2 - 0.00001986X_2^2 - 0.063750X_1X_3 - 0.000396X_2X_3 + 0.001155X_3^2$	0.7269	0.1748
Taste	$Y = -93.664973 + 8.914565X_1 + 0.339822X_2 + 2.476617X_3 - 1.213696X_1^2 + 0.004583X_1X_2 - 0.000493X_2^2 - 0.058750X_1X_3 - 0.000020833X_2X_3 - 0.074606X_3^2$	0.9741	0.0001
Viscosity	$Y = -109.454606 + 2.941196X_1 + 0.485884X_2 + 2.699538X_3 - 0.476087X_1^2 + 0.00333X_1X_2 - 0.000659X_2^2 - 0.012500X_1X_3 - 0.001708X_2X_3 - 0.066943X_3^2$	0.9719	0.0001
Overall acceptance	$Y = -90.595258 + 13.584130X_1 + 0.359270X_2 + 0.230109X_3 - 1.867391X_1^2 - 0.00250X_1X_2 - 0.000487X_2^2 + 0.150000X_1X_3 + 0.000458X_2X_3 - 0.032024X_3^2$	0.8817	0.0152

(ㄷ) 전자레인지용 soup mix의 저장 기간 경과에 따른 품질 변화

Table 2-180. Changes of physicochemical characteristics during storage period

Parameter	Storage period (weeks)						
	0	2	4	6	8	10	12
Moisture(%)	91.54 <sup>a</sup>	92.66 <sup>a</sup>	91.28 <sup>a</sup>	91.17 <sup>a</sup>	91.15 <sup>a</sup>	90.95 <sup>a</sup>	90.90 <sup>a</sup>
L*	65.37 <sup>a</sup>	65.57 <sup>a</sup>	65.07 <sup>a</sup>	65.60 <sup>a</sup>	64.81 <sup>b</sup>	63.07 <sup>b</sup>	63.03 <sup>b</sup>
Color	a*	-2.72 <sup>a</sup>	-2.51 <sup>a</sup>	-1.84 <sup>b</sup>	-1.76 <sup>b</sup>	-0.47 <sup>c</sup>	-0.30 <sup>c</sup>
	b*	3.97 <sup>b</sup>	3.76 <sup>b</sup>	3.99 <sup>b</sup>	5.19 <sup>a</sup>	5.75 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>
Viscosity	532.4	530.6	535.3	533.6	536.9	529.6	528.6
Spreadability	4.90	4.91	5.60	4.93	4.53	5.01	5.00
pH	6.12	6.10	6.05	6.10	6.10	6.16	6.12
Soluble solid	8.46	8.34	8.72	8.62	8.85	9.05	9.10

a-g Means in same row with different superscript letters are significantly different (P<0.05) using Duncan's multiple range test

Table 2-181. Sensory evaluation of soup mix during storage period

Parameter	Periods (weeks)						
	0	2	4	6	8	10	12
Color	3.67 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>	3.70 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	3.56 <sup>a</sup>	3.23 <sup>b</sup>	3.21 <sup>b</sup>
Flavor	3.52 <sup>a</sup>	3.30 <sup>a</sup>	3.32 <sup>a</sup>	3.45 <sup>a</sup>	3.28 <sup>b</sup>	3.23 <sup>b</sup>	3.16 <sup>b</sup>
Taste	3.50 <sup>a</sup>	3.52 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	2.33 <sup>b</sup>	2.51 <sup>b</sup>
Viscosity	3.58	3.30	3.50	3.90	3.60	3.42	3.33
Overall acceptance	3.40 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	3.70 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>	3.01 <sup>b</sup>	2.90 <sup>b</sup>

a-g Means in same row with different superscript letters are significantly different (P<0.05) using Duncan's multiple range test



## 제4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제분 방법에 따른 멥쌀과 찰쌀가루의 특성 및 입자크기에 따른 쌀가루의 물성 특성을 확립하였으며 확립된 특성을 이용하여 쌀가루 부침가루 및 튀김가루 제조 공정 및 배합비를 설정하였다. 쌀가루를 이용한 죽류의 품질 특성을 파악하였다. 입자크기, 분쇄방법, 배합비율에 따른 백설기, 시루떡, 증편, 인절미의 떡 제조방법과 떡류에 적합한 쌀가루 소재 확립에서 백설기, 시루떡은 멥쌀 습식쌀가루 80Mesh 이하, 증편은 멥쌀 습식쌀가루 100 - 140 Mesh, 인절미는 찰쌀 습식쌀가루 100 - 140 Mesh가 가장 우수하였다. Sucrose 및 Sorbitol을 병행하여 첨가 시 조직감 개선의 효과를 나타냈으며 진공포장 후 냉장 저장 떡류는 4주 저장기간 연장이 가능하였다. *Aspergillus oryzae* 에서 얻은  $\alpha$ -amylase 첨가 시 조직감 개선(노화방지)의 효과가 있었다. 쌀 30% 함유 고추장 및 된장제조가 가능하였으며 전자레인지용 즉석죽 제조를 위한 호화 분쇄미 및 육류의 제조, 쌀가루와 야채 및 육류 입자를 이용한 죽의 제조 확립 및 소고기 및 야채를 첨가한 즉석 쌀죽의 제조공정을 확립하였다. 쌀 발효음료인 장수의 발효특성과 이의 제조공정을 확립하였으며 소비자의 기호에 맞는 장수음료를 개발하였다. 쌀 가공식품의 현대화 및 편의화를 위해서 전자레인지에서 3분 안에 즉석떡이 되는 쌀가공제품을 개발하여 앞으로 쌀 가공식품 산업에 큰 영향을 미치며 쌀가공산업 발전에 이바지 할 것으로 생각된다.

## 제5절 연구개발결과의 활용계획

쌀 가공산업은 최근 지속적인 생산의 안정과 소비의 감소, 쌀 수입에 의한 공급 등으로 재고량이 여유가 있을 것으로 보이며 쌀 가공의 필요성이 대두됨에 따라 가공산업은 발전될 것으로 전망하며 특히 소득수준의 향상으로 점차 다양하고 편리화되고급화가 되면 쌀 가공제품을 찾는 경향이 높아지고 있어 차별화된 쌀 가공제품을 제조한다면 소비가 늘어날 것으로 전망된다. 쌀을 중심으로 한 전통식품은 죽 등이 있으며 죽은 유아식, 노인식, 환자식 등 앞으로 차별화된 고품질, 편의성, 다양성을 부여한다면 소비자층이 폭넓게 증가할 것으로 전망된다. 국제감각에 맞는 맛과 향의 개발로 국제상품화에 활용하고 쌀 전통식품을 전자레인지용 제품으로 대중화 유도하며 제품의 품질 다양화 및 고급화 유도제품의 고급화로 품질개선 및 저장성 증진으로 인한 수출 상품화 할 수 있다.

쌀 가공제품의 다양화를 위하여, 중간소재인 쌀가루를 다양하게 등급화하여 제조하는 것이 중요하므로 쌀가루의 물성(物性)등에 대한 연구결과와 이를 이용하여 면류, 떡류 및 죽류 등에 응용할 수 있다. 전자레인지에서 3분 내에 떡이 제조될 수 있는 기술과 스프타 앞의 쌀죽이 개발되어 금년 하반기에 산업화에 활용 될 것으로 전망하고 있다.

특히 실용화 단계를 거친 후 대대적인 홍보로 보급 활성화 예정이며 기업화 계획은 1단계 : 품질개선으로 기호성 및 편의성 증가하여 2단계로 쌀가공식품업체에서 판매 활성화 및 보급을 촉진시킬 예정이다.

## 제6절 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 1. 식품종합연구소

가) 식품종합연구소에서 수행중인 연구동향

- ① 가공밥의 품질 측정 연구
- ② 가공용 및 쌀의 기능성 연구를 위한 열기서열 연구
- ③ 쌀 전분의 구조 및 쌀가루의 기초연구

나) 쌀가공식품의 현황조사

- ① 일본의 경우도 쌀밥의 가공제품에 대한 연구 및 제품이 널리 유통되고 있음.
- ② 쌀을 이용한 청주제조 연구가 활발하고 그 결과에 대한 이용이 증가하고 있음.
- ③ 새로운 쌀가공제품(밥류 제외)은 기존의 제품 형태에 기능성재료를 첨가하는 수준임

다) 수집 자료

- 1) 농림수산연구개발 자료
- 2) 쌀밥의 각종 메뉴 및 쌀가공제품 등
- 3) 쌀가공 관련 논문 수편

라) 기타 사항

일본종합연구소의 곡류가공연구실은 종합연구소의 모태가 쌀 연구로부터 시작되었다는 자부심을 갖고 있고 지금도 명칭은 곡류가공연구실(Cereal Science)이지만 쌀을 중심으로 연구가 진행되고 있음.

향후 쌀 문화의 중심을 이루는 한국과 일본이 쌀 시장 개방을 앞두고 국제 협력 연구기관간의 업무 추진을 실질적인 공동연구 및 인적 교류가 이루어질 수 있도록 추진할 필요가 있음.

## 2. California State Polytechnic University

### 가) CSU에서 수행중인 연구동향

#### ① 전자레인지용 식품의 개발 동향

전자레인지에서 가열 시 전분의 물성변화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음.

특히 쌀전분 및 쌀의 가열 시 전분의 구조 변화에 관한 연구가 진행 중임.

#### ② 쌀가공제품의 전자레인지용 제품 변화

- 쌀밥이 다이어트 식품으로 각광을 받고 있고 새로운 제품보다는 기존의 제품을 생산하는 회사가 새로이 탄생하고 있음.

특히 새로이 생산되는 가공밥류(parboiled rice)의 품질 향상으로 판매가 급속히 성장하고 있음.

- 쌀음료 역시 지속적인 판매 성장을 하고 있음.

#### ③ 쌀가공제품의 전자레인지용 제품 개발에 관한 기초연구

#### ④ 한국의 흑미 및 향미의 색소에 관한 자료 요청

#### ⑤ 쌀을 이용한 전자레인지용 가공제품에 관한 실질적인 협력을 추진.

## 3. USDA ARS

### 가) Dr. Yokoyama가 진행중인 Rice and Rice byproducts for new market과 Colonic health improvement by rice bran에 관한 연구가 매우 흥미로 왔다.

현재 진행중인 쌀가공과제

청정타입의 쌀음료

무수세미 제조

쌀에서 식이섬유 추출 후 첨가재 개발(분자구조 연구 : 식이섬유 추출공정에서 압출성형을 이용한 공법)

### 나) 쌀가공제품 시장 동향

#### ① 미국의 경우도 쌀밥의 가공제품에 대한 연구 및 제품이 널리 유통되고 있음.

② 쌀을 이용한 새로운 제품 연구가 활발하고 그 결과에 대한 이용이 증가하고 있음.

③ 새로운 쌀가공제품(밥류)은 기존의 제품 형태로 새로운 제조 판매회사가 증가하고 있음. 아시아 계통의 소비에서 미국민으로 급속히 확장되고 있음

다. 수집자료

- ① 전자레인지용 제품개발 연구 논문
- ② 쌀밥(Parboiled rice)의 각종 메뉴 및 쌀가공제품 등
- ③ 쌀음료 가공 공정 관련 논문

라. 기타사항

미국 내 쌀가공제품은 가공밥류 중심으로 진행되고 있으며 특히 가공밥류의 시장이 확대되면서 새로운 가공밥류 제조회사가 탄생하고 있음. 향후 미국 내에서 쌀이 다이어트 식품으로 주목을 받기 시작하여 쌀밥 문화로 진행되고 있어 쌀 시장 개방을 앞두고 연구기관간의 업무 추진을 실질적인 공동연구 및 인적 교류가 이루어질 수 있도록 추진할 필요가 있음.

쌀가루 생산 공정은 다음과 같이 두 가지로 나누어져 있다.

■ Rice flour

Rice → Tank → Separator → Rice cleaning machine → Grinder → Selector → Washing and Dehydrating → Rice flour Mill → Shifter → Tank → Mixer, Shifter, Sacking

■ Gelatinized rice flour

Polished rice tank → Washing and Dipping rice → Steamer oven → Hot roller → Flour mill → Humidistat Tank → Mixing machine → Metal detector → Sacking

## 제7절 참고문헌

1. Park, Y.K., Seog, H.M, Nam, Y.J. and Shin, D.H.: Physicochemical properties of various milled rice flours. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 504-510 (1988)
2. Pastor, M.V., Costell, E., Izquierdo, L. and Duran, L.: Optimizing acceptability of a high fruit-low sugar peach nectar using aspartame and guar gum. J. Food Sci., 61, 852-855 (1996)
3. Paul, J.H., Janssen, A.M. and Petra A.M.: Multivariate comparison of the brabender viscograph and the rapid visco analyzer using cross-linked starch. Starch, 51, 33-39 (1999)
4. Perez, E.E., Breene, W.M. and Bahnassey, Y.A.: Variations in the gelatinization profiles of cassava, sagu and arrowroot native starches as measured with different thermal and mechanical methods. Starch, 50, 70-72 (1998)
5. Pinnavaia, G. and Pizzirani, S: Evaluation of the degree of gelatinization of starchy products by water holding capacity. Starch, 50, 64-67 (1998)
6. Qian, J.Y. and Kuhn, M.: Physical properties of buckwheat starches from various origins. Starch, 51, 81-85 (1999)
7. Rani, V.S., John, J.K. and Moorthy, S.N.: Effect of pretreatment of fresh *Amorphophallus paeoniifolius* on physicochemical properties of starch. Starch, 50, 72-77 (1998)
8. Rho, E.S. and Ahn, S.Y.: Texture of cooked rice and molecular weight distribution of rice amylose. Korean J. Food Sci. Technol., 21, 486-491 (1989)
9. Ryu, G.H. and Lee, C.H.: Effects of moisture content and particle size of rice flour on the physical properties of the extrudate. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 463-469 (1988)
10. Shin, D.H., Kim, M.K., Chung, T.K. and Lee, H.Y.: Quality characteristics of Yukwa (popped rice snack) made by different varieties of rice. Korean J. Food

Sci. Technol., 21, 820-825 (1989)

11. Shin, M.S., Mun, S.H. and Woo, K.S.: Effects of cross-linked RS 4 starches on pasting profiles of wheat starch using RVA. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 157-160 (2001)

12. Smits, A.M., Ruhnau, F.C., Johannes, F.G. and Jeroen, J.G.: Ageing of starch based systems as observed with FT-IR and solid state NMR spectroscopy. Starch, 50, 478-483 (1998)

13. Wang, Y.J. and Wang, L.: Structures of four waxy rice starches in relation to thermal, pasting and textural properties. Cereal Chem., 79, 252-256 (2002)

14. Wing, R.E. and Il, P.: Oxidation of starch by thermochemical processing. Starch, 46, 414-418 (1994)

15. Wong, P.K., Yusof, S., Ghazali, H.M. and Man, Y.B.: Optimization of hot water extraction of Rosellejuice using response surface methodology: a comparative study with other extraction methods. J. Sci Food Agric., 83, 1273-1278 (2003)

16. Jane, J.I., Kasemsuwan, T., Leas, S., Ia, A. and Robyt, J.F.: Antholgy of starch granule morphology by scanning electron microscopy. Starch, 46, 121-129 (1994)

17. Anedrson, RA., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Friffin, E.L.: Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal Foods World, 29, 732(1969)

18. 박용곤, 석호문, 남영중, 신동화: 제분방법별 쌀가루의 이화학적 특성, 한국식품과학회지, 1988

19. 쌀밥의 향미에 관한 연구, 동국대학교 박사학위논문, 1976

20. Juliano.B.O. : Rice J. Plant Foods, 6.129, 1985

21. 박노현, 김병삼, 배신철 : 당근의 동결건조에서 승화건조시간 예측연구, 한국식품과학회지, 1993

22. Kang, C.J : Freeze drying of foods. CRC Press. Cleveland. Ohio, 1971

23. 김중태, 김복남 : 죽석팔죽 제조를 위한 가공조건 및 제품의 품질, 한국식품과학

회지, 1994

24. Shingo,D.,Yuki,H. and Ken, Y : Studies on improvement of process for redbean "An" production ( I ). Shizuoka-ken Kokyo Shikenjo Hokoku. 23, 63(1979)

25. 김지태, 노완섭 : 변성감자 전분의 노화와 팽윤력, J. Korean Agric. Chem. Soc. 35(5), 404-409, 1992

26. 조혜정, 안채경, 염초애 : 호박죽의 재료와 배합비 변화에 따른 기호도 연구, 한국식품과학회지, 1996

27. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, Vol 25, No, 5, 1993

28. 金正象, 吳相龍, 申東禾, 閔丙蓉, 乾燥凍結 감자의 復元性에 미치는 乾燥條件의 影響, 한국농화학회지, 1986

29. 오금순 : 찰흑미와 일반찰벼의 특성 및 혼합밥의 텍스처, 전남대학교 대학원 식품공학과, 2001

30. 장선 : 잣죽의 제조조건이 이화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향, 전남대학교 대학원 식품공학과, 2001

31. [www.maf.go.kr](http://www.maf.go.kr)

32. Sivaramakrishnan, H.P., Senge, B. and Chattopadhyay, P.K. (2004) Rheological properties of rice dough for making rice bread. J. Food Eng., 62, 37-45

33. Kum, J.S. (1998) Effects of amylose content on quality of rice bread. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 590-595

34. Jung, D.S., Lee, F.Z. and Eun, J.B. (2002) Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 232-237

35. Chiang, P.Y. and Yeh, A.I. (2002) Effect of soaking on wet-milling of rice. J. Cereal Sci., 35, 86-94

36. Kim, S.K. and Bang, J.B. (1996) Physicochemical properties of rice affected by steeping conditions. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 1026-1032

37. Kum, J.S. and Lee H.Y. (1999) The effect of the varieties and particle size on the properties of rice flour. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1542-1548



38. Yoo, J.N. and Kim, Y.A. (2001) Effect of oligosaccharide Backsulgies. Korean J. Food cookery Sci., 17, 156
39. Lee, K.A. and Kim, K.J. (2002) Mechanical characteristic Backsulgi added with rice sources of phospholipid. Korea J. Soc. Food Cookery Sci., 18, 381
40. Oh, M.H. and Kim, K.J. (2003) Effect of process rice flour on the sensory and mechanical characteristics of backsulgi by storage time and temperature. Korea J. Soc. Food Cookery Sci., 19, 34-45
41. AOAC. Official Methods of Analysis Int. 16th ed. (1995) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
42. Owusu-Ansah, J., Van de Voort, F.R. and Stanley, D.W. (1982) Determination of starch gelatinization by X-ray diffractometry. Cereal Chem., 59, 167.
43. SAS (1998) SAS user's guide. version 6.03, The SAS Institute Dary, NC, USA
44. Nishita, K.D. and Bean, M.M. (1982) Their impact on rice flour properties. Cereal Chem., 59, 46
45. Kum, J.S., Lee, S.H., Lee H.Y., Kim, K.H. and Kim, Y.I. (1993) Effect of different milling methods on distribution of particle size of rice flours. Korean J. Food Sci. Technol., 25, 541-545
46. Schiffman. R.F. : Microwave sterilization, Food Technol., 46: 58-59(1992)
47. Jacques Thuery : Microwaves-Industrial, Scientific, and Medical Application. Artech House, Boston. 346-356(1992)
48. Im. J. S. : 마이크로파 건조방법에 따른 흰떡의 이화학적 특성변화., Korean J. Food Sci. Technol., 31(3): 631-637(1999)
49. Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Friffin, E.L.: Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Foods World*, 29, 732(1969)
50. Juliano. B.O. : Rice J. Plant Foods, 6.129,1985
51. Kang, C.J : Freeze drying of foods. CRC Press. Cleveland. Ohio, 1971  
35(5), 404-409, 1992

52. Whistler, R.Y. and Daniel, J.R. , Molecular structure of starch, In *Starch chemistry and technology*, Academic Press, p.153 (1984)
53. Glicksman, M., *Food Hydrocollids Vol I* , CRC Press, p.10 (1982)
54. Faradi, H. and Faubion,J.M., Rheology of rice dough, In *Fundamental of dough rheology*,published by AACC, p.105
55. Donovan J.W., Phase transitions of starch water systems, *Biopolymers* 18 p.263 (1979)
56. R.R.del Rosario, C.R. Pontiveros, Los Banos, Retrogradation of some starch mixtures, *Starch* 35, p.86 (1983)
57. Hizukuri,S.,Ito,K., I. Maeda and Z. Nikuni,(1972) Temperature dependence of retrogradation of starch pastes, *전분과학* , 19(20))
58. Biliaderis C.G. Structures and phase transitions of starch in food systems, *Food Technol.* June (1992)
59. Ohya, C. and Kawabata,A., The structure and gelatinization properties of rice starch prepared from different varieties, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Vol. 40(4), p.225 (1993)
60. Yoshii,Y., Otobe,K., Sugiyama, J., Arisaka,M. and Kikuchi, Y. Evaluation of varietal properties of cooked rice grains by rheological measurement, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Vol. 40(4), p.236 (1993)

## 4장 국내 쌀의 품질 차별화 기술

### 제 1 절 연구개발과제의 개요

#### 1. 연구의 필요성

국내 쌀의 차별화된 고품질 쌀 생산의 주요 요인은 벼의 품종, 재배방법 및 조건, 건조, 저장, 가공 등으로 대변되는 수확 후 처리기술 등이 있는데 우선적으로 차별화된 고품질 쌀 생산을 위해서는 좋은 품종개발과 우리나라 각 지역의 기후 여건에 적합한 재배기술의 개발이 필요하다.

최근에 품종은 재배지역에 따라 식미의 변화가 크지 않는 경우도 있지만 대부분 환경조건 및 재배방법에 따라 크게 달라진다. 따라서, 품종과 생산지를 함께 고려하여 재배 지역별로 고품질의 품종을 선택하여야 한다. 또한, 아무리 좋은 품종과 재배 기술로 원료 벼를 생산하더라도 건조, 저장, 가공 및 유통 등 수확 후 관리기술이 미흡하면 고품질의 쌀 생산은 불가능하다. 따라서, 차별화된 고품질 쌀 생산을 위해서는 수확 전 기술과 수확 후 기술이 동일한 목적을 가지는 하나의 시스템으로 연계되어 발전해야 한다.

고품질이라는 뜻은 품질이 아주 좋다는 의미를 갖고 있다. 쌀에서의 고품질은 낱알이 충실하고 이물이 없고 적당한 함수율과 강층을 완전히 제거한 투명도와 윤기가 뛰어나며 고유 향미가 많은 좋은 쌀, 품종 및 유통기준과 외형기준 및 성분기준이 적정한 맛있는 쌀, 이와 같은 조건을 소비자에게 동시에 충족시켜 줄 수 있는 것으로 정의할 수 있다.

우리나라는 1993년 우루과이라운드(UR) 농업협상에 따라 쌀에 대해서 1995년부터 2004년까지 10년간 관세화 이행을 유예하는 대신 일정한 양의 외국쌀에 대해 매년 최소시장접근(Minimum Market Access; MMA) 물량을 의무적으로 수입하였다. 그리고, 2005년 이후 관세화유예를 계속할지의 여부를 결정할 쌀 재협상을 2004년 1월에 WTO에 통보하였고, WTO 전체 회원국에 의한 3개월간의 회담을 거쳐 미국, 중국, 호주, 태국 등 9개국이 쌀 협상 참가 의사를 공식 표명함에 따라 미국과의 협

상을 시작으로 쌀 협상이 개시되었다. 이후 우리나라는 9개 협상 참가국과 총 50여 차례에 이르는 양자협상을 추진하여, WTO에 관세화유예 연장에 따른 이행계획서 수정안을 제출하였다. 이제, 2004년 한해를 떠들썩하게 했던 쌀 재협상은 이제 WTO 차원의 검증절차만을 남겨두고 있다. 쌀 협상 회원국의 이의가 없다면 WTO의 검증을 걸쳐 우리나라는 관세화를 다시 10년간 유예 받게 되었다.

2004년 쌀 재협상의 주요 내용은 쌀에 대한 관세화 유예를 2014년까지 10년간 연장하는 조건으로 우리나라의 MMA 물량은 2005년 22만 5,575톤에서 시작하여 매년 균등하게 늘려 2014년 40만 8,700톤, 기준연도 소비량의 7.96%까지 확대하는 것으로 되어 있다. 한편 MMA 물량중 일부가 시중에 밥쌀용으로 시판하기로 했는데, 2005년 MMA의 10% 수준에서 시작하여 유예 6년째인 2010년에 30%까지 확대하고, 보 관기간에 따른 품질저하가 일어나지 않도록 적절한 기간내에 유통시키도록 되어 있으며, 가공용 시판량은 최근 추세를 반영하도록 되어 있다.

이번 유예기간이 끝나는 2014년 이후에는 사실상 더 이상 관세화유예를 지속하기는 상당히 어려울 것으로 판단된다. 따라서 이번 10년의 유예기간은 향후 예상되는 관세화의 준비기간으로 인식하고, 우리나라 쌀 산업의 국제경쟁력을 갖추기 위한 정책, 제도뿐 만 아니라 RPC 중심의 고품질 쌀 생산을 위한 차별화된 관리기술의 구축이 시급한 현실이다.

농촌 노동력의 절감과 쌀 산업의 경쟁력 강화를 위해 1991년부터 보급되기 시작한 RPC(미곡종합처리장, Rice Processing Complex)는 농가 편익시설로서 자리잡았으며, 수확후 비용 및 노력절감, 품질향상, 유통개선, 정부수매기능 보완과 안정적인 판로제공, 관련산업 발전에 기여하는 등 농촌의 농업기반시설 및 산지 쌀 유통의 중심 시설로서 확고한 자리를 차지하고 있다. 그러나, RPC는 '90년대 초·중반에 집중 설치되어 주요 가공시설이 내용년수(8년)를 경과한 농협RPC가 대부분으로 노후화되어 있으며, RPC의 공정자체도 품질보다는 수율 위주인 시기에 설계, 제작되어 고품질 쌀 생산에 미흡한 부분이 많은 현실이다.

정부정책이 2002년부터 고품질 쌀 생산체제로 전환된 지 4년째에 들어서고 있고, RPC에 대한 정부정책은 고품질 쌀을 생산하여 「RPC를 민간쌀 유통의 핵심주체로 정예화」 하는 것 있음에도 불구하고, RPC에서의 고품질 쌀 생산을 위한 구체적인

공정개선 등 연구개발을 통한 객관적인 자료가 없는 상태로서, 대부분 RPC가 품질 보다는 수율향상에 중점을 두고 운영해 온 그 동안의 관행을 탈피하기가 어려운 실정이다. 노후화된 시설의 개선, 건조저장시설의 증설 등에도 기존의 관행적인 방법이 계속 적용됨으로서 고투자·저효율의 악순환이 반복되고 있는 실정이다. RPC의 고품질 쌀 생산을 위한 기술개선을 위해서는 현재의 실정에서 보다 객관적이고, 과학적인 고품질 쌀 생산 저해요인을 분석하여, 이를 토대로 RPC에서의 효율적인 시설의 운영 및 개선방안 등 종합적인 수확후 품질관리방법에 기술정립이 필요하다.

## 2. 연구목적 및 내용

본 연구는 목적은 벼의 수확후 공정 즉, 수확후 반입, 건조, 저장, 가공 및 유통조건에서 저해요인을 분석하고, RPC의 차별화된 고품질 쌀 생산을 위한 기술을 확립하는데 있으며, 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

- 국내의 유통 쌀의 품질조사 및 분석
- 쌀 외형적 인자의 쌀 품질과의 상관관계
- RPC에서 고품질 생산 저해 요인 분석
- 고수분 벼의 품질 유지 기술 개발
- 고품질 유지를 위한 건조 기본기술 개발
- 상온저장 보완기술의 개발
- 가공중 식미유지 및 완전미 수율 향상기술 개발
- 완전미 선별시스템의 적용기술 개발
- 배송 및 유통기술 개발
- 건조·저장·가공공정에서의 쌀의 주요 성분의 변화 연구
- RPC에서의 쌀 품질의 균일화 기술개발 연구

## 제 2 절 국내외 기술개발 현황

### 1. 국내 기술개발 현황

RPC 사업은 농림부가 시행한 많은 사업 중에서 가장 성공한 사업중의 하나로 평가받고 있으며, 우리 나라 벼 수확후 관리체계를 현대화하는데 크게 기여하였다. 이 사업은 “얼굴있는 쌀”시대를 앞당겨 쌀의 품질향상에 크게 기여하였으며, 농민들에게 편의성을 제공하고 건조, 저장비용을 절감하여 소득을 증대시키는 효과를 가져 왔다. 또한, 수확기에 쌀값을 지지해주는 등 유통에 크게 기여하였으며, 특히 산물처리 시대를 앞 당겼다. 특히, RPC사업은 관련 분야의 기술발전에 크게 기여하였다. RPC에 설치되는 대부분의 단위 기계가 완전 국산화되고 높은 품질과 성능을 유지하고 있을 뿐만 아니라, 플랜트를 수출하는 수준에 이르렀다.

RPC의 본래의 목적은 비용이 많이 드는 벼의 건조와 저장을 지역내의 많은 농가들이 공동으로 수행하여 시간과 경비를 절약하고, 쌀의 품질을 높이기 위한 공동건조저장시설의 기능이 그 첫째 목적이다. RPC 참여 농가들이 벼의 수확·건조·저장 뿐만 아니라 벼의 품종 선택에서 수확에 이르기까지 벼 농사 전반에 대해 조직체계를 갖추고 계획적인 영농을 할 수 있는 기반을 갖추게 되었다. 더욱 나아가 RPC는 비료, 농약, 육묘, 농기계 등의 사업과 아울러 지역 특성적인 사업을 종합적으로 수행하는 지역 농업의 중심시설인 지역 농업센타로 발전할 수 있는 기틀을 마련하였다. 우리나라의 RPC는 '91년도에 시범사업으로 2개 농협(충남 당진협덕, 경북 의성안계)에 설치되기 시작하였으며, '92년도부터 정부에서 본격적으로 지원하여 농협을 운영주체로 30개소가 설치되었다. 93년도부터 민간업체에도 정부에서 지원을 시작하였으며, '95년도부터는 신규사업과 아울러 증설사업도 추진되었다.

국내에서의 벼의 건조는 크게 두가지 목적으로 이루어진다. 우선, 중·장기저장을 위해 미생물로부터 안전한 조건을 확보하기 위함이고, 그 다음은 곡물을 가공할 수 있는 조건을 확보하는 것이다. 전자의 경우에는 가능한 곰팡이 발생을 억제할 수 있도록 약 15% 이내까지 건조하는 방법이고, 후자는 곡립의 경도를 가공에 필요한 최

소한의 조건을 갖는 17~18% 범위로 건조할 수 있다. 곡물의 열풍건조방법은 곡물 층에 열풍을 통풍하여 건조시키는 방법으로 건조기(순환식, 연속식)와 건조빈(사각 빈, 저장겸용빈)이 여기에 속한다. 이 같은 기계식 건조는 필수적인 건조방법임에도 불구하고 우리나라는 아직 40% 정도로 일본의 90%에 비교하면 고품질쌀 생산에 근본적인 문제점으로 대두되고 있다. 기계건조 방법은 건조속도는 빠르나 높은 시설비 부담과 과열에 의한 곡물의 품질 손상만 주의하면 가장 효율적인 건조방법이다. 한편, 상온통풍건조는 수확기 외부 공기를 곡물 층으로 통과시켜 벼를 건조시키는 방법으로 이 방법은 에너지는 적게 소요되나 건조시간이 너무 길어 물벼의 품질을 저하시키는 경우가 가끔 발생한다. 이를 보완하기 위해서 최근에는 보조열원을 이용하여 2~3℃ 정도 가온하는 방법이 통용되고 있다. 그러나 열풍건조에 비해 건조시간이 길고, 기상조건에 영향을 받는 단점이 있는 반면, 품질유지가 용이하고, 소요 에너지가 적다는 장점이 있다. 이러한 종합적인 문제점을 해결하고자 제시되고 있는 건조방법이 2단 건조방법이다. 이 방법은 열풍건조와 상온통풍건조를 번갈아 사용하므로 주어진 기간에 제한된 설비로 많은 곡물을 건조할 수 있다. 다시 말해서 열풍과 상온건조의 장점을 극대화시킬 수 있는 셈이다. 그 요령은 열풍건조로 물벼를 18% 까지 건조를 실시한 후에 상온통풍으로 15% 까지 마무리 건조하거나, 상온통풍으로 먼저 건조한 후에 열풍건조로 마무리 건조하는 것이다. 이것은 시설의 형태 및 반입 물량에 따라 운영자가 결정하게 된다. 순환식건조기의 건조 용량은 5톤~20톤까지 보급되고 있고, 다른 건조시설에 비해 농가별, 품종별, 수분별, 그리고 등급별 건조는 물론, 자동화로 건조가 끝날 때까지 무인작업이 가능해서 많이 이용하고 있다. 순환식건조기의 상부는 템퍼링 탱크 역할을 갖고 있다. 5톤 및 6톤용은 배출시간이 장시간 소요되는 탓에 현재는 20톤형으로 대형화되고 있는 추세이다. 또한, 연속식건조기는 많은 용량을 처리할 때, 건조비용이 저렴하다는 장점이 있는 반면, 시설 투자비가 높고, 운영기술이 요구되고 무인작업에는 다소 어려움이 있다. 연속식 건조설비는 건조기 본체와 분리된 4개의 템퍼링 탱크로 구성되며 본체에서는 계속 가열만 행하게 되고, 배출된 곡물은 템퍼링탱크로 이송되어 수분을 균질화 시켜준다. 이러한 작업을 2~3회 정도 반복하면 건조가 완료된다. 그리고 시간당 건감율은 수분함량이 24%에서는 초기 1회 통과시 약 2~2.5%이고, 2회 및 3회 통과시에는 1.5~2

% 내외로 설정하고 있다. 이보다 높으면 동할림이 발생할 수 있다. 건조빈은 현재 50톤 규모 사각빈과 300톤 규모 저장건조빈 즉, 교반식 사일로가 보급되고 있다. 사각빈은 교반장치가 없어 건조시 곡물의 상층부와 하층부 수분차이가 약 3-4% 발생한다. 그러므로 가능한 보조열원을 이용할 경우에는 건조곡물의 퇴적높이를 2m 이내로 하고 반복적인 순환작업을 실시 하는 하층부 과건을 막을 수 있다. 또한, 300톤용 교반빈에서는 하층부 40cm정도의 과건은 사각빈과 동일하게 주의가 필요하다. 그리고 교반빈에서 24% 이상되는 물벼를 가득 채운 상태로 건조를 실시할 경우 건조속도가 떨어짐으로 품질저하를 초래할 수 있다.

저장시설빈은 크게 사각빈과 사일로가 있으며, 사일로는 다시 플랫폼형과 호퍼형이 있다. 플랫폼형은 대부분 건조가 가능하나 호퍼형은 순수 저장용으로 사용되고 있다. 현재는 저장시설에 많은 투자가 이루어지고 있는데, 향후는 대규모 호퍼형 사일로를 설치하여 투자비를 최소화해야 한다. 그리고 저장시설을 사용하기 전에 반드시 누수, 결로현상, 송풍기 및 환풍기의 작동여부는 물론 내부를 깨끗하게 청소토록 한다. 한편, 투입시에는 벼가 사일로 벽면에 부딪치지 않도록 해야 벽면 손상을 방지할 수 있다. 이밖에 저장시설로 투입된 벼는 반드시 균평작업을 실시하여 균일한 송풍이 가능토록하고 저장중에는 철저한 곡온 관리를 실시하여 최고의 품질을 유지해야 한다. 그리고 가끔 저장시설에서 배출된 벼에 현미가 혼입되어 있는 경우가 발생하는데 이는 가공공정에서 많은 문제를 야기한다. 따라서, 그 원인을 제공하는 교반 및 배출 스크류 또는 이송컨베이어를 철저히 점검하여 현미발생을 최소화할 수 있도록 조치해야 한다. 곡물을 안전하게 저장하려면 깨끗하게 정선하고, 15% 이하로 충분하게 건조한 다음에 저장을 실시해야 된다. 이렇게 건조한 원료벼를 입고했어도 저장 환경에 따라 저장조건은 많은 차이가 발생할 수 있다. 초기에는 비교적 곡물의 수분분포가 일정하지만 저장 중에는 대류에 의한 부위별 곡온의 차이가 발생하여 상부 또는 하부에 커다란 응축현상이 발생되므로 정기적으로 환기작업을 실시해서 균일한 곡온관리를 해야 한다.

도정분야는 구전(口傳)되어온 속설이 대단히 많을 뿐 아니라, 전임 도정기사가 가지고 있던 경험을 know-how로 여겨 후임자에 대한 체계적인 기술전수가 적어 지금도 기술수준이 낮을 뿐 아니라, 재래식 도정공장은 물론이며 RPC에서도 품질보다는



수율 향상에 중점을 둔 도정관행이 지속되어 왔다. 또한, 쌀의 외관 품질 및 식미가 우수한 고품질 쌀을 생산하기 위해 필요한 도정기준의 설정, 도정시스템과 도정조건에 따른 쌀의 품위 및 식미변화 등에 관한 체계적인 연구는 찾아볼 수 없는 실정이다. RPC가 보급되기 시작한 '91년 이후 산물 건조, 저장분야에 관해서는 많은 연구가 이루어진 반면, 상대적으로 도정에 관한 체계적인 연구는 거의 없는 실정으로 저온도정에 관한 연구(김 등, 2000), 무세미에 관한 연구(이 등, 2000 ; 최 등, 2003), 균일도정에 관한 연구(김 등, 2004), 농협RPC의 도정공정에 대한 연구(김 등, 2004) 정도에 불과한 실정이다. 또한, RPC(DSC 포함) 시설을 생산, 설치하는 업체에서도 그동안 산물 건조, 저장시설에 집중하여 제품을 개발하여 왔으나, 도정과 관련된 시스템의 개발과 성능향상은 대단히 미비하였다. 일부 설비업체는 국제적으로 인지도가 높은 외국업체와 기술 제휴하여 도정시스템을 면허생산하고 있으나, 주로 외형적인 부분만을 국내에서 생산하고 있고 롤러와 금망과 같은 주요부품은 전량 수입에 의존하고 있다. 따라서, 국내의 관련 업체에서 고성능 도정시스템의 개발이나 성능향상은 기대하기 어려운 실정이다. 급격하게 상승된 고품질 쌀 생산 붐과 함께 도정에 대한 관심이 집중되고 있으나, RPC나 관계자들은 현재의 수준과 문제점에 대한 정확한 진단과 처방보다는 외국산 고가의 기기의 도입에 열중하는 폐해가 속출하고 있다. 그러나, 그동안 많은 RPC에서 고가의 외국산 기기를 사용해 왔음에도 불구하고 국내산 기기를 사용한 RPC에 비해 큰 차별성을 나타내지 못하고 있는 점에 주목할 필요가 있다. 또한, 도정에 따른 쌀의 외관과 형질은 등급과 식미를 결정하는 대단히 중요한 인자로서, 가공된 쌀은 적정하면서 일정한 외관과 형질을 가져야 하며, 이를 위해서는 일정한 외관 형질에 대한 기준 즉, 도정기준의 정립이 필요하다. 그러나, 쌀의 등급에 관한 규정은 포장등급규격이 유일하나, 이 등급규격에는 쌀의 형질 즉, 도정기준에 관한 규정이 없는 실정으로 RPC에서 적용할 수 있는 기준은 없다고 할 수 있다. 고품질 쌀 생산을 위해서는 식미가 우수하고 소비자가 선호할 수 있는 칼라를 기준으로 한 도정기준의 정립이 필요하다. 따라서, 정립된 도정기준에 적합하면서 얼룩·불균일 도정을 방지하고, 찌라기 발생과 함수율 저하를 최소화하여 수율을 향상시켜 높은 식미가 유지되면서 유통성이 향상된 고품질 쌀을 생산하기 위한 균일도정기술의 개발이 필요하다.

## 2. 국외 기술개발 현황

일본은 생산 현장에 있어서는, 고령화 등에 의한 취약한 농업 구조를 급히 개선해야 하며, WTO 체제하의 새로운 무역장벽에 대응해야 하는 등 역동적인 농업 구조의 실현이 최근의 과제이다. 소비자 측에서는, 안전하고 건강 지향의 양질이면서 다양한 농산물을 적정한 가격으로 안정적으로 공급할 것을 강하게 요구하고 있다. 특히, 1995년 4월에 우루과이 라운드 농업 합의에 따라 쌀의 수입이 시작되고, 동년 11월부터는 식량법이 시행되어 지금까지 정부에 의한 전량 관리 원칙에서 민간 주체의 계획 유통체도로 이행하는 중이며, 유통 구조의 변혁을 통하여 쌀시장의 활성화가 기대되는 상황이다. 이와 같은 상황을 반영하고 건조·조제작업의 공동화에 의한 생산 비용의 절감, 유통 합리화, 수확 작업 계획화를 통한 전문기술의 육성 등 다양한 효과를 갖는 공건시설의 확대에 대한 요구가 급증하고 있다.

공건시설은 벼 및 보리의 건조·조제·저장을 공동화함으로써 소규모 농가의 과잉투자를 억제하여 생산 비용을 절감하고, 건조·조제작업에 소요되는 시간을 절약하여 중규모 농가의 수확면적이나 복합부문의 확대를 통한 소득 향상이 가능하게 한다. 일본의 건조·조제 시설로서는 1955년대에 라이스센터의 보급이 선행되었다. 그러나, 곡물을 대량으로 신속하고 안전하게 처리할 수 있는 시설의 필요성이 강하게 대두 되면서 미국의 컨트리엘리베이터를 일본에 도입하기로 하고 1964년도부터 농림성 농산과가 중심이 되어 시험적 도입이 시작되었다. 도입당시의 문제점은 시험연구기관에 실험 데이터가 부족한 것과 과대한 투자비(보조금)의 문제였다. 따라서, 농림성의 책임하에 시설의 표준사양이 결정되었다. 최초의 모델플랜트는 연속식 건조기, 강관 또는 콘크리트 사일로에 통기용 송풍기를 구비한 용량 900톤의 저장시설이었다. 그 후 표준사양이 개정되었으며, 1968년에는 기본운전방식으로 1일 1품종, 반 건조 일시저장방식, 템퍼링건조방식 및 사일로 로테이션 등의 방법이 포함되었다. 1975년도에는 저장건조 빈을 병설하는 사양이 추가되었고, 1984년에는 보리에 관한 기준을 책정하였으며, 1992년에는 순환건조기의 설치가 사양에 추가되었다.

컨트리엘리베이터 도입 당시에는 시설표준사양에 따라서 시설을 설치하는 체제였다. 세월의 흐름에 따라 업체에서도 새로운 방식이 제안되는 동시에 실용화를 위한

시험도 활발해지게 되었으며, 또한 시설의 운영기술도 발전하였다. 업체의 신기술은 안정성, 합리성, 경제성이 확인된 단계에서 표준사양으로 받아들여지게 되었다. 1993년에는 종래의 정부주도 기술보증으로부터 업체 책임제로 전환하여 시설의 정의를 대폭 간소화함과 동시에 건조 방법도 다양한 방법을 인정하도록 하였다.

공건시설의 대부분은 국가 또는 지방자치 단체의 보조사업에 의해 설치되고 있는데, 보조 사업의 경제성에 관한 검증 필요성이 높아지고 있다. 근년의 설치 실태를 보면, 시설의 대규모화, 중장비화, 자동화 등에 의해 건설 코스트가 크게 증가하고 있다. 컨트리엘리베이터의 평균 규모(3천 톤)의 시설의 건설 코스트 절감을 위해 과대한 장비를 억제하는 관점에서, 기본적인 사양이 제시되었다. 또한, 2천톤 규모의 컨트리엘리베이터는 대규모 시설에 비해 처리량당의 건설비가 높음에 따라, 전농에서는 2천톤 규모의 저코스트 CE의 개발을 제안했다. 이러한 제안에 의해 각 업체에서는 저코스트 시설이 개발되고 있으며, 현재 시험적으로 도입되어 저장성 등에 관한 확인 시험이 수행되고 있다. 이러한 시설은 생산비 면에서 불리한 중산간지역에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 건설 코스트의 절감은, 이용자의 경제적 부담을 경감할 뿐만 아니라 벼농사의 중요한 과제이므로 시급한 기술 개발이 요망된다. 시설 운영의 효율화를 위해 계획적인 반입과, 수확 단계에서의 계획적인 작업 체제를 확립하는 것이 우선적으로 중요하다. 반입 변동에 대한 적응성이 높은 시설의 개발이 요구되고 있으며, 또한 작업원의 노동조건 개선과 품질사고 방지의 관점에서, 시설관리 간소화 및 자동화에 대한 요구도 높다. 이들에 관해서는 체계적인 수확과 운전 기술의 습득으로 해결할 수 있는 측면도 있지만, 새로운 기술개발로 해결해야 할 과제이다. 최근 일본은 소비자의 식미 지향이 한층 더 강해지는 경향이 있으며, 식미가 좋은 품종뿐 만아니라 무엇보다도 건조·저장 방법이 쌀 구매시 선택기준이 되고 있다. 쌀의 판매 전략으로 건조·저장 방법상의 특징이 소비자에 대한 중요한 홍보 포인트가 될 수 있다. 고온에 의한 급격한 건조는 동할립의 발생 등 품질 저하의 원인이 되므로, 시장성의 평가를 현저하게 저하시킨다. 현재 화력건조기를 이용한 시설에서는 건조의 진행 상황에 따라 건조 온도와 건조 속도를 자동적으로 조절하여 쌀의 품질에 쉽고 대응하는 기술이 확립되어 보급되고 있다. 또한 상온·제습 공기나 건조시 왕겨를 이용한 건조기술도 널리 보급되고 있다. 컨트리엘리베이터는 현미

대신 벼를 저장함으로 현미 저장보다 높은 평가를 받고 있다. 또한, 사일로내의 벼를 반건조 상태로 저온 저장하여 저장기간 중에 품질 저하를 억제하는 등의 효과를 지닌 사일로 장치도 보조 사업 대상으로 하고 있다. 앞으로 소비자 요구에 부응하여 식미 증시의 건조·저장 기술의 개발이 기대된다.

일본의 穀物共同乾燥調製施設(이하 공건시설)은 벼의 반입, 건조 및 저장을 기계화의 일관된 작업으로 처리함으로써 생산비용 절감을 주요 목적으로 하는 시설로써 저장 시설을 보유하고 있는 대규모 시설을 Country Elevator(CE), 소규모의 Rice Center(RC)로 구분하고 있다. 농가에서 수확한 벼는 공건시설에서 화력건조기로 건조된 후 저장시설이 있는 CE에 벼 상태로 단기저장하거나, 제현한 후 현미상태로 저온저장시설에 저장하고 있다. 최근 RC의 건조시설 중 1톤 용량의 사각 컨테이너로 반입시 농가별로 구분하여 투입하거나, 대규모 농가에는 사각 컨테이너로 직접 반입하고 있는 시설도 있다. 반입된 벼는 중량 및 수분을 측정하고 송풍기와 히터를 이용하여 상온의 공기를 약간 가열하여 각각의 사각 컨테이너에 설치된 송풍덕트를 이용하여 건조속도 0.3%에 정도로 건조하고 있다. 각각의 사각 컨테이너에 투입된 벼는 자동 시료샘플장치에 의해 전자동자주검정장치에서 함수율, 단백질, 아밀로스, 식미 등을 측정하여 품위 측정 및 관리를 하고 있다.

건조된 벼는 현미가공실로 이송되어 반입→계량→제현→현미분리→입선별기→석발→현미탱크→포장공장을 거쳐 현미를 생산하고 있다.. 입선별기의 선별체의 크기는 국내보다 다소 큰 1.8~1.95mm를 사용하여 현미에 포함되어 있는 사미류 등 불량립의 선별에 역점을 두고 있다. 또 다른 형태는 연속식건조기를 사용하고 있는 형태로서, 국내와는 달리 연속식건조기 전에 반입되는 벼를 임시로 보관하는 임시저류빈을 설치하여 함수율, 품종별로 구분하여 건조하고 있으며, 텀퍼링은 3~8시간 정도하고 있다. 일본의 CE는 초기에 연속식건조기를 일부 설치하여 운영하고 있으나 최근에는 순환식건조기가 대부분 설치 운영되고 있다. 이는 연속식건조기로 건조시 품질사고, 사용자 불편 등이 원인이며 특히, 올해부터는 연속식건조기를 순환식건조기로 교체할 경우 정부에서 2,500円을 보조하고 있는 것으로 알려져 있다. 건조한 벼는 텀퍼링 후 사일로에 저장하며, 이때 곡온은 20℃를 유지하도록 운영하고 있다. 사일로는 단열이 되어있으며, 곡온 및 함수율을 측정하여 기록하고 보관하고 있다. 현미가공공정은 투입→선별→계량→제

현→현미분리→입선별기→석발기→계량→현미탱크→포장순으로 특히, 벼에서의 미숙립을 선별하기 위하여 흡선별기를 설치하여 운영하고 있다. 벼 이송시 먼지 등 집진을 위해서 별도의 사이클론 형태의 집진시설을 구비하고 있다.

일본의 최신 정미공장에서 반입되는 현미는 30kg 지대포대가 주류이며, 일부 톤백 또는 트럭으로 벌크상태로 반입되고 있으며, 향후 톤백 또는 벌크상태로의 반입이 점차 늘어날 것으로 예상하고 있다. 반입되는 현미는 보유하고 있는 현미저장창고에 보관(1주일 이내)하거나 곧바로 백미가공공정으로 투입되고 있다. 현미투입부에는 일부 반입되는 현미중에서 벼가 혼입 되어있는 경우를 대비하여 현미기와 현미의 이물질을 선별하기 위한 선별기가 설치되어 있기도 하며, 지역, 수확년도 및 품종 등에 따른 구분 저장 및 가공을 위해서 반입부터 철저히 관리를 하고 있다. 백미가공공정에서 승강기와 색채선별기 등 각 단위기계에서의 철저한 집진설비로 HACCP 등 안정성에 대비하고 있으며, 현미탱크는 3톤~6톤 용량으로 구분하여 지역과 품종에 따라 구분이 용이하게 설치하고 있다. 백미 가공시 수율위주보다는 백도를 기준으로 가공하는 등 품질위주의 가공을 하고 있다. 현미의 전처리공정인 조질기 등은 현재 일본의 정미공장에서는 대부분 사용을 하고 있지 않는 것으로 보고되고 있으며, 이는 반입되는 현미의 수분이 비교적 균일하고 전처리공정에서 품질손상의 우려가 발생되기 때문이다. 최근 국내에서 이와 비슷한 현미전처리 단위기계가 설치되고 있어 이의 보완이 시급하다. 미강처리시설은 수집, 보관, 배출 등이 자동화 처리시설로 운영되고 있으며, 배출시 톤백과 벌크상태로 용이하게 운영하고 있다. 미강은 주로 현미유 가공에 사용되고 있으며, 국내에서도 백미가공에서 발생하는 부산물의 활용과 처리에 보다 많은 연구가 필요하다.

## 제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과

### 1. 국내 유통쌀의 품질특성

#### 가. 국내의 유통쌀의 품질조사

##### (1) 재료 및 방법

국내 유통 쌀의 품질특성을 조사하기 위하여 전국에 설치·운영중인 RPC(Rice Processing Complex, 미곡종합처리장) 328개소 중 159개소에서 생산되어 5~20kg 포장단위로 유통되고 있는 489점의 유통 쌀을 시중에서 직접 수집하여 품질을 분석하였다.

국외 유통 쌀은 연구계획에 의거하여 중국 흑룡강성 五常, 寧安地域의 쌀 수확후 관리기술과 유통환경을 조사('03년 1월 3일~1월 8일)하였으며, 중국에서 품질이 우수한 것으로 유명한 “五常大米”, “鏡泊湖大米”, “梅河大米” 등 3개 쌀과 일반 유통 쌀 1점(“東北特製大米”) 현지에서 수집하여 품위를 분석하였다. “五常大米”는 중장립종(장단축비가 1.7정도)으로 '90년대부터는 중국자체에서 육성한 품종중의 하나로서, 최근 중국에서 보급이 증가하고 있는 것 알려져 있다. “鏡泊湖大米”는 발해진에 위치한 嚮水村에서 생산된 쌀로서 중국내에서 품질이 매우 우수한 쌀로 유명하다.

수집한 국내의 유통쌀의 함수율, 외관품위 및 백도를 기준으로 품질특성을 측정하였다. 함수율은 10g 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g곡립-135℃-24시간 측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준측정법으로 환산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

외관품위는 시료 40g을 축분하여 정립, 싸라기, 분상질립, 피해립, 착색립 및 이물을 수작업으로 선별하여 중량을 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 동할율은 피해립, 착색립, 사미, 싸라기 등 불량립을 제외한 정립 250립을 대상으로 동할립 측정기(DC50, S.Seiki, Japan)로 측정하였다.

백도는 쌀의 착색립 및 복백립 등 비정상립을 선별한 후 정립만을 대상으로 백도계

(CR 300-3, Kett, Japan)로 5회 반복 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 사용하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### (1) 국내 유통쌀의 품질특성

우리나라 RPC 159개소에서 생산되어 유통되고 있는 489점의 유통 쌀을 수집하여 품위를 분석한 결과는 다음의 Table 3-1과 같다. 표에서 알 수 있듯이 쌀의 함수율은 12.3~17.9%로 넓은 범위에서 큰 차이를 보이고 있었으며, 평균 수분함량은 14.6%로 식미가 우수한 것으로 알려져 있는 15.5~16.5%보다 다소 낮은 값을 나타내고 있었다. 이는 곡물냉각기의 낮은 보급율(약 40개소/328개 RPC)에서 알 수 있듯이 아직까지 RPC에서 고품질 쌀에 대한 개념이 낮은데 원인이 있는 것으로 판단되었다.

싸라기 함량은 최소 0.5%에서 최대 15.5% 범위(평균 3.5%)로 대단히 큰 차이를 보였다. 농산물 표준규격에서 “특”등급에서 쌀의 싸라기 한계가 4.0%이내이며, “상”등급에서는 7.0%이내가 한계이며, 최근 정부에서는 싸라기가 거의 없는 완전미 쌀 생산정책을 추진(농림부 “고품질 쌀 생산대책”, 2003)하고있는 점을 감안할 때 일부 유통 쌀의 싸라기 함량은 지나치게 높은 것을 알 수 있었다.

백도는 최소 32.4에서 최대 43.4의 값을 나타내었는데, 현미의 백도가 약 19~20 수준임을 감안할 때 지나치게 백도차이가 많이 발생하는 것을 알 수 있었다. 우리나라의 농산물 표준규격에서 쌀의 도정정도를 나타내는 항목인 형태에는 “강층이 완전히 제거되고 낱알 윤기가 뛰어나며 충실한 것”로 규정되어, 백도 등에 관한 명확한 도정기준이 설정되어 있지 않아 도정기준 설정이 필요한 실정이며, 이 도정기준에 적합하도록 가공하는 것이 매우 중요하다.

분상질립 함량은 최소 0%에서 최대 6.3% 정도로 나타났으며, 쌀의 이물 함량은 0.89~1.12%를 나타내었다. 쌀에 함유된 이물의 대부분은 가공과정에서 제거되지 않는 미감으로서 유통 과정중 산패에 의해 지방산가의 증가가 우려되었다. 일본 쌀 5개 제품의 이물량을 측정한 결과 0.84~0.98% 범위로 국내 유통 쌀보다는 다소 낮은

값을 나타내었다.

이상과 같이 현재 유통되고 있는 국내 유통 쌀 489점의 품위 분석결과, 수분함량이 식미가 우수한 함수율 보다는 낮고, 찌라기와 이물량이 지나치게 많으며, 백도가 불균일하여 이에 대한 보완이 필요하였다.

Table 3-1. 국내 유통쌀의 품질조사 결과(489점)

	함수율 (%,w.b.)	피해립 (%)	분상질립 (%)	착색립 (%)	찌라기 (%)	이물질 (%)	백도
평균	14.6	0.4	1.0	0.0	3.5	0.0	38.4
최대	17.9	2.1	6.3	0.3	15.5	0.6	43.4
최소	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.4
표준편차	0.9	0.3	0.9	0.0	2.4	0.1	1.7

## (2) 중국 유통 쌀의 품질조사 및 분석

### (가) 중국의 수확 후 관리실태

중국은 우리나라와 비슷한 10월초부터 수확기가 시작하여 주로, 인력에 의존하여 수확하며 1개월 정도 논에 세워 놓아 16~17%정도까지 건조한 다음, 10월 말경에 재래식 탈곡기로 탈곡하고 있다. 수확 및 건조의 기계화율은 약 5~10% 수준이며, 농가에서는 자연건조로, 米業公司에서는 순환식건조기 또는 연속식건조기를 이용하여 열풍건조방법을 이용하는 것으로 조사되었다. 탈곡된 벼는 米業公司(정부양곡 비축소 포함)에 직접 판매하거나, 각 농가에서 자가 저장하는데, 각 농가에서의 저장은 더미상태로 하거나, 마대 포장단위로 저장하고 있으며, 米業公司는 산물 상태로 대규모 저장시설에서 벼를 저장하고 있다.

寧安市에 소재한 중국정부 소속의 米業公司(鏡泊湖米業)에 설치된 벼 저장시설은



사일로, 평창고, 통가리 및 야적 등으로 다양하였다. 사일로 시설은 약 500톤 규모의 평타입사일로와, 5,000톤 규모의 대규모 평타입사일로가 있었으며, 대규모 사일로는 2000년도부터 시작된 중국정부의 “식량 비축계획”에 의거 설치된 것으로서, 중국정부 계획발전부에서 설계하였으며, 총 6기로서 벽돌이 이용된 콘크리트 사일로로 직경 25m, 높이 16.4m, 하부 공기층만실 높이 2.3m, 곡온관리를 위한 센서 및 통풍시설을 갖추고 있으며, 산물상태로 벼의 입고와 출고를 위한 자동 입출고 시스템이 갖춰져 있었다. 배출은 하부에 설치된 6개의 배출구와 screw conveyor를 이용하고 있었으며, 출고시 주로 화물차와 기차를 이용하고 있었다.

저장시설의 운영방법은 저장 벼의 함수율은 14.5%를 기준으로 하고 있으며, 곡온기준은 16℃ 이고, 벽체주위 온도가 20℃에 도달하면 통풍을 실시하고 있으며, Japonica와 Indica종 모두를 저장하고 있으며, 저장중 감모는 약 0.2%정도를 인정해 주고 있다.



( Capacity of 500ton )



( Capacity of 5,000ton )



( Conventional storage facilities )



( bulk storage )

Fig. 3-1. 중국의 벼 저장시설(鏡泊湖米業公司).



Fig. 3-2. 중국 농가의 벼 저장형태.

중국의 도정공장은 비교적 소규모이며 노후화되어 있는 재래식 도정공장에서부터 현대식으로 우리나라의 RPC에 비해서도 손색이 없을 정도의 시설이 혼재되어 있다. 조사한 5개 도정공장의 도정기계 중 정미기, 색채선별기는 전량 수입품(일본 Satake)이었으며, 나머지 단위기계는 중국내에서 자체 제작하고 있었다. 특히, 寧安市에 소재한 鏡泊湖米業 도정공장은 현대식으로 우리나라의 RPC에 비해서도 손색이 없을 정도의 시설이었으며, 작년에 연간 15,000톤을 가공하여 이중 현미 5,000톤을 우리나라에 수출(MMA물량, 대우)하였으며, 약 7,500톤 정도의 쌀을 일본으로 수출하고 있는 최신시설이었다. 일본에 수출하는 쌀은 수율이 약 58~63%(싸라기 함량은 1%미만, 백도 40~41) 정도였고, 중국내에 판매되는 쌀의 수율은 65~68%수준으로 운영하고 있었다.

쌀을 가공할 때  $-10^{\circ}\text{C}$  정도에서 가공하는 것이 수율도 높을 뿐 아니라 쌀의 광택도 증가하는 것으로 인식하고 있으며, 포장한 외포장지에 쌀을  $15^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서 보관하면서 소비할 것을 권장하는 등 저장, 가공, 유통 등 수확후 전과정에 대한 곡운의 중요성을 깊이 인식하고 있다. 따라서, 중국의 경우 현재의 수확후 관리체계 수준은 우리나라에 비해 매우 낮은 수준으로 판단되지만, 향후 정부의 대폭적인 지원과 일본의 자금, 시설 및 기술의 투자 결합에 의해 일부 도정공장의 수확후 관리기술이 짧은 기간 내에 획기적으로 발전하여 우리나라의 품위기준에 적합한 쌀 생산이 가능할 것으로 판단된다.

#### (나) 중국 유통 쌀의 품질특성

중국 유통 쌀 4점(五常大米, 鏡泊湖大米, 梅河大米 및 일반 유통쌀)의 외관 품질 특성은 다음 Table 3-2와 같았다. 五常市에서 생산되는 “五常大米”는 중장립종(장단축비가 1.7정도, 우리나라 쌀 1.3수준)으로 '90년대부터는 중국자체에서 육성한 품종(五常1,2,3号, 合江 9号, 牡丹江 9号 등)중의 하나로서, 중장립종이면서 단립종의 특성이인 찰기를 갖는 벼로서 현재 중국에서 보급 및 소비량이 증가하고 있는 것 알려져 있다. “五常大米”는 2002년 북경에서 거행된 제 16차 당대표회의의 행사기간 중 공식 쌀로 사용되었다. 영안(寧安)시는 하얼빈시에서 남동쪽으로 약 4시간 거리에 있는 牡丹江市에 소속된 시로서 흑룡강성의 “魚米之鄉”이라고 불릴 정도로 쌀, 생선, 마늘, 수박의 주산지로 유명하다. 특히, “嚮水大米”(鏡泊湖大米)는 발해진에 위치한 嚮水村에서 생산된 쌀로서 중국의 전시회에서 전국 최고의 쌀로 3번이나 선발된 최고 품질의 쌀로 유명하며, 최근에는 향수촌 뿐 아니라 재배조건이 비슷한 인근 지역에서 생산된 쌀도 향수쌀로 판매되고 있다. 이 향수쌀은 '80년대 중국에서 주로 재배되었던 일본품종(富士光, 上育397)이며 현재도, 한국과 일본에 수출하기 위해 재배하고 있다.

표에서 알 수 있듯이 중국 유통쌀의 함수율은 13.6~16.0%, 백도는 37.7~43.1, 썩라기 함량은 0.9~9.4%, 분상질립 비율이 0.4~3.7% 범위를 나타내었다. 중국에서 벼의 수매 또는 저장 중 함수율 기준은 14.5%수준이나 대부분 농가에서 저장을 시작하는 벼의 수분함량이 16~17%수준으로 아직까지 수분함량에 대해서는 식미에 미치는 영향보다는 저장성을 중요시하는 것으로 판단되었다.

백도가 37.7~43.1%로 우리나라 유통 쌀에 비해 높게 나타나는 것과 분상질립 비율이 0.4~3.7%로 비교적 낮은 것은 품종적인 영향이 강한 것으로 판단되는데, 일반적으로 장립종의 백도가 단립종에 비해 높게 나타나며, 남방지역의 장립종을 선호하는 소비자를 대상으로 분상질립을 줄이는데 노력하는 중단립종의 육종 방향에 의한 것으로 판단되었다.

썩라기 함량이 0.9~9.4%로 비교적 높은 것은 썩라기 선별기의 성능, 수확시기 및 건조방법 등이 복합적으로 작용하는 것으로 판단되었다. 五常市 도정공장에서 채취한 중장립종 현미시료를 분석한 결과, 동할율은 거의 0%(1립/300립)인 반면, 미숙립의 비율은 16.6%정도로 비교적 높았는데 이는 수확시기와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었

다. 단립종의 기하학적 특성상 동할에 대한 내성은 중장립종보다는 약한 것으로 알려져 있어 현재와 같이 논에서 약 1개월 정도 건조할 경우 기상상태에 따라 단립종의 동할율은 크게 증가할 것으로 예상되며, 이는 찌라기의 증가로 이어질 것으로 판단된다.

Table 3-2. 중국 유통쌀의 품질조사 결과

	브랜드 명			
	鏡泊湖大米	五常大米	梅河大米	東北特製大米
함수율(%w.b.)	16.0	13.6	14.5	15.3
백도	37.7	43.1	41.6	43.1
완전미(%)	90.2	97.1	90.6	83.1
찌라기(%)	5.4	0.9	5.7	9.4
분상질립(%)	1.6	0.4	0.9	3.7
피해립(%)	2.6	1.5	2.6	3.6
착색립(%)	0.2	0.1	0.2	0.2
동할율(%)	3.1	1.8	5.9	7.5

## 나. 쌀의 외형적 인자와 품질과의 상관관계

### (1) 재료 및 방법

쌀의 등급과 가격 등을 결정하는 외형적 주요인자는 정립, 싸라기, 분상질립, 착색립, 피해립 및 이물 등의 비율이다. Table 3-1에서와 같이 국내에 유통되는 쌀의 싸라기(0.0~15.5%)와 분상질립(0.0~6.3%)의 혼입비율은 매우 넓은 범위로 분포하고 있어 싸라기와 분상질립이 쌀의 품질에 미치는 영향은 매우 큰 것으로 판단된다. 싸라기와 분상질립에 비하여 피해립, 착색립 및 이물 등 비정상립의 혼입비율은 2.1% 이하로서 이들 비정상립의 생성되는 특성상 쌀에 매우 낮은 범위로 구성하고 있다. 따라서, 쌀의 외형적 인자와 품질과의 상관관계를 구명하기 위하여 외형적 인자 중 쌀에 비교적 큰 범위로 구성하고 있는 싸라기와 분상질립의 혼입비율에 따른 식미 관능검사를 실시하였다.

식미 관능검사에 사용한 시료는 화성 수라청RPC에서 생산되는 쌀을 구입하였으며, 구입한 쌀은 경기도 화성지역에서 2003년에 수확한 추청벼로 수라청RPC에서 반입하여 건조 및 저장 중이었다. 구입한 쌀은 시험용 흡선별기(TRG, Satake, Japan)로 정립 1/2이하의 싸라기를 선별하고 시험용 색채선별기(ACS, A-Mecs, Korea)를 이용하여 분상질립, 착색립, 피해립 및 이물 등을 1차 선별하였다. 1차 선별한 쌀에 대하여 육안으로 싸라기, 분상질립 등 불량립을 2차 선별하여 완전립으로 조제하였으며, 완전립과 선별한 싸라기 및 분상질립은 각각 구분하여 밀폐용기에 담아 2℃의 저온저장고에 보관하였다. 실험전 24시간 전에 시료를 상온에 방치하여 주위 온도와 평형을 이루도록 한 후 완전립 시료에 대해 싸라기는 0~15% 범위 6수준으로 혼입하고, 분상질립은 0~20% 범위 5수준으로 혼입하여 공시하였다.

식미 관능검사는 패널요원 30명이 관능적 특성(윤기, 색, 밥 이외의 냄새강도, 밥 특유의 맛 강도, 경도, 탄력성, 낱알의 응집성, 부착성)과 외관, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 품질 등 총 13가지 항목을 9점 항목척도(1=대단히 낮음, 5=보통정도, 9=대단히 높음)로 2회 반복 평가하였다.

백미 1000g을 수입수세미(PR-7J, Aiho, Japan)를 이용하여 세미한 후 백미의 수분함량에 따라 가수량(백미 수분함량 14%기준, 가수량 1.45배)을 조정하여 30분간

침지한 후 전기밥솥(Samsung 850J, Korea)을 이용하여 취반하였다. 취반이 끝난 후 15분간 뜸을 들인 후 혼합하여 상온에서 냉각한 후 뚜껑이 있는 시료제시용 용기(8.5×4.5cm, D×H)에 약 50g의 밥시료를 cream scoop를 사용하여 분배하여 패널요원에게 제공하여 관능검사를 수행하였다.

관능검사 결과를 이용하여 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하기 위해 SAS의 분산분석을 이용하였으며, 시료간의 유의적인 차이가 있는 경우 SAS의 SNK(Studentized Newman Keul) 다중비교를 실시하여 평균값을 비교 분석하였다.

취반 후 밥 12g을 취하여 원통형 용기(41×12.5mm, D×H)에 담아 흑색패드에서 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 색차계에 사용한 tube는 light-projection-tube(CRA33)를 사용하였다.

밥의 기계적 텍스처 특성을 조사하기 위해 밥 12g을 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd, England)를 사용하여 TPA(texture profile analyzer)로 경도, 탄력성, 응집성, 부착성 및 씹힘성을 측정하였다. 측정조건은 지름 25mm의 Plunger를 사용하여 cross head speed 10mm/sec와 60% compression으로 하였다.

## (2) 결과 및 고찰

### (가) 싸라기 혼입비율에 따른 식미특성

싸라기 혼입비율에 따른 식미 관능검사의 결과는 Table 3-3과 같다. 표에서와 같이 싸라기 혼입비율에 따라 맛의 품질과 전반적인 품질을 제외하고는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 전반적인 품질에서는 싸라기 혼입비율 0, 4, 7, 10%정도까지는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 13, 16%에서는 0.05수준에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

싸라기 혼입비율에 따른 밥의 물리적 특성은 Table 3-4와 같으며, 표에서와 같이 싸라기 혼입비율에 따른 물리적 특성은 통계적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 3-3. 싸라기의 혼입비율에 따른 식미 관능검사 결과

식미특성		control	4%	7%	10%	13%	16%
향	밥 이외의 냄새 강도	3.05	2.28	3.03	2.64	2.56	2.85
외관	윤기의 정도	7.23	7.10	6.85	7.13	6.82	6.92
	색의 강도	2.95	2.87	3.03	2.64	2.72	2.89
맛	밥 특유의 맛강도	6.43	6.77	6.41	6.62	6.49	5.97
조직감	낱알 표면의 거칠음성	4.21	2.92	3.51	2.87	3.26	3.79
	경도	4.44	4.26	4.51	4.15	4.31	4.56
	탄력성	6.1	6.15	5.97	6.46	6.25	5.82
	낱알의 응집성	6.18	5.87	5.87	6.38	5.95	5.95
	부착성	5.79	5.67	5.56	6.05	5.66	5.79
냄새의 품질		6.89	7.48	6.79	7.03	7.18	6.87
외관의 품질		7.21	7.08	6.97	7.18	7.18	7.03
맛의 품질*		6.92 <sup>ab</sup>	7.33 <sup>a</sup>	6.89 <sup>ab</sup>	7.31 <sup>a</sup>	6.89 <sup>ab</sup>	6.41 <sup>b</sup>
조직감의 품질		6.62	6.74	6.51	7.00	6.64	6.1
전반적인 품질*		6.82 <sup>ab</sup>	6.87 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>ab</sup>	7.05 <sup>ab</sup>	6.44 <sup>b</sup>	6.05 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> column내에서 같은 alphabet은 같은 수준임

\*, 시료가 p=0.05수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 3-4. 싸라기의 혼입비율에 따른 밥의 물리적 특성 결과

		control	4%	7%	10%	13%	16%
함수율(%)		62.56	62.47	62.89	63.48	62.54	62.95
가) L 값		71.66	72.65	71.74	71.84	71.89	72.38
a 값		-2.35	-2.24	-2.32	-2.39	-2.34	-2.32
b 값		1.05	1.03	1.07	1.14	0.94	1.12
물 리 적  특 성	탄력성	0.69	0.66	0.66	0.67	0.69	0.66
	응집성	0.24	0.23	0.24	0.23	0.24	0.24
	씹힘성	305.3	277.1	320.4	274.6	308.3	306.9
	점착성	442.3	417.3	442.8	408.0	449.8	382.9
	부착성	-372.5	-374.8	-400.2	-368.9	-404.4	-437.5
	경도	1826.9	1848.4	1866.8	1767.1	1897.1	1821.1

(나) 분상질립 혼입비율에 따른 식미특성

분상질립의 혼입비율함량에 따른 식미 관능검사의 결과는 Table 3-5와 같았으며, 밥의 물리적 특성은 다음 Table 3-6과 같았다. 표에서 알 수 있듯이 식미 관능검사에서 분상질립의 혼입비율 0~20%까지 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 밥의 칼라특성중 b값에서는 0.05수준에서 유의적인 차이가 있었지만 분상질립의 혼입비율에 따른 일정한 경향으로 나타나지는 않았다.

따라서, 싸라기 및 분상질립의 혼입비율이 식미에 미치는 영향은 그다지 크지 않은 것으로 판단된다. 그러나, 쌀의 등급과 외관적인 품질에는 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.



Table 3-5. 분상질립의 혼입비율에 따른 식미 관능검사 결과

식미특성		control	5%	10%	15%	20%
향	밥 이외의 냄새 강도	2.79	2.51	2.73	2.81	3.34
외관	윤기의 정도	7.26	7.23	6.66	6.89	6.89
	색의 강도	2.70	3.02	3.08	3.38	3.36
맛	밥 특유의 맛강도	6.03	5.92	5.37	5.84	6.16
조직감	낱알 표면의 거칠음성	3.35	3.32	3.35	3.41	3.33
	경도	4.21	4.49	4.53	4.32	4.42
	탄력성	6.23	6.31	5.39	5.89	6.26
	낱알의 응집성	5.89	6.00	5.58	5.76	5.92
	부착성	5.77	5.64	5.42	5.66	6.50
냄새의 품질		7.08	7.15	7.11	7.05	6.66
외관의 품질		7.23	7.02	6.50	6.64	6.68
맛의 품질		6.54	6.62	6.05	6.32	6.79
조직감의 품질		6.31	6.54	5.79	6.24	6.55
전반적인 품질		6.36	6.62	5.74	6.05	6.26

Table 3-6. 분상질립의 혼입비율에 따른 밥의 물리적 특성 결과

		control	5%	10%	15%	20%
합수율(%)**		62.80 <sup>b</sup>	63.46 <sup>a</sup>	62.49 <sup>b</sup>	62.71 <sup>b</sup>	62.80 <sup>b</sup>
나) L 값		71.12	72.04	71.38	71.25	70.9
a 값		-2.42	-2.41	-2.45	-2.45	-2.45
b 값*		1.13 <sup>b</sup>	1.31 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>ab</sup>	1.41 <sup>b</sup>	1.52 <sup>b</sup>
물 리 적  특 성	탄력성	0.67	0.68	0.66	0.68	0.66
	응집성	0.23	0.24	0.25	0.25	0.24
	씹힘성	286.7	313.98	278.7	311.9	304.3
	점착성	417	460	433	476	454
	부착성	-385.4	-428.58	-410.3	-454.3	-408.0
	경도	1814.2	1911.8	1790.5	1631.6	1948.8

<sup>abc</sup> column내에서 같은 alphabet은 같은 수준임

\*, \*\* 시료가 p=0.05, 0.01수준에서 유의적인 차이가 있음

(3) 쌀의 외형적 인자와 등급규격과의 관계

짜라기 및 분상질립의 혼입비율에 따른 식미 관능검사에서 짜라기의 혼입비율 10%, 분상질립의 혼입비율 20%범위까지는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났지만, 쌀의 외형적 인자들은 외관의 품질과 등급에는 큰 영향을 미친다.

소비자들은 쌀 구입시 가장 중요하게 고려하는 요인은 맛(45.4%), 가격(27.2%), 안정성(20.5%)이었다. 특히, 쌀 구입시 포장상태에서 확인할 수 있는 쌀의 정보 중에서 밥맛에 영향을 미치는 요인으로 생산지(39.3%), 품종(19.0%) 및 쌀의 외관(9.9%)으로서(농촌경제연구원, 2003) 생산지와 품종은 포장지에서 정보를 얻지만, 쌀의 외관은 포장지의 방패창 등에서 직접 육안으로 선택하므로 쌀의 외형적 인자는 외관의 품질에 큰 영향을 미친다.

또한, 농림부고시 제2003-3호 양곡관리법(제20조 제1항, 동법시행령 제23조)의 규정에 의하여 “양곡매매업자 및 양곡가공업자 등의 준수사항(농림부고시제2000-24호, 2000년 3월 31일)”에 의해 고시되어 2004년 1월 1일부터 유통 쌀의 포장지에 정확한 쌀의 등급의 표기가 권장되고 있으며, 의무화를 위한 입법 중에 있다. 새롭게 시행되고 있는 포장등급규격은 수분을 제외한 나머지 규격은 외형적 인자들이다.

Table 3-7. 새롭게 시행되고 있는 쌀의 포장등급규격

항목(%)  등급	최 고 한 도					
	수 분	싸라기	기타이물	분상질립, 착색립, 피해립		
				계	피해립	
					계	착색립
특	16.0	3.0	0.0	1.2	0.2	0.0
상	16.0	5.0	0.1	3.5	0.5	0.0
보통	16.0	상에 미달	상에 미달	상에 미달	상에 미달	상에 미달

포장등급규격은 국립농산물품질관리원에서 제정하여 작년까지 적용되었던 표준출하규격(이하 “표준규격”으로 약칭하여 사용)에 비해 정의와 한계가 대단히 엄격하다. 따라서, RPC에서 동일한 쌀을 가공할 경우 포장등급규격을 적용할 경우 수율저하가 불가피한 실정이다. RPC에서 동일 현미를 이용하여 포장등급규격과 표준규격상의 “특”, “상”으로 동일하게 가공하면 포장등급규격을 준용한 경우가 표준규격을 준용한 경우에 비해 각각 약 2.4%, 5.3%정도의 수율이 저하하게 된다(Table 3-8).

특히, 싸라기 정의가 보다 엄격해졌고, 백미 색채선별기의 불량품 중 정품의 혼입율이 약 32.8~55.5%(김 등, 1999)수준으로 색채선별기에서 선별되어야 할 비정상립의 종류를 감안할 경우 색채선별기에서 배출되는 불량품 중에 혼입된 정립의 손실에

의해 수율저하가 더욱 커질 것으로 예측되며, 지금까지 표준규격이 제대로 준용되지 않은 것을 감안한다면 수율저하가 더욱 커질 것으로 예측되고 있다. 따라서, 쌀의 외형적 인자는 외관의 품질뿐만 아니라 RPC의 수율 즉, 경영과도 매우 밀접한 관계가 있다. RPC의 입선별기, 색채선별기, 찌라기선별기 등의 능력부족으로 새롭게 시행되는 포장등급규격의 등급기준을 충족하기는 대단히 어려운 실정으로 연간 일정한 품위로 생산하기 위한 시설의 보완이 필요하다. 포장등급규격의 등급기준 적용으로 RPC의 수율저하가 불가피한 실정으로 수율저하를 최소화하기 위하여 수매제도의 개선과 찌라기 증가, 함수율 저하, 가공중 정립손실 등으로 인한 수율저하를 방지하기 위하여 건조, 저장, 가공 등 전 공정에 대한 철저한 관리가 필요하다. 또한, 수율저하로 인한 경영악화가 예상되므로 품질위주의 수매체계와 품질기준에 따른 객관적인 가격체계가 필요하며, 가공공정 중 발생하는 부산물의 공동처리 방안 등의 검토가 필요하다.

Table 3-8. 포장등급규격 및 표준규격의 등급에 따른 차이

구 분 (%)	포장등급규격		표준규격		차 이	
	특	상	특	상	특	상
수 분	16	16	16	16	-	-
찌라기	3.0	5.0	4.0	7.0	1.0	2.0
착색립	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
피해립	0.2	0.5	0.5	1.0	0.3	0.5
분상질립	1.0	3.0	2.0	5.0	1.0	2.0
기타이물	0.0	0.1	0.1	0.8	0.1	0.7
계(수분제외)	4.2	8.6	6.6	13.9	2.4	5.3

## 다. 국내 유통쌀의 품질조사

### (1) 조사방법

국내 유통되는 쌀의 품질을 조사하기 위해서 2001년~2004년까지 경기도에 위치한 농협RPC(A) 1개소에서 생산되는 쌀을 생산년도별로 무작위로 수집하여 1개 RPC에서 생산되는 쌀의 품질을 조사하였다. 수집한 시료는 18점(2001년), 40점(2002년), 35점(2003년) 및 16점(2004년)이었다.

또한, 국내 농협RPC 200개소 중에서 2001년~2004년 동안 년도별로 48~132개소에서 생산되는 쌀을 수집하여 품질을 측정하였다. 조사대상 농협RPC와 시료수는 다음의 Table 3-9와 같다. 표에서와 같이 4년간 138~550점(농협RPC 48~132개소)을 수집하였다. 쌀의 품질은 외관품위, 동할율, 백도, 함수율 및 단백질을 기준으로 하였다.

쌀의 외관품위는 농산물표준규격에 준하여 피헤립, 분상질립, 착색립, 싸라기 등을 수작업으로 선별하여 중량을 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 백도는 피헤립, 분상질립 등 불량립과 이물을 수작업으로 제거한 후 정립에 대하여 백도계(C-300\_3, Kett, Japan)로 측정하였으며, 5회 반복 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 3회 평균치를 사용하였다. 함수율은 단립수분계(PQ500, Kett, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 단백질은 쌀 성분분석기(Infratec 1241, FOSS TECATOR, Sween)를 이용하였으며, 동할율은 Grain Inspector(Cervitec 1625, FOSS TECATOR, Sween)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 동할율의 경우 2003년~2004년도에 수집한 시료에 한해서 측정을 하였다.

Table 3-9. 국내 유통쌀의 품질조사를 위한 대상 RPC 및 시료수

생산년도	조사대상 농협RPC(개소)	측정 시료수(점)
2001	80	138
2002	132	550
2003	48	190
2004	59	177

## (2) 조사결과

### (가) RPC(A) 1개소에서 생산되는 쌀 품질변화

RPC(A) 1개소에서 생산되는 쌀의 년도별 품질변화는 Table 3-10과 같다. 평균 함수율은 15.10%(2004년)~15.81%(2003년) 범위로 생산년도에 따라 큰 차이는 나타나지 않았으나 각 년도별로 생산되는 쌀의 함수율 편차는 0.39%(2001년)~0.60%(2004년)로 조사되었다. 동일한 사일로나 사각빈 등의 저장조건하에 저장된 벼에서도 상, 하층간에 함수율의 차이가 발생하고, 외기의 온도 조건 등 가공조건에 따라서도 쌀의 함수율은 차이가 발생할 수는 있으나, 함수율이 식미에 미치는 영향을 감안할 때 1개 RPC에서 생산되는 동일한 쌀의 함수율 편차로는 다소 큰 것으로 판단된다.

2001년~2004년에 생산되는 평균 단백질 함량은 6.28%(2001년)~7.51%(2003년)로 생산년도에 따라 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 백도는 생산년도에 따라 다소 차이가 있었으며, 특히 동일한 생산년도에서 차이가 더욱 크게 나타났다.

착색립, 동할율 및 싸라기는 생산년도별에 따라서 차이가 미비하였다. 착색립의 경우 원료 자체에 혼입되어 있는 비율이 낮은 것이 원인으로 판단된다. 동할율은 동일한 생산년도에서의 편차는 매우 큰 것으로 나타났는데, 이는 건조방법과 운영에 따라 원료의 동할율이 차이가 발생하고, 가공 중 외기조건 등 가공조건에 따라 차이가 발생하는 것으로 판단된다. 싸라기는 2002년도에 평균 1.0~8.5%, 2003년도에 평균 0.3~7.9%범위로 동일한 생산년도에서도 편차가 크게 나타났다. 싸라기가 발생하는 원인은 동할율이 높거나 함수율 등 원료에서 기인할 뿐만 아니라, 가공 중 외기조건, 현미의 곡온 등도 중요한 원인이다. 따라서, 동일 생산년도에서 싸라기의 편차를 줄이기 위해서는 원료의 반입, 건조, 저장에서의 적정한 관리가 우선적으로 필요하며, 가공 중 현미의 곡온관리, 싸라기 선별공정에서의 운영개선 등이 필요하였다.

분상질립은 2001년에 평균 0.22%에서 2003년에는 평균 3.27%로 생산년도별로 큰 차이가 나타났다. 또한, 동일한 생산년도에서 표준편차는 최대 1.22%(2003년)로 차이가 크게 나타났다. 분상질립은 대부분 재배환경 등에 따라 차이가 발생하는데, 생산년도별로 차이가 크게 나타난 것은 이러한 재배환경에 기인한 것으로 판단된다. 또

한, 가공 중 분상질립을 제거하기 위해서는 현미에서 미숙립, 사미 등을 제거하거나, 백미에서는 색채선별기로 제거해야 하므로 선별체의 크기나 처리용량 등에 대한 개선도 필요하였다.

생산년도에 따른 쌀의 품질 실험치를 SPSS의 분산분산 프로그램을 이용하여 유의적인 차이를 분석하였다. 싸라기와 동할율을 제외한 함수율, 단백질, 백도, 피해립, 분상질립, 착색립 등에서는 1%수준에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타나, 재배 환경에서부터 수확후의 관리 및 운영 등 종합적인 검토가 필요하였다. 특히, 싸라기와 동할립은 생산년도의 영향보다는 RPC의 원료벼 관리 및 운영, 가공조건 등에 큰 영향이 있는 것으로 판단된다. 또한, 분상질립 등 일부 품질의 경우는 RPC의 환경보다는 재배환경이 품질에 지배적인 영향으로 판단된다.

Table 3-10. RPC(A) 1개소에서 생산되는 쌀의 년도별 품질변화

	생산년도	평균	최소값	최대값	표준편차
함수율 (%,w.b.)	2001	15.22 <sup>a</sup>	14.4	15.8	0.39
	2002	15.58 <sup>b</sup>	13.9	16.4	0.53
	2003	15.81 <sup>b</sup>	14.5	16.8	0.54
	2004	15.10 <sup>a</sup>	14.2	16.1	0.60
단백질 (%)	2001	6.28 <sup>a</sup>	6.0	7.1	0.27
	2002	6.99 <sup>b</sup>	6.7	7.4	0.20
	2003	7.51 <sup>c</sup>	7.3	7.9	0.12
	2004	6.88 <sup>b</sup>	6.6	7.6	0.23
백도	2001	35.12 <sup>a</sup>	33.9	39.3	1.20
	2002	37.12 <sup>b</sup>	35.0	40.0	1.11
	2003	38.71 <sup>c</sup>	36.9	39.9	0.65
	2004	36.98 <sup>b</sup>	35.2	40.9	1.43
피해립 (%)	2001	0.28 <sup>b</sup>	0.1	0.5	0.12
	2002	0.12 <sup>a</sup>	0.0	0.4	0.09
	2003	0.42 <sup>c</sup>	0.0	1.3	0.35
	2004	0.29 <sup>b</sup>	0.0	0.4	0.09
분상질립 (%)	2001	0.22 <sup>a</sup>	0.1	0.7	0.16
	2002	0.76 <sup>b</sup>	0.4	1.8	0.31
	2003	3.27 <sup>d</sup>	0.2	6.0	1.22
	2004	1.58 <sup>c</sup>	0.3	3.2	0.76
착색립 (%)	2001	0.00 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.00
	2002	0.00 <sup>a</sup>	0.0	0.1	0.02
	2003	0.10 <sup>b</sup>	0.0	1.2	0.20
	2004	0.09 <sup>b</sup>	0.0	0.2	0.06
짜라기 (%)	2001	2.69	1.2	6.1	1.51
	2002	2.84	1.0	8.5	1.43
	2003	3.17	0.3	7.9	1.79
	2004	2.96	1.4	6.8	1.55
동할율 (%)	2003	21.96	15.1	33.2	8.06
	2004	22.21	16.9	30.8	3.24



(나) 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 품질

국내 RPC에서 유통되는 쌀의 년도별 품질변화는 Table 3-11과 같다. 생산년도에 따라 찌라기와 동할율을 제외한 함수율, 단백질, 백도, 피해립, 분상질립 및 착색립은 1% 수준에서 유의적인 차이가 나타났다. 또한, 동일한 생산년도에서의 품질 차이도 대단히 넓은 분포로 나타났는데(Fig. 3-3~3-8), 백도의 경우 2004년에 32.6%~44.9%범위로 대단히 넓은 범위에 걸쳐 분포하는 것으로 나타났다. 함수율은 2003년에 11.2~16.5%, 2004년에 12.3~16.1%범위로 대단히 넓은 분포이었다. 함수율의 경우 건조방법이나 사일로의 형태, 사각빈 등의 저장조건에 따라 저장된 벼에서도 차이가 발생되고, 외기의 온도 조건 등 가공조건에 따라서도 차이가 발생할 수 있다. 찌라기는 2003년에 0.1~33.6%, 2004년에 0.1~17.3%범위로 대단히 넓은 분포이었다. 찌라기가 발생하는 원인은 동할율이 높거나 함수율 등 원료에서 기인할 뿐만 아니라, 가공중 외기조건, 현미의 곡온 등도 중요한 원인이다. 따라서, 함수율과 찌라기의 생산년도별 차이는 RPC의 건조, 저장, 도정공정의 시설과 운영방법이 크게 영향을 미치는 것으로 판단된다. 분상질립은 2001년에 평균 0.42%에서 2003년에는 평균 2.50%로 생산년도별로 큰 차이가 나타났으며, 동일한 생산년도에서 표준편차는 최대 2.72%(2003년)로 넓은 범위에 걸쳐 분포하는 것으로 나타났다. 피해립, 착색립 등도 이와 비슷한 경향을 보였다.

따라서, 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 품질은 년도별 뿐만 아니라 동일한 년도에서도 함수율, 단백질함량, 외관의 품위 및 백도 등이 넓은 범위에서 분포하는 것으로 나타나 고품질의 쌀을 생산하기에는 많은 어려움이 있는 것으로 조사되었다. 이와 같이 품질이 넓은 범위에서 분포하는 것은 재배환경에 따른 원인도 있었으며, 높은 품위의 쌀을 생산하여도 수율이 감소하는 만큼 고가로 유통되는 시장형성 등이 미비하여 여전히 품위보다는 수율위주의 가공이 중요한 요인인 것으로 판단된다. 또한, 고품질의 쌀을 생산하고 싶어도 다양한 품종과 품위를 가진 원료를 효과적으로 운영할 수 있는 단위기기의 낮은 성능과 처리능력도 중요한 원인인 것으로 판단된다.

Table 3-11. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 년도별 품질변화

검사항목	생산년도	평균	최소값	최대값	표준편차
함수율 (%,w.b.)	2001	14.69 <sup>ab</sup>	12.4	16.0	0.77
	2002	14.83 <sup>bc</sup>	12.3	17.9	0.91
	2003	14.88 <sup>c</sup>	11.2	16.5	0.91
	2004	14.62 <sup>a</sup>	12.3	16.1	0.92
단백질 (%)	2001	6.51 <sup>a</sup>	5.5	7.9	0.46
	2002	7.53 <sup>c</sup>	6.1	9.5	0.55
	2003	7.74 <sup>c</sup>	6.7	9.3	0.39
	2004	7.25 <sup>b</sup>	6.3	8.6	0.47
백도	2001	37.61 <sup>a</sup>	32.5	41.7	1.77
	2002	38.97 <sup>c</sup>	32.4	43.6	1.75
	2003	39.16 <sup>d</sup>	30.3	45.3	2.15
	2004	38.79 <sup>b</sup>	32.6	44.9	2.08
피해립 (%)	2001	0.47 <sup>b</sup>	0.1	1.4	0.28
	2002	0.26 <sup>a</sup>	0.0	2.1	0.29
	2003	0.26 <sup>a</sup>	0.0	1.7	0.31
	2004	0.51 <sup>b</sup>	0.0	2.3	0.33
분상질립 (%)	2001	0.42 <sup>a</sup>	0.0	3.8	0.47
	2002	1.26 <sup>b</sup>	0.0	6.8	0.87
	2003	2.50 <sup>d</sup>	0.0	3.0	2.72
	2004	1.87 <sup>c</sup>	0.0	8.2	1.43
착색립 (%)	2001	0.00 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.00
	2002	0.01 <sup>a</sup>	0.0	0.3	0.03
	2003	0.05 <sup>a</sup>	0.0	0.3	0.07
	2004	0.14 <sup>b</sup>	0.0	1.1	0.15
싸라기 (%)	2001	3.43	0.3	13.1	2.15
	2002	3.76	0.2	13.2	2.46
	2003	2.99	0.1	33.6	3.55
	2004	3.06	0.1	17.3	2.82
동할율 (%)	2003	21.78	3.6	40.0	5.31
	2004	24.99	7.0	58.0	8.37

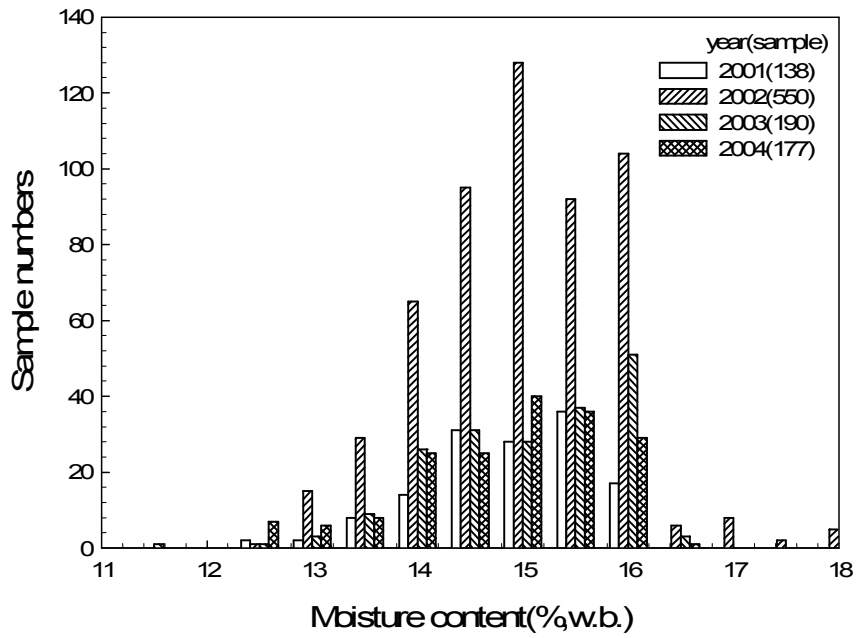


Fig. 3-3. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 함수율 분포.

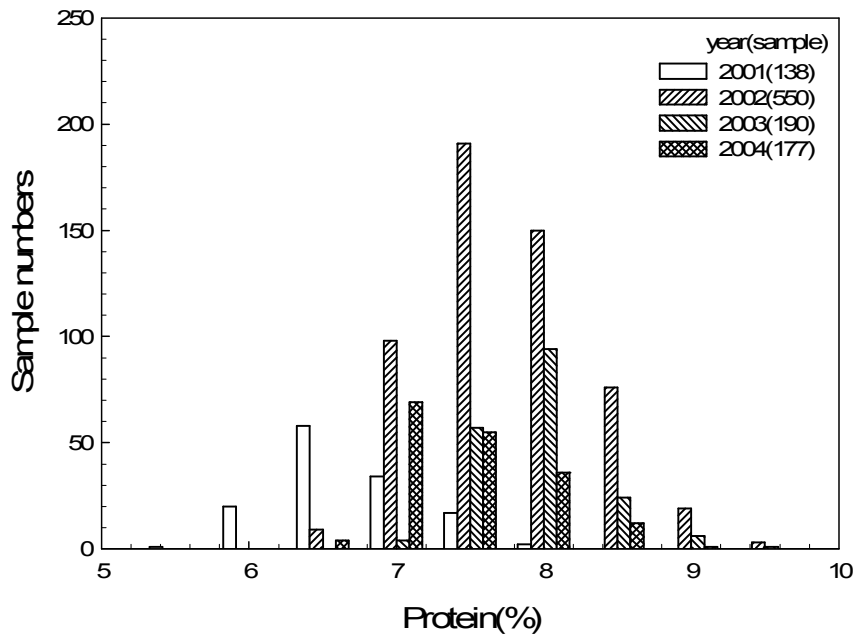


Fig. 3-4. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 단백질 분포.

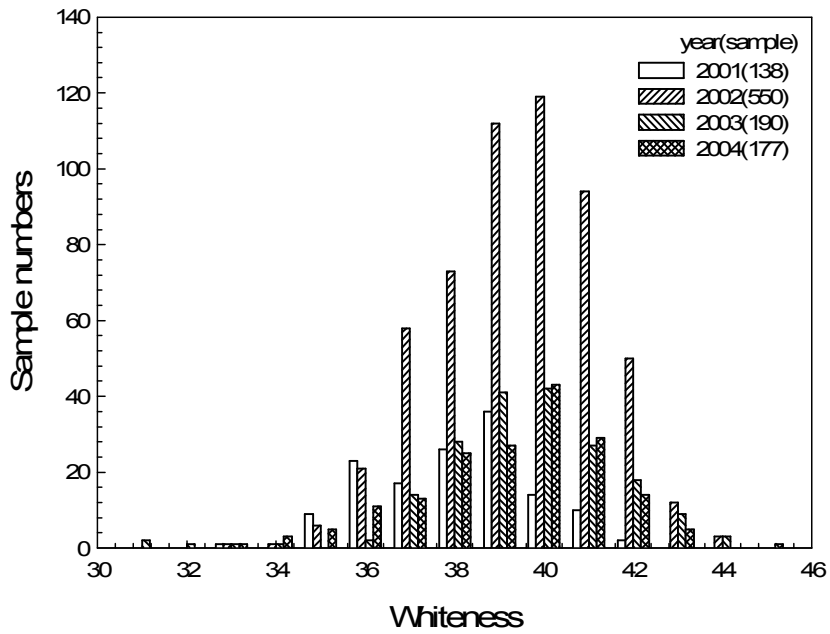


Fig. 3-5. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 백도 분포.

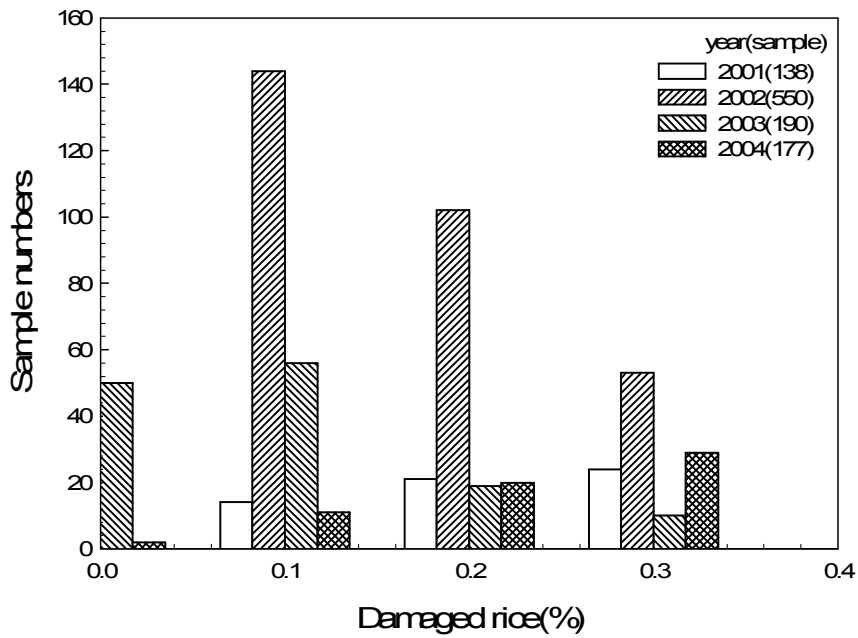


Fig. 3-6. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 피해립 분포.

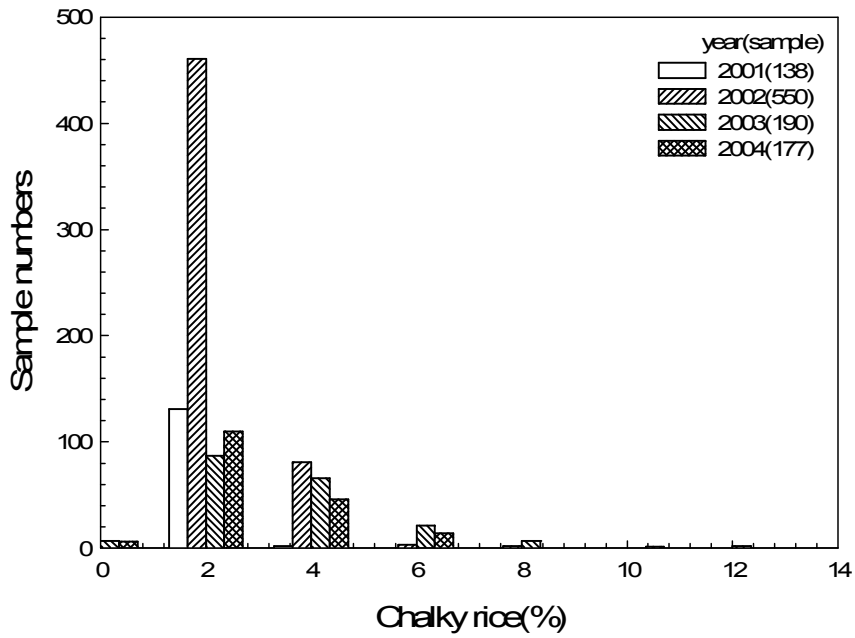


Fig. 3-7. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 분상질립 분포.

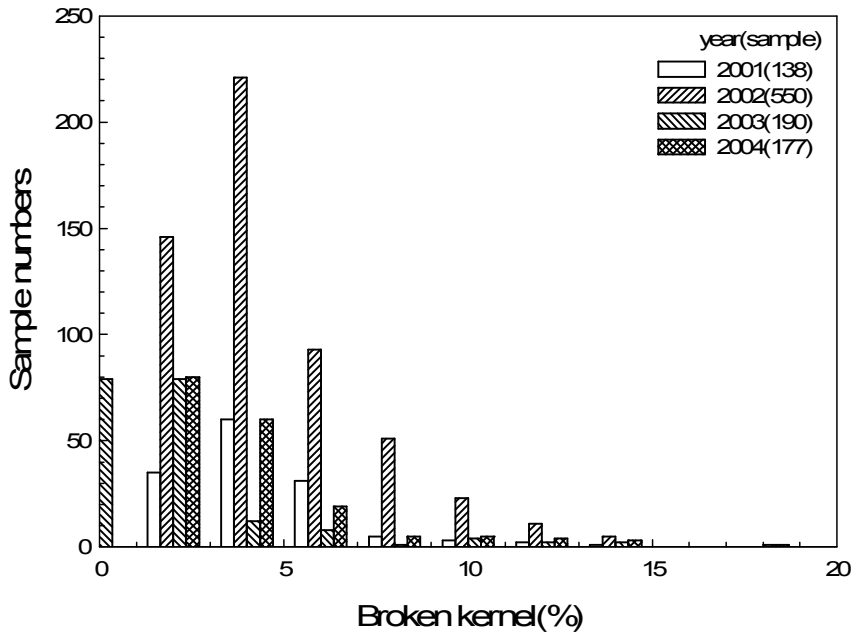


Fig. 3-8. 국내 RPC에서 유통되는 쌀의 찌라기 분포.

### (3) 품질개선 방안

RPC에서 생산되어 유통되는 쌀을 균일하게 유지하고, 품질개선을 위해서는 각 RPC에서 지속적으로 생산하는 쌀의 품질을 평가하여 일별, 월별, 년도 별 품질관리 실태를 정확하게 파악하여야 하며, 이를 위해 전담 품질관리요원의 선임, 교육 및 육성에 필요한 제도정비 및 지원에 관심을 기울여야 한다. 또한, 과학적인 품질자료와 분석을 통해서 품질관리 및 개선방안을 종합적으로 검토하여야 하며, 이를 위해서는 품질평가를 위한 기본적인 분석 장비 및 장소를 갖추어야 한다. 이러한 RPC의 품질 관리는 제한된 경제적, 시간적 여건 속에서 문제점을 정확히 파악하여 단계적으로 선택과 집중을 할 수 있는 개선방안을 마련하는데 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 쌀 품질평가를 위해 많은 비용이 드는 고가의 분석장비가 우선적으로 필요하나, 현재 여건이 어려운 경우는 그물체에 의한 싸라기 함량 분석, M.E. 시약 염색법에 의한 도정도 감정 등 수작업에 의한 품질평가를 우선적으로 진행할 필요성이 있다.

식미에 영향을 미치는 인자에는 크게 유전적 요인, 재배 환경적 요인, 기계설비 요인 등이 있는데 각 요인별로 핵심 개선사항을 도출하여 RPC 별 단기 및 중장기 개선 대책을 정립하는 것이 필요하다. 특히, 기계설비 요인은 RPC에서 주도적으로 개선할 수 있는 분야로 건조, 저장 및 도정과정에서 사용되는 단위기계 및 설비들에 대한 성능을 점검하고 운전조건을 조정하여 품질개선여부를 확인하여야 하며, 기계 조건 조정에 의해서도 개선이 안 되는 과감한 설비의 교체가 필요하다.

또한, RPC 유통쌀의 품질검사 결과 수분, 분상질립, 싸라기, 백도, 동할율 등에서 편차가 매우 크게 나타났는데, 이러한 검사항목들은 모두 RPC에서 사용되고 있는 건조기, 도정기, 선별기 등의 성능에 따라 좌우되는 인자로 RPC 자체의 품질관리 능력과 시설성능에 의해 영향을 받게 된다. 따라서 년중 품질이 균일한 쌀이 생산되기 위해서는 작업시간대 별, 계절 별, 벼 조건 별 등에 따라 RPC의 기계 및 설비 등의 성능 점검과 확인을 통해서 조정과 관리가 필요하다.

## 2. 고품질 차별화를 위한 반입기술

### 가. 반입공정에서 저해요인 분석

#### (1) 분석방법

RPC에 반입되는 벼는 조선기에서 이물질이 정선된 후 호퍼스케일에서 중량과 함수율이 측정된 후 함수율에 따라 건조 또는 저장공정으로 이송하게 된다. RPC에 반입되는 벼에는 쭉정이, 지푸라기, 이물 등과 같은 이물질이 혼입되어 있는데, 조선기에 정선되지 않은 이물질은 집진공정에 큰 부담을 주고, 벼의 흐름을 방해하게 되며, 건조과정에서 불필요한 에너지의 소비, 저장 중 변질의 우려 등의 문제가 발생하게 된다. 또한, 조선공정에서 정선되지 않는 이물질의 중량만큼 벼 정립의 실중량이 감소하게 되어 RPC의 경영에도 큰 부담을 가져오게 된다.

RPC에서 고품질 쌀 생산을 위한 반입공정의 저해요인을 분석하기 위하여 2002년 수확기에 RPC 9개소(농협 7개소, 민간 2개소)를 방문하여 반입되는 벼와 조선기 통과후의 벼를 현장여건과 함수율을 고려하여 각 RPC 별로 2~6개 농가에 대하여 5kg내외로 채취하였다. 채취한 시료는 반입되는 벼 40점, 조선기 통과후 벼 40점으로 총 80점이었으며, 밀폐용기에 담아 밀폐한 후 한국식품연구원 실험실로 이송하여 2℃ 저온저장고에 보관하였다. 실험 24시간 전에 시료를 상온에 방치하여 주위 공기와 평형을 이루도록 한 후 시료를 혼합하고 축분하여 실험을 수행하였다.

축분한 50g 이상의 벼를 대상으로 벼 정립이외의 쭉정이, 지푸라기 및 기타 이물을 수작업으로 선별하여 중량을 측정하고 다음의 식을 이용하여 반입벼(조선기 통과 전)와 조선기 통과 후의 이물질혼입률을 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 측정된 이물질혼입률을 이용하여 다음의 식으로 조선기의 선별율을 측정하였다.

$$FMR = \frac{W_{FM}}{W_{IR}} \times 100$$

여기서,  $FMR$  : 이물질혼입률(%)

$W_{FM}$  : 이물질 중량(g)

$W_{IR}$  : 초기 벼 중량(g)

$$CSR = \left( 1 - \frac{W_{FMR2}}{W_{FMR1}} \right) \times 100$$

여기서,  $CSR$  : 조선키의 선별율(%)

$W_{FMR2}$  : 조선키 통과후 이물질혼입률(%)

$W_{FMR1}$  : 조선키 통과전 이물질혼입률(%)

함수율은 10g 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g곡립-135℃-24시간 측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준측정법으로 다음의 식으로 환산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

$$M_{105} = 100 - 1.0121(100 - M_{135})$$

여기서,  $M_{105}$  : 105℃ 표준측정법으로 환산한 벼 함수율(%w.b.)

$M_{135}$  : 135℃ 건조법으로 측정한 벼 함수율(%w.b.)



(2) 분석결과

Table 3-12에서와 같이 RPC에 반입되는 함수율 20.3%(16.6~23.4%)의 벼 중에 혼입된 이물질혼입률은 2.06%(1.31~2.98%) 수준으로 김 등(2000)이 조사한 이물질혼입률(3.86%)보다 낮게 나타났다. 반입벼의 이물질혼입률이 2.5%이상인 RPC(D, E, H)와 1.9%이하인 RPC(A, B, C)의 경우 지역과 기후적 특성으로 차이가 발생한 것으로 판단되었다. 또한, RPC(A, B, C)에 반입되는 벼의 함수율에 따라 이물질혼입률의 차이가 있었으며, 함수율이 낮은 RPC(B)에서 비교적 낮게 나타났다. 이는 농가에서 1차 건조과정에서 이물질이 일부 정선된 것으로 판단된다.

RPC에 반입되는 평균 함수율 20.3%(16.6~23.4%)인 산물벼에 혼입된 이물질중에서 쪽정이가 87.2%, 지푸라기 6.67%, 기타 이물이 7.2%를 차지하여 쪽정이가 대부분임을 알 수 있었다. 이물질중에서 87.2%를 차지하는 쪽정이의 함수율은 20.7%로 지푸라기(19.4%), 이물(20.1%) 및 벼 정립(20.6%)에 비해 다소 높은 것으로 나타났다.

Table 3-12. RPC 반입벼의 이물질혼입률

	지역	구분	시료수	함수율 (%,w.b.)	이물질 중량비(%)			이물질 혼입률 (%)
					지푸라기	쪽정이가	이물	
A	경기	농협	6	23.4	4.3	83.0	12.7	1.73
B	경기	농협	5	18.6	8.2	89.2	2.6	1.31
C	경기	농협	5	20.1	7.7	90.0	2.5	1.91
D	전남	농협	4	21.8	4.1	94.4	1.6	2.98
E	전북	농협	3	21.4	3.8	84.4	11.8	2.49
F	경남	농협	5	18.3	2.3	95.5	2.2	1.76
G	전남	농협	5	22.8	8.4	86.6	5.0	1.67
H	경남	민간	2	16.6	6.8	86.2	7.1	2.81
H	경북	민간	5	20.0	4.7	75.6	19.7	1.85
	평균		(40)	20.3	6.6	87.2	7.2	2.06

Table 3-13은 RPC에 설치되어 있는 조선기의 통과 전과 후에서의 이물질혼입률과 조선기의 선별율을 나타낸 것이다. 표에서와 같이 RPC에 설치된 조선기를 통과한 벼에 혼입된 이물질 혼입율은 평균 1.60%(0.92~2.29%)로서, RPC에 반입되는 벼의 이물질 혼입율 2.06%(1.31~2.98%)에 비해 약 0.46%정도밖에 선별되지 않아 평균 선별율은 23.4%(14.0~37.0%) 수준이었다. 이물질중에서 쪽정이의 선별율은 19.5%에 불과하여 RPC에서는 쪽정이 선별과 조선기의 성능향상을 위한 시설의 개선이 필요하였다.

벼에 혼입되는 이물질은 당해연도의 기상여건, 품종, 재배특성, 수확방법 등에 차이가 발생하므로, 지역과 년도에 따라 일정하지가 않다. 그러나, 이물질혼입률의 차이에 상관없이 실중량의 거래와 저장성, 가공성을 향상시키기 위해서는 조선기의 보완이나 개선이 필요한 것으로 나타났다. 또한, 조선기의 구조나 성능을 고려했을 때 선별율의 향상은 지극히 제한적이므로 실중량 거래와 품질위주의 수매체계의 개선이 매우 필요하였다.

Table 3-13. RPC 조선기 통과 전과 후에서의 이물질혼입률 및 선별율

	함수율 (%,w.b.)	이물질혼입률(%)		조선기 선별율 (%)
		조선기 통과 후	조선기 통과 전	
A	23.4	1.49	1.73	14.0
B	18.6	0.92	1.31	29.6
C	20.1	1.19	1.91	37.0
D	21.8	2.29	2.98	24.2
E	21.4	2.10	2.49	17.1
F	18.3	1.45	1.76	17.6
G	22.8	1.19	1.67	30.0
H	16.6	2.15	2.81	21.3
H	20.0	1.62	1.85	19.9
평균	20.3	1.60	2.06	23.4

## 나. 반입시 건조지연에 따른 품질변화

### (1) 재료 및 방법

RPC에 반입되는 벼는 주로 톤백, 지대, 트럭 등으로 이송되어 반입라인에 투입후에 조선기에서 이물질이 정선되고, 호퍼스케일에서 중량과 함수율을 측정후 건조 공정으로 이송되게 된다. 2002년 수확기(2002. 8. 26~11. 30)에 농협 RPC에 반입되는 산물벼는 주로 10월 중순부터 10월말 경에 집중되어 있으며, 반입되는 벼의 함수율은 평균 19.9%로서, 이중에서 함수율 24%미만이 84.6%로 대부분을 차지하고 있지만 함수율 25%이상의 벼도 15.4%로 나타났다. 따라서, RPC의 건조·저장시설 부족과 투입구, 조선기 및 호퍼스케일 등 반입능력의 부족으로 농가에서 산물벼의 반입에서부터 건조까지 장시간의 소요되고 있다. 함수율이 높은 벼의 반입시 12시간 이상 지연되는 비율이 42%에 달하고 있다(농촌진흥청, 2003).

따라서, 반입벼의 건조지연에 따른 품질변화를 측정하기 위하여 톤백과 지대포장으로 RPC에 반입되는 산물벼를 수집하여 저장기간에 따른 곡은 및 품질변화를 측정하였다.

톤백은 0.5ton 용량으로 2003년 10월 21일에 경기 화성지역의 수라청RPC에서 2개를 구입하여 일사량의 영향을 받지 않는 외기에 3일간 저장하였다(Fig. 3-9). 톤백 하나에는 저장 중 곡은을 측정하기 위하여 톤백내의 상단 및 하단 중심에 Thermocouple(t type, OMEGA, USA)을 설치하고 자료수집장치(7327, Datascan, UK)를 이용하여 PC로 기록하였다. 또한, 외기 1지점에 대하여 동일한 방법으로 외기온습도를 측정하였다. 다른 하나의 톤백에는 1시간 간격으로 시료를 채취하여 품질변화를 측정하였으며, 초기함수율은 25.4%(w.b.)이었다. 지대포장은 2004년 10월 7일에 경기 수원지역의 농가에서 수확직후의 산물벼를 40kg포대(6포대)로 구입하여 2열×3단으로 적재하여 외기에 2일간 저장하면서 톤백실험과 동일하게 곡은 및 외기조건을 측정하였다. 품질측정 시료는 초기부터 12시간까지는 1시간 간격, 이후 24시간까지는 2시간 간격으로 수집하였으며, 36시간 및 48시간 후에 각각 0.5kg내외로 수집하였다.

수집한 시료의 품질특성을 구명하기 위하여 벼의 함수율, 발아율, 색도를 측정하

였으며, 벼를 시험용현미기로 왕겨를 탈부하여 현미를 대상으로 함수율, 백도, 색도 및 착색립의 비율을 측정하였다.

함수율은 10g 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g곡립-135℃-24시간 측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준측정법으로 환산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 발아율은 죽정이 등을 제외한 벼 정립 100립을 선별하여 물로 충분히 세척한 후 직경 15cm 내외의 유리접시에 여과지를 깔고, 벼를 고르게 분포시킨 후 여과지가 충분히 젖을 정도로 물을 가하여 25℃의 항온기에 넣고 14일 이내에 발아한 미립수를 측정하여 발아율로 계산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 색도는 원통형 용기(41×12.5mm)에 시료를 담아 흑색 패드에서 색차계(CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 Lab값에 대해 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였으며, tube는 light-projection-tube(CRA33)를 사용하였다. 백도는 백도계(CR-300, Kett, Japan)로 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다. 착색립의 비율은 현미 40g을 축분하여 수작업으로 선별하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.



Fig. 3-9. 톤백(0.5ton)내의 고수분 벼 저장실험.

## (2) 결과 및 고찰

Fig. 3-10는 톤백내의 고수분 벼의 저장기간 중 곡온 및 외기온도 변화를 나타낸 것이다. 함수율이 높은 벼는 수확직후 초기곡온이 일반적으로 외기에 비해 높은 경향으로 나타나는데 본 실험에서는 실험을 위한 온도센서의 설치 등으로 외기온도와 비슷한 경향으로 나타났다.

저장 기간 중 벼의 곡온은 저장 12시간, 24시간 및 48시간 후 각각 16.5℃, 19.4℃ 및 25.5℃로 나타나 초기곡온에 비해 각각 2.1℃, 5.0℃ 및 11.1℃ 증가하였다. 또한, 이후에도 계속적으로 증가하여 60시간 후에는 31.2℃(상승치 15.4℃)까지 증가하였다. 따라서, 고수분 벼의 곡온 상승치 10~20℃에 도달하는 저장시간은 42~63시간으로 나타났다. 그러나, 본 실험에서 외기온도가 평균 11.0℃(4.4~20.5℃)로 비교적 낮았고, 일사량의 영향이 없는 환경임을 감안한다면 곡온이 10~20℃에 도달하는 시간이 좀더 짧을 것으로 판단된다.

톤백 저장벼의 품질변화는 톤백의 특성상 시료채취중에 벼층이 붕괴되어 곡온이 하강하는 경향이 있어서 시료채취가 불가능하였고, 저장이 끝나는 시점에 외관의 품위를 측정하였다. 저장 60시간 후 톤백 저장 벼의 외관품위를 측정한 결과, 하부지점에 부분적으로 곰팡이 발생 등 품질손상이 발생하였다.

지대포장 저장 벼의 곡온, 상대습도 및 외기조건은 Fig. 3-11과 같다. 실험기간 중 외기온도는 18.7℃(12.1~25.4℃), 상대습도는 74.6%(35~99%)로 저녁부터 새벽까지는 온도가 낮고, 상대습도는 높았으며 낮에는 이와 반대현상이 반복해서 나타났다. 저장 벼의 곡온은 초기에 25.0℃이었으며, 이후 완만하게 증가하여 6시간 후에 26.3℃로 1.3℃증가하였으며, 저장종료까지 외기의 조건에 따라 완만하게 증감을 반복하였다. 포대내의 상대습도는 초기 89%에서 1시간 후 99%까지 상승하였으며, 저장종료까지 변화가 없었다. 지대포장에서 저장 벼의 곡온은 톤백에 비해 크게 증가하지 않았는데, 이는 저장 벼가 포대의 적재방법(2단×3열, 6포대)에 따라 외기의 영향을 크게 받은 것으로 판단된다.

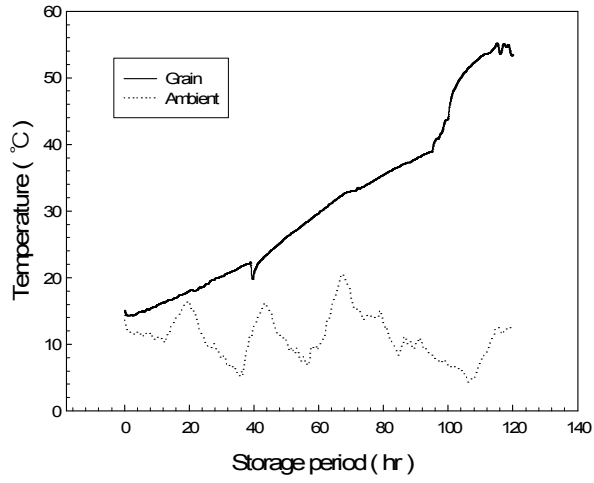


Fig. 3-10. 톤백 저장 비의 곡온 및 외기온도 변화.

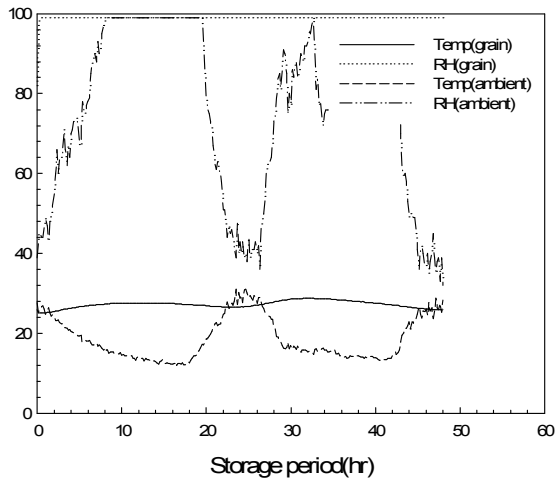


Fig. 3-11. 지대포장 저장 비의 곡온, 상대습도 및 외기조건.

지대포장 저장 벼의 저장기간에 따른 함수율, 발아율, 착색립, 백도 및 b값의 변화는 다음의 Table 3-14와 같다. 벼의 함수율은 초기 24.8%이었으며, 6시간 후에 25.8%, 12시간 후에 25.3%로 다소 증가하였으며, 이후 24시간까지는 비슷한 수준으로 나타났으나, 36시간 및 48시간 후에는 각각 26.5% 및 25.9%로 초기에 비해 1.7% 및 1.1% 증가하였다. 이에 비해 현미의 함수율은 24시간 후까지는 변화가 미비하였으며, 36시간 및 48시간 후에는 다소 증가하였다. 발아율은 저장 24시간까지 70~85%범위로 일정한 경향을 보이지 않았지만, 저장 36시간 후에 52%, 48시간 후에 41%로 급격히 감소하였다. 착색립은 실험오차 범위에서 증감을 반복하여 저장시간에 따른 착색립의 변화는 미비한 것으로 판단된다.

현미의 백도는 저장초기에 24.7이었으며, 24시간 후까지는 변화가 없었으며, 36시간 후에 20.6으로 감소하였다. 현미의 b값은 초기 17.48이었으며, 백도와 마찬가지로 24시간 후까지는 변화가 없었으며, 36시간 후에 21.54까지 증가하였다. 백도와 b값은 표면의 색과 관련된 인자로서 백도가 감소하면 b값은 증가하는데 본 실험에서도 유사한 경향으로 나타났다. b값은 노란색과 파란색의 정도를 나타내는 색의 인자로서 b값의 증가는 푸른색보다는 노란색에 근접하는 의미이다. 또한 백도는 완전한 어둠을 0으로 하고, Mg 리본을 태웠을 때 발생하는 하얀색 연기를 100으로 하고 그 사이를 100등분한 일종의 빛의 반사지수로서 도정이 진행되면 증가하게 된다.

따라서, 저장 36시간 후에는 현미의 백도는 감소하고, b값은 증가하므로 이는 도정과정 중에서 소요시간, 소요전력 등에 다소 영향을 미칠 것으로 판단되며, 외관의 품위도 다소 저하된 것으로 판단된다. 발아율은 저장 36시간 후에 급격히 감소하여 건조지연에 따른 품질에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 함수율과 착색립은 건조지연에 따른 변화는 없는 것으로 나타났다.

Table 3-14. 지대포장 저장 벼의 저장기간에 따른 품질변화

저장기간(hr)	함수율(%w.b.)		발아율(%)	착색립(%)	현미 백도	현미 b값
	벼	현미				
초기	24.8	23.0	70	0.19	24.7	17.48
1.0	26.3	23.1	76	0.45	24.3	17.32
2.0	26.2	22.6	75	0.46	24.1	18.38
3.0	26.2	23.2	76	0.33	24.6	17.97
4.0	25.9	22.7	73	0.26	24.3	17.99
5.0	25.9	23.4	83	0.35	24.4	17.90
6.0	25.8	22.4	73	0.28	24.4	17.66
7.0	26.4	22.9	75	0.32	24.3	17.51
8.0	26.7	22.9	74	0.24	23.8	17.52
9.0	26.3	23.0	71	0.20	24.2	18.37
10.0	25.6	23.2	79	0.41	24.0	17.77
11.0	26.6	23.2	64	0.57	23.8	18.55
12.0	25.3	22.6	80	0.51	24.5	17.63
14.0	24.9	22.7	78	0.41	24.5	18.69
16.0	25.1	22.8	71	0.43	23.7	18.01
18.0	24.6	23.1	81	0.54	23.6	18.25
20.0	24.4	22.4	82	0.45	24.0	18.50
22.0	25.4	22.6	83	0.56	23.4	17.56
24.0	25.2	22.3	85	0.37	24.1	17.48
36.0	26.5	25.4	52	0.43	20.6	21.54
48.0	25.9	25.6	41	0.43	21.3	19.47



다. 반입지연에 따른 중량손실

벼는 저장 중 호흡작용에 의하여 곡온이 상승하고 건물중량이 손실되며, 상승된 곡온은 호흡속도를 가속시켜 급격한 품질저하 및 중량의 손실을 초래하게 된다. 김 등(1998)은 벼의 호흡속도는 온도의 상승에 따라 지수 함수적으로 증가한다고 보고하였다. 또한, 고함수율의 벼는 호흡속도가 저함수율의 벼보다 빨라 곡온 상승과 품질저하, 중량손실이 한층 빨라진다. 따라서, 벼의 함수율과 온도에 따른 호흡속도를 이용하여 반입지연에 따른 고함수율의 벼의 호흡에 의한 중량손실을 예측할 수 있다.

벼가 호흡할 때 건물인 탄수화물 1g이 분해하면 1.47g의 이산화탄소와 3.76kcal의 열이 발생되므로 벼의 저장중에 발생하는 이산화탄소량이나 열량을 측정하여 건물중량손실율을 계산할 수 있다. 건물 1kg당 1kcal의 열이 발생할 때 1kg의 건물중에서 0.26596g 즉, 0.026598%의 탄수화물이 분해되는 것을 의미하고, 이산화탄소 1g이 생성될 때 1kg의 건물중에서 0.68182g 즉, 0.068182%의 탄수화물이 분해되는 것을 의미한다. 따라서 건물중량손실율은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$DML = \frac{0.068182 \times R}{1000}$$

여기서, DML : 시간당 건물중량손실율( % )

R : 호흡속도(CO<sub>2</sub> mg/hr · kg-drymatter)

벼의 호흡속도는 함수율과 온도의 함수로 표현할 수 있으며, 김 등(1998)의 호흡속도식을 사용하였다.

$$R = (a + bM + cM^2) \exp\left(-\frac{d + eM + fM^2}{T}\right)$$

여기서, M : 함수율( %, d.b. )

T : 벼의 온도( K )

- a :  $9.9617421 \times 10^{17}$
- b :  $-6.451326 \times 10^{16}$
- c :  $1.1005771 \times 10^{15}$
- d : 18183.170515
- e : -457.9114417
- f : 6.6894676201

한편, 벼는 호흡에 의하여 건물중량이 손실되면서 열을 발생하여 곡온을 상승시키므로 호흡이 진행될수록 곡온은 상승하고 함수율도 증가하게 된다. 따라서, 김 등 (1998)의 호흡속도를 이용하여 곡물호흡에 의한 열 발생율은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$Q = 10.73 \times 10^{-3} R = 157.4 \text{ DML}$$

여기서,  $Q$  : 열 발생율( kJ/hr · kg-drymatter )

$DML$  : 건물중량손실율( % )

위의 식을 곡물의 단위 체적당 열발생율로 나타내면 다음 식과 같다.

$$g = \rho_p 10.73 \times 10^{-3} R = \rho_p 157.4 \text{ DML}$$

여기서,  $g$  : 열발생율( kJ/hr · m<sup>3</sup>-drymatter )

$\rho_p$  : 벼 건물산물밀도( kg/m<sup>3</sup> )

건물 1kg 중에서 10g의 탄수화물 즉 1%의 건물중량이 손실되면 6g의 수분이 증가하고 157.4kJ의 열이 발생하므로 호흡에 의한 함수율 및 곡온의 증가는 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$M_f = \frac{M_o + 0.006DML}{1 - 0.01DML}$$

여기서,  $M_o$  : 건물중량손실 전의 함수율( dec, d.b. )

$M_f$  : 건물중량손실 후의 함수율( dec, d.b. )

$$\Delta T = \frac{157.4DML}{(1 - 0.01DML)(1 + M_f)c_g}$$

여기서,  $\Delta T$  : 건물중량손실로 인한 곡온 상승분(  $^{\circ}\text{C}$  )

$c_g$  : 곡물의 비열(  $\text{J/kg} \cdot \text{K}$  )

따라서, 벼의 저장중 저장량(ton)과 저장일수(day)에 따른 호흡에 의한 건물중량 손실율(감모량)은 다음 식과 같이 계산할 수 있다.

$$\text{감모량(톤)} = \frac{\text{저장톤수(톤)} \times \text{저장일수(일)} \times R_s}{1,470,000}$$

여기서,  $R_s$  : 호흡속도(  $\text{CO}_2 \text{ g/day} \cdot \text{ton}$  )

### 3. 고품질 차별화를 위한 건조기술

#### 가. 건조기술의 저해요인 분석

쌀의 품질에 영향을 주는 주요 요인은 벼의 품종, 재배방법 및 수확후처리기술 등이 있는데, 최근에 많은 품종육종과 재배방법의 개선으로 품종별, 재배방법간의 차이는 점차적으로 감소하는 추세이다. 수확후처리공정에는 건조·저장·가공·포장·유통공정 등이 있으며, 이 중에서 건조공정은 수확후처리공정의 첫 번째 기술로 건조공정이 적절치 못하면 저장, 가공 및 포장 등 후속 공정에 악영향을 줌으로 건조공정은 쌀의 품질유지에 관건이 되는 기술이다.

벼를 건조하는 동안에는 동할립 증가, 발아율 감소, 환원당 증가 및 효소력 저하 등으로 식미 저하가 발생하게 된다. 또한, 건조온도가 높을수록 미립내부의 온도 및 함수율의 차이에 의해 열응력 및 수분차에 의한 응력이 증대되며, 응력이 과대하게 발생되면 낱알에 금이 가는 동할이 발생하게 된다. 건조 중 발생하는 식미저하의 주요 원인은 미립내의 호분층에 있는 과립이 열화되거나 손상되면서 지질이 방출되어 효소작용 또는 산화작용이 발생하기 때문이다. 이러한 현상은 발아율 감소와 지방산가의 증가를 촉진시켜 저장성의 저하로 이어지게 된다. 특히, 건조온도와 초기함수율이 높을수록 이러한 현상은 증대하게 된다. 우리나라의 관행의 자연건조는 외기의 조건에 따라 곡물이 수분을 흡수 또는 방출하게 되는데 이 과정에서 곡립내부의 온도차 및 수분차에 의한 응력이 과대하게 발생한다(Yamaguchi 등, 1980). 또한, 강우 등 외기조건이 불리할 경우 건조 지연 등으로 품질열화가 촉진되고, 낮은 노동 생산성 등으로 점차 감소하는 추세이다.

RPC에서는 열풍건조방법과 상온통풍건조방법이 벼의 건조에 이용되고 있다. 열풍건조방법은 순환식건조기 또는 연속식건조기를 이용하여 45~55℃의 고온 열풍으로 건조하는 방법이다. 이 방법은 건조속도가 0.6~1.2%(w.b./hr) 범위인 고능력(high-capacity) 건조방법으로 식미보다는 처리능력에 우선권을 둔 건조방법이다. 따라서, 열손상에 의한 동할미 증가와 과건조의 위험이 높아 식미 저하의 우려가 높다. 벼의 건조방법으로 가장 널리 사용하고 있는 순환식건조기는 건조부와 템퍼링부로

구성되어 있어, 건조와 템퍼링 과정을 반복하면서 건조를 진행하게 된다. 따라서, 건조기내에서 벼가 순환하면서 자동으로 건조가 진행되므로 별도로 템퍼링에 대한 주의가 필요 없지만 고온의 열풍에 노출되므로 열풍온도의 설정이 매우 중요하다. 연속식건조기는 곡물량이 대규모인 미국, 유럽 등지에서 개발된 건조기로 최근 보급이 되기 시작하였지만 식미를 중요시하는 우리나라 벼에 대한 적응실험 결과가 없는 실정으로 이에 대한 연구가 시급한 실정이다.

상온통풍건조방법은 사일로 또는 사각빈에 상온의 공기를 통풍하여 건조하는 방법으로 상온의 공기를 이용하므로 건조소요에너지가 가장 적게 드는 방법이지만 건조속도가 0.01~0.04%(w.b./hr) 범위인 저능력(low-capacity) 건조방법으로 건조소요시간이 길고 특히, 강우 등 외기조건이 불리할 경우 건조속도가 저하되고, 하부와 벽체의 과건조, 상·하층간의 함수율의 불균일 발생 등이 우려된다.

최근에 RPC에서 건조능력의 부족을 해결하고자 평타입 사일로에 보조열원을 부착하고 수분계를 설치하여 벼를 연속적으로 투입하면서 퇴적고가 1~1.5m정도일 때 송풍기와 보조열원을 가동시켜 상온 또는 이를 약간 가열한 공기를 이용하여 건조하면서 설정된 함수율에 도달하였을 때 연속적으로 배출하는 연속식빈건조(소위 DMC silo)가 일부 RPC를 통해 보급되고 있다. 연속식빈건조는 주로 미국 등에서 옥수수 건조에 사용한 방법으로 벼의 건조에서는 템퍼링 과정 없이 연속적으로 열풍에 노출되어 동할율의 증가가 우려된다. 또한, 균일한 배출이 불가능하여 과건조와 불균일 건조가 우려되고 있다.

따라서, 국내 RPC의 건조공정에서 고품질 쌀 생산에 저해하는 요인을 분석하기 위하여 수확기 RPC의 건조실태 조사, 연속식 건조기 운영실험 및 상온통풍건조 벼의 품질분석을 수행하였다.

## (1) 열풍건조

### (가) 분석방법

고품질 쌀 생산의 건조공정 저해요인을 분석하기 위하여 RPC의 수확기 열풍건조 실태를 조사하였다. 조사기간은 2004년 10월 10일부터 약 10일간으로 RPC 현장에 직접 방문하여 반입되는 산물벼를 대상으로 별도의 조작없이 RPC에서 운영하고 있는 건조방법에 준하여 조사를 하였다.

조사대상 RPC는 9개소이었으며, 조사기간 중 외기조건 및 각 RPC에서 운영하고 있는 건조기는 다음의 Table 3-15와 같다. 조사기간 중 외기온도는 21.7℃ (18.1~26.7℃), 상대습도는 38%(15~69%)로 비교적 양호한 기상조건이었다.

순환식건조기를 사용하는 7개소 RPC(A), (B), (C), (D), (F), (G), (H)에서 건조기 통과 전·후의 벼를 10분간격으로 벅킷엘리베이트의 하부에 위치하고 있는 시료 채취구에서 1kg내외로 3회 채취하여 품질을 측정하였다.

연속식건조기는 함수율이 다른 벼가 혼입되어 연속적으로 공급되고 배출시간도 위치별로 일정하지 않으며, 건조기내 체류시간이 제작회사마다 조금씩 다른 것을 감안하여, 연속식건조기를 사용하는 3개 RPC(C), (F), (I)에서의 시료채취는 연속식건조기에 투입되는 벼를 대상으로 10분간격으로 1kg내외로 3회 채취하였으며, 50분 후 연속식건조기를 통과하는 벼를 10분간격으로 1kg내외로 3회 채취하였다(한국식품연구원, 2003). 채취한 연속식건조기 건조전·후의 시료는 함수율, 동할율 및 발아율을 기준으로 품질을 측정하였다.

함수율은 10g 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g곡립-135℃-24시간 측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준측정법으로 환산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

동할율은 벼를 시험용현미기(SYTH88, SSangyong, Korea)로 탈부하여 현미를 제조한 후 미숙립, 착색립, 피해립 등 불량립을 수작업으로 선별하여 정립 250립을 기준으로 동할립측정기(DC-50, S.Seiki, Japan)를 이용하여 측정하였다.

발아율은 쭉정이 등을 제외한 벼 정립 100립을 선별하여 물로 충분히 세척한 후 직경 15cm 내외의 유리접시에 여과지를 깔고, 벼를 고르게 분포시킨 후 여과지가 충분히

젓을 정도로 물을 가하여 25℃의 항온기에 넣고 14일 이내에 발아한 미립수를 측정하여 발아율로 계산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

Table 3-15. 조사대상 RPC의 조사중 외기 온·습도

RPC	외기조건		대상 건조시설
	온도(℃)	상대습도(%)	
A	26.7	35	순환식건조기
B	21.1	61	순환식건조기
C	24.8	15	순환식건조기, 연속식건조기
D	24.0	28	순환식건조기
E	18.4	38	연속식빈건조
F	18.1	28	순환식건조기, 연속식건조기
G	20.8	35	순환식건조기
H	23.3	44	순환식건조기
I	17.0	69	연속식건조기, 연속식빈건조
평균	21.7	38	

## (나) 분석결과

### ① 순환식건조기

순환식건조기에서는 건조와 템퍼링이 자동으로 이루어지므로 템퍼링에 주의할 필요는 없지만 건조온도의 설정이 매우 중요하다. 벼의 함수율이 높을수록 온도를 낮게 설정해야 하며, 외기온도가 낮은 밤에도 낮게 설정해야 한다.

순환식건조기를 사용하는 7개소 RPC에서 건조기 통과 전·후의 벼를 채취하여 품질을 측정된 결과는 다음 Table 3-16과 같았다. 설치된 건조기용량은 6, 20톤 규모이었으며, 건조온도는 25~60℃ 범위로 RPC에 따라 차이가 있었다. 특히, RPC(G), (H)는 건조시간에 따라 건조온도를 조정하였으며, 나머지 RPC는 초기 건조온도를 건조종료까지 유지하였다. 조사대상 RPC에서는 투입벼의 함수율과 외기조건에 따라 건조온도를 설정하기보다는 경험에 의한 고정된 건조온도를 설정하는 것으로 나타났다. 이는 RPC의 건조능력 부족으로 반입되는 산물벼를 효과적으로 운영하기보다는 단시간내에 건조하는 것이 시급하기 때문이었다.

건조에 사용된 벼의 평균 함수율은 약 20.4%(18.7~23.8%)이었으며, 건조된 벼의 평균 함수율은 16.7%(15.9~19.2%)로서 약 16%수준의 장기저장용 및 18%수준 이상의 단기저장용도 있었으며, 평균적으로 3.3%(0.7~7.7%) 건조되었다.

동할율은 건조전 3.4%(0.0~12.0%)에서 건조후 6.4%(1.3~15.7%)로 건조과정중 2.3%(1.1~3.7%)정도가 증가하였다. 우리나라의 곡물건조기 검사기준(NAMRI S 6010) 2.0%보다는 높았으나, 일본 검사기준 5%보다는 낮았다. 조사대상 RPC 중 동할율이 3.7% 및 3.3%로 높게 나타난 RPC(B), (F)는 건조온도도 48℃ 및 55℃ 이상으로 가장 높게 나타나, 적정 건조온도의 준수가 필요하였다. RPC(B)의 경우 건조전 함수율이 19.9%로 농가에서 1차 건조후 반입되는 벼이었으며, 동할율도 12.0%수준으로 대단히 높았다. 최근 농가에서 열풍건조기 또는 상온통풍건조를 통해 자체적으로 건조하는 비율이 점차 늘어나는 추세이며, 이는 RPC의 건조능력 부족을 해결하고, RPC의 건조료 등 운영비용을 절감할 수 있는 방안으로는 긍정적이나, 농가에서는 건조에 대한 체계적인 교육이 미비한 실정이다. 따라서, 농가에 대한 건조방법, 건조시 품질관리 등에 대한 교육과 홍보가 필요하다.



RPC(F)의 경우 사각빈에서 18.7%로 1차 건조후 순환식건조기로 마무리하는 조합 건조공정이었다. 1차 건조후 동할율이 4.0%로 비교적 높았으며, 순환식건조기에서 함수율 2.8%만 건조되었지만 동할율이 3.3%나 증가한 것은 높은 건조온도(초기 55℃, 후반 60℃)에 기인한 것으로 판단되었다. 발아율은 건조전 87.4%(66.9~95.1%)에서 건조후 84.4%(66.9~94.0%)로 건조과정중 유의적인 감소는 나타나지 않았다.

Table 3-16. 순환식건조기를 이용한 건조 전·후 벼의 품질변화

RPC	건조기 용량 (톤)	건조 전·후 벼의 품질									건조온도 (℃)
		함수율(%)			동할율(%)			발아율(%)			
		전	후	감소	전	후	증가	전	후	감소	
A	20	23.8	16.1	7.7	0.2	3.2	3.0	87.3	83.8	3.5	43
B	6	19.9	19.2	0.7	12.0	15.7	3.7	91.3	91.0	0.3	48
C	6	19.8	17.9	2.0	3.6	4.9	1.3	95.1	94.0	1.1	48
D	20	19.7	16.5	3.2	0.9	2.0	1.1	66.9	66.9	0.0	45
F	6	18.7	15.9	2.8	4.0	7.3	3.3	89.5	85.1	4.4	55, 60
G	20	20.7	17.4	3.3	0.0	1.3	1.3	94.0	93.8	0.2	30, 35, 25
H	6	-	15.9	-	-	8.7	-	-	82.0	-	50.6
	6	-	14.9	-	-	7.3	-	-	79.0	-	50.6
평균		20.4	16.7	3.3	3.4	6.3	2.3	87.4	84.4	3.0	
최대		23.8	19.2	7.7	12.0	15.7	3.7	95.1	94.0	4.4	
최소		18.7	14.9	0.7	0.0	1.3	1.1	66.9	66.9	0.0	
표준편차		1.77	1.35	2.38	4.52	4.64	1.15	10.42	9.02	1.73	

## ② 연속식건조기

연속식건조기는 1회 통과시간이 30분을 초과할 경우 건조온도를 40℃ 이하로 낮추어야 한다. 또한, 건조시설을 효율적으로 이용하기 위해서는 별도의 템퍼링 사일로를 설치해야 한다. 건조기를 통과한 후에는 3~4시간정도 템퍼링을 하고 다시 건조기를 통과시키는 다회통과방식을 이용해야한다. 연속식건조기는 벼가 건조기내에 만량으로 퇴적된 후 배출과 투입이 연속적으로 이루어지면서 건조가 진행되어야 하는데, 투입이 원활하지 않을 경우 건조기내에 벼의 체류시간이 짧아져 불균일한 건조가 발생할 수도 있다. 이를 위해 연속식건조기 전에 별도의 임류저류빈을 설치하는 것이 좋다.

3개 RPC에 설치된 연속식건조기의 통과 전 및 통과 후에 시료를 채취하여 품질을 측정한 결과는 다음의 Table 3-17과 같다. 연속식건조기는 함수율이 다른 벼가 혼재되어 연속적으로 공급되고 배출시간도 위치별로 일정하지 않으며, 건조기내 체류시간이 제조회사마다 조금씩 다른 것을 감안하며, 시료채취는 연속식건조기에 투입되는 벼를 대상으로 10분간격으로 3회 채취하였으며, 50분 후 연속식건조기를 통과하는 벼를 10분간격으로 3회 채취하였다(한국식품연구원, 2003).

3개 RPC의 평균 열풍설정온도는 55.3℃(53.3~57.5℃)로서 매우 높은 수치이었다. 건조기 통과 후 함수율은 18.2%(16.7~19.0%)로 건조 전 함수율 20.0%(18.4~21.2%)에 비해 1.7%(1.4~2.2%)정도가 건조되어 농협RPC설계기준(2.2%/1회, 함수율 18~24%)에 비교적 적합하였다.

동할율은 건조 전 6.8%, 건조 후 11.4%로 연속식건조기 1회통과중에 약 4.6%가 증가하였는데 이는 건조온도가 높는데 원인이 있는 것으로 판단되었다. 발아율은 건조기 전후에서 유의적인 차이가 없었다.

조사대상 RPC의 건조온도는 모두 높은 수치로 적정 건조온도의 준수가 필요하였다. 또한, 템퍼링빈이 설치되지 않아 효율적인 건조운영 및 품질유지가 매우 어려운 실정이었다.

Table 3-17. 연속식건조기를 이용한 건조 전·후 벼의 품질변화

RPC	건조 전·후 벼의 품질									건조온도 (℃)
	함수율(%)			동할율(%)			발아율(%)			
	전	후	감소	전	후	증가	전	후	감소	
C	18.4	16.7	1.7	16.7	20.2	3.5	96.9	96.9	0.0	53.3
F	20.3	18.9	1.4	2.2	6.6	4.4	90.2	90.0	0.2	57.5
I	21.2	19.0	2.2	1.6	7.5	5.9	73.2	73.2	0.0	55.0
평균	20.0	18.2	1.7	6.8	11.4	4.6	86.8	86.7	0.1	55.3
최대	21.2	19.0	2.2	16.7	20.2	5.9	96.9	96.9	0.2	57.5
최소	18.4	16.7	1.4	1.6	6.6	3.5	73.2	73.2	0.0	53.3
표준편차	1.46	1.30	0.43	8.52	7.61	1.19	12.22	12.19	0.13	2.11

### ③ 연속식빈건조

연속식빈건조(일명 “DMC 사이로 건조”)는 평타입 사일로에 벼를 연속적으로 투입하면서 퇴적고가 1~1.5m정도일 때 송풍기와 보조열원을 가동시켜 상온 또는 이를 약간 가열한 공기를 이용하여 건조하면서 설정 함수율에 도달했을 때 벼를 연속적으로 배출하는 건조방법이다. 연속식빈건조는 템퍼링 과정 없이 벼는 연속적으로 열풍에 노출되면서 건조가 이루어지므로 동할의 발생 위험이 대단히 높다. 벼 낱알의 온도가 35℃ 이상으로 상승하면 건조하는 동안 동할립이 급증하기 때문이다. 연속식빈건조는 배출구에 부착된 수분계에 의해 배출되는 벼의 수분을 측정 후 목표수분에 도달하게 되면 배출을 연속적으로 진행하게 된다. 따라서, 건조가 우선적으로 진행되는 하부의 벼부터 배출이 이루어지므로 균일한 배출이 매우 중요한 관건이다. 연속식빈건조는 일반 사일로와 달리 균일한 배출을 목적으로 2기의 스위퍼 오거를 부착하지만 사일로의 직경, 스위퍼 오거의 구조, 벼의 배출형태 등을 종합적으로 고려했을 때 균일한 배출은 불가능하다.

연속식빈건조를 사용하는 2개소 RPC에서 투입되는 벼를 30분 간격으로 5~10점 채취하였고, RPC 현장의 운영조건을 참조하여 90분 경과 후부터 배출되는 벼를 30분 간격으로 5~10점 채취하여 품질을 측정한 결과는 다음의 Table 3-18과 같다.

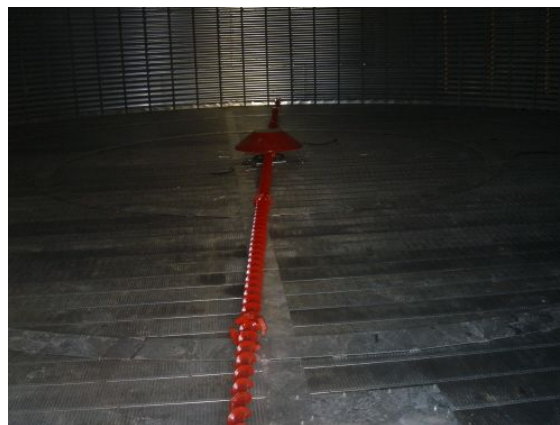


Fig. 3-12. 연속식빈건조 하부의 배출용 스위퍼 오거(2기).

평균 함수율은 건조전 19.3%(18.3~20.4%), 건조후 17.9%(17.6~18.1%)로 1.5%가 건조되었으며, 상온공기만을 사용한 RPC(E)에서는 0.7%가 건조된 반면, 가온한 공기를 사용한 RPC(H)에서는 2.3%정도가 건조되었다.

평균 동할율은 건조전 9.8%(0.2~19.4%)에서 건조후 17.8%(8.9~26.4%)로 약 7.8%(7.0~8.7%)가 증가한 것으로 나타났다. RPC(G)는 농가에서 1차 건조후 반입된 경우로서 반입 벼의 동할율은 19.4%로 대단히 높았다. 발아율은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 연속식빈건조의 건조 후 동할증가율은 매우 높은 수치로서, 건조시설로서의 운영뿐 만아니라 고품질의 쌀 생산을 위한 시설로서의 적정성에 대해 검토가 필요하였다.

Table 3-18. 연속식빈건조 전·후의 벼의 품질변화

RPC	송풍 방식	건조 전·후 벼의 품질								
		함수율(%)			동할율(%)			발아율(%)		
		전	후	감소	전	후	증가	전	후	감소
E	상온	18.3	17.6	0.7	19.4	26.4	7.0	97.0	97.0	0.0
H	가온	20.4	18.1	2.3	0.2	8.9	8.7	79.8	80.8	1.1

## (1) 상온통풍건조

### (가) 분석방법

상온통풍건조는 벼를 사일로에 퇴적하고 상온의 공기 또는 이를 약간 가열한 공기를 통풍하여 건조하는 방법이다. 상온통풍건조는 국내에 RPC가 도입되는 초기부터 수확시기에 집중반입되는 고수분의 벼를 일시에 처리하는 집중반입 대응기능과 반건조 벼의 저장건조기능 그리고, 장기저장기능을 수행하는 등 융통성 있는 시설로서 설치·운영되었다. 최근에 RPC의 경영악화와 고품질의 쌀에 대한 사회적인 분위기가 조성되면서 상온통풍건조중에 사일로 하부의 비교반층 벼에 대한 품질저하가 제기되고 있다. 사일로 하부의 비교반층은 만량퇴적시 전체퇴적량의 5~10%정도를 차지하고 있는데, 먼지 등 이물질이 집중적으로 퇴적되고 과건조와 동할의 위험성이 매우 높은 것으로 우려되고 있다. 또한, 단기간에 반입되는 산물벼를 대부분의 RPC에서 만량으로 퇴적하여 통풍하므로써 상하층간의 불균일 건조가 발생하고, 사일로 상부의 고수분 벼는 건조지연으로 지방산가가 증가하는 등 품질저하도 보고되고 있다(한국RPC연구회, 2002).

고품질 쌀 생산의 건조공정 저해요인을 분석하기 위하여 RPC(A), (B), (C), (D)의 상온통풍건조 실태를 조사하였다. 사일로에서 벼를 상온통풍건조할 때 중요한 것은 안전퇴적고를 준수하는 것이다. 특히, 함수율이 높은 벼를 1.2m이상 퇴적할 경우 벼가 건조되기 전에 부패할 위험이 매우 크다. 외기가 불순할 경우 건조능력이 저하되며, 이는 품질에도 지대한 영향을 미치게 된다. 또한, 사일로 하부는 교반이 이루어지지 않는 위치로 교반층과의 불균일 건조가 발생하게 되어 장시간 방치할 경우 과건의 우려가 매우 높다.

RPC(A)는 사일로에 투입되는 벼를 30분 간격으로 10회 채취하였으며, 상온통풍건조가 종료된 11월중순에 배출되는 벼를 30분 간격으로 10회 채취하여 품질을 측정하였다. RPC(B), (C), (D)는 현장여건이 불리하여 투입되는 벼의 시료채취가 불가능하였으며, 상온통풍건조가 완료된 후 배출이 일정시간 진행되고 하부 다공통기마루가 육안으로 드러날 때 사일로 내부에서 시료를 채취하였다. 시료채취 지점은 교반이 이루어지지 않는 하부와 교반이 이루어지는 상부에서 3점의 시료를 채취하였다.

Table 3-19. 상온통풍건조 조사대상 RPC

RPC	지역	벼 투입시기	벼 배출시기	건조기간	건조방법
A	전북	10월중순	11월중순	약 1개월	상온통풍
B	경남	9월말	10월말	약 1개월	상온통풍
C	경기	10월중순	12월중순	약 2개월	상온통풍
D	경기	10월중순	1월중순	약 3개월	상온통풍

(나) 분석결과

4개소 RPC에 설치된 평타입 건조저장 겸용 사일로(이하 “평타입사일로”)에서 건조 전·후의 벼를 채취하여 품질을 측정된 결과는 다음 Table 3-20과 같았다.

RPC(B)의 경우 약 2주 정도를 평타입사일간의 이동없이 건조한 경우로서, 교반기 상부의 함수율이 17.7%, 동할율이 4.7%인데 비해 교반되지 않는 교반기 하부는 함수율이 9.3%, 동할율이 12.7%로 과건조와 동할율의 발생이 매우 심각한 수준이었다. RPC(F)의 경우 건조전·후 각각 10점의 시료를 채취하여 품질을 측정된 결과로서, 건조전 함수율이 20.0%(18.6~21.9%), 동할율이 10.5%수준이었으며, 건조후 함수율이 15.3%(13.2~16.6%)로 일부 시료에서 과건조가 발생하였으며, 동할율도 12.8%로 2.3%정도가 증가하였다.

Table 3-20. 상온통풍건조에 따른 벼의 품질변화

RPC		건조 전·후 벼의 품질											
		함수율(%)			동할율(%)			발아율(%)			지방산가(mg)		
		전	후	감소	전	후	증가	전	후	감소	전	후	증가
A		20.0	15.3	4.7	10.5	12.8	2.3	92.6	93.0	0.0			
B	상부		17.7			4.7			94.0				
	하부		9.3			12.7			91.3				
C	상부		19.3			8.0	2.3		96.0	0.0		24.5	
	하부		12.5			6.4	2.3		91.0	0.0		10.3	
D	상부		17.2			2.0	2.3		94.0	0.0		14.2	
	하부		12.5			4.0	2.3		98.7	0.0		19.0	



## 나. 건조온도에 따른 건조 벼의 품질변화

고품질 쌀 생산의 주요 요인은 벼의 품종, 재배방법 및 수확 후 처리기술 등이 있는데 최근에 많은 품종육종과 재배방법의 개선으로 산지별 품종별 차이는 점차적으로 감소하는 추세이다. 수확 후 처리기술에는 건조, 저장, 가공, 포장 및 유통기술 등이 있으며, 고품질 쌀 생산의 중요한 기술이다. 특히, 건조기술은 수확 후 처리기술중에서 첫 번째 기술로, 건조기술이 적절치 못하면 저장, 가공 및 포장 등 후속 기술에 악영향을 줌으로 건조기술은 고품질 쌀 생산에 관건이 되는 기술이다.

국내는 화석연료를 이용한 열풍건조 및 상온의 공기를 이용한 상온통풍건조방법이 벼의 건조에 이용되고 있다. 열풍건조는 순환식건조기 또는 연속식건조기를 이용하여 45~55℃의 고온 열풍을 이용하는 방법으로, 건조속도가 0.6~1.2%(w.b./hr)의 고능력(High-Capacity) 건조방법으로 식미의 증시보다는 처리능력에 우선을 둔 건조방법이다. 따라서, 열손상에 의한 동할미 증가와 과건조의 위험이 높아 식미 저하의 우려가 높다. 상온통풍건조방법은 사일로 또는 사각빈에 상온의 공기를 통풍하여 건조하는 방법으로 벼의 품질 손상을 최소화 할 수 있지만 건조속도가 0.01~0.04%(w.b./hr)의 저능력(Low-Capacity) 건조방법으로 건조소요시간이 길고 특히, 강우 등 외기조건이 불리할 경우 건조속도가 저하되어 벼의 품질저하가 우려된다.

저온건조는 10~30℃ 범위의 저온의 제습된 공기를 이용하여 곡물을 건조하는 방법으로 제습저온건조방법이라고도 한다. 저온에서 건조가 이루어짐으로 건조 중의 열손상을 최소화하여 동할의 억제와 식미 향상 등 고품질의 쌀 생산에 가장 적합한 건조방법으로 보고되고 있다(Ishibashi 등, 1971).

### (1) 공시재료

실험에 사용한 시료는 2003년 10월 강원도 철원지역에서 수확한 오대벼이며, 40kg 포대에 담아 실험 전까지 2℃ 저온저장고에 보관하였다. 초기 함수율은 평균 25.5%(w.b.)이었다.

(2) 실험장치

건조온도에 따른 벼의 품질변화 실험을 위해 실험용 건조기를 설계 및 제작하였다. 실험용 건조기의 주요 설계조건은 다음의 Table 3-21과 같다. 표에서와 같이 실험용 건조기의 용량은 150kg으로 하였으며, 순환식 횡류형 건조기로 설계하였다.

Table 3-21. 벼 건조실험을 위한 실험용 건조기의 주요 제원

Items	Specifications
Type	Grain circulating cross-flow type
Capacity	150kg
Dimensions of drying column	
Number of row	2
Grain depth	0.08m
Volume	0.0272m <sup>3</sup>
Width	0.7m
Height	0.24m
Capacity	15kg
Tempering chamber	
Volume	0.2455m <sup>3</sup>
Capacity	135kg
Air flow rate	0.04m <sup>3</sup> /min·kg
Grain flow rate	2.4m/hr
Heater	5.2kW

실험용 건조기의 용적은 산물밀도  $550\text{kg}/\text{m}^3$ 을 기준으로  $0.2727\text{m}^3$ 이다. 건조기의 용적은 건조실과 템퍼링실 용적의 합으로, 건조실과 템퍼링실의 비를 1:9로 하였을 때 건조실 용적은  $0.0272 (\text{m}^3)$ 이다. 건조실의 곡물층 열수 (*row*)는 2열로 하였으며, 1열의 용적은  $0.0136 (\text{m}^3)$ 이다. 곡물층의 두께 (*D*)는  $0.08 \text{m}$ , 건조부의 폭 (*W*)은  $0.7 \text{m}$ 로 하였다. 건조실 1열의 용적을 고려하여 건조부의 높이 (*H*)를  $0.24 \text{m}$ 로 하였다. 따라서, 건조실의 용량은  $15\text{kg}$ , 템퍼링실의 용량은  $135\text{kg}$ 으로 설계하였다.

실험용 건조기는 두께  $1\text{mm}$  강판을 사용하여 템퍼링실 4단, 건조실 및 배출부 각각 1단씩 총 6단으로 하였다. 곡물의 순환을 위해 버킷엘리베이터를 설치하였고, 템퍼링실 상부의 곡물 투입부에 집진기(송풍량  $4.2 \text{m}^3/\text{min}$ )를 설치하였다.

건조실은 벼의 원활한 유하를 위하여 벼의 안식각(Kim 등, 1998)을 고려하였으며, 타공율 40%의 다공철판으로 제작하였다. 건조실을 통과하기 전에 균일한 유하를 위해 삼각덕트를 설치하였다. 건조공기가 유입되는 공기유입부는 직경  $150\text{mm}$ , 공기배풍부는  $340\text{mm}$ 로 제작하였다.

곡물이 배출되는 피드부는 직경  $140\text{mm}$ 의 원통으로, 중앙을 중심으로  $350 \times 120 (\text{L} \times \text{W}) \text{mm}$ 의 배출구 2개를 대칭으로 두고, 피드부가 모터( $0.4\text{kW}$ )에 의해 회전하면서 곡물이 배출되도록 하였다. 또한, 곡물의 균일한 배출을 위하여 피드부의 회전을 정·역회전하도록 제어하였으며, 인버터(S500, Mitsubishi, Japan)를 이용하여 피드부의 회전속도를 조정하여 순환속도를  $1.2 \sim 2.9 \text{m}/\text{hr}$ (순환량  $75 \sim 180 \text{kg}/\text{hr}$ ) 범위에서 조정이 가능하도록 하였다. 이 때 각 배출구의 1회전시 용량은  $1.4\text{kg}$ 이었다. 배출부는 직경  $75\text{mm}$  스크류콘베이어와 AC 모터( $0.75\text{kW}$ )를 이용하여 벼를 배출할 수 있도록 구성하였다.

실험용 건조기의 주 컨트롤러는 주 전원, 집진부, 피드부, 배출부 및 순환부로 구분하여 독립적으로 제어되도록 하였다.

### (3) 실험방법

실험용 건조기를 이용한 벼 건조실험의 건조온도는  $30^\circ\text{C}$  및  $48^\circ\text{C}$ 의 2수준, 상온 통풍건조 1수준 총 3수준으로 하였다. 각각의 건조온도에 대하여 벼  $150\text{kg}$ 을 실험용

건조기에 투입하고 최종함수율 15.5~16.5%(w.b.)까지 건조를 실시하였다.

실험용 건조기의 건조공기 유입부 1지점, 배기부 1지점, 건조실 4지점, 템퍼링실 2지점 및 외기 등 총 9지점에 Thermocouple(T type, OMEGA, USA)를 설치하고 자료수집장치(7327, Datascan, UK)를 이용하여 2분 간격으로 온도를 측정하여 PC에 저장하였다. 또한, 상대습도는 건조공기 유입부, 배기부 및 외기 각각 1지점에서 습도계(TR-72S, Japan)를 이용하여 측정하였다.

건조중 송풍량 측정은 배기부에 길이 200mm의 원형덕트를 연결하여 풍속계(ANO6141, KANOMAX, Japan)를 이용하여 측정하였다.

실험 시작 후 2시간 간격으로 시료를 채취하여 함수율 및 동할율을 측정하였으며, 건조 중 함수율의 경시적 변화는 단립수분계(CTR-800E, S.SEIKI, Japan)를 이용하여 측정하였다.

상온통풍건조를 수행하기 위하여 700×700×1600mm(L×W×H)의 사각 통풍관을 제작하여, 통풍관 하부지점에 직경 15mm의 원형덕트를 연결하고 블로워(DB105, Dongkun, Korea)를 설치하였다. 블로워의 송풍량은 공기유입부에 차단막을 설치하여 조정하였으며, 통풍관 중앙지점에는 정류격자를 설치하여 공기흐름이 일정하도록 하였다. 통풍관 상단에는 다공판을 두고 벼 150mm로 퇴적하여 상온통풍건조를 수행하였으며, 이 때 송풍량은 0.287m<sup>3</sup>/min으로 나타났다. 상온통풍건조 중 상단과 하단의 함수율 차이를 줄이기 위하여 12시간 간격으로 벼를 혼합하였다.

건조온도에 따른 품질 및 식미특성을 구명하기 위하여 함수율, 동할율, 발아율 및 식미 관능검사를 수행하였다. 함수율은 10g-135℃ -24시간 상압정온건조법으로 3회 반복 측정 후 105도법으로 환산하였다. 동할율은 채취한 벼를 밀봉하여 72시간 상온에서 보관한 후 수작업으로 왕겨를 제거하여, 현미 250립에 대하여 동할립 판별기(DC-50, S.SEIKI, Japan)를 이용하여 육안으로 측정하였다.

발아율은 벼의 정립 100립을 물로 충분히 세척한 후 직경 15cm 페트리디쉬에 여과지를 깔고 여과지가 충분히 젖을 정도로 물을 가하여 벼 정립을 올려놓은 다음 온도 20℃, 상대습도 60%의 항온항습기에서 7일간 배양한 후 발아한 미립수를 3회 반복 측정하였다.

백미의 식미 관능검사를 위해 벼를 실험용 현미기(THU, Satake, Japan)로 2회

탈부하여 현미를 제조하였으며, 압력조절이 가능한 마찰식 정미기(VP-31T, Yamamoto, Japan)를 이용하여 동일한 백도를 기준으로 2~3회 반복 투입하여 백미를 제조하였다. 제조한 백미는 색채선별기(ACS, A-MECS, Korea)로 착색립 및 복백립을 선별하였고, 최종적으로 흡선별기(TRG, Satake, Japan)를 이용하여 싸라기를 선별한 후 완전립을 제조하였다.

식미 관능검사는 패널요원 30명이 관능적 특성(윤기, 색, 밥 이외의 냄새강도, 밥 특유의 맛 강도, 경도, 탄력성, 낱알의 응집성, 부착성)과 외관, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 품질을 2회 반복 평가하였다. 평가항목은 총 13가지이며, 평가방법은 9점 항목척도(1=대단히 낮음, 5=보통정도, 9=대단히 높음)를 사용하였다.

각 시료는 SAS(ver 8.0)을 이용하여 시료간의 유의적인 차이를 검증하기 위해 분산분석을 하였으며, 시료간의 차이가 있는 경우 SNK(Studentized Newman Keul)의 다중비교를 실시하여 시료군의 평균값을 비교 분석하였다.



(4) 실험결과

(가) 외기온습도

벼의 건조온도와 건조기간('03. 10. 15~10. 20) 중 외기온습도는 다음 Table 3-22와 같다. 표에서와 같이 건조기간 중 평균 외기온도 및 상대습도는 18.8~20.2℃ 및 52.3~65.9%로 나타났다.

Table 3-22. 건조온도 별 외기온·습도

건조온도	외기온도(℃)	상대습도(%)
30℃	19.4(15.2~22.4)	52.3(41.5~61.5)
48℃	18.8(12.0~25.4)	62.5(51.4~74.6)
상온통풍	20.2(19.5~22.5)	65.9(57.6~79.9)

(나) 건조온도 및 곡온

Fig. 3-14은 건조기간 중 유입되는 건조공기의 온도 변화를 나타낸 것이다. 건조온도 30℃ 및 48℃에서 온도편차는 0.21℃ 및 0.38℃로 나타나 건조온도는 건조기간 중 대단히 균일하게 유지되었다.

Fig. 3-15는 건조기간 중 건조실의 곡물온도 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 곡물온도는 건조온도 30℃에서는 건조 초기에 20℃에서 완만히 상승하여 건조 3시간 후부터는 평균 24.6℃를 유지하였다. 건조온도 48℃에서는 건조초기에 곡온이 다소 증감을 반복하는 경향을 보였으며, 건조 3시간에는 35.0℃에 도달했고, 이후 건조시간이 경과할수록 완만히 최대 40.1℃까지 증가하였다. Fig. 3-16은 건조기간 중 템퍼링실의 곡물온도를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 템퍼링실의 곡물온도는 건조온도 30℃의 경우 초기에는 건조실의 곡물온도보다 0.5℃정도 낮게 나타났지만 건조중반부터는 비슷한 경향으로 나타났다. 건조온도 48℃의 경우 건조 2시간 후에 30.2℃로 나타났고, 이후 증가하여 최대 35.0℃까지 증가하였다.

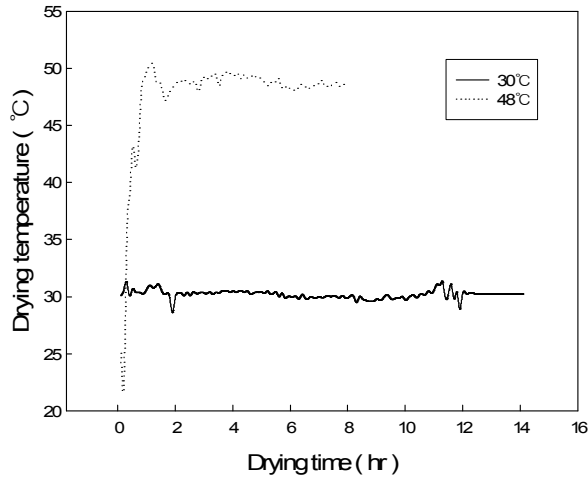


Fig. 3-14. 벼 건조 중 건조온도 변화.

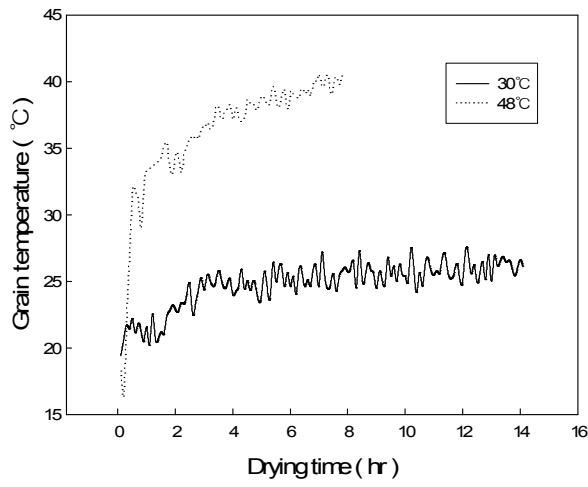


Fig. 3-15. 벼 건조 중 건조실 곡온 변화.



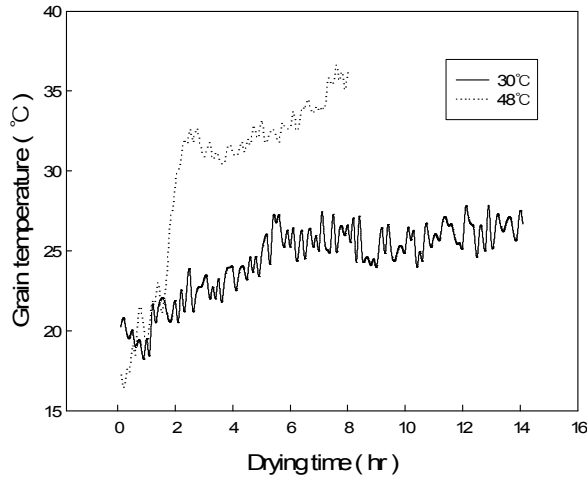


Fig. 3-16. 벼 건조 중 온도변화 곡선 변화.

(다) 건조속도

Table 3-23은 건조온도에 따른 건조속도를 나타낸 것이다. 표에서와 같이 건조온도 30℃에서는 함수율 25.3%(w.b.)를 16.5%(w.b.)까지 건조하는데 14.8시간이 소요되어 건조속도는 0.59%(w.b./hr)로 나타났고, 건조온도 48℃에서는 함수율 25.9%(w.b.)를 16.2%(w.b.)까지 건조하는데 8.1시간 소요되었으며, 건조속도는 1.20%(w.b./hr)로 나타났다. 상온통풍건조의 경우 102시간이 건조에 소요되었으며, 이 때 최종함수율은 16.1 %(w.b.)로 건조속도는 0.09%(w.b.)로 나타났다.

Table 3-23. 건조온도 별 벼의 건조속도

건조온도	초기함수율 (%,w.b.)	최종함수율 (%,w.b.)	건조소요시간 (hr)	건조속도 (%,w.b./hr)
30℃	25.3	16.5	14.8	0.59
48℃	25.9	16.2	8.1	1.20
상온통풍	25.6	16.1	102	0.09

(라) 품질변화

Table 3-24는 건조온도 별 벼의 초기 및 건조 후 동할율을 나타낸 것이다. 표에서와 같이 초기동할율은 나타나지 않았고, 건조 후 동할율은 건조온도 30℃ 및 상온통풍건조의 경우 0.4% 및 0.3%로 거의 비슷한 수준이었으며, 건조온도 48℃의 경우 18.2%로 크게 증가하였다. 따라서, 건조온도가 증가할수록 동할 발생이 증가하였다. 특히, 동할율이 급격히 증가한 건조온도 48℃의 경우 건조실의 곡온이 건조 4시간 후에 35.0℃ 이상으로 증가하여 곡온의 증가는 동할율과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

Fig. 3-17은 건조온도 별 벼의 초기 및 건조 후 발아율을 나타낸 것이다. 표에서와 같이 초기발아율은 99.4~99.6%범위로 나타났으며, 건조 후 발아율은 건조온도 30℃ 및 상온통풍건조의 경우 각각 97.2% 및 96.8%로 나타나 건조에 따른 발아율 저하는 미비한 것으로 판단된다. 그러나, 건조온도 48℃의 경우 건조 후 발아율은 크게 감소하여 84.6%로 나타났으며, 초기에 비해 15.2%저하되었다.

Table 3-24. 건조온도 별 벼의 초기 및 건조 후 동할율

건조온도	초기동할율 (%)	건조 후 동할율 (%)	동할증가율(%)
30℃	0.0	0.4	0.4
48℃	0.0	18.2	18.2
상온통풍	0.0	0.3	0.3

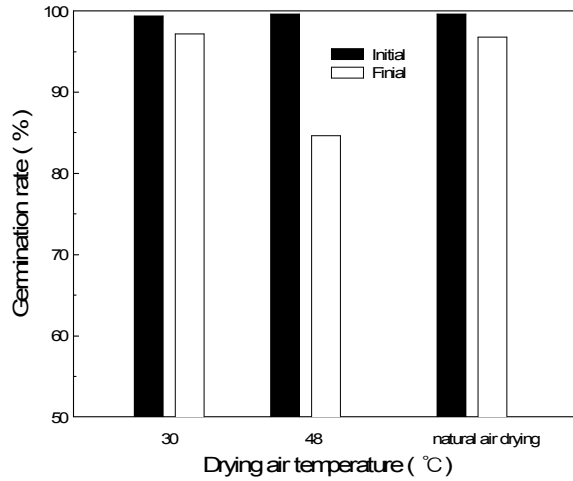


Fig. 3-17. 건조온도 별 벼의 초기 및 건조 후 발아율 변화.

(마) 식미특성

벼의 건조온도에 따른 식미특성을 구명하기 위하여 건조한 벼를 동일한 조건으로 도정하여 선별하였다. Table 3-25는 도정 후의 건조온도 별 백미의 함수율과 외관품위를 나타낸 것이다. 건조온도 별 백미의 외관품위는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 3-25. 건조온도 별 식미 관능검사를 위한 쌀의 함수율 및 외관품위

건조온도	함수율 (%,w.b.)	백도	짜라기 (%)	분상질립 (%)	착색립 (%)
30℃	16.4	39.0	0.42	1.6	0.2
48℃	15.9	38.6	0.62	1.4	0.2
상온통풍	16.0	38.4	0.46	1.2	0.3

Table 3-26은 건조온도에 따른 전체 조사표의 관능검사 결과를 나타낸 것이다. 표에서와 같이 밥 이외의 냄새 강도(Off-odor), 윤기의 정도(Glossiness), 색의 강도(Color) 및 탄력성(Springiness)는 30℃와 상온통풍건조에서 다른 건조온도 영역에 비해 유의적인 차이가 나타났다. 밥 특유의 맛강도(Taste) 및 거칠음성(Roughness)

은 30℃에서 다른 건조온도 영역에 비해 유의적인 차이가 나타났다. 경도(Hardness), 낱알의 응집성(Cohesiveness) 및 부착성(Adhesiveness)은 건조온도에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 종합적인 식미지표인 전반적인(Overall) 품질·외관(Appearance)의 품질·맛(Taste)의 품질·냄새(Order)의 품질·조직감(Texture)의 품질에서 건조온도가 높을수록 5가지의 식미지표는 낮게 나타났다. 전반적인 품질·조직감의 품질·외관의 품질은 0.001 수준에서, 맛의 품질은 0.05 수준에서 건조온도 30℃ 및 상온통풍건조의 경우 건조온도 48℃에 비해 높은 영역에서 유의적인 차이가 나타났다. 식미 관능검사의 결과를 종합적으로 판단해볼 때 건조온도 30℃는 48℃에 비해 식미가 높게 나타났으며, 상온통풍건조와는 유의적인 차이가 없는 것으로 판단된다.

Table 3-26. 건조온도 별 식미 관능검사 결과

Sensory Characteristics		30℃	48℃	Natural air drying
Odor	off-odor*	2.13 <sup>b</sup>	2.71 <sup>a</sup>	2.13 <sup>b</sup>
Appearance	glossiness***	8.02 <sup>a</sup>	7.25 <sup>b</sup>	7.93 <sup>a</sup>
	color***	1.91 <sup>b</sup>	3.38 <sup>a</sup>	1.96 <sup>b</sup>
Taste	taste***	7.89 <sup>a</sup>	6.96 <sup>c</sup>	7.57 <sup>ab</sup>
Textures	roughness*	2.16 <sup>a</sup>	2.80 <sup>b</sup>	2.41 <sup>ab</sup>
	hardness	4.43	4.35	4.79
	springiness*	7.16 <sup>a</sup>	6.20 <sup>b</sup>	6.98 <sup>a</sup>
	cohesiveness	6.71	5.88	6.52
	adhesiveness	5.63	5.62	5.91
Quality of odor		7.89 <sup>a</sup>	7.20 <sup>ab</sup>	7.50 <sup>a</sup>
Quality of appearance***		8.03 <sup>a</sup>	6.75 <sup>b</sup>	7.89 <sup>a</sup>
Quality of taste**		7.69 <sup>a</sup>	6.93 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>
Quality of texture***		7.56 <sup>a</sup>	6.75 <sup>b</sup>	7.64 <sup>a</sup>
Quality of overall***		7.77 <sup>a</sup>	6.66 <sup>b</sup>	7.72 <sup>a</sup>

abc

column내에서 같은 alphabet은 같은 수준임

\*, \*\*, \*\*\*

시료간 p=0.05, 0.01, 0.001수준에서 유의적인 차이가 있음

## 다. 건조온도에 따른 건조 벼의 저장특성

### (1) 재료 및 방법

#### (가) 공시재료

건조온도에 따른 건조 벼의 저장특성 실험을 위해 본 연구에서 수행한 건조온도에 따른 품질변화 실험에서 건조온도 30℃ 및 48℃의 2수준, 상온통풍건조 1수준 총 3수준의 시료를 이용하여 4℃와 25℃ 저장구에 보관하였다. 실험을 실시하기 전에 시험용 임펠러형 현미기(HSMC-4C, Hansung, Korea)를 이용하여 벼에서 현미로 도정한 후, 시험용 마찰식 정미기(VP-31T, Yamamoto, Japan)를 이용하여 도정한 백미를 실험에 사용하였다.

#### (나) 실험 방법

##### ① 저장 방법

건조온도 30℃ 및 48℃, 상온통풍건조한 건조벼를 각각 폴리에틸렌 용기(Ziploc, 한국존슨㈜)에 담아 4℃ 냉장 저장고(CA-C11AZ, LG 전자)와 25℃ 항온기(Vision BioTech, Korea)에서 8개월 동안 저장하였다. 저장 0, 4, 8, 12, 16, 24, 32주 간격으로 일정량의 시료를 채취하여 품질을 측정하였다.

##### ② 품질측정

채취한 시료를 대상으로 일반성분 분석, 발아율, 지방산가, 아밀로오스, 아미노산, 호화특성 및 배유세포 관찰을 통해 품질을 측정하였다.

일반성분 분석은 쌀을 분쇄기로 갈아 40mesh 체를 통과시켜 제조한 쌀가루를 이용하여 A.O.A.C.방법(1990)에 따라 분석하였다. 수분 함량은 105℃ 상압 가열 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 직접 회화법으로 측정하였으며, 조단백질은 Micro Kjeldahl 법으로 질소 함량을 구한 후 질소량에 5.95를 곱하여 단백질 함량을 계산하였다.

발아율은 벼 정립을 100립 선별하여 1회용 Petri-dish(87×15mm, 녹십자의의료공업

(주)에 여과지(Advantec TOYO NO.1, Japan)를 잘 펴서 넣고 그 위에 버 100립을 올려놓은 후, 증류수 45mL를 가하여 25℃ 항온기에서 7일 동안 발아시켰다. 발아율은 조사 공시립수에 대한 발아립수를 백분율로 표시하였다.

지방산가는 곡물 100g중의 유리지방산의 중화에 필요한 KOH의 양을 mg로 나타낸 것으로, A.A.C.C.법(1983)에 따라 정량하였다. 40mesh로 사별한 쌀가루 10g을 셀룰로오스 원통여지(26×100mm, Whatman, England)에 넣은 후에, soxhlet 추출 방법을 이용하여 petroleum ether로 16시간 추출하였다. 추출한 후에 용매를 제거하여 지방 성분을 농축하고 50mL 0.02% BAP(Benzene-alcohol-phenolphthalein) 용액으로 녹여 0.0178N KOH 용액으로 적정하였다. 지방산가는 다음 식에 의하여 측정하였다.

$$\text{Fat acidity value} = \frac{(T - B) \times 100}{100 - W} \times 100 \quad (\text{mL KOH}/100\text{g})$$

T : 시료의 0.0178N KOH 적정량 (mL)

B : 공시료의 0.0178N KOH 적정량 (mL)

W : 시료 100g의 수분 함량 (g)

아밀로오스 함량은 Juliano법(1971)에 의하여 측정하였다. 쌀가루를 50℃의 dry oven에서 24시간 동안 건조시키고, 쌀가루 100mg에 95% ethanol 용액 1mL, 1N NaOH 용액 9mL를 첨가하여 가열 수조에서 10분간 반응시킨 후 실온 냉각하고 증류수로 100mL로 정용시켜 전분 용액을 얻었다. 전분 용액 5mL에 1N acetic acid 1mL, 0.2% iodine 용액(0.2% I<sub>2</sub> + 2.0% KI) 2mL을 첨가한 후 증류수로 다시 100mL로 정용하여 20분간 방치한 다음 620nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 함량을 측정하였다. 표준곡선은 아밀로오스(Type III from potato, Sigma, Co., USA)와 아밀로펙틴(from potato, Sigma, Co., USA)을 일정 비율로 혼합한 다음 위와 같은 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였으며, 이로부터 건조시료의 아밀로오스 함량을 계산하였다.

아미노산은 HPLC(HP 1100 Series, Hewlett Packard, USA)를 사용하여 분석하였

다. 쌀을 분쇄기로 갈아 40mesh 체를 통과시켜 제조한 쌀가루 0.5g을 시험관에 넣고 6N HCl 용액 5mL를 가한 다음, 시험관 내부를 질소 가스로 치환하여 뚜껑을 닫고 밀봉하였다. 이를 110℃의 dry oven에서 24시간 동안 가수분해하고, 증류수를 넣어 100mL로 정용한 후, Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge(Waters, USA)를 통과시켜 가수분해 잔여물을 제거하고 남은 나머지 용액을 취하여 사용하였다. 분석을 하기 위해 시료를 완전히 건조시켜서 PITC(phenylisothiocyanate)로 유도체화시키고 다시 완전히 건조하여 200 $\mu$ l의 solvent A(1.4Mm NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH<sub>3</sub>CN, pH 6.1)로 녹이고, 0.45 $\mu$ l membrane filter를 통과시켰다. 이를 원심분리시키고 분리된 상층액을 취하여, HPLC Autosampler에 주입하여 분석하였다. 표준물질은 Amino acid standard(Waters, USA)를 사용하였으며, 분석조건은 Table 3-27과 같다.

Table 3-27. 아미노산의 분석조건

Items	Operation conditions
Column	Waters Symmetry C <sub>18</sub> (4.6×250 mm, 5 $\mu$ m)
Oven temperature	46℃
HPLC pump	HP 1100 Series, Binary Pump
HPLC injector	HP 1100 Series, Autosampler
Variable Wavelength Detector	HP 1100 Series, 254 nm
Elution	Linear gradient of solvent B (0-100%) (Solvent B : 60% CH <sub>3</sub> CN)
Flow rate	1.0 mL/min
Run time	50 min
Equilibrium time	10 min
Injection volume	Standard 4 $\mu$ l Samples 50 $\mu$ l

호화 특성은 신속점도측정계(RVA, Rapid Visco Analyzer, Newport Scientific Pty, Ltd., Australia)를 이용하여 측정하였다. 쌀을 40mesh 되게 쌀가루로 만든 다음 3g을 평량하여 Sample can에 넣어 증류수 25mL에 잘 분산시킨 후, 50℃에서 95℃까지 가열하여 호화시키고 다시 50℃로 냉각하여 호화 특성을 측정하였다.

주사전자현미경을 이용한 쌀의 배유세포 관찰은 쌀 단면의 중심에서 날카로운 면도칼로 가운데 부위만을 잘라 백금으로 코팅한 후에 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, JSM-840A, JEOL, Japan)을 사용하여 배유세포의 미세 구조를 1,000배 배율로 관찰하였다.

### ③ 식미특성

#### ㉞ 밥의 물리적 특성

쌀밥을 제조하기 위해 맑은 물이 나올 때까지 동일하게 5회 수세한 후, 예비실험 결과를 바탕으로 수세전 쌀과 물의 무게 비율이 1:1.3이 되도록 물을 첨가하고 상온에서 30분간 침지하였다. 침지시킨 후에 직경 4cm, 높이 2cm로 제작한 알루미늄 원통형 틀을 쌀에 느슨하게 꽂아 전기압력밥솥(P-H 101, LG electronics Co., Korea)을 사용하여 취반하였고, 전기압력밥솥의 취사 신호가 보온 신호로 바뀌는 순간부터 5분 동안 뜸을 들이고 난 후에 실험에 이용하였다. 쌀에 느슨하게 꽂은 원통형 틀은 옆면에 많은 구멍이 있도록 제작하였으며, 이 구멍을 통해 취반시 수분의 출입이 자유롭게 이루어지도록 하였다. 취반이 끝난 후에 원통형 틀을 조심스럽게 빼내어 원통형 상태 그대로 물성을 측정하였고, 이 때 사용한 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Microsystems Ltd., England)의 운영 조건은 Table 3-28과 같다.

쌀밥의 색도는 쌀밥을 1회용 Petri-dish(35×15mm, Becton Dickinson, USA)에 담았고, 색도계(CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하여 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)값을 측정하였다. 이 때 보정판의 L, a, b값은 각각 95.94, -0.15, -0.22였다.



Table 3-28. Texture analyzer의 운영조건

Items	Operation conditions
Test type	Two bite compression test
Distance format	10.0 mm
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test speed	2.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s

㉔ 밥의 관능적 특성

쌀밥을 제조하기 위해 쌀 500g을 맑은 물이 나올 때까지 동일하게 5회 수세한 후, 예비 실험 결과를 바탕으로 수세된 쌀과 물의 무게 비율이 1:1.3이 되도록 물을 첨가하고 상온에서 30분간 침지하였다. 침지시킨 후에 전기압력밥솥(P-H 101, LG electronics Co., Korea)을 사용하여 취반하였고, 전기압력밥솥의 취사 신호가 보온 신호로 바뀌는 순간부터 5분 동안 뜸을 들이고 난 후에 약 50g의 밥을 담아서 뚜껑을 닫고 제시하였다. 이 때 시료의 보온을 위해 관능검사 용기를 스티로폼 틀에 넣어 보온을 유지하였으며, 관능검사는 3회 반복 실시하였다.

쌀밥의 관능검사는 실험에 대한 검사 방법과 평가 특성에 대해 충분히 훈련을 시킨 11명의 서울대학교 식품영양학과 대학생들을 관능검사요원으로 선정하였고, 9점 척도를 사용하여 3회 반복실험을 실시하였다. 관능검사 평가 항목은 쌀밥의 구수한 냄새, 이취, 색도, 윤기, 경도, 탄력성, 부착성, 응집성, 밥맛, 기호도이었다. 시료의 측정 항목과 평가 방법은 Table 3-29와 같으며, 시료의 평가는 각 항목에 대하여 Fig. 3-18의 질문지를 사용하여 실시하였다.

Table 3-29. 관능검사 평가항목 및 방법

특성	정의	평가방법
윤기	· 밥알 표면이 반짝거리는 정도	
경도	· 밥알을 입천장과 혀 사이에 넣고 압착하는데 드는 힘 · 어금니로 밥알을 씹을 때 드는 힘	· 힘을 많이 필요로 할수록 경도가 강하다.
탄력성	· 밥알을 입천장과 혀 사이에 넣고 부분적으로 누른 후, 떼었을 때 원래상태로 회복되는 정도	· 원래의 상태로 돌아오는 정도가 가할수록 탄성이 강하다.
부착성	· 혀로 밥 덩어리를 낚알낚알로 흠어지게 하는데 드는 힘 · 밥알을 입천장에 넣고, 떼어내는데 드는 힘	· 낚알낚알로 흠어지게 하는데 힘이 많이 드는 밥은 부착성이 강하다.
낚알의 응집성	· 어금니로 밥알을 씹을 때 밥알이 변형되는 정도	· 변형정도가 적을수록 응집성이 강하다. 예) 같은 힘을 들었을 때 탄력성이 가한 힘에 비해 진밥이 밥알형태의 변형이 더 많이 되므로 응집성이 약하다.
맛	· 일정량의 밥을 10회 이상 씹었을 때 코와 혀로 느껴지는 향과 맛	· 좋은 밥맛이란 밥 고유의 구수한 풍미를 가지며 약간 기름기 있는 느낌과 단맛이 나는 경우를 말한다.
종합적 기호도	· 대부분의 평가항목에서 종합적으로 품질이 높게 평가된 경우	· 대부분의 평가항목에서 종합적으로 품질이 낮게 평가된 경우

---

---

쌀밥 관능평가

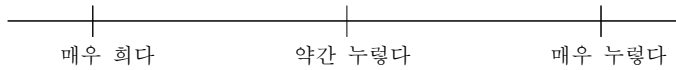
날 짜 :

이 름 :

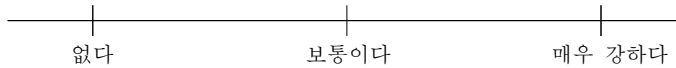
다음은 쌀밥에 대한 특성을 알아보기 위한 것입니다. 제시된 시료의 외관, 향미, 조직감과 맛을 평가하신 후 그 강도를 표시하여 주시기 바랍니다.

1. 외관

(1) 색도

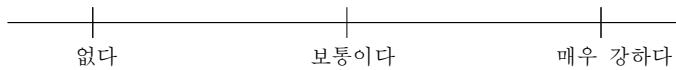


(2) 윤기

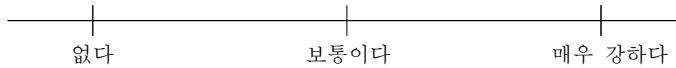


2. 향

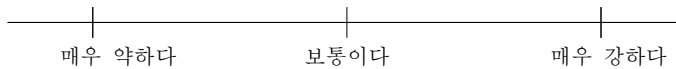
(1) 밥 특유의 구수한 냄새



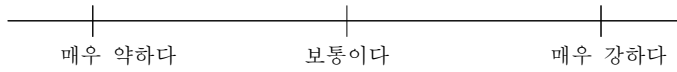
(2) 밥 이외의 냄새 (이취)



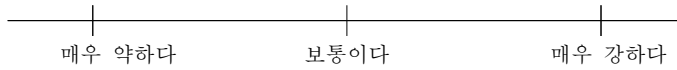
3. 경도



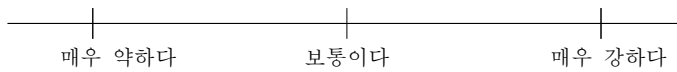
4. 탄력성



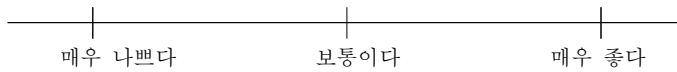
5. 부착성



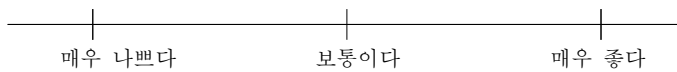
6. 응집성



7. 밥맛



8. 종합적 기호도



대단히 감사합니다

---

---

Fig. 3-18. 관능검사에 사용한 조사표

#### ④ 분석방법

아밀로오스 함량, RVA에 의한 호화특성과 관능검사결과는 SAS package(ver.8.2)를 이용하여 분산분석을 실시하였고,  $p < 0.05$  수준에서 Duncan의 다중범위시험법을 실시하여 각 시료간의 유의적인 차이를 검정하였다.

#### (1) 결과 및 고찰

##### (가) 일반성분

저장 기간, 건조 방법 및 저장 온도에 따른 건조시료의 일반성분은 Table 3-30~33에 나타낸 바와 같다. 함수율은 저장 기간이 경과함에 따라 감소하였고, 모든 저장 온도군에서 건조온도 30℃, 상온통풍건조, 건조온도 48℃ 순으로 높게 나타났다. 또한, 4℃에서 저장구는 25℃ 저장구에 비해 함수율이 높은 것으로 나타났다. 조단백질 함량은 약 7~8%이며 저장 기간, 건조 방법 및 저장 온도에 따른 뚜렷한 경향성을 보이지 않았다. Hamaker 등(1991)에 따르면 단백질 함량은 쌀의 품질과 밥의 텍스처에 영향을 미쳐 단백질이 많을수록 밥이 단단하고 부착성이 떨어져 식미가 저하된다고 보고되었다. 마찬가지로 조지방과 조회분은 저장 기간, 건조 방법, 저장 온도에 따라 뚜렷한 증감의 경향성은 보이지 않았다.

일반적으로 쌀을 저장함에 따른 이화학적 성분의 변화는 크지 않으며 다만 저장 중 약간의 지방질 가수분해와 산화가 일어나고 저장 기간이 증가할수록 유리지방산 및 환원당의 생성이 증가한다고 알려져 있다(Indudhara-Swamy et al., 1978).

Table 3-30. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 함수율 변화

저장온도(℃)	저장기간 (주)	함수율(%w.b.)		
		건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃
4	0	14.75	14.70	14.37
	4	15.39	15.02	15.19
	8	14.86	14.75	14.75
	12	14.86	14.84	14.64
	16	15.12	14.93	14.89
	24	15.00	15.25	14.58
	32	13.52	13.39	13.49
25	0	14.75	14.70	14.37
	4	14.95	14.93	14.63
	8	14.57	14.74	13.72
	12	14.08	13.96	13.89
	16	14.32	14.55	13.87
	24	13.76	13.78	13.11
	32	12.19	11.93	11.88

Table 3-31. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 조회분 변화

저장온도(℃)	저장기간 (주)	Crude ash (%)		
		건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃
4	0	0.51	0.56	0.44
	4	0.54	0.50	0.54
	8	0.56	0.52	0.50
	12	0.62	0.55	0.53
	16	0.59	0.51	0.49
	24	0.47	0.44	0.45
	32	0.44	0.41	0.42
25	0	0.51	0.54	0.43
	4	0.43	0.35	0.40
	8	0.45	0.40	0.37
	12	0.60	0.56	0.56
	16	0.51	0.50	0.52
	24	0.52	0.48	0.28
	32	0.57	0.46	0.50

Table 3-32. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 조단백질 변화

저장온도(℃)	저장기간 (주)	Crude protein(%)		
		건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃
4	0	7.46	7.40	7.44
	4	7.71	7.68	7.67
	8	7.93	7.70	7.79
	12	7.71	7.62	7.70
	16	7.98	8.10	8.01
	24	7.91	8.18	8.42
	32	8.13	8.28	8.12
25	0	7.46	7.40	7.44
	4	7.76	7.79	7.94
	8	7.85	7.59	7.75
	12	8.12	7.98	8.55
	16	8.23	8.24	8.40
	24	8.07	8.34	8.21
	32	8.63	8.65	8.74

Table 3-33. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 조지방 변화

저장온도(℃)	저장기간 (주)	Crude fat(%)		
		건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃
4	0	0.69	0.85	0.72
	4	0.78	0.78	0.95
	8	0.75	0.58	0.81
	12	0.54	0.78	0.52
	16	0.60	0.48	0.40
	24	0.95	1.00	1.04
	32	0.39	0.58	0.55
25	0	0.69	0.85	0.72
	4	0.69	0.78	0.72
	8	0.92	0.71	0.73
	12	0.93	1.01	0.95
	16	0.65	0.46	0.68
	24	0.69	0.75	0.86
	32	0.68	0.58	0.77

#### (나) 발아율

발아율은 쌀의 신선도를 예측할 수 있는 척도로서, 고온에서 건조하면 발아율이 저하되고, 발아가 되지 않는 쌀은 죽은 쌀과 마찬가지로 신선도가 떨어지고 식미도 저하된다. 건조 온도에 따른 벼의 발아율 변화는 Fig. 3-19와 같다. 저장 전의 발아율은 건조온도 30℃ 91%, 상온통풍 86%, 건조온도 48℃ 85%이었는데, 4℃에서 저장한 건조벼의 발아율은 저장 32주 후에 건조온도 30℃에서 1.1배(80%), 상온건조벼 1.1배(79%), 열풍건조벼 1.1배(76%)의 완만한 감소를 보인 반면, 25℃에서 저장한 건조벼의 발아율은 급격히 저하되어 저장 32주 후에 건조온도 30℃ 1.9배(49%), 상온건조벼 3.2배(27%), 열풍건조벼 4.3배(20%) 감소되었다. 즉, 저장 기간이 지남에 따라 발아율은 감소하였고, 건조 방법에 따라서 건조온도 30℃, 상온통풍, 건조온도 48℃ 순으로 발아율이 높았으며, 4℃에서 저장한 건조벼가 25℃에서 저장한 건조벼보다 발아율이 높게 나타났다.

발아는 곡립이 수분을 흡수하면서 곡립의 호흡, 단백질 합성과 다른 대사 과정을 활성화시켜 일어나는 과정이고, 특히 protease, α-amylase가 활성화되면서 시작되어, 온도, 수분함량 및 곡립의 크기 등이 영향을 미친다는 보고가 있다(Ingle, J. et al., 1965 ; Harvey, M.R. et al., 1974 ; Lafond, G.P. et al., 1986). 또한 발아율이 저하될 때 생리적으로 나타나는 징후로는 decarboxylase 등의 효소 활성의 저하, 호흡 감소, 유리지방산의 증가 등이 있다고 하였다(Copeland, I.O, 1976).

본 연구에서는 건조 온도가 높은 열풍건조벼의 발아율이 낮고, 25℃에서 저장한 건조벼의 발아율이 낮은 결과를 보였는데, 발아율의 저하는 온도에 의한 열손상이 효소 활성의 저하, 유리지방산 생성 등의 결과를 유도하여 나타난 결과로 판단된다.



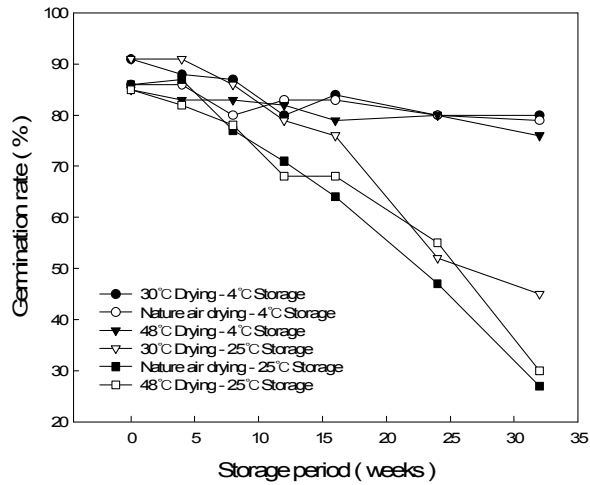


Fig. 3-19. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 발아율 변화

(다) 지방산가 변화

곡물의 저장 중 품질의 열화를 일으키고 묵은 쌀의 냄새를 생성하는 유리지방산에 의한 변패의 척도인 지방산가는 저장 중 지질의 산화에 의해 증가한다고 하였으며(Moritaka, S. et al., 1972), 김영배 등(1985)은 저장미의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 인자중의 하나는 지방질로 저장중 쌀의 지방질 가수분해 효소와 자동산화에 의한 각종 가수분해물 및 산화물의 증가가 나타나는데 결합지질보다는 유리 지질의 변화가 더 심하고, n-hexanal 등의 카르보닐 화합물에 의한 고미취가 발생한다고 보고하였다.

건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 지방산가의 변화는 Fig. 3-20과 같다. 저장 전 초기 시료의 지방산가는 건조온도 30°C에서 9.0mg KOH, 상온통풍건조 및 건조온도 48°C에서 11.0 및 12.0mg KOH이었는데, 저장 32주 후 4°C에서 저장한 건조쌀의 지방산도는 건조온도 30°C 1.7배(16.0mg KOH), 상온통풍건조 1.5배(17.0mg KOH), 건조온도 48°C 1.5배(18.0mg KOH)의 완만한 증가를 보인 반면, 저장 32주 후 25°C에서 저장한 건조쌀의 지방산도는 건조온도 30°C 3.4배(31.0mg KOH), 상온통풍건조는 3배(34.0mg KOH), 건조온도 48°C은 2.9배(35.0mg KOH)의 급격한 증가

를 보였다. 또한 건조 방법에 따른 건조시료의 지방산가를 보면, 4℃에서 저장한 건조쌀의 지방산가는 저장 초기부터 저장 32주까지 건조온도 48℃, 상온통풍건조, 건조온도 30℃의 순서로 높았으며, 25℃에서 저장한 건조쌀의 지방산가는 저장 16주까지 건조온도 48℃, 건조온도 30℃, 상온통풍건조의 순서로 높았고, 그 이후에는 건조온도 48℃, 상온통풍건조, 건조온도 30℃의 순서로 커지는 경향을 보였다. 즉, 저장 기간, 건조 방법, 저장 온도에 따라 건조시료의 지방산가에 차이를 보였으며, 이러한 결과는 온도가 높아질수록 지방 산화가 촉진된다는 사실을 미루어 볼 때, 수확 후의 건조 온도, 저장 온도, 저장 기간이 건조쌀의 지방 산화에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

벼 품질 지표로서 현미의 지방산가가 20.0mg KOH에 달하면 변질의 주 신호이며 25.0mg KOH이상이면 변질의 징후를 표시하고 백미의 지방산도 적정 한계값은 15.0mg KOH으로 알려져 있다. 저장 32주 동안, 4℃에서 저장한 건조온도 30℃은 지방산가 기준치를 초과하지 않았으나 상온통풍건조는 저장 24주부터, 건조온도 48℃은 저장 4주째부터 초과하였다. 또한, 25℃에서 저장한 모든 건조쌀은 저장 4주째부터 지방산가가 기준치를 넘었기 때문에 열풍 건조방법과 고온 저장조건에서 지방 산패로 인한 쌀의 품질 저하가 클 것임을 알 수 있다.

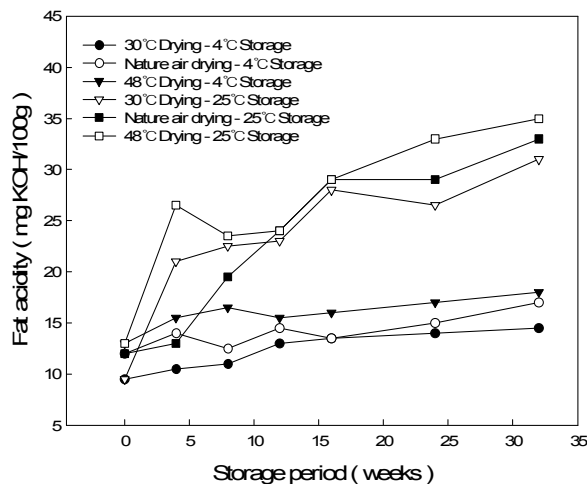


Fig. 3-20. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 지방산가 변화

(라) 아밀로오스 함량

건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 아밀로오스 함량의 변화 Table 3-34와 같다. 초기 건조쌀의 아밀로오스 함량은 건조온도 30℃ 2.04%, 상온통풍건조 3.10%, 건조온도 48℃ 3.33% 이었는데, 저장 32주 후 4℃에서 저장한 건조쌀의 아밀로오스 함량은 건조온도 30℃ 2.7배(5.38%), 상온통풍건조 3.2배(9.96%), 건조온도 48℃ 3.5배(11.76%)로 증가했고, 25℃에서 저장한 건조쌀의 아밀로오스 함량은 건조온도 30℃ 2.9배(5.75%), 상온통풍건조는 3.2배(10.01%), 건조온도 48℃은 4.1배(13.51%)로 증가했다. 특히, 4℃ 저장시료는 저장 8주에, 25℃ 저장시료는 저장 24, 32주에 건조 방법에 따라 유의적인 차이를 보였다. 즉, 저장 기간, 건조 방법, 저장 온도는 아밀로오스 함량에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

소규호 등(1999)에 의하면 저장기간이 길어질수록 아밀로오스의 함량이 증가한다고 보고한 결과와 일치하였으나, 고용덕 등(1995)의 저장 기간이 길어짐에 따라 아밀로오스의 함량이 다소 감소하였다는 보고와 Juliano (1992)의 저장 기간이 길어짐에 따라 아밀로오스의 함량에는 변화가 없었다는 결과와는 차이를 나타내었다.

미곡 중의 아밀로오스는 밥의 품질을 결정하는 중요한 인자 중 하나로, 아밀로오스 함량에 따라 0~5%는 찹쌀(waxy), 5~12%는 아주 낮은 아밀로오스, 12~20%는 저아밀로오스, 20~25%는 중간 아밀로오스, 25% 이상이면 고아밀로오스로 분류되는데(Juliano, B.O., 1992), 우리나라 사람들은 아밀로오스 함량이 낮은 미곡을 선호하는 것으로 보고되었다(김정옥 등, 1996). 아밀로오스 함량은 쌀의 조리 특성과 밥의 조직감이나 광택 등 식미를 결정하는 가장 중요한 요인이다(Juliano, B.O., 1965 ; Goodman, D.E. et al., 1984). 또한 쌀의 아밀로오스 함량은 찰기를 결정하는 가장 주된 인자이며 쌀의 평균 수분함량과 높은 부의 상관관계가 있다는 보고(Kongseree, N. et al., 1972 ; Antonio, A.A et al, 1973 ; Kato, S., 1979)가 있다.

본 연구에 사용된 건조쌀의 아밀로오스 함량은 2~13%인 것으로 보아, 아주 낮은 아밀로오스를 함유하고 있는 것을 알 수 있으며, 건조 온도와 저장 온도가 낮을수록 아밀로오스 함량이 낮아졌으므로 이와 같은 건조, 저장 조건으로 행한 쌀의 식미가 더욱 우수할 것으로 사료된다.

Table 3-34. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 아밀로오스 함량 변화

저장온도 (°C)	저장기간 (주)	Amylose content (%)			
		건조온도 30°C	상온통풍	건조온도 48°C	F-Value
4	0	2.04±3.41	3.10±0.69	3.33±1.72	0.28 <sup>1</sup> N.S
	4	3.63±1.99	5.22±3.09	5.67±0.57	0.75 <sup>N.S</sup>
	8	1.81±0.69 <sup>c</sup>	3.70±0.79 <sup>b</sup>	5.30±0.39 <sup>a</sup>	21.78 <sup>2)</sup> **
	12	4.92±1.33	6.81±3.54	7.27±1.91	0.78 <sup>N.S</sup>
	16	5.07±2.58	6.89±1.18	7.80±1.04	1.90 <sup>N.S</sup>
	24	4.80±0.01	8.71±4.79	5.99±0.50	2.16 <sup>N.S</sup>
	32	5.38±0.12	9.96±6.23	11.76±3.86	1.81 <sup>N.S</sup>
25	0	2.04±3.41	3.10±0.69	3.33±1.72	0.28 <sup>N.S</sup>
	4	5.22±2.58	7.11±1.80	5.84±0.66	0.81 <sup>N.S</sup>
	8	4.84±0.01	6.20±1.57	7.57±2.17	1.49 <sup>N.S</sup>
	12	6.43±1.36	8.25±2.02	8.40±1.05	1.54 <sup>N.S</sup>
	16	6.73±2.10	8.40±0.47	8.55±1.14	1.54 <sup>N.S</sup>
	24	6.61±0.39 <sup>c</sup>	8.56±0.03 <sup>b</sup>	11.20±1.27 <sup>a</sup>	27.27 <sup>**</sup>
	32	5.75±0.01 <sup>c</sup>	10.01±0.37 <sup>b</sup>	13.51±0.12 <sup>a</sup>	929.70 <sup>***</sup>

N.S : Not significant

\*, \*\* and \*\*\* mean significant at p=0.05, 0.01 and 0.001, respectively. Different superscripts are significantly different at α=0.05 level

#### (따) 아미노산 조성

저장기간 32주가 지난 건조시료의 아미노산 조성비는 Table 3-35와 같다. 건조쌀의 lysine 등 20개의 아미노산 조성비의 변이 정도를 보면, aspartic acid, glutamic acid 및 threonine이 총 아미노산 중 50-60% 정도를 차지하였으며, 반면에 cysteine, glycine, valine, methionine, tryptophan이 약 1% 정도의 가장 낮은 조성비를 보였다. 최정숙 등(2002)의 백미와 현미의 영양성분 조사 보고에 따르면, 오대벼는 glutamic acid가 가장 많이 함유된 아미노산이라 하였는데 본 실험결과에서는 aspartic acid가 가장 많이 함유된 아미노산이었다. 제 1 제한 필수아미노산인 lysine은 4-5%의 다양한 조성비를 나타내었다. 이러한 경향성은 건조 방법과 저장 온도에 상관없이 모두 같게 나타났다.

Table 3-35. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 아미노산 조성 변화(mol %)

	저장온도 4℃			저장온도 25℃		
	건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃	건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃
CYS	0.81	1.14	0.99	1.02	1.02	1.19
ASP	29.89	28.90	29.74	28.69	26.03	25.77
GLU	17.11	16.17	15.46	15.81	15.40	14.80
ASN	1.08	0.91	0.97	1.15	1.08	0.86
SER	3.31	3.63	3.56	3.60	3.39	3.72
GLN	0.28	0.40	0.31	0.33	0.33	0.28
GLY	5.15	5.96	6.10	5.80	5.66	5.93
HIS	1.57	1.61	1.51	1.84	1.42	1.39
ARG	3.46	3.14	3.43	3.84	3.43	3.45
THR	12.71	13.81	12.98	12.55	17.54	16.75
ALA	3.33	3.36	3.35	3.62	3.15	3.20
PRO	3.17	3.53	3.79	3.78	3.06	3.44
TYR	1.83	1.93	1.83	1.57	1.37	1.75
VAL	0.87	0.87	0.90	1.06	1.13	1.00
MET	0.86	1.05	0.81	1.06	0.91	0.82
ILE	1.10	1.22	1.32	1.38	1.33	1.55
LEU	0.72	0.75	0.90	0.98	0.85	0.91
PHE	6.61	6.41	6.91	6.27	6.71	7.19
TRP	0.74	0.44	0.48	0.59	0.99	0.89
LYS	5.41	4.75	4.67	5.05	5.21	5.12

## (바) 호화특성

건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 호화특성 중 setback, 최고 점도, 최종 점도, breakdown의 변화는 Table 3-36~39와 같다. setback은 50℃로 냉각한 후 측정된 최종 점도에서 최저 점도를 뺀 값으로, Juliano 등(1964)은 단백질, 아밀로오스 함량과 정의 상관 관계를 갖고, 식미와 부의 상관 관계를 갖는 값으로 보고했다. Table 3-36은 건조쌀의 setback을 나타낸 결과로서, 저장 기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였고, 건조 방법에 따라 건조온도 30℃의 setback이 다른 조건보다 작았다. 이는 건조온도 30℃이 다른 건조쌀에 비해 아밀로오스 함량이 낮은 것과 연관지어 생각해볼 때, 식미가 좋은 것으로 판단할 수 있다. 또한 저장 온도가 높을수록 setback이 높은 결과를 보였다.

Table 3-37은 최고 점도를 나타낸 것이다. 저장 기간에 따라 증가하였고, 건조 방법에 따라서는 건조온도 30℃, 건조온도 48℃, 상온통풍건조의 순서로 낮았으며, 4℃ 저장쌀에서 저장 4주와 32주에 유의적인 차이를 보였다. 25℃ 저장쌀은 건조온도 30℃, 상온통풍건조, 건조온도 48℃의 순서로 낮았고, 저장 0, 12, 16, 24, 32 주에 유의적인 차이를 보였다. 최고 점도의 증가는 저장 중에 일어나는 쌀의 노화에 의해 저장 초기의 신선한 쌀에 비해 전분 입자간의 결합력이 커지면서 팽윤에 대한 저항이 증가되어 나타나는 현상으로 해석할 수 있다.

Table 3-38은 최종 점도를 나타낸 결과로서, 50℃로 냉각한 후 측정된 최종 점도는 높을수록 노화가 촉진되는 경향이 있다. 저장 기간이 지남에 따라 최종 점도값이 증가했고, 건조 방법에 따라 건조온도 30℃이 다른 건조쌀보다 낮은 값을 나타냈으며, 4℃에서 저장한 건조쌀의 최종 점도가 25℃ 저장군보다 훨씬 낮은 결과를 나타냈다. 미곡의 저장 온도가 높을수록 쌀의 아밀로그래프 점도가 증가했다는 보고(Hamaker, B.R, 1993)가 있으며, 또한 고온 저장에서 저장 3개월에 아밀로그래프 점도가 증가한다고 했다(Juliano, B.O, 1985).

Breakdown은 전분 입자의 붕괴와 가열된 paste의 안정성과 관계되는 값이며, Table 3-39와 같이 4℃ 저장시료의 경우에 저장 기간이 지남에 따라 감소하였고, 25℃의 저장시료는 뚜렷한 증감의 경향성을 나타내지 않았다. 저장 온도에서는 25℃의 저장시료가 4℃ 저장시료보다 breakdown이 훨씬 높게 나타났다.

Table 3-36. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 호화특성(setback) 변화

저장온도(℃)	저장기간 (주)	Setback (RVU)			
		건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃	F-Value
4	0	80.55±1.94 <sup>b</sup>	93.25±0.71 <sup>a</sup>	88.88±1.35 <sup>a</sup>	40.94 <sup>1)**</sup>
	4	78.34±4.72	85.71±0.53	78.84±1.18	4.25 <sup>2)N.S</sup>
	8	84.54±4.65	91.96±15.38	85.75±1.53	0.36 <sup>N.S</sup>
	12	106.96±14.2 0	93.05±3.71	93.42±10.37	1.17 <sup>N.S</sup>
	16	75.13±4.07	86.71±7.60	85.59±5.54	2.33 <sup>N.S</sup>
	24	103.13±7.25	105.04±2.53	105.09±6.48	0.07 <sup>N.S</sup>
	32	84.13±2.54	87.33±1.06	78.54±9.49	1.22 <sup>N.S</sup>
25	0	83.00±1.53 <sup>c</sup>	93.25±0.71 <sup>a</sup>	88.88±1.35 <sup>b</sup>	34.08 <sup>**</sup>
	4	89.58±5.30	97.79±6.42	97.63±1.12	1.87 <sup>N.S</sup>
	8	128.29±6.66	116.00±22.9 8	101.25±0.82	1.92 <sup>N.S</sup>
	12	136.05±22.4 5	135.25±23.4 5	157.55±6.19	0.88 <sup>N.S</sup>
	16	92.84±0.23 <sup>b</sup>	98.75±0.47 <sup>a</sup>	96.30±1.94 <sup>ab</sup>	13.07 <sup>*</sup>
	24	135.00±2.47	129.63±16.4 4	150.50±0.35	2.55 <sup>N.S</sup>
	32	99.29±2.88	105.79±0.06	105.54±1.47	7.76 <sup>N.S</sup>

\*, \*\* and \*\*\* mean significant at p=0.05, 0.01 and 0.001, respectively. Different superscripts are significantly different at α=0.05 level

N.S : Not significant



Table 3-37. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 호화특성(최고점도) 변화

저장온도(°C)	저장기간 (주)	Peak viscosity (RVU)			
		건조온도 30°C	상온통풍	건조온도 48°C	F-Value
4	0	120.71±4.30 <sup>b</sup>	146.21±3.13 <sub>a</sub>	139.05±1.94 <sup>a</sup>	32.40 <sup>1)</sup> **
	4	110.59±2.35 <sup>b</sup>	123.88±1.35 <sub>a</sub>	113.38±4.07 <sup>b</sup>	12.33*
	8	111.13±9.72	114.34±0.47	119.42±9.43	0.57 <sup>2)</sup> N.S
	12	101.83±0.71	107.38±4.66	102.50±1.53	2.24 <sup>N.S</sup>
	16	103.96±9.25	121.84±5.18	116.71±3.59	4.06 <sup>N.S</sup>
	24	102.63±21.15	120.00±3.42	115.50±8.49	0.92 <sup>N.S</sup>
	32	135.04±0.41 <sup>b</sup>	143.63±1.83 <sub>a</sub>	137.21±0.53 <sup>b</sup>	31.45**
25	0	126.50±3.89 <sup>b</sup>	146.21±3.13 <sub>a</sub>	139.05±1.94 <sup>a</sup>	20.83*
	4	132.38±7.25	153.75±9.19	143.13±1.59	4.91 <sup>N.S</sup>
	8	152.84±2.24	164.54±2.53	157.17±6.24	4.17 <sup>N.S</sup>
	12	131.42±0.12 <sup>b</sup>	136.67±2.24 <sub>a</sub>	125.83±0.35 <sup>c</sup>	34.11**
	16	149.75±2.94 <sup>b</sup>	165.13±1.24 <sub>a</sub>	156.54±4.19 <sup>ab</sup>	12.86*
	24	151.71±0.06 <sup>ab</sup>	170.63±4.53 <sub>a</sub>	136.71±10.08 <sub>b</sub>	14.20*
	32	188.34±0.83 <sup>b</sup>	208.58±3.89 <sub>a</sub>	194.00±0.71 <sup>b</sup>	40.13**

\*, \*\* and \*\*\* mean significant at p=0.05, 0.01 and 0.001, respectively. Different superscripts are significantly different at α=0.05 level

N.S : Not significant

Table 3-38. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 호화특성(최종점도) 변화

저장온도(℃)	저장기간 (주)	Final viscosity (RVU)			
		건조온도 30℃	상온통풍	건조온도 48℃	F-Value
4	0	140.63±4.53 <sup>c</sup>	182.71±1.00 <sup>a</sup>	167.17±5.42 <sup>b</sup>	53.31 <sup>1)**</sup>
	4	142.46±8.43	165.09±6.95	145.71±2.88	7.03 <sup>2)N.S</sup>
	8	152.13±2.41	162.25±3.54	157.42±6.24	2.69 <sup>N.S</sup>
	12	149.13±5.37	148.92±7.54	148.38±5.72	0.01 <sup>N.S</sup>
	16	137.38±7.95	161.25±11.67	160.96±3.24	5.37 <sup>N.S</sup>
	24	144.96±15.73	155.38±4.18	157.38±8.90	0.78 <sup>N.S</sup>
	32	185.05±4.07 <sup>b</sup>	199.13±0.29 <sup>a</sup>	192.17±1.29 <sup>a</sup> b	16.26 <sup>*</sup>
5	0	146.54±3.83 <sup>c</sup>	182.71±1.00 <sup>a</sup>	167.17±5.42 <sup>b</sup>	43.79 <sup>**</sup>
	4	165.50±6.83	191.34±18.26	181.55±0.18	2.68 <sup>N.S</sup>
	8	211.34±2.00	211.54±4.19	202.29±13.02	0.88 <sup>N.S</sup>
	12	186.17±9.19	186.13±7.60	190.42±4.01	0.23 <sup>N.S</sup>
	16	188.04±4.89	200.75±1.65	193.46±4.07	5.65 <sup>N.S</sup>
	24	196.34±0.94 <sup>b</sup>	217.05±3.71 <sup>a</sup>	195.50±7.42 <sup>b</sup>	12.81 <sup>*</sup>
	32	246.84±2.00	257.13±9.37	250.46±0.65	1.77 <sup>N.S</sup>

\*, \*\* and \*\*\* mean significant at p=0.05, 0.01 and 0.001, respectively. Different superscripts are significantly different at α=0.05 level

N.S : Not significant

Table 3-39. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 호화특성(breakdown) 변화

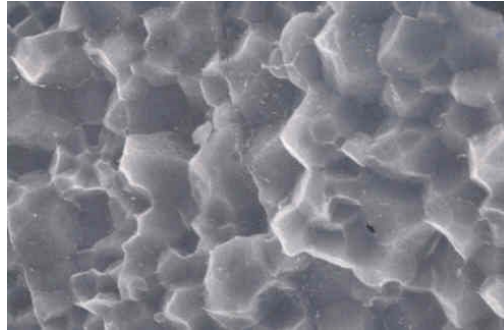
저장온도(°C)	저장기간 (주)	Breakdown (RVU)			
		건조온도 30°C	상온통풍	건조온도 48°C	F-Value
4	0	60.63±1.70	56.75±2.83	60.75±6.01	0.66 <sup>1N.S</sup>
	4	46.46±1.36	44.50±5.06	46.50±2.36	0.24 <sup>N.S</sup>
	8	43.55±2.65	44.04±12.32	47.75±1.65	0.20 <sup>N.S</sup>
	12	59.67±9.55	51.50±0.82	47.55±6.19	1.76 <sup>N.S</sup>
	16	41.71±5.36	47.29±1.12	41.34±5.18	1.17 <sup>N.S</sup>
	24	60.79±1.82	69.67±1.77	63.21±6.89	2.34 <sup>N.S</sup>
	32	34.13±7.01	31.84±0.47	23.59±7.66	1.71 <sup>N.S</sup>
25	0	62.96±1.59	56.75±2.83	60.75±6.0	1.27 <sup>N.S</sup>
	4	56.46±5.71	60.21±2.65	59.21±2.88	0.47 <sup>N.S</sup>
	8	69.80±6.89	69.00±21.33	56.13±5.95	0.66 <sup>N.S</sup>
	12	81.29±13.14	85.80±13.61	92.96±1.82	0.58 <sup>N.S</sup>
	16	54.54±2.18	63.13±3.36	59.38±2.06	5.49 <sup>N.S</sup>
	24	90.38±1.48	83.21±15.61	91.71±3.01	0.49 <sup>N.S</sup>
	32	40.80±4.07	57.25±5.42	49.09±1.53	8.42 <sup>N.S</sup>

N.S : Not significant

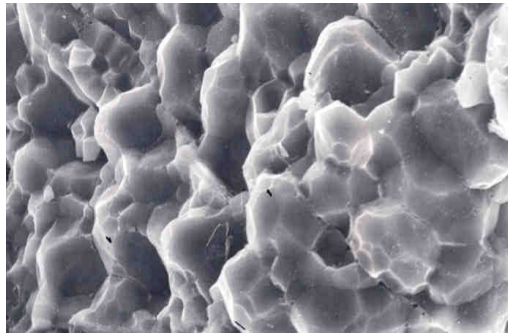
(사) 배유세포의 미세구조 변화

건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 배유세포의 미세구조의 변화는 Fig. 3-21, 22와 같다. Fig. 3-21은 저장 전의 건조온도 30℃, 상온통풍건조, 건조온도 48℃의 단면 중심부 배유세포를 나타낸 것으로 배유세포 전체가 잘 발달된 구획을 이루고 있었으며 전분립이 조밀하게 배열되어 있는 것을 관찰할 수 있었다. 건조 방법에 따라 내부의 깨어짐을 볼 수 있었는데, 열풍건조한 쌀의 내부에 깨어짐 정도가 가장 심하게 나타났다.

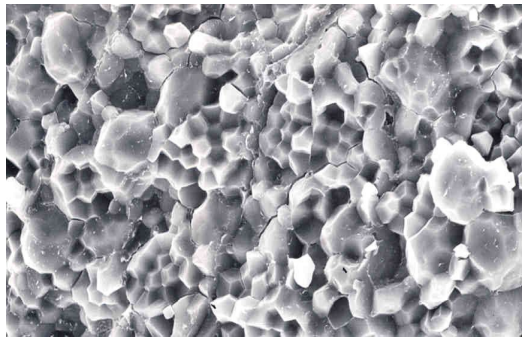
Fig. 3-22는 저장 32주후의 배유세포의 미세구조를 나타낸 것으로 전분립의 크기나 amyloplast의 형태, 단백질체의 형태 등에서는 저장 전과 큰 차이는 관찰할 수 없었다. 그러나 저장 기간이 증가하고 건조 온도와 저장 온도가 높을수록 내부의 깨어짐이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 또한, 건조 온도가 높아 급격한 건조를 하게 되면 쌀알의 내부와 외부의 수분이 균일하게 분포하지 않아서 이로 인해 내부의 깨어짐이 생기는 것을 확인할 수 있었으며, 건조온도 48℃가 이러한 현상에서 기인한 것으로 판단된다. 따라서, 내부에서 깨어짐이 발생하게 되면 취반시 용출되는 고형물 함량이 많아지고 식미의 저하 요인으로서 작용하게 된다.



(a) 건조온도 30°C

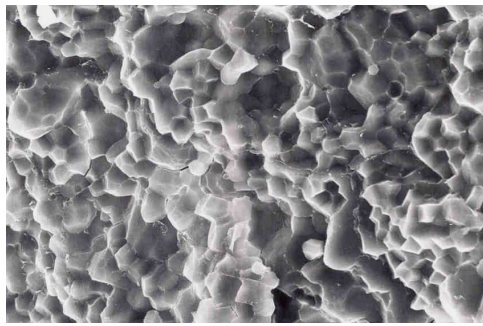


(b) 상온통풍건조



(c) 건조온도 48°C

Fig. 3-21. 건조온도 별 저장초기 배유세포의 미세구조의 변화.



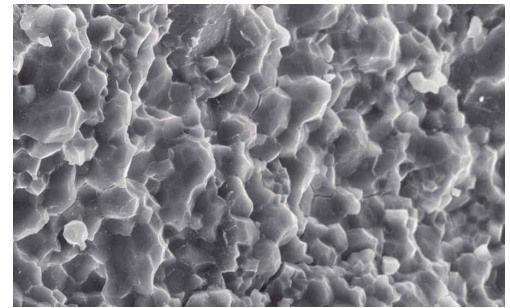
(a) 건조온도 30°C, 저장온도 4°C



(b) 건조온도 30°C, 저장온도 25°C



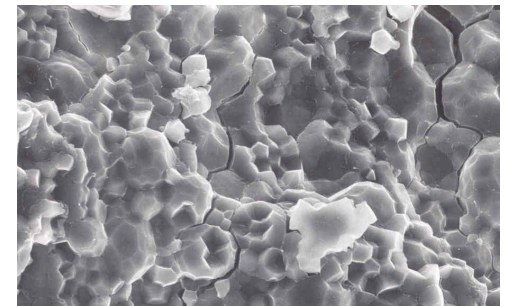
(c) 상온통풍건조, 저장온도 4°C



(d) 상온통풍건조, 저장온도 25°C



(e) 건조온도 48°C, 저장온도 4°C



(f) 건조온도 48°C, 저장온도 25°C

Fig. 3-22. 건조온도 별 저장 32주 후 배유세포의 미세구조의 변화.

㉞ 식미 특성

① 밥의 물리적 특성 및 색도 변화

취반 과정은 열에 의한 쌀의 구성 성분과 수분과의 반응으로 쌀알 표면에서 내부로 수분이 흡수된다. 즉, 취반시 온도가 상승함에 따라 배유부로 수분과 열이 충분히 스며들게 되면 전분립이 느슨해지기 시작하여 호화되고 온도가 더 상승하면 팽윤되어 붕괴되기 시작하는 것이다. Okabe(1979)는 쌀밥의 텍스처가 소비자의 기호도를 결정짓는 요인이고, Meullenet(1998) 등은 아시아 지역에서 가장 중요하게 생각하는 것은 쌀밥의 경도(hardness)라고 보고했다.

건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 밥의 기계적 텍스처 측정치는 Fig. 3-23~26과 같다. 경도는 저장 기간이 지남에 따라 증가했으며, 건조 방법에 따라서 건조온도 48℃이 가장 높았고, 경도의 증가폭도 건조온도 48℃이 가장 컸다. 또한 저장온도가 높을수록 경도가 커졌다. 이러한 결과는 저장 기간, 높은 온도의 원인으로 인해 수분 함량이 감소하면서 경도가 증가했을 것으로 생각되며, 과건조미의 경우 쌀알을 구성하는 세포 조직 사이에 있는 자유수 외에도 분자결합을 하고 있는 결합수가 제거되어 경도가 높아진 것으로 생각된다. 또한 위의 결과는 쌀의 저장 중 쌀알의 인장강도 혹은 파쇄 경도가 증가되므로 저장미로 취반한 밥은 햅쌀로 취반한 밥에 비해 경도가 증가한다는 보고(Okabe, M., 1979)와 일치하였다. Juliano(1985)는 경도가 아밀로오스 함량과 정의 상관 관계를 가진다고 보고하였는데, 본 연구에서는 건조온도 30℃의 아밀로오스 함량과 경도가 가장 낮고, 건조온도 48℃이 가장 높은 것으로 보아 아밀로오스와 경도가 정의 관계를 갖는 결과가 나타났다. 탄성력과 응집성은 저장 기간, 건조 방법, 저장 온도에 따라 일정한 경향성을 나타내지 않았으며, 검성력은 저장 기간에 따라 증가하였고, 건조 방법에 따라서 건조온도 48℃이 가장 높았으며, 저장 온도에 따라서는 차이를 보이지 않았다.

쌀밥의 텍스처는 저장 기간, 저장 온도(Lima, I. et al., 1993), 품종, 아밀로오스 함량, 호화 개시 온도, 가공방법 등의 요인에 의해 영향을 받는다는 보고(Z.Zhout et al., 2002)가 있다.

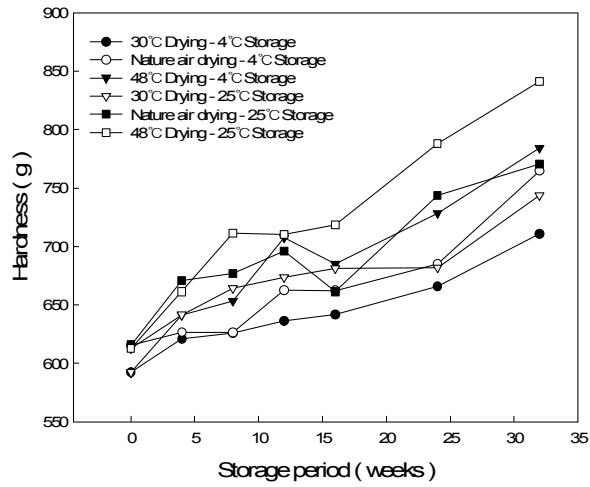


Fig. 3-23. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 경도 변화.

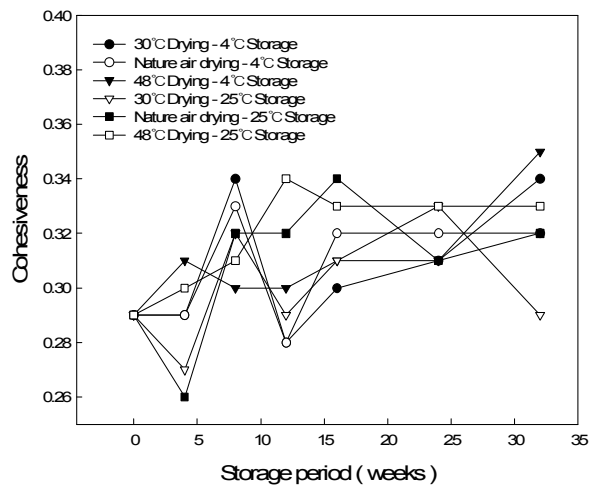


Fig. 3-24. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 응집성 변화.



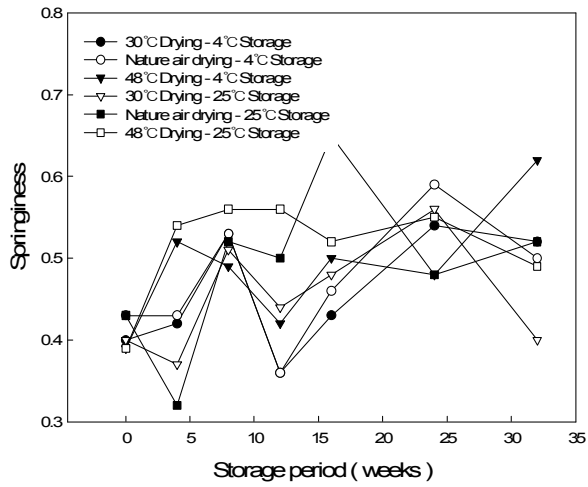


Fig. 3-25. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 탄력성 변화.

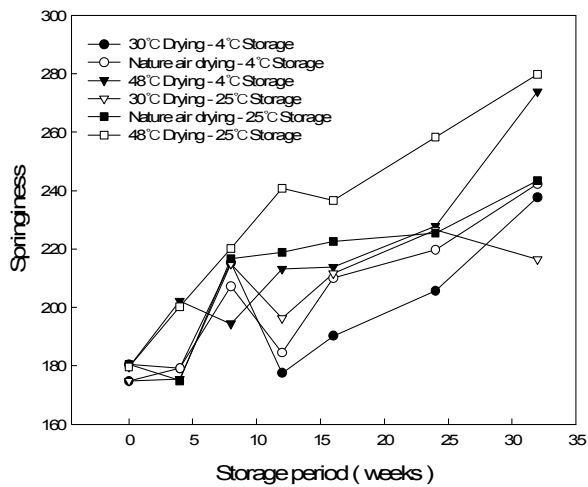


Fig. 3-26. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 검성력 변화.

건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 색도 변화는 다음의 Fig. 3-27~29와 같다. L값은 명도를 나타내는데 저장 기간이 증가함에 따라 L값이 감소하였으며, 건조 방법에 따라서 건조온도 30℃ 이 다른 건조쌀보다 감소폭이 작았으며, 저장 온도가 높을수록 L값의 감소량이 큰 것을 볼 수 있었다. a값은 적색도를 나타내며, 저장 기간, 건조 방법 및 저장 온도에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. b값은 황색도를 나타내며, 저장 기간에 따라 대체적으로 증가하였고, 건조 방법에 따라서 건조온도 48℃, 건조온도 30℃, 상온통풍건조의 순서로 b값이 높았다. 또한 저장온도가 높을수록 b값이 더 컸는데, 이것으로 보아 노란색이 강하게 나타남을 알 수 있었다.

이러한 결과는 저장 중 미곡 중의 표면 지질의 산화나 Maillard형의 갈변 반응이 진행되었기 때문인 것으로 추측되는데, 쌀의 저장 중 갈변은 a값과 b값, 특히 b값에 크게 영향을 주며 쌀알의 외부에서 내부로 진행되는 것으로 알려져 있다(조은자 등, 1990). 따라서, 저장 기간, 건조 방법 및 저장 온도에 따라 쌀의 노란색이 증가하는 것은 쌀의 단백질과 당 성분에 의한 Maillard 반응이 저장 과정 중에 촉진되었기 때문으로 생각된다.

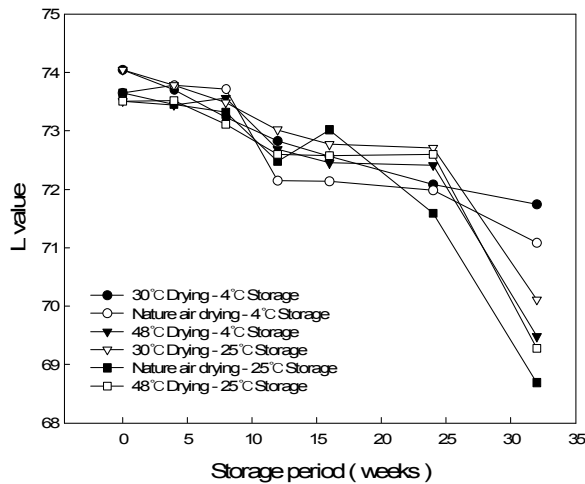


Fig. 3-27. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 L값 변화.

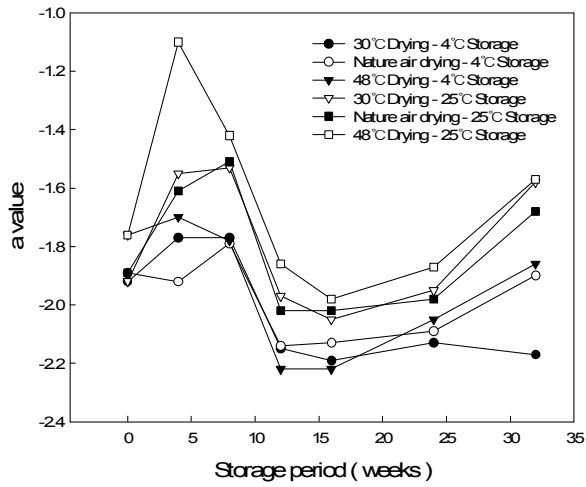


Fig. 3-28. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 a값 변화.

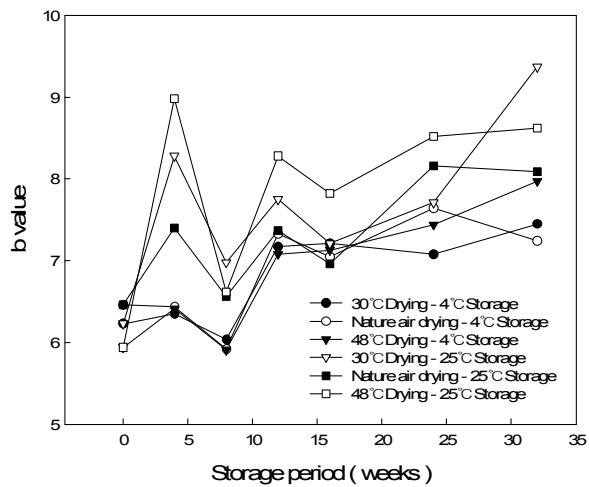


Fig. 3-29. 건조온도 별 저장온도 및 기간에 따른 쌀의 b값 변화.

## ② 밥의 관능적 특성

건조온도 별 저장 32주 후 밥의 구수한 냄새, 이취, 윤기, 경도, 탄력성, 부착성, 응집성, 밥맛, 기호도에 대한 관능검사를 실시하였으며, 그 결과는 Table 3-40과 같다.

전체적인 결과를 보면, 쌀밥의 구수한 냄새, 윤기, 경도, 부착성, 밥맛, 기호도의 평가항목에서 유의적인 차이를 나타내었다. 이병영 등(1991)은 건조 온도가 높아질수록 급격한 건조가 행해지므로 동할립 발생이 증가되어 쌀의 완전립율을 감소시켜 제품의 품위를 떨어뜨리고, 발아율을 저하시켜 쌀의 품질 및 식미가 낮아진다고 보고하였는데, 건조 방법에 따라 건조온도 30℃ 이 다른 건조쌀보다 쌀밥의 구수한 냄새, 기호도 등의 항목에서 높은 점수가 나타난 것으로 보아 건조온도 30℃의 식미가 더욱 우수한 것으로 판단할 수 있다. 또한 4℃에서 저장한 쌀이 25℃에서 저장한 쌀보다 백색도, 쌀밥의 구수한 냄새, 윤기, 탄력성, 부착성, 응집성, 밥맛, 기호도가 높게 나타났으며, 특히 4℃에서 저장한 건조온도 30℃은 쌀밥의 구수한 냄새, 부착성, 밥맛, 기호도에서 가장 높게 나타났다.

김미라 등(1987)은 백미를 5℃에서 저장했을 때, 저장 70일까지 관능적인 품질에 변화가 없었으나 30℃에서 저장했을 때에는 30일 후에 유의적인 차이를 보인다고 보고하였다. 이와 같이 저온저장의 경우 쌀의 품질 특성의 변화 정도가 작기 때문에 4℃에서 저장한 건조쌀이 25℃에서 저장한 건조쌀보다 밥맛과 기호도가 더 높게 나타난 것으로 볼 수 있다. 또한 4℃에서 저장한 건조쌀이 25℃에서 저장한 건조쌀보다 낮은 아밀로오스 함량과 setback 값을 보였던 것은 관능검사 결과와 일치하는 것으로 볼 수 있다. Okabe(1979)는 수확 후 2~3개월까지 밥맛이 유지되나 저장 6개월 이후부터 경도가 증가되어 밥맛이 저하된다고 보고하였고, 저장 중 미곡은 지방질의 변화와 함께 쌀 본래의 냄새와는 다른 고미취의 특징적인 향미 성분인 카르보닐 화합물이 증가한다고 알려져 있다.

본 연구의 관능검사 결과는 전체적으로 평가 결과가 중간 정도보다 낮은 값을 보였는데, 이는 관능검사에 이용한 쌀밥의 시료가 수확 후 32주 동안 저장한 시료였기 때문에 저장 중의 물리·화학적 변화 요인에 의해 품질이 저하되어 낮은 값으로 평가된 것으로 보인다.

Table 3-40. 건조온도 별 저장 32주 후 저장온도에 따른 식미 관능특성

저장온도 (°C)	건조방법	Yellowines	Rice flavor	Off flavor	Glossiness	Hardness
4	건조온도 30°C	3.56±1.12	5.24±0.97 <sup>1)</sup> <sub>a</sub>	3.20±1.72	4.91±1.08 <sup>a</sup>	4.84±1.30 <sub>bc</sub>
	상온통풍 건조	3.91±1.34	4.26±1.07 <sup>b</sup>	4.00±2.04	5.03±1.19 <sup>a</sup>	5.51±1.28 <sub>a</sub>
	건조온도 48°C	3.64±1.08	4.98±1.26 <sup>a</sup>	3.93±2.00	4.72±1.58 <sup>a</sup>	4.61±1.52 <sub>bc</sub>
25	건조온도 30°C	4.08±1.14	4.93±1.24 <sup>a</sup>	3.58±1.80	3.92±1.10 <sup>b</sup>	4.99±1.13 <sub>ab</sub>
	상온통풍 건조	3.65±1.13	4.77±1.20 <sup>ab</sup>	3.07±1.67	4.53±1.34 <sup>a</sup>	4.18±1.28 <sub>c</sub>
	건조온도 48°C	3.93±0.76	4.97±1.01 <sup>a</sup>	3.85±1.74	3.80±0.99 <sup>b</sup>	4.51±1.29 <sub>bc</sub>
	F-Value	1.15 <sup>2)N.S</sup>	2.81 <sup>*</sup>	1.54 <sup>N.S</sup>	5.80 <sup>***</sup>	4.03 <sup>**</sup>

저장온도 (°C)	건조방법	Elasticity	Adhesiveness	Cohesiveness	Taste	Preference
4	건조온도 30°C	4.94±1.17	4.56±1.28 <sup>a</sup>	5.14±1.16	5.41±1.1 <sub>2<sup>a</sup></sub>	5.54±1.1 <sub>3<sup>a</sup></sub>
	상온통풍 건조	4.60±1.15	4.40±1.33 <sup>ab</sup>	4.67±1.34	4.71±0.9 <sub>9<sup>b</sup></sub>	4.71±1.0 <sub>7<sup>b</sup></sub>
	건조온도 48°C	4.80±1.45	4.37±1.38 <sup>abc</sup>	4.69±1.50	4.64±1.2 <sub>7<sup>b</sup></sub>	4.71±1.4 <sub>0<sup>b</sup></sub>
25	건조온도 30°C	4.72±1.42	3.71±1.07 <sup>c</sup>	4.90±1.26	4.58±1.2 <sub>6<sup>b</sup></sub>	4.64±1.0 <sub>8<sup>b</sup></sub>
	상온통풍 건조	4.14±1.24	4.63±1.42 <sup>a</sup>	4.42±1.36	4.71±1.0 <sub>2<sup>b</sup></sub>	4.66±1.1 <sub>8<sup>b</sup></sub>
	건조온도 48°C	4.37±1.27	3.77±1.18 <sup>bc</sup>	4.43±1.27	4.53±0.9 <sub>5<sup>b</sup></sub>	4.58±1.0 <sub>5<sup>b</sup></sub>
	F-Value	1.73 <sup>N.S</sup>	3.20 <sup>**</sup>	1.45 <sup>N.S</sup>	2.80 <sup>*</sup>	3.23 <sup>**</sup>

\*, \*\* and \*\*\* mean significant at p=0.05, 0.01 and 0.001, respectively. Different superscripts are significantly different at α=0.05 level

N.S : Not significant

#### 4. 고품질 차별화를 위한 저장기술

##### 가. 저장기술의 저해요인 분석

곡물저장의 목적은 수확 및 건조 직후의 성질 즉, 품질을 그대로 보존하는 데 있다. 종자용은 발아력을 그대로 유지해야 하며, 가공 또는 식용으로는 품질, 영양 및 식미가 잘 보존되어야 한다. 저장 중 벼의 품질향상은 불가능하다. 즉, 수확과 건조 작업에서 품질이 저하되었다면, 아무리 좋은 환경과 조건에서 저장하였다고 하더라도 저하된 품질을 향상시킬 수 없다. 따라서, 적정하게 수확하고 장기저장 또는 단기저장 등 저장특성에 맞는 함수율로 건조하여 저장하여야 한다.

벼는 수확후에도 생명활동을 지속하기 때문에 호흡 및 대사작용에 의한 산화 및 성분분해가 계속되어 양적, 질적손실을 초래하고 상품성을 잃게 된다. 저장 중 벼의 품질에 영향을 주는 해충 및 미생물의 발생과 성장속도는 곡온과 함수율이 가장 중요한 요인이다. 곡온은 기온의 계절적 변화에 따라 변하게 되며 저장고내의 위치에 따라 다르게 분포된다. 이러한 불균일한 온도분포는 자연 대류현상을 유발하고 수분이동을 발생시켜, 함수율 증가와 응축현상을 초래하여 벼의 품질을 손상시키게 된다. 해충의 번식은 온도와 매우 밀접한 관계가 있는데 15℃ 이하일 때는 매우 느리거나 나타나지 않고, 40℃ 이상일 때는 대개 생존할 수 없다. 그러나, 30℃에서는 최대로 번식하게 된다. 벼는 저장 중 호흡작용에 의하여 곡온이 상승하고 건물중량이 손실되며, 상승된 곡온은 호흡속도를 가속시켜 급격한 품질저하를 초래하게 된다.

국내 RPC의 저장시설로는 40~100톤 규모의 사각빈, 200~500톤 규모의 사일로 및 평창고 등이 대부분이다. 현재 RPC에 설치된 사일로의 약 90%가 볼트조립식이며, 약 80% 내외가 건조와 저장을 겸용하는 평면형 교반식 사일로이다. 사각빈은 건물내부에 설치하는 내부형 사각빈이 주로 보급되어 있으며, 평창고를 산물저장이 가능한 사각빈으로 개조한 시설도 보급되어 있다. 또한, 톨백 저장과 창고의 목적 등 다목적의 평창고가 보급되어 있다. 총 200개소의 농협 RPC중에 사일로, 사각빈 및 평창고를 보유하고 있는 RPC는 각각 192개소(96.0%), 165개소(82.5%) 및 156개소(78.0%)이다. 각 저장시설별 저장능력은 사일로 34만톤(49.3%), 사각빈 13만톤(18.5%), 평창고 22만톤(32.2%)으로 총 저장능력은 약 69만5천톤이다. 한편, 농협중앙

회의 자료에 의하면 2003년 RPC 저장벼중 야적 약 16.9%, 톨백으로 평창고 저장 26.8%, 사일로 등 산물저장 약 56.3%로 추정된다. 국내 RPC 저장시설의 대표적인 평면형 사일로는 과형 아연도금 강철제 링을 조립한 원통형 첼제빈이다. 이 사일로는 곡물교반장치가 설치된 것과 그렇지 않은 것이 있다. 교반장치가 설치된 것은 적극적인 상온통풍건조를 수행하기 위한 것이며, 교반장치가 없는 것은 비교적 함수율이 낮은 18~20% 정도의 벼를 상온통풍건조하거나 저장 전용으로 사용된다. 사일로에서 상온통풍으로만 건조할 경우 RPC의 건조시설 능력을 최대로 발휘할 수 없으며, 깨끗하게 정선되지 못한 원료벼가 저장될 가능성이 높아진다. 또한, 저장중 통풍을 위해 대용량의 송풍기를 가동시켜야 하므로 에너지 소비가 많을 뿐 아니라 과건의 우려가 높으며, 교반기로 인해 요소에 온도센서 설치가 어려운 단점이 있다.

1991년부터 보급되었던 RPC는 산물상태로 반입되는 고수분 벼의 건조저장 처리 능력이 절대적으로 부족하였던 시기로서 시설의 확충이 품질보다는 산물처리 능력의 향상에 중점을 두고 이루어졌으며, 운영방법도 편리성에 중점을 두어 고품질 쌀 생산에 다소 미흡한 실정이다. 특히, 정부에서는 그동안의 증산정책에서 고품질 쌀 생산정책으로 전환된 2002년 이후에도 고품질 쌀 생산에 적합한지에 대한 객관적이고 종합적인 검토 없이 그동안 사용되었던 건조저장시설이 관행적으로 보급되고 있으며, 일부 새로운 건조저장시설 형태가 보급되고 있지만 고품질 쌀 생산 효과에 대한 객관적인 연구자료가 없는 실정이다.

(1) 저장 시설 별 저장 특성

(가) 저장시설 별 저장비의 곡온변화

① 실험방법

농협 RPC(200개소)에 설치되어 있는 벼 저장시설은 크게 사일로, 사각빈 및 평창고로 구분할 수 있으며, 저장비율은 사일로 29.4%, 사각빈 11.0% 및 평창고 59.6%(2002년) 수준이다. 저장 중 벼의 품질에 영향을 주는 해충 및 미생물의 발생과 성장속도는 곡온과 함수율이 가장 중요한 요인이다. 곡온은 기온의 계절적 변화에 따라 변하게 되며 저장고내의 위치에 따라 다르게 분포된다. 이러한 불균일한 온도분포는 자연 대류현상을 유발하고 수분이동을 발생시켜, 함수율 증가와 응축현상을 초래하여 벼의 품질을 손상시키게 된다. 해충의 번식은 온도와 매우 밀접한 관계가 있는데 15℃ 이하일 때는 매우 느리거나 나타나지 않고, 40℃ 이상일 때는 대개 생존할 수 없다. 그러나, 30℃에서는 최대로 번식하게 된다. 벼는 저장 중 호흡작용에 의하여 곡온이 상승하고 건물중량이 손실되며, 상승된 곡온은 호흡속도를 가속시켜 급격한 품질저하를 초래하게 된다.

저장시설 별 저장비의 곡온변화를 측정하기 위하여 전북지역 RPC 1개소에서 외부에 설치된 단열 및 비단열 사일로(호퍼형), 자동 입출고 시스템과 단열된 개선 평창고 및 RPC 내부에 설치된 사각빈을 대상으로 10월부터 익년 3월까지 6개월간 실험을 실시하였다.

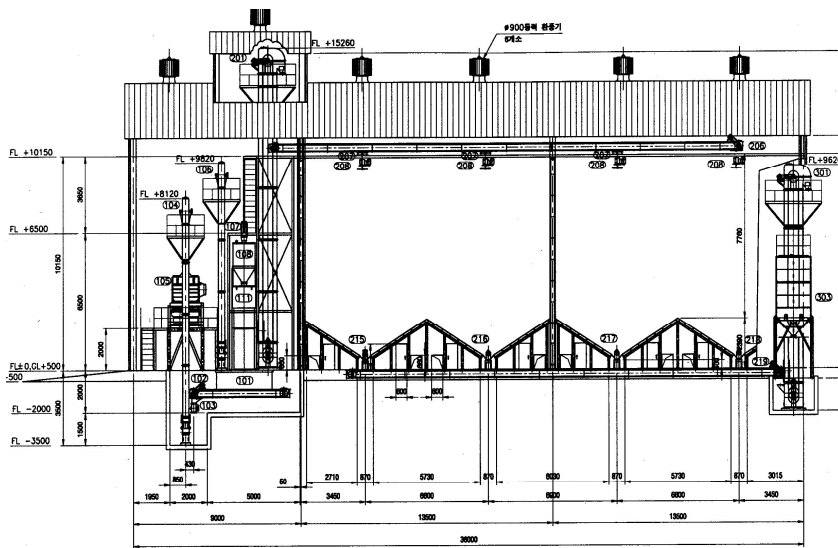
단열 및 비단열 사일로의 용량은 300 및 200톤이며, 각각 만량퇴적 후 곡온을 측정하였다. 저장비의 곡온은 사일로 벽체에 높이별로 9지점에 설치되어 있는 온도센서(PT100Ω)를 이용하였다.

개선 평창고는 산물저장이 가능하도록 평창고 내부에 약 50평 규모의 사각빈 2기를 설치하여 입고 및 출고를 자동화하고, 단열한 시설로 용량은 최대 900톤이었으며, 실험기간중에는 약 650톤을 산물상태로 퇴적하였다. 평창고 내부의 온도센서(PT100Ω)는 사일로와 마찬가지로 기존에 설치되어있는 센서로서 3단×3열 총 9지점에 대하여 곡온을 측정하였다.

RPC 내부에 설치된 사각빈은 60톤 규모로서 내부에 설치되어 있어 비단열 상태



이였으며, 만량상태로 실험을 시작하였으나, 현장 여건에 따라 입고 및 출고가 다소 빈번한 조건하에서 사각빈 내부 벽체에 높이별로 6지점에 설치되어 있는 온도센서 (PT100Ω)를 이용하여 저장비의 곡운을 측정하였다.



VIEW "A"

Fig. 3-30. 실험에 사용한 산물저장이 가능한 개선 평창고.

## ② 실험결과

Fig. 3-31~34는 단열 및 비단열 사일로, 개선 평창고 및 사각빈 등 4종류의 저장 시설에서 저장기간에 따른 저장벼의 곡온변화를 나타낸 것이다. 저장초기인 10월은 산물벼가 건조 후 저장시설에 입고되는 시기로서 만량상태가 아닌 조건으로서 외기 등의 영향으로 온도분포가 일정하지 않았다. 저장되는 벼는 순환식건조기로 건조한 후 곡온을 15~20℃ 내외로 방냉한 후 저장시설에 투입하였으며, 10월 중순이후로는 대부분 만량상태를 유지하였다.

단열 사일로의 경우 15℃ 내외를 유지하다가 11월에 외기를 이용한 1차 통풍으로 7℃ 내외를 유지하였고, 12월 하순에 외기를 이용한 2차 통풍으로 0℃ 이하로 유지하였다. 비단열 사일로의 경우 15~20℃ 범위에서 11월에 외기를 이용한 1차 통풍으로 7~10℃ 범위를 유지하였고, 12월 하순에 외기를 이용한 2차 통풍으로 0℃를 유지하였으나, 단열 사일रो에 비해 상부, 중앙 및 하부의 온도편차가 다소 크게 나타났다.

산물저장이 가능한 개선 평창고의 경우 최대 저장용량이 900톤이었으나, 최대 퇴적고까지 벼를 퇴적하지 않고, 약 650톤의 벼를 산물상태로 퇴적하였다. 따라서, 그림에서와 같이 상부의 온도는 평창고 내부의 최상단의 공기온도로서 외기의 영향으로 증감을 반복하면서 감소하는 것으로 나타났다. 개선 평창고에서는 통풍을 실시하지 않았으며, 중앙과 하부의 곡온은 외기의 변화와 비슷하게 감소하는 것으로 나타났다.

RPC 내부에 설치된 사각빈에서의 곡온은 증감을 반복하면서 감소하는 것으로 나타났다는데 이는 빈빈한 입출고로 인한 외기의 영향으로 판단된다. Fig. 3-35는 4종류의 저장시설 별 저장기간에 따른 곡온변화를 비교한 것으로 그림에서와 같이 비단열 사일로의 경우 단열 사일로에 비해 온도편차가 다소 큰 것으로 나타났고, 개선 평창고의 높이별 곡온편차는 크지 않았으며, 저장환경도 비교적 만족할 수준이었다.

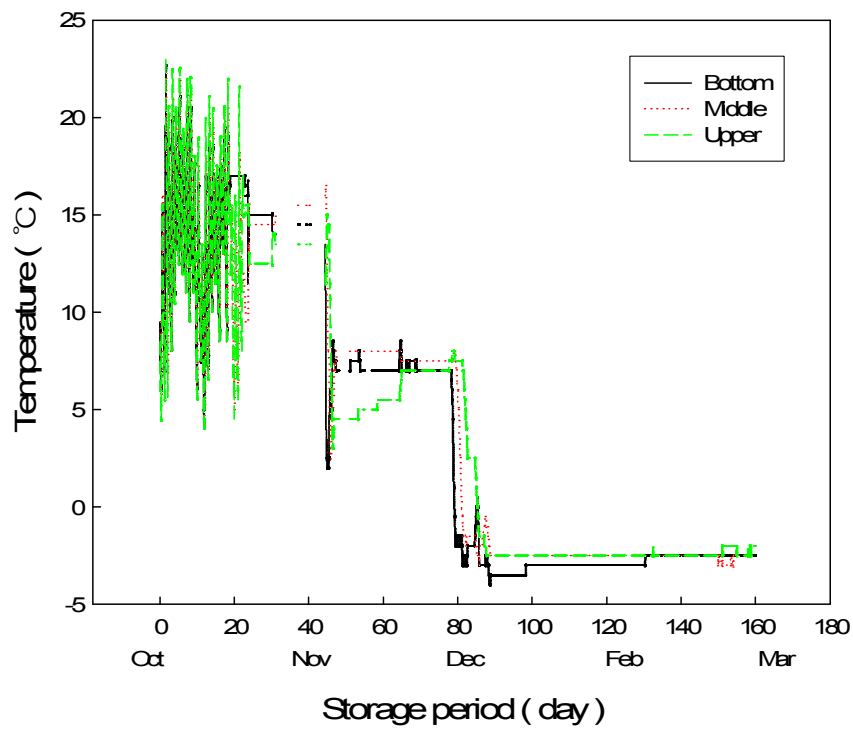


Fig. 3-31. 단열 사일로의 저장기간에 따른 곡온 변화.

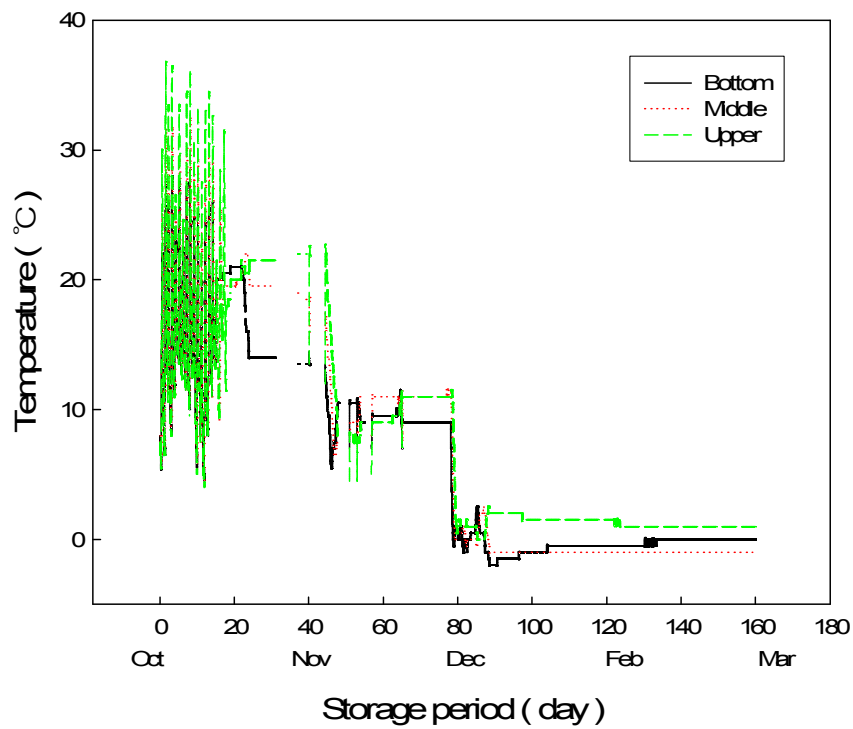


Fig. 3-32. 비단열 사일로의 저장기간에 따른 곡온 변화.

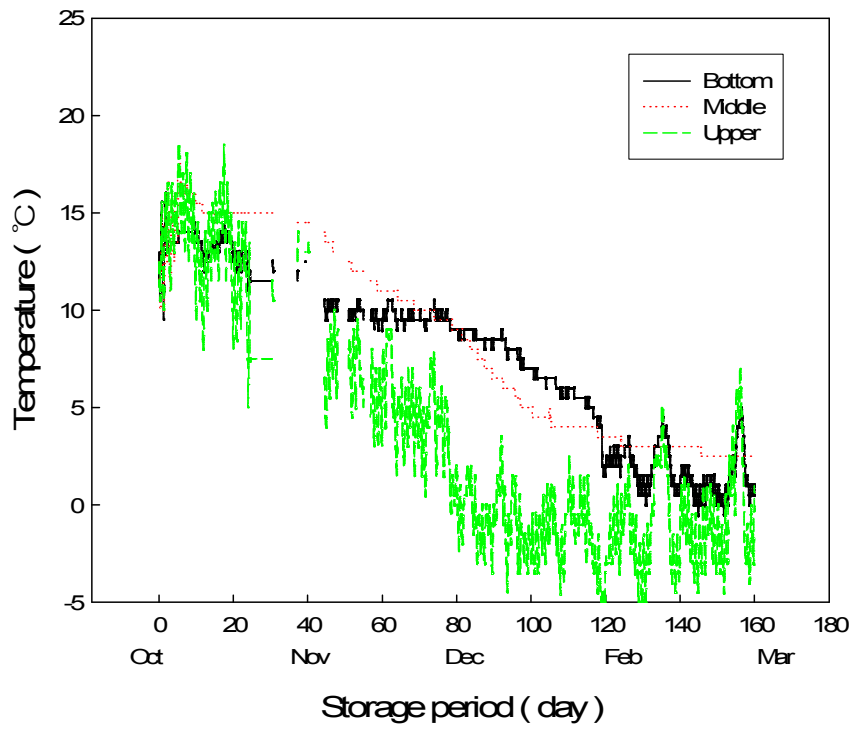


Fig. 3-33. 개선 평창고의 저장기간에 따른 곡온 변화.

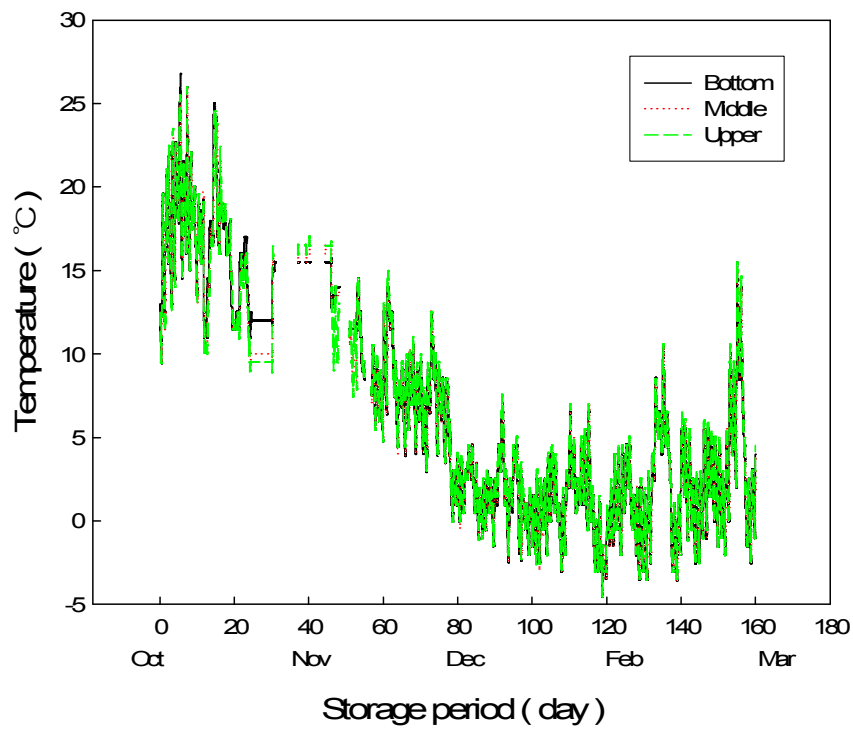


Fig. 3-34. 사각빈의 저장기간에 따른 곡온 변화.

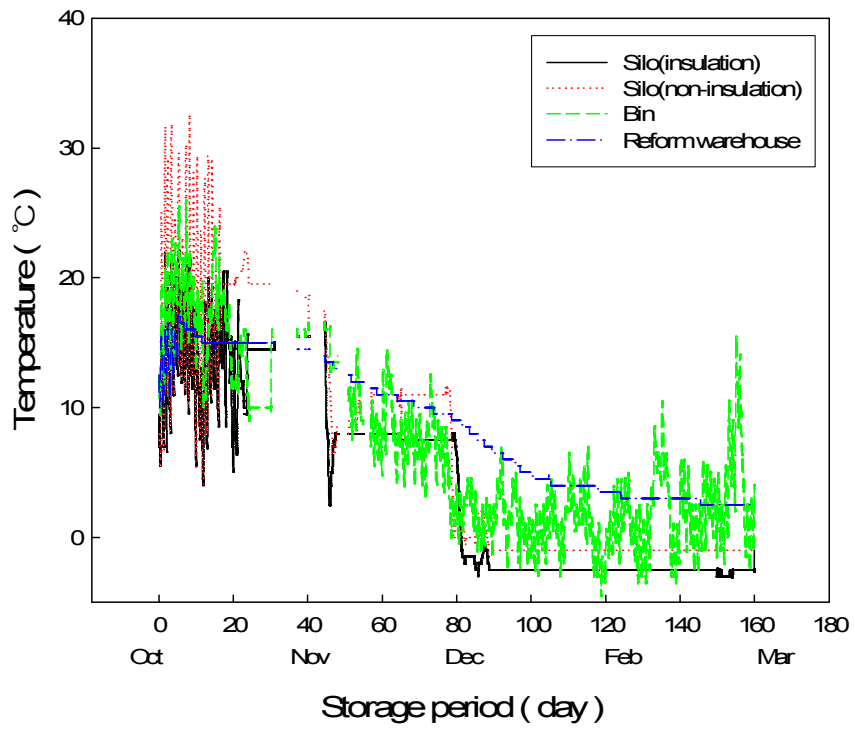


Fig. 3-35. 저장시설의 종류별 저장기간에 따른 곡온변화 비교.

(나) 저장 벼의 야적현황

농협 RPC(200개소)에 설치되어 있는 벼 저장시설은 크게 사일로, 사각빈 및 평창고로 구분할 수 있으며, 저장비율은 사일로 29.4%, 사각빈 11.0% 및 평창고 59.6%(2002년) 수준이다. 저장시설이외의 야적비율은 2003년 11.6%(84,003톤)이었으며, 2004년에는 3.0% 증가한 14.6%(116,335톤)으로 나타났다. 야적비율이 높은 지역은 경북(23.5%), 충남(20.0%), 전남(17.9%)순으로 나타났다(농협중앙회, 2004년).

2003년(한국RPC연구회) 농협RPC 136개소에 대하여 설문조사 한 결과 RPC에서 야적하여 벼를 저장하는 비율은 87.3%로 대부분의 RPC에서 벼를 야적하여 저장하고 있는 것으로 나타났으며, 야적한 벼에 품질이 발생한 RPC는 43.9%로 나타났다. 품질손상의 증상은 주로 벼의 부패, 쥐 등 해충의 피해, 곰팡이 발생 등으로 조사되었다. 그러나, 야적의 경우 외관으로 나타나는 품질손상이외에도 발아율 저하, 지방산가의 증가, 건물중량의 손실 등 질적, 양적 손실을 감안한다면 벼의 야적으로 인한 손실은 매우 클 것으로 판단된다.

Table 3-41. 지역별 RPC의 야적현황

도 별	재고량(톤)(A)	야적물량(톤)(B)	야적비율 (B/A)
경 기	98,574	14,196	14.40%
강 원	50,185	690	1.40%
충 북	62,899	1,649	2.60%
충 남	162,002	32,324	20.00%
전 북	111,087	14,584	13.10%
전 남	146,293	26,173	17.90%
경 북	75,646	17,772	23.50%
경 남	58,466	4,630	7.90%
광역시	34,538	4,317	3.50%
합 계	799,690	116,335	14.60%



## (2) 상온통풍건조저장시설 저장 벼의 품질변화

### (가) 실험방법

곡물의 상온통풍건조 및 저장에 사용되는 원형 첼제빈(이하 사일로)은 파형 아연 도금 강철판을 조립한 원통모양의 빈이다. 원형 첼제빈에는 다공통기마루, 곡물투입장치, 곡물분산장치, 곡물교반장치, 곡물배출장치, 송풍기, 가열장치 및 곡온감지장치 등으로 구성되어 있다. 원형 첼제빈은 곡물교반장치가 설치된 것과 그렇지 못한 것이 있다. 교반장치가 설치된 빈은 적극적인 상온통풍건조를 수행하기 위한 것이며, 교반장치가 없는 것은 비교적 함수율이 낮은 18~20% 정도의 벼를 상온통풍건조하거나 저장하는데 사용된다. 곡물교반장치는 빈 바닥 근처의 곡물을 상부로 이동시키는 동시에 상부 곡물을 하부로 이동시켜 혼합하는 기능을 한다. 교반장치는 수평축에 설치된 1~4분의 수직오거가 수평축을 따라 빈의 방사방향으로 이동하는 동시에 수평축이 빈 중심을 축으로 회전하는 구조이다. 사일로의 건조방법은 만량으로 벼를 퇴적하고 건조하는 만량건조와 누적건조, 조합건조 등이 있으며, RPC에서는 수확기 집중 반입되는 물량을 대응하기 위하여 주로 만량건조를 채택하고 있다. RPC가 보급되기 시작했을 때는 각 RPC에서 벼의 건조저장 처리능력이 산물상태의 고수분 벼 반입량에 비해 절대적으로 부족하였던 시기로서 시설의 확충이 품질보다는 산물처리 능력향상에 중점을 두고 이루어졌고, 운영방법도 운영자의 편리성에 중점을 두고 이루어졌다. 그러나, 쌀 시장의 확대 등으로 최근에 고품질 쌀에 관심이 집중되면서, 사일로 하부 즉, 교반기가 미치지 못하는 최하부층인 비교반층에서의 벼 품질에 관한 관심이 제기되고 있다.

상온통풍건조저장시설 저장 벼의 품질변화를 측정하기 위하여 경기지역 2개소(A, B), 경남지역 1개소(C) 등 총 3개소 RPC를 대상으로 평타입 원형사일로에 저장되어 있는 벼를 대상으로 하였다. 3개 RPC는 수확기에 산물벼를 사일로에 만량으로 투입한 후 상온의 공기만을 이용하여 상온통풍건조를 하였으며, 건조가 끝난 후에는 저장하면서 통풍을 실시하였다. 저장 벼의 시료를 채취하기 위하여 배출을 실시하였으며, 사일로 하부 다공통기마루가 완전히 노출되었을 때 사일로 내부에서 교반기가 미치지 못하는 비교반층(하부)과 교반기가 미치는 하부에서 약 2m지점의 교반층(상

부)에서 시료를 채취하여 함수율, 동할율, 발아율 및 지방산가를 측정하였다.

함수율은 단립수분계(CR300, S.Seiki, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였으며, 동할율은 채취한 시료를 수작업으로 왕겨를 제거하여 현미로 조제한 후 현미 정립 250립을 선별하여 동할립측정기(DC-50, S.Seiki, Japan)를 이용하여 육안으로 측정하였다.

발아율은 벼의 정립 100립을 물로 충분히 세척한 후 직경 15cm 페트리디쉬에 여과지를 깔고 여과지가 충분히 젖을 정도로 물을 가하여 벼 정립을 올려놓은 다음 온도 20℃의 항온기에서 7일간 배양한 후 발아한 미립수를 3회 반복 측정하였다.

지방산가는 현미 40g 이상을 분쇄기(1093, Tecater, Sweden)로 분말을 만들어 체에 친 후 10g을 원통여지에 담은 후 탈지면으로 가볍게 충전하고, soxhlet 추출 장치에서 용매 pet. ether를 이용하여 흡습(siphoning) 속도(3분당 1회)와 끓는점 범위(30 ~ 60℃)를 맞추어 16시간 동안 추출하였다. 추출된 용액은 회전감압농축기를 이용하여 지방성분만을 취한 후 0.02% BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50ml로 재용해시킨 후 표준색인 분홍색이 될 때까지 0.0178N KOH로 적정하여 지방산가로 환산하였다.

Table 3-42. 평타입 사일로 저장 벼의 품질변화 측정을 위한 실험조건

RPC(지역)	건조방법	시료투입일자	채취일자	비고
A(경남)	만량 상온통풍	9월중순	10월 19일	
B(경기)	만량 상온통풍	10월하순	12월 28일	
C(경기)	만량 상온통풍	10월하순	1월 4일	

(나) 실험결과

Table 3-43은 3개 RPC의 평타입 사일로 저장 벼의 품질변화를 나타낸 것이다. RPC(A)는 벼를 2m정도 투입한 후 약 15일간 상온통풍건조한 후의 저장 벼로 하부 함수율이 9.3%로 상부(17.7%)에 비해 8.4% 낮았으며, 동할율도 12.7%로 상부에 비해 8.0% 차이를 보였다. 지방산가는 하부의 경우 9.2로 대단히 양호하였으나, 상부는 14.1로 하부와 4.9 차이를 보였다.

RPC(B)는 사일로에 벼를 만량으로 퇴적한 후 외기조건에 따라 간헐적으로 상온 통풍건조 한 후 저장한 벼로서 하부의 함수율은 12.5%이었으며, 상부는 19.3%로 비교적 높은 상태로 6.8%의 차이를 보였다. 동할율은 하부의 경우 8.0%로 상부에 비해 4.0% 높게 나타났다. 지방산가의 경우 하부는 10.3으로 비교적 적정하였으나 상부는 24.5로 대단히 높은 상태이었다. RPC(C)도 (B)와 마찬가지로 벼를 만량으로 퇴적한 후 외기조건에 따라 간헐적으로 상온통풍건조 한 후 저장한 벼로서 함수율, 동할율 지방산가의 하부와 상부의 차이는 4.7%, 2.0% 및 4.8%로 나타났다. 평타입 사일로의 비교반층의 저장 벼의 상태는 Fig. 3-36과 같이 먼지, 지푸라기 등 이물질이 층을 이루고 있었으며, 일부는 벼와 함께 부패되어 있는 것으로 확인되었다. 따라서, 사일로 하부의 비교반층의 벼는 품질저하가 심각한 것으로 판단되며, 이는 사일로의 구조상의 문제, 대형송풍기로 인한 급건, 정선되지 않은 산물벼의 상태, 만량건조 등 운영 방법의 문제 등이 복합적인 원인으로 판단된다.

Table 3-43. 평타입 사일로 저장 벼의 품질변화

RPC	함수율(% w.b.)			동할율(%)			발아율(%)			지방산가(mg KOH/100g)		
	하부	상부	차이	하부	상부	차이	하부	상부	차이	하부	상부	차이
A	9.3	17.7	8.4	12.7	4.7	8.0	91.3	94.0	2.7	9.2	14.1	4.9
B	12.5	19.3	6.8	8.0	4.0	4.0	94.0	91.0	3.0	10.3	24.5	14.2
C	12.5	17.2	4.7	4.0	2.0	2.0	94.0	98.7	4.7	14.2	19.0	4.8



(a) RPC(A)



(b) RPC(B)



(c) RPC(C)

Fig. 3-36. 3개 RPC의 평타입 사일로 비교반층(하부)의 벼 저장 상태

## 나. 저장 중 버의 품질변화

### (1) 재료 및 방법

실험에 사용한 시료는 2003년 9월에 강원도 철원지역에서 수확한 오대버이며, 초기함수율은 26.4%(w.b.)이었다. 음건에서 함수율을 16.4%(w.b.)로 조정한 후 이물질 을 정선한 후 10℃, 20℃ 및 30℃의 3수준의 저장조건에 50일간 저장실험을 수행하였다. 저장 기간중 10일 간격으로 시료를 채취하여 함수율, 발아율 및 지방산가를 측정하였다. 함수율은 단립수분계(CR300, S.Seiki, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였으며, 동할율은 채취한 시료를 수작업으로 왕겨를 제거하여 현미로 조제한 후 현미 정립 250립을 선별하여 동할립측정기(DC-50, S.Seiki, Japan)를 이용하여 육안으로 측정하였다.

발아율은 버의 정립 100립을 물로 충분히 세척한 후 직경 15cm 페트리디쉬에 여과지를 깔고 여과지가 충분히 젖을 정도로 물을 가하여 버 정립을 올려놓은 다음 온도 20℃의 항온기에서 7일간 배양한 후 발아한 미립수를 3회 반복 측정하였다.

지방산가는 현미 40g 이상을 분쇄기(1093, Tecater, Sweden)로 분말을 만들어 체에 친 후 10g을 원통여지에 담은 후 탈지면으로 가볍게 충전하고, soxhlet 추출 장치에서 용매 pet. ether를 이용하여 흡습(siphoning) 속도(3분당 1회)와 끓는점 범위(30 ~ 60℃)를 맞추어 16시간 동안 추출하였다. 추출된 용액은 회전감압농축기를 이용하여 지방성분만을 취한 후 0.02% BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50ml로 재용해시킨 후 표준색인 분홍색이 될 때까지 0.0178N KOH로 적정하고, 다음의 식으로 환산하였다.

$$F.A = \frac{(T-B) \times 10}{100 - W} \times 100$$

여기서,  $F.A$  : fat acidity (mg KOH/100g)

$T$  : 시료 적정시 0.0017N KOH의 요구량

$B$  : 공시험 적정시 0.0017N KOH의 요구량

## (2) 실험결과

벼의 저장온도는 건조 후 벼의 품질을 가공공정까지 그대로 유지하는데 주요 목적이 있다. 저장 중 벼의 품질이 손상되면 후속 공정 즉, 가공공정에 막대한 지장을 초래하게 되며, 생산되는 쌀의 품질이 저하되는 원인이 된다. 벼의 저장성을 나타내는 주요 지표는 함수율, 발아율 및 지방산가 등이 있다. 저장 중 함수율의 감소는 실증량의 감소뿐만 아니라 식미저하의 주요 원인이 된다.

Fig. 3-37은 벼의 저장온도 별 저장 기간 중 함수율 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 저장온도 10℃의 경우 저장 30일 및 50일 후의 함수율은 16.35% 및 16.33%(w.b.)로 변화는 미비한 것으로 나타났다. 저장온도 20℃의 경우 저장 30일 및 50일 후의 함수율은 16.2% 및 16.0%(w.b.)로 나타나 초기에 비해 0.2% 및 0.4%로 약간 감소하였다. 저장온도 30℃의 경우 저장 20일, 30일 및 50일 후에 각각 15.8%, 16.0% 및 15.7%(w.b.)로 초기에 비해 0.6% 및 0.7%로 다소 감소하였다.

함수율이 낮은 벼는 경도가 증대되어 도정 중 소비전력이 증가하고 곡온이 과도하게 상승되어 썩라기 발생의 주요 원인이 된다. 따라서, 식미가 우수하고, 도정하기에 적합한 함수율은 15.5~16.5%(w.b.)범위로 보고되고 있다. 따라서, 실험결과 저장온도 30℃에서는 함수율의 감소가 50일 동안 최대 0.7%까지 감소하는 것으로 나타났으며, 저장온도 10℃에서는 상대적으로 함수율의 감소가 나타나지 않아 적정 저장온도의 준수는 실증량 감소와 식미저하의 원인인 함수율 감소를 최소화하는 것으로 나타났다.

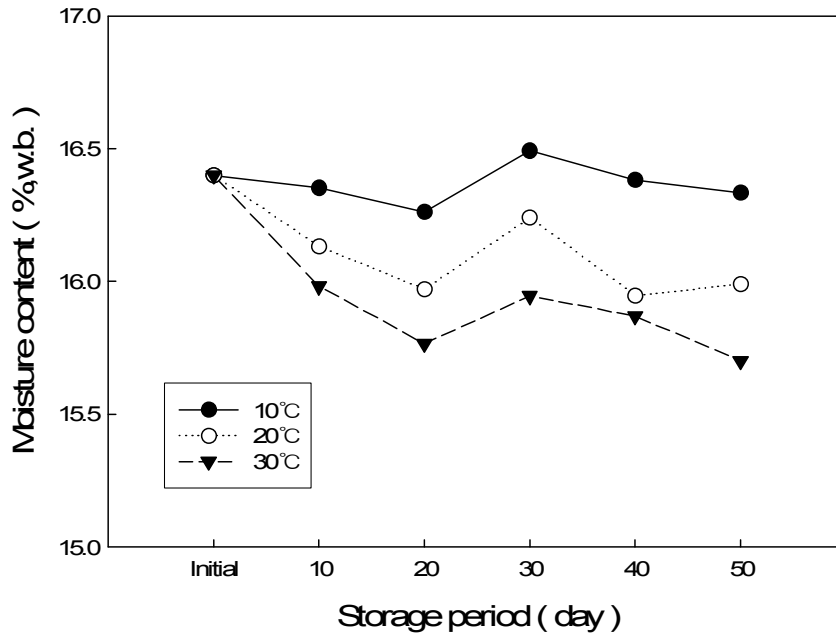


Fig. 3-37. 벼의 저장온도 별 저장 기간 중 함수율 변화.

Fig. 3-38은 벼의 저장온도 별 저장 기간 중 발아율 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 벼의 초기 발아율은 96.4%이었으며, 저장온도 10℃의 경우 저장 기간 중 발아율 변화는 나타나지 않았다. 저장온도 20℃의 경우 저장 30일 및 50일 후에 각각 91.2% 및 90.9%로 약간 감소하였다. 저장온도 30℃의 경우 저장 10일 후부터 감소하여 저장 20일 및 40일 후에 각각 65.8% 및 60.9%로 나타났다. 또한 저장 50일 후에 50.7%까지 급격히 감소하였다.

벼는 적당한 온도와 수분을 유지하면, 수분을 흡수하여 배아가 세포분열을 일으키고 성장 즉, 발아를 시작한다. 따라서, 발아율은 벼 생명력의 지표로서 저장 중 허용 발아율은 80%로 보고되고 있다. 또한 발아율은 식미와 상관관계가 높아 품질 및 식미 평가기준으로 이용되고 있다. 저장온도 30℃에서 허용 한계인 80%에 도달하는 저장기간은 10일에 불과하였다.

Fig. 3-39는 벼의 저장온도 별 저장 기간 중 지방산가의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 저장온도 10℃의 경우 저장 30일 및 50일 후에 각각 6.6 및 8.8로 완만히 증가하였으며, 저장온도 20℃의 경우 저장 40일 및 50일 후에 11.1 및 16.5로 다소 증가하였다. 저장온도 30℃의 경우 지방산가는 저장 기간 중 급격히 증가하였는데, 저장 30일 후에 허용한계 20을 초과하는 21.8로 나타났고, 저장 50일 후에 40.0까지 증가하였다.

지방산가는 건물 100g 중의 유리지방산도를 중화시키는데 필요한 수산화칼륨의 mg수로 나타나는데, 저장성의 중요지표로서 20이상이면 품질의 저하가 발생한 것으로 간주할 수 있다. 저장온도 30℃에서 허용 한계인 20에 도달하는 저장기간은 30일 이전으로 나타났다.



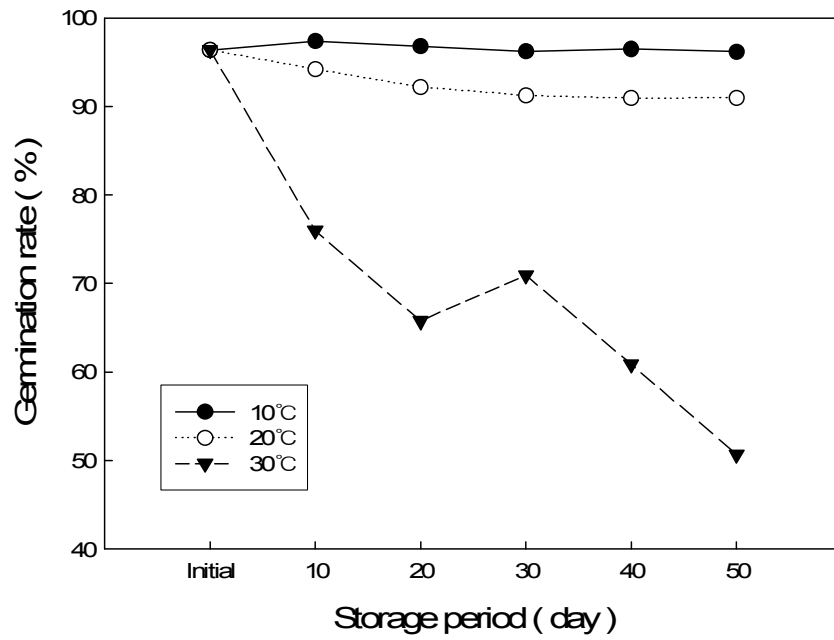


Fig. 3-38. 벼의 저장온도 별 저장 기간 중 발아율 변화.

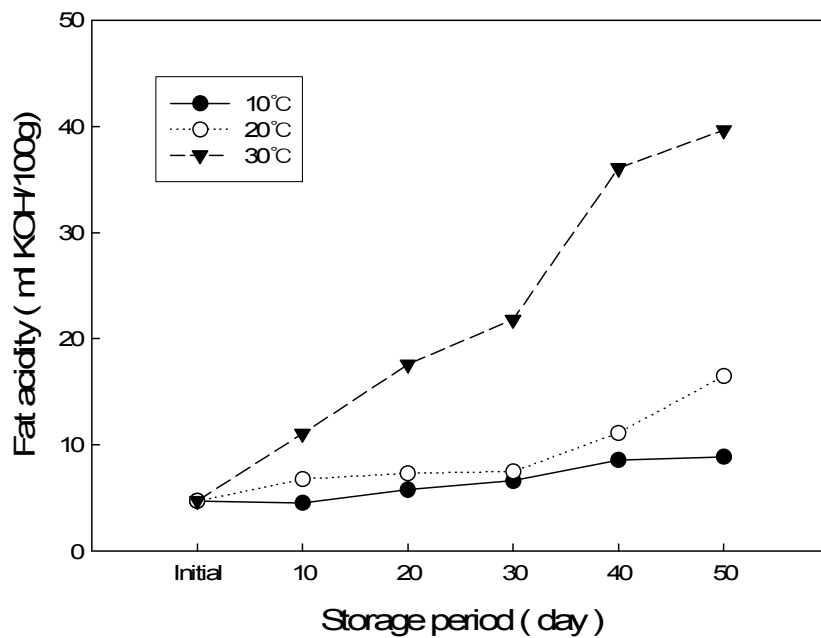


Fig. 3-39. 버의 저장온도 별 저장 기간 중 지방산가 변화.

## 다. 저장 중 쌀의 성분변화

### (1) 재료 및 방법

실험에 사용한 시료는 2001년 경기도 화성지역에서 수확한 추청벼로 RPC에서 건조한 벼를 구입하여 이물질 등을 제거한 후 4℃ 및 20℃에서 20주간 저장하면서 4주간격으로 시료를 채취하여 동일한 조건으로 쌀을 가공하여 일반성분, 단백질, 표면변화를 분석하였다.

일반성분은 AOAC법(1995)으로 쌀의 조지방, 조단백, 조회분함량을 측정하였다. 유리아미노산 및 지방산 분석은 methanol-benzene solvent를 첨가한 후 acetyl chloride를 천천히 첨가하고 이를 100℃에서 60분 정도 가열한 후 이 시료에 6% potassium bicarbonate를 첨가후 GC를 이용 정량분석을 실시할 함량, 회분함량 등을 측정하였다.

단백질 특성 분석은 쌀 단백질을 2% Sodium Dodesyl Sulfate(SDS), 0.01M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.001M EDTA와 같은 SDS조성용매로 추출하여 쌀 단백질을 전기영동법으로 분리하고, 위에서 추출한 단백질 용액을 100℃에서 5분간 가열 후 용액(tris-glycine buffer pH 8.3 with 0.1%SDS)으로 200V의 일정한 전압에서 5시간 전개한 후 gel을 메탄올, 아세트산 및 증류수(4.5:1:4.5)의 혼합 용액에 전기영동 후 염색된 gel을 laser beam densitometer를 사용 각 밴드의 상대 면적을 구하였다.

쌀의 표면은 금(gold)으로 200~300 Å 두께로 피복한 후 SEM을 이용하여 1000배 확대하여 쌀의 미세구조를 촬영하였다.

### (2) 결과 및 고찰

20주 동안 저장온도에 따른 조지방 함량(Fig. 3-40)은 크게 변화하지 않았으며, 저장 초기 0.41%의 조지방 함량이 20주 저장 후에는 4℃에서 저장한 경우 0.44%, 20℃에서 저장한 경우 0.42% 정도로 전체적으로는 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 쌀의 조단백 함량(Fig. 3-41)은 저장 초기 6.331%에서 저장 20주 후에는 4℃와 20℃에서 각각 6.4260%와 5.8905% 정도로 나타났고, 특히, 4℃에서 저장한 경우 저장 9주 이후에 조단백 함량이 지속적으로 다소 감소되는 경향을 나타내었다. 저장

20주 동안 조지방분(Fig. 3.42)은 평균 0.42% 정도의 함량을 보이며 저장기간과 온도에 따라 크게 변화하지 않는 것으로 나타남

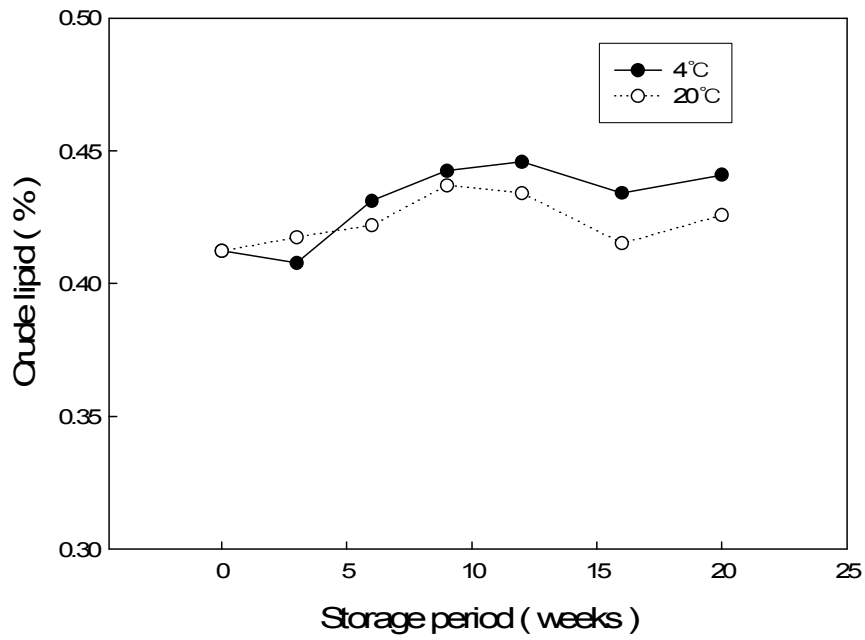


Fig. 3-40. 저장기간 중 조지방 함량의 변화.

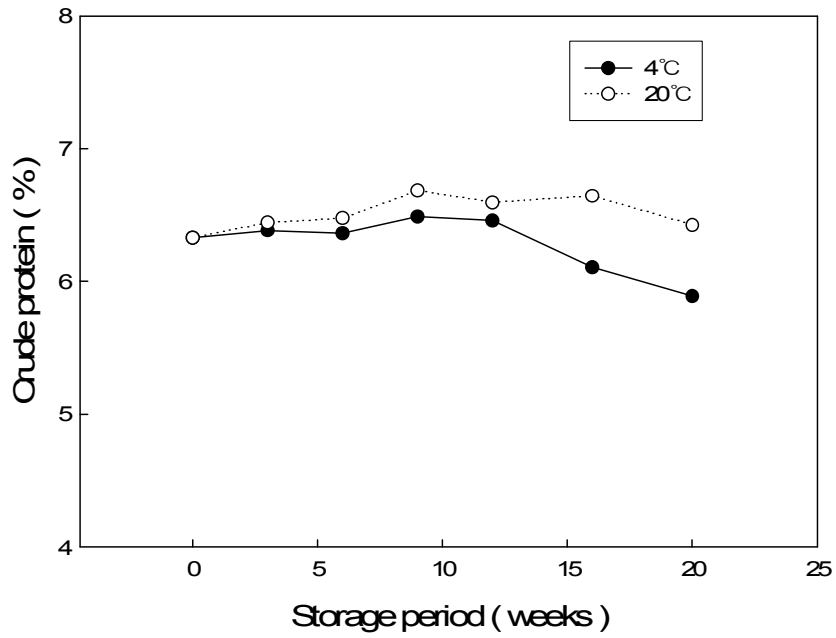


Fig. 3-41. 저장기간 중 조단백 함량의 변화.

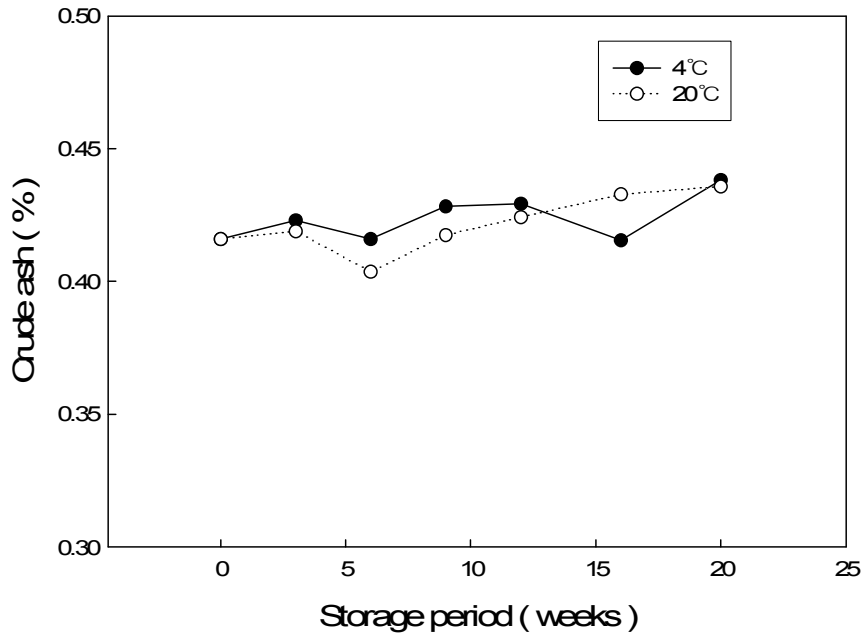


Fig. 3-42. 저장기간 중 조회분 함량의 변화.

저장기간 중에 온도 조건에 따른 유리아미노산의 함량 변화는 각각 4℃와 20℃ 저장 온도에서 20주간 저장한 쌀을 100mesh 이하의 가루로 분쇄하고 이를 Phenylisothiocyanate(PITC)로 유도체화 반응을 시킨 후, 이를 완전 건조시킨 다음 용매에 녹여 microfilter로 여과한 후 HPLC를 이용하여 분석하였는데 20주 저장한 쌀의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 3-44와 같았다.

20주간 저장한 쌀의 아미노산 함량은 glutamic acid가 전체 아미노산의 20% 이상을 차지하여 가장 많은 함량을 나타내었고, 그 외에는 aspartic acid와 arginine, leucine등이 비교적 높은 함량을 나타냈고, 이러한 경향성은 4℃와 20℃에서 저장된 경우 모두에서 동일했음. 저장 온도에 따라 유리아미노산의 함량 차이가 크게 나타나지는 않았으나, methionine의 함량이 20℃에서 저장하였을 때 4℃에서 저장한 경우보다 0.11 Mol% 정도 더 높은 것으로 나타나 가장 큰 차이를 보였다.

쌀에 함유된 지방산 중 가장 함량이 많은 지방산(Table 3-45)은 linoleic acid이었으며, 다음으로 oleic acid, palmitic acid 이 높은 함량을 나타내어 이들 3가지 지방산의 함량이 총 지방산의 90% 이상을 차지하는 주요 지방산이었다. 그 외에는 myristic acid, linolenic acid, stearic acid가 소량 함유되어 있었다.

저장 13주에서 20주로 저장기간이 길어짐에 따라 함유량이 많은 linoleic acid, oleic acid, palmitic acid 함량의 변화가 나타났는데, 특히 저장기간에 따라 4℃와 20℃에서 공통적으로 linoleic acid의 함량은 감소하고, oleic acid의 함량은 증가되는 경향으로 나타났다.

Table 3-44. 저장 20주 쌀의 유리아미노산 함량

amino acid	20℃		4℃	
	( $\mu\text{mol/g dry wt.}$ )	Mol%	( $\mu\text{mol/g dry wt.}$ )	Mol%
ASX*	581.15	10.23	577.22	10.18
GLX*	1288.23	22.68	1282.25	22.60
SER	283.85	5.00	284.02	5.01
GLY	269.64	4.75	267.58	4.72
HIS	135.27	2.38	139.21	2.45
ARG	558.69	9.83	561.92	9.91
THR	174.01	3.06	177.18	3.12
ALA	354.87	6.25	356.79	6.29
PRO	258.33	4.55	261.64	4.61
TYR	191.08	3.36	187.14	3.30
VAL	331.25	5.83	332.27	5.86
MET	108.71	1.91	102.56	1.81
ILE	195.46	3.44	196.15	3.46
LEU	456.54	8.04	455.58	8.03
PHE	279.98	4.93	278.03	4.90
LYS	214.04	3.77	212.98	3.75
total	5681.10	100.0	5672.52	100.0

\* ASX, GLX mean the sum of asparagine & aspartic acid and glutamine & glutamic acid, respectively.



Table 3-45. 저장 중 쌀의 지방산 함량(%)

	13주 저장		20주 저장	
	4℃	20℃	4℃	20℃
Myristic acid (14:0)	0.71	0.90	0.83	0.87
palmitic acid (16:0)	21.30	22.50	21.47	21.10
stearic acid (18:0)	1.97	1.92	1.91	2.09
Oleic acid (18:1)	32.10	31.18	32.27	35.54
Linoleic acid (18:2)	42.31	41.62	41.77	40.56
nolenic acid (18:3)	1.70	1.88	1.93	1.84

Fig. 3-43, 44의 A, B는 각각 4℃와 20℃에서 12주, 20주간 저장 한 쌀에서 추출된 단백질로부터 얻은 전기영동 패턴으로, 주요 단백질 패턴은 6개로 16-20kD 사이의 단백질군은 알부민과 글로불린과 프롤라민으로 추정되며 21-22 kD의 단백질은 글루텔린의  $\beta$ -subunit, 51kD의 단백질은 글루텔린으로 추정되었다. A와 B의 전기영동패턴에 있어 저장 12주와 저장 20주 모두에서 저장 온도에 따른 단백질의 특성 차이가 크게 나타나지 않는 것으로 나타났다.

단 20주간 저장한 쌀 단백질 추출시 60kD 단백질의 추출 효율을 높이기 위해 DDT/urea를 첨가하여 2차 추출을 한 결과로 저장 12주의 영동 패턴과 비교할 때 60kD 부근의 밴드가 진하게 나타나 효과적으로 추출된 것으로 생각되며, 저장 기간이 길어짐에 따라 51kD 부근의 글루텔린 밴드 면적이 다소 증가한 것으로 보였음

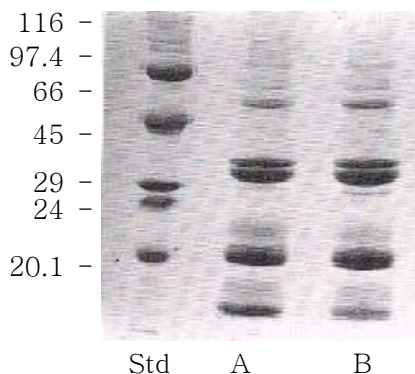


Fig. 3-43. 저장 12주 쌀 단백질의 SDS-PAGE profile.

A : 4℃ 저장 B: 20℃ 저장

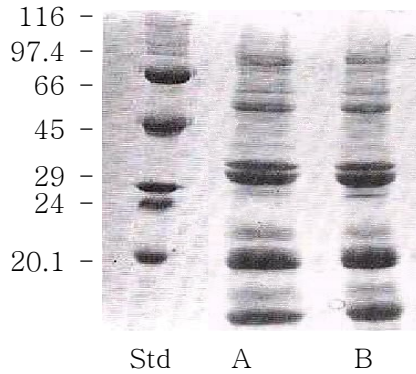
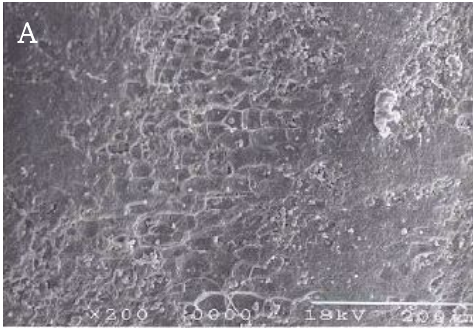


Fig. 3-44. 저장 20주 쌀 단백질의 SDS-PAGE profile.

A: 4°C 저장 B: 20°C 저장

쌀 외부표면의 미세구조를 SEM을 이용하여 조사한 결과는 Fig. 3-45와 같았다. 그림에서 A는 저장 초기 쌀의 표면미세구조를 200배 확대하여 관찰할 것이고, B와 C는 각각 4°C와 20°C에서 8주간 저장한 쌀의 표면 미세구조이며 D와 E는 4°C와 20°C에서 12주간, F와 G는 20주간 저장한 쌀의 표면 미세구조이다. 쌀 표면을 200배로 확대하여 관찰했을 때 전체적으로 분포되어 있는 전분립과 이를 둘러싼 단백질체들을 관찰할 수 있는데, 사진에서 전체적인 형태를 이루는 것이 전분립이며, 흰색의 구형, 무정형의 막형태가 단백질체이다. 그림에서와 같이 대부분이 전분립이었고, 구형과 막형태의 단백질체가 전분립 사이에 존재하는 것을 살펴볼 수 있으며, 구형보다는 막형태의 단백질체가 많이 관찰되었으며, D와 E에서와 같이 20°C에서 12주간 저장하여 표면구조를 관찰했을 때, 전분립들이 더 촘촘하게 발달하였고, 이와 결합된 단백질체도 8주에서 나타난 단백질체보다 더 많이 관찰되었으며 이러한 경향은 20주간 저장한 쌀에서도 유사하게 관찰되었다.



A: 저장 초기의 쌀(×200)

B : 저장 8주의 4℃에서 저장한 쌀(×450)

C : 저장 8주의 20℃에서 저장한 쌀(×450)

D : 저장 12주의 4℃에서 저장한 쌀(×450)

E : 저장 12주의 20℃에서 저장한 쌀(×450)

F : 저장 20주의 4℃에서 저장한 쌀 (×450)

G : 저장 20주의 20℃에서 저장한 쌀 (×450)

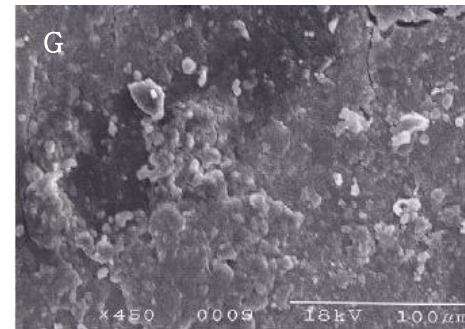
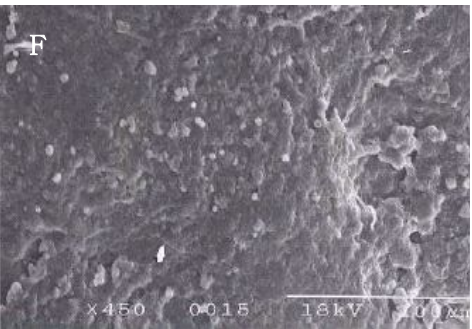
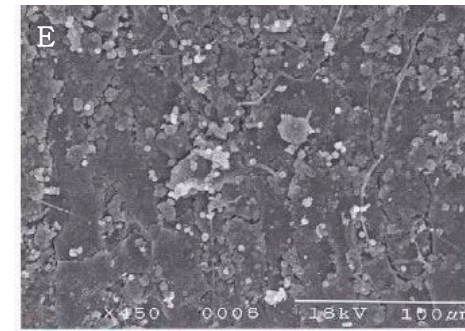
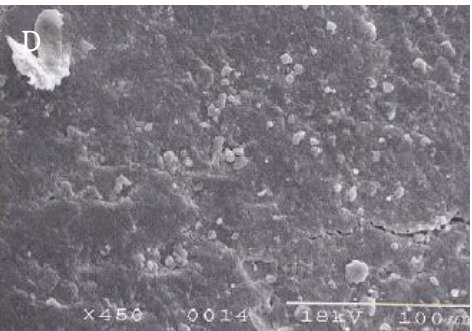
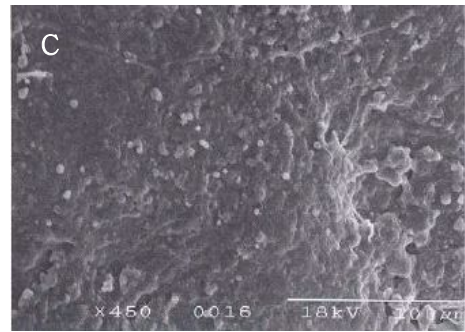
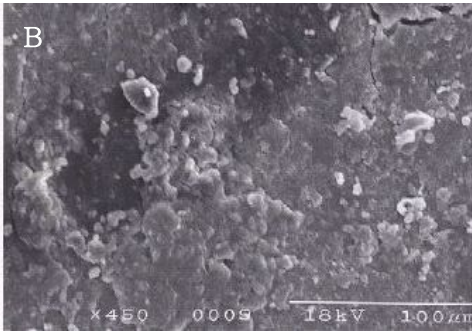
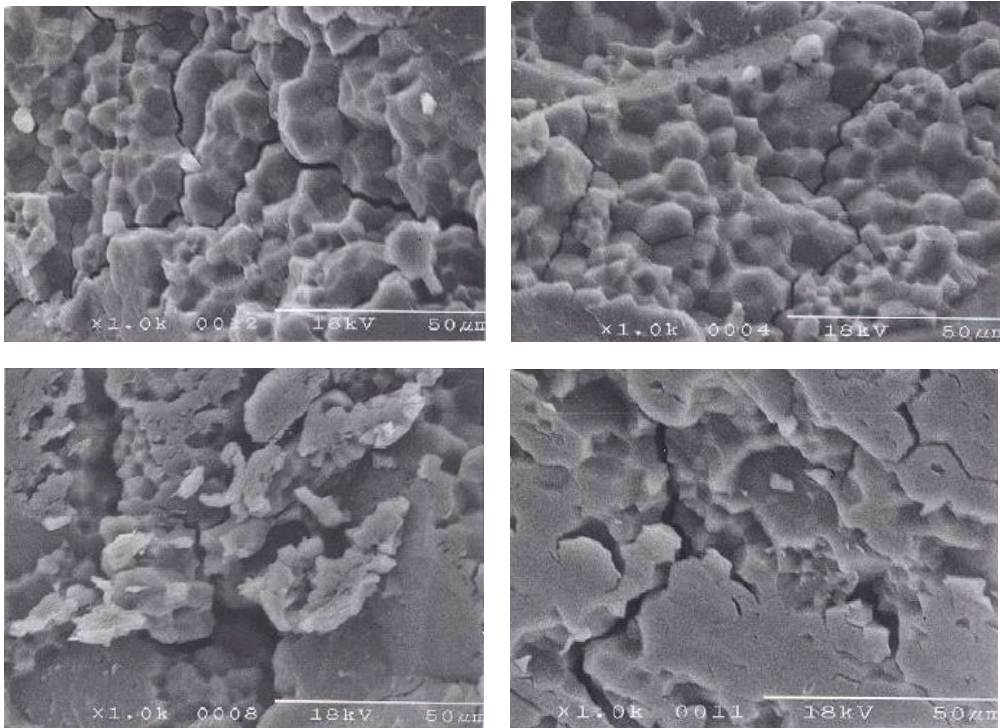


Fig. 3-45. SEM를 이용한 쌀 외부표면 관찰.

쌀 단면의 중심 배유부분 미세구조를 SEM을 통해서 관찰한 사진(Fig. 3-46)으로 A와 B는 각각 4℃와 20℃에서 8주간 저장한 쌀의 배유세포로 A와 B에서 관찰된 쌀의 배유세포 전체는 잘 발달된 구획을 이루고 있었으며, 세포벽 사이에 막 형태의 단백질 체들이 존재하는 것을 볼 수 있었다.

Fig. 3-45와 46을 비교해보면 쌀 배유세포의 중심부에서는 세포벽 주위에서만 주로 단백질 체들이 발견되었는데 쌀 외곽표면에서는 전분립을 둘러싼 많은 단백질 체들이 관찰되었다. 이렇게 전분립 주위의 단백질 체들과 세포벽 성분들은 전분과 뚜렷이 분리되어 존재하는 것은 아니고 연결되어 있는 상태로 존재한다고 생각되며, 이들은 전분의 호화 및 밥의 텍스처와도 밀접한 연관이 있을 것으로 판단되었다.



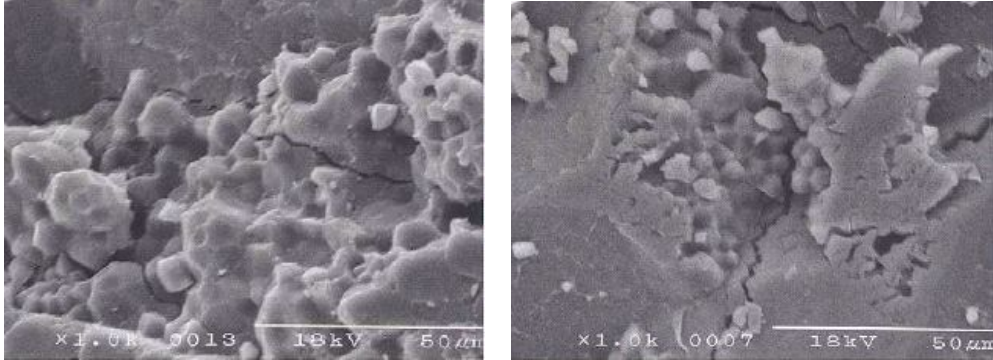


Fig. 3-47. SEM을 이용한 쌀의 배유세포관찰.

A : 저장 8주의 4℃에서 저장한 쌀의 배유세포

B : 저장 8주의 20℃에서 저장한 쌀의 배유세포

C : 저장 12주의 4℃에서 저장한 쌀의 배유세포

D : 저장 12주의 20℃에서 저장한 쌀의 배유세포

E : 저장 20주의 4℃에서 저장한 쌀의 배유세포

F : 저장 20주의 20℃에서 저장한 쌀의 배유세포

Fig. 3-48은 저장 12주 동안 4℃와 20℃에서 보관한 쌀로 취반하였을 때의 hardness를 나타낸 것으로 저장 초기보다 6주와 12주 경과 후에 hardness가 약간 감소하는 경향을 나타내었으며 특히 저장 6주에서는 4℃에서 보관한 쌀의 hardness가 20℃보다 더 많이 감소하는 것으로 나타났다. 이후 저장 12주까지는 hardness가 지속적으로 감소하는 경향을 나타내기는 하지만 저장온도에 따른 차이는 점차 작아지는 것으로 나타나 저장 12주에는 거의 차이를 보이지 않았다.

저장 12주를 경과하면서 두 저장온도 모두에서 hardness가 증가되는 경향을 보이며, 특히 20℃에서 저장한 쌀의 경우 저장 12주에 hardness가 4898g이었는데 저장 20주에는 5820g을 나타내어 크게 증가했음을 알 수 있다. 이러한 경향성은 저장 중에 쌀의 수분함량이 저장 12주 이후에 감소되는 것으로 나타난 것과 연관성을 가질 것으로 판단되었다.

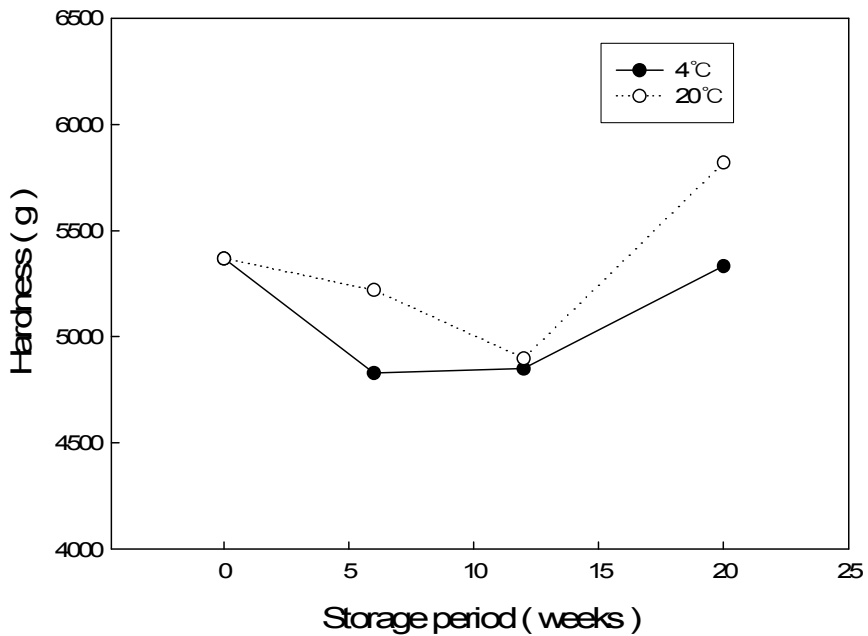


Fig. 3-48. 저장 기간 중 Hardness의 변화.

## 5. 고품질 차별화를 위한 가공 및 유통기술

### 가. 가공기술의 저해요인 분석

대부분의 RPC는 '90년대 초·중반에 집중 설치되어 주요 가공시설이 내용년수 8년을 경과하고 있는 농협RPC가 165개소로서, 전체 농협RPC 200개소의 82.5%를 차지하고 있어 노후화되어 있다. 또한, 대부분 RPC가 그동안 품질보다는 수율향상에 중점을 두고 운영하여 고품질의 쌀 생산을 위한 RPC시설의 효과적인 운영방법 정립이 미흡하였으며, RPC의 공정자체도 품질보다는 수율 위주인 시기에 설게 제작되어 고품질 쌀 생산에 미흡한 부분이 많다. 또한, 현재의 RPC시설로는 양곡관리법 규정에 의해 금년부터 시행되고 있는 보다 엄격해진 포장등급규격상의 등급내역을 준용하기 어려운 실정으로, 보다 엄격해진 규격의 준용과, 이로 인한 수율저하를 최소화하기 위한 시설 및 운영방법의 개선이 필요한 실정이다.

그러나, 아직까지 고품질 쌀 생산에 적합한 RPC공정에 대한 연구, 검토가 대단히 부족하다. RPC가 보급되기 시작한 '91년 이후 산물 건조, 저장분야에 관해서는 많은 연구가 이루어진 반면, 상대적으로 가공에 관한 체계적인 연구는 대단히 적었으며, 고품질 쌀 생산에 필요한 RPC의 공정에 관한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다. 따라서, 농협RPC에서 생산된 쌀의 품질을 향상시키기 위해서는 가장 우선적으로 기존 RPC공정의 분석이 이루어져야 하며, 분석결과를 토대로 고품질 쌀 생산에 적합한 공정을 정립하고, 이를 바탕으로 시설개선방향을 결정하는 것이 필요하다. 농협중앙회에서는 품종, 단백질함량, 외관품위, 백도 등의 평가항목으로 구성된 농협 쌀의 품위기준을 제정하여 평가에 활용하고 있다. 그러나, RPC에서 이 품위기준을 적용하여 고품질 쌀을 생산하는데는 많은 어려움이 있다. 이와 같은 어려움이 발생하는 것은 높은 품위를 가진 쌀을 생산하여도 수율이 감소한 만큼 고가로 유통되는 시장형성이 미비하여 아직도 품위보다는 수율위주로 가공하고 있으며, 고품위 쌀을 생산하고 싶어도 가공공정 및 단위기계의 성능이 낮고, 도정기술 정립이 미흡한 점 등의 원인을 들 수 있다. 또한, 품질관리를 위해서는 백도계, 품위측정기와 같은 장비가 필요하나, 아직까지 이러한 장비의 보급률이 낮은 것도 그 원인중의 하나라고 할 수 있다. 따라서, 대부분의 RPC에서 최종제품의 품위는 도정기사의 감각과 경험에



전적으로 의존하고 있는 실정으로 RPC별로 생산되는 브랜드 쌀의 품위가 큰 차이가 있으며, 동일 RPC에서 생산된 브랜드 쌀도 가공일자에 따라 품위에 큰 차이가 발생하고 있는 실정이다.

농림부고시 제2003-3호 양곡관리법(제20조 제1항, 동법시행령 제23조)의 규정에 의하여 "양곡매매업자 및 양곡가공업자 등의 준수사항(농림부고시제2000-24호, 2000년 3월 31일)"에 의해 고시되어 2004년 1월 1일부터 유통 쌀의 포장지에 정확한 쌀의 등급의 표기가 권장되었으며, 의무화를 위한 입법 중에 있다.

포장등급규격상 "특", "상", "보통" 등급의 생산비율은 브랜드 쌀의 생산비율 등 경영과 관련하여 RPC가 자체적으로 결정할 사항이다. 그러나, 동일 브랜드 쌀의 품위를 연간 균일하게 유지할 수 있어야 하므로, RPC시설은 최소한 포장등급규격상 모든 등급의 쌀을 생산 가능한 수준의 시설이 되어야 한다.

포장등급규격은 국립농산물품질관리원에서 제정하여 작년까지 적용되었던 표준출하규격(이하 "표준규격"으로 약칭하여 사용)에 비해 정의와 한계가 대단히 엄격하다. 따라서, RPC에서 동일한 쌀을 가공할 경우 포장등급규격을 적용할 경우 수율저하가 불가피한 실정이다. RPC에서 동일 현미를 이용하여 포장등급규격과 표준규격상의 "특", "상"으로 동일하게 가공하면 포장등급규격을 준용한 경우가 표준규격을 준용한 경우에 비해 각각 약 2.4%, 5.3%정도의 수율이 저하하게 된다(Table 3-8). 특히, 싸라기 정의가 보다 엄격해졌고, 백미 색채선별기의 불량품중 정품의 혼입율이 약 32.8~55.5%(김 등, 1999)수준으로 색채선별기에서 선별되어야 할 비정상립의 종류를 감안할 경우 색채선별기에서 배출되는 불량품중에 혼입된 정립의 손실에 의해 수율저하가 더욱 커질 것으로 예측되며, 지금까지 표준규격이 제대로 준용되지 않은 것을 감안한다면 수율저하가 더욱 커질 것으로 예측되고 있다. 따라서, 목적하는 등급의 쌀을 생산하면서 수율저하가 최소화되는 시설과 공정이어야 한다.

한국식품연구원(2000)에서 우리나라의 각 지역별 품종별로 292점의 쌀을 대상으로 식미검사와 실험실에서 측정이 가능한 쌀의 특성을 측정하여 쌀의 특성과 밥의 전반적인 품질과의 상관관계를 살펴본 결과로서, 쌀의 특성을 나타내는 수식과 밥의 전반적인 품질과는 결정계수 0.2668로 낮았지만 측정된 쌀의 특성중 백도와 함수율이 전반적인 밥의 품질과 비교적 높은 상관관계를 나타내고 있었다. 그러나, Table

3-10과 11에서 알 수 있듯이 RPC에서 가공은 RPC별로, 시기별로 백도에 큰 차이를 나타내고 있어, 연간 균일한 품질의 쌀을 생산하기 위해서는 RPC에서 용이하게 적용할 수 있는 백도위주의 도정기준이 필요하다는 것을 알 수 있으며, 도정시스템도 이 기준을 만족할 수준이어야 한다. 김의웅 등(2004)은 도정도에 대해 백도변화를 측정하고(Fig. 3-49) 도정도별로 가공된 쌀 표면의 미강제거정도를 측정(NMG시약)하고, 관능검사를 통해 적정한 도정조건을 백도 40~41수준으로 권장하였다. 이 도정기준 범위 내에서는 도정도 1%의 증가시 백도는 약 2.0이상이 증가하여 도정 효율성이 낮지 않고, 연속적인 가공으로도 찌라기 함량의 증가가 심하지 않아 RPC에서 적용하기에 적합하다고 보고하였다. 따라서, RPC의 시설은 연간 균일한 품질의 쌀을 생산하기 위해서는 도정수율에 큰 저하가 없도록 도정기준 40~41수준으로 가공이 가능하면서 찌라기 발생율이 수용할 수 있는 수준의 시설을 갖추어야 한다.

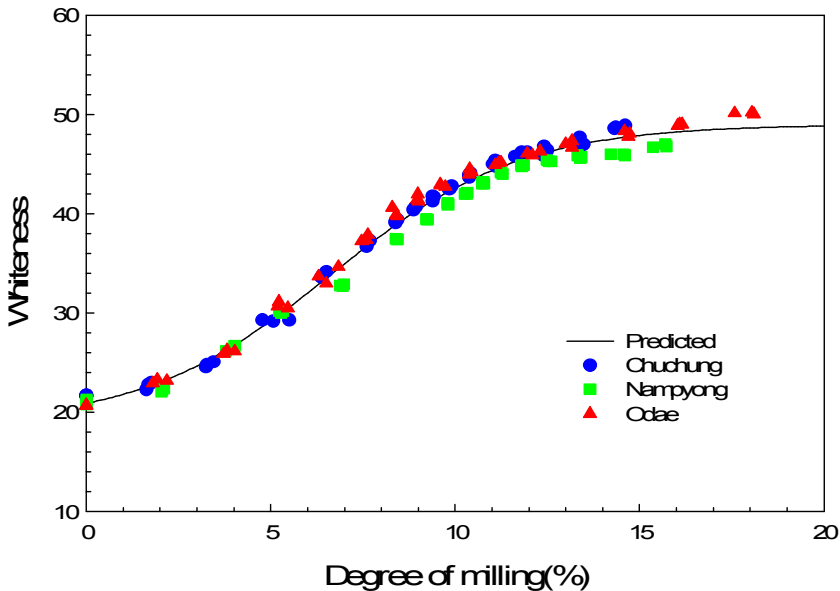


Fig. 3-49. 도정도에 따른 백도변화(김 등, 2004)

(1) 분석방법

(가) 현장실험 및 외기조건

RPC 가공공정의 성능분석을 위하여 RPC 5개소를 선정하여 현장을 직접 방문하여 가공공정을 분석하였다(Table 3-46).

별도의 원료 벼를 준비하거나 기계장치의 조작없이 보통의 가공상태를 유지한 후 원료 벼는 투입구 이전에 약 2kg을 채취하였으며, Fig. 3-50과 같이 도정실험 중에는 벼/현미/백미가 원료정선기, 현미기, 현미분리기, 입선별기, 정미기, 로타리쉬프터, 색채선별기 및 연미기 등 주요 단위기계를 통과하기 전과 통과한 후에 약 1kg의 시료를 채취하여 진공포장지에 포장하여 식품연 실험실로 이송한 후, 2℃ 저온저장고에 보관하면서, 실험전 24시간 상온에 방치하여 주위 공기온도와 평형을 이루도록 한 후 공시하였다.

RPC 외부 2지점과 도정실험 중 정미기가 설치되어 있는 주위 반경 5m 이내 2지점에 온습도계(TR-72S, Japan)를 설치하여 온도와 상대습도를 10분 간격으로 측정 한 후 평균값을 이용하였다.

Table 3-46. 가공공정의 성능분석 대상 RPC

RPC	지역	외기조건		RPC 내부 조건	
		온도(℃)	상대습도(%)	온도(℃)	상대습도(%)
A	경기	2.6	81	4.6	68
B	경기	0.2	32	0.7	33
C	충북	-3.0	55	-1.7	50
D	전북	7.5	49	6.9	52
E	전남	5.5	64	7.6	62
평균		2.6	56	3.6	53



Fig. 3-50. 성능분석 RPC의 주요 가공공정  
(RPC별 단위기계 및 운영방법은 다소 다름)

#### (나) 곡온측정

곡온은 입선별기 통과 후 현장에서 채취한 일정량의 시료를 10mm 단열재로 제작된 곡온측정용기(50×50×90mm, L×W×H)에 담은 후 용기 중심에 설치된 열전대(T-type)와 다점온도계(KM-1242, UK)를 이용하여 5초 간격으로 측정하면서 온도가 평형에 도달할 때를 곡온으로 하였다.

#### (다) 단위기계의 성능분석

이물질 혼입율은 단위기계의 전후에서 채취한 곡물중 주원료가 아닌 이물질의 중량비(이물질 혼입율)는 다음 식과 같이 계산하였으며, 단위기계에서 배출된 이물질 가운데 섞여있는 곡물의 주원료의 중량비(곡물(벼, 현미, 백미 등)는 다음 식과 같이 계산하였다.

$$\text{이물질 혼입율} = \frac{\text{곡물중 이물질중량}}{\text{곡물의 시료중량}} \times 100(\%)$$

$$\text{곡물(벼,현미,백미등)혼입율} = \frac{\text{이물질중 곡물중량}}{\text{배출된 이물질중량}} \times 100(\%)$$

원료정선거의 성능은 원료 벼와 원료정선거에서 정선된 벼에 혼입된 쭉정이, 지푸라기 등 이물질의 중량비(이물질 혼입율)와, 원료정선거에서 배출된 이물질 중에서 벼 정립의 중량비(벼의 혼입율)를 측정하였다. 이물질과 현미의 분리는 수작업으로 실시하였다.

현미기의 성능은 현미기에서 탈부된 현미의 중량비(현미 탈부율)와, 현미기를 통과하지 않은 벼와 현미기를 통과한 현미의 동할율로 평가하였다.

현미분리기의 성능은 현미분리기를 통과한 후 현미로 구분되어 입선별기로 투입되는 현미 중 벼의 중량비(벼 혼입률)와, 현미분리기 및 현미기로 재투입되는 벼 또는 현미의 중량비(벼 혼입률 또는 현미 혼입률)로 평가하였다.

입선별기의 성능은 입선별기를 통과하기 전과 통과한 후의 정선된 현미에 혼입된 청사미, 백사미 등 비정상립의 중량비(비정상립 혼입률)와, 입선별기에서 배출된 사미 등 비정상립중에 혼입된 현미의 중량비(현미 혼입율)로 평가하였다.

정미기의 성능은 정미기에서 발생하는 썩라기 발생률과, 각 정미기를 통과한 쌀

의 백도, 천립중, 동할율 및 곡온으로 평가하였다. 정미기에서 발생하는 싸라기 발생률은 각 정미기에서 배출된 싸라기의 쌀 전체중량에 대한 중량비와, 정미기를 통과한 쌀에 섞여 있는 싸라기의 중량비를 합하여 추정하였다.

로타리쉬프터의 성능은 로타리쉬프터를 통과하기 전과 통과한 백미에 혼입된 싸라기의 중량비(싸라기 혼입률)와, 배출된 싸라기에 섞여 있는 정상립의 중량비(백미 혼입률)로 측정하였다.

색채선별기의 성능은 색채선별기를 통과하기 전과 통과한 백미에 혼입된 착색립 등 불량품의 중량비(불량품 혼입률)과, 배출된 불량품중 정품의 중량비(백미 혼입률)로 측정하였다.

연미기의 성능은 연미기를 통과하기 전과 통과한 백미의 함수율, 백도와 싸라기의 중량비(싸라기 혼입률)로 평가하였다.

#### (라) 품위측정

함수율(%w.b)은 10g 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g곡립-135℃-24시간 측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준측정법으로 환산하였음. 함수율은 3회 반복 측정하였으며, 환산식은 다음과 같았다.

$$\text{벼 } M_{105} = 100 - 1.0121 (100 - M_{135})$$

$$\text{현미 } M_{105} = 100 - 1.0122 (100 - M_{135})$$

$$\text{백미 } M_{105} = 100 - 1.0133 (100 - M_{135})$$

여기서,  $M_{105}$  : 105℃ 건조법에 의한 함수율(%w.b)

$M_{135}$  : 135℃ 건조법에 의한 함수율(%w.b)

지방산가는 시료 40g 이상을 분쇄기(1093, Tecater, Sweden)로 분말을 만들어 체에 친 후 10g을 원통여지에 담은 후 탈지면으로 가볍게 충전하고, soxhlet 추출 장치에서 용매 pet. ether를 이용하여 흡습(siphoning) 속도(3분당 1회)와 끓는점 범위(30~60℃)를 맞추어 16시간 동안 추출하였다.. 추출된 용액은 회전감압농축기를 이용

하여 지방성분만을 취한 후 0.02% BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50ml로 재용해시킨 후 표준색인 분홍색이 될 때까지 0.0178N KOH로 적정하였으며, 얻어진 결과를 이용하여 지방산가로 환산하였으며, 3회를 측정하여 평균 값을 사용하였다.

백도는 백미의 착색립 및 복백립 등 비정상립을 선별한 후 정립만을 대상으로 백도계(CR 300-3, Kett, Japan)로 5회 반복 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 사용하였다.

발아율은 벼 정립 100립을 선별하여 물로 충분히 세척한 후 직경 15cm 유리접시에 고르게 분포시킨 후 여과지가 충분히 젖을 정도로 물을 가하여 20℃의 인큐베이터(HK-B1025)에 넣고 7일 이내에 발아한 미립수를 발아율로 하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

동할율은 벼의 경우 수작업으로 왕겨를 탈부하여 현미를 대상으로 하였고, 현미 및 백미는 이물질은 제외한 정립을 선별하여 총 250립을 동할립 측정기(DC-50, S.Seiki, Japan)를 이용하여 측정하였다.

도정도(degree of milling)는 도정전의 현미와 도정된 백미의 1천립을 수작업으로 선별하여 전자저울(Satorius L420P, Germany)을 이용하여 중량(천립중, 千粒重)을 측정하여 다음 식과 같이 현미와 백미의 천립중의 중량차 비율(도정도, %) 즉, 도정중에 제거된 미강의 중량비를 측정하였으며, 필요에 따라 분도(도정중에 제거된 미강의 중량비 0.8%마다 1분도)로 표시하였다.

$$\text{도정도}(\%) = \frac{\text{현미 천립중} - \text{백미 천립중}}{\text{현미 천립중}} \times 100$$

싸라기는 백미 또는 백미 등 곡물 30g을 전자저울(Satorius L420P, Germany)로 계량하여, 곡물에 섞여 있는 정립의 3/4 이하를 육안으로 선별하여 싸라기로 하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

쌀 표면의 가공특성을 측정하기 위하여 NMG(New-May Grunwald reagent)염색법을 사용하였으며, NMG시약은 1% 농도의 eosin과 methylene blue용액을 혼합한

후 methanol을 이용하여 3배로 희석하여 제조하며, 시료 약 12g을 약 20초간 증류수로 세척한 다음, 제조한 NMG시약으로 염색한 후 methanol로 세척한 후 상온에서 건조하여 미강의 제거정도를 측정하였다.

b값은 Lab 칼라시스템에서 파란색↔노란색을 잘 표시할 수 있는 칼라인자로서 NMG시약으로 염색한 쌀은 백도가 증가할수록 b값은 감소하였다가 일정 백도에 도달하면 다시 증가하는 경향이 있다. NMG시약으로 염색된 시료의 b값의 측정은 시료를 원통형 용기(41×12.5mm)에 담아 흑색패드에서 색차계를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치를 사용하였다.

NMG시약으로 염색처리한 시료의 각 낱알에서 일부 파란색이 남아 있으면 도정이 불충분하거나 불균일 도정(또는 얼룩도정)이 발생한 것으로 낱알의 불균일 도정을 측정하기 위하여 화상측정기를 이용하여 일정 비율로 확대하여 판단하였다.

## (2) 분석결과

### (가) 원료 벼

벼의 품질은 일단 저하되면 어떠한 방법으로도 가역적으로 품질을 향상시킬 수 없다. 따라서, 고품질 쌀을 생산하기 위해서는 RPC에 반입되는 벼의 품질이 높아야 하는 것은 물론이며, 반입, 건조, 저장, 가공, 포장 및 유통 등 각 공정이 최적 상태로 유지되어야 한다.

RPC에 반입되어 건조, 저장된 벼의 품위지표는 함수율, 동할율, 발아율, 지방산가 등을 들 수 있으며, 일반적으로 받아들일 수 있는 한계로는 함수율 15%(15.5~16.5%), 동할율 5%(낮을수록 좋음), 발아율 80%(높을수록 좋음), 지방산가 20mg KOH/100g-drymatter(낮을수록 좋음)로 알려져 있다.

함수율은 건조나 저장과정 중에 벼의 함수율이 낮아지면 중량이 감소하게 될 뿐만 아니라 식미가 저하하게 된다. 또한, 가공 중에도 높은 강도로 인해 소비전력이 증가하고 곡은이 과도하게 상승되어 찌라기 발생량이 증가하게 된다. 반대로 함수율이 지나치게 높을 경우 저장이 어려운 단점이 있다. 일반적으로 상온저장의 한계는 15%이나 식미가 우수한 함수율은 15.5~16.5%로 알려져 있다.



5개소 RPC에서 도정실험에 사용한 벼의 함수율은 다음 Table 3-47에서와 같이 평균 15.1%(13.9~15.7%)이었으며, 15%미만으로 유지되고 있는 RPC가 2개소로 부적절하게 함수율이 관리되고 있었다.

벼의 동할립은 황숙기 이후의 수확하지 않은 벼에서 발생하기도 하며, 건조 및 저장 중 곡립표면과 내부 사이에 수분구배에 의해 발생하게 된다. 동할립은 도정 중 싸라기로 될 가능성이 높아 도정수율에 막대한 영향을 미치게 된다. 5개 RPC에서 도정실험에 사용한 벼의 동할율은 평균 2.3%(0.5~4.7%)로 비교적 만족할 만한 수준이었다.

벼는 살아있는 생명체로서 수확 후에도 생명활동을 지속하는데 벼의 발아율은 생명력을 나타내는 것으로서 식미와 직접적인 관계를 가지고 있다. 일반적으로 함수율이 높을수록, 저장온도가 높을수록 저장기간에 따라 발아율이 감소하게 되는데, 발아율은 일정시점에서 급격하게 저하하는 특징이 있다. 5개 RPC에서 도정실험에 사용한 벼의 발아율은 평균 86.2%(51.7~98.0%)로서 1개소 RPC에서 채취한 벼의 발아율이 허용한계인 80%이하를 나타내었다.

쌀에는 oleic acid와 linolenic acid가 주지방산인 중성지질로 구성된 약 1%정도의 지방질이 있는데, 벼의 저장중에 지방은 쉽게 가수분해나 지동산화를 일으켜 고미취를 생성하거나 산가증가에 영향을 미치게 된다. 가수분해는 지방질의 에스테르 결합에 작용하여 유리지방산을 생성하게 하는데 여기에는 lipase, lipoxidase 등 여러 가지 효소가 관여하고 있는 것으로 알려져 있으며, 특히 벼의 온도와 함수율이 높을 경우 대단히 빨리 진행된다. 5개 RPC에서 도정실험에 사용한 벼의 지방산가는 평균 22.5(17.2~30.2)mg KOH/100g-drymatter이었으며, 3개 RPC에서 채취한 벼의 지방산가가 허용한계인 20 이상을 나타내었다.

이상과 같이 5개 RPC에서 도정실험에 사용한 벼의 함수율, 발아율, 동할율, 지방산가 측정치를 허용한계와 비교해 볼 때 RPC(B)를 제외한 나머지 RPC의 벼는 허용한계에 적합하지 않는 것으로 나타나 벼의 관리상태가 대단히 좋지 않는 것으로 판단되었다. 더욱이 5개 RPC에서 도정실험을 실시한 시기가 외기온도가 낮은 기간으로 외기온도가 상승하는 여름철에는 벼의 품위 저하는 더욱 현저할 것이며, 고품질 쌀 생산의 큰 장애요인이 될 것으로 판단되었다.

수확된 고수분의 벼는 산물상태로 RPC에 반입되어 조선키에서 이물질이 정선되게 된다. 그러나, 조선키에서 정선되지 않는 이물질은 정립과 혼입되어 호퍼스케일에서 바로 반입중량으로 측정되므로 조선키에서 정선되지 않은 이물질의 중량만큼 벼정립의 실중량이 감소하게 되어 RPC 경영에 부담이 되고 있다. 5개 RPC에서 도정 실험에 사용한 벼의 이물질 혼입률은 평균 0.3%(0.2~0.7%)로 김 등(2002)이 11개 RPC를 대상으로 조선키를 통과한 벼에 혼입된 이물질의 중량비 2.39%에 비해 낮은 값을 나타내었는데, 이는 조선키를 통과한 후 건조저장과정에서 많은 이물질이 제거되었기 때문으로 판단되었다.

벼의 품질저하 원인은 함수율과 발아율의 저하, 동할율과 지방산가 증가는 수확된 벼의 품위, 건조와 저장방법이 복합적으로 작용하여 발생하게 된다. 현재 RPC의 건조능력에 비해 수확기에 지나치게 많은 물벼를 반입하고 있을 뿐 아니라, 농협중앙회의 자료에 의하면 수확기 반입물량의 약 16.9%정도가 야적되고 있는 등 현재, 농협 RPC에 반입되는 물량의 약 43.7%정도가 톤백상태로 야적되거나 평창고에 저장되고 있는 것으로 추정되고 있어서, 품질저하의 원인으로서는 이러한 건조, 저장시설의 절대적인 부족이 가장 큰 영향을 미치고 있는 것으로 판단되며, 이외에도 성능이 떨어지거나 RPC실정에 적합하지 못한 건조, 저장시설이 보급되거나, 운영자의 관리 소홀도 주요한 원인이 되고 있다고 판단되었다.

따라서, RPC에서 부족한 건조, 저장시설의 확충이 무엇보다도 시급하며, 건조, 저장시설의 확충은 고품질 쌀 생산에 적합하도록 계획적이며, 체계적으로 보급되어야 한다. 또한, 각 건조 및 저장시설의 특성을 정확하게 판단하여 효율적으로 사용하여야 하며, 각 시설에서 반드시 지켜야 할 사항을 준수하는 것이 무엇보다도 필요하며, 또한, 농가에서 1차 건조후 반입되는 벼의 품질도 관심을 두어야 한다.

Table 3-47. 12개소 RPC에서 도정실험에 사용된 원료 벼의 품위

RPC	함수율 (%,w.b.)	동할율 (%)	발아율 (%)	지방산가 (mg KOH/100g)	이물질혼입률 (%)
A	13.9	3.3	97.3	17.2	0.2
B	15.7	0.5	96.0	17.5	0.2
C	15.5	4.7	98.0	22.2	0.7
D	15.4	1.3	87.0	30.2	0.4
E	15.0	1.6	51.7	25.2	0.2
평균	15.1	2.3	86.0	22.5	0.3

(나) 현미공정

① 원료정선기

원료정선기는 벼의 도정 전에 벼에 혼입되어 있는 지푸라기, 검불, 쪽정이 및 들 등의 이물질을 제거하는 단위기계로서, 일명 “종합석발기”, “종합정선기” 등으로도 불리고 있다. 원료정선기는 주로 2~3단의 스크린을 이용한 크기선별 및 송풍기를 이용한 비중선별이 조합된 형태이다.

5개 RPC에서 도정실험에 사용한 벼의 이물질 혼입률은 Table 3-48에서 알 수 있듯이 평균 0.3%(0.2~0.7%)이었으나, 원료정선기를 통과한 정선된 벼의 이물질 혼입률은 Table 3-48에서와 같이 평균 0.26%(0.10~0.61%)로서 원료정선기를 정선율이 평균 23.0%(12.9~50.0%)로 대단히 낮은 것으로 나타났다.

또한, 원료정선기 후 이물질은 쪽정이가 80.8%로 대부분을 차지하고 있어 쪽정의 선별에 대한 개선이 시급한 것으로 나타났다.

Table 3-48. 원료정선기에서 정선된 벼 중 이물질 혼입률

RPC	원료정선기 후 이물질 혼입률(%)			원료정선기 전 이물질 혼입률	정선율 (%)
	쪽정이	지푸라기 등	계		
A	0.1	0.06	0.16	0.2	20.0
B	0.1	0.02	0.12	0.2	40.0
C	0.5	0.11	0.61	0.7	12.9
D	0.3	0.02	0.32	0.4	20.0
E	0.07	0.03	0.10	0.2	50.0
평균	0.21	0.05	0.26	0.3	23.0

## ② 현미기

현미기는 왕겨를 벗겨내는데 사용하는 단위기계로서 압축에 의한 전단력을 이용한 고무롤러 현미기와, 마찰력을 이용하는 원판 현미기, 그리고 충격을 이용하는 충격식 현미기가 있으나 국내 RPC에는 고무롤러 현미기(rubber roll huller)가 보급되고 있다. 현미기의 성능은 일반적으로 탈부율로 나타낼 수 있는데, 탈부율은 벼의 함수율, 품종 등의 조건과 고무롤러의 상태, 간격 및 주속도에 따라 차이가 발생하는 것으로 알려져 있다. 즉, 함수율이 높을수록 탈부율은 감소하며, 함수율이 낮을수록 탈부율은 증가하지만 싸라기가 많이 발생하며, 원료를 구성하는 각 낱알의 크기, 특히 두께의 차이가 심할 경우 탈부율은 감소하는 것으로 알려져 있다. 현미기 탈부율에 대한 정확한 기준은 보고되고 있지 않다. 그러나, 현미기에서 탈부율이 낮으면 미탈부된 벼는 다시 현미기를 통과해야 하므로 동할립이나 싸라기가 증가할 가능성이 대단히 높다. 따라서, 현미기에서 탈부율이 가능한 높을수록 좋다는 것은 당연하다.

도정실험을 실시한 5개 RPC의 현미기 탈부율을 측정된 결과 평균 93.4%(90.5~95.1%)를 나타내었다. 함수율 외에도 현미기 탈부율에 영향을 미치는 인자로는 고무롤러의 상태, 간격 및 주속도 등이 있으며, 원료를 구성하는 각 낱알의 크기, 특히 두께의 차이가 심하거나, 벼가 고무롤러의 일부분에만 뭉쳐서 공급될 때 탈부율이 감소하는 것으로 알려져 있다. 따라서, RPC에서 고무롤러의 상태를 확인하고 필요한 경우는 교체해야 하며, 간격과 주속도, 공급되는 현상을 개선하여도 탈부율에 변화가 없을 경우 현미기의 교체 등을 검토할 필요가 있었다.

Table 3-49. 현미기 통과 후 현미의 탈부율

RPC	탈부율(%)	비 고
A	95.1	
B	94.7	
C	90.5	
D	93.7	
E	92.9	
평 균	93.4	

### ③ 현미분리기

현미기에서 탈부되지 않는 벼를 입선별기로 가기 이전에 분리하는 현미분리기는 현미와 벼의 물리적 성질의 차이를 이용하는 것으로 요동식과 칸막이식으로 구분되는데, 국내 RPC에는 분리판을 여러 개 중복하여 설계한 요동식 현미분리기가 대부분 보급되고 있다.. 요동식 현미분리기는 요철이 있는 분리판 전후좌우에 경사를 주어 벼와 현미의 표면마찰과 비중 및 크기의 차이를 이용한 방식이나, 벼와 현미의 흐름이 같아 완전분리가 어려워 재순환이 필요하고 원료의 종류에 따라 분리판의 조정이 필요한 것으로 알려져 있다. 요동식 현미분리기를 통과한 곡물은 크게 1) 입선별기로 투입, 2) 현미분리기로 재투입, 3) 현미기로 되돌아가는 것 등 3가지로 구분되는데, 현미만이 입선별기로 투입되어야 하는 것은 물론이며, 현미가 현미기를 여러 번 통과하면서 현미짜라기가 되는 등 손상을 받지 않도록 가능한 현미분리기에서 잘 선별이 되어야 한다. Table 3-50에서 알 수 있듯이 도정실험을 실시한 5개 RPC의 현미분리기를 통과하여 현미기로 재투입되는 벼 중 현미비율이 평균 86.2%(76.0~94.7%)이었으며, 현미분리기를 통과하여 현미분리기로 재투입되는 벼 중 현미비율이 평균 97.1%(95.1~99.1%)로서 현미분리기 분리능력이 대단히 낮은 것을 알 수 있었다. 이로 인해 다량의 현미가 벼에 섞여 여러 번 현미기를 통과할 확률이 높아 현미의 동할율과 짜라기가 증가할 우려가 높았다. 일부 RPC에서 현미분리기는 현미의

공급량에 따라 정지되어 있는 시간이 많아 이론적으로 원료벼의 상태에 따라 분리판의 각도 등을 조정하여 분리능력을 향상시킬 수 있도록 노력하고, RPC에 따라서는 분리판의 조정 등으로 분리능력을 향상시키는데는 한계가 있을 경우, 현미분리기의 형태 및 구조 등을 재검토해야 될 필요성이 있다고 판단되었다.

RPC에서 사용중인 요동식(oscillating type) 현미분리기는 요철이 있는 분리판 전 후좌우에 경사를 주어 벼와 현미의 표면마찰과 비중 및 크기의 차이를 이용한 방식이나, 칸막이식(compartment type)과는 달리 구조상 벼와 현미의 흐름이 같아 완전 분리가 어려워 재순환이 필요하고 원료의 종류에 따라 분리판의 조정이 필요하다. 일반적으로 RPC의 현미분리기는 작동중 정지시간이 많으므로 분리판 각도를 더 낮추고 성능을 측정해도 문제가 될 경우 교체할 필요가 있다.

Table 3-50. 현미분리기 통과 후 현미분리기 및 현미기로 투입되는 벼와 현미비율

RPC	현미분리기로 재투입되는 벼와 현미비율		현미기로 재투입되는 벼와 현미비율	
	벼(%)	현미(%)	벼(%)	현미(%)
A	3.4	96.6	9.3	90.7
B	0.9	99.1	5.3	94.7
C	1.0	99.0	24.0	76.0
D	4.9	95.1	7.6	92.4
E	4.2	95.8	22.7	77.3
평균	2.9	97.1	13.8	86.2

#### ④ 입선별기

현미중 불량립 즉, 청사미와 백사미 등이 가공과정 중에 싸라기로 변해 우리나라 쌀의 외관적 품위를 현저하게 저해시키고 있다는 것은 널리 알려져 있다. 입선별기는 현미분리기를 거쳐 분리된 현미들에 포함되어 있는 사미, 싸라기 등 불량립을 선별하는데 사용되는 주요한 단위기계로서 주된 선별원리는 곡물의 크기이다. 일본은 주로 현미 거래체계로서 입선별기나 현미석발기 후단에 색채선별기를 설치하여 현미 불량립을 선별하고 있다. 우리나라에서도 현미라인에 색채선별기를 설치하여 운영하고 있는 RPC도 있으며, 이러한 경향은 매우 긍정적으로 평가받고 있다.

도정실험을 실시한 5개 RPC 입선별기를 통과하기 전, 후의 현미에 혼입된 불량립의 중량비는 각각 11.7%(3.5~24.1%), 9.2%(2.4~19.3%)로서 선별율은 21.4%(16.0~32.8%)에 불과하였다. 이와 같이 입선별기에서 사미 등 불량립의 선별이 낮게 나타난 것은 입선별기의 처리능력에 비해 과다하게 많은 현미가 공급되거나, 선별체의 규격이 사미 등을 선별하기에 적합치 않는데 원인이 있는 것으로 판단되었다.

RPC에 설치된 입선별기는 원통형으로, 타공된 선별망을 사용하거나 피아노선을 사용하고 있는데, 선별망은 주로 1.6mm수준 정도이었다. 피아노선을 사용한 경우 체 눈사이가 벌어져 정립이 유출되는 경우가 많았다. 브러쉬가 부착된 선별망을 사용한 경우 청소문제가 다소 자유스럽지만, 브러쉬가 부착되어 있지 않은 선별망을 사용하면 청소 불량으로 체가 막힌 경우가 많았다. 또한, 선별망을 통과하고 있는 현미의 두께가 지나치게 두꺼워 처리능력도 크게 부족한 것으로 판단되었다.

따라서, 각 RPC에 설치된 입선별기의 보완은 다른 단위기계보다도 우선적으로 이루어져야 한다. 선별망의 크기는 약 1.75mm 수준이상(필요시 1.8mm수준)을 유지하도록 하고, 청소용 브러쉬를 설치하고, 주기적으로 청소를 철저히 실시하여야 한다. 또한, 현재 설치된 입선별기는 입선별기의 중요성에 대한 평가가 낮을 때 주로 설치된 것으로서 비정상립이 완전히 선별될 수 있도록 현미가 얇은 층 상태로 입선별기를 통과할 수 있도록 입선별기를 추가로 설치하여 처리능력을 향상시켜야 한다. 그러나, 현미 정립과 크기가 거의 같은 미숙립 등 비정상립은 크기로 선별하는 입선별기에서 선별이 불가능하므로 입선별기 후단에 현미 색채선별기의 부착이 필요하였다.



Table 3-51. 입선별기의 선별율

RPC	선별전 불량립 혼입률(%)	선별 후 불량립 혼입률(%)	선별율(%)
A	8.9	6.0	32.8
B	3.5	2.4	31.4
C	24.1	19.3	19.9
D	16.3	13.7	16.0
E	5.6	4.5	16.1
평 균	11.7	9.2	21.4

⑤ 현미석발기

현미석발기는 현미속에 포함되어 있는 돌과 왕겨와 이물을 골라내는 단위기계로서, 일정한 흙을 가진 경사진 요철면의 중간부위로 돌이 섞인 현미를 공급하면 현미가 요철면 위에 얇은 층으로 펼쳐지면서 현미보다 비중이 크고 크기가 작은 돌은 요철면의 진동에 의해 현미층의 아래쪽으로 이동하여 요철면의 흙 속으로 들어가게 되며, 현미는 흙보다 크기가 커서 요철면의 흙 속으로 완전히 들어가지 못하고 기류에 의해 부력을 받아 마찰이 돌보다 적게 된다. 이 때 일정한 진동이 가해지면 요철면과 마찰이 큰 돌은 요철면 상단으로 이동하고, 현미는 하단으로 미끄러져 분리가 이루어진다.

현미에 섞여 있는 돌의 개수 또는 중량비가 너무 적어 현미석발기 전후에서 채취한 현미시료에서는 돌을 찾아볼 수 없었으나, 금 등(2003)은 현미석발기에서 배출된 이물질 가운데 현미정립의 중량비는 63.63%(14.72~100.00%)로 비교적 높은 것으로 나타났다.

## (다) 정미과정

### ① 정미기

정백이란 현미의 강층을 제거하여 백미를 만드는 것을 의미하며 이에 사용되는 기계가 정미기로서, 정백작용에 이용되는 기계적인 힘에는 마찰력, 절삭력 및 충격력 등을 들 수 있으며, 정백과정에서 이들의 힘이 복합적으로 작용하게 되나 마찰력을 주로 이용하는 것이 마찰식, 절삭력을 주로 이용하는 것이 연삭식이다. RPC발전에 비해 그 동안 정미공정과 시스템의 연구개발은 대단히 미진한 실정이었으나, 최근 고품질 쌀 생산 추세에 따라 균일도정, 저온도정과 같은 정미기술과, 백도를 중심으로 하는 도정기준의 설정, 정미기의 성능향상 등 관련 시스템에 관한 관심이 급증되고 있다.

도정실험을 실시한 5개 RPC의 정미기 형태는 1연삭+1마찰방식이 2개소, 1마찰과 1연삭+2마찰, 1연삭+3마찰이 각각 1개소로 나타났다. 도정중 찌라기는 주로 곡물의 온도상승에 따라 곡물내에 열응력이 커져 발생하는 것으로 알려져 있으며, 곡물의 온도에 영향을 미치는 인자로는 외기 온습도, 현미의 품온, 정미기의 형태, 분풍량 등을 들 수 있음. Table 3-53은 도정 중 현미의 온도 및 정미기를 통과한 후 백미의 곡온을 측정된 결과를 나타낸 것으로서, 현미의 품온은 5.8℃(2.1~8.7℃)로 나타났다. 정미기를 통과하는 곡물의 품온은 RPC(D)에서 가장 높게 증가하였으며, 찌라기의 증가율도 비교적 높게 나타났다. 또한, 현미의 동할율이 비교적 높은 RPC(A)와 (B)는 정미중 찌라기 증가율도 다른 RPC에 비해 비교적 높은 수준이었다.

일반적으로 찌라기는 가공중 곡립의 온도다 상승함에 따라 강도가 저하하게 되어 곡물강도가 도정압력보다 적어지면 발생하게 되는 것으로 알려져 있다. 곡물의 강도는 곡온과 함수율이 높을수록 낮아지므로 식미와 품위를 고려할 때 현미의 함수율은 낮추기 어려우므로 품온을 가능한 낮게 유지해야 하고, 가공시에도 온도가 상승하지 않도록 정미기 롤러의 rpm과 금망형상 등이 최적상태로 유지되도록 하고, 각 단에서의 적정 도정배분이 필요하였다. 또한, 원료 상태가 대단히 중요하여 정립비율이 높을수록 균일도정이 가능하여 적은 단수의 정미기가 필요한 것으로 알려져 있다. 또한, 김 등(2004)은 현미의 동할율과 가공후 백미에 혼입된 찌라기 발생비율을 보고하

었는데, 현미에서 동할율이 높을수록 백미에서 싸라기 발생율이 증가( $r^2 = 0.4169$ )하는 것으로 보고하였다. 따라서, 벼의 건조, 제현 등의 과정에서 동할립의 발생이 최소화되도록 노력해야 할 필요가 있었다.

일반적으로 RPC에서 도정시스템은 일정한 백도기준(약 40~41)의 쌀을 생산하면서 싸라기 발생이 최소가 되도록 운영되어야 한다. 이를 위해 각 단에서의 금망이나 물러의 rpm은 물론이며, 각 단에서의 도정배분이 곡온상승이 최소가 되는 방향으로 적절하게 이루어져야 하며, 원료 현미의 곡온, 함수율이 적정하면서 비정상립의 혼입율이 최소가 되도록 원료관리가 이루어져야 한다. 이와 같은 노력에도 정미기의 구조상, 특성상 곡온상승이 불가피하여 싸라기 발생량이 많아질 경우에는 정미기의 교체를 검토할 필요가 있다.

Table 3-52. 정미기 통과 후 백미의 싸라기 발생율

RPC	동할율(%)	싸라기(%)			
		연삭식 1단	마찰식 1단	마찰식 2단	마찰식 3단
A	3.3	-	3.2	3.6	-
B	0.5	0.7	2.2	2.8	-
C	4.7	-	5.8	-	-
D	1.3	3.4	3.8	-	-
E	1.6	1.7	2.0	3.2	4.3
평균	2.3	2.4	3.4	3.2	4.3

Table 3-53. 정미기 통과 후 백미의 곡온 변화

RPC	현미곡온 (℃)	백미곡온(℃)			
		연삭식 1단	마찰식 1단	마찰식 2단	마찰식 3단
A	7.3	-	14.6	22.3	-
B	7.3	9.2	14.2	19.8	-
C	2.1	-	13.6	-	-
D	3.6	21.3	28.0	-	-
E	8.7	12.9	15.6	18.9	21.7
평균	5.8	14.5	17.2	20.3	21.7

Table 3-54. 정미기 통과 후 백미의 백도 변화

RPC	현미백도	백도			
		연삭식 1단	마찰식 1단	마찰식 2단	마찰식 3단
A	19.6	-	30.0	34.6	-
B	18.8	19.6	28.0	33.5	-
C	20.9	-	36.7	-	-
D	21.1	35.1	39.3	-	-
E	20.5	28.8	34.3	36.2	36.5
평균	20.2	27.8	33.7	34.8	36.5

② 로터리쉬프터

로터리쉬프터는 체선별기의 일종으로 주로 정미기 후단에 설치되어 백미 중에 포함되어 있는 찌라기를 분리하는데 사용되고 있는 단위기계이다. 그러나, 로터리쉬프터는 구조상 잔찌라기 수준의 선별만이 가능하며 정립 크기의 1/2~3/4사이인 비교적 큰 찌라기 선별은 불가능하다. 최근 고품질 쌀 생산을 위한 공정개선 방안으로 로터리쉬프터에서 1차 찌라기를 선별하고, 연미기 후단에 흙선별기를 설치하여 정립만을 선별하는 RPC가 증가하고 있다.

5개소의 도정실험 대상 RPC의 로터리쉬프터에 투입되는 백미에 혼입된 찌라기는 4.4%(3.3~7.2%)이었으며, 로터리쉬프터를 통과한 쌀에 혼입된 찌라기는 3.4%(2.1~6.6%) 수준으로 로터리쉬프터에서 찌라기 선별율은 22.5%(8.3~51.2%)에 불과하여 체가 막혔는지 등 체 상태의 점검이 필요하였다.

Table 3-55. 로터리쉬프터에서 선별된 백미 중 찌라기의 혼입률

RPC	선별전 찌라기(%)	선별후 찌라기(%)	선별율(%)
A	3.6	3.0	16.7
B	3.3	2.5	24.2
C	7.2	6.6	8.3
D	3.8	3.0	21.1
E	4.3	2.1	51.2
평균	4.4	3.4	22.5

### ③ 색채선별기

색채선별기는 일정한 광을 곡물에 조사하여 투과 또는 반사광을 photo diode와 같은 수광센서나 CCD카메라로 검출해서, 이미 설정된 기준 값과 비교하여 빛의 양이 다를 경우 공압배출기(ejector)로 제거하는 선별기이다. 먼 선별방식과 채널 선별방식이 있으나 RPC에 보급된 색채선별기는 거의 대부분이 수광센서를 사용한 채널 선별방식이며, 색채선별기의 성능에 영향을 미치는 인자로 슈트를 통해 1립씩 정량 공급 여부, 이젝터에서 불량품만을 처리할 수 있는 작동속도와 공기의 분사형태, 노이즈의 영향 차단여부 등을 들 수 있다. 또한, 처리량이 처리능력보다 많을 경우 곡물의 낙하속도가 수광센서의 감도, 이젝터 작동시간보다 빠르게 되며, 불량품이 지나치게 많을 경우에도 이젝터 작동속도 등으로 인해 선별율이 떨어지거나 불량품 중에 정립의 혼입율이 많아지게 된다. 감도설정에 따라 선별대상이 달라지게 되므로 불량품의 선별율을 높이기 위하여 색채선별기 2~3대를 직렬로 설치하여 2~3회 통과시키는 RPC도 증가하고 있다. 또한, 최근 고품질 쌀 생산을 위해 현미라인에 색채선별기를 설치하는 방안과, 백미 포장 전에 1대를 추가로 설치하는 방안이 권장되고 있다.

5개소의 도정실험 대상 RPC의 색채선별기를 통과하기 전, 후에 채취한 시료에 혼입된 불량품은 각각 평균 4.4%, 2.6%로서 색채선별기에서 선별율은 약 27.8%정도에 불과하여 대단히 낮은 선별율을 나타내었다. 도정실험 대상 5개소의 RPC 공정상 색채선별기를 통과한 쌀에 혼입된 불량품을 별도로 선별할 수 있는 방법이 없으며, 최종 제품에 불량품으로 인한 외관 품위의 현저한 저하가 우려되었다. 따라서, 각 RPC에 설치되어 있는 색채선별기의 성능과 처리능력에 대한 재평가를 통해 성능이 저하된 색채선별기는 개보수를 실시하고, 처리능력이 처리량보다 낮은 색채선별기를 보유한 RPC는 추가로 색채선별기를 도입하는 등 방안강구가 필요한 실정이다. 또한, 고품질 쌀 생산을 위해 현미라인과 백미의 포장 전에 색채선별기를 추가로 도입하는 방안도 검토되어야 한다.

Table 3-56. 색채선별기에서 선별된 백미 중 불량품의 혼입률

RPC	선별 전 싸라기(%)	선별 후 싸라기(%)	선별율(%)
A	5.3	4.3	18.9
B	1.7	1.5	11.8
C	5.3	2.0	62.3
D	10.3	8.0	22.3
E	2.2	2.1	4.5
평균	4.4	3.6	27.8

(라) 연미공정

① 무세미의 기준 및 국내 유통쌀의 현황

무세미라는 용어가 언제부터 어떻게 사용되게 되었는지 확실하지는 않지만 일본의 「근대 정미 기술에 관한 연구」 보고에 따르면, 쌀을 씻지 않고 물을 가하는 것만으로 밥을 지을 수 있는 백미를 일컫는다고 정의하고 있다. 또 일본의 경우 부도세미(不淘洗米) 라고도 부르며, 국내의 경우에는 씻지 않는 쌀, 씻어나온 쌀 등으로 표현하기도 하지만 그 뜻은 씻지 않고 밥을 지을 수 있는 쌀이라는 공통점을 내포하고 있다. 그러나 과연 어떠한 기준으로 어느 정도 가공한 쌀을 무세미로 할 것인지에 대해서는 논란의 여지가 많고 통일된 명확한 기준이 국내외적으로 미흡한 실정이다(최 등, 2004).

무세미의 규격 기준은 품질관리 측면과 무세미를 판단하는 근거가 되기 때문에 매우 중요하다. 일본의 경우에도 농산물 검사법에서 무세미를 별도로 구분하고 있지 않아 정부차원의 통일된 규격기준은 마련하지 못하고 있으며, 다만 최근 식량청에서

무세미의 구분과 품질 기준을 준비하고 있는 것으로 알려지고 있다.

이에 비해 국내의 경우에는 무세미의 기준이나 시험법에 대해 전무한 상태이며, 앞으로 무세미 보급 활성화와 철저한 품질 관리를 위해서는 별도의 규격기준과 시험법을 정립할 필요성이 있다.

무세미는 보통의 백미를 무세미장치로 처리하여, 취반시 수세할 필요가 없을 정도로 정제된 백미로 정의할 수 있다. 쌀을 무세미로 만드는 일은 단순히 취반의 간편성이나 쌀의 부가가치를 높이는 것 뿐만이 아니라 세척수의 양을 크게 줄이고, 수질오염을 저감시킬 수 있는 사회 공익적인 측면도 매우 중요한 미곡가공기술이라 할 수 있다. 무세미 가공은 일본의 경우 1992년부터 무세미 가공시스템이 보급되기 시작하여 2002년 기준으로 약 50만톤 정도가 유통되고 있다. 최근에 국내에서도 2000년에 습식 씻지 않는 쌀 제조설비가 국산화 되었고, 2002년에는 무세미 가공시 세척수량을 크게 줄일 수 있는 건식과 습식 혼합형태의 반습식 무세미 가공시스템이 개발되었다. 일본의 무세미 가공시스템의 생산은 사타케, 토요 등 약 6개회사에서 보급하고 있으며, 가공방식에 따라 크게 가수정미, 특수가공방식 및 건식연미방식으로 구분한다. 일본의 무세미 기준은 기본적으로 정미품위 기준에 적합해야 하며 취반시 수세가 필요하지 않을 정도로 정제되어 있을 것, 또한 전용장치에서 처리하기 전의 정미와 같은 정도의 식미를 가질 것으로 명시하고 있다. 무세미의 크게 건고물량과 탁도를 기준으로 하고 있으며, 일본정미공업협회의 무세미 기준은 다음의 Table 3-57과 같다.

Table 3-57. 일본의 무세미 기준(일본정미공업협회, 2001)

구 분	건고물량 (g/원료100g)	탁도 (ppm/시료20g)
가수정미 및 특수가공방식	<0.6	<70
건식연미방식	<0.9	<90



국내 RPC에서 생산되어 유통되고 있는 쌀 26점을 시중에서 무작위로 구입하여 탁도 및 건고물량을 측정하였다.

Fig. 3-51 및 52는 국내 유통쌀의 탁도 및 건고물량 분포를 나타낸 것이다. 국내 쌀의 탁도는 평균 90.0(62.2~120)PPM으로 유통되는 쌀에 따라 많은 차이를 나타내었다. 건고물량은 평균 0.82(0.43~1.5)로 탁도와 마찬가지로 유통 쌀에 많은 차이를 나타내었다. 일본의 무세미 기준과 비교하여 볼 때 탁도는 습식기준에는 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 건식기준은 평균적으로 볼 때 가능한 수준으로 나타났으며, 건고물량도 탁도와 비슷한 경향으로 나타났다.

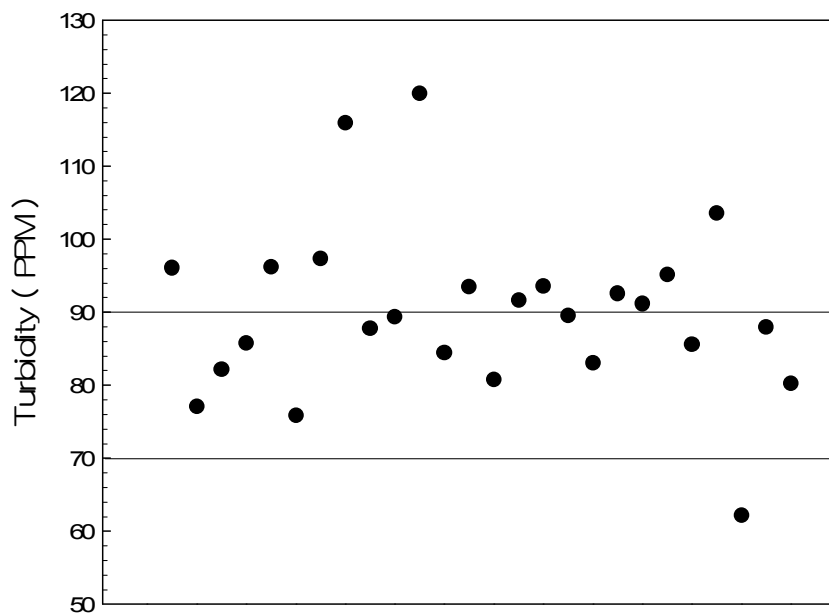


Fig. 3-51. 국내 유통쌀의 탁도 분포.

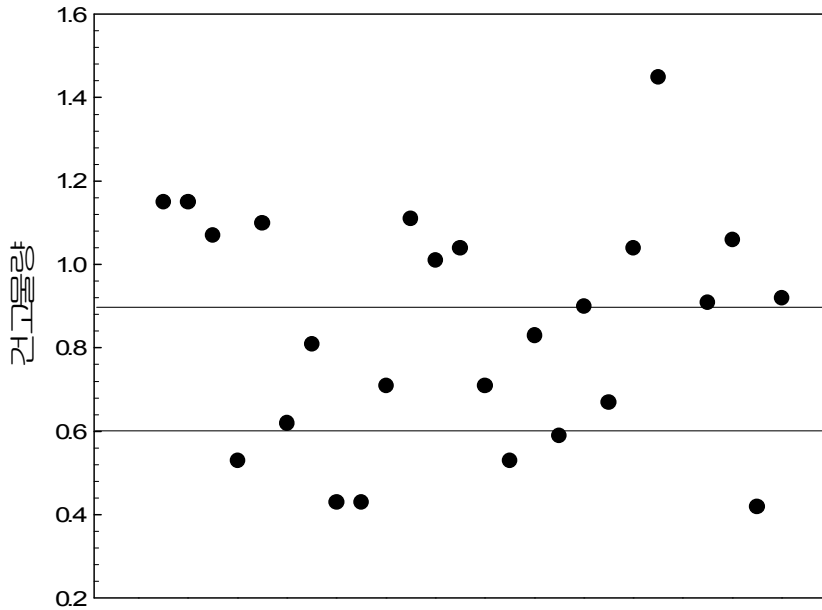


Fig. 3-52. 국내 유통쌀의 건고물량 분포.

② 무세미 대체 시스템 분석

㉠ 분석방법

국내 RPC에 설치되어 운영중인 단위기계 중 연미기는 쌀 표면에 부착된 미세한 미강 또는 이물질을 제거하여 표면 광택을 증가시켜 외관품위를 향상시키고, 유통중 변질을 억제하기 위해 사용되는 단위기계로서, 대부분의 RPC에서 운영하고 있다. 또한, 최근에 일본 Y사의 건식무세미기가 국내 RPC 공정에 설치되어 운영되고 있다. 따라서, 국내 유통쌀의 탁도 및 건고물량을 측정하고 국내 RPC에 설치되어 있는 연미기는 습식 무세미 기준에는 다소 떨어지나 건식 무세미 기준에는 근접하고 있어 연미기를 이용한 무세미 대체 시스템으로의 분석을 실시하였다.

RPC 11개소 및 RPC 2개소를 대상으로 현장에 직접 방문하여 습식 연미기 및 건

식 연미기 통과 전과 통과 후에서 1kg 내외로 시료를 채취하였다. 습식 연미기는 국내 업체에서 생산되는 제품이었으며, 건식 연미기는 일본 Y사에서 생산하는 일본제품이었다. 채취한 시료는 밀봉하여 2℃ 저온저장고에 보관하였다. 실험 24시간 전에 시료를 상온에 방치하여 곡온이 상온과 평형을 이루도록 한 후 충분히 혼합하고, 축분하여 무세미의 기준인 탁도 및 건고형물량을 측정하였으며, 함수율, 천립중, 백도 및 싸라기를 측정하였다.

탁도는 시료의 이물, 싸라기, 분상질립을 제거한 후 시료 20g을 15℃의 물 200ml 중에 넣고, 10분간 진탕기(SA-31, Yamato, Japan)에서 진탕(144~150cycle/분)한 후, 그 액중 50ml를 채취하여 10배로 희석한 액을 탁도계로 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다.

건고물량은 시료 20g을 3점으로 균분한 다음, 각각을 1ℓ 삼각플라스크에 넣고, 물 300ml(15℃)을 가한 다음, 손으로 100회(약 40초) 진동하고, 상등액을 다른 용기에 옮겨 교반하면서 피펫으로 10ml를 채취하였다. 채취한 액을 알루미늄 캔에 주입한 후 105℃에서 건조하고, 데시케이터에서 방냉한 후 중량을 측정함. 3개 값에 15를 곱해 시료 100g당으로 환산하여 3점의 평균치를 측정하여 이용하였다.

함수율은 135도 건조법으로 측정한 후 105도 건조법으로 환산하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다. 백도는 백미의 착색립 및 복백립 등 비정상립을 선별한 후 정립만을 대상으로 백도계(CR 300-3, Kett, Japan)로 5회 반복 측정하여 최대값과 최소값을 제외한 3회 측정치의 평균값을 사용하였다.

싸라기는 시료 30g을 대상으로 싸라기(정립의 3/4 이하)를 수작업으로 선별하여 전자저울(Satorius L420P, Germany)로 중량을 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다. 천립중은 비정상립을 선별한 후 정립 1000립의 중량을 전자저울(Satorius L420P, Germany)로 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균치를 이용하였다.

#### ㉔ 분석결과

Table 3-58은 습식 및 건식 연미기 통과 전·후의 탁도 및 건고물량의 변화를 나타낸 것이다. 습식 연미기 통과 전의 탁도는 평균 71.3(57.8~105.0)으로 넓은 분포

로 나타났으며, 연미기 통과 전에 습식 무세미기준에 적합한 RPC도 4개소에 달하였으며, 건식 무세미기준에 적합한 RPC는 1개소를 제외한 10개소에 달하였다. 습식 연미기 통과 후의 탁도는 평균 66.1(52.3~80.6)으로 통과 전에 비해 평균 5.2(0.4~24.4) 감소하였다. 습식 연미기 통과 전 건고물량은 0.70(0.47~0.84)으로 건식 무세미기준에는 대부분 적합하였으며, 습식 무세미기준에는 3개 RPC가 적합하였다. 습식 연미기 통과 후 건고물량은 0.50(0.34~0.69)으로 습식 무세미기준에 대부분 적합한 것으로 나타났다. 습식 연미기 통과 후 탁도와 건고물량을 기준으로 습식 무세미기준에 적합한 RPC는 3개소(27.3%)이었으며, 평균치에서는 적정한 것으로 나타났다. 일본에서 수입된 건식 무세미의 탁도는 통과 전 80.4(61.8~99.0)에서 통과 후 75.1(55.7~94.4)로 나타났다. 건식 무세미의 경우 국내에 보급되어 있는 수량이 한정적이어서 습식 무세미와 수치적인 비교는 불가능하였으나, 통과 전·후의 탁도 감소차를 비교했을 때 습식 연미기는 5.2(0.4~24.4), 건식 연미기는 5.3(4.6~6.1)으로 차이가 미비하였다.

습식 및 건식 연미기 통과 전·후의 함수율 및 천립중의 변화는 Table 3-59와 같다. 습식 연미기 통과 전·후의 함수율 차이는 0.1%(-1.1~0.0)에 불과하여 함수율 변화는 미비한 것으로 판단된다. 천립중도 함수율과 마찬가지로 통과 전·후의 차이는 0.1g으로 비슷한 경향으로 나타났다. 건식 연미기 통과 전·후의 함수율 및 천립중의 변화는 습식 연미기와 비슷한 경향으로 나타났다.

Table 3-60은 습식 및 건식 연미기 통과 전·후의 싸라기 및 백도 변화를 나타낸 것이다. 습식 연미기의 싸라기는 통과 전에 6.3%(2.2~15.2%)에 넓은 범위에서 분포하였으며, 통과 후의 싸라기는 6.5%(2.3~15.8%)로서, 습식 연미기를 통과하면서 0.2%(-1.3~1.6%) 정도 발생하였다. 습식 연미기 통과 후의 싸라기가 통과 전에 비해 낮게 나타난 RPC(7), (11)은 연미기의 미강 집진장치로 싸라기의 일부가 배출된 것으로 판단된다. 건식 연미기 통과 전의 싸라기는 3.1%(2.9~3.3%)로 통과 후의 싸라기 3.5%(3.5~3.6%)에 비해 0.4%(0.3~0.6%) 발생하였다. 건식 연미기 통과 후의 싸라기 증가율은 습식 연미기 통과 후의 싸라기 증가율에 비해 0.2%정도 높게 나타났으나, 통계적 유의적인 차이는 없었다. 습식 연미기 통과 전의 백도는 36.9(32.8~42.5)로 통과 후의 백도 39.1(34.5~44.5)에 비해 2.2(0.8~5.4) 증가하여 습식 연미기

에서 청결미의 역할과 더불어 도정의 배분도 이루어지는 것으로 나타났다. 건식 연미기는 통과 전·후의 백도는 1.2정도 증가하여 습식 연미기에 비해 다소 낮게 나타났다. 습식과 건식 연미기의 찌라기 증가율과 백도 증가치를 고려하면, 건식 연미기는 백도 증가치가 낮은 반면, 찌라기 증가율은 다소 높아 습식 연미기에 비해 가공 조건은 불리한 것으로 판단된다.

따라서, 습식 연미기의 통과 전·후의 탁도, 건고물량, 함수율, 천립중, 찌라기 및 백도 변화를 비교했을 때 현재 RPC의 연미공정을 개선할 경우 대체시스템으로 가능한 것으로 판단된다.

현재 RPC의 연미공정은 습식 연미기를 1회 통과 한 후 포장 또는 로터리쉬프터 등 후속공정으로 이송되고 있으나, 무세미 대체시스템으로의 활용을 위해서 무세미 기준과 도정특성을 고려하여 2회 또는 그 이상의 통과 횟수를 증대하는 것을 검토할 필요성이 있는 것을 판단된다. 또한, 통과 횟수의 증대뿐 만아니라 후속공정에 대한 검토도 필요하다. 즉, 연미공정 후 포장공정으로 이어질 경우 연미공정에서 발생하는 미강 또는 찌라기의 선별이 불가능하여 최종제품의 품위를 저하시키게 되며, 연미과정에서 증가한 곡온으로 인한 백미 탱크, 이송기기의 결로가 발생하게 되고, 포장지의 결로 방지를 위해 포장재에 타공하거나 투기성을 사용함으로 중량의 감소뿐 만아니라, 미생물의 오염 등 많은 문제가 발생된다. 따라서, 연미공정은 정미공정의 후속 공정으로 전환이 필요하다.

Table 3-58. 습식 및 건식 연미기 통과 전·후의 탁도 및 건고물량

		탁도(PPM)			건고물량		
		전	후	차이	전	후	차이
습식	1	76.8	76.4	0.4	0.84	0.69	0.15
	2	74.4	72.9	1.5	0.66	0.61	0.05
	3	57.7	56.3	1.4	0.64	0.64	0.00
	4	58.3	49.4	8.9	0.82	0.60	0.22
	5	75.8	72.6	3.2	0.79	0.60	0.19
	6	57.8	52.4	5.4	0.63	0.44	0.19
	7	61.0	52.3	8.7	0.62	0.56	0.06
	8	70.9	70.2	0.7	0.51	0.48	0.03
	9	105.0	80.6	24.4	0.55	0.34	0.21
	10	70.9	70.2	0.7	0.67	0.50	0.17
	11	75.9	73.7	2.2	0.47	0.41	0.06
	평균	71.3	66.1	5.2	0.70	0.50	0.20
	편차	13.6	11.2	7.1	0.10	0.10	0.00
건식	1	99	94.4	4.6	0.55	0.49	0.06
	2	61.8	55.7	6.1	1.18	1.17	0.01
	평균	80.4	75.1	5.3	0.86	0.83	0.04
	편차	26.3	27.4	1.1	0.4	0.5	0.0

Table 3-59. 습식 및 건식 연미기 통과 전·후의 함수율 및 천립중

		함수율(%w.b.)			천립중(g)		
		전	후	차이	전	후	차이
습식	1	15.6	15.6	0.0	19.86	19.81	0.05
	2	15.3	15.3	0.0	19.93	19.84	0.09
	3	16.1	15.8	0.3	21.71	21.52	0.19
	4	16.4	15.3	1.1	20.62	20.26	0.36
	5	16.9	16.8	0.1	20.78	20.66	0.12
	6	13.2	13.1	0.1	21.08	20.95	0.13
	7	15.7	16.0	0.3	19.54	19.47	0.07
	8	16.4	16.4	0.0	20.1	20.06	0.0
	9	16.2	16.2	0.0	19.85	19.74	0.1
	10	15.2	15.2	0.0	20.34	20.28	0.1
	11	15.9	16.0	0.1	19.80	19.70	0.1
	평균	15.7	15.6	0.1	20.3	20.2	0.1
	편차	1.0	1.0	0.4	0.7	0.6	0.1
	건식	1	15.5	15.4	0.1	20.22	20.09
2		15.5	15.4	0.1	21.1	20.98	0.1
평균		15.5	15.4	0.1	20.7	20.5	0.1
편차		0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0

Table 3-60. 습식 및 건식 연미기 통과 전·후의 싸라기 및 백도

		싸라기(%)			백도		
		전	후	차이	전	후	차이
습식	1	2.2	2.3	0.1	35.7	37.1	1.4
	2	6.3	6.4	0.1	37.7	40.0	2.3
	3	8.8	9.0	0.2	39.8	41.7	1.9
	4	7.6	9.2	1.6	35.0	37.8	2.8
	5	8.5	9.0	0.5	42.5	43.3	0.8
	6	15.2	15.8	0.6	39.1	44.5	5.4
	7	4.1	2.8	1.3	32.8	34.5	1.7
	8	2.7	2.7	0.1	34.5	35.8	1.3
	9	2.8	3.3	0.5	33.5	35.9	2.4
	10	7.0	7.2	0.1	36.2	38.8	2.6
	11	4.6	3.9	0.7	39.5	41.1	1.6
	평균	6.3	6.5	0.2	36.9	39.1	2.2
	편차	3.8	4.1	0.7	3.0	3.3	1.2
건식	1	3.3	3.6	0.3	38.8	40.0	1.2
	2	2.9	3.4	0.5	38.1	39.4	1.3
	평균	3.1	3.5	0.4	38.5	39.7	1.3
	편차	0.3	0.1	0.2	0.5	0.4	0.1



#### (㉞) 가공특성

다단으로 구성된 정미기의 도정배분에 관해서 국립농산물품질관리원 등(2004)에서는 미강의 제거비율을 기준으로 1연삭 3마찰일 경우 30~40 : 40 : 30~20, 1연삭 4마찰일 경우 10~20 : 40 : 30 : 20~10정도를 추천하고 있다. 그러나, 도정특성은 금망의 형태, 롤러의 rpm, 분동의 조건 등 도정시스템조건과, 현미의 온도 및 함수율, 비정상립의 혼입정도 등 현미의 조건에 따라 차이가 발생하므로 적절한 도정배분에는 많은 노력과 경험이 요구된다.

Fig. 5-53~56은 RPC의 가공공정에서 가공특성을 나타낸 것이다. RPC(A)의 경우는 연미기에서의 백도가 1.2정도 증가하는 등 일부 도정이 이루어지고 있으며, 찌라기 발생율은 0.1% 정도에 불과하였지만, 연미기 이후에 찌라기 선별장치가 별도로 없어서 연미기에서의 지나친 도정은 피해야 하는 것으로 나타났다. 연미기에서 도정배분의 효과를 가져오기 위해서는 찌라기 발생을 고려하여 연미기 후단에 체선별기로 찌라기를 선별하는 장치의 설치를 고려해야 될 것으로 판단된다. RPC(D)의 가공특성을 나타낸 것으로 도정배분은 천립중에 의한 도정도가 7.4 : 1.6으로 백분율로 환산하면 82.2 : 17.7 이며, 백도도 35.1 : 4.2로 정미1단에 대부분 집중되어 있다. 또한, NMG시약으로 염색한 후 각 낱알을 화상으로 측정할 때 칼라특성에서도 알 수 있듯이 정미1단에서 미강은 쌀의 배, 등부분에만 일부 남아 있었다. 따라서, 도정은 대부분 정미1단에 집중되고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 RPC에 설치되어 운영되고 있는 정미기의 도정배분은 일정하지 않았으며, 비합리적인 부분이 많아 도정특성이 나쁘게 나타나는 경향이 있었다. 따라서, 각 단에서의 도정도를 위주로 도정배분에 대해 재점검을 할 필요가 높았으며, 도정도의 배분은 최종 정미기 출구에서 백미의 백도가 도정기준에 적합해야 하며, 각 단에서의 도정도 배분은 곡은 상승이 최소한이 되어 찌라기 발생이 가능한 적어지는 방향으로 이루어져야 한다.

공정	현미	정미1단 (마찰)	정미2단 (마찰)	로터리 시프터	색채 선별기	연미기
싸라기(%) (증가)	3.3 (동할율)	3.2 (3.2)	3.6 (0.4)	3.0 ( $\Delta$ 0.6)	2.7 ( $\Delta$ 0.3)	2.7 (0.0)
곡온(℃) (증가)	7.3 (0.0)	14.6 (7.3)	22.3 (7.7)		16.8 ( $\Delta$ 5.5)	21.5 (4.7)
백도 (증가)	19.6 (0.0)	30.0 (10.4)	34.6 (4.6)		34.5 (0.0)	35.8 (1.3)
도정도 (천립중,g)	0.0 (21.50)	4.7 (20.49)	5.2 (20.39)			6.5 (20.06)
함수율(%) (감소)	15.7 (0.0)	16.5 (0.8)	16.5 (0.0)		16.4 ( $\Delta$ 0.1)	16.4 (0.0)

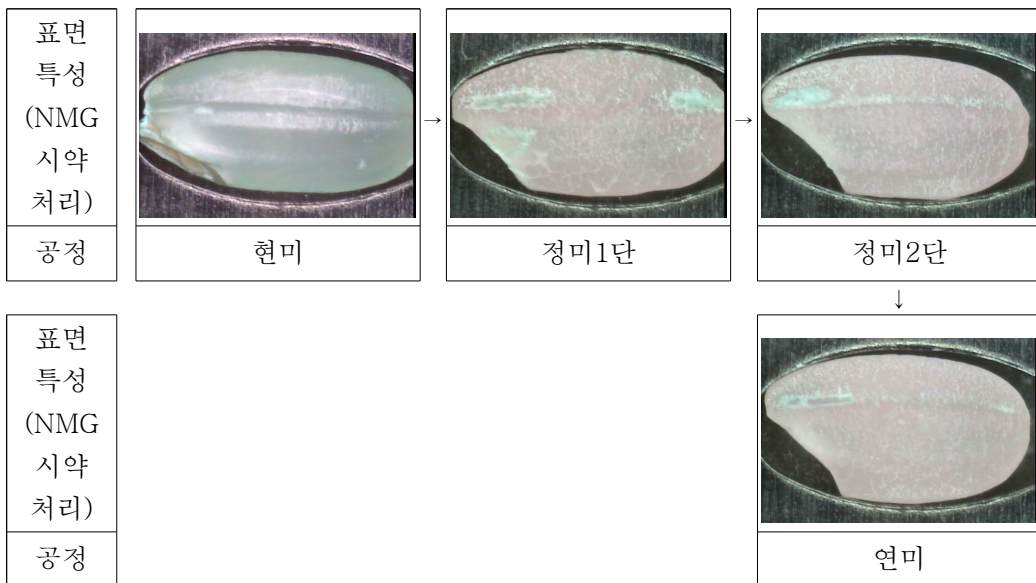


Fig. 3-53. RPC(A)의 가공공정에서의 가공특성.

공정	현미	정미1단 (연삭)	정미2단 (마찰)	정미3단 (마찰)	연미기	로터리 시프터	색채 선별기
짜라기(%) (증가)	0.5 (동할율)	0.7 (0.7)	2.2 (1.5)	2.8 (0.6)	3.3 (0.5)	2.5 ( $\Delta 0.8$ )	
곡온(°C) (증가)	7.3 (0.0)	9.2 (1.9)	14.2 (5.0)	19.8 (5.6)	19.8 (0.0)		
백도 (증가)	18.8 (0.0)	19.6 (0.8)	28.0 (8.4)	33.5 (5.5)	35.9 (2.4)		
도정도 (천립중, g)	0.0 (21.62)	0.6 (21.50)	6.9 (20.12)	8.2 (19.85)	8.7 (19.74)		
함수율(%) (감소)	16.7 (0.0)	16.3 (0.4)	16.3 (0.0)	16.2 (0.1)	16.2 (0.0)		16.4 ( $\Delta 0.2$ )

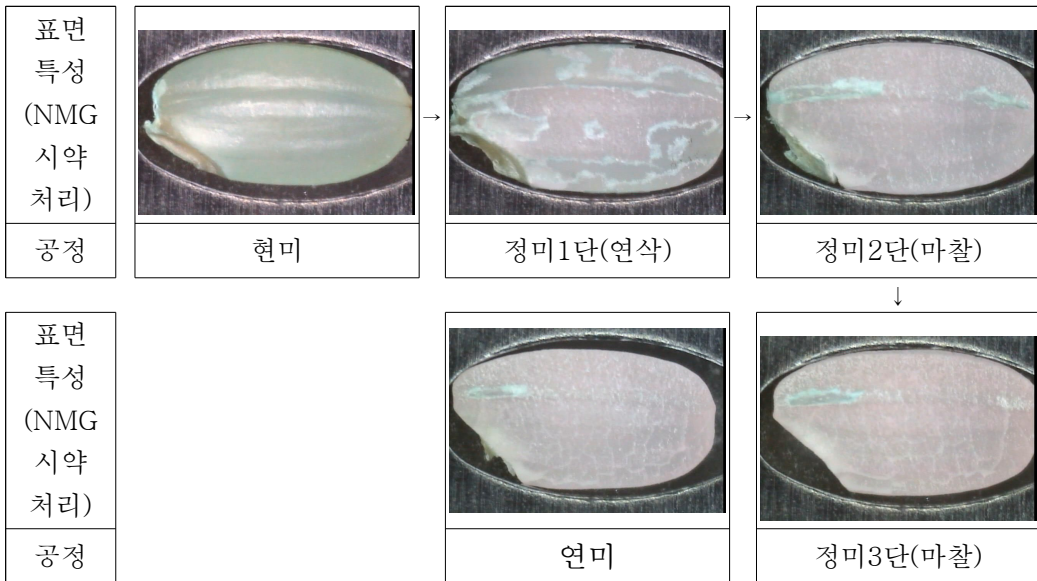


Fig. 3-54. RPC(B)의 가공공정에서의 가공특성.

공정	현미	정미1단 (마찰)	연미기	로터리 쉬프터	색채 선별기
짜라기(%) (증가)	2.0 (동할율)	5.8 (5.8)	6.7 (0.9)	5.8 ( $\Delta 0.9$ )	
곡온(°C) (증가)	2.1 (0.0)	13.6 (11.5)	16.7 (3.1)		
백도 (증가)	20.9 (0.0)	36.7 (16.8)	38.8 (2.1)	39.0 (0.2)	38.9 ( $\Delta 0.1$ )
도정도 (천립중,g)	0.0 (21.95)	6.7 (20.49)	7.6 (20.28)		
함수율(%) (감소)	15.6 (0.0)	15.4 (0.2)	15.2 (0.2)	15.2 (0.0)	15.5 (0.3)



Fig. 3-55. RPC(C)의 가공공정에서의 가공특성.

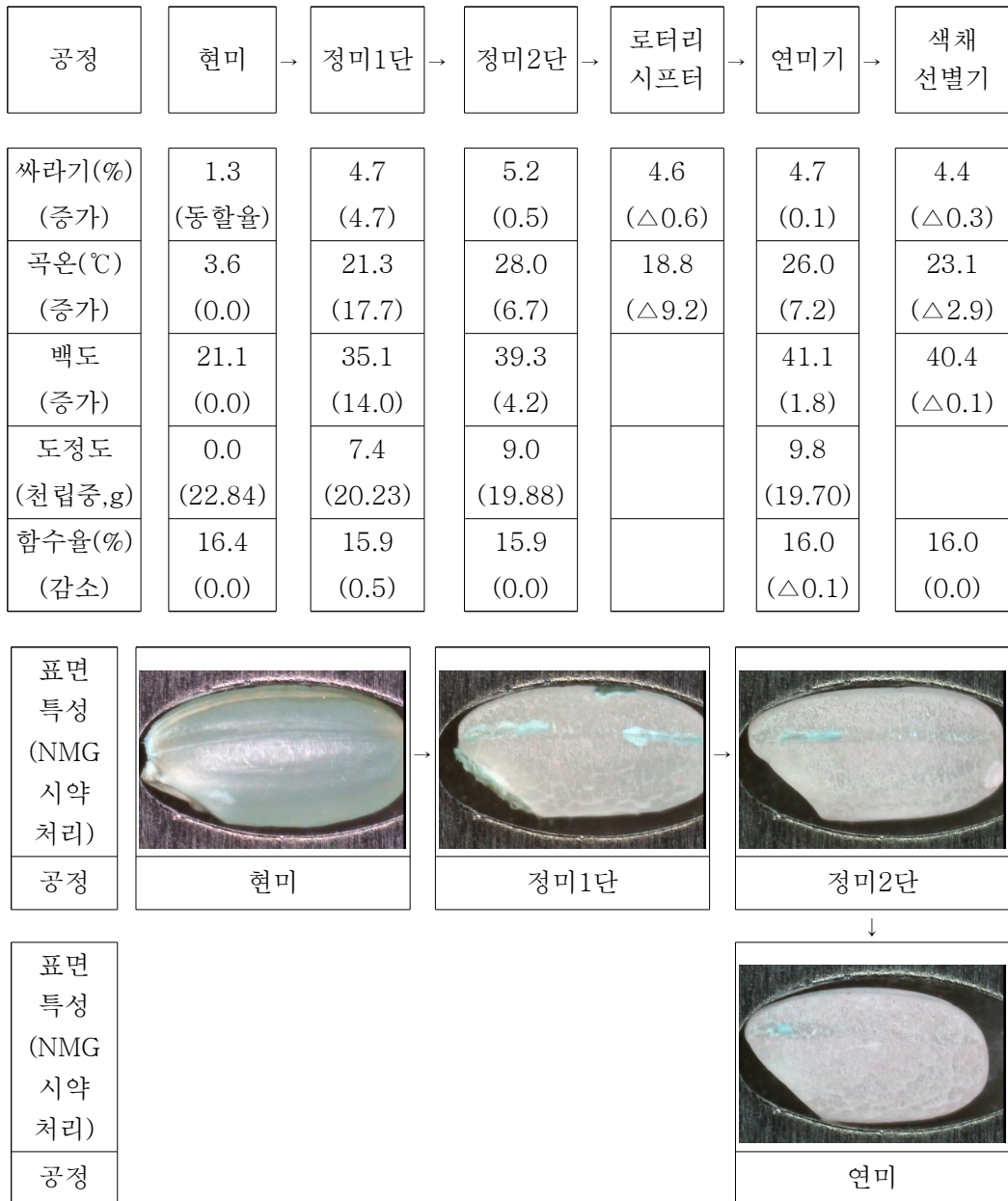


Fig. 3-56. RPC(D)의 각 가공공정에서의 가공특성.

## 나. 품질을 고려한 적정 유통 포장기술

쌀은 최종적으로 자유미강과 착색립, 싸라기 등 비정상립을 제거한 후 대형 자동 포장기에서 20, 10, 5kg 등의 규격으로 비닐 또는 지대를 이용하여 포장된 후 유통되고 있다. 쌀 유통환경은 계절별 온도도 많은 차이를 보이며, 대부분의 쌀 판매장 역시 식품 매장내에 있으며, 보관온도가 20~25℃ 범위의 비교적 높은 온도영역에 방치되고 있어 유통기간이 경과하면서 쌀의 품질열화가 가속화되고 있는 실정이다. 또한, 대부분의 유통포장재를 타공하거나 투기성을 사용하여 유통함으로 중량의 감소와 공급되는 산소로 인하여 지방산가 증가, 미생물 및 해충의 오염 등이 발생하는 문제점이 있다. 이러한 유통 관련 기술수준은 쌀에 적합한 포장 기술이 고려되지 않은채 기존 농산물에 이용되는 관행적 방법으로 포장 유통되고 있어 쌀의 품질특성과 계절별 등 유통 환경조건에 따른 식미값 손실과 품질의 변화가 발생되고 있어 쌀의 특성에 알맞는 포장재의 개발이 필요하다. 쌀의 식미는 유통환경에 따라 많은 변화가 발생되어 식미가 점차적으로 손실되어지고 있다. 소비자의 다양한 기호와 고품질의 쌀 구매 경향에 따라 가격은 생산 지역별로 차이가 20~25% 범위를 보이고 있으며, 특수 저장된 저온저장미는 50%이상의 가격차를 보이고 특수 유기농법 재배미는 70% 정도의 가격차를 보이고 있는 등 쌀 가격은 지역 및 특성별로 많은 차이를 보이고 있다. 이러한 변화는 소비자의 고품질 선호구매 경향에 기인하는 것으로써 일본의 경우에도 이러한 경향은 이전부터 나타나고 있다. 최근에는 식미값을 수치화하여 세분화된 가격 차이를 두고 판매를 하고 있다.

식미의 적정기간을 예측하여 식미 손실율을 약 20%정도 억제시켰을 경우 현재의 쌀값을 고려할 때 경제적인 이득은 약 2,000억원의 부가가치가 향상될 것으로 보인다. WTO 출범에 따른 외국산 수입 농산물과의 자유 경쟁체제에서 국내 농산물의 대외 경쟁력을 제고하기 위해서는 품질 및 상품적인 가치에서 우위를 차지하여야 하는 바, 이를 위해서는 식미손실을 최소화하여 상품성을 증진시킬 수 있는 유통기술의 개발이 이루어져야 한다.

현재 사용되고 있는 쌀 포장재는 소비자에게 전달하기 전까지 유통과정중 포장재 재질에 따라서 품질변화가 차이를 나타내는 것으로 보고되고 있다. 현재 많이 사용

되고 있는 PE구의 경우 유통 30일 경과후 지방산가 42.0로 초기 4.9KOH/100g에 비해 8.6배 증가하여 (이등, 2001) 쌀의 품질이 낮아지며 지대구가 PE구에 비하여 쌀 품질 유지능력이 다소 높은 결과를 나타내어(이 등, 2001) 본 실험에서는 천연한지에 기능성물질 첨가한 쌀포장재를 제조하여 품질효과를 분석하였다.

#### (1) 재료 및 방법

본 실험에 사용된 시료는 2003년 10월 경기도 화성군 수라청 RPC에서 생산된 백미를 사용하였다.

포장재는 한지 원료의 닥펄프와 다공성의 황토 그리고 옥분, 흑운모, 맥반석분의 천연 광물질을 첨가하여 혼합하고 초지한 포장재를 사용하였다. 유통온도는 20℃와 25℃를 기준으로 저장기간 중 흡수율, 백도, 색도, 중량 및 지방산가를 측정하였다.

흡수율 측정은 10g의 곡립을 135℃의 온도에서 24시간 건조하는 10g곡립-135℃-24시간 표준측정법으로 측정하여 5g분쇄-105℃-5시간 표준측정법으로 환산하였다.

백미의 색도는 뚜껑이 있는 원통형 용기(Dia×H, 41×12.5mm)에 백미를 넣은 후, 원통형 용기를 들어 놓을 수 있는 홈이 파여진 흑색 패드에 시료가 담긴 용기를 넣어 색차계(Minolta, CR 200, JAP)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였으며, tube는 light- projection-tube (CRA33)을 사용하였다. 백도는 백도계(CR 300-3, Kett, JAP)를 이용하여 측정하였다.

중량변화는 전자저울(Satorius 420, GER)을 이용하여 중량을 측정하였다. 중량변화는 다음의 식으로 환산하였다.

지방산가는 A.A.C.C(1983)방법에 준하여 측정하였다. 시료 40g 이상을 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater, Co. Ltd., Sweden)로 분말을 만들어 그 중 10g을 원통여지에 담아 탈지면으로 가볍게 충전한 후, 지방분해효소에 의한 변화 방지를 위해 분쇄 후 1시간 이내 soxhlet방법으로 지방을 추출하였다. 추출용 용매로는 petroleum ether를 사용하였으며, siphoning 속도(3분당 1회)와 끓는점 범위(30~60℃)를 맞추어 16시간 동안 추출하였다.

추출된 용액은 rotary evaporator로 용매를 제거하여 지방성분만을 취한 후 제조한 BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50ml로 재용해시키고 표준색인 분홍

색이 될 때까지 0.0178N KOH로 적정하였다. 위에서 얻어진 결과를 이용하여 다음의 식에 의해 지방산가로 환산하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) 중량 및 수분변화

포장재별 중량감소 변화를 측정된 결과 20℃ 유통구에서 PE구는 유통 50일 경과 후에도 중량감소율은 0.3% 범위로 매우 낮은 값을 보였다. kraft구와 기능성 포장재의 경우는 매우 유사한 변화를 보이며 2.9% 범위로 두 포장재 모두 PE구에 비하여 다소 많은 감소율을 나타냈다. 유통환경 25℃ 구에서는 PE구는 20℃ 구와 마찬가지로 적게 나타났다. 35일 경과후 kraft구는 4.6%, 기능성포장재는 4.7%값을 보였다. 수분 감소 변화 양상도 중량감소와 같은 경향을 보였다.

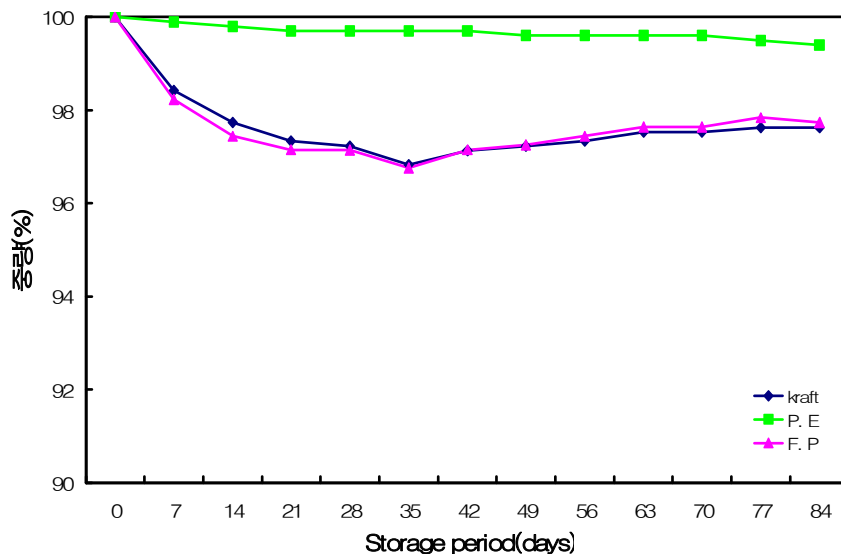


Fig. 3-55. 포장재 종류별 중량변화(20℃).



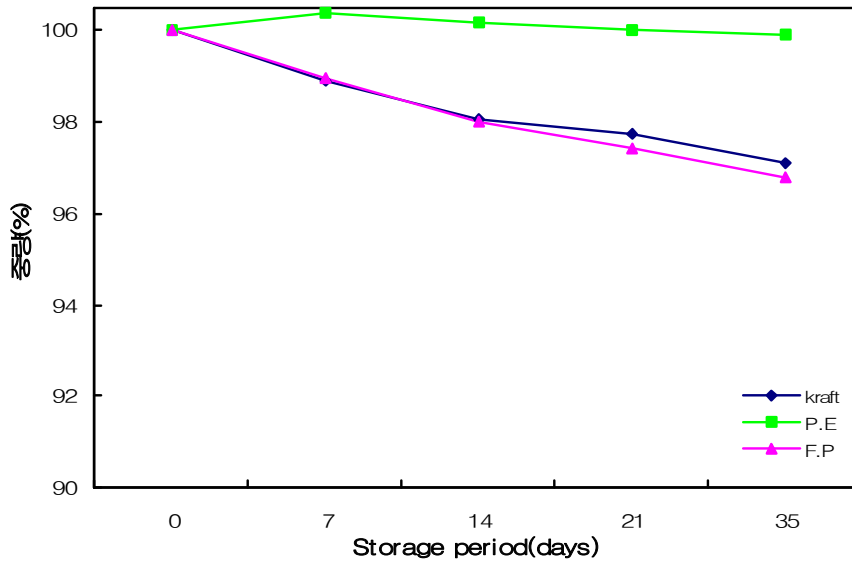


Fig. 3-36. 포장재 종류별 중량변화(25°C).

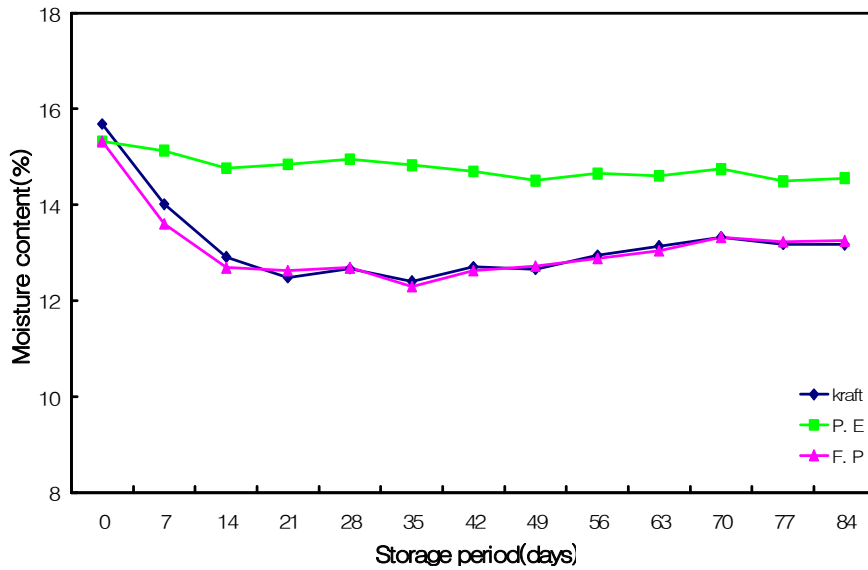


Fig. 3-37. 포장재 종류별 수분변화(20°C).

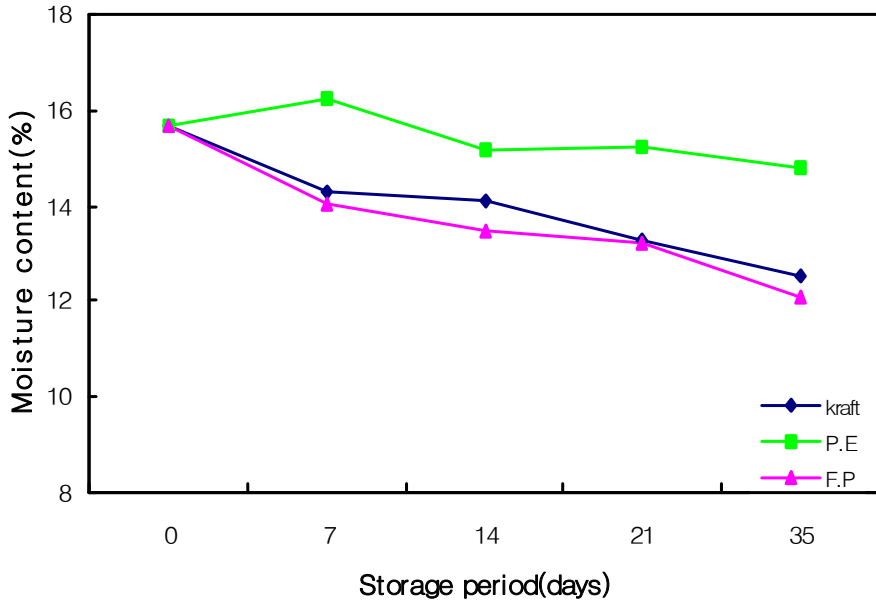


Fig. 3-38. 포장재 종류별 수분변화(25℃).

(나) 지방산가

쌀에는 oleic acid와 linoleic acid가 주 지방산인 중성지질로 구성된 약 1% 정도의 지방질이 있다(Juliano, 1985). 곡물의 저장중 지방은 쉽게 가수분해하나 자동산화를 일으켜 고미취를 생성하거나 산가 증가에 영향을 미친다(이 등, 1991). 가수분해는 지방질의 에스테르 결합에 작용하여 유리지방산을 생성하게 하는데 여기에는 lipase, lipoxidase 등의 여러 가지 효소들이 관여하고 있는 것으로 알려져 있으며(한 등, 1996), 특히 곡물의 온도와 함수율이 높을 경우 급속하게 진행된다.(Sauer, 1992).

Fig. 3-39는 백미의 유통기간 중 지방산가의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 유통온도 20℃ 구에서 모든 실험구에서 지방산가는 계속 증가하였으며, 50일 경과 후 PE구는 13.0(mg KOH/100g), kraft는 8.1(mg KOH/100g), 기능성포장재 7.5(mg KOH/100g), 84일 경과 후 PE구는 15.5(mg KOH/100g), kraft는 10.7(mg KOH/100g), 기능성포장재 9.5(mg KOH/100g)으로 쌀의 신선도 유지를 나타내는 지방산가 증가 속도가 기능성포장재의 경우 다소 둔화되는 것으로 나타나 쌀 품질 유지에 기존의

PE와 지대포장에 비해서 다소 효과가 있는 것으로 나타났다. 이와함께 유통온도 25℃ 구에서도 기능성 포장재가 좋은 결과를 보였는데 35일 경과후 기능성포장재는 14.5(mg KOH/100g), kraft구는 19.4(mg KOH/100g) 그리고 PE구는 29.7(mg KOH/100g)로 나타났다.

쌀에서의 지방산가의 증가는 품질의 변화와 식미값이 낮아지는 것으로 예측 할 수 있는데 본 실험에서 사용한 기능성 포장재의 경우 기존의 포장재에 비해 쌀의 품질 유지효과가 있는 것으로 판단되었다.

일본의 경우에는 지방산가로 식미 허용기준을 지표로 삼고 있는데(農林廳 食品研究所, 1969) 지방산가 20(mg KOH/100g)을 기준으로 하고 있다.

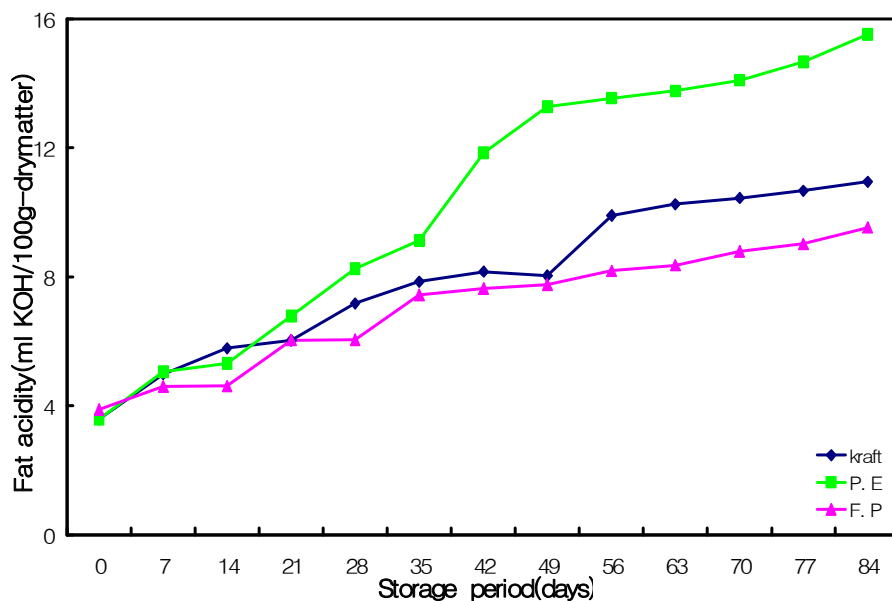


Fig. 3-39. 포장재 종류별 지방산가 변화(20℃).

(다) 색도 및 백도

백미의 색도값(“L”, “a”, “b”)과 밥의 품질과는 부의 상관관계를 갖는다고 알려져 있다(이 등, 1995). 또한, 백미의 저장에 의한 갈변의 “a”값과 “b”값이 관여되는데 특히 “b”값이 크게 영향을 미치며, 이때 색의 변화가 쌀알의 외부에서 점차 내부로 진행된다고 하였다(조와 김, 1990). 실험결과, 저장온도가 높고 저장기간이 길어질수록 “b”값은 증가하는 것으로 나타나 백미의 외관 품질 유지 측면에서 중요한 인자로 판단된다. 실험결과 “L”값은 20℃구와 25℃구 모두 포장재 종류에 따른 차이를 보이지 않았다.

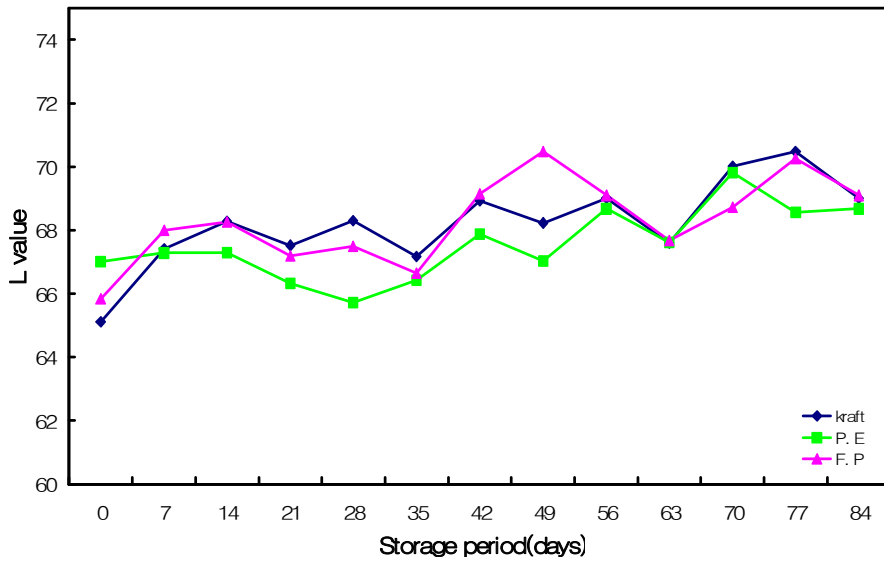


Fig. 3-40. 포장재 종류별 L값 변화(20℃).

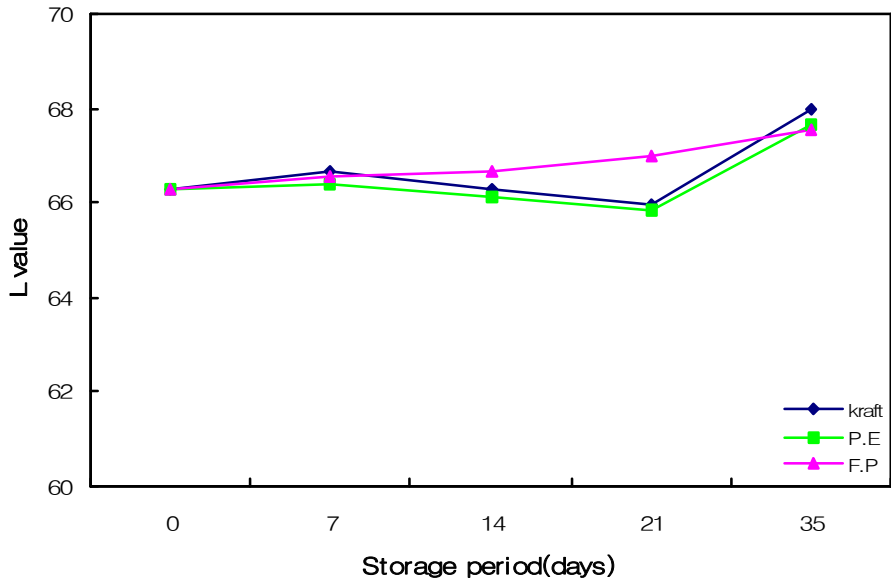


Fig. 3-41. 포장재 종류별 L값 변화(25℃).

갈변에 크게 영향을 미치는 “b”값의 경우 20℃ 저장구는 포장재별 변화 양상이 뚜렷하게 나타나 새로운 포장재의 결과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 유통기간 70일 후 기능성 포장재는 9.4, kraft구는 9.8 그리고 PE구는 9.9의 값을 보여 기능성 포장재 변화가 가장 적은 것으로 나타났다. 즉 쌀의 색상 변화가 적은 것으로 나타났다. 25℃구에서는 유통온도가 높은 영향으로 포장재별 차이를 나타내지 않았다. 이와함께 백도의 변화는 모든구에서 포장재별 차이를 나타내지 않았다.

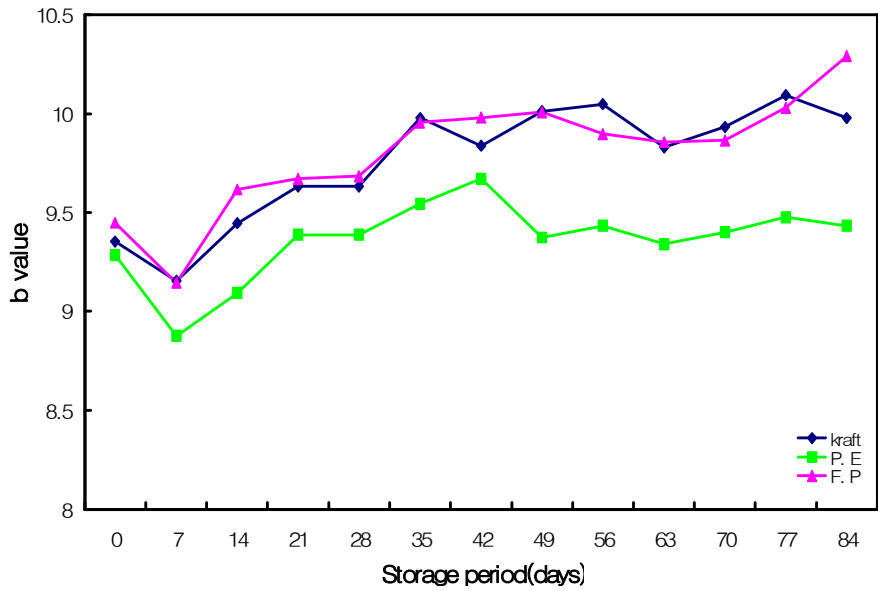


Fig. 3-42. 포장재 종류별 b값 변화(20°C).

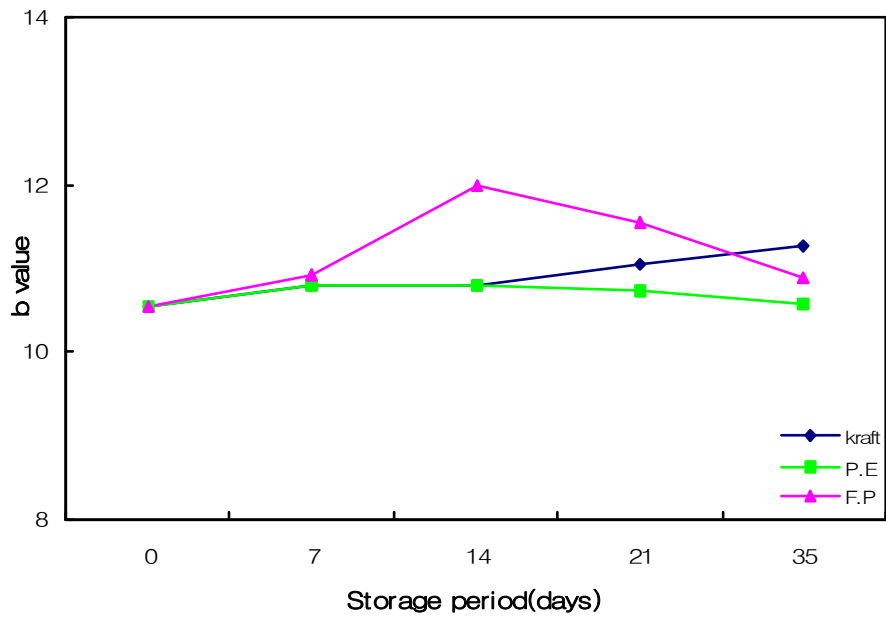


Fig. 3-43. 포장재 종류별 b값 변화(25℃).

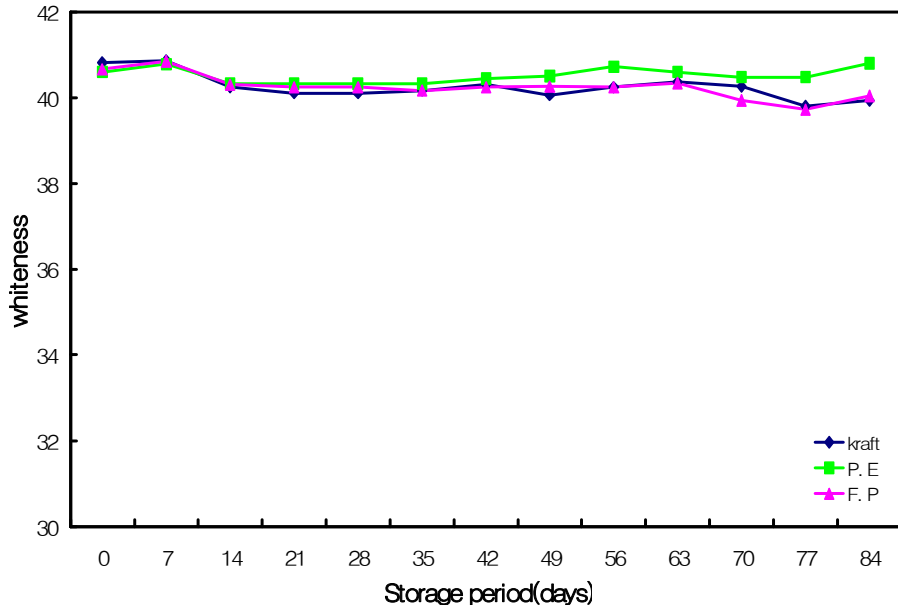


Fig. 3-44. 포장재 종류별 백도변화(20℃).

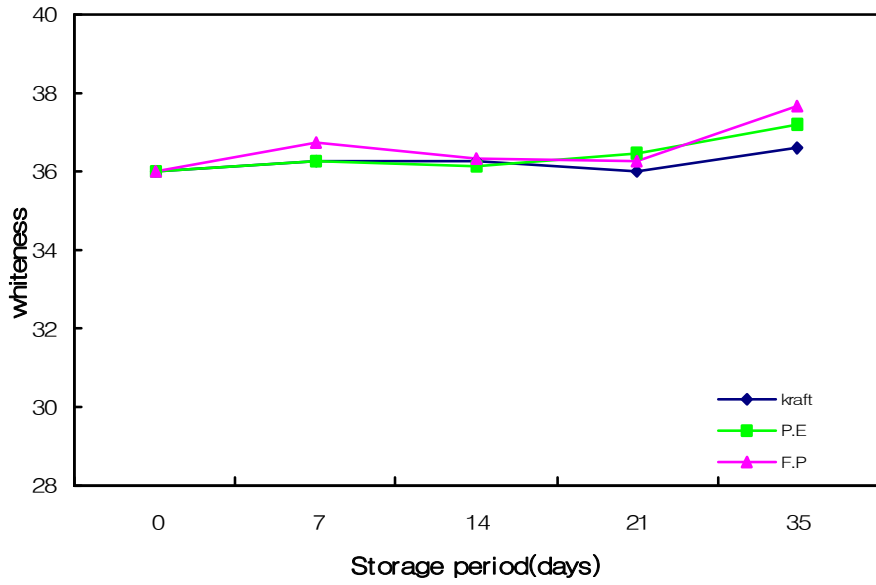


Fig. 3-45. 포장재 종류별 백도변화(25℃).



#### 다. 고품질 차별화를 위한 RPC 주요 공정개선

RPC에 반입되는 벼는 조선기에서 이물질이 정선된 후 호퍼스케일에서 중량과 함수율이 측정된 후 함수율에 따라 건조 또는 저장공정으로 이송하게 되며, 이를 반입 공정이라 한다. RPC에 반입되는 벼에는 쭉정이, 지푸라기, 이물 등과 같은 이물질이 혼입되어 있는데, 조선기에 정선되지 않은 이물질은 집진공정에 큰 부담을 주고, 벼의 흐름을 방해하게 되며, 건조과정에서 불필요한 에너지의 소비, 저장 중 변질의 우려 등의 문제가 발생하게 된다. 또한, 조선공정에서 정선되지 않는 이물질의 중량만큼 벼 정립의 실중량이 감소하게 되어 RPC의 경영에도 큰 부담을 가져오게 된다.

고품질 쌀 생산을 위해서는 우선적으로 좋은 원료를 수매하여, 품질저하 없이 건조, 저장하는 것이 무엇보다 중요하다. Fig. 3-46은 고품질 차별화를 위한 RPC 반입 공정을 나타낸 것이다. 벼에 혼입되는 이물질은 당해연도의 기상여건, 품종, 재배특성, 수확방법 등에 차이가 발생하므로, 지역과 년도에 따라 일정하지가 않다. 그러나, 이물질혼입률의 차이에 상관없이 실중량의 거래와 저장성, 가공성을 향상시키기 위해서는 조선기의 보완이나 개선이 필요하지만, 조선기의 구조나 성능을 고려했을 때 선별율의 향상은 지극히 제한적이므로 실중량 거래와 품질위주의 수매체계의 개선이 매우 필요하였다. 즉, 기존의 제현율 위주의 등급 및 가격체계에서 제현율과 현미품위가 조합된 등급 및 가격체계로 전환되어야 하며, 조선기에서 정선되지 않은 이물질량을 정확하게 측정하여 반영하기 위한 정선지수측정 공정의 도입이 필요하다고 판단되었다. 품종이 다르거나, 수분차이가 심한 동시에 벼가 건조, 저장됨에 따라 불균일 건조가 발생하는 것과, 건조후에도 수분차이가 큰 벼가 혼재되어 저장되는 것을 피하기 위해서는 반입되는 원료 벼를 건조 전에 약 2~3%수준으로 균일하게 조정해서 건조기로 투입하여야 한다. 이를 위해서는 통풍이 되는 임시저류빈의 설치가 필요하다고 판단되었으며, 특히, 연속식건조기를 사용하는 경우는 그 필요성이 더욱 크다. 또한, 건조된 벼의 저장성 향상, 건조 후 곡온이 높은 벼의 추가 방냉은 물론이며 저장물량의 중량을 확인하기 위해서 건조된 벼를 장기저장하기 전에 재정선 공정이 매우 중요한 공정이다. 재정선에는 기존에 설치되어 있는 조선기를 사용할 수도 있으며, 선별체의 크기가 조금 더 작은 재정선기를 설치할 필요가 있다.

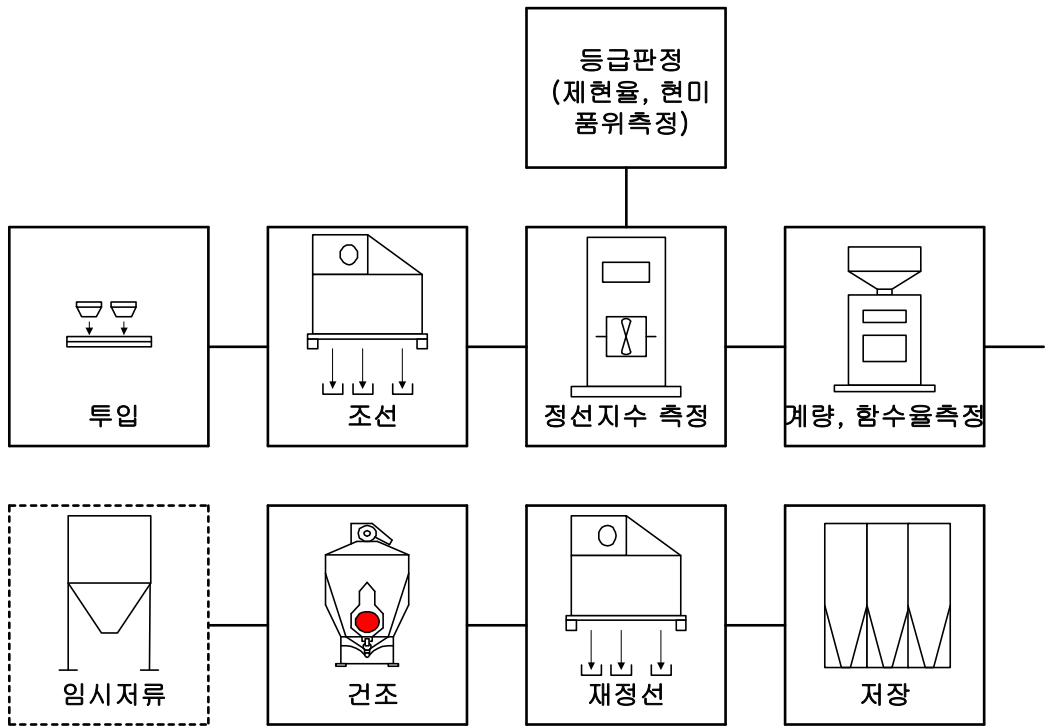


Fig. 3-46. 고품질 차별화를 위한 RPC 반입공정

대부분의 RPC는 '90년대 초·중반에 집중 설치되어 주요 가공시설이 내용년수 8년을 경과하고 있는 농협RPC가 165개소로서, 전체 농협RPC 200개소의 82.5%를 차지하고 있어 노후화되어 있다. 또한, 대부분 RPC가 그동안 품질보다는 수율향상에 중점을 두고 운영하여 고품질의 쌀 생산을 위한 RPC시설의 효과적인 운영방법 정립이 미흡하였으며, RPC의 공정자체도 품질보다는 수율 위주인 시기에 설계 제작되어 고품질 쌀 생산에 미흡한 부분이 많다. 또한, 현재의 RPC시설로는 양곡관리법 규정에 의해 금년부터 시행되고 있는 보다 엄격해진 포장등급규격상의 등급내역을 준용하기 어려운 실정으로, 보다 엄격해진 규격의 준용과, 이로 인한 수율저하를 최소화하기 위한 시설 및 운영방법의 개선이 필요한 실정이다. 포장등급규격상 “특”, “상”, “보통” 등급의 생산비율은 브랜드 쌀의 생산비율 등 경영과 관련하여 RPC가 자체적으로 결정할 사항이다. 그러나, 동일 브랜드 쌀의 품위를 연간 균일하게 유지할 수 있어야 하므로, RPC시설은 최소한 포장등급규격상 모든 등급의 쌀을 생산 가능한 수준의 시설이 되어야 한다. Fig. 3-47은 고품질 차별화를 위한 RPC 가공공정을 나타낸 것이다. RPC에서는 고품질 차별화를 위한 가공공정 개선에 앞서 우선적으로 각 RPC에 설치된 단위기계의 특성을 정확하게 파악하고, 적정한 물량을 처리할 수 있도록 운영되어야 하며, 전반적으로 단위기계의 성능을 개선 보완이 필요하며, 노후화 되었거나 구조의 특성상 성능향상이 불가능한 단위기계에 대해서는 과감한 교체가 필요하다.

식미가 우수하면서 외관품위가 뛰어난 고품질 쌀을 생산하면서, 포장등급규격을 준용하면서 발생하는 수율저하를 최소화하기 위한 가공공정을 위해서는 입선별기 강화, 현미 색채선별기 설치, 제현부와 정미부의 완전 분리, 도정기준의 적용, 연미기 위치변경, 싸라기선별 강화 등을 보완해야 한다. 현미부에는 입선별기의 선별체 크기를 기존 1.6mm보다 큰 1.75mm수준으로 확대시키고, 입선별기를 추가로 설치하여 선별능력을 증대하고, 현미 색채선별기를 설치하여 비정상립의 선별율을 높혀 정미기에서의 도정특성 향상과, 수율저하 방지를 도모하여야 한다. 또한, 석발기후단과 정미라인 사이를 칸막이하야 제현부와 정미부를 완전하게 분리하여 정미부의 크린룸(clean room)화를 도모하여야 한다. 이는 최근 GAP로 대변되는 쌀의 안정성 확보에 크게 기여할 것으로 기대되고 있다. 정미부에서는 도정기준을 적용하여 저도정을 방

지하여 식미가 우수하고 균일한 백도를 가진 쌀을 생산하고, 과도정을 방지하여 수율향상에 기여하여야 한다. 또한, 연미기 설치위치를 색채선별기후단에서 정미기 후단으로 이동할 경우, 특히 동절기의 쌀의 높은 곡온으로 인한 결로발생 및 품질저하가 방지되고, 연미기에서 발생하는 미강 및 싸라기 선별이 용이해질 것으로 판단되었다. 또한, 색채선별기를 2~3열로 설치하여 비정상립을 효율적으로 선별하고, 흡선별기 등을 설치하여 큰싸라기를 선별할 경우, RPC에서 되돌림에 의한 별도의 재선별 없이 포장등급규격상의 등급기준을 만족할 수 있을 것으로 판단되었다.

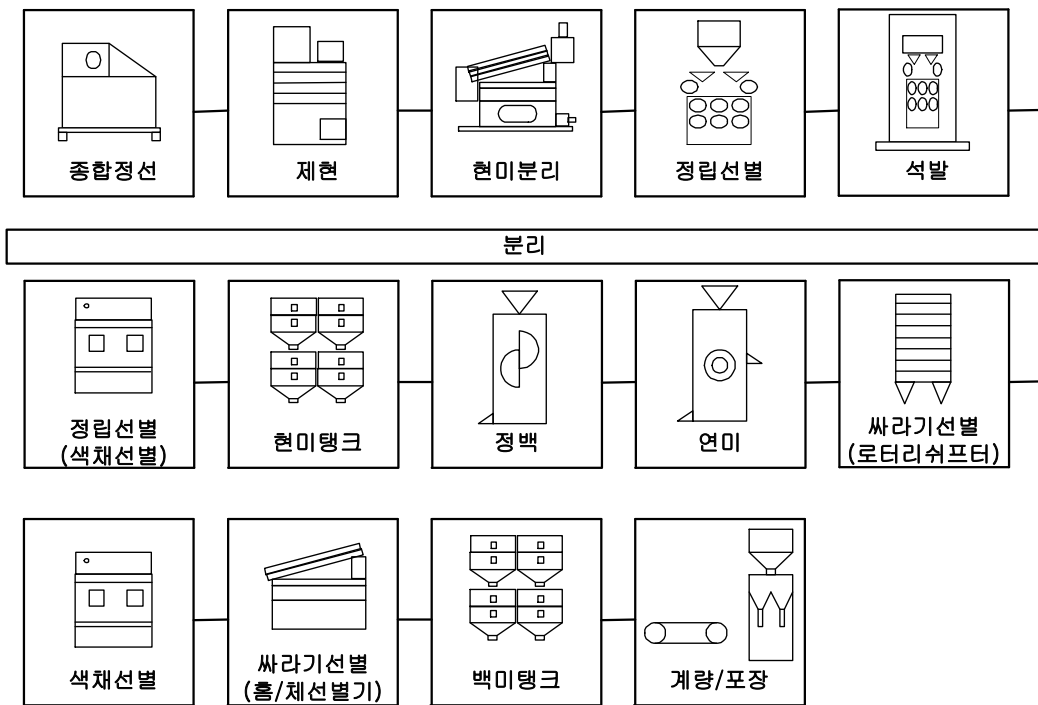


Fig. 3-47. 고품질 차별화를 위한 RPC 가공공정

## 제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

당초 계획한 연구개발내용 및 범위를 기준으로 하여 1차년도에는 고품질 쌀 생산 저해요인 탐색 및 분석에 관한 연구를 수행하였으며, 2차년도에는 고품질쌀 생산에서 중요 분야인 건조, 저장공정의 세부공정별 기술개발 연구를 수행하였다. 마지막 3차년도에서는 가공, 유통분야 현황 분석 및 공정중의 품질변화를 세부적으로 탐색하여 이의 개선방향을 제시하였다. 이 모든 연구결과를 활용하여서 최종적으로 수확후의 벼의 반입, 건조, 저장 및 가공공정의 세부 공정을 개선하여 제시하였다. 지금까지 달성한 연구결과는 벼의 수확후 원료벼의 정선기술의 개발과 건조온도와 품질과의 상관관계를 분석하여 건조시스템별 품위에 미치는 영향을 구명, 건조시설의 효율적인 운영방안을 제시하였다. 이와함께 저장중의 품질변화를 저장시설 형태별로 분석하여 적정 저장방안을 제시하였다. 또한 가공공정에서의 고품질쌀 생산을 위한 정미시스템과 무세미시스템 운영방향을 제시하였으며 쌀 유통중의 품질억제를 위한 새로운 포장기술을 개발하였다.

## 제 5 절 연구개발결과의 활용계획

본 연구 결과에서 도출된 수확후 건조, 저장, 가공 및 유통공정에서의 고품질 쌀 생산 저해발생 요인의 원인과 해결방안은 고품질 쌀 생산에 필요한 공용기술로써 정책건의와 교육을 통해 RPC 등에서 활용토록 하여 고품질 쌀 생산 기반 구축에 기여토록하며, 국내 RPC의 효율적 운영을 위한 통폐합 및 처리능력 증대를 위한 개보수에 발맞추어 RPC 기계설비회사와 설계 전문엔지니어링사에 자료를 제공하여 RPC 공정의 표준화 작업에 반영토록 하여 시설 기능의 효율적 설치에 활용하도록 한다. 주요 연구결과는 논문발표를 추진하고 고품질쌀 생산을 위한 새로운 기술적 측면은 산업재산권을 출원하고 향후 관련 업체에 기술이전을 통한 산업화를 추진할 계획임

## 제 6 절 연구개발과정에서의 수집한 해외과학기술정보

제목	출처	주요내용	비고
除濕乾燥米の食味評價	農業機械學會東北支部報 No 40: 47-54(1993)	○ 열풍건조, 제습건조 등 건조방법별 식미특성 구명 ○ 건조속도와 식미와의 관계구명	
Rough rice drying by heat pump dehumidification	Journal of Japanese Society of Agricultural Machinery 56(4): 13-20(1994)	○ heat pump를 이용한 벼의 제습건조 특성 구명	
Energy efficiency of a new heat pump system for drying grain	Transactions of the ASAE 44(6): 1745-1750(2001)	○ heat pump의 소요에너지, 건조속도 등 건조효율에 관한 연구	
Low temperature drying characteristics of raw rough rice	Japan Society of Agricultural Structure 22(2): 79-85(2000)	○ 벼의 저온건조 중 건조시간에 따른 건감률 등 건조특성 연구	
Low-temperature drying using a versatile heat pump dehumidifier	Drying Technology 21(3): 539-554(2003)	○ 벼의 heat pump를 이용한 제습건조시 최적조건 구명	
Varietal Differences in drying rate and fissure occurrence in heated air drying of rough rice	Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery 62(6): 81-91(2000)	○ 품종에 따른 건조특성 구명 ○ 열풍건조시 동할율의 발생원인에 대한 연구	
Relative Humidity Changes That Cause Brown Rice To Crack	Transations of the ASAE Vol.26(1985)	○ 동할 발생이 외기 상대습도와의 미치는 영향 연구	
Storage of cereal grains and their products	The American Association of cereal chemists, Inc., St. Paul, MN., 68-71(1992)	○ 저장 중 지방의 가수분해 및 자동산화에 대한 연구	

제목	출처	주요내용	비고
New technology in grain post-harvesting	Farm Machinery Industrial Research Corp., Tokyo, p.183-187(1993)	○ 도정중 미강의 제거정도와 쌀의 품질과의 관계 ○ 미강의 제거정도에 따른 유통중 품질변화	
Rice degree of milling measured by NIR	ASAE Meeting Presentation, Albuquerque, NM, USA., Paper No. 91-6030(1991)	○ 칼라를 이용한 쌀의 도정도 측정에 관한 연구	
Measurement of whiteness on rice grain	J. Japanese Soc. Agric. Mach., 42, 91-96(1997)	○ 백도의 기준에 관한 연구 ○ 칼라체계 중 백미와의 상관관계 연구	
Colour and bran removal in rice processing	ASAE Paper No. 87-6042(1989)	○ 도정도에 따른 1차 선형모델 연구	
穀物の呼吸特性	農業機械學會九州北支部報 No 42: 61-67(1993)	○ 벼의 호흡특성을 측정하여 1차항 Gore식 개발	
Sales brochure granifrigor grain cooling system	Lindau, Germany(1989)	○ 상용 곡물냉각기의 경험치를 이용한 함수율에 따른 냉각온도와 안전저장기간	
加熱操作が脂肪酸度の變化に及ぼす影響	J. Japanese Soc. Agric. Mach., 55, 51-57(1993)	○ 저장온도에 의한 쌀의 품질변화에 관한 연구	
Simulation models in storage of grain	J. agric. Eng. Res.245-258(1975)	○ 원형철제빈을 이용한 저장중 벼의 곡온변화 연구	
Modeling Temperature and Moisture Content Changes in Bunker-Stored Rice	Transations of the ASAE Vol.33(1990)	○ 초기 곡물온도, 함수율 등 조건에 따른 온도 및 함수율 예측 및 건물중량손실 예측	
Study on sorption of grain kernels while soaking in water	J. of the Japanese Society of Agricultural Machinery. 58(2):19-24(1996)	○ 곡물의 흡습속도와 품질과의 관계 구명	

제목	출처	주요내용	비고
Chemical and physicochemical changes of rice during at different temperatures	J. Cereal Sci., 11(1990)	○ 저장온도, 함수율에 따른 쌀의 이화학적 분석	
Rice post-harvest technology	The food agency, japan(1995)	○ 도정중 도정정도의 예측과 실험에 관한 연구 ○ 저장 중 벼의 저장성 판단에 관한 연구	
Drying and storage of grain and oilseeds	An AVI book(1992)	○ 건조시스템에 따른 건조특성에 관한 연구	
Fan management systems for natural air drying	Transations of the ASAE Vol.33(1990)	○ 상온통풍건조시 소요에너지 절감을 위한 송풍기의 적정 운영에 관한 연구	
Rice grain quality	Cereal foods world 35(2): 246-250(1990)	○ 쌀의 전분의 구조적 특성과 구성성분간의 물리적 특성 및 식미와의 관계	
收穫後處理における米の品質向上のための最新技術	SIEMSTA(1994)	○ 쌀의 품질에 영향을 미치는 내부성분기준에 관한 연구	
Modeling of temperature of grain during storage with aeration.	Trans. ASAE 36(2):509-519(1993)	○ 저장조건에 따른 저장벼의 품질변화 예측에 관한 연구	
Experimental study on the internal stress cracking of rice kernel	J. of the JSAM 42(1):91-96(1980)	○ 건조과정 중 건조온도, 함수율에 따른 내부 응력과 동할율과의 상관관계 구명	
乾燥條件と品質	日本農業機械學會誌 44(3):525-533(1982)	○ 건조중 발생하는 벼의 주요 품질지표 및 측정방법 구명	
Quality effects of heat treatments on high moisture rice	ASAE Paper NO. 85-3010(1985)	○ 건조온도의 조건에 따른 완전미율 감소에 관한 연구	



## 제 7 절 참고문헌

1. 김동철, 김의웅, 이세은 등. 1998. 중저온 건조저장기법을 활용한 고품위 쌀 생산 기술 개발, 한국식품개발연구원
2. 김동철, 김의웅, 김훈, 이세은, 김상숙 등. 2004. 농협 쌀 품질개선을 위한 RPC 프로세스 개발. 한국식품연구원 연구보고서 I01633-0450
3. 김의웅, 김동철, 이세은, 김상숙, 김훈, 박종대. 2003. 고품질 쌀 생산 및 유통을 위한 균일도정기술 개발(1/3). 한국식품연구원 연구보고서. E036004-0279
4. 김의웅, 김동철, 이세은, 김상숙, 김훈, 박종대. 2004. 고품질 쌀 생산 및 유통을 위한 균일도정기술 개발(2/3). 한국식품연구원 연구보고서 E043003-0342
5. 김동철, 김의웅, 김상숙, 이세은 등. 2000. 벼의 수확후 처리·가공기술개발 -현미의 품온조정을 통한 가공기술개발-. 한국식품연구원 연구보고서. GA0141-0001
6. 김동철, 김의웅, 이세은, 김상숙 등. 2000. 벼 및 보리의 산물저장에 따른 감모량 예측기술 개발. 한국식품연구원 연구보고서. I1404-0022
7. 김의웅, 김동철, 김상숙, 이세은, 김훈. 2003. 가정용 냉각쌀통의 성능평가에 관한 연구. 한국식품연구원 연구보고서. I01571-0307
8. 이세은, 김동철, 김의웅 등. 2003. 국내 쌀의 품질 차별화 기술 개발 연구. 1년차 보고서. 한국식품개발연구원연구보고서
9. 이세은, 김동철, 김의웅, 김훈 등. 2004. 국내 쌀의 품질 차별화 기술 개발 연구. 2년차 보고서. 한국식품개발연구원연구보고서
10. 금동혁, 김동철, 김의웅, 김훈, 김명환, 한충수 등. 2003. RPC 시설 및 경영진단 연구. 한국RPC연구회연구보고서
11. 금동혁. 1998. 원형철제빈을 이용한 벼의 건조 및 저장 핸드북. 성균관대학교연구보고서
12. 고학균, 금동혁, 김동철 등. 1995. 미곡종합처리시설 -이론과 실제-. 문운당
13. 고학균, 금동혁, 김동철 등. 2000. 농협미곡종합처리장 설계기준. 농협중앙회 미곡종합처리장 자문단
14. 김의웅, 김동철. 2004. 벼의 안전저장기간. 한국식품저장유통학회, 11(2), 257-262

15. 박진호, 정중훈. 2001. 곡물냉각기의 성능해석을 위한 시뮬레이션. 한국농업기계학회 26(5):449-460
16. 한충수, 이재석, 이호필, 함택모. 2001. 겨울철 냉기를 이용한 냉각후 벼 저장특성. 한국농업기계학회 하계학술대회 6(2):196-201
17. 하유신, 박경규, 김혁주 등. 2002. 벼의 함수율에 따른 도정수율의 변화. 한국농업기계학회 27(2):125-132
18. 김동철, 김의웅, 금동혁, 한종규. 2004. 곡물냉각기의 개발. 한국식품저장유통학회지, 11(2) : 250-256
19. 김동철, 김의웅. 2004. 곡물냉각기를 이용한 벼 건조 및 저장시스템의 최적화. 한국식품저장유통학회지, 11(2) : 269-275
20. 김동철, 김의웅, 금동혁. 1998. 벼의 호흡특성. 한국농업기계학회지, 23(45) : 335-342
21. 김동철, 김의웅, 금동혁. 1999. 벼 퇴적층 냉각 시뮬레이션. 한국농업기계학회지, 24(1) : 31-40
22. 정진이. 2002. 백미의 저장기간에 따른 품질변화 및 밥의 관능적 특성, 단국대학교 대학원 석사학위 논문
23. 김행하. 1990. 곡물저장의 이론과 실제, 평화사
24. 이세은, 김동철, 김상숙, 김의웅, 박형우, 정진이. 2001. 유통쌀의 품질유지를 위한 유통방법 및 포장기술 개발, 농림부
25. 日本全農施設資材部. 1973. カントリーエレベーターのでびき, 東京, P210
26. 日本農林廳 食品研究所. 1969. 米の品質と貯藏利用
27. AACC. 1983. Approved Methods. Association of Cereal Chemists.
28. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
29. 佐竹利彦. 1990. 近代精米技術に關する研究. 東京大學出版會
30. 川村周三. 1990. 米の搗精と精白米の品質および食味(2報), 搗精特性. 北海道大學邦文紀要, 17(1) : 25-49
31. 川村周三. 1991. 米の搗精と精白米の品質および食味(3報), 精白米の品質および食

- 味. 北海道大學邦文紀要, 17(3) : 228-261
32. 川村周三. 1991. 米の搗精と精白米の品質および食味(4報), 最適搗精方法と最適玄米条件. 北海道大學邦文紀要, 17(4) : 517-530
33. 森高眞太郎 等. 1973. 穀類に関する研究(第2報). 精米温度と食味の關係. 武田研究所報, 32(3) : 400-403
34. 河野常盛. 1980. 米の低温貯藏法の研究. 美顯プリンテイング出版部. 東京. P73.
35. The Food Agency of Japan. 1995. Rice post-harvest technology.
36. Yamashita R. 1993. New technology in grain post-harvesting. Farm Machinery Industrial Research Corp
37. Barber S. et al. 1979. Outlook for rice milling quality evaluation system, Proceeding of the workshop on "Chemical aspects of rice grain quality, IRRI
38. Bhattacharya, K.M. and C.M. Sowbhagya, 1976. Technical note : An alkali degradation test and an alcoholic alkali bran-staining test for determination the approximate degree of milling of rice. J. Fd Technol. 11, 309-312
39. Kawamura S. 1990. Rice milling, and quality and taste of milled rice(part 2) Milling characteristics, Faculty of Agriculture. Hokkaido Univ. 17(1) : 25-49
40. Pandey J. P. et al. 1990. Modelling of bran removal and whiteness of milled rice. J. Food Technol., 27(5) : 256-259
41. SHAMS-UD-DIN and K. R. Bhattacharya. 1978. On the meaning of the degree of milling of rice, J. Fd Technol. 13 : 99-105
42. Velupillai L. and Pandey J. P. 1989. Colour and bran removal in rice processing. ASAE Paper No. 87-6042
43. Bhattacharya, K. R., Sowbjagya, C. M. and Indudhara Swamy, Y. M. 1978. Importance of insoluble amylose as a determinant of rice quality, *J. Sci. Food. Agric.*, 29, 359
44. Burrell, N. J. 1969. The chilled storage of grains, *Cereals*, 15-20 (1969)
45. Chrastil, J. 1990. Chemical and physicochemical changes of rice during at different temperatures, *J. Cereal Sci.*, 11, 71~85

46. Chrastil, J. 1990. Influence of storage on enzyme in rice grains, *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1198~1202
47. Jean-Francois, C., Meullenet, B. P., Marks, K. G. and Daniels M. J. 1999. Effects of rough rice drying and storage conditions on sensory profiles of cooked rice, *Cereal Chem.*, 76(4), 483~486
48. Juliano, B. O. 1985. Rice - Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemists. Inc., St Paul, Minnesota. P25.
49. Kim, S. S., Kim, D. C. and Lee, S. E. 1998. Rice quality marketed in Korea, *Food Sci. Biotechnol.*, 7(3), 225~228
50. Moritaka, S., Sawada K. and Yasumatsu, K. 1971. Studies on Cereals VII. Relation between Lipid content of milled rice and deterioration of rice flavors during storage, *Eiyo To Shokuryo*, 24, 474~476
51. Sauer, D. B. 1992. Storage of cereal grains and their products. American Association of Cereal Chemists. Inc., St Paul, Minnesota. P46
52. Shibuya, N., Iwasaki, T., Yanase, H. and Chikubu, S. 1974. Studies on deterioration of rice during storage. I. Changes of brown rice and milled rice during storage, *J. Japan Soc. Food Sci. Technol.*, 21, 597~603
53. Villiareal, R. M., Resurreccion, A. P., Suzuki, L. B. and Juliano, B. O. 1976. Changes in physicochemical properties of rice during storage, *Starch*, 28, 88~94

## 제 5 장 쌀의 영양적 우수성 탐색을 위한 연구

### 제 1 절 연구개발과제의 개요

쌀은 우리나라 식생활의 근본을 이루며 우리의 식문화를 형성하여 온 우리의 주식이나 쌀의 자급자족이 어려웠던 1970년대 절미운동, 밀 분식 장려로 밀의 영양을 지나치게 강조함으로써 쌀의 영양에 대한 그릇된 인식이 확산되어 왔다. 국민경제가 발전되고 생활양식이 서구화되어 감에 따라 쌀 소비량은 매년 감소하고 지방섭취량이 증가함과 동시에 성인병의 발병은 점차 증가되어 국민건강을 위협하고 있으며 사회적 문제로 크게 대두되고 있다. 역학조사 결과 이러한 성인병의 증가 원인은 서구식 식생활과 관련이 깊다고 알려져 있으며 미국을 비롯한 서구에서도 성인병 예방의 일환으로 쌀밥중심의 식생활에 관심을 기울이고 있으며 쌀에 대한 영양학적 연구도 상당히 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 쌀을 주식으로 하는 우리나라에서는 쌀중심 식생활의 영양적 우수성을 인식하지 못하고 있고 쌀의 주식으로서의 위치도 흔들릴 위기에 있다. 지금까지 쌀의 영양특성에 관한 연구를 요약해보면, 쌀은 서구식 식생활의 주요 탄수화물 급원인 밀, 감자에 비하여 비만과 당뇨병을 방지하는데 효과적인 것으로 보고되고 있고, 특히 현미에 함유되어 있는 식이섬유인 헤미셀룰로오스는 체내 콜레스테롤 수준을 감소시키는 효과가 있는 것으로 보고되어 있으며 헤미셀룰로오스에 효소 처리하여 생성되는 아라비녹시란은 면역력을 증가시킨다고 보고되어 있다. 또한 쌀 식이섬유의 일종인 phytic acid(IP6)도 체내 면역력을 증가시키고 유방암과 대장암의 예방에 효과적인 것으로 보고가 되고 있다. 또한 쌀 단백질은 다른 곡류에 비하여 단백질이 높은 양질의 단백질로서 체내에서 이용효율도 높으며 혈중 콜레스테롤, 중성지방 농도를 감소시킨다고 보고되고 있다. 이와 같이 쌀의 영양특성에 관한 연구로서는 주로 탄수화물급원으로서의 당질에 관한 연구와 미강을 중심으로 한 식이섬유, 미강유 등에 관한 연구결과들이 발표되어 왔으며 밥을 중심으로 한 식사의 우수성에 대한 체계적인 연구는 이루어지지 않고 있다. 특히, 최근 쌀 소비량이 감소함에 따라 상대적으로 지방섭취량이 증가하고 있으며 이와 동시에 각종

성인병이 대두되어 쌀 중심 식사와 성인병예방과의 관련성을 강하게 제시되고 있다. 또한 최근 일본에서는 미곡 부산물인 미강으로부터 다양한 유효성분들이 추출, 분리 정제되어 그 효능이 보고되고 있고 또한 일부는 기능성소재로서 제품화 되고 있다. 그러나 실제 우리의 식생활에서 섭취되고 있는 백미 또는 현미상태에서의 유효성분의 분포상태 및 함유량에 대해서도 전혀 분석되어 있지 않는 실정이며 품종 및 도정 상태에 따른 이들 유효성분에 대한 연구가 전혀 없으므로 이에 대한 연구가 필요하였다.

따라서 본 연구에서는 쌀의 영양적, 기능적 특성을 체계적으로 검토하여 쌀의 영양적 우수성을 탐색하고 밥중심 식단의 우수성을 검토하고자 하였다.

## 제 2 절 국내외 기술개발 현황

### 1. 국내 관련기술의 현황

1960년대의 쌀의 영양에 관한 연구는 곡류중심식단의 영양보강에 관한 연구가 몇 편 있을 뿐이다. 1972년 김과 김은 백미에 보리쌀과 밀쌀의 혼합비율을 달리하여 사육하여 흰쥐 성장에 미치는 영향을 조사한 결과 nitrogen의 배설상태 및 몸무게 증가현상으로 미루어보아 곡류의 혼식이 우수하다고 보고하였다. 하등도 백미와 잡곡인 보리, 밤의 혼식에 의한 영양효과를 조사한 결과 백미식이 소화율은 우수하나 일단 소화된 질소의 체내 이용률은 혼식이 높았으며 이는 다른 곡류의 혼합율에 따라 다른 양상을 보였다고 보고하고 籼米의 목적으로 혼식을 권장하였다. 또한 유는 백미와 7분도미를 비교 실험한 결과 백미보다 7분도미로 섭취하는 경우가 영양적으로 양호하다고 보고하였다. 이와 같이 1970년대는 모두가 혼식 및 7분 도미에 관한 영양평가에 관한 연구였으며 이는 대부분이 성장 및 단백질의 효율을 중심으로 영양효과를 판단하였다. 그 후 1983년 농촌영양개선연수원에서 “다수계 신제품의 영양효과 시험”을 수행한 연구보고서에 의하면 증체량, 장기무게는 다수계가 일반계보다 높았고 단백질 효율은 일반계가 더 높게 나타났다. 1993년 농촌영양개선연수원에서 “쌀, 밀에 단백질 급원과 지방질 급원을 달리한 식이 조합이 어린쥐의 성장 및 성숙

쥐의 체내 지질대사 함량에 미치는 영향”에 관한 연구를 수행한 결과 쌀이 증체량, 식이효율, 단백질의 이용효율 등에서 밀보다 우수하였고 체내 지질함량도 밀보다 낮은 경향이었다고 보고하고 있다. 이상과 같이 국내에서의 쌀의 영양에 관한 연구는 시대흐름을 크게 반영하고 있었고 식량부족 차원에서 연구가 이루어져 왔으며 주로 성장 및 단백질의 이용효율에 관한 연구가 대부분이었으며 이와 같이 쌀의 영양에 관한 연구는 시대흐름을 크게 반영하고 있었고 식량부족 차원에서 연구가 이루어져 왔으나 1990년 중반부터 국내에서도 쌀의 영양적, 기능적 우수성에 관해 다각적으로 연구되어오고 있다. 예를 들면, 본 연구팀에서는 탄수화물 급원으로서 쌀은 밀, 옥수수, 설탕 등에 비하여 혈중 지질함량을 감소시키는 효과가 보고되고 있고, 쌀단백질은 고지방식이를 섭취한 흰쥐에서 혈액 및 간장중의 콜레스테롤 함량을 감소시킬 뿐만 아니라 중성지방도 유의하게 감소시키는 것으로 보고한 바 있다. 또한 쌀 단백질의 가수분해물은 혈압상승관련효소인 ACE의 활성을 저해하는 것으로 보고되고 있고 쌀 추출물에는 항돌연변인원성이 있는 것으로 보고되고 있다.

## 2. 국외 관련기술의 현황

국외에서의 쌀의 영양에 관한 연구는 주로 미강유, 미강식이섬유를 중심으로 한 콜레스테롤 대사와 당질급원으로서의 당대사에 관한 연구가 발표되어 왔다. 예를 들면, Kahlon등은 고 콜레스테롤 혈중 햄스터에게 미강을 주어 3주간 사육한 결과 혈중 및 간장에서 콜레스테롤 저하효과가 현저하였다고 보고하고 있다. 또한 Sharma와 Rumiki의 연구에 의하면 흰쥐에게 미강유를 식이의 10%로 첨가하였을 때 혈중 총콜레스테롤, LDL콜레스테롤, VLDL콜레스테롤은 유의하게 감소하였고 HDL콜레스테롤은 반대로 증가하였다고 한다. 이외에도 oryzanol, wax와 같은 미강유 추출분획들도 흰쥐에서 체내 콜레스테롤 저하효과를 나타내고 있으며 이러한 미강 및 미강유의 콜레스테롤 저하효과는 흰쥐, 햄스터뿐만 아니라 원숭이에서도 다양하게 검토되어 있다. Raghuram등의 연구에서는 고콜레스테롤, 고중성지방 혈증을 나타내는 사람에게 미강유를 1개월간 섭취시켰을 때 혈중 콜레스테롤 및 중성지방농도가 현저히 감소하였다. 그러나 미강의 이러한 콜레스테롤 저하작용의 메카니즘, 또는 활성을 나

타내는 성분에 대해서는 몇몇 단편적인 보고(Gerhardt and Gallo, Hegsted)가 있을 뿐이다. 또한 Crapo등은 건강한 성인에게 감자, 식빵, 옥수수 등을 각각 섭취시킨 후 식후 혈당 및 인슐린 반응(postprandial glucose and insulin response)의 변화를 조사한 결과 감자, 식빵, 옥수수는 급격한 증가를 보이는 반면 쌀밥은 완만한 증가를 보였다고 보고하였다. 이와 같이 쌀밥은 서구식사의 탄수화물 급원인 타 곡물들과 비교해 볼 때 당뇨병의 예방에도 효과적이라고 보고하고 있다. 이외에도 쌀단백질의 쌀단백질이 유방암의 발병을 지연시킨다는 보고들(森田과 桐山 1993)이 있어 동물성 단백질 섭취가 풍부한 지금에는 종래 식물성 단백질로서 부정적인 측면만을 생각해 오던 것과는 달리 건강에 미치는 쌀단백질의 영향에 대해 새롭게 인식되어 가고 있다. Sugano등(1984)의 연구에서도 비슷한 결과가 보고되어 있는 데, 즉, 그들은 각 단백질 급원을 달리하여 혈중지질변화를 조사한 결과 쌀단백질, 땅콩 단백질과 같은 식물성 단백질의 혈중 중성지방량은 카제인식에 비하여 유의하게 낮았다고 보고하고 있다. 또한 현미를 발아시키면 r-aminobutyric acid (GABA)가 급격히 증가하여 혈압조절에 효과적인 것으로 보고되고 있다. 한편 쌀을 홍국균으로 발효시킨 홍국미는 체내 콜레스테롤 생합성을 억제하는 것으로 밝혀져 홍국미로부터 콜레스테롤 강하제를 개발하여 이미 시판되고 있으며 홍국미추출물을 자연발증고혈압쥐(SHR)에게 투여하였을 때 혈압이 유의하게 감소하였다는 보고와 사람을 대상으로 한 임상실험에서도 홍국미추출물은 고혈압 환자의 혈압조절에 효과적이라는 보고도 있다.



## 제 3 절 연구개발 수행내용 및 결과

### 1. 쌀의 유효성분 분석

#### 가. 재료 및 방법

##### (1) 실험재료 및 도정

시료로 사용한 벼는 2001년산으로 오대 품종을 철원농협에서, 남평 품종은 호남 작물시험장으로부터 제공받았으며 일미 품종은 곡성농협에서, 추청 품종은 비봉농협에서 구입하여 시료로 사용하였다. 냉장 보관한 벼를 제현기 (Satake rice machine Type THU, Satake Engineering Co, Tokyo, Japan)로 처리하여 왕겨를 분리하고 현미를 제조하였다. 이 현미를 도정기(Testing rice mill VP-31T, Fujihara Factory, Tokyo, Japan)로 도정하여 미강 및 백미시료를 제조하였다. 도정도별 시료는 수율을 기준으로 현미(100%), 7분 도미(94.4%), 10분 도미(92.0%), 12분 도미(90.4%)를 각각 제조하였으며, 각 도정 과정 중 생산된 미강을 도정도별 미강 시료로 사용하였다.

##### (2) 색도 및 일반성분 분석

도정도별 시료와 미강의 색도는 색차계(CR-200 Chroma meter, Minolta Inc., Japan)를 이용하여 측정하였다. 일반성분은 AOAC법(29)에 따라 다음과 같이 분석하였다. 수분함량은 air-oven법(AACC 44-15A)으로, 단백질 함량은 Kjeltex auto 1030 analyzer(Tecator Co., Sweden)를 이용하여 micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로, 회분은 건식회화법(AACC 08-01)으로 분석하였다.

##### (3) 아밀로그래프

Brabender Visco/Amylograph (Brabender OHG, Germany)를 이용하여 Sowbhagya and Bhattacharya (30)의 방법에 따라 도정도별 쌀가루의 호화특성을 측정하였다. 온도 프로그램은 초기온도 35℃에서 1.5℃/min의 속도로 95℃까지 상승

시켜 15분간 유지시킨 다음 다시 동일한 속도로 50℃ 까지 냉각하고 30분간 유지하도록 조정하였으며 160 메시 크기로 분쇄한 시료를 8%의 농도 (건물기준)로 현탁시켜 측정하였다.

#### (4) 총 폴리페놀 함량

시료 5 g을 취해 70% 메탄올 50 mL로 환류 추출한 후 Folin-Ciocalteu 법에 따라 총 폴리페놀 함량을 정량하였다(31). 추출물을 희석한 검액에 Folin 시약 5 mL를 첨가하고 3분 후에 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5 mL를 가하여 혼합하여 발색시켰다. 1시간 후에 발색된 색을 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질 (+)-catechin을 기준으로 환산하였다.

#### (5) 페놀산 분석

분쇄한 도정도별 시료에 1M NaOH를 첨가하여 Bartolome and Gomez-Cordoves(22)의 방법에 따라 질소 하에 20℃에서 16시간 처리하였다. 이 추출물을 13000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하였고 아세트산 200 µL를 넣어 pH 3으로 산성화 시켰다. 이 시료를 동량의 에틸에세이트로 5번 반복 추출한 다음 추출물들을 모아 감압농축기로 건조시키고 50% 메탄올 0.5 mL에 녹여 ferulic acid 등 hydrocinnamic acids를 분석하였다(28). 정량 분석은 JASCO(Japan)사의 HPLC system을 이용하였으며 column은 Waters 사의 µ-Bondapak (3.9×300 mm)을 사용하였다. 이동상은 0.05% phosphoric acid(A)와 methanol(B)을 이용하였으며 B용매를 2%부터 50%까지 증가시켰다. 유속은 0.5 mL/min로 조절하였고 injection volume은 20 µL였으며 UV detector의 파장은 280 nm, 감도는 0.32로 분석하였다.

#### (6) 지용성 성분의 추출 및 분석 방법

도정도를 달리한 쌀에서 tocols (tocopherol과 tocotrienol)와 sterol 및 triterpene alcohol류 등을 함유한 유지를 추출하기 위해 모든 시료는 electric coffee grinder ( Philips, Netherland)로 분쇄한 다음 n-hexane을 사용하여 shaking incubator (Chang Shin Scientific Co., Korea)에서 상온추출(25℃, 160rpm)하였다. 세번 반복 추출한

여액은 매 시간마다 여과지(whatman No. 4)로 여과한 후 혼합하였으며, 추출 후 n-hexane은 감압농축기로 40℃ 이하에서 증발시켰고 추출된 유지는 사용하기 전까지 질소 충전하여 -20℃에 보관하였다. Tocols와 sterol 및 triterpene alcohol의 분석을 위한 전처리로서 모든 추출유는 AOCS(1)의 방법에 의하여 검화하였다. 즉, 0.5 g의 추출유에 95% ethanol 30 mL를 가하여 잘 흔들어준 후 pyrogallol 2 mL를 다시 가하여 완전히 용해되면 50% KOH 용액 1 mL를 첨가하여 5분간 reflux heating을 하면서 검화시켰다. 검화가 끝난 시료는 separate funnel에 옮긴 후 증류수 50 mL를 가하고 다시 50 mL의 diethyl ether를 가해 1분간 흔들어 주었다. 잠시 정치 후 층분리가 되면 검화물이 존재하는 하층부를 다른 separate funnel에 옮긴 후 다시 50 mL의 diethyl ether를 가하여 잔여 불검화물을 회수하였다. 층분리가 되면 하층부를 다시 처음의 separate funnel에 옮겨 합친 다음 여기에 20 mL의 증류수를 가하여 5회 세척한 후 물층을 제거하였다. 층분리 후 상층부의 물을 제거하기 위해 sodium sulfate anhydrous를 가한 여과지로 여과한 여액은 40℃ 이하에서 감압농축하였다. 농축된 수기 벽면을 10 mL chloroform으로 씻어낸 후 4 mL는 sterol류 분석을 위한 시료로 하였으며 4 mL는 tocols 분석시료로 사용하기 위해 질소가스로 용매제거 후 4mL n-hexane을 첨가하였다.

또한 지방산 분석을 위해서는 AOCS의 BF<sub>3</sub>-MeOH 방법(2)에 의해 추출유 일정량에 3 mL 0.5N NaOH/95% methanol을 가하여 검화한 후 3 mL 14% BF<sub>3</sub>-MeOH를 첨가하여 가열, 냉각한 다음 methylester를 제조하였고 oryzanol 함량을 측정하기 위해서 일정량의 시료를 chloroform에 정용하여 사용하였다.

Tocols의 함량 분석은 n-hexane에 용해한 시료를 0.45m microfilter로 여과 후 HPLC(JASCO, Japan)로 분석하였다. 이동상은 n-hexane과 2-propanol의 99:1 혼합 용액으로 이동속도는 분당 1 mL이었으며 Lichrospher Si-60 column(250×4.6i.d., Merck Co., Darmstadt, Germany)을 사용하였다. 이때 사용된 injector는 rheodyne injector였으며, 시료 주입량은 20 µL이었고 검출은 fluorescence detector(excitation 298nm, emission 325nm)를 사용하여 standard curve에 의해 정량한 후 시료에 대한 tocols 함량으로 표시하였다.

Sterol과 triterpene alcohol 및 지방산 분석은 Gas chromatography (Varian 3800,

Netherland)로 분석하였다. Sterol과 triterpene alcohol의 분석조건은 HP-1 capillary column(30m×0.25mm×0.25m)을 사용하여 injector 온도 310℃, detector 온도 310℃, oven은 초기 온도를 290℃로 하여 25분간 유지한 후 310℃까지 분당 10℃의 속도로 온도를 상승시켜 310℃에서 10분간 유지하였다. 사용한 가스는 헬륨, 유속은 1 mL/min이었으며 split ratio는 100:1, 검출은 FID로 하였다. 이들의 함량 측정은 일정량의 5-cholestane을 internal standard로 첨가하여 시료에 대한 함량으로 계산하였다.

지방산의 경우는 Supelcowax-10 capillary column(30m×0.32mm×0.25m)으로 injector 240℃, detector 250℃, oven은 100℃(3min) 20℃/min 230℃(6min)로 분석하였다. 유속은 1.7ml/min의 헬륨 가스를 사용하여 split ratio를 50:1로 하여 분석하였고 지방산 함량은 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다. 한편, 시료의 oryzanol 함량 분석은 chloroform에 용해된 시료를 Spectrophotometer(JASCO, Japan)를 사용하여 315nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이때 oryzanol 농도는 흡광계수 (1% E) 358로 계산하였다.

## 나. 결과 및 고찰

### (1) 도정도별 쌀의 일반성분과 색도

국내산 쌀 품종 중 오대, 남평, 추정, 일미를 대상으로 하여 현미와 7분도, 10분도 및 12분도로 도정하고 도정도별 쌀의 성분을 분석한 결과는 Table 4-1과 같다. 현미의 수분 함량은 11.70~15.27%로서 남평과 추청이 높았으며 도정도에 따라서는 1% 이내의 수분함량 차이를 나타내었다. 현미의 지방 함량은 2.13~2.52%로 품종에 따른 차이는 적으나 도정도가 증가할수록 크게 감소하여 미강부분에 지방이 다량 존재함이 확인되었다. 현미의 단백질 함량은 남평이 7.61%로 가장 높고 일미가 5.66%로 낮았으며 도정도에 따른 변화는 크지 않았다. 회분 함량은 도정도가 증가할수록 가장 크게 감소되어 현미의 경우 1.22~1.52% 범위였으나 12분도정미의 경우 0.45~0.99%도 나타났다. 이 양상은 Kim et al(32)의 보고와 유사하게 나타났다.

쌀의 색도는 Table 4-1에서와 같이 도정도가 증가함에 따라 백색도(L)가 증가하고

적색도(a)와 황색도(b)가 감소하는 일반적인 경향을 나타내었으며 도정도에 따른 차이보다는 품종에 따른 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 추청과 일미의 백색도가 오대와 남평에 비하여 높았다.

## (2) 도정도별 미강의 일반성분과 색도

도정도별로 분리한 미강분획의 성분과 색도는 Table 4-2와 같다. 미강과 백미의 성분을 비교해 보면 특히 지방과 회분의 함량이 높아 각각 15.82~20.80%, 6.92~10.34% 함유되어 있는 것으로 나타났다. 미강의 지방과 회분 함량은 품종에 따른 차이도 매우 큰 것으로 나타났으며 현미의 경우 도정도가 증가할수록 지방과 회분 함량이 크게 감소하였으나 미강의 경우 도정도에 따른 차이는 적어서 미강층의 내외부에 따른 함량 차이는 없는 것으로 나타났다. 한편 미강의 단백질은 9.88~13.40% 범위였으며 추청 미강의 단백질 함량이 매우 높았고 도정도별 미강 시료에서 유의적인 함량 감소는 관찰되지 않았다.

미강의 색도는 백미 및 현미의 색도에 비하여 백색도가 낮고 적색도와 황색도는 높았다. 또한 품종에 따라 색도차이가 나타나 추청미강이 백색도가 가장 낮았고 황색도가 높았으며 적색도는 일미미강이 높았다. 도정도에 따라 분리된 미강의 백색도(L)는 추청품종을 제외하고 변화가 적었으며 일반적으로 적색도(a)와 황색도(b)가 일부 감소되는 경향을 나타내었다.

Table 4-1. Proximate composition(%) and color of brown rice and rices with different milling fractions

Variety	Fraction <sup>1)</sup>	Moisture	Fat	Protein	Ash	Hunter's color value		
						L	a	b
Odae	Brown	12.91	2.52	7.03	1.52	84.75	0.07	10.27
	Rice 7	12.83	1.92	6.91	0.91	88.58	-0.31	8.64
	Rice 10	13.36	1.11	6.73	0.65	89.93	-0.64	7.34
	Rice 12	13.50	1.12	6.54	0.45	90.26	-0.59	5.33
Nampyung	Brown	14.96	2.51	7.61	1.44	84.60	0.34	11.07
	Rice 7	14.95	1.92	7.31	0.89	87.76	-0.27	7.97
	Rice 10	15.16	0.97	7.04	0.60	90.12	-0.42	6.51
	Rice 12	15.27	0.95	6.92	0.59	91.26	-0.47	5.90
Chucheong	Brown	14.36	2.13	6.86	1.22	90.30	-0.07	8.62
	Rice 7	14.09	1.67	6.40	0.89	94.23	-0.28	5.92
	Rice 10	13.51	1.62	6.58	0.81	94.77	-0.40	5.17
	Rice 12	13.47	1.60	6.58	0.62	94.76	-0.42	4.51
Ilmi	Brown	12.09	2.51	5.66	1.33	92.56	0.17	7.41
	Rice 7	11.94	2.46	5.47	1.04	93.45	0.02	5.63
	Rice 10	11.70	1.91	5.50	1.00	94.79	-0.41	4.77
	Rice 12	11.70	1.10	5.61	0.99	95.78	-0.17	4.36

<sup>1)</sup> Rice 7, 10 and 12 means and milled rice of 94.4 %, 92.0 %, and 90.4 % milling rice yields from brown rice, respectively.

Table 4-2. Proximate composition(%) and color of rice brans with different milling fractions

Variety	Fraction <sup>1)</sup>	Moisture	Fat	Protein	Ash	Hunter's color value		
						L	a	b
Odae	Bran 7	13.38	16.27	11.99	9.42	67.08	1.89	22.63
	Bran 10	11.27	16.96	12.62	9.90	67.68	1.72	22.22
	Bran 12	11.15	16.43	12.31	9.05	68.29	1.65	21.66
Nampyung	Bran 7	11.84	20.80	11.88	9.81	67.26	2.85	21.62
	Bran 10	13.29	20.01	10.82	10.34	67.04	2.56	21.69
	Bran 12	12.99	19.31	10.54	9.55	67.87	2.25	21.23
Chucheong	Bran 7	12.99	20.45	12.95	7.83	62.77	3.33	24.67
	Bran 10	12.71	20.85	13.40	8.38	63.81	2.91	24.91
	Bran 12	13.85	18.65	12.79	8.01	65.83	2.39	23.49
Ilmi	Bran 7	13.39	15.87	11.27	6.92	66.15	4.20	24.18
	Bran 10	13.34	16.76	11.68	7.46	65.11	3.92	22.68
	Bran 12	13.87	15.82	9.88	7.10	66.68	3.95	22.96

### (3) 품종 및 도정도별 쌀의 호화특성

아밀로그래프에 의한 쌀가루의 호화양상은 Table 4-3과 같다. 호화개시온도를 비교해 보면 현미의 경우 일미 품종이 71.8℃로 가장 낮았고, 추청, 오대, 남평의 순으로 각각 75.5, 87.0, 89.0℃ 인 것으로 나타나 10℃ 이상의 차이가 있었다. 도정도가 증가할수록 쌀가루의 호화개시온도는 일미 품종을 제외하고 모두 5~6℃가 낮아지는 것으로 나타났다. Champagne et al(33)도 곡립 외층이 제거될수록 호화개시온도가 유의적으로 감소한다고 보고하였다. 한편 일미 쌀은 다른 품종과 달리 호화온도가 매우 낮을 뿐만 아니라 도정에 의한 호화온도 감소효과가 거의 없는 것으로 나타났는데 이는 Table 4-1에서 단백질 함량이 낮고 도정도별 단백질 함량이 차이가 없는 것과 상관이 있는 것으로 사료되었다. 피크점도(P)와 95℃ 15분간 유지 후 점도(H)는 Table 4-3과 같이 도정도가 높을수록 비례적으로 증가하였으며, 오대 품종의 피크점도가 특히 높았다. Yoon and Kim(34)도 오대쌀의 피크점도가 다른 두 품종의 쌀에 비해 높으며 도정도가 증가할수록 피크점도가 유의하게 증가함을 보고하였다. Perdon et al(35)은 도정도가 증가할수록 피크점도가 증가하였으며 증가율은 장립종보다 중립종에서 컸다고 보고하였다. 냉각점도(C)와 50℃에서 30분간 유지시킨 최종점도(E)는 추청과 일미 품종에서만 도정도가 증가할수록 증가되는 경향을 보였다. 냉각점도와 최종점도는 도정도가 증가하면 증가한다고 보고되었으나(34,36) 피크점도와 달리 최종점도는 도정율에 따른 관련성을 보이지 않는다고 보고되기도(35) 하였다. 본 실험에 사용한 시료의 경우 냉각점도, 최종점도, breakdown(P-H), consistency(C-H), setback(C-P)은 도정도에 따라 일정한 경향을 보이기보다는 품종에 따른 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 오대품종은 현미상태의 점도가 특징적으로 높았고 도정도가 증가함에 따라 피크점도와 breakdown은 증가하였으나 다른 점도지수는 모두 감소하였다. 남평 품종은 호화개시가 느리게 시작되었고 도정에 따른 냉각점도(C)와 최종점도(E)의 변화가 적은 특징이 있었다. 추청과 일미 품종은 도정도가 증가할수록 전분분획이 증가하여 생기는 일반적인 쌀가루의 호화양상을 보였고 일미품종이 노화를 반영하는 점도지수가 더 높았다.

Table 4-3. Brabender Visco/Amylograph characteristics of brown rice and rices with different milling fractions

Variety	Fraction <sup>1)</sup>	A <sup>2)</sup> (°C)	Viscosity(B.U)						
			P <sup>3)</sup>	H <sup>4)</sup>	C <sup>5)</sup>	E <sup>6)</sup>	P-H <sup>7)</sup>	C-H <sup>8)</sup>	C-P <sup>9)</sup>
Odae	Brown	87.0	450	386	690	842	64	304	240
	Rice 7	83.4	455	314	546	706	141	232	91
	Rice 10	82.5	470	295	472	592	175	177	2
	Rice 12	81.5	527	295	456	570	232	161	-71
Nampyung	Brown	89.0	220	180	385	550	40	205	165
	Rice 7	85.0	300	207	387	540	93	180	87
	Rice 10	86.0	308	217	382	512	92	166	74
	Rice 12	83.8	325	231	394	502	94	163	69
Chucheong	Brown	75.5	226	114	192	297	112	78	-34
	Rice 7	75.5	355	212	358	490	143	146	3
	Rice 10	71.8	407	220	365	491	187	145	43
	Rice 12	69.5	422	233	380	498	189	147	42
Ilmi	Brown	71.8	264	148	244	358	116	97	20
	Rice 7	71.0	388	228	400	558	160	173	13
	Rice 10	71.0	436	281	488	625	155	207	52
	Rice 12	71.0	465	424	573	760	41	149	108

<sup>1)</sup> Rice 7, 10 and 12 means milled rice of 94.4 %, 92.0 %, and 90.4 % milling rice yields from brown rice, respectively. <sup>2)</sup> A: Initial pasting temperature, <sup>3)</sup> P: Peak viscosity, <sup>4)</sup> H: Hot paste viscosity at 9 5°C after 15 min, <sup>5)</sup> C: Cold viscosity, <sup>6)</sup> E: Viscosity after 30min at 50°C <sup>7)</sup> P-H: Breakdown, <sup>8)</sup> C-H: Consistency, <sup>9)</sup> C-P: Setback

#### (4) 총 폴리페놀 함량

현미에 함유된 총 폴리페놀의 함량은 Fig. 4-1과 같이 일미가 93.9 mg catechin eq/100g 으로 가장 높고 추청 89.5, 남평 88.8, 오대 78.4 mg catechin eq/100g 순으로 나타났다. 도정한 백미 중의 총 폴리페놀 함량은 30.3~71.9 mg catechin eq/100g 범위였으며, 미강에는 310.0~541.6 mg catechin eq/100g로서 다량의 폴리페놀이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 도정도가 증가함에 따라 백미 중에 함유된 폴리페놀 함량은 유의적으로 감소되었으며 12분도미의 경우 현미에 함유된 폴리페놀의 절반이하 수준인 것으로 나타났다. 미강분획의 폴리페놀 함량은 도정도에 따른 변화가 거의 없었으나 도정에 따른 백미 중의 함량변화가 컸던 추청품종의 경우 12분도정시 분리된 미강에서 폴리페놀의 함량이 높았다. 일미 품종은 백미 중의 폴리페놀 함량이 다른 품종에 비하여 가장 높았으나 반면 미강 중의 폴리페놀 함량은 가장 낮았다.



Adom and Rui(14)는 곡류 중의 폴리페놀 함량을 비교한 결과 쌀의 총 폴리페놀 함량은 쌀이 5.56  $\mu\text{mol}$  of gallic acid eq./g으로서 옥수수, 밀, 귀리보다 낮았다고 보고하였다. 이는 94.5 mg gallic acid eq/100g에 해당하며 Fig. 4-1의 현미에 함유된 총 폴리페놀의 함량과 유사한 수준이었다. Chun et al(15)도 쌀의 도정분획별 메탄을 추출물을 제조하고 총 폴리페놀 함량을 비교한 결과 미강 추출물 중의 폴리페놀 함량이 백미보다 3~4배 높고 도정도가 증가할수록 추출수율과 추출물 중 폴리페놀 함량이 감소함을 보고하였다.

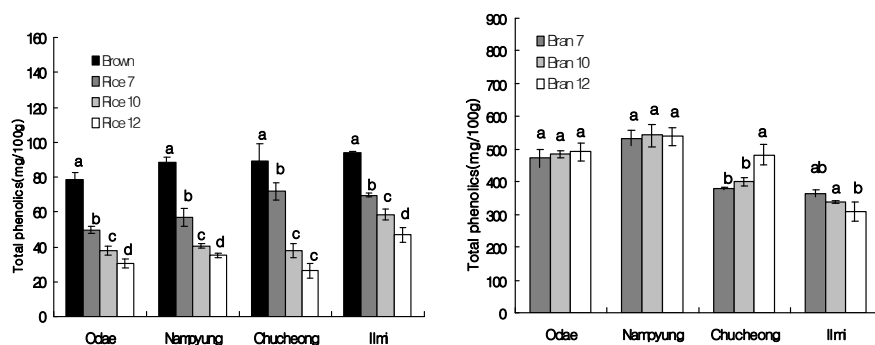


Fig. 4-1. Total polyphenols in rice(up) and rice brans(bottom) with different milling fractions.

#### (5) 페놀산 함량 및 조성

도정의 정도를 달리하여 현미, 백미 및 미강의 페놀산 함량을 분석한 결과를 Table 4-4, 4-5에 나타내었다. Phenolic acid 중 ferulic acid가 가장 많아 50 % 이상을 차지하였고 p-coumaric acid, benzoic acid, sinapinic acid 순으로 함유되어 있었다. Benzoic acid는 미강시료에서만 sinapinic acid와 m-hydroxy benzoic acid는 미강, 현미 및 일부 백미 시료에서만 검출되었다.

현미의 총 phenolic acid 함량은 Table 4-4와 같이 오대 현미가 65.9 mg%로서 가장 높고 남평, 일미, 추청의 순이었다. 도정도가 증가할수록 백미 중의 총 phenolic acid 함량은 감소되어 7분 도미는 15.2~51.7 mg%, 10분 도미는 8.9~37.1 mg%, 12

분 도미는 5.2~29.9 mg%를 나타내었다. 또한 12분도미로 도정율이 증가되면 phenolic acid 조성 중 ferulic acid 차지비율이 증가하는 것으로 나타났다. 품종 중에서는 추청과 일미에서 도정으로 인한 phenolic acid 함량 감소가 컸다.

Zhou et al(26)은 저장기간이 차이 나는 쌀 품종을 대상으로 phenolic acid를 분석한 결과 현미에서 ferulic acid(255~363mg/kg)와 p-coumaric acid(70~152mg/kg) 함량이 높았고 백미에서는 ferulic acid(61~84mg/kg)가 함유되어 있다고 보고하여 본 결과와 유사하였다. 또한 현미에서는 총 폴리페놀의 80-90%가 결합형 페놀산인 반면 백미에서는 53-74%였으며 저장된 현미와 백미에서는 총 페놀산과 결합형 페놀산이 점차 감소되었고 이때 4℃ 보다는 37℃에서 감소폭이 크다고 보고하였다.

미강의 경우 총 페놀산 함량은 Table 4-5에서와 같으며 ferulic acid는 157.8~240.2 mg%, p-coumaric acid는 31.8~90.4 mg% 범위로 나타났고 현미와 백미와는 달리 sinapinic acid, benzoic acid, m-hydroxybenzoic acid의 함량도 높았다. 오대 7분도 미강의 페놀산 함량이 가장 높았으며 미강분획의 페놀산 함량은 도정도에 증가함에 따른 일관적인 변화는 찾아볼수 없었다. 추청 7분도 미강은 페놀산 함량이 가장 낮았는데 이는 추청현미 중의 페놀산 함량이 가장 낮고 7분도로 도정시 함량감소가 다른 품종에 비해 적었던 Table 4-4의 결과와 관련이 있는 것으로 사료되었다.

쌀과 미강의 주요 페놀산으로 나타난 ferulic acid는 항산화 효과와 항돌연변이 활성, 당뇨 유도쥐의 혈중 지질 개선효과 등 여러 생리활성이 보고됨에 따라 주목을 받고 있다. 쌀에는 이들 phenolic acid 및 총 폴리페놀이 상당량 함유되어 있으며 그 대부분은 pericarp과 aleurone layer을 포함한 미강층에 분포하고 페놀산은 주로 식물세포벽의 arabinoxylan에 ester 결합으로 존재하거나 lignan에 ester 혹은 ether 결합한 상태로 존재하므로 이들 성분의 효율적인 이용을 위한 쌀의 섭취방안이 필요한 것으로 나타났다.

Table 4-4. Contents of phenolic acids in brown rice and rices with different milling fractions

Variety	Fraction <sup>1)</sup>	Phenolic acids(mg%)					Sum
		m-hydroxy benzoic	benzoic	p-coumaric	ferulic	sinapinic	
Odae	Brown	tr	14.2	13.1	32.5	6.1	65.9
	Rice 7	-	6.8	11.6	28.3	5.0	51.7
	Rice 10	-	tr	9.0	22.4	tr	31.4
	Rice 12	-	tr	9.2	20.7	tr	29.9
Nampyung	Brown	tr	7.8	11.5	31.7	6.2	57.2
	Rice 7	-	tr	9.0	22.6	4.0	35.6
	Rice 10	-	tr	9.8	22.5	4.8	37.1
	Rice 12	-	tr	9.3	19.5	tr	28.8
Chucheong	Brown	tr	7.0	3.4	17.5	tr	27.9
	Rice 7	-	5.9	0.3	9.0	tr	15.2
	Rice 10	-	tr	0.7	8.2	tr	8.9
	Rice 12	-	tr	tr	5.2	tr	5.2
Ilmi	Brown	tr	5.0	7.2	29.7	3.8	45.7
	Rice 7	-	3.9	1.5	12.4	tr	17.8
	Rice 10	-	1.8	1.4	8.1	1.2	12.5
	Rice 12	-	0.6	tr	5.1	tr	5.7

Table 4-5. Contents of phenolic acids in rice brans with different milling fractions

Variety	Fraction <sup>1)</sup>	Phenolic acid(mg%)					Sum
		m-hydroxy benzoic	benzoic	p-coumaric	ferulic	sinapinic	
Odae	Bran 7	22.0	43.5	90.4	240.2	42.3	438.4
	Bran 10	16.2	29.4	70.3	208.3	42.2	366.4
	Bran 12	17.7	24.2	82.9	228.1	47.2	400.1
Nampyung	Bran 7	14.8	15.6	71.8	224.6	39.4	366.2
	Bran 10	11.1	22.9	57.8	191.8	37.8	321.4
	Bran 12	11.7	28.9	56.3	189.8	42.91	329.6
Chucheong	Bran 7	4.9	31.5	31.8	152.1	24.1	244.4
	Bran 10	7.3	38.4	50.8	211.8	35.4	343.7
	Bran 12	10.4	43.1	48.7	201.2	44.4	347.8
Ilmi	Bran 7	12.5	45.5	60.3	168.6	26.5	313.4
	Bran 10	11.1	64.1	61.0	178.8	36.2	351.2
	Bran 12	12.0	87.6	60.9	157.8	26.6	344.9

(6) 지용성 유효성분 (Tocoles 및 phytosterol)의 함량

쌀의 지용성 성분으로서 생리적기능이 높은 지용성 비타민, 특히 다량의 Tocols와 옥타코사놀 (Octacosanol), 스쿠알렌 (Squalene), 다량의 Phytosterol 및 Gamma-oryzanol을 함유하고 있는 것으로 나타났다. Tocols란 Vitamin E군에 속하는 tocopherol과 tocotrienol을 총칭한 말로서 최근 tocotrienol이 tocopherol에 비하여 여러 가지 생리적 기능 (생체 내 항산화성, 항암성, VLDL-cholesterol 감소효과 등)이 우수한 것으로 몇몇 연구결과에 의하여 보고되고 있다. 본 연구결과 쌀에는 tocopherol 뿐만이 아니라 tocotrienol 함량도 매우 높은 것으로 나타났다. Tocopherol함량을 보면  $\alpha$ -tocopherol이 가장 많았고 다음은  $\gamma$ -tocopherol이었으며 품종별로는 조생종이 만생종보다 다소 높은 경향을 보였다. 도정도별로는 역시 현미가 가장 높았고 도정도가 높을수록 tocopherol함량이 감소하였다. Tocotrienol은  $\gamma$ -tocotrienol이 가장 높았고 다음은  $\alpha$ -tocotrienol이었으며 품종별, 도정도별 tocotrienol함량의 변화는 tocopherol과 유사한 경향을 나타내었다.

Phytosterol은 plant sterol (식물성 스테롤)이라고도 불리어지고 있으며, 인체 내 다양한 유익한 효능을 갖고 있으며 특히, 생체 내 LDL-cholesterol의 함량을 감소시키는 효능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 쌀에는 다른 곡류 유래 식물성 sterol에는 거의 함유되어 있지 않는 cycloartenol 과 24-methylcycloartanol이라는 특이한 sterol을 함유하고 있다. 쌀에 함유되어 있는 주된 phytosterol은  $\beta$ -sitosterol, campesterol, stigmasterol이며  $\beta$ -sitosterol은 약 12 mg%이고 campesterol은 5 mg% 정도였다. 역시 만생종보다 조생종인 오대가 높은 값을 나타내었으며 도정도별로는 도정도가 높을수록 감소하였다. 그러나 전체 phytosterol중 다른 phytosterol이 차지하는 비율은 도정도가 증가할수록 감소하였으나  $\beta$ -sitosterol은 도정도가 증가할수록 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 점으로 볼 때,  $\beta$ -sitosterol은 다른 phytosterol에 비하여 상대적으로 배유부에 존재하는 비율이 높을 것으로 추정된다. 쌀에는 이밖에도 스테미나 증진, 지구력 향상 등의 생리활성을 갖고 있는 고급알콜류인 옥타코사놀과 물질이며 호르몬의 전구체로서 생리적 역할을 담당하는 스쿠알렌도 10-15 mg/kg함유되어 있는 것으로 나타났다. 스쿠알렌은 조생종보다 만생종인 남평에서 더 높은 값을 나타내었다.

Table 4-6. Tocols content of brown rice and rices milled with different degree of milling.

(unit : mg/sample kg)

		Tocopherol				Tocotrienol				Tocols
		-T	-T	-T	-T	-T3	-T3	-T3	-T3	
조생종 (오대산)	현미	14.61	0.57	1.30	0.06	8.70	-	11.91	0.53	37.67
	7분도미	9.76	0.40	0.83	0.04	4.42	-	5.95	0.37	21.75
	10분도미	8.21	0.31	0.64	0.03	3.14	-	4.34	0.24	16.91
	12분도미	5.46	0.22	0.44	0.02	2.02	-	3.25	0.17	11.58
만생종 (남평)	현미	11.35	0.41	0.50	0.02	8.48	-	10.58	0.93	32.28
	7분도미	6.04	0.22	0.28	0.01	4.79	-	6.13	0.57	18.04
	10분도미	8.08	0.13	0.17	0.01	3.04	-	3.92	0.34	15.68
	12분도미	2.04	0.07	0.09	-	1.89	-	2.73	0.26	7.09

Table 4-7 . Fatty acid composition of brown rice and rices milled with different degree of milling. (wt %)

		Fatty acid composition								
		14 : 0	16 : 0	16 : 1	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3	20 : 0	20 : 1
조생종 (오대)	현미	0.17	15.65	0.22	1.42	39.35	40.65	1.52	0.49	0.55
	7분도미	0.15	15.59	0.20	1.56	39.27	40.76	1.47	0.51	0.50
	10분도미	0.15	15.92	0.20	1.59	38.37	41.37	1.48	0.50	0.45
	12분도미	0.17	16.62	0.22	1.66	37.33	41.78	1.45	0.45	0.41
만생종 (남평)	현미	0.07	13.46	0.19	1.33	42.40	40.14	1.52	0.45	0.47
	7분도미	0.15	14.02	0.18	1.34	42.30	39.72	1.46	0.42	0.42
	10분도미	0.16	14.07	0.18	1.37	42.00	39.96	1.43	0.42	0.43
	12분도미	0.18	14.47	0.20	1.34	41.44	40.16	1.43	0.40	0.43

Table 4-8. Chemical composition of brown rice and rices with different degree of milling (mg/sample kg)

		Squalene	Octaco- sanol	Campe- sterol	Stigma- sterol	Sitosterol	Cyclo- artenol	24-methyl- cycloartanol
조생종 (오대산)	현미	14.30	9.96	52.77 (20.99)*	32.91 (13.36)	124.84 (49.93)	18.46 (7.48)	20.62 (8.23)
	7분도미	7.81	4.40	30.43 (19.55)	19.17 (12.36)	83.98 (54.02)	10.27 (6.67)	11.54 (7.40)
	10분도미	5.53	2.89	23.81 (20.61)	14.19 (12.37)	61.92 (53.43)	7.42 (6.45)	8.22 (7.14)
	12분도미	3.97	1.94	17.82 (19.57)	10.48 (11.82)	51.31 (56.24)	5.42 (6.08)	5.62 (6.30)
만생종 (남평)	현미	19.13	9.20	35.36 (18.81)	26.40 (13.77)	92.53 (47.91)	17.66 (9.19)	19.69 (10.33)
	7분도미	11.23	4.34	19.83 (17.07)	15.48 (13.40)	58.38 (50.68)	10.74 (9.28)	11.10 (9.57)
	10분도미	6.05	2.79	12.17 (15.14)	10.30 (12.97)	42.47 (53.47)	7.31 (9.20)	7.37 (9.22)
	12분도미	4.34	1.60	7.54 (14.99)	6.28 (12.59)	27.22 (54.49)	4.50 (9.01)	4.47 (8.92)

\* Values in parenthesis refer percent distribution of each sterol compound

(7) 주요 곡류의 일반성분 및 유효성분의 비교

주요곡류의 일반성분을 분석한 결과는 Table 4-9와 같다. 수분 함량은 현미, 옥수수 가 약 13%로 가장 높았고 다음은 백미였으며 나머지는 10% 이었다. 지방 함량은 지방함량은 옥수수가 약 4.3%로서 가장 높았고 다음은 통밀과 현미가 2.4-2.2%를 나타내었으며 쌀과 밀 시료 간에는 차이가 없었다. 회분함량도 지방함량과 유사한 경향을 보였으며 단백질 함량은 통밀과 밀가루가 가장 높았으며 다음은 보리, 쌀의 순이었다.

Table 4-9. Proximate composition of several cereals

	Moisture(%)	Lipid(%)	Ash(%)	Protein(%)
현미	13.08±0.18	2.42±0.15	1.33±0.07	7.3±0.04
백미	11.63±0.14	1.02±0.64	0.59±0.03	6.89±0.12
통밀	8.00±0.12	2.22±0.07	1.38±0.06	12.07±0.20
밀가루	9.90±0.27	1.23±0.12	0.56±0.01	10.62±0.13
보리쌀	9.28±0.27	1.22±0.05	0.83±0.02	9.07±0.08
늘보리쌀	8.53±0.21	1.12±0.21	0.82±0.04	9.39±0.09
찰옥수수	13.34±0.12	4.31±0.12	1.58±0.08	9.83±0.17

쌀을 포함한 주요 곡류의 총 폴리페놀 함량을 Table 4-10에 나타내었다. 표준 페놀화합물로 카테킨을 사용하고 Folin-Denis법으로 분석한 총 폴리페놀 함량은 현미가 77 mg% 로 가장 높았고 밀가루가 20 mg%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 쌀과 밀을 비교하면 현미, 백미가 통밀, 밀가루에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 각 곡류시료를 알칼리 가수분해로 bound 형태의 polyphenol을 유리시킨 후 각 phenolic acids의 함량과 조성을 HPLC로 분석한 결과, ferulic acid는 각종 곡류에서 가장 높은 함량을 나타내는 주요 phenolic acid 이었으며 다음에는 benzoic acid가 높은 함량을 보였다. 곡류별 phenolic acid의 함량을 비교하여 보면, 찰옥수수와 통밀이 높았고 다음은 현미, 찰보리의 순이었으며 밀가루에서는 극소량의 ferulic acid 만이 검출되었다.

Table 4-10. Total polyphenol contents

	Total polyphenol (mg%)
현미	77.27
백미	37.67
통밀	41.70
밀가루	20.64
보리쌀	47.55
늘보리쌀	48.66
찰옥수수	47.69

쌀을 포함한 주요 곡류의 phytosterol 함량을 GC로 분석한 결과를 Table 4-11에 나타내었다. 우선 곡류의 주요 phytosterol인 sitosterol로 나타났고 그 값을 각 곡류 간에 비교해 보면, 찰옥수수가 가장 높았고 다음은 현미였으며 그 다음은 통밀, 늘보리쌀 순으로 나타났고 백미에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 또한 쌀과 밀의 phytosterol 함량을 비교해 보면, 현미가 통밀에 비하여 높은 값을 보였으나 백미는 밀가루에 비하여 낮은 경향을 보였다. Campesterol 역시 찰옥수수가 가장 높은 값을 나타내었고 현미와 통밀은 거의 비슷한 수준을 나타내었다. Stigmasterol은 현미가 다른 곡류에 비하여 현저하게 높은 값을 나타내었고 다음은 옥수수였으며 밀가루가 가장 낮은 값을 보였다. 또한 stigmasterol 함량에 대한 쌀과 밀을 비교하여 보면 현미, 백미 모두 통밀, 밀가루에 비하여 3배 이상 높은 값을 나타내었다. 특히 Squalene 함량은 각 곡류 중에서 쌀에서 가장 높았으며 통밀, 밀가루에서는 1 mg% 이하로 거의 미량이었다.

쌀을 포함한 주요 곡류의 tocoles 함량을 HPLC로 분석한 결과를 Table 4-12에 나타내었다. 우선  $\alpha$ -tocopherol은 현미와 통밀이 유사한 값으로 가장 높았고 다음은 옥수수였으며, 늘보리쌀이 가장 낮았다.  $\beta$ -tocopherol은 밀이 가장 높았으며,  $\gamma$ ,  $\delta$ -tocopherol은 옥수수가 가장 높았으며, 쌀과 밀을 비교하면 쌀이 밀보다 높은 값을 보였다. Tocotrienol에 있어서도 tocopherol과 유사한 경향을 보였다.

Table 4-11. Phytosterol contents of several cereals

	Campe- sterol	Stigma- sterol	Sitosterol	Cycloarten- -ol	24-Methyl cycloarten- -ol	Squalene
현미	7.48	7.54	54.07	10.23	12.09	16.83
백미	1.38	1.32	10.01	1.73	1.99	3.72
통밀	7.11	1.37	49.54	13.97	2.89	0.63
밀가루	3.14	0.46	36.29	0.00	2.05	0.58
쌀보리쌀	7.24	1.18	33.60	0.51	6.44	2.27
늘보리쌀	8.17	1.40	46.94	0.81	5.89	2.93
찰옥수수	13.17	5.42	96.39	2.04	3.00	9.41



Table 4-12. Tocols contents of several cereals

	$\alpha$ -tocopherol	$\beta$ -tocopherol	$\gamma$ -tocopherol	$\delta$ -tocopherol	$\alpha$ -tocotrienol	$\beta$ -tocotrienol	$\gamma$ -tocotrienol	$\delta$ -tocotrienol
현미	8.61	0.37	0.77	0.13	4.55	0.07	5.81	0.59
백미	1.46	0.07	0.18	0.03	0.71	0.01	1.29	0.14
통밀	8.74	3.84	0.00	0.07	2.57	9.44	0.09	0.08
밀가루	1.77	1.11	0.00	0.00	0.82	6.63	0.05	0.04
보리쌀	2.02	0.12	0.30	0.04	6.07	1.99	1.53	0.25
늘보리쌀	1.43	0.09	0.26	0.04	6.16	1.38	1.70	0.18
찰옥수수	7.38	0.30	26.83	0.93	2.05	0.00	3.04	0.15

## 2. 쌀 유효 획득의 *in vitro* 산화적 스트레스 억제 및 암세포성장억제 활성

### 가. 쌀 지용성 획득 (tocols and phytosterol)의 *in vitro* 활성

#### (1) 재료 및 방법

##### (가) 산화적 스트레스 억제활성 평가

쌀유래 tocols의 산화적 스트레스 억제활성은 rat liver microsome 계에서  $H_2O_2$ - $FeSO_4$ 로 유도된 TBARS 생성억제 정도로서 나타내었다. Rat liver로부터 초원 심분리에 의하여 microsome 획득을 분리하여 tocols를 농도별로 첨가하여 생성된 TBARS를 Ohkawa등의 방법에 따라 분석하였다. DPPH radical 소거능은 적정농도로 희석한 시료 0.2 mL에 10-4M DPPH 용액 0.8 mL을 가하여 잘 혼합한 뒤 실온에서 15분간 반응시키 뒤 525 nm에서 흡광도를 측정하였다.

##### (나) 암세포 성장 억제능 평가

실험에 이용한 세포는 human 유래 위암세포 (AGS)와 대장암 세포 (SNU-C4), 폐암 세포 (NCI-H358)를 사용하였다. 배지는 10% FBS, 0.5% Penicillin Streptomycin 5000 unit/mL이 들어있는 RPMI 1640 Medium을 사용하였다. 세포는 5%  $CO_2$  와 37°C 의 온도를 유지하는  $CO_2$  incubator에서 배양하였다.

각 세포마다 96well flate에 seeding 농도를 달리하여 처리하였는데 AGS는  $1 \times 10^5$

cell/mL, SNU-C4는  $1 \times 10^5$  cell/mL, NCI-H358  $4 \times 10^5$  cell/mL 하였다. 사용한 시료는 rice oil, rice fraction, ( $\pm$ )- $\alpha$ -Tocopherol acetate이며, 10% ethanol에 녹여 사용하였으며 대조군은 10% ethanol만을 첨가하여 24시간 또는 48시간을 배양한 뒤 MTT assay 에 의하여 세포성장억제능을 비교 분석 하였다.

(2) 결과 및 고찰

(가) DPPH scavenging activity

현미와 백미의 phytosterol 추출물을 농도별로 첨가하여 DPPH radical 소거능을 비교한 결과 현미 phytosterol과 통밀 phytosterol은 강한 활성을 나타내었으며, 첨가농도가 증가 할수록 소거능이 증가하여 농도의존적인 반응을 나타내었고 현미와 통밀은 유사한 활성을 나타내었다. 또한 현미와 통밀 tocols의 DPPH 소거능을 비교 검토한 결과에서도 현미, 통밀은 거의 유사한 활성을 나타내었으며 전반적으로 tocols 추출물에 비하여 phytosterol 추출물이 더 강한 활성을 나타내었다.

Table 4-13. DPPH scavenging activity of the fractions of phytosterol and tocols

	첨가농도(ug/ml)			
	62.5	125	250	500
Rice phytosterol	49.7	65.3	91.5	88.3
Wheat phytosterol	43.1	63.4	89.5	94.5
Rice tocols	22.7	41.3	71.3	95.3
Wheat tocols	30.5	48.9	67.9	79.9

(나) TBARS 생성억제능

현미와 백미의 phytosterol 추출물을 농도별로 첨가하여 TBARS의 생성능을 비교한 결과, 1mg/assay첨가시 현미 phytosterol은 31% 활성을 나타내어 통밀 phytosterol의 22%의 활성보다 다소 높았다. 현미, 통밀의 tocols추출물의 TBARS 생성 억제능은 거의 유사하였으며 전반적으로 phytosterol 추출물이 tocols 추출물에 비하여 높은 활성을 나타내었다.

Table 4-14. Inhibitory activities of TBARS formation of the fractions of phytosterol and tocols

	첨가농도(ug/ml)		
	50	250	500
Rice phytosterol	7.3	10.9	31.6
Wheat phytosterol	13.0	15.6	22.5
Rice tocols	6.1	5.8	11.3
Wheat tocols	2.9	5.6	9.8

(대) 쌀과 밀 phytosterol과 tocols추출물이 암세포의 성장에 미치는 영향

인체유래 암세포주의 성장에 미치는 쌀과 밀 phytosterol과 tocols추출물의 영향을 조사한 결과, 위암세포인 AGS 세포에 있어서 밀과 쌀 유래 phytosterol 획분은 세포의 성장을 억제하였으며 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  첨가시 밀 phytosterol은 약 25%의 저해효과를 보인 반면 쌀 phytosterol은 27%의 저해효과를 보였고 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  첨가시는 밀 phytosterol은 약 39%, 쌀 phytosterol은 약 30%의 저해효과를 보이며 dose-response한 반응을 나타내었다. 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도 첨가시는 밀 phytosterol은 76.5%의 강한 저해활성을 보였는데, 이는 고농도에 의한 necrosis가 일어났을 가능성이 있는 것으로 사료되었다. 쌀 phytosterol은 500  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 약 48%의 활성을 나타내었다. 그러나 tocols추출물은 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  농도 첨가시 약 10%의 저해활성을 보여 효과가 매우 미미한 것으로 나타났다. 대장암 세포인 SNU C4에 있어서는 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  첨가시까지 쌀 phytosterol에서만 약 10-15% 저해활성을 나타내었고 밀 phytosterol에서는 영향이 없는 것으로 나타났으며 tocols 추출물은 쌀, 밀 모두 암세포성장을 오히려 증가시키거나 영향을 미치지 않았다.

Table 4-15. Inhibitory activities of cancer cell proliferation of phytosterol and tocopherol fractions

	AGS(survival %)		SNU(survival %)	
	Rice	Wheat	Rice	Wheat
(ug/ml)				
Phytosterol 50	73.3	74.9	85.1	99.6
Phytosterol 100	70.1	60.7	89.8	99.4
Phytosterol 500	52.4	23.5	102.1	26.8
Tocopherol 50	96.8	95.4	113.5	115.1
Tocopherol 100	89.2	90.9	119.3	121.4
Tocopherol 500	71.5	85.4	131.9	123.9

나. 쌀 polyphenol획분의 산화적 스트레스 억제 및 암세포성장억제 활성

(1) 재료 및 방법

(가) 쌀 폴리페놀획분의 분리

현미를 농협에서 구입하여 분쇄기를 이용하여 분쇄한 후 현미와 핵산을 1:3 (w/v)으로 혼합하여 실온에서 5시간 방치한 후 핵산에 의해 추출된 탈지액은 버리고, 다시 핵산을 넣고 탈지하는 과정을 세 번 반복하였고, 탈지되고 남은 잔사를 15시간 동안 실온에서 건조하여 얻어진 탈지현미를 사용 시까지 -20℃ 냉동고에 저장하였다. 탈지현미 20 g에 80% 메탄올을 각 시료 중량의 5배에 해당하는 양을 넣고 균질화 시킨 다음 70℃에서 2시간 동안 환류냉각한 후 여과하여 얻은 여과액을 Rotary evaporator을 이용해 감압농축 시킨 후 80%메탄올로 회수하였다. 또한 탈지현미 20 g에 80% 메탄올을 위와 동일한 과정으로 shaking bath(40℃)에서 15시간 동안 추출하였다. 각 추출물의 제조 과정을 Figure 4-3에 요약하였다.

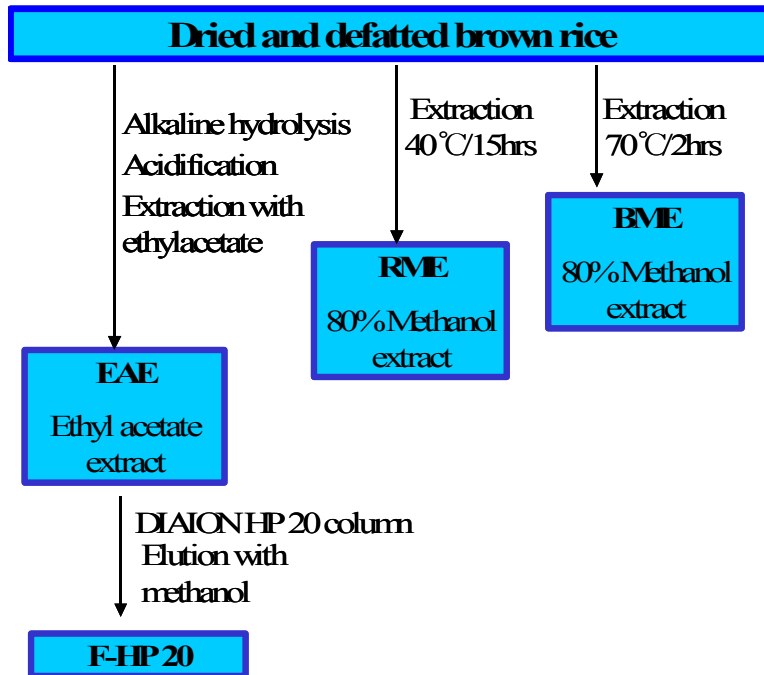


Figure 4-3. Extraction scheme for the preparation of extracts

① 알칼리 가수분해에 의한 추출

탈지현미 20g에 4M NaOH를 시료 중량의 5배에 해당하는 양을 넣고 균질화시킨 다음 질소 (N<sub>2</sub>) 충전을 하여 상온에서 2시간 가수분해를 진행하였다. 차가운 10N HCl로 가수 분해물을 pH 2-3으로 맞추고, 가수 분해물에 에틸아세테이트 100ml넣고 세게 흔들어 잘 섞은 후 4,000rpm에서 15분간 원심분리를 하였다. 원심분리 후 얻어진 상층액을 모으고 남은 잔사에 다시 에틸아세테이트를 넣고 원심분리 및 상층액을 모으는 과정을 3회 반복하였고, 이와 같이 얻어진 에틸아세테이트 상층액 분획만을 모아 감압농축 시켜 80% 메탄올로 회수하여 시료로 사용하였다.

② 흡착 크로마토그래피에 의한 정제

탈이온수로 평형화 된 DIAION HP20를 column (2.0 \* 30.0cm)에 충전한 후 시료를 80% 메탄올에 녹여 주입하였다. 이를 페놀-황산법으로 당이 검출되지 않을 때까지

지 3차 증류수로 세척한 후 100%메탄올로 bed volume의 3배를 용출시켜 HP 20 fraction (HPF)을 얻었다.

③ 총 폴리페놀 함량 분석

각 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu reagent 법을 이용하여 측정하였다. 각 추출물 0.1mL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2ml을 가하고 50% Folin시약 0.1mL를 넣어 실온에서 반응시킨 후 30분 후에 750nm에서 흡광도를 측정하였다.

④ HPLC에 의한 phenolic acid 분석

DIAION HP 20을 통해 얻은 분획과 에틸아세테이트 분획 그리고 상온과 고온에서 80% 메탄올 추출에 의해 얻어진 추출물을 HPLC system (JASCO)을 사용하여, Table 1의 조건하에서 분석하였다.

Table 4-16. HPLC condition for the total polyphenol compounds in brown rice extracts

Intrument	Jasco
Detector	UV 280
Column	Waters $\mu$ -bondapak C18
Mobile phase	Solvent A : 0.05% phosphoric acid (pH 2.8) Solvent B : Methanol 0 min 70% a 30% b 15~30 min 60% a 40% b 30 ~50 min 50% a 50% b 50 ~55 min 70% a 30% b
Flow rate	0.6ml/min
Injection volume	10ul

(나) 항산화 활성 측정

① DPPH radical scavenging activity

2절 1-가-1)와 동일한 방법으로 측정하였다.

## ② 산화적 스트레스 억제 활성 측정

2절 1-가-1)와 동일한 방법으로 측정하였다.

## ③ ABTS<sup>+</sup> 소거능 측정

ABTS<sup>+</sup>(2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) 소거능 활성은 Van den Berg 등 (2000)의 방법을 변형하여 측정하였다. 1.0 mM의 2,2-azobis(2-amidino-propane)dihydrochloride(AAPH)은 phosphate-buffered saline solution(100 mM potassium phosphate buffer, pH 7.4, containing 150 mM NaCl)에 녹인 2.5 mM의 ABTS (2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)와 섞은 후 68℃의 항온조에서 15분 동안 반응시켰다. Blue-green ABTS radical solution의 농도는 734 nm에서  $0.70 \pm 0.02$  (mean  $\pm$  SD)가 되도록 조정하였다. 여러 가지 농도의 0.02 mL의 시료 용액에 0.98mL ABTS radical solution을 첨가하여 반응시킨 후, 37℃ 항온수조에서 10분간 반응시키며 734 nm에서 감소하는 흡광도 정도를 측정하였다. 대조군 용액은 80% 메탄올로 하였고, 표준 물질은 trolox (vitamin E analogue)을 이용하였고, ABTS<sup>+</sup> 소거 활성은 trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)로 표시하였다.

## ④ LDL 산화에 대한 항산화 활성

Human LDL을 Hirano (1997)의 방법으로 산화를 유도하였다. 인산완충액 (pH 7.0)에 LDL 용액 0.8 mL (100  $\mu$ mole protein)을 1 mL curvet에 넣고 5 mM CuSO<sub>4</sub>로 산화를 유도하였다. LDL 산화는 생성되는 conjugated diene의 흡광도를 234 nm에서 경시적으로 측정함으로써 조사하였고 시험물질 유무에 따른 LDL 산화 정도는 산화지연시간 (lag time)을 사용하였다.

## ⑤ 암세포성장억제 활성

2절 1-가-2)와 동일한 방법으로 측정하였다.

## (2) 결과 및 고찰

### (가) 추출방법에 따른 추출물의 특성

쌀로부터 폴리페놀 획분을 분리하기 위하여 각종 추출방법을 통해 추출물을 얻어 분석한 결과를 Table 4-17에 나타내었다. 탈지현미 분말을 상온과 고온에서 80%메탄올로 추출한 방법과 에틸아세테이트 추출방법에 의해 시료 100 g으로 부터 추출된 총 폴리페놀의 량은 각각 51.6 mg, 6.20 mg, 73.2 mg으로 나타나 추출방법 중 가수분해를 통한 에틸아세테이트 추출방법이 가장 효과적인 방법임을 확인할 수 있었다. 반면 위 추출물들의 고형분 함량은 각각 3 g, 1.35 g, 1.2 g으로 수율면에서는 에틸아세테이트 추출방법이 다른 방법에 비해 낮은 것으로 나타났으며 추출물의 총 폴리페놀함량은 BME가 1.7%, RME가 0.4%, EAE가 5.83% 나타났다.

Table 4-17. The comparison of extracting efficiencies using various conditions for the determination of total polyphenols in brown rice

Extraction conditions	TPC <sup>1</sup> (mg/100g brown rice)	Solid content (g/100g brown rice)	TPC content (%)
BME <sup>2</sup>	51.60	3.00	1.72
RME <sup>3</sup>	6.20	1.35	0.44
EAE <sup>4</sup>	73.20	1.20	5.83

<sup>1</sup> TPC : Total polyphenol contents

<sup>2</sup> BME : 80% methanol extraction at boiling(70℃), 2hrs

<sup>3</sup> RME : 80%methanol extraction at mild condition(40℃), 15hrs

<sup>4</sup> EAE : Ethyl acetate extraction after alkaline hydrolysis (4M NaOH, 2hrs)



(나) 폴리페놀획분의 분리 및 정제

현미 추출물 중에서 총 폴리페놀 함량이 높은 에틸아세테이트 추출물 (EAE)을 정제하기 위해 100%메탄올에 녹여 DIAION HP 20 open column을 통과시켜 분획물 (F-HP 20)을 얻어 에틸아세테이트 추출물과 F-HP 20을 Waters  $\mu$ -bondapak C18 column이 장착된 HPLC system을 이용해 성분을 분석한 결과는 Table 4-18과 같으며 chromatogram은 Fig. 4-4와 같다. F-HP 20 분획물이 EAE보다 주된 phenolic acid 함량이 높게 나타났으며, 주된 phenolic acid인 ferulic acid와 p-coumaric acid의 경우 1.3배 이상 증가한 것으로 나타났다. 또한 총 phenolic acid 함량은 EAE획분이 약 4.3% 이었고 F-HP 20 획분은 5.3%이었다.

Table 4-18. The Composition of ethyl acetate extract and fraction eluted with methanol from HP-20 chromatography in brown rice

Fraction	Phenolic acid content (mg/100g solid content)					sum
	m-Hydroxybenzoic acid	benzoic acid	p-coumaric acid	ferulic acid	sinapic acid	
EAE <sup>1</sup>	86.461	807.027	1247.570	2206.196	103.287	4364.08
F-HP 20 <sup>2</sup>	62.855	319.856	1664.860	2936.950	387.851	5372.372

<sup>1</sup> EAE ethyl acetate extract

<sup>2</sup> F-HP20 fraction eluted with 100% methanol by DIAION HP-20 column

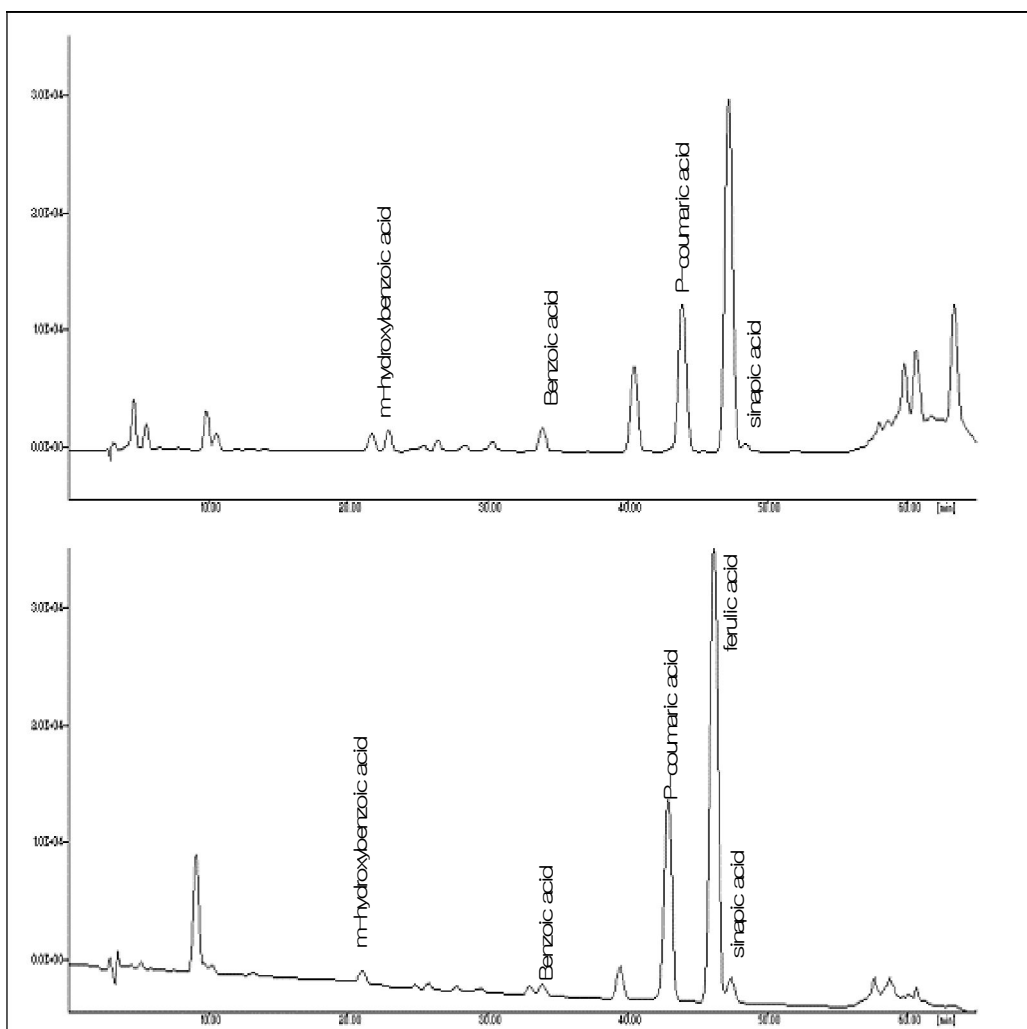


Figure 4-4. Chromatogram of ethyl acetate extract and F-HP 20 eluted with methanol from HP-20 chromatography in brown rice

A : ethyl acetate extract

B : F-HP 20

(다) 현미 폴리페놀 획분의 항산화 활성

① DPPH radical 소거능 및 TBARS 생성 억제능 측정

달지현미로부터 추출방법을 달리하여 얻어진 추출물의 DPPH 래디칼 소거능과 간조직 microsomes의 산화적 스트레스에 대한 억제능을 통하여 항산화 효과를 검토한 결과는 Table 4-19와 같다. DPPH 래디칼 소거능을 보면 DIAION HP-20 column chromatography로부터 얻은 분획물 F-HP20이 에틸아세테이트 추출물 (EAE)보다 높은 활성을 보였으며 메탄올 가열추출물이 가장 낮은 활성을 나타내었다. 간 마이크로솜의 산화적 스트레스에 의해 유발된 지질과산화물의 생성억제능을 측정한 결과 BME가 가장 낮았고, EAE가 가장 높은 활성을 나타내었으며 F-HP 20은 EAE와 유사한 활성을 나타내었다.

Table 4-19. Antioxidant activities of several extracts using various extracting conditions in brown rice

Extracts	DPPH radical scavenging activity (%)	Inhibition of TBARS formation (%)
	1mg/mL	2mg/mL
BME	41.32	29.61
RME	86.51	37.20
EAE	64.40	62.12
F-HP 20	89.71	60.22

② ABTS radical 소거 활성 측정

추출방법을 달리하여 얻은 현미 추출액의 ABTS 래디칼 소거능을 측정하였다. 표준물질로 사용한 trolox는 vitamin E의 analogue로서 물에도 잘 녹는 성질을 가지므로 본 실험의 positive control로 이용하였고 여러 가지 현미 추출물들의 항산화 활성능은 TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity)로 나타내었다. 그 결과 EAE 획분이 타 획분에 비하여 현저하게 높은 활성을 나타내었고, 특히 ABTS radical

scavenging activity를 보면 EAE 획분은 50 ug/mL까지 용량 의존적 반응을 나타내었고 50 ug/mL 첨가시는 95% 이상으로 매우 높은 활성을 나타내었다.

Table 4-20. Antioxidant properties of brown rice extracts.(mean  $\pm$  SD, n=3)

Extracts	TEAC
BME <sup>1</sup>	4.30 $\pm$ 0.27
RME <sup>2</sup>	5.60 $\pm$ 0.12
EAE <sup>3</sup>	1.30 $\pm$ 0.03
F-HP 20 <sup>4</sup>	5.26 $\pm$ 0.25

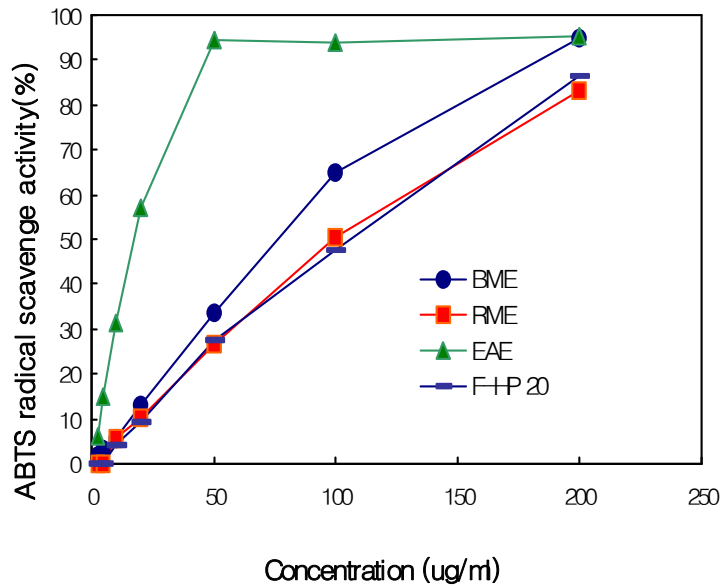


Figure 4-5. ABTS radical scavenging activity

### ③ LDL 산화 억제 활성

각 추출방법별 폴리페놀 추출물이 동맥경화의 주된 원인중의 하나로 알려져 있는 LDL-콜레스테롤의 산화를 어느 정도 억제하는가를 분석하였다. 즉, LDL의 산화를 lag time으로 산정한 LDL 산화억제활성을 Fig. 4-6에 나타내었다. 그 결과 각 폴리페놀 추출물 모두 첨가농도가 증가함에 따라 LDL-oxidation 억제능이 증가하였다. 아무것도 처리하지 않은 blank 조건에서 약 85의 Lag time을 얻었으나, 각 추출물 및 폴리페놀 화분을 처리함으로써 산화가 지연되는 것을 알 수 있었다. 그중 10 ug/mL 첨가시 다른 추출물은 lag time이 거의 지연되지 않았으나 EAE는 약 158분으로 크게 증가하였다. 50 ug/mL 첨가시는 모든 추출물에서 lag time이 증가하였는데, BME와 RME는 약 140분정도이었고 HP-20은 300분 정도로 크게 증가하였으며 EAE는 900분 이상 LDL의 산화를 지연시켰다. 그림에는 나타내지 않았으나 알려진 표준품 ferulic acid의 경우 2.5 ug/ml에서  $189.5 \pm 2.02$  min의 lag time을 보여 매우 높은 산화 지연 활성을 나타내었다.

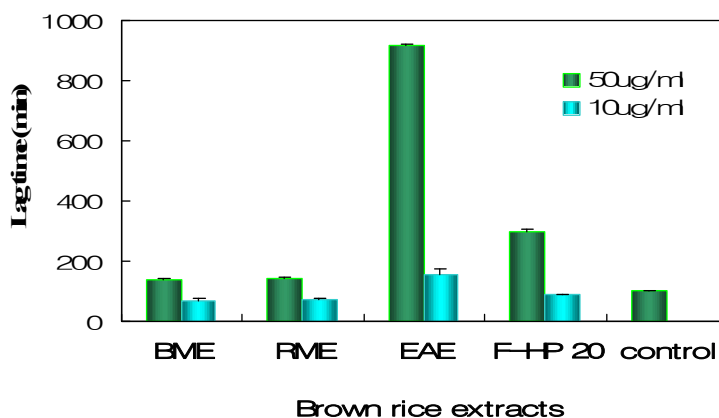


Figure 4-6 . Effect of brown rice extracts on LDL oxidation

(라) 암세포 성장 억제 활성

폴리페놀 각 추출물이 인체유래 암세포 (신경세포, 유방암, 폐암, 대장암세포)의 성장에 미치는 영향을 MTT assay을 이용하여 검토하였다. 전반적으로 보아 대부분의 세포에서 EAE가 가장 높은 활성을 나타내었고 다음은 F-HP20 이었으며 BME가 가장 낮은 활성을 나타내었다. BME의 경우 SK-NSH, MCF-7에서 활성이 있는 것으로 나타났고, EAE와 F-HP 20의 경우 모든 cell에서 비슷한 패턴을 보였고, MCF-7을 제외한 모든 세포에서 세포 성장억제능을 보였다. 또한 HT-29 에서는 활성이 거의 미미하였다.

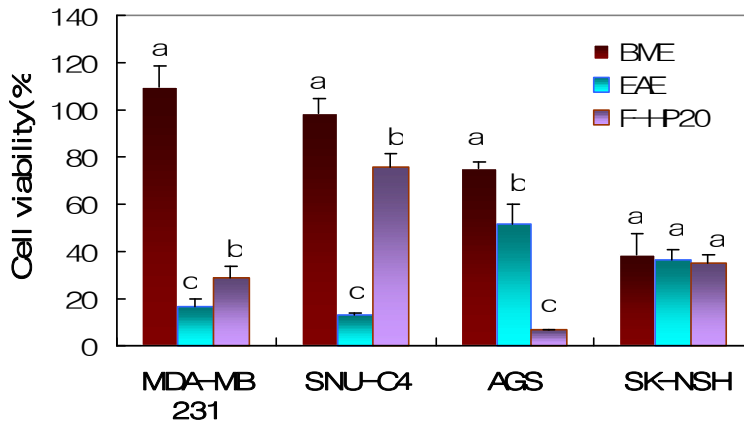


Figure 4-7. Cytotoxicity of brown rice extracts (500ug/ml) in several cell lines. All values are significantly different ( $p < 0.001$ ) by Duncan's multiple range test.

Table 4-21. Cytotoxicity of brown rice extracts in various human cancer cell line

	0	100 $\mu\text{g/ml}$	500 $\mu\text{g/ml}$	1000 $\mu\text{g/ml}$
SK				
BME	100 $\pm$ 9.7	113.9 $\pm$ 9.5	38.3 $\pm$ 9.3	24.9 $\pm$ 5.8
EAE	100 $\pm$ 7.4	116.0 $\pm$ 8.0	36.5 $\pm$ 4.1	44.3 $\pm$ 7.2
F-HP 20	100 $\pm$ 7.4	115.4 $\pm$ 8.6	35.2 $\pm$ 3.1	34.9 $\pm$ 1.0
MDA MB 231				
BME	100 $\pm$ 10.4	107.1 $\pm$ 15.2	109.7 $\pm$ 8.8	11.2 $\pm$ 1.6
EAE	100 $\pm$ 2.2	115.0 $\pm$ 6.6	16.4 $\pm$ 3.7	23.5 $\pm$ 3.5
HP 20	100 $\pm$ 2.2	106.3 $\pm$ 4.7	28.7 $\pm$ 5.3	13.6 $\pm$ 2.4
MCF-7				
BME	100 $\pm$ 6.5	103.1 $\pm$ 3.6	44.8 $\pm$ 18.5	30.1 $\pm$ 17.2
EA	100 $\pm$ 8.0	115.0 $\pm$ 10.2	80.1 $\pm$ 18.2	40.6 $\pm$ 12.3
HP 20	100 $\pm$ 2.2	112.9 $\pm$ 12.6	55.6 $\pm$ 7.0	31.2 $\pm$ 7.6
SNU C4				
BME	100 $\pm$ 7.6	93.9 $\pm$ 11.6	98.3 $\pm$ 6.8	54.9 $\pm$ 10.5
EA	100 $\pm$ 5.2	97.8 $\pm$ 10.4	13.3 $\pm$ 0.7	8.6 $\pm$ 0.3
HP 20	100 $\pm$ 5.2	102.2 $\pm$ 6.6	75.9 $\pm$ 5.7	11.4 $\pm$ 9.3
AGS				
BME	100 $\pm$ 3.7	95.8 $\pm$ 4.4	74.9 $\pm$ 2.9	7.1 $\pm$ 1.5
EA	100 $\pm$ 3.2	96.6 $\pm$ 3.3	51.6 $\pm$ 8.2	13.1 $\pm$ 0.3
HP 20	100 $\pm$ 3.2	96.7 $\pm$ 9.3	6.7 $\pm$ 0.5	7.3 $\pm$ 0.3
HT-29				
BME	100 $\pm$ 2.3	101.9 $\pm$ 4.1	100.8 $\pm$ 1.9	99.5 $\pm$ 7.1
EA	100 $\pm$ 7.3	92.6 $\pm$ 7.8	81.5 $\pm$ 5.4	18.7 $\pm$ 4.3
HP 20	100 $\pm$ 7.3	97.3 $\pm$ 3.9	98.6 $\pm$ 6.3	55.7 $\pm$ 6.3

### 3. 쌀 tocols 획득이 체내 지질대사에 미치는 영향

#### 가. 실험재료 및 방법

##### (1) 실험동물 및 식이의 조제

실험동물은 SD계 rat 5주령의 수컷을 대한바이오링크로부터 구입하여 1주간 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 실험식은 AIN-76 식이조성에 준하여 식이를 조성하였고 실험군은 corn oil 의 일부를 rice tocals fraction로 대체하여 조제하였다.(Table 4-22)

Table 4-22. Composition of experimental diet (unit: g/kg diet)

	Group I (Normal)	Group II (HC)	Group III (Tocols)
Casein	200	200	200
Corn oil	65	65	50
Mineral mix. <sup>1)</sup>	35	35	35
Vitamin mix. <sup>2)</sup>	10	10	10
Choline chloride	2	2	2
Methionine	3	3	3
Cellulose	50	50	50
Sucrose	200	200	200
Corn starch	435	423.75	423.75
Cholesterol	-	10	10
Taurocholate	-	1.25	1.25
Rice oil	-	-	-
Rice fraction	-	-	15

<sup>1)</sup>AIN-76 mineral mixture, <sup>2)</sup>AIN-76 vitamin mixture



## (2) 실험동물의 사육

환경에 적응시킨 흰쥐는 난괴법에 따라 normal군, control군, rice tococls fraction 군의 3그룹으로 나눈 뒤 각각의 실험식이료를 공급하였고 물과 식이는 자유로이 섭취하도록 하였으며 4주간 사육하였다. 사육기간 중 체중은 매주 한번 씩 측정하였다.

## (3) 흰쥐의 혈액 채취 및 주요 장기 적출

사육이 끝난 실험동물은 약 12시간 절식시킨 후 에테르 마취 후에 개복하여 복부 대동맥에서 혈액을 채취하고 간, 콩팥, 비장, 부고환지방을 적출하였다. 혈액은 2600rpm에서 원심 분리하여 혈청을 분리하고 각 장기는 생리식염수 내용액에 세척하여 trimming 후 여과지로 표면의 수분을 제거하여 무게를 측정하였다

## (4) 혈청 분석

혈청 중 지질함량 및 ALT, AST활성의 측정은 (주)신양화학의 kit를 이용하여 분석하였다. 총콜레스테롤은 cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyzime-V, HDL-콜레스테롤은 HDL-C555, 유리지방산은 NEFA-zyme-S로 함량을 측정하였으며, AST 및 ALT는 Reitman-Frankel법에 준한 혈청 지오티, 지피티 측정 kit로, ALP는 King-king법을 변경 개량한 뉴-케어-포스로 측정하였다. 유리콜레스테롤은 (주)아산 제약의 kit를 이용하여 분석하였다. 과산화 지질은 Yagi법에 준하여 분석하였다.

## (5) 간장중 과산화 지질 및 지질함량 분석

과산화 지질의 분석은 Ohkawa등의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 간 1g에 1.15% KCl 4.5 mL을 가하여 Teflon Potter Elvehjem homogenizer로 마쇄한 후 600×g에서 10분간 원심분리하여 그 상층액을 과산화지질분석을 위한 시료로 사용하였다. 표준 물질로서는 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하였다. 간조직중의 지질은 Floch법으로 추출하여 총 지방함량을 구하고, 분석 kit을 사용하여 총 콜레스테롤과 중성지방의 함량을 측정하였다.

(6) 효소원의 조제 및 G6PDH와 ME 활성 측정

간조직 2 g당 15 mL의 0.25 M sucrose/0.5M EDTA를 가하여 병냉하에서 Teflon Potter-Elvehjem homogenizer로 마쇄하여 얻은 균질액을 4°C, 20,000×g에서 10분간 원심분리하여 postmitochondrial supernatant를 얻어 이를 Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH)와 malic enzyme (ME)활성측정을 위한 효소원으로 사용하였다. G6PDH 활성은 NADP가 glucose-6-phosphate를 산화시켜 생성된 NADPH의 양을 측정하는 Bergmeyer의 방법에 준하였으며, ME활성은 효소에 의해 환원된 NADPH의 생성율을 측정하는 Ochoa의 방법에 따라 분석하였다.

나. 실험 결과 및 고찰

(1) 실험동물의 체중, 장기중량 및 식이 효율

실험동물의 체중변화, 사료섭취량 및 식이효율은 Table 4-23과 같다. 우선 체중증가량을 보면 고콜레스테롤군은 정상군에 비하여 체중이 증가하였으며 tocols fraction 첨가군은 고콜레스테롤군보다 낮은 값을 나타내었다. 식이섭취량에 있어서도 정상군에 비하여 고콜레스테롤군이 높았으며 tocols fraction군은 대조군과 유사하였다. 식이섭취량과 체중으로 산출한 FER은 통계적 유의차는 없었으나 tocols fraction 군은 낮은 값을 나타내었다. 각 군의 장기무게를 보면, 우선 간장의 무게는 체중증가량과 거의 유사한 경향을 나타내었으며 신장의 무게는 고콜레스테롤 대조군이 가장 높았고 다음은 tocols군, 정상군의 순으로 tocols군은 정상군과 유사하였다. 비만도를 나타내는 하나의 척도인 부고환지방의 무게는 고콜레스테롤 대조군이 4.94로 가장 높았고 tocols군이 4.11로 가장 낮은 값을 나타내었다.

Table 4-23. The effect of rice tocols fraction on body and organ weight in experimental rats.

parameters	Group I (Normal)	Group II (HC)	Group III (Tocols)
Final body weight (g)	370.96 ± 9.51	385.27 ± 5.46	376.51 ± 8.45
Liver weight (g)	11.26 ± 1.01 <sup>b</sup>	17.72 ± 0.53 <sup>a</sup>	15.78 ± 0.47 <sup>a</sup>
Relative liver weight*(%)	2.97 ± 0.27 <sup>b</sup>	4.68 ± 0.14 <sup>a</sup>	4.18 ± 0.12 <sup>a</sup>
Kidney weight (g)	2.63 ± 0.09 <sup>b</sup>	2.91 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.68 ± 0.09 <sup>ab</sup>
Spleen weight (g)	0.91 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.03 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.93 ± 0.02 <sup>ab</sup>
Epididymal fat pads (g)	4.64 ± 0.17 <sup>ab</sup>	5.14 ± 0.37 <sup>a</sup>	4.11 ± 0.29 <sup>b</sup>

Values are mean standard error of the mean for 10 rats, and the means with the same roman superscripts (a and b) in a row were not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. \*Relative liver weight = (liver weight)/ (body weight) × 100. Rats were fed each of the experimental diets for 4 wk; Group I, normal diet; Group II, high cholesterol diet; Group III, 1.5% rice tocols concentrate supplement to the high cholesterol diet

## (2) 혈청 지질함량의 변화

고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐에 있어서 rice tocols 획분이 혈청 지질함량에 미치는 영향을 Table 4-24에 나타내었다. 총콜레스테롤은 정상군에 비하여 고콜레스테롤식이에 의하여 유의하게 증가하였으나 rice tocols 획분을 첨가함으로써 총콜레스테롤이 유의하게 감소하였다. 한편 HDL 콜레스테롤은 항동맥경화지표로서 체내 콜레스테롤을 말초혈관으로부터 간으로 운반, 대사되어 동맥경화를 관상동맥 질환에 대하여 방어작용을 한다고 알려져 있다. 고콜레스테롤 대조군의 HDL-콜레스테롤은 정상군에 비하여 약 58% 감소하였으나 rice tocols 획분을 첨가함으로써 증가하였다. 동맥경화지수인 AI index를 보면 정상식이군이 0.86인데 비하여 고콜레스테롤 대조군은 3.09로 3배 이상 유의하게 증가하였으나 rice tocols 획분은 1.89로 유의하게 감소하였다. 또한 중성지방함량도 통계적 유의차는 없었으나 총콜레스테롤과 유사한 경향을 나타내었으며 유리지방산 함량은 각 군에 따른 차이가 없었다

Table 4-24. The effect of rice tocoles fraction on the concentrations of serum lipid profiles in experimental rats.

Parameters	Group I (Normal)	Group II (HC)	Group III (Tocols)
Total cholesterol(mg/dl)	57.42 ± 1.58 <sup>b</sup>	65.40 ± 2.65 <sup>a</sup>	64.84 ± 3.17 <sup>a</sup>
Triacylglycerol (mg/dl)	74.39 ± 6.07	71.11 ± 1.97	69.58 ± 2.88
HDL-cholesterol (mg/dl)	41.44 ± 1.16 <sup>a</sup>	17.34 ± 0.98 <sup>c</sup>	24.86 ± 1.19 <sup>b</sup>
Free cholesterol (mg/dl)	17.25 ± 0.73	17.57 ± 1.54	18.13 ± 0.33
Free fatty acid (uEq/L)	841.18 ± 41.94	889.52 ± 36.58	863.84 ± 42.17
Atherogenic index*	0.86 ± 0.17 <sup>c</sup>	3.09 ± 0.50 <sup>a</sup>	1.89 ± 0.26 <sup>b</sup>

### (3) 간기능 관련 효소활성 및 TBARS

Table 4-25 , Fig 4-8 에는 혈청중 간기능 관련 효소활성도 및 과산화 지질 함량의 변화를 나타내었다. AST의 활성을 보면 정상군은 63.6 Karmen unit였으나 고콜레스테롤식이를 급여한 대조군은 94.8 Karmen unit로 유의하게 증가하였다. 그러나 rice tocols 획분군은 대조군에 비하여 유의하게 감소하여 정상군과 동일한 수준을 나타내었다. Rice tocols 획분의 AP 활성도 고콜레스테롤 대조군에 비하여 낮은 값을 나타내었다. AST 등은 고지방식, 알콜 등으로 지방간이 유발되었거나 간독성 물질에 의하여 간세포가 손상되어 이들 효소가 혈중으로 방출되어 높은 값을 나타내는데 본 연구결과로 볼 때 rice tocols 획분은 고콜레스테롤식으로 인한 간손상을 보호하는 역할을 하는 것으로 사료된다. 또한 혈중 과산화 지질함량을 나타낸 TBARS도 고콜레스테롤 식이에 의하여 크게 증가하였으나 rice tocols 획분을 첨가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 간장중의 과산화 지질함량은 고콜레스테롤 식이에 의하여 유의하게 증가하는 반면 rice tocols 획분군에서는 대조군에 비하여 유의하게 감소하여 정상군과 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 rice tocols 가 *in vitro* assay에서 강한 항산화력을 나타낸 것과 일치하는 결과이다.

Table 4-25. Effect of rice tocols fraction on the activities of serum aspartate transaminase (AST), alanine transaminase (ALT), and alkaline phosphatase (AP) in rats

Parameter	Group I (Normal)	Group II (HC)	Group III (Tocols)
AST (Unit/ml)	63.60± 3.17 <sup>b</sup>	94.80± 4.60 <sup>a</sup>	55.00 ± 1.86 <sup>b</sup>
ALT (Unit/ml)	20.75± 1.92 <sup>b</sup>	28.63± 0.75 <sup>a</sup>	28.63± 1.72 <sup>a</sup>
AP (Unit/100ml)	27.40 ± 2.50 <sup>b</sup>	39.71± 3.65 <sup>a</sup>	35.79± 1.41 <sup>a</sup>

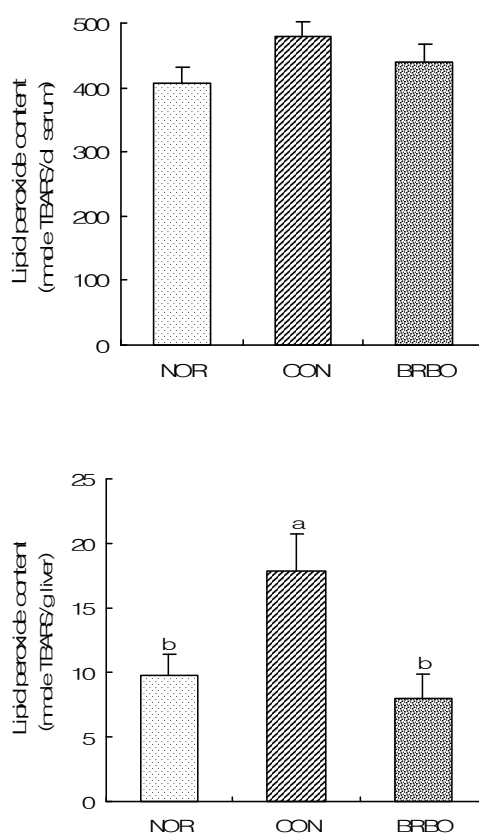


Fig. 4-8 Effect of Rice tocols fraction on serum and hepatic thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) contents in rats. Values are mean standard error of the mean for 10 rats, and the means with the same roman superscripts (a and b) were not significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

#### (4) 간조직중의 지질 함량의 변화

간장중의 총 지질 함량을 보면 (Table 4-26) 정상군에 비해 대조군이 약 3배 증가하였으며 rice tocots 획분은 고콜레스테롤식이에 의하여 증가된 총지질함량을 유의하게 감소시켰다. 간장 중 총 콜레스테롤과 중성지방도 고콜레스테롤 식이에 의하여 정상군의 10배이상 증가하였다 그러나 rice tocots 획분을 첨가함에 따라 고콜레스테롤에 의한 간장의 총콜레스테롤과 중성지방의 축적량이 유의하게 감소하여 쌀유래 tocots 획분은 간장 내 지방의 축적을 예방하는데 매우 효과적인 것으로 나타났다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 rice tocots 획분은 고콜레스테롤 식이로 인한 체내지질함량을 감소시키는 효과가 뚜렷하며 이는 rice tocots의 체내 항산화작용과도 연관이 있는 것으로 사료되었다.

Table 4-26. The effect of rice oil and rice fraction on the content of total lipid, cholesterol and triglyceride in liver of experimental rats.

	Group I (Normal)	Group II (HC)	Group III (Tocols)
Total lipid(g/g liver)	0.14±0.01 <sup>d</sup>	0.43±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.01 <sup>c</sup>
Total cholesterol (mg/g liver)	2.24±0.15 <sup>c</sup>	33.00±1.37 <sup>a</sup>	27.76±1.33 <sup>b</sup>
Triglyceride (mg/g liver)	15.26±1.65 <sup>c</sup>	54.01±2.41 <sup>a</sup>	44.84±2.35 <sup>b</sup>

#### 4. 쌀 phytosterol 획분이 자연발증고혈압쥐의 혈압조절에 미치는 영향

##### 가. 실험재료 및 방법

##### (1) 실험동물 및 식이의 조제

실험동물은 5주된 고혈압쥐(SHR/NCrj) 숫컷을 일본 ChalsRiver사에서 구입하여 1주일간 환경에 적응을 시킨 후 사용하였다. 실험식은 AIN 76을 기본으로 하여 대조군을 제조하였고 쌀과 밀가루 powder 군은 대조군의 corn starch대신 각각의 powder를 50% 첨가하고 powder내 함유되어 있는 지방 및 단백질을 환산하여 동일한 열량이 되도록 보정하였다. 통밀과 현미 phytosterol군은 대조군의 corn oil 대신 현미와 통밀의 phytosterol 추출물을 사용하였다. (Table 4-27)

Table 4-27. The composition of experimental diet (g/kg diet)

	Control	Rice Powder	Wheat Powder	Rice Phytosterol	Wheat Phytosterol
Casein	200	163.5	139.7	200	200
Corn oil	50	38	38.9	-	-
Mineral mix.	35	35	35	35	35
Vitamin mix.	10	10	10	10	10
Choline chloride	2	2	2	2	2
Methionine	3	3	3	3	3
Cellulose	50	50	50	50	50
Sucrose	150	150	150	150	150
Corn starch	500	48.5	71.4	500	500
<b>Powder</b>	-	500	500	-	-
<b>Phytosterol</b>	-	-	-	50	50

### (2) 실험동물의 사육

환경에 적응시킨 실험동물 SHR은 초기 혈압을 기준으로 난괴법에 따라 5군으로 나누는 후 물은 자유 공급하여 3주간 사육하였다. 실험식기와 물은 자유롭게 먹도록 하였으며 실험동물의 혈압과 체중은 매주 한번씩 측정하였다. 혈압 측정은 Indirect Automatic Blood Pressure (LE 5002, Panlab s.l. SPAIN)이용하여 꼬리 정맥에서 측정하였으며 5반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

### (3) 혈액 채취 및 주요 장기 적출

사육이 끝난 실험동물은 약 12시간 절식시킨 후 에테르 마취 후에 개복하여 복부 대동맥에서 혈액을 채취하고 간, 콩팥, 비장, 부고환지방을 적출하였다. 혈액은 2600

rpm에서 원심분리하여 혈청을 분리하고 각 장기는 생리식염수 냉용액에 세척하여 trimming 후 여과지로 표면의 수분을 제거하여 무게를 측정하였다

#### (4) 혈청 분석

혈청 중 지질함량 및 ALT, AST활성의 측정은 (주)신양화학의 kit를 이용하여 분석하였다. 총콜레스테롤은 cholestezyme-V, 중성지방은 Triglyzime-V, HDL-콜레스테롤은 HDL-C555, 유리지방산은 NEFA-zyme-S로 함량을 측정하였으며, AST 및 ALT는 Reitman-Frankel법에 준한 혈청 지오티, 지피티 측정 kit로, ALP는 King-king법을 변경 개량한 뉴-케어-포스로 측정하였다. 유리콜레스테롤은 (주)아산제약의 kit를 이용하여 분석하였다. 과산화 지질은 Yagi법에 준하여 분석하였다.

#### (5) 간장중 과산화 지질 및 지질함량 분석

과산화 지질의 분석은 Ohkawa등의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 간 1 g에 1.15% KCl 4.5 mL을 가하여 Teflon Potter Elvehjem homogenizer로 마쇄한 후 600×g에서 10분간 원심분리하여 그 상층액을 과산화지질분석을 위한 시료로 사용하였다. 표준물질로서는 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하였다. 간조직중의 지질추출을 위하여, 간 1 g에 0.9% NaCl 5 mL을 가하여 homogenize한 뒤  $\text{CHCl}_3$ :MeOH=2:1 (v/v) 25 mL을 넣어 세게 흔들어 mixing한 뒤 overnight 시켰다. 맨 아래 클로로포름 층을 whatman filter paper NO. 2로 여과한 후 농축시켰다. 지방수기의 무게를 미리 잰 후 농축 시킨 후의 무게를 뺀 값으로 총 지방 함량을 측정하였다. 측정된 지방수기는 다시 클로로포름 3 mL을 넣고 지방을 녹인 후  $\text{N}_2$  gas로 용매를 날려 준 후 triton: EtOH=1:3 (w/w) 40 ul를 넣어 (株)신양화학약품의 측정 kit를 사용하여 측정하였다.

#### (6) 통계처리

실험결과는 SAS를 이용하여 실험군당 평균  $\pm$  표준오차로 나타내었으며 각 군간의 유의차 검정은 분산 분석 후 Duncan's multiple range test법에 의하여 검증하였다.



## 나. 실험 결과 및 고찰

### (1) SHR의 체중 변화 및 식이 섭취량

실험동물의 식이섭취량 및 체중증가량은 Table 4-28과 같다. 우선 식이섭취량을 보면 현미와 통밀 powder군은 대조군과 거의 유사한 식이섭취량을 나타내었으나 phytosterol군은 낮은 섭취량을 보였다. 체중증가량에 있어서는 각 실험군 모두 대조군에 비하여 낮은 값을 나타내었는데, 현미 powder군은 대조군에 비하여 낮은 경향을 보인 반면, 나머지 3군은 대조군에 비하여 유의하게 낮은 값을 나타내었다. 또한 현미와 통밀의 powder 및 phytosterol의 섭취가 SHR의 장기무게에 미치는 영향을 조사한 결과 (Table 4-29) 통밀 powder군과 현미 phytosterol군의 간 중량은 대조군에 비하여 높은 경향을 나타내었으나 현미 powder군과 통밀 phytosterol군은 대조군과 유사하였으며 신장의 무게도 간장과 유사한 경향을 보였다. 한편 체지방 축적 또는 비만도를 나타내는 하나의 척도인 부고환지방의 무게는 실험군 모두가 대조군에 비하여 낮은 값을 나타내어 체중증가량과 유사한 경향을 보였다. 특히, 통밀 powder군과 현미, 통밀 phytosterol군의 부고환 지방무게는 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 현미 및 통밀의 phytosterol은 비만억제에 효과가 있을 것으로 기대된다.

Table 4-28. Changes of food intakes and body weight

	Food intake (g/rat/day)	weight gain (g)
Control	18.27±0.06 <sup>a</sup>	77.09±3.99 <sup>a</sup>
Rice-Powder	18.13±0.02 <sup>a</sup>	70.02±4.33 <sup>ab</sup>
Wheat-Powder	18.19±0.01 <sup>a</sup>	59.05±3.80 <sup>bc</sup>
Rice-Phytosterol	16.48±0.04 <sup>b</sup>	57.85±3.84 <sup>bc</sup>
Wheat-Phytosterol	16.34±0.05 <sup>c</sup>	55.75±4.60 <sup>c</sup>

Table 4-29. Organ weight in SHR for 3 weeks.

	Liver (g)	Kidney (g)	부고환지방 (g)
Control	7.79±0.17 <sup>b</sup>	1.77±0.03 <sup>a</sup>	2.90±0.10 <sup>a</sup>
Rice-Powder	7.88±0.19 <sup>b</sup>	1.77±0.14 <sup>a</sup>	2.44±0.06 <sup>bc</sup>
Wheat-Powder	8.21±0.21 <sup>ab</sup>	1.80±0.03 <sup>a</sup>	2.65±0.09 <sup>ab</sup>
Rice-Phytosterol	8.98±0.40 <sup>a</sup>	1.74±0.04 <sup>a</sup>	2.21±0.06 <sup>cd</sup>
Wheat-Phytosterol	7.54±0.23 <sup>b</sup>	1.63±0.04 <sup>b</sup>	2.12±0.10 <sup>d</sup>

(2) SHR의 혈압 변화

각 실험식으로 사육하는 동안 3주간의 혈압변화를 측정하여 table 4-30에 나타내었다. 대조군은 혈압이 계속 증가하는 반면, 통밀 powder군과 현미 powder군은 섭취 1주일까지는 증가하다가 2주부터 감소하기 시작하였고 섭취 3주후에는 유의하게 감소하였다. 통밀 phytosterol과 현미 phytosterol군은 혈압이 거의 증가하지 않았고 섭취 3주 후에는 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. 사육 3주후의 통밀과 현미군간의 혈압에는 통계적 유의차는 없었으나 현미군이 통밀군에 비하여 다소 더 낮은 값을 보였다.

Table 4-30. Changes of blood pressure in SHR for 3 weeks<sup>1)</sup>.

(unit : mmHg)

Weeks Group <sup>2)</sup>	0 week	1 weeks	2 weeks	3 weeks
Control	164.94±11.62 <sup>ns,3)</sup>	207.61±9.58 <sup>ns</sup>	209.24±8.67 <sup>ns</sup>	232.55 ±10.22 <sup>a,4)</sup>
Rice powder	162.42 ± 12.13	183.00 ± 23.73	186.38 ± 18.42	186.89 ± 6.15 <sup>b</sup>
Rice phytosterol	169.31 ± 8.12	179.34 ± 15.73	179.90 ± 14.68	179.44 ± 6.35 <sup>b</sup>
Wheat powder	168.26 ± 8.05	190.61 ± 12.05	197.07 ± 8.36	192.07 ± 7.31 <sup>b</sup>
Wheat phytosterol	167.37 ± 9.41	177.37 ± 11.25	189.22 ± 10.34	188.12 ± 8.27 <sup>b</sup>

1) Mean ± Standard Error

2) Abbreviations are the same as Table 1.

3) NS : Not significant at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

4) Values with different alphabet within the column are significantly different at  $\alpha = 0.05$  by Duncan's multiple range test.

### (3) 혈청과 간장의 지질함량 변화

자연발증 고혈압 모델쥐에게 현미와 통밀가루, 현미 phytosterol과 통밀 phytosterol 추출물을 공급하여 3주간 급여한 다음 혈청 지질함량의 변화를 Table 4-31에 나타내었다. 우선 중성지방 함량을 보면, 통밀 군이 가장 높아 대조군보다 유의하게 높은 값을 나타내었다. 현미군은 대조군과 차이가 없었고 현미 phytosterol군은 통계적 유의차는 없었으나 낮은 경향을 보였으며 통밀 phytosterol은 대조군에 비하여 유의하게 낮았다. 반면, 총콜레스테롤은 현미, 통밀 실험군 모두 대조군에 비하여 유의하게 높은 값을 나타내었으며 실험군간에는 차이가 없었다. 한편 HDL 콜레스테롤은 항동맥경화지표로서 체내 콜레스테롤을 말초혈관으로부터 간으로 운반, 대사되어 동맥경화를 관상동맥 질환에 대하여 방어 작용을 한다고 알려져 있다. HDL-콜레스테롤은 대조군이 다른 실험군에 비하여 유의하게 낮은 값을 나타내었고 쌀 phytosterol군과 통밀군은 대조군에 비하여 유의하게 높았다. 동맥경화지수인 AI index는 쌀군이 밀군 보다 낮은 값을 나타내었다.

Table 4-32에는 간장 중에서의 총 지질함량과 중성지방, 총 콜레스테롤의 함량을 나타내었다. 총 지질함량을 보면 대조군이 다른 실험군에 비하여 유의하게 높은 값을 나타내었으며 통밀과 현미 powder군의 간장 중 총 지질함량은 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. 그러나 현미 phytosterol군은 대조군에 비하여 감소하는 경향을 보였으며 통밀 phytosterol군은 유의하게 낮았다. 중성지방에 있어서도 총지질 함량과 유사한 경향을 보였는데 실험군 모두가 대조군에 비하여 유의하게 낮은 함량을 나타내어 현미와 통밀 모두가 자연발증 고혈압 모델 흰쥐에 있어서 간장중의 중성지방을 감소시키는 것으로 판단되었다. 또한 현미와 통밀간을 비교하여 보면 현미군보다 통밀군이 다소 더 낮은 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 없었다. 또한 간장중 콜레스테롤 함량도 중성지방과 유사한 경향으로 각 실험군은 대조군에 비하여 유의하게 감소하였고 실험군간에는 유의차가 없었으며 통밀과 현미군은 거의 유사한 경향을 보였다.

Table 4-31. Serum lipid profiles in SHR

	Triglyceride (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL cholesterol (mg/dl)	AI Index
Control	86.76±6.58 <sup>b</sup>	53.78±3.96 <sup>b</sup>	41.47±2.93 <sup>b</sup>	0.30±0.05 <sup>b</sup>
Rice-Powder	84.48±7.49 <sup>b</sup>	71.02±5.64 <sup>a</sup>	50.29±2.84 <sup>ab</sup>	0.35±0.06 <sup>ab</sup>
Wheat-Powder	117.80±19.12 <sup>a</sup>	74.49±9.12 <sup>a</sup>	54.39±2.92 <sup>a</sup>	0.47±0.15 <sup>ab</sup>
Rice-Phytosterol	78.98±9.50 <sup>b</sup>	74.87±3.65 <sup>a</sup>	55.79±4.92 <sup>a</sup>	0.33±0.14 <sup>b</sup>
Wheat-Phytosterol	47.33±4.65 <sup>c</sup>	75.46±2.29 <sup>a</sup>	46.92±1.87 <sup>ab</sup>	0.62±0.04 <sup>a</sup>

Table 4-32. Liver lipid contents in SHR

	Total lipid (mg/g)	Triglyceride (mg/g)	Total cholesterol (mg/g)
Control	69.61±1.76 <sup>a</sup>	23.68±3.29 <sup>a</sup>	2.35±0.07 <sup>a</sup>
Rice-Powder	51.55±4.61 <sup>c</sup>	10.18±2.14 <sup>b</sup>	1.92±0.20 <sup>b</sup>
Wheat-Powder	46.27±1.01 <sup>c</sup>	7.78±1.02 <sup>b</sup>	1.91±0.08 <sup>b</sup>
Rice-Phytosterol	61.83±3.25 <sup>ab</sup>	12.00±1.05 <sup>b</sup>	1.83±0.08 <sup>b</sup>
Wheat-Phytosterol	54.51±2.50 <sup>bc</sup>	5.87±0.85 <sup>b</sup>	1.91±0.11 <sup>b</sup>

(4) 간기능 관련 효소활성 및 조직중의 지질과산화물 함량

Table 4-33, 34에는 혈청중 간기능 관련 효소활성도 및 과산화 지질 함량의 변화를 나타내었다. GOT의 활성을 보면 대조군은 199.6 Karmen unit로 가장 높았고 통밀 powder군은 대조군에 비하여 낮은 경향을 보였으나 통계적인 유의차가 없었다. 그러나 현미 powder군 phytosterol군, 통밀 phytosterol군의 GOT활성은 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. 반면, GPT 활성은 현미와 통밀의 powder군에서는 대조군과 차이가 없었으나 phytosterol군에서는 대조군에 비하여 유의하게 감소하였다. 또한 조직중의 과산화 지질함량을 나타낸 TBARS을 분석한 결과 간장중에는 통밀 phytosterol군을 제외하고는 대조군과 유의한 차이를 나타내지 않았다. 신장중의 TBARS함량은 대조군에 비하여 실험군에서 낮은 값을 보였으며 현미, 통밀 모두 phytosterol군이 powder군에 비하여 낮은 값을 나타내었다.

Table 4-33. Activities of serum GOT and GPT in SHR

	GOT (karmen)	GPT (karmen)
Control	199.64±12.20 <sup>a</sup>	44.53±2.22 <sup>a</sup>
Rice-Powder	152.50±3.00 <sup>b</sup>	48.67±5.14 <sup>a</sup>
Wheat-Powder	166.67±14.28 <sup>ab</sup>	41.83±2.35 <sup>ab</sup>
Rice-Phytosterol	132.70±11.76 <sup>bc</sup>	34.37±4.10 <sup>b</sup>
Wheat-Phytosterol	102.36±7.83 <sup>c</sup>	22.20±2.34 <sup>c</sup>

Table 4-34. The contents of TBARS in liver and kidney of SHR

	Liver	Kidney
Control	254.22±12.30 <sup>ab</sup>	385.33±30.87 <sup>a</sup>
Rice-Powder	239.94±9.89 <sup>ab</sup>	312.62±27.66 <sup>a</sup>
Wheat-Powder	268.96±22.08 <sup>a</sup>	222.44±19.15 <sup>b</sup>
Rice-Phytosterol	241.01±12.15 <sup>ab</sup>	212.27±27.18 <sup>b</sup>
Wheat-Phytosterol	218.37±8.76 <sup>b</sup>	201.82±23.98 <sup>b</sup>

5. 쌀 polyphenol 획분이 db/db 마우스에서 당뇨조절에 미치는 영향

가. 실험재료 및 방법

(1) 실험동물 및 식이조성

1주일간 환경에 적응시킨 생후 6주령의 수컷 C57BL/KsJ-db/db 마우스를 7마리씩 난괴법 (randomized complete block design)에 의해 3군으로 분류하였다. 즉, 대조군 (control), 폴리페놀 획분군(EAE), ferulic acid 투여군 (FAE)으로 나누어 식이와 물은 자유롭게 먹도록 하였다. 실험에 사용한 식이의 조성은 AIN-76 조성에 근거하였고, 식이의 탄수화물 급원으로는 옥수수 전분 (corn starch)을, 지방 급원으로는 옥수수유 (corn oil, 제일제당)를 사용하였으며, 단백질 급원으로는 casein (casein,

Tekled, USA)을 사용하였다. 식이 섭취량은 일주일에 3회 일정한 시각에 측정하였고, 체중은 1주일에 1회 같은 시각에 측정하였다. 사육 기간 동안의 하루 평균 식이 섭취량과 그 동안의 체중 증가량을 계산하였다.

#### (2) 시료 채취

실험식이가 끝난 후에 4시간 절식시킨 후 안정맥에서 혈액을 채취하였고, 3000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻은 혈청을 지질 농도 분석과 혈청 인슐린 및 leptin과 혈당 분석에 사용하였다. 간은 적출하여 차가운 생리 식염수에 세척하고 여과지로 물기를 제거한 후 액화질소로 급속 냉동시켜  $-70^{\circ}\text{C}$  이하에서 냉동 보관하였다.

#### (3) 혈당 및 혈청의 지질 농도 분석

혈당은 Glucose card strips을 이용하여 측정하였다. 혈당을 측정하기 2시간 전에 식이를 제거하고 쥐꼬리 정맥에서 혈액을 취해 2시간 공복 시 혈당을 혈당 감지기 (Precision plus electrodes, Medisense UK)를 사용하여 측정하였으며, 공복 혈당은 1주일 간격으로 측정하였다. 혈당측정은 포도당 산화효소를 이용한 혈당 측정 kit (GLZYME, 신양화학)를 이용하여 측정하였다. 혈청 지질 농도를 측정하기 위해 효소법을 이용한 측정용 kit (신양화학)로 측정하였다.

#### (4) 혈청 인슐린과 leptin 측정

혈청 인슐린과 leptin의 수준은 각각 mouse insulin immunoassay (EIA kit, Shibayagi), mouse leptin immunoassay (EIA kit, R&D systems, Inc., USA)을 이용하여 혈액 중의 농도를 측정하였다.

#### (5) 간 조직의 MDA 및 항산화 효소 분석

실험동물에서 적출한 간을 0.9%의 식염수로 즉시 씻고 여과지로 수분을 제거한 다음 간조직 0.5 g에 0.25 M sucrose/0.5 M EDTA buffer를 가하여 균질기를 이용해 균질화시켰고, 600×g에서 10분간 원심분리 (Rotary vacuum evaporator R-114,

Swiss) 한 후 상층액을 취하여 TBARS와 효소 및 단백질 정량에 사용하였다. 이 상층액을 다시 10,000 g에서 30분간 원심 분리하여 post mitochondrial fraction을 얻어 이를 SOD, GPx 활성 측정에 사용하였으며, 조제된 시료는 분석시까지 -70℃에서 냉동보관하였다. 간의 TBARS 함량은 Ohkawa 등의 방법에 따라 분석하였으며, 표준물질로서는 1,1,3,-tetraethoxypropane을 사용하였다. Catalase는 Aebi의 방법에 준하였으며, SOD 활성은 Marklund의 방법, GPx는 Lawrence와 Burk의 방법을 사용하여 측정하였다.

#### (6) 단백질 정량

각 효소원의 단백질량은 Lowry법에 의하여 정량하였고 표준 단백질로는 bovine serum albumin을 사용하였다.

#### (7) 통계분석

모든 실험결과와 통계처리는 SAS 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 그 결과는 표준오차와 함께 평균값으로 표시하였다. 각 비교군들 간의 차이에 의한 유의성은 Duncan's Multiple test를 이용하였고, 혈중 insulin, leptin, glucose level들 간의 상관관계를 조사하기 위해 pearson correlation coefficients을 이용하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### (1)식이섭취량, 체중 및 조직 무게의 변화

당뇨쥐의 식이섭취량과 체중의 변화를 Table 4-35에 제시하였다. 하루 평균 식이섭취량 및 체중은 쌀 polyphenol 획분 및 ferulic acid 첨가에 따른 유의차가 없었다. 간장과 신장의 무게는(Table 4-36) 쌀 polyphenol 획분은 대조군에 비하여 감소하는 경향을 보였으나 통계적 유의차가 없었고 ferulic acid군은 유의하게 감소하였다.

Table 4-35. Growth and food intake of db/db mice(type II) fed experimental diets for 2 weeks<sup>1)</sup>

Groups	Food intake(g/day)	Body weight	
		Initial(g)	Final(g)
Control	7.23±0.34 <sup>NS</sup>	36.85±0.69	37.26±1.50 <sup>NS</sup>
EAE	7.57±0.10	34.51±1.11	36.63±1.25
FA	6.69±0.37	37.02±0.67	35.30±1.00

Table 4-36. Organ weights of diabetic mice (type II) fed experimental diets for 2 weeks

Groups	Liver(g)	Kidney(g)
Control	1.91±0.05 <sup>a*</sup>	0.45±0.02 <sup>a</sup>
EAE	1.73±0.06 <sup>ab*</sup>	0.40±0.01 <sup>ab</sup>
FA	1.67±0.09 <sup>b*</sup>	0.36±0.005 <sup>b</sup>

## (2) 혈당의 변화

당뇨 마우스에서 쌀 polyphenol 획분이 혈당변화에 미치는 영향을 Figure 4-9에 나타내었다. 실험초기의 공복 혈당은 평균 396.3±40.7 mg/dl에서 417.8±43.0 mg/dl 수준이었으며 실험기간이 경과되면서 점점 증가하는 경향을 보였다. 실험 17일 째 4 시간 후 공복혈당에서 glucose oxidase 산화효소법을 이용하여 측정한 결과 control 군에 비해 FA군과 EAE군에서는 유의적으로 낮은 혈당(P<0.001)을 나타내었다.



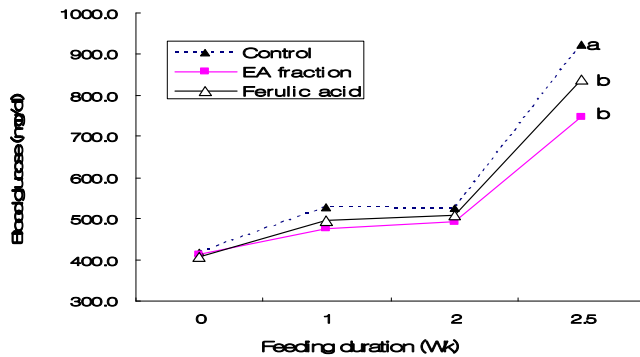


Figure 4-9. Blood glucose levels in diabetic mice (type 2) fed experimental diets

(3) 혈중 지질 수준의 변화

당뇨 마우스에서 쌀 ployphenol 획분이 혈중 콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 Table 4-36에 제시하였다. 혈청 총콜레스테롤 농도는 쌀 폴리페놀 획분인 EAE군은 대조군에 비하여 낮은 경향을 보였으나 통계적 유의차는 없었다. Ferulic acid군인 FA군은 대조군에 비하여 유의하게 낮은 값을 나타내었다. HDL-콜레스테롤은 각군 간에 유의차가 없었으나 LDL 콜레스테롤 농도는 control군에 비해 EAE군과 FA군에서 유의적(P<0.05)으로 낮은 결과를 보였으며 동맥경화지수(AI index)도 FA군이 가장 낮았으며 EAE군도 대조군에 비하여 낮은 값을 나타내었다.

Table 4-36. Comparison of serum total cholesterol, HDL and LDL-cholesterol concentrations in diabetic mice (type 2) fed experimental diets for 2 weeks.

Groups	Total(mg/dL)	HDL(mg/dL)	Ratio <sup>1)</sup>	LDL(mg/dL)	AI <sup>2)</sup>
Control	157.31±1.13 <sup>a</sup>	41.52±2.70 <sup>NS</sup>	0.28±0.04	88.73±8.25 <sup>a</sup>	2.79
EAE	142.36±4.67 <sup>a</sup>	42.75±2.05 <sup>NS</sup>	0.30±0.02	49.01±9.04 <sup>b</sup>	2.33
FA	114.08±13.00 <sup>b</sup>	38.66±4.83 <sup>NS</sup>	0.34±0.02	54.91±9.79 <sup>b</sup>	1.95

<sup>1)</sup> Ratio : (HDL-cholesterol)/(total cholesterol)

<sup>2)</sup> AI : Atherogenic index , (total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol  
Values are mean±SE (n=7), NS : Not significant

<sup>a, b</sup> : Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

(4) 혈청 인슐린과 leptin의 변화

혈청 인슐린과 leptin의 변화에 미치는 쌀 폴리페놀 획분의 영향을 Table 4-37에 나타내었다. 혈청 인슐린은 control군에 비해 EAE (미강 가수분해 추출물)군과 FA (standard ferulic acid suspension)군이 유의적 ( $P<0.05$ )으로 높은 인슐린 분비 현상을 보였는데, 이는 미강 속에 많이 존재하고 있는 폴리페놀 성분의 항산화 작용이 b-cell의 분비능을 향상시킨 것으로 사료되며, 이와 같은 연구결과는 항산화활성이 있는 astaxanthin이 당뇨쥐에서 glucose toxicity에 의한 췌장 b-cell의 인슐린 분비 저하를 향상시켰다는 보고와도 일치한다. 혈청 leptin의 수준도 control군에 비해 EAE군과 FA군에서 높은 혈청 수준을 가진 것으로 나타났다. 인슐린이 leptin의 생합성을 자극하여 지방 세포에서 포도당 대사를 조절하기 때문에, 혈청의 인슐린과 leptin의 수준은 서로 상호관계가 있다. 이번 연구결과에 의하면 혈청 인슐린과 혈당 수준간의 상관성에서 양의 상관관계( $r=0.3732$ ,  $P<0.01$ )를 보이며 혈청 인슐린의 농도가 높아질수록 혈당의 감소가 보였으며, 혈청 인슐린과 leptin의 correlation에서 양의 상관관계( $r=0.1383$ ,  $P<0.01$ )를 나타냈다 (Fig. 4-10).

Table 4-37. Concentrations of plasma insulin, leptin in diabetic mice (type 2) fed experimental diets for 2weeks<sup>1)</sup>.

Groups	Insulin(ng/mL)	Leptin(ng/mL)
Control	2.298±0.19 <sup>b*</sup>	51.89±8.54 <sup>b**</sup>
EAE	4.758±1.01 <sup>a*</sup>	74.85±2.35 <sup>a**</sup>
FA	4.027±0.76 <sup>ab*</sup>	52.55±2.15 <sup>b**</sup>

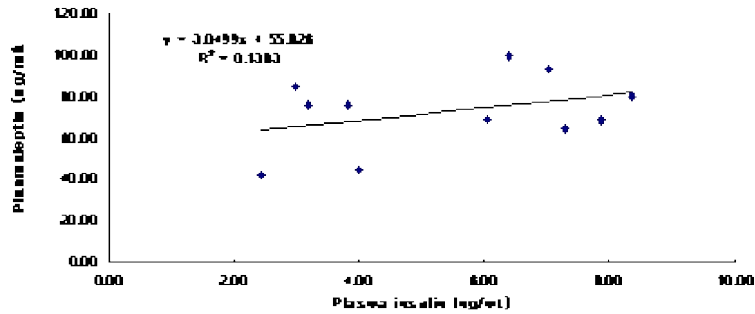
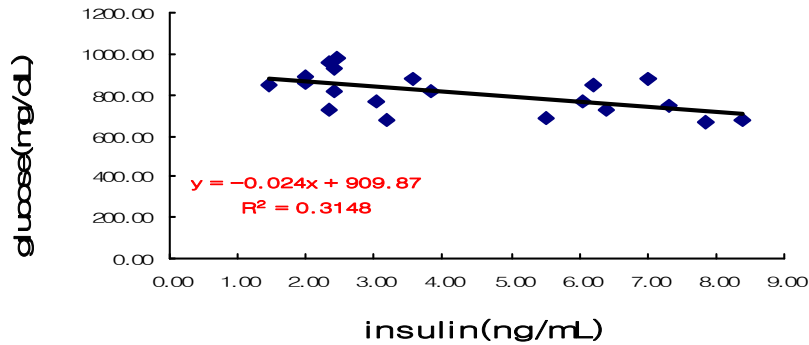


Figure 4-10. Correlations between plasma insulin level and blood glucose level(up) and plasma insulin level and leptin level(down) in diabetic mice (type 2) fed experimental diets for 2 weeks.

#### (5) 간조직중 항산화 효소 활성

지질 과산화는 생체외적인 요인뿐만 아니라 내적인 요인에 의해 생성된 oxygen free radical이 관여함으로써 야기되며 생체에는 free radical들을 조절할 수 있는 다양한 항산화효소인 catalase, SOD, GPx가 존재한다. 이들 항산화 효소들은 체내에 생성된 지질 과산화물을 단계별로 소거시키는 중요한 역할을 한다.

간조직중의 SOD와 catalase의 활성은 대조군에 비하여 쌀폴리페놀군이나 FA군에서 유의하게 낮은 활성을 나타내었으나 GSH-px활성은 군간의 유의차가 없었다.

Table 4-38. Activities of SOD, catalase, and glutathione-peroxidase determined from liver of diabetic mice fed experimental diets<sup>1)</sup>

(unit/min mg protein)

Groups	SOD	Catalase	GSH-pX
Control	4.14±0.08 <sup>a***</sup>	42.63±1.26 <sup>a***</sup>	243.83±7.45 <sup>ns</sup>
EAE	3.52±0.07 <sup>b</sup>	37.77±0.86 <sup>b</sup>	244.53±5.43
FA	3.66±0.09 <sup>b</sup>	21.43±0.76 <sup>c</sup>	256.62±8.05

## 6. 밥중심 식단의 영양적 우수성 평가 (위탁연구)

### 가. 대상자별 (청소년과 직장인)의 밥중심 식생활 기피 현황 및 분석

#### (1) 조사대상자

생활환경상 밥중심 식생활의 기피율이 높을 것으로 예상되는 고등학교 학생들 (15~17세)과 성인 직장인(20~45세의 직장인을 대상으로 하였다. 대상자들은 대구 지역에서 무작위법으로 선정하였다.

Table 4-39. 조사대상자의 범위

대상자	특성	남	여	계
청소년 (15-17세)	고교생	184	248	432
직장인 (20-49세)	생산직	102	103	428
	사무직	85	138	

### 나. 밥중심 식생활 기피현황 및 분석

#### (1) 아침식사 섭취현황

대상자들이 고교생과 직장인으로 점심은 학교급식 및 직원식당을 이용하며 저녁

결식은 거의 없다고 사료되어 식사섭취현황은 아침식사에 대하여만 조사하였다. Table 4-40에서 보는 바와 같이 식사횟수를 주당 0회에서 매일까지 5등분하였다. 주 2회 이하의 섭취를 결식이라고 볼 때, 아침식사 결식율이 청소년은 23.3%, 직장인은 31.2%였다. 1998년도 국민 건강·영양조사(1)에 의한 13~19세의 청소년 아침결식율 46.3%에 비하여는 낮아 대구지역 고교생의 결식율이 전국 평균보다 낮은 것으로 보인다. 그러나 총 인원의 1/4 정도가 결식이라는 것은 상당히 문제가 있다고 할 수 있다. 반면 성인의 아침 결식율은 1998년도 국민 건강·영양조사에서도 34.9%로 보고되어 본 조사결과가 이에 유사하였고, 신 등(2)이 보고한 서울시내 직장인의 아침결식율 32.3%로 본 보고와 유사하였다.

Table 4-40. 청소년과 20~45세 직장인들의 아침 식사 섭취 현황

대상자		주당 횟수					N(%)
		0회	1~2회	3~4회	5~6회	매일	
청소년	남	8(4.3)	17(9.2)	19(10.3)	38(20.7)	102(55.4)	
	여	38(15.3)	35(14.1)	39(15.7)	35(14.1)	100(40.3)	
	계	46(10.9)	52(12.4)	58(13.8)	63(15.0)	202(48.0)	
직장인	생산직	35(17.1)	50(24.4)	30(14.6)	37(18.0)	53(25.9)	
	사무직	15(6.8)	33(14.9)	32(14.5)	31(14.0)	110(49.8)	
	계	50(11.7)	83(19.5)	62(14.6)	68(16.0)	163(38.3)	

(2) 아침과 저녁식사의 형태별 섭취 현황

조사대상자인 고교생 청소년과 직장인들의 아침식사형태별 섭취현황은 table 4-41과 같으며 저녁식사의 형태별 섭취현황은 table 4-42와 같다. 아침식사로 밥을 매일 먹는 사람은 고교생 청소년은 42.5% 이고 직장인에서는 38.1%였다. 그러나 저녁식사에서 매일 밥을 먹는 고교생은 30.3%로 떨어진 반면 직장인에서는 38.6%였다. 표 밑의 누적지수 환산에 의하면 아침식사에서 밥식의 대응으로 가장 높은 것은 조

사대상자 모두에게서 “빵과 우유”였으며, 저녁식사에서는 모두 면류로 나타났다. 청소년과 직장인을 비교할 때 저녁식사의 밥식에 대한 대응식 섭취가 청소년에게서 훨씬 높았다.

Table 4-41. 청소년과 20~45세 직장인들의 아침 식사 형태별 섭취현황

대상자	주당 횟수당 인원수(N)				매일	누적 지수 <sup>1</sup>
	0회	1~2회	3~4회	5~6회		
청소년						
밥과 반찬	67	68	47	63	184	1901
빵과 우유	255	131	26	6	6	363
시리얼	340	68	13	1	3	174
생식, 미숫가루	312	75	17	6	14	305
떡, 기타	388	57	10	3	4	165
직장인						
밥과 반찬	96	68	53	45	163	1676
빵과 우유	322	89	9	5	3	213
시리얼	381	40	5	2	0	89
생식, 미숫가루	377	36	6	2	7	135
떡, 기타	395	29	2	2	0	62

<sup>1</sup>(0회 인원수 N)×0+(1~2회 N)×1.5+(3~4회 N)×3.5+(5~6회 N)×5.5+(매일 N)×7

Table 4-42 청소년과 20~45세 직장인들의 저녁 식사 형태별 섭취 현황

대상자	주당 횟수당 인원수(N)				매일	누적지수 <sup>1</sup>
	0회	1~2회	3~4회	5~6회		
청소년						
밥과 반찬	98	96	42	57	131	1522
빵식	246	116	34	17	5	422
면류	300	137	43	21	14	626
기타	229	114	40	22	12	516
직장인						
밥과 반찬	60	34	69	100	165	1998
빵식	373	41	5	2	7	139
면류	292	114	14	4	4	270
기타	370	34	11	5	4	145

<sup>1</sup>(0회 인원수 N)×0+(1~2회 N)×1.5+(3~4회 N)×3.5+(5~6회 N)×5.5+(매일 N)×7

(3) 결식 및 밥중심 식사의 기피 이유

조사대상자들의 아침 결식율이 23~31%에 달하고, 밥식의 대용식 섭취도 매우 높아 그 이유를 아래 Table 4-43에서와 같이 조사하였다. 다른 연구에서 보는 바와 같이 아침 결식의 가장 큰 이유는 “시간이 없다”는 것이었고, 밥을 먹지 않는 것은 간편하지 않기 때문으로 나타났다. 결과는 제시하지 않았지만, 간편하게 준비만 된다면 밥을 먹겠다고 대답한 사람도 많아 준비과정이나 섭취과정에서 간편하게 생각되는 밥중심 식단의 보급과 실천이 중요하다고 보겠다. 반면 밥 중심식사가 청소년에게서 오히려 아침 보다 더 낮은 것으로 나타난 저녁식사에서 밥을 먹지 않는 이유를 보면 “다른 것을 더 좋아해서”라는 대답이 많았다. 청소년인 경우는 다양한 음식에 대한 호기심에서 비롯한다고 할 수 있겠으나 직장인에게서도 같은 이유가 제일 높아 밥식 외의 쌀 이용식의 개발이 많이 요구된다고 하겠다.

Table 4-43. 청소년과 직장인의 아침 식사 결식 및 밥을 먹지 않는 이유

		N(%)	
		청소년	직장인
아침결식 사유	식욕이 없어서	45(15.2)	35(12.2)
	귀찮아서	28 (9.5)	39(13.6)
	시간이 없어서	201(67.9)	151(52.8)
	식사준비미비	15 (5.1)	37(12.9)
	체중조절	1 (0.3)	21 (7.3)
	야식이 과해서	6 (2.0)	3 (1.0)
	계	296(100)	286(100)
아침식사로 밥을 먹지 않는 이유	간편하지 않아서	38(40.4)	61(54.0)
	포만감	3 (3.2)	15(13.3)
	다이어트	4 (4.3)	14(12.4)
	영양가가 높아서	0 (0.0)	5 (4.4)
	집안의 습관	3 (3.2)	18(15.9)
	기타	46(48.9)	0 (0)
	계	94(100)	113(100)
저녁식사로 밥을 먹지 않는 이유	시간이 없어서	36(14.8)	41(24.4)
	비싸서	70(28.7)	11 (6.5)
	다른 것을 더 좋아해서	63(25.8)	63(37.5)
	다이어트	33(13.5)	24(14.3)
	차려주는 사람이 없어서	42(17.2)	29(17.3)
	계	244(100)	168(100)

다. 밥 중심식사와 주요 대용식의 영양가 비교

아침과 저녁 식사에서 밥 중심 식사를 대체하는 주요 식사인 “빵과 우유”식과 면류로서 자장면을 섭취하였을 때 영양가를 비교한 것이 Table 4-44에 나타나 있다. 보는 바와 같이 “빵과 우유”는 기본적으로 열량이 매우 적어 1일 에너지 권장량이 2500 Kcal 이상인 남자 청소년과 직장인이 섭취하였을 경우 권장량의 1/5도 못 미치는 수준이다. 자장면은 분량이 많을 경우, 열량은 조금 더 공급할 수 있겠지만 미량 필수영양소의 공급이 낮아 영양 공급면에서 대체 식사가 되지 못한다. 그러나 이 보다 더 문제가 되는 것은 아침 결식으로서 아침 식사를 못한 공복감을 당질이나 지방 위주의 간식 섭취를 유도하므로써 전체적인 영양 공급면에서 불균형을 초래하게 된다. 따라서 아침식사의 결식 원인 및 밥 중심 식사를 하지 않게 되는 원인들을 참작하여 영양적으로 균형된 밥 중심식사가 효율적인 방법으로 공급되어야 하겠다.

Table 4-44. 조사대상자들이 섭취한 대표적인 밥 중심식사와 주요 대체식사의 영양가 비교

식단	밥식		빵과 우유		면류(자장면)	
	섭취량	1일 권장량 대비율(%) <sup>1</sup>	섭취량	1일 권장량 대비율(%) <sup>1</sup>	섭취량	1일 권장량 대비율(%) <sup>1</sup>
	■보리밥 한 공기		■ 토스트 2쪽		■ 자장면 223 g	
	■쇠고기미역국		■ 딸기잼		■ 단무지 20 g	
	■두부조림 80g		■ 우유 한 잔			
	■시금치무침 70 g					
	■배추김치 60 g					
열량(Kcal)	603	24.1	448	17.9	431	17.2
단백질(g)	26.7	38.1	15.8	22.6	12.6	18.0
지방(g)	18.8	-	12.2	-	10.1	-
당질(g)	88.9	-	69.3	-	69.8	-
칼슘(mg)	297	33.0	240	26.7	47.0	5.2
철분(mg)	7.6	63.3	1.1	9.2	1.4	11.3
비타민 A	503	71.9	58	8.3	11	1.6
비타민B1	0.35	27.7	0.15	11.5	0.26	19.6
비타민B2	0.47	29.4	0.33	20.6	0.01	6.1
비타민 C	54	77.1	5.6	8.0	20.4	29.1
비타민 E	9.5	95	2.4	24.0	2.0	20.0
콜레스테롤	10	-	37	-	13	-

<sup>1</sup>성인 남자 (2500 Kcal) 영양권장량에 대한 대비율



라. 대상자별(청소년과 직장인) 밥중심 표준식단 개발과 Western Style 대응 표준식단들과 영양특성 비교

(1) 유형별 밥중심 표준식단 개발을 위한 대상자의 분류

대상자들의 에너지 영양권장량(3)의 차이에 따라 청소년과 성인 직장인을 Table 4-45와 같이 분류하여 제 7차 한국인 영양권장량을 충족하며 이미 제시된 여러 표준레시피 등(4-6)을 참조하여 표준식단을 개발하고 그에 대응하는 western style 대응식단을 제시하여 영양특성을 비교하였다.

Table 4-45. 에너지 권장량에 따른 대상자들의 분류

성별	청소년		직장인	
	남	여	남	여
연령(세)	13-15	16-19	13-19	20-45
에너지권장량 (Kcal)	2500	2700	2100	2500

(2) 대상자별 밥 중심 표준식단 및 영양특성

대상자별로 한국인 영양권장량이 제시된 영양소들에 대하여 1일 영양 섭취량과 권장량의 대비율을 나타내었고, 최근에 들어 문제가 되는 비만 및 성인병 발생에 관련성이 높은 지방질 섭취에 대하여 영양 특성을 상세히 평가하였다.

(가) 청소년; 남자 13~15세 (2500 Kcal)

■ 1일 식단

아침 (600 Kcal)	점심 (1000 Kcal)	저녁 (900 Kcal)
콩밥 한공기 오징어무국 계란찜(계란 1개) 연근조림 작은 한 접시(50g) 배추김치 50g	쌀밥 한공기, 추어탕 (미꾸라지 80g) 마늘장아찌 30g 깍두기 100g 마탕(고구마 110g, 땅콩2g)	쌀밥 한공기 버섯찌개, 잡채 작은 한 접시, 오징어채무침, 월동초무생채, 배추김치

■ 기본 영양평가

	에너지 (Kcal)	단백 질(g)	섬유 소(g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niacin (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	2490	93	11.2	1216	19.8	12.3	1306	1.35	1.75	21.3	3.49	176	56
%RDA	99	133	-	135	124	103	187	104	117	125	249	251	560

■ 지방질 영양평가

	총지 방(g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화지 방(M)(g)	다불포 화지방 (P)(g)	n-3 지방 (g)	n-6 지방 (g)	P/M/S	n-6/n- 3	콜레스 테롤 (mg)
1일 섭취량	75	27	9.68	16.25	37.78	3.80	27.48	1/0.43/0.36	7.23	618

(내) 청소년; 남자 16~17세 (2700 Kcal)

■ 1일 식단

아침 : 700 Kcal

기장밥 (쌀 85g, 기장 10g), 냉이된장국 (냉이 40g)  
 가자미조림 (가자미 50g, 무 40g), 숙주무침 (숙주 50g)  
 김 (2 g), 배추김치 (50 g)

점심 : 1000 Kcal

참치야채덮밥  
 (쌀 90g, 참치 60g, 상추 30g, 오이 25g, 깻잎 10g, 당근 5g, 고추장 40g)  
 시금치된장국 (시금치 40g), 마늘쫀조림 (마늘쫀 50 g)  
 알감자조림 (감자 50g, 파리고추 5g), 배추김치(50 g)

**저녁 : 1000 Kcal**

쌀밥 (쌀 90g), 김치국 (배추김치 40g), 콩나물무침(콩나물 50g)

닭찜 (닭고기 62g, 당근 20g, 양파 10g, 감자 10g)

메밀묵양념장(메밀묵 60g, 오이 10, 쪽갓),

과전(잔과 30g, 부침가루 10g 계란 5g)

**■ 기본 영양평가**

	에너지 (Kcal)	단백 질(g)	섬유소 (g)	칼슘 <sup>2</sup> (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niacin (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	2684	109	13.4+	606+	20	12	1980	1.5	1.5	26	5.3	206	51
%RDA	99	145	-	67(92)	125	100	282	107	97	144	346	294	510

**■ 지방질 영양평가**

	총지방 (g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화지 방(M)(g)	다불포 화지방 (P)(g)	n-6 지방 (g)	n-3 지방 (g)	P/M/S	n-6/n-3	콜레스 테롤 (mg)
1일 섭취량	59	19.7	9.1	17.1	32.6	29.4	3.5	1/0.52/0.2	8.5	137

(타) 청소년; 여자 13~19세 (2100 Kcal)

**■ 1일 식단**

아침 (500 Kcal)	점심 (800 Kcal)	저녁 (800 Kcal)
증편 3조각 (90g) 약밥 2조각 (60g) 나박김치 한 보시기 굴 1개 우유 1잔	비빔밥, 미역오이냉국 한 대접 감자조림(감자50g, 파리고추 5g) 배추김치 작은 한 접시(50g)	쌀밥 한 공기 육개장 어묵감자조림 (어묵,감자,풋고추) 오이생채 작은 한 접시 호박전 (호박 60g) 배추김치 50g

■ 기본 영양평가

	에너지 (Kcal)	단백질 (g)	섬유소 (g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niacin (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	2065	80	10.2	639	15.3	11.3	1070	1.22	1.43	15.3	3.66	180	21.4
%RDA	98	125		80	96	94	153	111	110	109	261	257	214

■ 지방질 영양평가

	총지방 (g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화지 방(M)(g)	다불포화 지방 (P)(g)	n-3 지방 (g)	n-6 지방 (g)	P/M/S	n-6/n-3	콜레스테롤 (mg)
1일 섭취량	53	23	9.93	11.05	12.61	1.19	11.38	1/0.88/ 0.79	9.57	458

(태) 직장인; 남자 20~49세 (2500 Kcal)

■ 1일 식단

아침 (700 Kcal)	점심 (900 Kcal)	저녁 (900 Kcal)
완두콩밥 한공기, 애호박감자국 가자미구이 1 토막(중) 오이도라지생채한접시(소) 가지볶음 한접시(소, 60g)	쌀밥 한공기 들깨미역국 고등어구이 1토막(중) 연근조림 한 접시(소) 상추겉절이 한 접시(소) 배추김치 한접시(소, 50g)	쌀밥 한공기 감자고추장찌개 닭강정 3토막(중) 도토리묵찬 한 접시(소) 시금치무침 한 접시(소) 배추김치 한접시(소, 50g)

■ 기본 영양평가

	에너지 (Kcal)	단백 질(g)	섬유소 (g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niacin (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	2491	97	12.7	672	18.1	11.8	1368	1.41	1.82	37.5	3.26	186	44.4
%RDA	99	138	-	96	151	98	195	108	121	220	230	268	444

## ■ 지방질 영양평가

	총지방 (g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화지 방(M)(g)	다불포 화지방 (P)(g)	n-6 지방 (g)	n-3 지방 (g)	P/M/S	n-6/n-3	콜레스테롤 (mg)
1일 섭취량	82	29.6	9.61	16.43	27.21	21.96	5.68	1/0.6/0.35	3.88	266

(♂) 직장인; 여자 20~45세 (2000 Kcal)

## ■ 1일 식단

### 아침 : 500 Kcal

타락죽 한 대접(쌀45g, 우유180g), 나박김치 한 보시기(소)  
마늘쫀조림 작은 한 보시기(50g), 질펀 2조각(50g)

### 점심 : 700 Kcal

잡곡밥 한공기, (쌀, 현미잡쌀, 차수수, 차조, 흑미, 찰보리)  
잔배추된장국, 계장 (계 130g), 누렁호박전, 쉼박지 한 접시(소 50g)

### 저녁 : 800 Kcal

쌀밥 한 공기, 감자국, 사태찜(돼지고기80g, 양송이11g),  
어묵조림 한 접시(소), 깻잎나물 한 접시(소), 배추김치

## ■ 기본 영양평가

	에너지 (Kcal)	단백 질(g)	섬유 소(g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niaci n (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	1986	72	10	367+	12.0	9.1	1086	1.32	1.05	17.0	3.92	194	36.5
%RDA	99	131	-	52	75	91	155	108	83	131	280	277	365

<sup>1</sup>조섬유소 값이므로 식이섬유소(database 불충분)로 환산치는 두 배 정도 증가

<sup>2</sup>우유 1 pak 섭취시 마다 224 mg 추가

## ■ 지방질 영양평가

	총지방 (g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화지 방(M)(g)	다불포 화지방 (P)(g)	n-3 지방 (g)	n-6 지방 (g)	P/M/S	n-6/n-3	콜레스테 롤 (mg)
1일 섭취량	34	15.3	5.4	9.8	19.1	17.3	2.0	1/0.51/0.28	8.8	120

(3) Western Style 대응 표준식단 ; 2700 Kcal와 2000 Kcal 식단

본 연구팀에서 대상자에 따라 개발한 밥중심 표준식단이 2000, 2100, 2500 및 2700 Kcal으로 구분되었으나 열량면에서 2000 Kcal과 2100 Kcal, 또 2500 Kcal로 2700 Kcal 간에는 실제 섭취시 오차의 범위가 있어 상호 호환성이 있다고 보겠다. 따라서 밥중심 표준 식단에 대응하는 Western Style의 표준식단은 청소년 남자형을 선정하여 2700 Kcal형과 직장인 여자형인 2000 Kcal 형의 2 종을 기존의 제시된 자료 (7)를 근거로 하여 작성하였다.

(가) 2700 Kcal

## ■ 1일 식단

### 아침 : 600 Kcal

머핀 2개, 스크램블드 에그 (계란 1개, 버터, 우유)

프랑크 소시지 1개, 오렌지 주스 1컵

### 점심 : 800 Kcal

샌드위치(식빵2개, 햄, 치즈, 계란, 상추, 오이)

사과 1개, 딸기아이스크림 1컵, 우유 1 컵

### 저녁 : 1300 Kcal

소프트롤빵 2개, 포크 커틀렛 1쪽 (돼지고기 100g)

양상추샐러드(상추, 오이 및 드레싱), 감자튀김 작은 한 접시

초콜렛 케이크 1쪽, 콜라 1 컵

■ 기본 영양평가

	에너지 (Kcal)	단백 질(g)	섬유 소 (g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niacin (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	2718	91	2.37	797	12.0	8.76	643	1.75	1.87	18.1	1.48	84.9	24.1
%RDA	101	121	-	89	75	73	92	125	117	101	99	121	241

■ 지방질 영양평가

	총지방 (g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화 지방(M) (g)	다불포화 지방 (P)(g)	n-3 지방 (g)	n-6 지방 (g)	P/M/S	n-6/n- 3	콜레스 테롤 (mg)
1일 섭취량	138	35.5	31.2	26.4	13.5	1.32	12.34	1/2/2.3	9.33	692

(나) 2000 Kcal

■ 1일 식단

아침 : 400 Kcal

토스트 1개, 계란프라이 1개, 베이컨 1쪽,  
오렌지 주스 1 컵, 커피 1잔

점심 : 900 Kcal

미트소스스파게티, 마늘 빵 1조각  
오이피클 40g, 콜라 1 컵

저녁 : 700 Kcal

소프트롤빵 1개, 로스트 비프 (쇠고기 75g),  
양상추샐러드(상추, 오이, 당근, 드레싱), 매시드 포테이토  
(감자40g, 당근, 옥수수, 마요네즈), 애플파이 1쪽, 커피 1잔

## ■ 기본 영양평가

	에너지 (Kcal)	단백 질(g)	섬유 소(g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	아연 (mg)	Vit A ( $\mu$ gRE)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Niacin (mg)	Vit B6 (mg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
1일 섭취량	2040	71	2.83	214	11.0	9.16	703	0.82	0.75	17.8	1.74	95	15.9
%RDA	102	129	-	31	69	92	100	82	63	137	124	136	159

## ■ 지방질 영양평가

	총지 방 (g)	지방의 열량비 (%)	포화 지방(S) (g)	단일 불포화 지방(M) (g)	다불포 화지방 (P)(g)	n-3 지방 (g)	n-6 지방 (g)	P/M/S	n-6/n-3	콜레스테 롤 (mg)
1일 섭취 량	96	42.3	16.1	20.8	5.83	0.445	4.762	1/3.6/2.8	10.7	474

### (4) 밥 중심 표준식단과 Western Style 표준식단의 영양특성 비교

상기 1.~3.항에서 밥중심 표준식단과 그에 대응하는 Western Style 식단에 대한 영양 분석을 상세히 기술하였다. 이 중 사진이 제시된 네 종류의 식단, 즉 2700 Kcal와 2000 Kcal별로 밥중심인 경우와 Western Style의 영양특성을 서로 비교하도록 아래 Table 4-46에 제시하였으며 주요 차이점 및 밥 중심 식단의 우수성은 다음의 항목으로 요약할 수 있다.



Table 4-46. 2700 Kcal와 2000 Kcal의 밥중심 표준식단과 Western Style 표준식단에 의한 영양공급정도 및 지방영양 특성 비교 (%RDA)

	2700 Kcal				2000 Kcal			
	밥중심표준식단		Western Style		밥중심표준식단		Western Style	
	섭취량	%RDA	섭취량	%RDA	섭취량	%RDA	섭취량	%RDA
열량(Kcal)	2684	99	2718	101	1986	99	2040	102
단백질(g)	109	145	91	121	72	131	71	129
지방(g)	59	-	138		34		96	
칼슘(mg)	606	67	797	89	367	52	214	31
철분(mg)	21	125	12	75	12	75	11	69
아연(mg)	12	100	8.8	73	9.1	91	9.16	92
비타민 A	1980	282	643	92	1086	155	703	100
비타민B1	1.5	107	1.75	125	1032	108	0.82	82
비타민B2	1.5	97	1.87	117	1.05	83	0.75	63
Niacin(mg)	26	144	18.1	101	17	131	17.8	137
비타민B6(mg)	5.3	346	1.48	99	3.92	280	1.74	124
비타민 C(mg)	206	294	84.9	121	194	277	95	136
비타민 E(mg)	51	510	24.1	241	36.5	365	15.9	159
콜레스테롤(mg)	137	-	692	-	120	-	474	-
지방열량비(%)	19.7	-	35.5	-	15.3	-	42.3	-
P/M/S <sup>1</sup>	1/0.52/0.2	-	1/2/2.3	-	1/0.51/0.28	-	1/3.6/2.8	-
n-6/n-3 <sup>2</sup>	8.5	-	9.33	-	8.8	-	10.7	-

<sup>1</sup> P/M/S ; 다불포화지방산/단일불포화지방산/포화지방산

<sup>2</sup> n-6/n-3 ; n-6( $\omega$ 6)다불포화지방산/n-3( $\omega$ 3)다불포화지방산

#### (가) 단백질

열량을 기준으로 작성한 밥중심 식단의 단백질 함량은 Western Style과 거의 같다.

#### (나) 칼슘

밥중심 식단에서 칼슘섭취가 권장량의 67% 및 52%로 낮은 나타났으며, 우유를 식단에 포함시키지 않은 한식에서 가장 큰 문제점이라고 할 수 있다. 그러나 똑같이 우유를 포함시키지 않은 2000Kcal Western style의 식단의 경우는 칼슘이 권장량에 31%에 불과하여 밥중심 식단의 52%에 훨씬 못 미친다. 따라서 우유 섭취가 없는

상태에서 칼슘을 공급함에 있어 밥중심식단은 Western Style에 비하여 전혀 떨어지지 않는다.

그러나 칼슘권장량을 만족시키기 위하여 우유섭취는 반드시 필요하다. 우리나라의 식사지침에도 청소년은 4회 이상, 성인은 2회 이상의 우유섭취를 권장하고 있다 (8). 현재의 밥중심 식단에서는 1내지 2회의 우유섭취만으로도 권장량의 근접할 수 있으며, 이는 실제로 청소년들이 섭취하는 정도이므로 밥 중심식단을 시행함에 칼슘섭취량을 Western Style 못지 않게 만족시킬 수 있다.

#### (㉔) 지방

밥중심 식단의 Western Style에 비하여 영양적으로 가장 우수하다고 할 수 있는 것은 지방섭취의 특성이다.

총지방 섭취에서의 우수성: 밥중심 식단의 총지방섭취가 낮아 지방열량비가 15.3-19.7%로 우리나라의 식사지침인 15-20% (9,10)에 그대로 부합되고 있다. 이에 반하여 Western Style은 35.5-42.3%를 차지하여 건강 위해적이라 할 수 있다. 미국 등 서구인들의 지방섭취가 열량의 40-50%로 알려져 있고, 이를 30% 수준으로 낮추려는 노력이 있으나 식단의 현실상 시행에 어려움이 있다.

지방의 지방산 구성도 Western Style은 포화지방산쪽으로 편중되어 동맥경화 발생을 상승시키는 요소가 많은 반면 밥 중심식단은 혈중 콜레스테롤을 감소시키는 다불포화지방산이 높다.

4-10 수준을 권장하는 n-6/n-3 다불포화지방산 구성(10)도 Western style에 비하여 우수하다.

콜레스테롤 섭취도 밥중심 식단에서 Western Style의 1/4~1/5로 낮다.

#### (㉕) 무기질 : 철분과 아연

철분의 공급면에서 밥중심 식단이 높다. 밥중심 식단에서 이러한 철분의 급원이 Western Style에 비하여 식물성이 더 많으리라고 예상되지만 철분의 흡수를 촉진하는 비타민 C의 공급 또한 Western Style에 비하여 두 배나 되어 철분 영양이 충분하다고 사료된다.

아연은 청소년기의 성장에 필수적이며 면역능을 강화하는 영양소로 알려져 있는데, 아연의 공급도 밥중심식단에서 권장량의 90~100%을 만족시키며 Western Style 보다 오히려 우수하다.

#### (㉞) 비타민

거의 모든 비타민 공급면에서 밥중심 식단이 Western Style 식단에 비하여 높게 나타나 그 우수성을 보여 주고 있다. 특히 식물성지방을 많이 섭취하며 공급되는 비타민 E는 동맥경화예방 측면에서 중요성이 인정되었고, 비타민 C는 기존의 많은 기능 외에 환경 공해로 인하여 손상되는 조직을 보호하여 준다고 알려지고 있다는 점에서 중요하다.

결론적으로 밥중심 식단이 Western Style에 비하여 영양적으로 우수하며 건강 지향적이라는 것이 입증되었다. 그러나 칼슘섭취를 위하여 우유 및 유제품의 1~2회 이상 섭취가 필요하다고 본다.

#### 마. 대상자별 개발된 표준식단의 database화

청소년과 직장인을 위한 5종류의 밥 중심식단을 1일별로 제시하였으나 식단의 다양성을 위하여 한끼를 중심으로 열량별로 개발하고 영양가를 분석하여 data를 제시하였다.

#### (1) 식단의 종류

아래 6종의 열량별로 총 39의 식단을 database로 사용할 수 있게 개발하였다.

- (가) 500 Kcal용 8종
- (나) 600 Kcal용 9종
- (다) 700 Kcal용 9종
- (㉞) 800 Kcal용 8종
- (마) 900 Kcal용 6종
- (바) 1000 Kcal용 5종

하루식사를 위하여 6종의 Kcal별 식사에서 대상자의 1일 열량권장량에 맞추어 계절, 본인의 기호도 및 기타 여건에 부합되는 식단을 세 개 골라 1일 식단을 작성하면 된다. 예로써, 2500 Kcal의 경우로 간식을 섭취하지 않는 경우 600 Kcal(아침)+900 Kcal(저녁)+1000 Kcal(저녁)로 할 수 있으며 본인의 간식섭취에 따라 식단에서 그만큼 열량을 낮추면 된다.

선정된 식단에 따라 제시된 영양가 database를 이용하여 1일 식단의 전체 영양소 섭취를 알 수 있으며 대체로 II.항에서 제시된 밥 중심 대표식단들과 부합된다.

500과 600 Kcal의 식단 중에는 I. 항에서 조사된 아침 결식을 해소할 수 있는 아침 간편식의 예가 4종 수록되었으며 이는 2차년도에 보다 중점적으로 개발하여 아침 결식 해소로 통한 영양섭취의 향상과 쌀 소비 증진에 기여하고자 한다.

## (2) 영양평가

### (가) 기본 영양평가 database

각 식단별로 열량, 단백질, 지질, 당질, 섬유소, 칼슘, 인, 철분, 아연, 비타민 A, B1, B2, B6, 나이아신, 비타민 C, 엽산, 비타민 E의 자료가 들어 있다.

### (나) 지방질 영양평가

각 식단별로 총지방량, 지방의 열량비, 포화지방산(SFA), 단일불포화지방산(MUFA), 다불포화지방산(PUFA), n-6 다불포화지방산, n-3 다불포화지방산과 콜레스테롤 함량, n-6/n-3 비율이 수록되어 있다.

## (3) 표준식단 Database의 활용

본 database는 “밥중심 표준식단” 프로그램으로 제작, 보급하여 많은 사람들이 영양적으로 균형된 표준식단을 쉽게 이용하기를 기대한다. 기존의 영양분석 프로그램들은 식품 하나하나를 일일이 입력하여야 하는 것으로 일반인들이 사용하기 어렵거나 또는 너무 간이적이라서 영양평가의 정확도가 떨어지는 것들이 대부분이다. 그러나 본 database는 영양적으로 우수한 밥중심 식단에 대한 교육 및 홍보 뿐 아니라 끼별로 식단을 선정하기만 하면 손쉽게 영양분석이 정확히 이루어 질 수 있다. 더

많은 활용을 위하여 개발식단의 조리법과 사진이 추가되는 것도 바람직하다.

바. 밥중심 간편식 개발 및 서구식 간편식과 영양특성 비교분석

(1) 끼니별 밥중심 간편식 메뉴 개발 및 영양특성 분석

(가) 아침 식사용 4종

① 주먹밥    ② 굴림밥    ③ 야채밥전    ④ 파프리카밥전

아침간편식	주먹밥	굴림밥	야채밥전	파프리카 밥전	%RDA
열량(Kcal)	527	620	571	513	21 ~ 25
단백질(g)	16	21	45	42	23 ~ 64
지방(g)	17	26	34	32	-
당질(g)	76	82	64	63	-
칼슘(mg)	132	214	261	232	19 ~ 33
철분(mg)	2.4	6.0	10.0	7.6	20 ~ 80
비타민 A(RE)	126	164	524	309	18 ~ 75
비타민B1(mg)	0.18	0.42	0.32	0.30	14 ~ 32
비타민B2(mg)	0.19	0.43	0.41	0.37	13 ~ 29
비타민 C(mg)	40	60	25	58	36 ~ 85
비타민 E(mg)	11	6	17	8	60 ~ 170
콜레스테롤(mg)	15	560	358	232	-

(나) 점심 식사용 4종

- ① 밥샌드위치 ② 멸치밥탕수 ③ 고추밥튀김 ④ 구운밥

점심간편식	밥샌드위치	멸치밥탕수	고추밥튀김	구운밥	%RDA
열량(Kcal)	609	559	532	600	22~24
단백질(g)	43	40	42	22	31~61
지방(g)	26	42	41	24	-
당질(g)	95	64	57	90	-
칼슘(mg)	544	537	249	200	28~78
철분(mg)	4.9	7.0	8.8	6.3	41~73
비타민 A(RE)	185	168	300	95	14~43
비타민B1(mg)	0.37	0.24	0.34	0.20	15~28
비타민B2(mg)	0.37	0.44	0.32	0.17	13~29
비타민 C(mg)	112	46	73	45	64~160
비타민 E(mg)	34	25	24	6	64~340
콜레스테롤(mg)	45	230	251	13	-

(다) 저녁 식사용 4종

- ① 피망밥찜 ② 두유밥 ③ 밥 로스트비프 ④ 밥커틀렛

저녁간편식	피망밥찜	두유밥	밥로스트비프	밥커틀렛	%RDA
열량(Kcal)	593	547	814	755	23~33
단백질(g)	30	32	60	50	43~82
지방(g)	34	27	40	47	-
당질(g)	78	85	59	90	-
칼슘(mg)	172	198	137	537	20~75
철분(mg)	7.1	8.2	8.3	7.0	58~73
비타민 A(RE)	49	209	11	186	6~29
비타민B1(mg)	0.28	0.32	0.31	0.24	18~25
비타민B2(mg)	0.19	0.31	0.56	0.44	13~37
비타민 C(mg)	40	28	4	46	4~65
비타민 E(mg)	4.0	6.6	2.5	25	40~250
콜레스테롤(mg)	10	19	194	230	-

(2) 개발한 간편식의 영양 특성

(가) 청소년 및 직장인 남성의 1일 영양권장량에 대비하여 살펴보면

- ① 열량 및 비타민 B1, B2는 권장량의 1/3 (한끼이므로)보다 다소 작으나 최근의 비만 추세와 간식 및 일반식사와 겸용일 때 충분하다고 사료됨.
- ② 칼슘, 철분 등 부족되기 쉬운 영양소가 1/3 이상 공급
- ③ 독성이 없는 항산화영양소인 비타민 C와 E는 충분량 유지
- ④ 대체로 지방함량이 높아지는 경향이 있으나 (총열량의 30% 이상) 포화/단일불포화/다불포화지방산의 비율을 1.5/1.5/1 이상을 유지하여 혈청 지질 상승을 유도하지 않는 지방산의 구성으로 되었음.

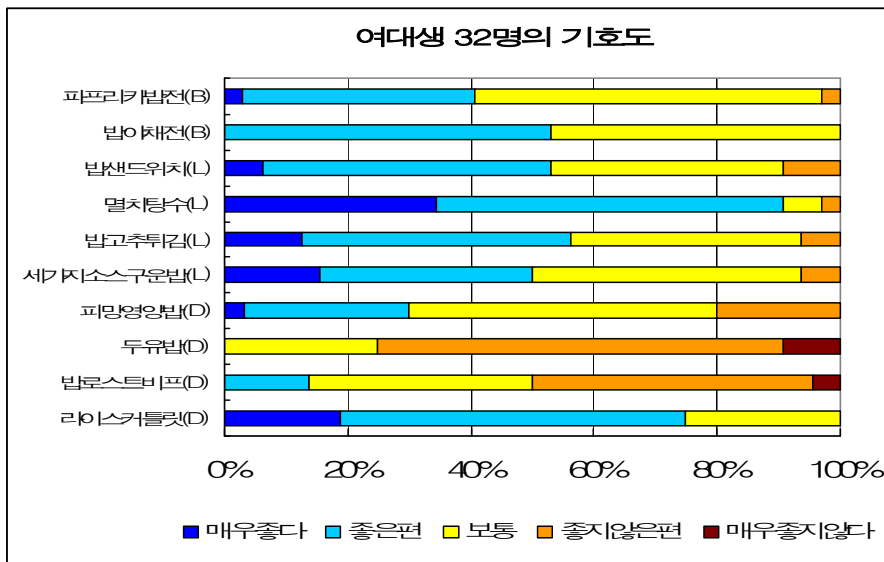
(3) 밥중심 간편식과 서구식 간편식의 영양특성 비교

500 Kcal 공급의 밥 중심간편식에서 조리법이 용이하고 관능검사에서 우수했던 2종과 가장 보편적인 서구식 간편식 2종을 중심으로 살펴보면 아래의 표의 비교에서 보듯이 열량, 단백질 지방량이 유사하면서도 밥중심 간편식이 미량영양소 공급면에서 훌륭하므로 균형식으로 볼 수 있으며 지방의 질적면에서 만성질환 예방식의 구성(지방의 P/M/S)으로 되어 있다.

	파프리카밥전 (겉들임메뉴제외)	밥샌드위치 (겉들임메뉴제외)	햄버거	피자
열량(Kcal)	480	509	524	511
단백질(g)	35	31	24	23
지방(g)	25	24	27	23
섭유소 (g)	2.45	0.89	0.17	0.57
칼슘(mg)	190	500	119	179
철분(mg)	6.5	4.5	4.6	1.3
아연(mg)	2.6	3.2	3.7	2.87
비타민 A	309	140	89	89
비타민B1	0.28	0.35	0.63	0.32
비타민B2	0.32	0.34	0.51	0.19
Niacin(mg)	4.12	3.51	6.97	2.1
비타민B6(mg)	0.69	0.30	0.12	0.23
비타민 C(mg)	43	25	1.0	3.8
비타민 E(mg)	7.0	1.5	0.9	1.0
콜레스테롤(mg)	150	45	46	51
지방의 P/M/S <sup>1</sup>	2.0/1.6/1	2.3/2/1	0.3/0.5/1	0.2/0.5/1

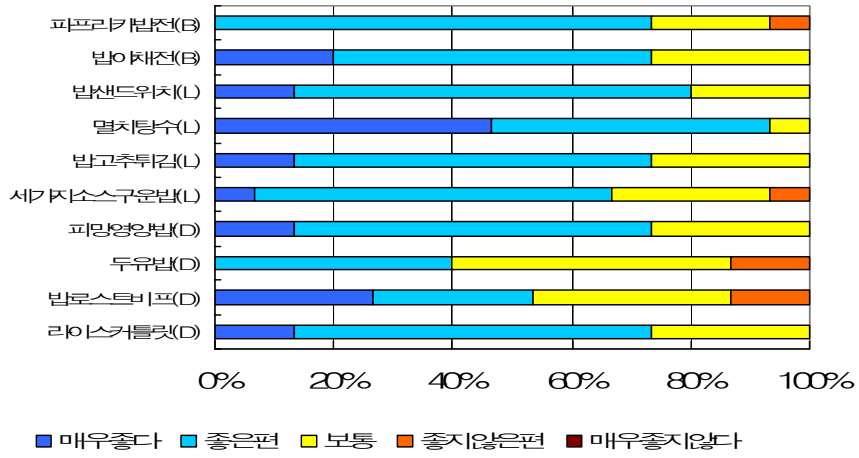
(4) 개발된 간편식의 학생 및 남, 녀 직장인 대상 관능검사

관능검사는 20대 여대생 32명, 20-40대의 남, 녀 직장인 각각 15명씩을 대상으로 6개의 개별항목과 1개의 종합항목에서 실시하였으며(Table) 또한 (B), 점심(L), 저녁(D) 끼별 메뉴로 정리하여 백분율로 처리하였다. 그림에서 보는 바와 같이 세 군의 대상에 두유밥의 선호도가 제일 떨어짐을 알 수 있었으며 학생들에게서는 이 외에도 피망영양밥과 밥로스트비프의 선호도가 적고 50% 이상의 선호도를 보인 품목이 5개 인 반면 남자직장인에게서는 두유밥을 제외한 전 품목에서 70%내외의 선호도를 보이고 여자직장인에게서도 5개의 품목이 60%이상의 선호도를 나타내었다. 특히 멸치탕수와 라이스커틀렛은 선호도가 매우 높았다.





### 30-40대 직장인(남)의 기호도



### 20-40대 직장인(여)의 기호도

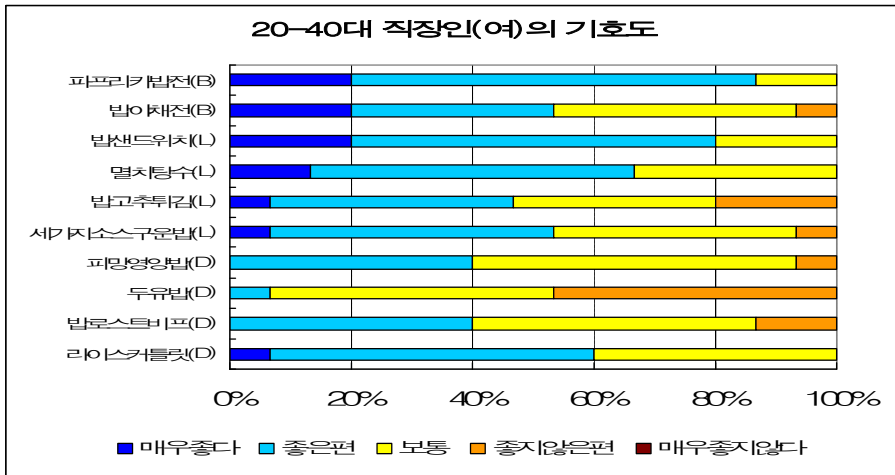


Table 4-47. 개발된 밥중심 간편식의 관능평가(기호도 조사)

음식명		전반적 기호도	외관	색	냄새	맛	조식감
파프리카	학생(32)	3.41	3.81	3.94	3.31	3.13	3.41
	직장인(남15)	3.83	4.00	4.07	3.47	3.53	3.87
밥전	직장인(여15)	4.07	3.67	4.00	3.40	3.13	3.27
	학생(32)	3.94	4.06	4.03	3.75	3.84	3.63
쌀커틀렛	직장인(남15)	3.87	3.80	3.80	3.80	3.93	3.87
	직장인(여15)	3.67	4.00	3.93	3.93	3.93	3.80
	학생(32)	3.59	3.63	3.50	3.28	3.75	3.53
구운밥	직장인(남15)	3.67	3.73	3.60	3.67	3.80	3.80
	직장인(여15)	3.53	3.53	3.40	3.47	3.60	3.33
	학생(32)	3.53	4.25	4.00	3.41	3.41	3.58
밥야채전	직장인(남15)	3.93	4.00	3.81	3.80	4.00	4.00
	직장인(여15)	3.67	3.80	3.71	3.73	3.80	3.53
	학생(32)	3.13	3.47	3.50	3.31	2.94	3.09
피망밥	직장인(남15)	3.87	3.73	3.80	3.73	4.07	3.87
	직장인(여15)	3.33	3.40	3.07	3.13	3.13	3.27
	학생(32)	2.16	2.74	2.72	2.71	1.91	2.56
두유밥	직장인(남15)	3.27	3.73	3.67	3.60	2.87	3.50
	직장인(여15)	2.60	2.93	2.87	4.00	2.67	2.60
	학생(32)	3.50	4.13	3.88	3.34	3.31	3.59
밥샌드위치	직장인(남15)	3.93	4.13	4.20	3.80	3.80	3.80
	직장인(여15)	4.00	4.00	4.20	3.93	4.00	3.80
밥	학생(32)	2.59	3.28	3.19	3.18	2.72	2.38
	직장인(남15)	3.67	3.80	3.40	3.53	3.80	3.40
로스트비프	직장인(여15)	3.27	3.13	3.13	3.20	3.33	3.13
	학생(32)	3.63	3.78	3.72	3.69	3.59	3.24
고추밥튀김	직장인(남15)	3.87	3.47	3.53	3.80	4.00	3.93
	직장인(여15)	3.33	3.47	3.53	3.67	3.67	3.53
	학생(32)	4.22	4.42	4.41	3.75	4.22	3.78
멸치밥탕수	직장인(남15)	4.40	4.33	4.27	4.33	4.22	4.40
	직장인(여15)	3.80	4.20	4.13	3.67	3.67	3.73

(5) 조리중 영양소 및 기능성물질의 변화조사

음식 중에 다량으로 존재하는 탄수화물, 단백질 및 지방과 같은 열량영양소는 조리에 의한 손실이 문제가 되지 않고, 칼슘과 철분 등의 무기질의 손실은 거의 없다. 반면 유기물질인 비타민들이 종류에 따라서 조리 중에 손실이 있으므로 본 연구

에서 개발한 10종의 간편식에서 비타민을 중심으로 식품성분 분석법 (1)한국식품영양과학회. 식품영양실험핸드북, 식품편. 2000)에 준하여 조사하였다.

간편식	비타민 A(RE)		비타민B1(mg)		비타민B2(mg)		비타민 C(mg)		비타민 E(mg)	
	조리 전	조리후 변화량	조리 전	조리후 변화량	조리 전	조리후 변화량	조리 전	조리후 변화량	조리 전	조리후 변화량
야채밥전	524	0	0.32	-0.02	0.41	-0.02	25	-2	17	0
파프리카밥전	309	0	0.30	-0.01	0.37	-0.02	58	-4	8	0
밥샌드위치	185	-1	0.37	-0.01	0.37	0	112	-1	6	0
멸치밥탕수	168	0	0.24	0	0.44	0	46	0	25	0
고추밥튀김	300	-3	0.34	-0.01	0.32	-0.04	73	-1	24	0
구운밥	95	0	0.20	0	0.17	-0.02	45	-1	6	0
피망밥찜	49	0	0.28	-0.01	0.19	0	40	-1	4	0
두유밥	209	-7	0.32	-0.04	0.31	-0.04	28	-8	7	0
밥로스트비프	11	0	0.31	0	0.56	-0.03	4	0	3	0
밥커틀렛	186	0	0.24	-0.02	0.44	-0.02	46	-4	25	0

표에서 보는 바와 같이 두유밥을 제외한 나머지 간편식들에서 5종의 비타민의 조리 후 감소량은 매우 적었다. 비타민 A와 E는 지용성 비타민 분 아니라 수용성 비타민의 경우도 두유밥을 제외하고는 손실량이 초기함량의 5% 미만이었다. 따라서 아래 그림에서 보듯이 대부분의 비타민들이 조리 후에 함량이 조리전의 함량의 95% 이상이었다. 이는 본 간편식의 조리법이 끓이거나 삶는 방법이 별로 없어 수용성 비타민의 손실을 많이 억제할 수 있었다고 생각된다. 비타민 C의 경우 15분간 이상 삶는 경우 10-30% 감소한다는 결과 (2)와 비교할 때 본 간편식 조리법에 의하여 손실이 손실이 매우 적다할 수 있다. 간편식에 곁들임 식단이 조리하지 않은 과일, 채소, 주스 등으로 하였던 것도 비타민 함량에 변화를 주지 않은 원인으로 생각되며 이런

간단한 곁들임 메뉴의 중요성을 보여 주고 있다.

채소와 과일에 함유되어 있는 비타민과 무기질 외에 카로티노이드와 플라보노이드와 같은 기능성분의 생리효과가 중요시되고 있다. 이들의 함량을 조리 전후의 본 연구에서 개발된 10종의 간편식에 대하여 역시 식품성분 분석법 (1)에 준하여 조사하였으며 그 결과는 아래 표와 같다.

간편식	캐로티노이드 (mg)			플라보노이드 (mg)		
	조리 전	조리후 변화량	잔존량(%)	조리 전	조리후 변화량	잔존량(%)
야채밥전	1808	±25	100	12	0	100
파프리카밥전	1046	±12	100	50	0	100
밥샌드위치	372	±10	100	15	0	100
멸치밥탕수	941	±15	100	25	0	100
고추밥튀김	1338	±20	100	38	0	100
구운밥	571	- 5	99	5	0	100
피망밥찜	504	0	100	50	0	100
두유밥	923	±8	100	20	- 2	90
밥로스트비프	63	0	100	1	0	100
밥커틀렛	2010	±20	100	8	0	100

본 연구에서 개발한 간편식들의 캐로티노이드의 함량이 높은 것은 녹색채소가 많이 사용되었기 때문인데, 조리시간이 짧은 것이 성분의 변화를 이유가 될 수 있다. 그러나 캐로티노이드들은 가공식품공장에서 고압 및 고열 건조에서도 비교적 안정한 것으로 보고되어 있어 (3-4) 본 조리법에 의하여 변화가 되지 않은 것은 당연한 결과라 할 수 있으며 분석시의 오차로 다소 증감이 나타났다고 볼 수 있다. 플라보노이드 함량은 캐로티노이드에 비하여 훨씬 낮았으나 조리 때 따른 변화는 거의 볼 수가 없었다. 두유밥에서 감소된 것은 두유 isoflavon인 daidzin, genistin 등이

다른 플라보노이드에 비하여 열에 취약하기 때문으로 보인다 (5). 그러나 나머지 조리법에 의하여 생리기능성분인 플라보노이드 함량은 유의한 변화가 없다고 할 수 있어 기능성 물질 보존이 잘 되고 있다고 할 수 있다.

## 제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 년차별 목표 달성도

년도	연구개발목표	연구평가착안점	달성도 (%)
		쌀의 유효성분 탐색 여부	100
1차년도 (2002)	쌀 tocolds의 in vitro 활성 및 in vivo 효능평가, 밥중심식단의 영양특성조사	Tocols의 생리활성 검색여부 쌀tocolds가 체내 지질함량에 미치는 영향조사 여부	100 100
		밥중심식단의 영양적 특성조사 여부	100
		쌀유래 phytosterol의 추출, 분리 여부	100
2차년도 (2003)	쌀 phytosterol의 in vitro 활성 및 in vivo 효능평가, 쌀간편식의 식단과의 비교분석	in phytosterol의 생리활성 검색여부 서구 혈압 조절에 미치는 영향조사 여부	100 100
		쌀이용간편식의 서구식단과의 비교분석 여부	100
		쌀 polyphenol의 추출, 분리 여부	100
3차년도 (2004)	쌀 phytosterol의 in vitro 활성 및 in vivo 효능평가, 논문화여부	in polyphenol의 in vitro 생리활성 평가 쌀 polyphenol의 당뇨조절능 검토여부	100 100
		논문화 및 홍보여부	90

## 2. 관련분야에의 기여도

- 쌀을 비롯한 주요곡류의 tocols, phytosterol 및 polyphenol 함량을 비교 분석함으로써 향후 타 연구의 기초분석 자료로 활용됨
- 쌀의 주요 유효성분인 tocols, phytosterol 및 polyphenol의 *in vitro* 활성을 평가함으로써 향후 관련 *in vivo* 효능평가를 위한 기초자료가 확보됨.
- 쌀 tocols의 지질대사조절능, phytosterol의 혈압조절능, polyphenol의 당뇨조절능을 확인함으로써 쌀의 영양적, 기능적 우수성이 도출됨.
- 밥중심 식단의 영양특성 분석 및 쌀이용간편식 개발, 관련 대응 서양식과의 영양특성을 비교분석함으로써 밥 중심식단의 우수성을 홍보할 수 있는 자료가 확보됨.
- 본과제의 연구결과를 논문화하고 TV,라디오, 신문등을 통한 홍보를 함으로써 국민들이 쌀의 영양적 기능적 우수성에 대하여 올바른 인식이 될 수 있도록 함.

## 제 5 절 연구개발 결과의 활용계획

### 1. 연구개발 결과

#### ■ 국내외 학술 발표: 5건

- 1) 도정도를 달리한 백미 및 미강에 함유된 phenolic acids와 총 폴리페놀 함량, 2002년 한국식품저장유통학회 학술대회
- 2) 쌀의 영양적, 기능적 우수성, 2002년 한국식품저장유통학회 학술대회
- 3) 쌀의 tocol 획득이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐의 체내 지질함 량 에 미치는 영향, 2003년 한국식품과학회 학술대회
- 4) Effect of degree of milling on the chemical composition of rice oil, 2002년 JAOCS 발표
- 5) The effects of different extraction conditions on the contents of phenolic acid and antioxidant activity of brown rice, 2004년 한국식품영양과학회 학술대회

#### ■ 논문투고: 4건

- 1) Bioactive components in rice bran oil improve lipid profile in rats fed high cholesterol diet, Nutrition research (in press)
- 2) Effect of degree of milling on the chemical composition of rice oil, JAOCS, 심사중
- 3) 품종 및 도정도별 백미와 미강의 특성 및 페놀산 함량, 한국식품과학회지 12월 게재 예정
- 4) 직장인과 청소년의 밥중심 식생활 기피 현황 및 원인 분석 대한지역사회 영양학회지(12월 게재 예정)

#### ■ TV 홍보: 3건

- 1) KBS “무엇이든 물어보세요” 쌀의 효능(2003)
- 2) SBS “잘먹고 잘 사는 법”을 통하여 쌀의 효능(2003)



### 3) Food channel: 쌀의 효능(2004)

#### ■ 라디오 홍보: 1건

1) 뉴스와이드, 추석특집: 쌀의 효능 (2004)

#### ■ 밥간편식 전시회 개최 1건

본 연구에서 개발한 밥 간편식에 대한 홍보행사 "밥 간편식 요리강습 및 시식회"를 경상북도 경산 여성회관의 후원으로 다음과 같이 갖고 참석한 주부들 및 관련자들에게 밥 간편식 활용과 영양가에 대하여 주지시켜 많은 호응을 받았음.

- 일시 ; 2003년 11월 12일 (수) 11시 - 13시

- 장소 : 경상북도 경산시 여성회관

#### ■ 쌀 간편식 공모대회 수상

- 2004년도 대한주부클럽연합회가 주관하는 온라인 간편식 쌀요리 공모대회에 본 연구에서 개발한 "멸치밥탕수"를 출품하여 "러브미"상을 수상하였음.

- 타 수상작에 대한 영양가 평가를 의뢰하여 40종의 쌀 간편식 요리에 대하여 영양정보를 제공하여 "맛난 우리 쌀 이야기"에 수록하였음

## 2. 활용계획

○ 쌀의 품종별, 도정별 유효성분 분석결과는 쌀산업 뿐만 아니라 쌀에 대한 식품학적 기초자료로서도 크게 활용될 것임.

○ 밥중심식단의 영양적 특성을 분석함으로써 밥을 주식으로 하는 우리나라민들에게 올바른 정보를 제공 할 것이며 홍보자료로서도 활용될 것임.

○ 쌀유래 유효성분을 효율적으로 추출, 분석하는 기술이 축적됨.

○ 쌀 및 밥중심식사의 영양적, 기능적 우수성을 과학적으로 발굴함으로써 쌀의 영양에 대한 국민들의 그릇된 인식을 불식시킴과 동시에 쌀소비량의 증대를 유도 할 것으로 기대됨.

## 제 6 절 참고문헌

1. Adom KK, Rui HL. Antioxidant activity of grains. *J. Agric. food Chem.* 50 : 6182-6187 (2002)
2. Andreasen MF, Landbo AK, Christensen LP, Hansen A, Mayer AS. Antioxidant effects of phenolic rye(*Secale cereale* L.) extracts, monomeric hydroxycinnamates, and ferulic acid dehydroxydimers on human low-density lipoproteins. *J. Agric. Food Chem.* 49 : 4090-4096 (2001)
3. Andreason MF, Christensen LP, Meyer AS, Hansen A. Release of hydrocinnamic and hydrobenzoic acids in rye by commercial plant cell degrading enzyme preparation. *J. Sc. Food Agric.* 79:411-413 (1999)
4. Andreason MF, Christenson LP, Meyer AS, Hansen A. Release of hydroxycinnamic acid hydroxybenzoic acid in rye by commercial cell wall degrading enzyme preparations. *J. Sci. Food Agric.* 79:411-413 (1999)
5. Antella S, Antonio T, Rosella LC, Domenico T, Anna P, Anna DP, Nicola U, Francesco B. Ferulic and caffeic acids as potential protective agents against photooxidative skin damage. *J. Sci. Food Agric.* 79 :476-480 (1999)
6. AOAC. Official Methods of Analysis Intl. 15th ed. Method 985.01 p723. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA (1990)
7. Aoe,S.,Ohta,F. and Ayano,Y.: Effect of rice bran hemicellulose on the cholesterol metabolism in rats. *Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi* 42,55(1988).
8. Balasubashini MS, Rukkumani R, Menon VP. Protective effects of ferulic acid on hyperlipidemic diabetic rats. *Acta. Diabetol.* 40 : 118-122 (2003)
9. Batolome B, Gomez-Cordoves C. Barley spent grain : release of hydroxycinnamic acid(ferulic and p-coumaric acids) by commercial enzyme preparation. *J. Sci. Food Agric.* 79:435-439 (1999)
10. Bhosale P, Jogdand VV, Gadre RV. Stability of beta-carotne in spray dried preparation of *Rhodotorula glutinis* mutant 32. *J Appl Microbiol* 95, 584-90, 2003.

11. Bingham, S.A.: Mechanisms and experimental and epidemiological evidence relating fibre and starch to protection against large bowel cancer. *Proc.Nutr.Soc.*49,153(1990).
12. Bourne LC, Rice-Evans C. Bioavailability of ferulic acid. *Biochem. Biophys. Research Comm.* 253 : 222-227 (1998)
13. Bunzel M, Allerdings E, Sinwell V, Ralph J, Steinhart H, Cell wall hydroxycinnamates in wild rice(*Zizania aquatica* L.) insoluble dietary fibre. *Eur. Food Res. Technol.* 214 :482-488 (2002)
14. Cai R, Hettiarachchy NS, Jalaluddin M. High performance liquid chromatography determination of phenolic constituents in 17 varieties of cowpeas. *J. agric. food Chem.* 51 ; 1623-1627 (2003)
15. Capro, PA. Reaven G. and Olefsky J. Postprandial plasma-glucose and insulin responses to different complex carbohydrate. *Diabetes* 26:1178-1183 (1977)
16. Champagne ET, Marshall WE, Goynes WR. Effects of degree of milling and lipid removal on starch gelatinization in the brown rice kernel. *Cereal Chem.* 67:570-574 (1990)
17. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:885-892 (2002)
18. Chun HS, You JE, Kim IH, Cho JS. Comparative antimutagenic and antioxidative activities of rice with different milling fractions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31:1371-1377 (1999)
19. Clark,H.E., Howe,J.E. and Lee,C.J.: Nitrogen retention of adult human subjects fed a high protein rice. *Am.J.Clin.Nutr.*, 24,324 (1971)
20. Crapo, P. A., Reaven, G. and Olefsky, J.: Postprandial plasma-glucose and-insulin responses to different complex carbohydrate. *Diabetes* 26, 1178 (1977).
21. Crapo,P.A ,Insel,J.,Sperling,M.and Kolterman,O.G.: Comparison of serum glucose, insulin and glucagon responses to different types of complex

carbohydrate in noninsulin-dependent diabetic patients. *Am. J. Clin. Nutr.* 34,184 (1981).

22. Cummings,J.H. and Englyst,H.N.: Fermentation in the human large intestine and the available substrates. *Am. J. Clin. Nutr.* 45,1243(1987).

Graf E. Antioxidant potential of ferulic acid. *Free Radic. Biol. Med.* 28 ; 1249-1256 (2000)

23. Hopkins,D.T.: Effects of variation in protein digestibility. in: protein quality in humans: Assessment and in vitro estimation. Bodwell,C.E., Adkins,J.S., and Hopkins,C.E. eds. pp 169-193, Avi Publishing Co., Inc., Westport, C.T. (1981).

24. Jiaratsatit,J.I.T.,Keoplung,M.,Chumsilp,L.andMangklabruks,A.: Glycemic effects of rice and glutinous rice on type II diabetic subjects. *J.Med.Assoc.Yail.*70,401 (1987).

25. Kahlon,T.S., Saunders,R.M., Chow,F.I., Chiu,M.C.and Betschart, A. A. Effect of rice bran and oat bran on plasma cholesterol in hamsters. *Cereal Foods World* 34,768 (1989).

26. Kennedy BM, Schelstraete M, Del Rosario AR. Chemical, physical , and nutritional properties of high protein flours and residual kernel from the over milling of uncoated milled rice. 1. Milling procedure and protein, fat, ash, amylose, and starch content. *Cereal Chem.* 51:435-448 (1974)

27. Kikuzaki H, Hisamoto M, Hirose K, Akiyama K, Taniguchi H. antioxidant properties of ferulic acid and its related compounds. *J. Agric. Food Chem.* 50:2161-2168 (2002)

28. Kim IH, Chun HS. Composition of fatty acid and phenolic acid in rice with different milling fractions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 25:721-726 (1996)

29. Kim YS, Lee NY, Hwang CS, Yu MJ, Back KH, Shin DH. Changes of physicochemical characteristics of rice milled by newly designed abrasive milling machine. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33:152-157 (2004)

30. MacLean,C.W., Klein, G.R., Massa,E. and Graham,G.G.: Protein quality of

conventional and high protein rice and digestibility of glutinous and non-glutinous rice by preschool children. *J. Nutr.*, 108,1740 (1978)

31. Muir, J.G. and O'Dea, K.: Validation of an in vitro assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 57,540 (1993).

32. Nicolsi RJ, Rogers EJ, Ausman LM, Orthefer FT. Rice bran oil and its health benefits. pp 421-437. In : *Rice Science and Technology*. Marshal WE, Wadsworth JI(ed). Marcel Dekker. NY, USA (1993)

33. Ogiwara T, Satoh K, Murakami Y, Unten S, Atsu T, Sakagami H, Fujisawa S. Radical scavenging activity and cytotoxicity of ferulic acid. *Anticancer Res.* 22 ; 2711-2717 (2002)

34. Ohta T, Semboku N, Kuchii A, Egashira Y, Sanada H. Antioxidant activity of corn bran cell-wall fragments in LDL oxidation system. *J. Agric. Food Chem.* 45 : 1644-1648 (1997)

35. Park JK, Kim SS, Kim KO. Effect of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. *Cereal Chem.* 78 : 151-156 (2001)

36. Perdon AA, Siebenmorgen TJ, Mauromoustakos A, Griffin VK, Johnson ER. Degree of milling effects on rice properties. *Cereal Chem.* 78:205-209 (2001)

37. Rondini L, Maillard MNP, Baglieri AM, Fromentin G, Durand P, Tome D, Prost M, Berset C. Bound ferulic acid from bran is more available than the free compound in rat. *J. Agric. Food Chem.* 52 : 4338-4343 (2004)

38. Sanchez-Moreno C, Plaza L, De Ancos B, Cano MP. Vitamin C, provitamin A carotenoids and other carotenoids in high-pressurized orange juice during refrigerated storage. *J Agric Food Chem* 51, 647-53, (2003)

39. Shama, R.D. and Rukmini, C.: Rice bran oil and hypocholesterolemia in rats. *Lipids* 21,715(1986).

40. Shinkard K, Singleton VL. Total phenol analysis : Automation and

- comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 29:49-55 (1977)
41. Slavin J, Jacobs D, Marquart L. Whole-grain consumption and chronic disease. Protective mechanisms. *Nutr. Cancer* 27:14-21 (1997)
42. Song BH, Kim DH, Kim SG, Kim YD, Choi KS. Distribution of minerals within the degermed brown rice kernel. *Agric. Chem. Biotechnol.* 31 :162-165 (1988)
43. Sowbhagya CM, Bhattacharya KR. Changes in pasting behavior of rice during ageing. *J. Cereal Science* 34:115-124 (2001)
44. Tian S, Nakamura K, Kayahara H. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. *J. Agric. Food Chem.* 52 : 4808-4813 (2004)
45. Vallareal CP, Maranville JW, Juliano BO. Nutrient content and retention during milling of brown rices from the International Rice Research Institute. *Cereal Chem.* 68 ; 437-439 (1991)
46. Xu Z, Hua N, Godber JS. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and  $\gamma$ -oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis(2-methylpropinamine) dihydrochloride. *J. Agric. Food Chem.* 49:2077-2081 (2001)
47. Xu Z, Xu Q, Godber JS. Stability of daidzin, glycitin, genestin, and generation of derivatives during heating. *J Agric Food Chem* 50:7402-6 (2002)
48. Yoon SH, Kim SK. Physicochemical properties of rice differing in milling degrees. *Food Sci. Biotechnol.* 13:57-62(2004)
49. Zhou K, Su Lan, Yu L. Phytochemicals and antioxidant properties in wheat bran. *J. Agric. Food Chem.* 52 : 6108-6114 (2004)
50. Zhou Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. The distribution of phenolic acids in rice. *Food Chem.* 87 : 401-406 (2004)
51. 식품영양실험핸드북, 식품편. 한국식품영양과학회, 2000.
52. 임숙자. 한국식량영양학회지 8, 411-419, 1992.

## 제6장 현미식의 품질 검정 및 간편한 취반기법 개발 연구

### 제 1절 연구개발과제의 개요

현재 우리나라의 쌀 산업은 농민의 재배와 미곡 종합처리장의 도정, 판매로 대별되며 쌀 가공 산업은 전체 소비량의 5%미만으로 95%이상은 주식용으로 이용되고 있다. 최근 건강 지향적인 식생활 문화의 변천으로 중년의 소비자 층에서 현미식이 각광을 받고 있으나 가정에서 취반의 번거로움과 식미의 저하로 큰 호응을 받지 못하는 실정이다. 현미는 쌀의 강층이 존재하여 침지에 의한 수분의 흡수율이 현저히 감소하여 기존의 현미를 이용할 경우 조리방법 개선의 어려움이 따른다.

본 실험에 사용한 1차적으로 수압을 이용한 기계장치로 1차 가공(강층처리)과 수세를 하게 되면 쌀의 표면의 비타민류가 풍부한 지미층은 남고 호분층은 깨끗이 제거가 된다. 일반 쌀은 쌀 표면에 남은 호분층 때문에 산패되어 나쁜 맛과 냄새를 만들고 쌀벌레를 생기게 한다. 이런 이점이 있는 1차 가공 기기를 현미에 도입하여 강층처리와 수세효과를 동시에 이용하였다.

2차 가공에 사용된 마이크로파 가열 원리는 음식물을 구성하고 있는 수백만의 분자들이 매우 빠르게 좌우로 서로 부딪쳐 발생하는 마찰열에 의해 가열이 된다. 전자레인지에 사용되는 주파수는 2,450Mhz의 고주파로 이주파수가 특별히 조리기에 사용되는 이유는 물분자에 대한 가열 공진 주파수이기 때문이며 즉, 물의 분자를 발열시킬 수 있는 최적 조건의 주파수이기 때문이다. 방송주파수 이외에도 식품조리에 이용되는 Microwave oven, 농작물의 건조, 의료기구등에 사용하고 있으며 그 외 목재의 가공처리 및 산업폐기물을 살균하여 재활용하는데 이용되고 있다. 또한 마이크로파로 열처리한 식품의 안정성에 관한 연구가 많이 수행되었다. 따라서 식품업계에서도 이미 식품의 가공과 조리, 건조, 냉동식품의 해동 등에 이용하고 있는 고주파(마이크로파)를 이용하여 미생물억제효과가 극대화 되면서 가열살균의 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 미생물억제기술의 개발이 필요하다고 볼 수가 있다. 마이크

로파를 이용한 처리공정의 장점으로서는 단시간 내 미생물억제가 가능하다는 것 (기존의 1/100정도)생산비가 저렴(33%절감)하고 미생물 오염의 감소를 가져오며 작은 설비면적(기존의 1/5정도) 식품 내외 부를 고루 살균시키며 영양소 비파괴와 색도 유지(갈변화 방지) 등의 고품질을 유지할 수 있고 소음방지 및 청결도 유지로 작업 환경이 개선되며 크기와 모양에 관계없이 일정한 살균방법을 유지할 수 있고 포장 후 살균이 가능하며 또한 작업의 안정성이 우수하며 열에 약한 제품도 마이크로파로 미생물억제기능이 가능하다는 것이다.

따라서 본 연구를 통하여 1차적으로 수압을 이용한 기계장치로 1차가공(강층처리)과 수세를 한 후 농산물 고주파 건조기와 가정용 일반 전자레인지로 이용하여 마이크로파를 조사시켜 2차 가공현미를 만들어 원료의 Half Cooked Brown Rice 제조하여 기존의 현미밥 조리의 단점인 가정에서 압력밥솥을 이용하여 장시간 조리하여도 조직감이 단단하고 장시간 침지가 요구되어 조리엔 어려움 등을 일반적인 전기밥솥으로 백미 취반과 동일한 조건에서 간편히 취반 할 수 있는 조건을 제시하여 현미의 취반기법을 확립하고자 한다.



## 제 2절 국내외 기술개발 현황

현미의 직접적인 생리기능 특성에 관한 연구는 소수에 불과하고 주로 현미의 영양학적 특징이 강층에 모여 있기 때문에 대부분의 연구가 미강에 대하여 이루어져 있다. 도정과정중 부수적으로 나오는 미강은 연간 약 40만톤 으로 추정되고 있으며 그 중 20-30% 정도가 미강유 제조에 쓰이고 나머지는 사료로 쓰이거나 농산폐기물로 처리되고 있는 실정이다. 그러나 미강에는 여러 가지 인체에 유효한 성분들이 다량 함유되어 있으며 미국을 비롯한 선진 외국에서는 이러한 미강을 식품소재로 이용하려는 연구가 최근 활발해 지고 있으며 미강의 생리적 기능에 대한 연구도 활발하다. 지금까지의 국내외 기술개발현황을 보면 다음과 같다.

### ○ 미강의 생리기능 특성

미강에는 단백질이 12-16%, 식이섬유가 20-25%이며 지방이 16-22%함유되어 있고 구성지방산의 70%이상이 올레인산, 리놀레산, 리놀렌산의 불포화 지방산으로 되어 있다. 이외에도 다음과 같이 비타민과 미네랄이 풍부하게 함유되어있는 것으로 보고되어 있다.

### < 미강의 주요 생리조절 물질들 >

(Unit : ppm)

Vitamins		Minerals	
Vitamin A	4	Aluminum	53- 369
Thiamin	10-28	Calcium	140-1310
Riboflavin	2-3	Iron	190-530
Niacin	236-590	Magnesium	8650-12300
Pyridoxine	10-32	Manganese	110-877
Pantothenic acid	28-71	Phosphorus	14800-28700
Choline	1300-1700	Potassium	13650-23900
Vitamin E	150	Zinc	80

Kahlon등은 고콜레스테롤 혈증 햄스터에게 미강을 주어 3주간 사육한 결과 혈중

및 간장에서 콜레스테롤의 저하 효과가 현저하였다고 보고하고 있다. 또한 미강을 고콜레스테롤 식이에 첨가하여 흰쥐를 사육한 결과 혈중 콜레스테롤은 현저히 감소하였으나 간장 콜레스테롤 함량에는 영향이 없었다는 보고도 있다. Raghuram등은 고콜레스테롤, 고중성지방 혈증을 나타내는 사람에게 미강유를 1개월간 섭취시켰을 때 혈중 콜레스테롤 및 중성지방농도가 현저히 감소하였다고 한다. 이와 같이 미강의 콜레스테롤 저하효과에 대해서는 흰쥐, 햄스터를 대상으로 한 동물실험과 사람을 대상으로 한 임상실험으로 다양하게 연구되고 있으나 대부분이 미강 그 자체를 투여하거나 또는 미강유를 투여한 연구결과이다. 이러한 미강의 콜레스테롤 저하효과를 나타내는 성분으로는 tocotrienols, oryzanols,  $\beta$ -sitosterol, hemicellulose,  $\beta$ -glucan 등이 추측되어 지고 있으나 양적인 문제와 더불어 그 작용 기전에 대해서도 명확하지 않다.

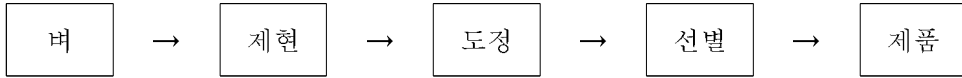
한편 미강에서 분리한 가용성 단백질의 가수분해물(peptide)은 혈압상승 관련 효소인 angiotensin converting enzyme의 활성을 저해하여 혈압상승을 억제하는 것으로 알려져 있으며 류등은 미강에서 분리한 단백질을 가수분해시켜 고혈압쥐에게 투여한 결과 혈압이 현저하게 저하하였다고 보고하고 있다.

이외에도 미강에는 돌연변이를 억제하는 효과가 있다고 보고되어 있으며 최근 일본에서 미강에서 항암효과가 있는 성분을 분리하였다.

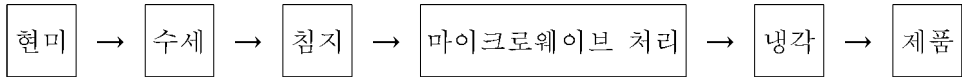
또한 쌀에서 분리한 쌀 단백질은 흰쥐의 체내 지질함량을 감소시킬 뿐만 아니라 DMBA로 유발시킨 유방암의 발병을 억제시키는 효과가 있다고 보고되어 있다.

현미의 조리 간편화를 위한 예비 시험 결과는 기존의 현미밥 조리는 가정에서 압력밥솥을 이용하여 장시간 조리하여도 조직감이 단단하고 장시간의 침지가 요구되어 조리 어려움이 있기 때문에 일반적인 전기밥솥으로 백미 취반과 동일한 조건에서 간편히 취반할 수 있는 조건을 제시하고자 한다.

○ 부분 도정한 현미 제조

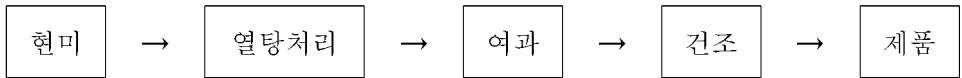


- 강층 부분을 최소한으로 도정(2-3%)하여 수분 침투가 용이
- 마이크로웨이브를 이용한 일부 조리된 무수세 가공현미 제조



- 현미를 사전에 충분히 침지시킨 후 12분간 마이크로파 처리

○ Boiling 처리한 무수세 가공현미 제조



- 현미를 30분간 끓인 후 열풍 건조 처리

2) 가공현미의 조리시험 결과

\* 전문관능요원 10명(9점 평가방법)

현미는 쌀의 강층이 존재하여 침지에 의한 수분의 흡수율이 현저히 감소하여 기존의 현미를 이용할 경우 조리 방법의 개선이 어려움이 있다. 마이크로파를 이용한 식품 가공기술을 도입하여 원료의 1차 가공을 통하여 Half Cooked Brown Rice( 수분 함량 : 23.4 % )를 제조하여 조리 방법을 단순화하고 Half Cooked Brown Rice 를 기존의 백미 취반과 동일한 방법으로 1.4배량의 물을 붓고 전기보온밥솥을 이용하여 취반하고 1.5배량을 가수하여 취반한 현미밥과 비교하여 조직감에 대한 관능검사를 실시한 결과 기존의 현미밥보다 조리시간이 단축되고 식감이 우수하였다. 따라서 보다 체계적인 연구를 통한 Half Cooked Brown Rice 제조방법 개선 및 현미의 취반 기법을 확립하여 기능성 현미식의 산업화 유도가 필요하다.

항 목	일반현미	부분도정현미	마 이 크 로 파 처리 현미	열탕처리현미
제 조 방 법		도정기를 이용하여 2% 도정 처리	물에 24시간 침지 후 12분간 마이크로파 처리	수세 후 끓는물에서 30분간 처리 후 60℃에서 2시간 건조
수 분 함 량	12.3 %	11.7 %	23.4 %	9.5 %
취반시 가수량	1.6 배	1.5 배	1.4 배	1.6 배
취 반 시 간	33 분	32 분	28 분	34 분
관 능 외 관	4.0	5.6	5.6	5.8
* 평 가 조 직 감	2.6	7.0	4.2	5.8
결 과	조리시간이 품질은 양호하나 길고 조적이 저장 중 이취의 단단함 발생		조리시간이 단축 되나, 저장성불량	품질은 양호하나 조리시간이 길고 외관이 불량함

## 제 3절 연구개발수행내용 및 결과

### 1. 실험 재료 및 제조방법

#### 가. 실험 재료

본 실험에서는 일반현미를 구입해 Fig. 1에 있는 수압을 이용한 기계장치(한국식품연구원에서 자체 제작한 강층처리 기계)로 1차가공(강층처리)한 후 Fig. 2의 농산물고주파 건조기와 가정용 일반 전자레인지를 이용하여 마이크로파를 조사시켜 2차 가공현미를 제조하여 진공포장기(Turbovac P. O. Box 2168, Netherlands)를 이용해 진공포장 후 상온과 4℃에 보관하며 30일, 60일, 90일, 120일 동안 저장하여 현미의 품질변화를 측정하였다. 기계장치를 이용한 1차가공 단계 및 조건은 Table 1과 같고, 2차 가공현미의 마이크로파의 조사조건과 시료 명은 Table 2와 같다.

#### (1) 현미밥 제조방법 및 취반시간

$X(\text{수분함량에 따른 가수량}) = \text{현미의 양(g)} \times \text{가수율(1.45배)}$

$$Y(\text{가수량}) = X(\text{수분함량에 따른 가수량}) \times \frac{(100 - \text{원곡의 수분함량})}{86}$$

현미밥 제조 시 각각의 수분함량을 기준으로 가수량을 위의 식에 대입하여 가수량을 결정하였다. 현미 250g을 14%의 백미 수분함량을 기준으로 하여 1.45배의 가수율을 적용하여 전기밥솥(Samsung 850j, Korea)에서 취사 후 보온상태에서 15분간 뜸을 들였다. 취반된 밥을 내솥으로 부터 옆면 1cm, 바닥 1cm를 제외한 가운데 부분의 밥만을 bowl(23cm×12cm)에 옮겨 담은 후 밥알이 손상되지 않도록 잘 혼합하고 5분 냉각시킨 후 흰색의 사기그릇(8.5cm×5cm)에 ice cream scoop를 이용하여 약 50g 정도의 밥을 담아서 뚜껑을 닫은 후 제시하였다. 가공현미, 원곡현미, 일반미의 취반시간은 가공현미가 9분 30초 ~ 16분 30초로 일반미 16분 30초, 원곡현미 18분 10초에 비해서 취반시간이 짧았다.

## 나. 실험 방법

### (1) 일반성분 분석

현미 원곡의 일반성분은 AOAC 방법<sup>1)</sup>에 준하여 분석하였다. 수분 함량은 105℃ oven에서 항량이 되도록 건조하여 정량 하였고, 조단백질 함량은 단백질 자동분석기 (Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden)를 사용하여 Semi-micro Kjeldal 방법으로 측정하였다. 조지방 함량은 Soxhlet추출기를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량 하였고, 조회분 함량은 550℃ 직접회화법으로 측정하였다.

### (2) 조직감 측정

현미원곡의 경우 조직감(Texture)측정은 시료를 Texture Analyser(Model XTRA Dimension V3.7A, Stable Micro Systems)를 사용하여 Test를 실시하였다. 현미를 무작위 적으로 선별하여 직경 2.0cm의 plunger를 사용하여 force and time mode에서 two bite로 측정하였고, 이때 plunger의 strain은 50%, test speed 0.5mm/sec, pre test speed 5.0mm/sec, post test speed 5.0mm/sec 이었다. 측정항목은 Hardness, Cohesiveness를 측정하였다.

현미원곡을 취사한 현미밥의 경우에는 12g을 직경4cm, 높이1cm, cell에 넣어 full-cap method 방법을 이용하여 직경 2.0cm의 plunger를 사용하여 force and time mode에서 two bite로 측정하였고, 이 때 plunger의 strain은 30%, test speed 0.5mm/sec, pre test speed 5.0mm/sec, post test speed 5.0mm/sec 이었다. 측정항목은 Hardness, Springiness, Adhesiveness, Cohesiveness, Chewiness, Gumminess등을 측정하였다.

### (3) 환원당

시료 0.8g을 증류수에 넣어 200ml로 정용한 다음 2시간동안 교반한 후에 50ml만 취하여 10% lead acetate 5ml와 3.2% sodium oxalate 5ml을 넣어 단백질을 제거 여과한 다음 100ml로 정용 하여 시료를 준비하였다. 준비된 시료액 2ml를 취하여 Somogyi-Nelson법에 따라 glucose 표준곡선과 비교하여 환원당을 구하였다.

#### (4) 지방산도

지방산도 측정은 AACC 방법<sup>2)</sup>(02-01)에 준하여 측정하였다. 시료 40g 이상을 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater, Co. Ltd, Sweden)로 분말을 만들어 그 중 10g을 원통여지에 담아 탈지면으로 가볍게 충전한 후, 지방분해효소에 의한 변화 방지를 위해 분쇄 후 1시간 이내 Soxhlet방법으로 지방을 추출하였다. 추출용 용매로는 petroleum ether를 사용하여 16시간 동안 추출하였다. 추출된 용액은 rotary evaporator로 용매를 제거하여 지방성분만을 취한 후 제조한 BAP(Benzene Alcohol Phenolphthalen) 용액 50ml 또는 100ml(지방산가 수치가 높은 경우)로 재 용해시키고 표준색과 일치 될 때까지 0.0178N KOH로 적정하였다. 위에서 얻어진 결과를 이용하여 다음의 식에 의해 지방산가로 환산하였다.

$$\text{Fat acidity value} = \frac{(T-B) \times 10}{100 - W} \times 100$$

T : 시료 적정 시 0.0178N KOH의 소비량

B : 공시험 적정 시 0.0178N KOH의 소비량

W : 시료 100g에 대한 수분함량(g)

#### (5) 아밀로그래프(Amylogram) 특성

아밀로그래프(Brabender OHG Duisburg, Germany)특성 및 호화온도는 Juliano<sup>3)</sup>의 방법(1985)에 의하여 측정하였다. 먼저 현미의 수분을 측정하여 다음 식으로 보정하여 시료의 양을 결정하였다.

$$Y = \frac{(a \times b / 100)}{(100 - c - b) / 100}$$

Y : 현미가루 시료의 양(g)

a : 가한 증류수(g)

b : 현미가루의 농도(%)

c : 현미가루의 수분함량(%)

아밀로그래프특성은 위의 식에 의하여 현미가루 현탁액을 8%(w/w)로 제조하여, 35℃에서 95℃까지 1.5℃/min의 속도로 가열하여, 95℃에서 30분간 유지시킨 다음 다시

동일한 속도로 50℃까지 냉각시킨 후 아밀로그래프를 얻었다. 위의 아밀로그래프로 부터 최고점도(peak viscosity, P)와 95℃에서 30분간 유지시킨 후의 점도 (hot paste biscosity, H), 50℃에서 30분간 유지시킨 후의 점도(cold paste viscosity, C), breakdown(C-H), total setback(C-H), setback(C-P)을 산출하였고 단위는 Brabender Unit(BU)로 나타내었다.

호화개시온도는 위의 식에 의하여 현미가루 현탁액을 8%로 제조하여 35℃에서 95℃까지 1.5℃/min의 속도로 가열하여 점도변화가 시작되는 온도를 호화개시온도로 하였다.

#### (6) 색도측정

현미의 색도는 색차계(Color and Color Difference meter, Model No, CR-300, Minolta Co., Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 및 전체적인 색깔차이를 보기 위해  $\Delta E$ 값으로 나타내었다.  $\Delta E$ 값은  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산하였으며 표준색판(White standard plate)은 L: 96.86, a: -0.07, b: 2.02였다.

#### (7) 단백질과 아밀로오즈 함량

저장기간 동안의 단백질과 아밀로오즈함량의 변화는 Infratec 1241 Grain Analyzer Foss Tecator(Sweden)을 이용하여 저장 60일과 120일 후에 측정하였다.

#### (8) 총균수 측정

검체 1g을 멸균된 핀셋으로 취해 Stomacher기(Seward, BA 7021. England)를 이용하여 균질화 시킨 후 0.85% 멸균Saline용액으로 일정한 비율로 희석하여 희석액으로 사용하였고 총균수 측정은 Plate Count Agar(Difco. co.)를 이용하여 배지를 만든 후 위의 희석 액을 1ml씩 취해서 pure plate 방법으로 분주한 후 Incubator(37℃±1)에서 48시간 동안 배양한 후 30~300개 사이의 Colony 형성 균체를 총균수로 측정하였다.



#### (9) 대장균수 측정

대장균 수는 MacConkey agar(Merck, Co)를 이용하여 위의 희석 액을 1ml씩 취해서 pure plate 방법으로 분주한 후 Incubator(37°C ±1)에서 48시간 동안 배양한 후 가스방울과 함께 형성되는 30~300개 사이의 Colony 형성 균체를 대장균수로 측정하여 양성과 음성 반응으로 나타내었다.

#### (10) 관능검사

현미밥 관능검사 시 시료의 수가 조건별로 19개여서 동시 비교 관능검사를 하지 않고 William G. Cochran이 제시한 Plan 13.15(Figure 3참조)와 같이 시료를 Random하게 제시한 후 반복수를 9로 하여 현미밥을 각각 제시하여 Nine Point Hedonic Scoring Test로 한국식품개발연구원내 훈련된 Panel 57명을 상대로 제품의 강도검사와 기호도 검사를 실시하였다. 이 때 제시된 설문지는 Table 3.과 같고 설문지와 함께 제시한 현미밥의 관능적 품질 평가 기준과 조직감의 특성 및 평가 기준은 Figure 4와 같다.

#### (11) 통계분석

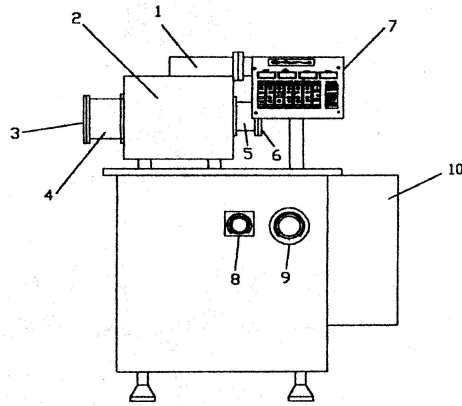
모든 실험 측정은 3반복 측정하여 평균치와 표준오차를 계산하였고, 각 구간 차이의 통계적 유의성은 SAS(1998)Ver6.03<sup>4)</sup> 통계프로그램을 이용하여 Anova분산분석과 Duncan의 다범위 검정(Multi Range Test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다.

다. 실험장치 및 방법

(1) 실험장치



Fig. 5-1. 수압을 이용한 기계장치



NO.	품명	NO.	품명
1	도파관	6	열풍배기개폐문
2	마이크로파 캐비티	7	조작판
3	열풍개폐문	8	음극전원조정장치
4	열풍인입구	9	양극전원조정장치
5	열풍배기구	10	주조정장치

Fig. 5-2. 마이크로파 건조기 구조.

Fig. 5-2에 도식된 마이크로파 건조기를 이용하여 수압을 이용한 기계장치로 1차 가공(강층처리)한 현미를 2차 가공처리 하는데 이용하였다.

Table 5-1. 기계장치를 이용한 1차가공 단계 및 조건

물의 양	최대			최소		
수압(Circle)	7	5	3	7	5	3

Table 5-2. 2차 가공현미의 마이크로파 조사조건과 시료명

원곡현미		B.R.	
강층제거후		250Watt 7분 조사 후	
물의양최대압력7	M7	물의양최대압력7	2M7S
물의양최대압력5	M5	물의양최대압력5	2M5S
물의양최대압력3	M3	물의양최대압력3	2M3S
물의양최소압력7	F7	물의양최소압력7	2F7S
물의양최소압력5	F5	물의양최소압력5	2F5S
물의양최소압력3	F3	물의양최소압력3	2F3S
630Watt 3분 조사 후		250Watt 7분 조사 1분정지	
물의양최대압력7	6M7T	물의양최대압력7	2M7H1
물의양최대압력5	6M5T	물의양최대압력5	2M5H1
물의양최대압력3	6M3T	물의양최대압력3	2M3H1
물의양최소압력7	6F7T	물의양최소압력7	2F7H1
물의양최소압력5	6F5T	물의양최소압력5	2F5H1
물의양최소압력3	6F3T	물의양최소압력3	2F3H1

<b>Block</b>											
(1)	1	7	11	(20)	2	3	14	(39)	4	6	9
(2)	2	8	12	(21)	3	4	15	(40)	5	7	10
(3)	3	9	13	(22)	4	5	16	(41)	6	8	11
(4)	4	10	14	(23)	5	6	17	(42)	7	9	12
(5)	5	11	15	(24)	6	7	18	(43)	8	10	13
(6)	6	12	16	(25)	7	8	19	(44)	9	11	14
(7)	7	13	17	(26)	8	9	1	(45)	10	12	15
(8)	8	14	18	(27)	9	10	2	(46)	11	13	16
(9)	9	15	19	(28)	10	11	3	(47)	12	14	17
(10)	10	16	1	(29)	11	12	4	(48)	13	15	18
(11)	11	17	2	(30)	12	13	5	(49)	14	16	19
(12)	12	18	3	(31)	13	14	6	(50)	15	17	1
(13)	13	19	4	(32)	14	15	7	(51)	16	18	2
(14)	14	1	5	(33)	15	16	8	(52)	17	19	3
(15)	15	2	6	(34)	16	17	9	(53)	18	1	4
(16)	16	3	7	(35)	17	18	10	(54)	19	2	5
(17)	17	4	8	(36)	18	19	11	(55)	1	3	6
(18)	18	5	9	(37)	19	1	12	(56)	2	4	7
(19)	19	6	10	(38)	1	2	13	(57)	3	5	8

Fig. 5-3. Plan 13.35a of William G. Cochran

Table 5-3. Questionnaire for Reconstituted Cook Brown rice

부서: \_\_\_\_\_ 이름: \_\_\_\_\_ 날짜 : 2002. . .  
 먼저, 물로 입가심을 하신 후, 왼쪽의 시료부터 평가해주시요. 각 항목에 대한 귀하의 의견을 가장 잘 표현한 난에 시료번호를 적어주시요.

<p><b>외관</b>                      색의 강도                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p> <p>윤기의 정도                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p>	<p><b>외관의 기호도</b>                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      대단히 싫다 <span style="float:right">대단히 좋다</span></p>
<p>현미밥 특유의 맛 강도                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p>	<p><b>맛의 기호도</b>                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      대단히 싫다 <span style="float:right">대단히 좋다</span></p>
<p><b>조직감</b>                      표면의 거친 정도                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p> <p>경도                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p> <p>부착성                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p> <p>응집성                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p> <p>탄력성                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      없음 <span style="float:right">대단히 강함</span></p>	<p><b>조직감의 기호도</b>                      ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      대단히 싫다 <span style="float:right">대단히 좋다</span></p>
<p style="text-align:center"><b>전반적인 기호도</b></p> <p>( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )                      대단히 싫다 <span style="float:right">대단히 좋다</span></p>	

## 현미밥의 관능적 품질 평가 기준

	높은 품질	낮은 품질
외관	현미밥의 색깔이 하얗고 윤기가 높음	현미밥의 색깔이 노랗고 윤기가 적음
조직감	현미밥의 표면이 입속에서 부드럽고 씹었을 때 너무 단단하거나 무르얇고 찰기가 많음	현미밥의 표면이 거칠고 입속에서 씹었을 때 단단하거나 무르고 찰기가 적음
맛	이미가 없으며, 단맛이 강함	이미가 있으며, 단맛이 약함
종합적인 품질	위의 항목의 종합한 결과임	

### 현미밥의 관능적 품질 평가 기준과 조직감 특성 정의 및 평가 기준

경 도 : 변형에 대한 저항성, 즉 주어진 현미밥을 변형시키는데 필요한 힘.

탄력성 : 변형된 물질이 힘 제거 시 원상태로 돌아가려는 성질, 현미밥을 입천장과 혀 사이에 넣고 부분적으로 누른 후 떼었을 때 원래 상태로 회복되는 정도.

응집성 : 식품 내 성분과 성분이 밀접하게 결합되어 씹었을 때 쉽게 풀어지지 않고 뭉쳐져 있어 끈적끈적한 느낌을 줌, 현미밥의 조직이 파괴되기 전까지 변형 되는 정도로 변형되는 정도가 적을수록 현미밥의 응집성이 강함.

부착성 : 식품의 표면과 접촉하는 다른 물질(혀, 이, 입천장 등)과 서로 붙는 성질, 현미밥을 혀, 이, 입천장에 붙인 후 제거 시 드는 힘

씹힘성 : 삼키기 쉬운 상태로 고체 식품을 씹는데 요구되는 힘으로, 경도, 응집성 및 타성과 관련이 있음. 현미밥을 씹어서 삼키는데 드는 힘

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 현미원곡의 일반성분 특성

Table 5-4. 현미원곡의 일반성분 (Unit: %)

Brown Rice	Moisture	Crude Ash	Crude Fat	Crude Protein
	15.27	1.14	1.53	7.67

현미원곡의 일반성분 분석결과 수분함량 15.27%, 회분 1.14%, 조지방 1.53%, 조단백 7.67%로 나타났다.

### 나. 가공현미의 품질특성

#### (1) 가공현미의 수분함량

Table 5-5. 수압을 이용한 1차가공후의 수분함량 (Unit: %)

Samples <sup>1)</sup>	수분함량
BR	15.27
M7	16.2
M5	16.5
M3	16.3
F7	16.1
F5	16.3
F3	16.3

수압을 이용한 1차 가공후의 수분함량의 변화는 Table 5-5와 같다. 1차 가공후의 수분함량의 변화는 원곡의 수분함량 15.27%보다 0.83%~1.27%증가한 것으로 나타났다. 이는 수압을 이용하여 원곡을 수세한 후 건조하는 과정에서 증가한 것이다.

마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 0일째, 30일째 수분함량의 변화는 Table 5-1과 같다. 2차 가공현미의 0일째 수분함량은 12.1%~13.4%로 마이크로파에 의해서 수분함량이 1차 가공현미에 비해 감소하였다. 그러나 저장 30일째 수분함량은 상온 2M7H1, 2M3H1, 2F7H1의 시료만 수분함량이 감소하였고, 나머지 시료의 수분함량은 같거나 증가하였고, 4℃ 보관한 시료의 수분함량은 2F7H1의 시료만 수분함량이 감소하였고, 나머지 시료의 수분함량은 같거나 증가하였다.

Table 5-6. 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 수분함량(Unit: %)

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일	저장 30일	
		상온	4℃
6M7T	12.7	13.1	13.5
6M5T	12.5	13.6	13.8
6M3T	12.9	13.3	13.3
6F7T	13.4	13.5	13.5
6F5T	13.1	13.1	13.2
6F3T	12.7	13.5	13.3
2M7S	12.7	12.8	12.8
2M5S	12.9	13.0	13.0
2M3S	12.7	12.9	13.0
2F7S	12.6	12.6	12.7
2F5S	13.0	13.0	13.0
2F3S	12.8	13.5	13.0
2M7H1	13.1	12.8	13.2
2M5H1	12.1	12.3	12.9
2M3H1	12.2	11.8	12.6
2F7H1	12.6	12.0	12.4
2F5H1	12.6	12.4	13.1
2F3H1	12.1	12.4	13.7

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2



(2) 가공현미의 조직감 측정

Table 5-7. 수압을 이용한 1차가공후의 조직감

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일	
	응집성	경도
BR	0.129	7026
M7	0.104	5765
M5	0.174	6163
M3	0.094	6421
F7	0.165	6081
F5	0.119	5900
F3	0.113	6575

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

수압을 이용한 1차 가공 후 현미의 조직감을 측정하였으며 측정항목은 응집성과 경도였고 그 결과는 Table 5-7.과 같다. 1차 가공 후 현미의 응집성 측정결과 M5, F7이 0.174, 0.165로 원곡의 0.129보다 높은 값을 나타냈었다. 1차 가공 후 현미의 경도 측정결과 수압에 의해 강층이 처리된 시료들이 원곡 현미의 경도 7026보다 작은 경도 값을 나타냈었다.

마이크로파 조사선량과 저장기간에 따른 2차 가공현미의 조직감을 측정하였으며 그 결과는 Table 6-1.과 같다. 2차 가공 후 현미의 0일째 응집성 측정결과 2F5S가 0.053으로 최소값, 2M3H1이 0.197로 최대값을 나타내었다. 저장 30일째 상온과 4℃에 시료들의 응집성 측정결과 상온은 2M3H1의 값이 0.027로 최소값, 6M7T가 0.131로 최대값을 나타내었고, 4℃에서는 6M3T의 값이 0.052로 최소값, 2M5H1이 0.187로 최대값을 나타내었다. 저장 0일째 2차 가공 현미의 경도 측정결과 수압이 높고, 마이크로파의 조사량이 강할수록 작은 값을 나타내는 경향을 보였고, 저장 30일째 상온과 4℃ 2차 가공 현미의 경도 측정결과 역시 0일째와 마찬가지로 수압이 높고, 마이크로파의 조사량이 강할수록 작은 값을 나타내는 경향을 보였다.

수압을 이용한 1차 가공 후 현미의 환원당을 측정하였으며 그 결과는 Table 5-9과 같다. 1차 가공 후 현미의 환원당 측정결과 BR(현미원곡)이 6.08로 수압을 이용하여 강층을 제거한 1차 가공 후 현미의 환원당 측정결과 보다 높게 나타났다.

Table 5-8. 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 조직감

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일		저장 30일		저장 30일	
	상온		상온		4℃	
	응집성	경도	응집성	경도	응집성	경도
6M7T	0.097	4592	0.131	4496.8	0.065	5012.9
6M5T	0.186	4440	0.112	5059.0	0.101	5071.3
6M3T	0.126	5070	0.107	5238.2	0.052	5267.4
6F7T	0.089	3998	0.086	4618.1	0.058	4698.9
6F5T	0.108	4134	0.126	5281.8	0.089	5090.9
6F3T	0.076	4993	0.069	5495.7	0.157	5498.0
2M7S	0.079	4950	0.175	4932.7	0.102	5269.0
2M5S	0.132	5253	0.128	5293.1	0.122	5509.6
2M3S	0.143	5940	0.104	5796.0	0.107	5689.9
2F7S	0.120	4878	0.136	4353.6	0.094	4454.1
2F5S	0.053	5671	0.122	5223.3	0.133	5191.9
2F3S	0.180	5260	0.061	5325.3	0.126	5325.0
2M7H1	0.057	5906	0.068	5771.8	0.171	5756.2
2M5H1	0.105	5873	0.099	6067.8	0.187	6119.3
2M3H1	0.197	6687	0.027	6754.8	0.059	6427.5
2F7H1	0.078	5854	0.044	5912.0	0.065	5365.5
2F5H1	0.155	5542	0.034	5762.4	0.084	5731.5
2F3H1	0.087	5963	0.087	5715.3	0.082	6180.1

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

(3) 가공현미의 환원당 측정

Table 5-9. 수압을 이용한 1차 가공후의 환원당 (Unit: mg/g)

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일
BR	6.08
M7	5.49
M5	4.73
M3	5.03
F7	4.71
F5	4.82
F3	5.77

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

Table 5-10. 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 환원당

(Unit: mg/g)

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일	저장 30일	
		상온	4℃
6M7T	4.99	6.09	4.97
6M5T	4.87	5.49	4.82
6M3T	4.88	5.52	4.60
6F7T	4.19	4.84	6.00
6F5T	4.75	6.17	4.69
6F3T	4.80	6.23	4.54
2M7S	4.24	5.02	4.70
2M5S	4.48	6.06	5.00
2M3S	4.52	5.42	4.81
2F7S	4.25	5.00	4.46
2F5S	4.53	5.53	4.48
2F3S	4.44	5.45	4.74
2M7H1	4.15	6.29	5.99
2M5H1	4.19	4.75	5.29
2M3H1	3.80	4.69	5.02
2F7H1	4.27	5.25	5.09
2F5H1	4.50	5.09	5.10
2F3H1	4.38	5.21	5.00

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

마이크로파 조사선량과 저장기간에 따른 2차 가공현미의 환원당 측정결과는 Table 5-10과 같다. 2차 가공 후 현미의 0일째 환원당 측정결과 2M3H1이 3.80으로 최소값, 6M7T가 4.99로 최대값을 나타내었다. 저장 30일째 상온과 4℃에 시료들의 환원당 측정결과 상온저장은 2M3H1의 값이 4.69로 최소값, 2M7H1이 6.29로 최대값을 나타내었고, 4℃에서는 2F7S의 값이 4.46으로 최소값, 6F7T가 6.00으로 최대값을 나타내었다. 저장 0일째 2차 가공 현미의 환원당 측정결과 1차 가공 후 현미의 환원당 측정결과 보다 작은 값을 나타냈고, 마이크로파 조사량이 강할수록 높은 값을 나타내었다. 그러나 수압에는 영향을 받지 않음을 알 수가 있었다.

저장 30일째 상온과 4℃ 2차 가공 현미의 환원당 측정결과 상온저장, 4℃ 저장 현미의 환원당 값이 저장 0일째 보다 높은 값을 나타내는 경향을 보였다. 또한 상온과 4℃에서의 환원당 값을 비교했을 때 상온 저장 2차 가공현미가 4℃ 저장 2차 가공현미 보다 더 높게 나타남을 알 수가 있었다.

(4) 가공현미의 지방산도 측정

Table 5-11. 수압을 이용한 1차 가공후의 지방산도 (Unit: mg KOH/100g)

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일
BR	20.7
M7	25.5
M5	24.5
M3	23.5
F7	30.5
F5	24.5
F3	28.5

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

수압을 이용한 1차 가공 후 현미의 지방산도를 측정하였으며 그 결과는 Table 5-11과 같다. 1차 가공 후 현미의 지방산도 측정결과 BR(현미원곡)이 20.7로 수압을 이용하여 강층을 제거한 1차 가공 후 현미의 지방산도 측정결과 보다 낮게 나타났으며, 수압의 강도가 낮을수록 지방산도의 값이 증가하는 경향을 나타내었다.

마이크로파 조사선량과 저장기간에 따른 2차 가공현미의 지방산도 측정결과는 Table 5-12와 같다. 2차 가공 후 현미의 0일째 지방산도 측정결과 6F5T가 28.5로 최소값, 2F7S가 4.99로 최대 값을 나타내었다. 저장 30일째 상온과 4℃에 시료들의 지방산도 측정결과 상온저장은 6M5T의 값이 58.83으로 최소값, 2F7H1이 88.60으로 최대값을 나타내었고, 4℃에서는 6M7T의 값이 43.56으로 최소값, 2F5H1이 74.10으로 최대값을 나타내었다.

저장 0일째 2차 가공 현미의 지방산도 측정결과 1차 가공 후 현미의 지방산도 측정결과 마이크로파를 조사한 2차 가공현미의 지방산도 값이 높은 값을 나타내었다. 저장 30일째 상온과 4℃ 2차 가공 현미의 지방산도 측정결과 상온저장, 4℃ 저장 현미의 지방산도 값이 저장 0일째 보다 급속히 증가하여 높은 값을 나타내었다. 상온과 4℃에서의 지방산도 값을 비교했을 때 상온 저장 2차 가공현미가 4℃ 저장 2차 가공현미 보다 지방산도 값이 급속히 증가하고 높은 값을 나타냄을 알 수가 있었다.

Table 5-12. 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 지방산도

(Unit: mg KOH/100g)

Samples <sup>1)</sup>	저장 0일	저장 30일	
		상온	4℃
6M7T	30.0	61.08	43.56
6M5T	29.0	58.83	52.07
6M3T	30.7	61.83	53.57
6F7T	37.7	71.15	62.58
6F5T	28.5	70.84	64.59
6F3T	29.5	72.05	57.58
2M7S	30.1	60.08	59.08
2M5S	29.8	64.08	59.08
2M3S	32.5	63.58	58.58
2F7S	36.8	72.09	68.59
2F5S	33.5	70.09	68.09
2F3S	34.7	66.59	60.08
2M7H1	30.3	62.58	55.57
2M5H1	29.5	66.08	56.57
2M3H1	30.3	63.07	59.58
2F7H1	36.3	88.60	71.34
2F5H1	30.5	78.60	74.10
2F3H1	31.7	68.59	61.83

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

Table 5-13는 원곡과 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 아밀로그램의 특성을 측정된 결과이다. 호화개시 온도 값은 2F3H1이 72.5℃로 가장 낮은 온도를 나타냈고, BR이 84.5℃로 가장 높은 온도를 나타내었다. 가공의 안정도를 나타내는 Breakdown의 값은 BR이 0으로 가장 낮았고, 6F7T가 165로 가장 높은 값을 나타내었다. 노화의 정도를 나타내는 setback값은 2M7H1이 0으로 가장 낮았고, BR이 91로 가장 높은 값을 나타내었다. 원곡현미에 비해 2차 가공한 현미의 호화개시 온도는 낮아짐을 볼 수가 있었고 최고점도는 반대로 높아지는 경향을 나타내었다.

(5) 가공현미의 아밀로그래프 측정

Table 5-13. 원곡과 마이크로과 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 amylogram (Unit: BU)

Samples <sup>1)</sup>	초기온도(℃)	P <sup>2)</sup>	H <sup>3)</sup>	C <sup>4)</sup>	P-H <sup>5)</sup>	C-H <sup>6)</sup>	C-P <sup>7)</sup>
BR	84.5	199	199	290	0	91	91
6M7T	78.5	320	240	385	80	145	65
6M5T	80	258	195	300	63	105	42
6M3T	77	365	250	415	115	165	50
6F7T	80	359	230	370	165	140	11
6F5T	78.5	355	239	400	116	161	45
6F3T	74	365	245	405	120	160	40
2M7S	80	282	219	338	63	119	56
2M5S	80	315	218	358	97	140	43
2M3S	74	300	225	355	75	130	55
2F7S	78.5	288	195	312	113	117	24
2F5S	77	335	230	380	105	150	45
2F3S	78.5	320	210	343	110	133	23
2M7H1	78.5	335	205	335	130	130	0
2M5H1	75.5	343	235	395	108	160	52
2M3H1	78.5	340	215	355	125	140	15
2F7H1	77	339	215	360	124	145	21
2F5H1	81.5	340	220	363	120	143	23
2F3H1	72.5	340	235	390	105	155	50

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2    <sup>2)</sup>P : Peak viscosity,    <sup>3)</sup>H : Hot paste viscosity,  
<sup>4)</sup>C : Cold paste viscosity    <sup>5)</sup>P-H : Break down, <sup>6)</sup>C-H : Total setback,  
<sup>7)</sup>C-P : setback

(6) 가공현미의 색차측정

Table 5-14. 가공현미의 저장 0일째 색차값

Samples <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>	a <sup>3)</sup>	b <sup>4)</sup>	ΔE <sup>5)</sup>
BR	59.01	2.22	20.90	42.36
M7	64.49	1.56	17.93	36.10
M5	63.16	0.97	18.64	37.59
M3	63.46	1.19	18.03	36.49
F7	64.53	1.29	18.03	36.11
F5	63.88	1.38	17.26	36.36
F3	61.64	1.74	18.06	38.74
6M7T	70.68	1.56	19.31	31.42
6M5T	68.22	0.44	17.85	31.86
6M3T	68.03	1.82	19.95	34.00
6F7T	71.29	1.37	19.58	31.05
6F5T	68.75	1.27	18.86	32.80
6F3T	68.44	1.23	19.27	33.48
2M7S	69.08	0.75	15.41	30.85
2M5S	68.48	1.37	17.67	32.45
2M3S	68.32	1.39	18.50	32.99
2F7S	69.29	0.81	18.50	31.02
2F5S	68.94	1.52	18.94	32.68
2F3S	68.67	1.53	19.27	33.09
2M7H1	68.64	1.39	18.66	32.79
2M5H1	68.11	1.41	20.25	34.07
2M3H1	67.49	0.81	18.66	33.77
2F7H1	68.64	1.35	18.39	32.66
2F5H1	67.84	0.89	18.95	33.61
2F3H1	67.53	1.26	18.27	33.56

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2    <sup>2)</sup> L : Lightness    <sup>3)</sup> a : Redness

<sup>4)</sup> b : Yellowness

<sup>5)</sup> ΔE : 표준색차관을 기준으로  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산

Table 5-15. 가공현미의 저장 30일째 색차값

Samples <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>		a <sup>3)</sup>		b <sup>4)</sup>		ΔE <sup>5)</sup>	
	상온	4℃	상온	4℃	상온	4℃	상온	4℃
6M7T	70.75	69.05	1.23	1.55	19.87	20.21	31.66	33.26
6M5T	69.43	68.57	1.74	1.74	20.15	20.93	32.92	34.07
6M3T	69.40	68.24	1.07	1.14	19.22	20.37	32.42	34.02
6F7T	69.61	70.18	1.18	1.32	19.94	20.53	32.65	32.50
6F5T	68.67	68.21	1.51	1.09	19.42	19.75	33.16	33.71
6F3T	68.36	68.29	0.46	1.50	19.17	19.55	33.27	33.55
2M7S	69.47	70.18	1.2	1.56	17.35	20.38	31.41	32.43
2M5S	68.31	68.78	1.94	1.21	19.48	19.51	33.51	33.11
2M3S	68.99	68.36	1.35	1.34	19.16	19.50	32.76	33.46
2F7S	70.62	68.50	1.59	1.91	19.34	19.53	31.49	33.40
2F5S	69.68	68.31	1.27	1.55	17.73	19.45	31.43	33.49
2F3S	68.62	68.62	0.81	1.20	18.25	19.36	32.60	33.16
2M7H1	68.40	68.73	1.82	1.51	18.42	18.97	32.90	32.88
2M5H1	68.06	69.09	1.26	1.05	18.96	17.47	33.43	31.80
2M3H1	67.70	67.74	1.67	1.40	18.48	20.41	33.52	34.48
2F7H1	69.06	68.74	1.41	1.37	19.72	19.14	32.99	32.95
2F5H1	68.01	69.09	1.56	1.18	18.77	18.86	33.40	32.50
2F3H1	68.06	68.45	1.65	1.03	19.11	19.11	33.53	33.17

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2    <sup>2)</sup> L : Lightness    <sup>3)</sup> a : Redness

<sup>4)</sup> b : Yellowness

<sup>5)</sup> ΔE : 표준색차판을 기준으로  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산

Table 5-14는 가공현미의 저장 0일째 색차값을 측정한 결과이다. L값(Lightness)은 2차 가공 현미 > 1차 가공 현미 > 원곡 순으로 높게 나타났다. Redness의 값과 Yellowness값인 a, b값은 원곡이 가공현미에 비해 높은 값을 나타내었다. 저장 0일째 가공현미의 L값은 수압의 강도가 높고, 마이크로파의 조사량이 강할수록 높게 나타나는 경향을 나타내었다.

Table 5-15는 가공현미의 저장 30일째 색차값을 측정한 결과이다. 마이크로파 조사선량과 저장기간에 따른 2차 가공현미의 색차값 측정결과 상온 저장, 4℃ 저장한



2차 가공현미의 L, a, b 값은 0일째 2차 가공현미의 L, a, b 값과 비슷한 양상을 보였고, 저장 0일째와 마찬가지로 수압의 강도가 높고, 마이크로파의 조사량이 강할수록 L값이 높게 나타나는 경향을 나타내었다.

(7) 가공현미의 총균수 및 대장균 측정

Table 5-16. 가공현미의 0일째 대장균 및 총균수

Samples <sup>1)</sup>	총균수(CFU/g)	대장균
BR	$2.7 \times 10^4$	음성
6M7T	$8.9 \times 10^3$	음성
6M5T	$1.7 \times 10^4$	음성
6M3T	$6.5 \times 10^3$	음성
6F7T	$1.1 \times 10^4$	음성
6F5T	$1.6 \times 10^4$	음성
6F3T	$5.8 \times 10^3$	음성
2M7S	$2.2 \times 10^4$	음성
2M5S	$2.1 \times 10^4$	음성
2M3S	$1.4 \times 10^4$	음성
2F7S	$4.6 \times 10^3$	음성
2F5S	$7.4 \times 10^3$	음성
2F3S	$2.5 \times 10^4$	음성
2M7H1	$1.4 \times 10^4$	음성
2M5H1	$2.8 \times 10^4$	음성
2M3H1	$1.7 \times 10^4$	음성
2F7H1	$9.8 \times 10^3$	음성
2F5H1	$7.4 \times 10^3$	음성
2F3H1	$1.7 \times 10^4$	음성

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

원곡과 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 0일째 총균수 및 대장균수 측정결과는 Table 5-16과 같다. 저장 0일째 총균수는 2M5H1, BR이  $2.8 \times 10^4$

CFU/g 과  $2.7 \times 10^4$  CFU/g로 가장 높았고, 2F7S가  $4.6 \times 10^3$  CFU/g로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 저장 0일째 총균수는 마이크로파의 강도에는 영향을 받으나 수압에 강도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

저장 0일째 대장균 수는 원곡과 2차 가공현미 모두에서 가스방울과 함께 형성되는 Colony가 검출되지 않았으나 일부 호기성, 혐기성 장내세균의 Colony가 검출되었다.

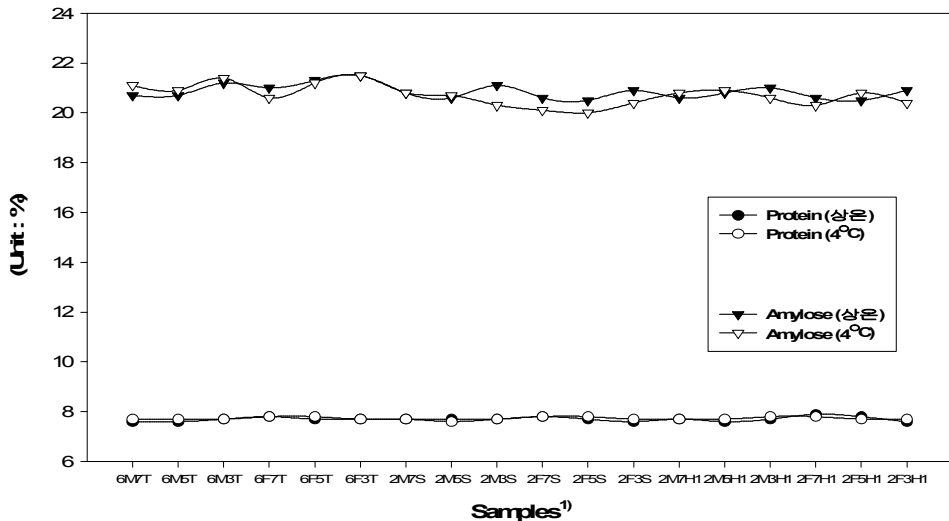
Table 5-17. 가공현미의 30일째 총균수 및 대장균

Samples <sup>1)</sup>	세균수(CFU/g)		대장균	
	상온	4℃	상온	4℃
6M7T	$9.9 \times 10^3$	$1.84 \times 10^5$	음성	음성
6M5T	$1.27 \times 10^4$	$1.13 \times 10^4$	음성	음성
6M3T	$3.2 \times 10^3$	$3.4 \times 10^3$	음성	음성
6F7T	$1.2 \times 10^3$	$1.89 \times 10^4$	음성	음성
6F5T	$1.15 \times 10^4$	$4.93 \times 10^4$	음성	음성
6F3T	$8.4 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$	음성	음성
2M7S	$3.38 \times 10^4$	$3.00 \times 10^4$	음성	음성
2M5S	$3.12 \times 10^4$	$4.16 \times 10^4$	음성	음성
2M3S	$1.94 \times 10^4$	$9.0 \times 10^3$	음성	음성
2F7S	$2.64 \times 10^4$	$6.0 \times 10^4$	음성	음성
2F5S	$3.18 \times 10^4$	$6.1 \times 10^4$	음성	음성
2F3S	$1.56 \times 10^4$	$1.20 \times 10^5$	음성	음성
2M7H1	$2.04 \times 10^5$	$5.0 \times 10^4$	음성	음성
2M5H1	$1.68 \times 10^5$	$4.7 \times 10^4$	음성	음성
2M3H1	$2.69 \times 10^4$	$5.7 \times 10^4$	음성	음성
2F7H1	$4.97 \times 10^4$	$2.78 \times 10^4$	음성	음성
2F5H1	$2.23 \times 10^4$	$6.5 \times 10^4$	음성	음성
2F3H1	$4.95 \times 10^4$	$8.7 \times 10^4$	음성	음성

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2

Table 5-17은 마이크로파 조사선량과 시간에 따른 2차 가공현미의 30일째 총균수 및 대장균수 측정된 결과이다. 저장 30일째 상온의 총균수는 2F7H1과 2F3H1이  $4.9 \times 10^4$ CFU/g로 가장 높았고, 6F7T가  $1.2 \times 10^3$ CFU/g로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 저장 30일째 총균수는 마이크로파의 강도에는 영향을 받으나 수압에 강도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

저장 30일째 대장균 수는 2차 가공현미 모두에서 가스방울과 함께 형성되는 Colony가 검출되지 않았으나 일부 호기성, 혐기성 장내세균의 Colony가 검출되었다.



1) Refer to the comment in Table 2

Fig. 5-5. 가공현미의 60일 저장 후 단백질과 아밀로스의 함량변화

가공현미의 60일 저장후의 아밀로스와 단백질 함량의 변화는 Fig. 5-5와 같다. 원곡의 단백질 함량은 7.67%이고 Amylose함량은 18%이었으며 1차가공(강층처리)한 후 마이크로웨이브로 처리한 즉, 2차 가공한 시료들의 단백질 함량은 원곡과 유의성을 나타내지 않았고 아밀로오스 함량은 2차 가공 후 늘어나는 것을 볼 수가 있었는데 이것은 현미의 강층처리로 인하여 전체중량의 감소로 인한 결과로 보이며 실질적

으로는 원곡과 차이가 없음을 나타낸다.

단백질함량은 시료 간에 7.6%~7.9%의 범위를 나타내어 저장기간에 따른 품질변화가 없음을 알 수가 있었고 아밀로오tm 함량도 20%~21%로 시료간의 유의적인 차이를 나타내지 않음을 알 수가 있었다. 이것으로 인하여 마이크로파를 조사시켜 2차 가공한 현미가 영양소의 비파괴를 가져옴을 알 수가 있었다.

## 다. 가공 현미의 취반 후 품질특성

### (1) 가공 현미의 취반 후 관능검사

Table 5-18. 취반 후 현미밥의 강도검사

Samples <sup>1)</sup>	간편식 현미의 강도(묘사)검사							
	Appearance		Taste	Texture				
	색의 강도*	윤기정도	현미 발맛강도	표면거침	경도**	부착성	응집성*	탄력성
BR	7.44±0.73 <sup>a</sup>	2.56±1.33 <sup>b</sup>	3.89±1.36 <sup>b</sup>	6.89±2.03 <sup>ab</sup>	7.67±1.22 <sup>a</sup>	2.56±1.13 <sup>b</sup>	2.33±0.71 <sup>b</sup>	3.11±2.09 <sup>a</sup>
6M7T	4.89±2.20 <sup>bc</sup>	4.67±2.45 <sup>a</sup>	6.22±1.72 <sup>a</sup>	5.78±1.56 <sup>abc</sup>	4.22±1.72 <sup>e</sup>	4.44±2.55 <sup>a</sup>	4.78±2.11 <sup>a</sup>	4.22±2.28 <sup>ab</sup>
6M5T	5.22±2.17 <sup>bc</sup>	4.78±1.79 <sup>a</sup>	6.22±1.64 <sup>a</sup>	4.78±1.99 <sup>f</sup>	4.56±1.67 <sup>de</sup>	5.11±1.83 <sup>a</sup>	5.89±1.76 <sup>a</sup>	5.44±1.33 <sup>a</sup>
6M3T	5.44±1.94 <sup>bc</sup>	4.22±1.39 <sup>ab</sup>	5.44±1.51 <sup>ab</sup>	5.44±2.19 <sup>bc</sup>	5.22±1.99 <sup>bcde</sup>	4.56±1.33 <sup>a</sup>	4.56±1.33 <sup>a</sup>	3.67±0.87 <sup>ab</sup>
6F7T	5.89±1.62 <sup>bc</sup>	4.44±2.07 <sup>ab</sup>	5.89±1.76 <sup>a</sup>	6.00±1.58 <sup>abc</sup>	6.33±1.50 <sup>abc</sup>	4.22±1.64 <sup>a</sup>	4.33±1.87 <sup>a</sup>	4.44±1.59 <sup>ab</sup>
6F5T	5.22±1.20 <sup>bc</sup>	5.67±1.58 <sup>a</sup>	5.78±1.56 <sup>a</sup>	5.89±1.54 <sup>abc</sup>	5.78±1.39 <sup>bcde</sup>	4.89±1.27 <sup>a</sup>	4.89±1.62 <sup>a</sup>	5.33±1.87 <sup>a</sup>
6F3T	4.56±1.13 <sup>c</sup>	4.00±2.29 <sup>ab</sup>	5.67±0.71 <sup>ab</sup>	5.56±1.81 <sup>bc</sup>	5.78±0.83 <sup>bcde</sup>	4.33±1.32 <sup>a</sup>	4.44±1.42 <sup>a</sup>	4.56±1.51 <sup>ab</sup>
2M7S	4.67±1.22 <sup>c</sup>	4.67±1.12 <sup>a</sup>	5.33±1.73 <sup>ab</sup>	5.11±1.90 <sup>bc</sup>	5.22±1.39 <sup>bcde</sup>	4.89±1.36 <sup>a</sup>	4.78±0.97 <sup>a</sup>	4.22±1.86 <sup>ab</sup>
2M5S	5.56±1.59 <sup>bc</sup>	4.67±1.50 <sup>a</sup>	5.33±1.50 <sup>ab</sup>	7.56±1.24 <sup>a</sup>	6.78±1.56 <sup>ab</sup>	5.00±1.66 <sup>a</sup>	5.00±2.00 <sup>a</sup>	4.56±1.74 <sup>ab</sup>
2M3S	4.78±1.64 <sup>bc</sup>	4.11±0.78 <sup>ab</sup>	5.44±2.07 <sup>ab</sup>	6.67±1.22 <sup>ab</sup>	5.56±1.59 <sup>bcde</sup>	4.33±1.41 <sup>a</sup>	5.56±2.07 <sup>a</sup>	4.11±1.69 <sup>ab</sup>
2F7S	5.00±1.41 <sup>bc</sup>	4.89±1.69 <sup>a</sup>	5.67±1.41 <sup>ab</sup>	5.78±1.39 <sup>abc</sup>	5.44±1.33 <sup>bcde</sup>	4.67±1.41 <sup>a</sup>	4.44±1.67 <sup>a</sup>	4.67±1.41 <sup>ab</sup>
2F5S	5.67±1.32 <sup>bc</sup>	4.22±2.11 <sup>ab</sup>	5.00±2.00 <sup>ab</sup>	6.44±1.51 <sup>abc</sup>	5.56±2.01 <sup>bcde</sup>	3.89±1.27 <sup>ab</sup>	4.44±1.94 <sup>a</sup>	4.33±1.73 <sup>ab</sup>
2F3S	5.56±1.81 <sup>bc</sup>	4.78±2.59 <sup>a</sup>	5.56±1.88 <sup>ab</sup>	5.67±1.50 <sup>bc</sup>	5.56±1.24 <sup>bcde</sup>	5.00±1.41 <sup>a</sup>	5.00±1.87 <sup>a</sup>	5.33±1.50 <sup>a</sup>
2M7H1	6.44±1.42 <sup>ab</sup>	5.67±1.80 <sup>a</sup>	4.67±0.87 <sup>ab</sup>	6.44±1.67 <sup>abc</sup>	6.00±2.00 <sup>bcd</sup>	4.22±1.09 <sup>a</sup>	4.44±1.13 <sup>a</sup>	4.67±1.22 <sup>ab</sup>
2M5H1	6.22±0.97 <sup>abc</sup>	4.89±1.54 <sup>a</sup>	5.89±1.83 <sup>a</sup>	5.44±1.88 <sup>bc</sup>	5.78±1.92 <sup>bcde</sup>	5.00±1.66 <sup>a</sup>	5.00±1.41 <sup>a</sup>	5.22±1.09 <sup>a</sup>
2M3H1	5.33±1.22 <sup>bc</sup>	5.22±2.22 <sup>a</sup>	4.78±1.56 <sup>ab</sup>	5.11±1.69 <sup>bc</sup>	4.89±1.62 <sup>cde</sup>	4.78±1.48 <sup>a</sup>	5.00±1.22 <sup>a</sup>	4.56±1.13 <sup>ab</sup>
2F7H1	6.22±1.39 <sup>abc</sup>	4.00±1.73 <sup>ab</sup>	5.56±2.40 <sup>ab</sup>	6.22±0.97 <sup>abc</sup>	5.89±1.27 <sup>bcde</sup>	4.78±1.72 <sup>a</sup>	5.33±2.00 <sup>a</sup>	4.67±1.80 <sup>ab</sup>
2F5H1	5.22±1.09 <sup>bc</sup>	3.89±1.45 <sup>ab</sup>	5.67±1.58 <sup>ab</sup>	5.44±1.24 <sup>bc</sup>	5.67±1.22 <sup>bcde</sup>	5.22±1.20 <sup>a</sup>	5.56±1.13 <sup>a</sup>	5.00±0.71 <sup>a</sup>
2F3H1	5.22±1.48 <sup>bc</sup>	4.44±2.40 <sup>ab</sup>	5.00±1.50 <sup>ab</sup>	5.78±1.20 <sup>abc</sup>	5.00±1.50 <sup>cde</sup>	4.89±1.69 <sup>a</sup>	5.33±1.73 <sup>a</sup>	4.44±1.51 <sup>ab</sup>

1) Refer to the comment in Table 2 \* P<0.05 ; \*\* P<0.01

a, b, c, d, e Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

1차적으로 수압을 이용한 기계장치로 1차가공(강충처리)과 수세를 한 후 농산물 고주파 건조기와 가정용 일반 전자레인지에 의하여 마이크로파를 조사시켜 2차 가공 현미를 제조하여 취반 후 관능검사를 한 강도검사의 결과는 Table 5-18과 같고 외관에 있어 색의 강도는 원곡 현미밥이 7.44로 가장 높게 나타났고 2차 가공 처리한 시료들이 4.56~6.44로 나타났으며 6F3T가 4.56으로 가장 낮게 나타났고 2M7H1이 6.44로 색의 강도가 가장 높게 나타났다. 윤기의 정도 면에서는 원곡 현미밥이 2.56으로 가장 낮은 점수를 받았고 6F5T와 2M7H1이 5.67로 가장 윤기가 높게 나타났다. 맛의 경우 현미 밥맛 강도는 원곡이 3.89점으로 가장 낮게 나타났으며 6M7T와 6M5T가 6.22점으로 가장 높게 나타났다.

Texture(조직감)의 강도검사결과 표면의 거침도 면에서 원곡 현미밥에 비해 낮은 점수를 나타내었고 경도 면에서는 원곡 현미밥이 7.67점으로 가장 높았고 6M7T시료가 4.22점으로 가장 낮게 나타났다. 또한 부착성의 결과 2차 가공 처리한 현미밥이 원곡 현미밥에 비해 증가됨을 나타냈고 응집성의 경우 원곡 현미밥이 2.33점으로 가장 낮게 나타났고 2차가공 처리한 현미밥이 유의적으로 더 높게 나타났다. 탄력성의 경우 2차 가공 처리한 현미밥들에 비해 원곡 현미밥이 3.11점으로 가장 낮은 점수를 나타내었다.

관능강도검사결과 전체적으로 2차 가공한 현미밥이 원곡현미밥에 비하여 우수한 결과를 나타내었다. 취반 후 현미밥의 기호도 검사 결과는 Table 12-1과 같고, 외관의 기호도에 있어 원곡현미밥이 3.33점으로 가장 낮게 나타났고 6F5T와 2M3H1이 6.11점으로 가장 높은 점수를 받았다. 맛의 기호도 면에서는 원곡현미밥이 2.67점으로 가장 높게 나타났으며 조직감의 기호도에 있어 원곡현미밥이 2.11점으로 가장 낮게 나타났고 2F3S가 5.78점으로 가장 높게 나타났으며 전반적인 기호도에 있어 원곡 현미밥이 2.67점으로 가장 낮게 나타났고 2M3H1이 6점으로 가장 높게 나타났다. 전반적으로 기호도 검사결과 2차 가공한 현미밥이 원곡현미밥에 비하여 기호도가 유의적으로 높게 나타났다.

원곡현미와 2차가공후의 현미밥의 조직감 측정 결과는 Table 5-19와 같다. 탄력성(Springiness)의 경우 원곡 현미밥이 0.521로 나타났고 2F5H1과 2F3H1시료가 0.612~0.613으로 가장 높게 나타났다. 응집성(Cohesiveness)의 경우 2차 가공한 현미밥

이 원곡현미밥에 비하여 높은 수치를 나타내었고 630Watt 조사보다 250Watt 조사한 현미밥이 더 높은 수치를 나타내었다.

씹음성(Chewiness)의 경우 630Watt 조사한 시료가 250Watt 조사한 시료보다 더 낮은 값을 나타내었고 원곡현미밥이 2차 가공 처리한 현미밥에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였다.

껌성(Gumminess)의 경우는 원곡 현미밥이 599.9로 가장 높게 나타났으며 부착성(Adhesiveness)의 경우에는 원곡현미밥에 비하여 2차 가공 처리한 현미밥이 증가됨을 나타내었다. 경도(Hardness)의 경우에는 2차 가공 처리한 현미밥에 비하여 원곡 현미밥이 3237.8 g로 유의적으로 가장 높게 나타났다.

결과적으로 조직감 측정결과 탄력성과 응집성 부착성은 원곡현미밥이 2차 가공 처리한 현미밥보다 낮은 수치를 나타내었고 씹힘성과 껌성, 경도는 원곡 현미밥이 2차 가공 처리한 현미밥보다 높은 수치를 나타내었다.

Table 5-19. 취반 후 현미밥의 기호도 검사

Samples <sup>1)</sup>	간편식 현미의 기호도 검사			
	외관의 기호도*	맛의 기호도*	조직감의 기호도**	전반적인 기호도**
BR	3.33±1.41 <sup>b</sup>	2.67±1.12 <sup>b</sup>	2.11±1.27 <sup>b</sup>	2.67±0.87 <sup>c</sup>
6M7T	4.89±1.90 <sup>ab</sup>	4.89±2.37 <sup>a</sup>	4.44±2.19 <sup>a</sup>	4.33±2.12 <sup>ab</sup>
6M5T	5.33±2.12 <sup>a</sup>	5.67±2.00 <sup>a</sup>	5.67±1.58 <sup>a</sup>	5.56±1.59 <sup>ab</sup>
6M3T	5.11±1.05 <sup>a</sup>	4.22±1.20 <sup>a</sup>	4.00±0.71 <sup>a</sup>	4.22±0.97 <sup>ab</sup>
6F7T	4.67±1.50 <sup>ab</sup>	4.44±1.42 <sup>a</sup>	4.67±1.80 <sup>a</sup>	4.56±1.88 <sup>ab</sup>
6F5T	6.11±1.45 <sup>a</sup>	5.22±1.64 <sup>a</sup>	4.78±1.72 <sup>a</sup>	5.00±1.41 <sup>ab</sup>
6F3T	4.89±1.62 <sup>ab</sup>	5.67±1.32 <sup>a</sup>	5.11±1.83 <sup>a</sup>	5.56±1.94 <sup>ab</sup>
2M7S	5.00±1.32 <sup>ab</sup>	5.44±1.33 <sup>a</sup>	5.44±2.07 <sup>a</sup>	5.56±1.81 <sup>ab</sup>
2M5S	5.56±1.01 <sup>a</sup>	5.44±1.24 <sup>a</sup>	4.56±1.51 <sup>a</sup>	5.44±1.67 <sup>ab</sup>
2M3S	4.56±1.33 <sup>ab</sup>	5.11±1.76 <sup>a</sup>	4.89±1.36 <sup>a</sup>	4.89±0.78 <sup>ab</sup>
2F7S	5.67±1.32 <sup>a</sup>	5.78±1.92 <sup>a</sup>	5.44±1.51 <sup>a</sup>	5.22±1.20 <sup>ab</sup>
2F5S	4.89±1.67 <sup>ab</sup>	5.00±1.41 <sup>a</sup>	4.78±1.64 <sup>a</sup>	5.44±1.59 <sup>ab</sup>
2F3S	5.89±2.03 <sup>a</sup>	5.89±2.14 <sup>a</sup>	5.78±1.86 <sup>a</sup>	5.89±1.76 <sup>ab</sup>
2M7H1	5.89±1.62 <sup>a</sup>	5.44±1.74 <sup>a</sup>	4.67±1.58 <sup>a</sup>	4.67±1.41 <sup>ab</sup>
2M5H1	5.00±1.41 <sup>ab</sup>	4.89±1.27 <sup>a</sup>	5.33±1.12 <sup>a</sup>	5.11±0.93 <sup>ab</sup>
2M3H1	6.11±1.45 <sup>a</sup>	6.00±1.87 <sup>a</sup>	5.33±1.41 <sup>a</sup>	6.00±1.66 <sup>a</sup>
2F7H1	5.11±1.54 <sup>a</sup>	4.56±1.33 <sup>a</sup>	5.33±1.22 <sup>a</sup>	4.56±1.51 <sup>ab</sup>
2F5H1	4.78±1.56 <sup>ab</sup>	5.11±1.45 <sup>a</sup>	5.22±1.20 <sup>a</sup>	5.22±1.39 <sup>ab</sup>
2F3H1	5.67±1.73 <sup>a</sup>	5.56±1.74 <sup>a</sup>	5.11±1.69 <sup>a</sup>	5.67±1.73 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2 \* P<0.05 ; \*\* P<0.01

a, b, c Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

(2) 취반 후 현미밥의 조직감

Table 5-20. 취반 후 현미밥의 조직감 측정

Samples <sup>1)</sup>	Springiness ***	Cohesiveness ***	Chewiness ***	Gumminess *	Adhesiveness **	Hardness ***
BR	0.52±0.07 <sup>defgh</sup>	0.18±0.01 <sup>defgh</sup>	312±72.5 <sup>ab</sup>	599±129 <sup>a</sup>	-106±48.6 <sup>ab</sup>	3237±443 <sup>a</sup>
6M7T	0.47±0.31 <sup>h</sup>	0.18±0.01 <sup>h</sup>	222±25.5 <sup>d</sup>	470±36.1 <sup>bc</sup>	-199±6.64 <sup>abcd</sup>	2563±77.6 <sup>b</sup>
6M5T	0.50±0.04 <sup>efgh</sup>	0.19±0.01 <sup>fgh</sup>	240±24.1 <sup>cd</sup>	474±16.9 <sup>bc</sup>	-267±55.9 <sup>cdef</sup>	2487±60.2 <sup>bc</sup>
6M3T	0.54±0.01 <sup>cdefg</sup>	0.18±0.00 <sup>gh</sup>	255±19.2 <sup>bcd</sup>	465±43.3 <sup>bc</sup>	-350±83.3 <sup>ef</sup>	2464±207 <sup>bcd</sup>
6F7T	0.50±0.01 <sup>fgh</sup>	0.19±0.01 <sup>efgh</sup>	229±8.38 <sup>d</sup>	455±24.2 <sup>bc</sup>	-361±30.4 <sup>f</sup>	2335±122 <sup>bcde</sup>
6F5T	0.49±0.02 <sup>gh</sup>	0.19±0.01 <sup>fgh</sup>	229±30.0 <sup>d</sup>	459±44.8 <sup>bc</sup>	-201±80.2 <sup>abcd</sup>	2384±37.2 <sup>bcde</sup>
6F3T	0.52±0.01 <sup>defgh</sup>	0.21±0.02 <sup>bcde</sup>	273±36.6 <sup>abcd</sup>	523±73.0 <sup>abc</sup>	-231±38.9 <sup>bcdef</sup>	2407±165 <sup>bcd</sup>
2M7S	0.55±0.05 <sup>cdefg</sup>	0.21±0.01 <sup>cdef</sup>	241±39.3 <sup>cd</sup>	435±58.5 <sup>c</sup>	-233±137 <sup>bcdef</sup>	2026±185 <sup>e</sup>
2M5S	0.51±0.02 <sup>defgh</sup>	0.20±0.01 <sup>defg</sup>	242±13.8 <sup>cd</sup>	472±11.3 <sup>bc</sup>	-238±12.1 <sup>bcdef</sup>	2282±138 <sup>bcde</sup>
2M3S	0.55±0.03 <sup>bcdef</sup>	0.21±0.01 <sup>cdef</sup>	254±9.75 <sup>bcd</sup>	457±29.3 <sup>bc</sup>	-196±45.0 <sup>abcd</sup>	2133±65.1 <sup>cde</sup>
2F7S	0.56±0.02 <sup>abcd</sup>	0.21±0.01 <sup>bcde</sup>	301±35.8 <sup>abc</sup>	530±61.0 <sup>abc</sup>	-223±36.0 <sup>bcdef</sup>	2445±240 <sup>bcd</sup>
2F5S	0.55±0.01 <sup>cdefg</sup>	0.23±0.01 <sup>abc</sup>	303±29.5 <sup>abc</sup>	550±54.6 <sup>ab</sup>	-213±118 <sup>bcde</sup>	2355±178 <sup>bcde</sup>
2F3S	0.55±0.04 <sup>cdefg</sup>	0.22±0.01 <sup>abcd</sup>	302±62.7 <sup>abc</sup>	543±70.7 <sup>abc</sup>	-288±73.4 <sup>cdef</sup>	2417±170 <sup>bcd</sup>
2M7H1	0.56±0.02 <sup>abcde</sup>	0.20±0.00 <sup>defgh</sup>	244±10.1 <sup>bcd</sup>	436±17.1 <sup>c</sup>	-68±16.5 <sup>a</sup>	2137±53.3 <sup>cde</sup>
2M5H1	0.60±0.02 <sup>ab</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	326±21.3 <sup>a</sup>	538±20.4 <sup>abc</sup>	-337±41.5 <sup>def</sup>	2194±120 <sup>cde</sup>
2M3H1	0.57±0.01 <sup>abc</sup>	0.23±0.01 <sup>abc</sup>	285±32.3 <sup>abcd</sup>	494±54.6 <sup>abc</sup>	-243±108 <sup>bcdef</sup>	2108±178 <sup>de</sup>
2F7H1	0.53±0.03 <sup>cdefg</sup>	0.20±0.01 <sup>defgh</sup>	257±38.8 <sup>bcd</sup>	475±48.6 <sup>bc</sup>	-158±99.9 <sup>abc</sup>	2346±170 <sup>bcde</sup>
2F5H1	0.61±0.03 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>ab</sup>	340±38.3 <sup>a</sup>	558±88.7 <sup>ab</sup>	-206±78.7 <sup>abcd</sup>	2341±303 <sup>bcde</sup>
2F3H1	0.61±0.01 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	312±41.6 <sup>ab</sup>	513±58.2 <sup>abc</sup>	-155±89.0 <sup>abc</sup>	2112±140 <sup>de</sup>

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2 \* P<0.05 ; \*\* P<0.01 ; \*\*\* P<0.001

a, b, c, d, e, f, g, h Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.



Table 5-21. 가공처리하지 않은 원곡과 2차 가공에 의한 현미의 취반 후 현미밥의 색차

Samples <sup>1)</sup>	L <sup>***</sup>	a <sup>***</sup>	b <sup>***</sup>	ΔE <sup>2)</sup>
BR	61.97±0.85 <sup>h</sup>	-0.41±0.21 <sup>a</sup>	12.78±0.81 <sup>a</sup>	-
6M7T	67.83±0.14 <sup>abc</sup>	-1.26±0.16 <sup>cde</sup>	9.43±0.69 <sup>cdef</sup>	6.81
6M5T	66.57±0.42 <sup>efg</sup>	-1.14±0.38 <sup>cde</sup>	9.97±0.16 <sup>bcd</sup>	5.44
6M3T	67.28±0.26 <sup>bcde</sup>	-1.14±0.08 <sup>cde</sup>	9.23±0.82 <sup>cdef</sup>	6.44
6F7T	67.48±0.16 <sup>abcde</sup>	-1.05±0.12 <sup>bcd</sup>	9.12±0.79 <sup>cdef</sup>	6.66
6F5T	67.08±0.52 <sup>cdef</sup>	-1.10±0.12 <sup>bcde</sup>	9.73±1.03 <sup>bcde</sup>	6.00
6F3T	66.80±1.27 <sup>defg</sup>	-0.89±0.24 <sup>bc</sup>	11.14±0.86 <sup>b</sup>	5.13
2M7S	66.25±0.64 <sup>fg</sup>	-1.09±0.24 <sup>bcde</sup>	9.85±0.64 <sup>bcde</sup>	5.23
2M5S	67.65±0.28 <sup>abcd</sup>	-1.31±0.14 <sup>de</sup>	8.35±0.52 <sup>ef</sup>	7.26
2M3S	67.20±0.26 <sup>bcde</sup>	-1.10±0.18 <sup>bcde</sup>	8.80±0.65 <sup>def</sup>	6.62
2F7S	66.12±0.27 <sup>g</sup>	-0.89±0.09 <sup>bc</sup>	10.38±0.86 <sup>bc</sup>	4.82
2F5S	66.79±0.28 <sup>defg</sup>	-1.22±0.13 <sup>cde</sup>	9.04±0.34 <sup>cdef</sup>	6.16
2F3S	68.39±0.22 <sup>a</sup>	-1.43±0.10 <sup>e</sup>	8.12±0.63 <sup>f</sup>	8.01
2M7H1	68.06±0.28 <sup>ab</sup>	-0.32±0.15 <sup>de</sup>	8.83±0.39 <sup>cdef</sup>	7.32
2M5H1	67.49±0.27 <sup>abcde</sup>	-1.23±0.20 <sup>de</sup>	8.50±0.41 <sup>def</sup>	7.04
2M3H1	67.29±0.44 <sup>bcde</sup>	-1.15±0.14 <sup>cde</sup>	9.00±1.16 <sup>cdef</sup>	6.58
2F7H1	67.97±0.66 <sup>abc</sup>	-1.22±0.11 <sup>cde</sup>	7.99±1.32 <sup>f</sup>	7.72
2F5H1	67.64±0.18 <sup>abcd</sup>	-1.19±0.01 <sup>cde</sup>	8.89±0.60 <sup>cdef</sup>	6.92
2F3H1	66.52±0.49 <sup>efg</sup>	-0.80±0.10 <sup>b</sup>	9.93±1.32 <sup>bcd</sup>	5.39

<sup>1)</sup> Refer to the comment in Table 2      <sup>2)</sup> ΔE: 원곡을 기준으로  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 계산

\*\*\* P<0.001      a, b, c, d, e, f, g Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly.

가공 처리한 현미를 재료 및 방법에 있는 현미밥 제조방법 및 취반시간에 따라 취반 후 색차를 관찰한 결과는 Table 5-21과 같다. 가공처리하지 않은 원곡과 2차가공 현미들의 취반에 따른 색차의 변화에 있어 L(Lightness); 밝기의 경우 원곡현미밥에 비해 높은 수치를 나타내어 유의적인 차이를 나타내었고 2F3S처리한 시료가 68.39로 가장 밝게 나타났다. a(Redness); 적색의 정도를 나타내는 값의 경우 원곡현미밥이 가장 높게 나타난 반면 취반한 현미시료 들 간의 비교 시 2F3H1처리한 시료가 가장 높게 나타났고 2F3S처리한 시료가 가장 낮은 적색도의 값을 나타내었다. 노란색의 정도를 나타내는 b(Yellowness)의 경우 원곡현미밥이 12.78로 가장 높게 나타났으며 시료 간들의 비교 시 6F3T처리한 시료가 11.14로 가장 높게 나타났고 2F7H1처리한

시료가 7.99로 가장 낮게 나타났다. 또한 2F3S처리한 시료도 8.12로 낮게 나타나 전반적인 색차의 비교 시 2F3S 처리한 시료가 가장 좋은 결과를 나타내었다.

1차적으로 수압을 이용한 기계장치로 1차가공(강층처리)과 수세를 한 후 농산물 고주파 건조기와 가정용 일반 전자레인지에 의하여 마이크로파를 조사시켜 2차 가공현미를 만들어 취반한 시료들이 가공처리하지 않은 원곡현미밥에 비하여 색차가 우수함을 나타내었다.

## 제 4절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

현미의 영양을 최대한 유지 하면서 간편하게 취반할 수 있는 가공방법은 Microwave Cooking 방법으로서 실용화하기에 가장 용이할 것으로 예측되었으며 Microwave Cooking 방법에 의한 가공현미 제조 시 현미의 침지시간 및 가열시간에 따라 최종 현미밥의 품질에 큰 영향을 미치고 있다. Microwave Cooker의 파워, 진공도, 펄스 등의 변수를 변화시키지 않을 경우 침지시간은 최소 2시간, 가열시간은 12분이상 소요되었고 상온에서 보존이 가능하고 일반적인 전기밥솥에서 취반시간이 백미취반과 비슷한 고품질의 가공현미를 개발하였다.

## 제 5절 연구개발결과의 활용계획

현미 가공기술의 확립으로 밥류가공기술의 확대 보급하고 강층과피를 이용한 곡류의 부분 호화 기법 개발에 의해 밥을 위주로한 편의식 개발에 응용될 것으로 기대되며 장기보관이 가능한 부분 호화미반 가공기술은 새로운 형태의 가공미반의 산업화에 활용할 계획이다.

조리 및 품질 향상으로 특수식품으로서 현미식을 확대 보급함으로써 당뇨병, 고혈압 및 대장암의 예방 및 치료가 가능하며 현미의 유효성분은 혈당과 혈중 콜레스테롤을 저하시켜 동맥경화를 예방하고 특히 현미의 식이섬유는 밀가루의 3-4배로서 혈당량 상승을 억제하고 분변의 용적을 증가시켜 당뇨와 변비 및 대장암의 예방효과가 클 것으로 예상된다.

미곡종합처리장에 가공현미 제조공장 설립으로 농민 소득증대 기여할 수 있다. 만

일 쌀 소비량의 20%를 현미식으로 대체할 경우, 현미 소요량 470만톤 X 20% = 94만톤, 도정질감비용 940,000톤 X 3,710 원 = 35 억원, 수율증가(8%) 에 따른 농가소득 증대 75,200 톤 X 1,875,000 원 = 1,410 억원으로 연간 1,445 억원의 새로운 부가가치를 창출한다.

## 제 6절 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

2002년 6월 15일(토)부터 19일(수)까지 미국 California주 Anaheim시에서는 미국식품과학회(Institute of Food Technologists) 2002년도 연례 학술대회가 개최되었다. 전 세계적으로 식품관련 분야에서는 가장 규모가 크고 전통이 깊은 본 대회에는 올해 세계 50여 개국으로부터 17,000여명이 참석하여 학술정보를 교환하고 필요한 자료들을 수집하였다.

개회식에서 미국식 식이를 개선하기 위한 노력은 또한 식품산업에 대한 도전일수 있다고 보고되었으며, 식이에서 영양 결핍은 감소되고 있지만, 다른 잘못된 식습관이 대두되고 있다. 특히 과도하고 불균형한 식이는 비만과 건강의 문제의 위험을 증가시키는 결과를 초래한다고 하였다. USDA의 건강 식이 기준에 따르면 8명중 7명의 미국 사람(약 12%를 제외한 모든 미국인)이 열악한 식이를 하고 있거나 또는 그들 식이에서 영양적 질을 개선할 필요가 있다고 하였다.

국제 무역의 증가로 미국 제품에 대한 새로운 시장이 열리고 있다. 경쟁이 증가되었다는 것은 미국이 새로운 시장을 찾아야 할 필요가 있고 특정한 시장을 향한 새로운 제품을 개발하여야 한다는 것을 의미한다. “농업 및 식품을 대상으로 한 미국의 수출은 계속 증가할 것이며 특히 고부가가치 제품이 계속 증가가 될 것.”라고 하였다.

- 1) IFT 2002 Annual Meeting and Food Expo, *Program and Exhibit Dictionary*
- 2) IFT 2002 Annual Meeting and Food Expo, *Book of Abstract*
- 3) IFT 2002 Annual Meeting and Food Expo, *IFT Today*, Sunday, Monday and Tuesday ed., June 16 - 18, 2002.

## 제 7절 참고문헌

1. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
2. AACCC(American Association of Cereal Chemists .8th edition, march .1983) method 02-01.
3. Anderson, R. A. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. Cereal Chem. 59:265.
4. SAS(1998): SAS User's Guide, Version 6.03, The SAS Institute Cary. NC.

# 제7장 쌀을 이용한 면역기능강화 비피더스 발효제품 개발

## 제 1 절 연구개발과제의 개요

### 1. 연구의 필요성

#### 가. 기술적 측면

■ 세계적으로 BIFIDUS균의 이용이 현재까지는 유가공품 중에 치우쳐 있다. 이는 서양식 식문화의 영향력에 기인하는 것으로서 BIFIDUS균을 우리의 쌀 및 과채류 발효에 적합하도록 선발 및 배양기술을 개선 확립할 필요성이 있음.

■ 현재 *Lactobacillus*를 이용한 쌀 요구르트 개발이 시도되었으나 곰팡이 amylase를 따로 첨가하는 공정에서 곰팡이 유래의 향미가 혼입되어 관능적으로 열악함. *Lactobacillus* 형에 비하여 생체기능이 더욱 우수하고 강력한 amylase를 보유하는 BIFIDUS균을 사용하면 당화와 동시에 쌀 및 과채류 발효를 수행할 수 있으며 따라서 관능개선 및 공정단순화가 가능하여 품질개선과 원가절감을 수행할 수 있음.

■ 전분 위주의 쌀에 면역기능 강화능을 갖는 amyolytic *Bifidobacterium*를 배양하고 BIFIDUS Growth Factor인 과채류, 특히 사과 주스 가공부산물인 사과박을 이용할 경우 기능성 고부가가치화 및 영양적 향상기술을 개발할 수 있음.

■ 소비자의 다양하고 건강 지향적인 요구에 부응하여 쌀의 기능성과 기호도 및 부가가치의 향상을 위한 기술로서 쌀을 이용한 비피더스 발효제품 개발과 주요 과채류의 이용증진 개발을 도모할 것임.

■ 우리나라에서도 쌀 및 과채류를 이용한 자체적인 유산균 종균개발이 절실히 필요했음에도 불구하고 그동안 개발이 지연된 이유는 다음과 같은 기술적인 난제가 있었기 때문이며 이를 위해 본 과제를 통하여 이러한 문제를 해결하는 연구가 필요함.

#### 나. 경제·사회적인 측면

■ 경제 발달 및 소득 수준의 향상에 따라서 국민들은 건강 지향적인 상품에 많은 관심을 갖게 되고 기능성 식품에 대한 요구성이 증가됨. 유산균 관련 제품은 계속적으로 수요가 늘어갈 것이나 김치 및 장류의 경우에는 전체 소비량은 감소할 것으로 예측됨. 앞으로의 전망은 자연발효식품보다는 우량종균을 이용한 조절발효식품으로 건강에 대한 위험 인자를 함유하는 제품보다는 생리기능이 우수하고 건강 지향적 발효식품으로 소비자의 선택이 두드러지게 될 것으로 예측됨.

■ 쌀은 우리나라를 비롯하여 전세계 인구의 반 이상이 주식으로 하고 있음. 우리의 쌀 생산은 품종개량과 영농기술의 발전에 힘입어 급격히 늘어났으나 일인 당 연간 소비량은 1979년에도 135kg에서 1994년도에는 110.5kg으로 감소하였음. 이러한 쌀소비의 감소는 식품 소비패턴의 다양화에 기인하지만 아직 쌀을 이용한 다양한 제품개발의 미진함에도 큰 원인이 있음. WTO에 대응에는 쌀의 고부가가치화는 우리의 농업에 있어서 절대적인 과제 연구분야 라고 할 수 있음.

■ 덴마크에서는 콜레스테롤 저하능력이 있는 *Enterococcus faecium* 균주를 이용한 Gaio라는 상품을 개발한 결과 주문량을 제대로 공급하지 못하게 되어 새로운 생산공장을 건설하게 되었음. 그러나 *Enterococcus faecium*보다 안전성에 대한 문제의 소지가 없는 *Bifidobacterium*과 *Lactobacillus*로부터 면역능력 증강 등의 생리기능이 우수한 균주를 선발할 필요가 있고 본 연구팀에 의하여 일부 연구가 진행된 바 있음.

#### 다. 사회적 측면

■ 각 나라와 민족은 고유한 식문화, 체질, 생활환경이 조성되어 있고 그에 따라 각 민족에 적합한 장내균총이 형성된다. 특히, 우리나라 사람들은 각종 유산균 발효 식품을 섭취하여 왔기 때문에 현재 국내 업체에서는 외국에서 수입한 유산균 중에서 우리나라 사람의 기호에 어느 정도나마 근접하는 균주를 다시 선

발하는 이중적인 과정을 거침. 따라서 차제에 선발단계에서부터 한국적 원료에 적합하고 한국인으로부터 분리되고 한국인의 기호성에 맞는 특성을 가지는 생리활성이 큰 균주를 선발하는 것이 당면 과제임.

■ 소비자의 건강 지향적 구입 패턴에 비추어 볼 때 생리활성 유산균을 상품화하는것은 우리나라의 제품 판매 전략에 있어서 매우 중요하다고 할 수있음. BIFIDUS균을 비롯한 유산균 이용식품에 대한 수요가 계속 증가할 것으로 예견하는 것은 다음과 같은 사항에 근거를 두고 있음.

1) 한국인의 식생활 양식이 점차 서구화되면서 부위별 암 발생률 중 대장암이 1995년 현재 4위로 부상하였고(비교 ; 1975년, 10위) 향후 급속히 증가가 예상되며 또한, 과민성 대장 증세(설사와 변비의 교대증 수반)를 호소하는 사람이 약 300만명임.

2) 점차 노령화 사회에 접어들면서 변비등의 기능적 장애, 장내 부패의 심화 등이 노인의 중대한 위협 인자가 되고 있음.

3) 한국 사람들의 90% 이상이 유당불내증 증상을 겪고 있는 점을 고려할 때 쌀과 과채류등을 발효시킨 식품의 섭취를 통한 생리 활성 유산균 투여가 바람직한 형태로 볼 수 있음.

4) 식품의 안전성 문제가 국내외적인 관심으로 부각되는 시점에서 식품 보존료의 대체, 축산 농가의 항생제 남용을 막기 위한 사료 첨가제용 생균제로서의 유산균의 필요성이 증가되고 있음.

5) 최근에 세계적으로 콜레스테롤 감소 능력을 보유한 균주를 이용한 발효유가 개발되어 시장이 급속히 확대되고 있음.

■ 발효식품은 한국의 식품 중에서 중요한 비중을 차지하고 있으며 발효기술이 일찍 한국에서 발달되었지만 선진화하는 데에는 일본보다 늦었기 때문에 세계 시장에서는 그 지위가 약하고 오히려 일본의 발효식품이 한국을 점점 잠식하여 가고 있는 실정임. 유산균에 대한 수요는 유아와 중장년층에 이르기까지 매우 높아지고 있기 때문에 BIFIDUS균등의 유산균 종균 및 발효 기술에 있어서 하루 빨리 경쟁력 및 우수성을 확보하지 못하면 식문화의 예측이 우려되는 상황

될 수 있음.

■ 발효유는 원래 지중해 지방에서 기원된 것으로 알려져 있지만 현실적으로 우리나라에도 거대한 시장이 형성되어 있으며 국민의 건강과 체력 증진에 관련된 영양학적 근거도 우수하기 때문에 원료자원의 다양화 및 고기능성 균주를 개발하여 기술우위성을 확보하여 역수출 할 수 있도록 노력하여야 할 시점임.

## 2. 연구개발의 목표 및 내용

### 가. 연구개발 최종목표

선발 비피더스 균주의 대량배양, 쌀뜨물을 이용한 원료대체실험, 선발균주의 제품생산 적용실험, 쌀 젖산발효제품 생산시스템 개발, 생산공정의 최적화 및 생산공정 설계를 통하여 개발제품의 기업화를 하고자함.

### 나. 연구개발 목표 및 연구내용

구 분	연구 개발 목표	연구개발내용 및 범위
	■ 비피더스 균주의 선발, 생리활성 특성조사 및 대량배양 실험	- 쌀 젖산발효제품 생산을 위한 비피더스균주의 선발 - 선발균주의 생리활성 특성조사 - 선발 비피더스 균주의 대량배양 실험
1차 년도 (2002)	■ 원료의 다양화에 따른 제품적용실험 및 관능검사	- 원료의 다양화에 따른 제품 적용실험 - 쌀 젖산 발효제품의 관능검사
	■ 쌀 젖산 발효제품의 생산공정 개발	- 쌀 젖산발효제품 생산시스템 개발 - 쌀 젖산 발효제품 생산공정의 최적화 - 쌀 젖산 발효제품 생산공정의 설계



## 제 2 절 국내외 기술개발 현황

### 1. 주관연구기관 (한국식품연구원)

- 쌀을 이용한 발효식품 개발연구 (농림수산부 특정연구과제, 1991-1992)
- Selection of human-originated *Lactobacillus acidophilus* for production of probiotics. (J. of Microbiol. and Biotechnol. 4:151-154, 1994)
- Culture conditions and growth characteristics of *Bifidobacterium longum* (J.of Microbiol. and Biotechnol. 5:149-153, 1995)
- 쌀과 과채류를 이용한 면역기능 강화 bifidus 발효제품 개발연구(농림부 특정연구과제, 1995-1998)
- Characteristics of the alcoholic milk product fermented by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* TA29 and *Saccharomyces exiguus* SK2 (J. of Microbiol. and Biotechn. 6:50-53, 1996)
- Growth of *Lactobacillus acidophilus* in whey-based medium and preparation of cell concentrate for production of probiotics (J. of Microbiol. and Biotechn. 6:128-131, 1996)
- 쌀 발효제품 제조를 위한 마크로과지 활성 비피더스균의 선발 (산업미생물학회지 27:509-514, 1999)
- 한국인 유래 *Bifidobacterium longum* MK-G7 비피더스 균주의 생리활성 및 제품 적응능 (한국축산식품학회지 19:296-306, 1999)
- Comparison of cellular fatty acid composition and genotypic analysis of *Bifidobacterium longum* MK-G7 with commercial bifidobacteria strains (J. of Microbiol. and Biotechn. 10:143-146, 2000)
- Comparative evaluation of probiotic activities of *Bifidobacterium longum* MK-G7 with commercial bifidobacteria strains (J. of Microbiol. and Biotechn. 10:147-153, 2000)

## 2. 위탁연구기관 (경원대학교)

- Cereal Lactic Fermentation Technology, Korea University (1991)
- Lactic Acid Fermentation of Non-dairy Food and Beverages, Harnlimwon (1994)
- Mok, C., J. Han, Y.J. Kim, N. Kim, D.Y. Kwon and Y.J. Nam (1991), Lactic fermentation of rice and quality improvement by amyolytic enzyme treatment during fermentation, *Kor. J. Food Sci. Technol.* 23; 739-744.
- Mok, C., Lim, C.R., Kim, Y.J. and Nam, Y.J. (1992), Lactic acid fermentation of isolated soy protein/saccharified rice dispersion for the preparation of a yogurt-like product. *Foods and Biotechnology*. 1, 35
- 목철균, 구경형, 박동준, 김남수, 손헌수 (1995) 대두올리고당 생산을 위한 대두침출액의 한외여과. *한국식품과학회지* 27, 181
- Collado, L.S., Mabesa, R.C., Sumague, M.J.V. and Mok, C. (1994), Yogurt-like products from riceflour and soymilk. *Philippine Agriculturist*, 77, 307
- 목철균, 남영중, 김영진 (1993) 쌀-대두 젖산발효 혼합제품의 제조방법, 발명특허 65033호
- 목철균, 남영중, 김영진 (1993) 곡립형태의 쌀을 이용한 고농도 젖산발효제품 제조방법 및 발효시 2차 효소처리에 의한 품질향상 방법, 발명특허 65034호
- 목철균, 남영중, 김영진 (1994) 곡류와 대두단백을 이용한 식물성 호상 젖산 발효제품의 제조방법, 발명특허 73113

## 3. 국외 연구 개발

곡류등 전분질 식품을 재료로 한 젖산발효식품에 관한 연구는 매우 제한적으로 수행되어 왔다. 아프리카 지역에서 옥수수를 이용한 Ogi, Koko, Kenkey, Uji 및 카사바를 원료로 한 Fufu, Gari등에 관한 기술이 있으나 상업화되지 않았고 그 이외의 지역에서는 최근에 관련 연구가 수행되기 시작했다. 서구에서는 주로 유제품 생산을 위한 발효기술이 개발되어 왔는데 독일의 SBI와 Wiesby, 미국의

Marshall, 일본의 Morinaga, 덴마크의 Chr.Hansen 등은 *Bifidobacterium* 및 유산균의 종균 배양 공정을 철저한 기밀 사항으로 유지하고 있다. 왜냐하면, 종균 배양 기술은 유산균 산업의 핵심적인 부문이기 때문이다. *Bifidobacterium*에 대한 생리적인 효능 연구는 학문적으로는 많이 이루어 졌다. 그러나 상업용 균주에 대한 기술적인 측면은 기업 기밀로 이루어 졌다. 실제로 미국의 Miles Lab에서는 내산성, 내담즙성(Miles Analecta 자료) *Bifidobacterium* 균주 BBL을 상업화하여 판매하고 있으나, 생존률이 높지 않은 단점이 있다. 최근에(1994) 덴마크는 혈청 콜레스테롤 저하 작용이 있는 소련의 Causido 균주를 분양받아 Gaio라는 제품을 개발하여 선풍적인 인기를 얻어 넘치는 수요를 충족하기 위한 공장 시설을 확충하고 있으며 세계 각 국에 수출 계약을 맺고 있다(Danish Dairy Board). 이와같이 현재의 유산균 시장에서는 생존성과 기능성이 높은 유산균이 절대적으로 유리한 고지를 점유하고 있다.

#### 4. 국내 연구 개발

채소의 발효는 외국에서는 많이 이루어지고 있지 않고 채식중심인 동양권, 특히 한국에서 많이 이루어져 왔는데 우리의 김치에 대한 연구는 지금까지 많이 연구되고 있다. 그러나 BIFIDUS균은 김치를 발효시키지 못하고 그 안에서 생존할 수가 없는 것으로 보고되었다. 국내에서의 BIFIDUS균의 학술적인 연구는 최근에 시작되었으며 지금까지 주로 한림대의 지근익 교수와 성균관대의 강국희, 인하대 허태련 교수등에 의하여 *Bifidobacteria*의 학문적인 연구가 다수 이루어졌다. 그러나, 유산균 산업의 외국 의존성을 탈피하기 위한 국내종균 개발 연구는 지금부터 본격적으로 이루어져야 할 것이다. 특히 중요한 것은 대학의 종균배양기초 실험도 경제적으로 활용할 수 있는 방법을 개발하는 것에 주안점을 두어야 한다는 것이다. 따라서 본 연구를 통하여 생산개발 확립목표를 뚜렷하게 설정하는 것은 대단히 의미 있는 작업이다. 우유를 제외한 곡류와 과채류의 발효는 여러 가지 관능적인 단점을 가지고 있다. 쌀의 젖산균 발효는 풍미를 개선시켜야 하고 과실의 경우 색이 나빠지며 채소의 경우도 풍미와 더불어 조직감의 개선이 요구되는 것이 현재까지의 연구경험이다. 그러나 아직까지 BIFIDUS균을 이용하여

곡류나 과채류의 발효에 적용한 예는 거의 없는 것으로 조사되었다. 당 연구팀은 그동안 젖산균을 이용한 쌀 요구르트 (RISOGURT)(한국식품개발연구원 보고서, 1992)를 개발하였고 또한 농림기술개발과제로서 1995-1998년에 수행된 “쌀과 과채류를 이용한 면역기능 강화 bifidus 발효제품 개발연구“를 통하여 다양한 연령층의 성인 및 유아들 지원자로부터 변시료를 제공받아 전분이 첨가된 고체 배지에서 자라는 *Bifidobacterium* 중 amylase 활성이 높은 47균주를 분리하였고, 이들로부터 면역 활성능력이 높은 균주들은 선발하여 쌀/과채류를 이용한 발효배지에의 발효적합성의 실험, 쌀당화액 제조를 위한 적정 효소첨가량 결정실험, 쌀과 사과박을 이용한 비피더스 발효음료를 제조하기 위한 쌀 사과박 건조실험 등이 수행되었다.

### 제 3 절 연구개발 수행내용 및 결과

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 스타터 균주의 선발 및 동정

선행연구에서 선발되어진 네가지 비피도박테리움 균주들(RD 35, 37, 50, 54)을 대상으로 하여 균주선발을 위한 균주들의 특성조사를 하였으며, 균주들의 미생물 동정을 수행하였다. 미생물 균주의 동정을 위하여 동결건조 vial 형태로 보존되어 있는 미생물들을 cystein이 0.05% 첨가된 MRS 배지를 이용하여 재 배양 하였으며, API 50 CHL, CHE 및 20A와 같은 세가지 균동정 kit를 이용한 탄수화물자화성에 의한 동정을 수행하였다. 이 후 비피도박테리움 균주가 바뀌어졌을 가능성의 확인을 위하여 *Bifidobacterium* strain 의 hexose metabolism에 key enzyme으로 작용하는 Fructose-6-phosphoketolase를 Fructose-6-phosphate에 반응시켜 갈변화로 알아보는 Fructose-6-phosphate phosphoketolase(F-6-PPK) test를 실험하였고, 선발균주의 좀 더 확실한 미생물 동정을 위하여 미생물 DNA sequencing 분석을 이용한 미생물 동정을 수행하였다. 미생물 DNA sequencing 분석을 이용한 미생물 동정은 MRS 미생물 배양액을 95℃에서 20분간 열처리하여 PCR 시료로 이용하였으며, 시료 DNA의 부분 16s rRNA gene 증폭(PCR)을 위하여 338f (5' - A C T C C T A C G G G A G G C A G C A G - 3')와

518r(5'-ATTACCGCGGCTGCTGG-3')의 두 가지 primer를 사용하였다. PCR 반응 조건은 다음 그림과 같이 96℃ 30초(denaturation), 65℃ 30초(annealing), 72℃ 1분(renaturation)으로 증폭하였으며, annealing 온도는 두 cycle에 1℃씩 낮추면서 최종 55℃로 하였다. Final extension은 72℃ 5분으로 하였다. PCR 증폭된 시료는 QIAquick PCR purification kit(Qiagen, USA)을 이용하여 정제한 다음, sequencing을 의뢰하였고, 분석된 염기서열을 BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 프로그램을 이용하여 미생물 균주의 동정을 하였다.

#### 나. 선발균주의 생리활성 특성조사

선발균주의 생리활성 특성조사는 선행연구에서 수행되었던 면역세포 활성화 조사 실험과 암세포 치사활성(MTT) 실험을 수행하였다. 면역세포 활성화 조사실험은 RAW 264.7 macrophage cell line이 생성한 nitric oxide, IL-1 $\alpha$ , TNF- $\alpha$  양을 측정하여 선별된 미생물 균주의 면역세포 활성능을 조사하였는데, 면역세포 활성능 조사를 위한 시료준비는 각각의 bifidobacteria를 MRS에 접종하여 혐기 조건에서 24시간 배양 후 phosphate buffer saline (0.1M pH7.4)을 첨가 원심분리하여 2회 세척 후, 100℃에서 30분 처리 한 시료를 1, 10, 100  $\mu\text{l/ml}$ (건조중량)로 농도를 달리하여 사용하였다. RAW 264.7 cell line은 DMEM(Dulbecco's modified Eagle's medium, with or without phenol red, Gibco)에 10% fetal bovine serum과 streptomycin-penicilline (100x) 1%를 첨가하여 이용하였으며, 고착성(anchorage-dependent)을 갖는 세포를 cell scraper로 회수 부유시켜 사용하였다. 96 well plate에 시료 및 RAW 264.7 cell ( $1 \times 10^5$  cells/well)를 넣고 2시간 동안 CO<sub>2</sub> incubator에서 37℃를 유지하면서 부착시킨 후, sample을 첨가하였다. 그 후 20시간 동안 세포를 배양하여 배양 상등액 속의 nitric oxide(NO), IL-1 $\alpha$ , TNF- $\alpha$ 의 양을 ELISA reader (Molecular Devices THERMOmax<sup>TM</sup>, USA)를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

암세포 치사활성(MTT) 실험을 위한 시료의 준비는 bifidobacteria를 혐기 조건에서 MRS 배지에 24시간 배양 후, 배양액을 100℃에서 30분간 처리한 시료와 phosphatebuffer saline (0.1M pH7.4)을 첨가하여 2회 세척 후 100℃에서 30분, 12 1℃에서 15분 처리 한 시료를 농도 별로 희석하여 사용하였다. 본 실험에 이용한 세

포주(SNU-C1, CHO, Hepalcl7)는 한국세포주 은행(KCLB, 서울)으로부터 분양받아 사용하였다. 모든 실험에서 시료의 농도는 150, 300  $\mu\text{l}/\text{ml}$ 로 달리하여 측정하였다. MTT assay는 시료 20  $\mu\text{l}$ 와 세포 배양에서 얻은 trypsin 처리한 single cell suspension( $5 \times 10^4$  cell/ml)를 96-well에 함께 넣어 4일 동안 37°C를 유지하면서 CO<sub>2</sub> incubator에서 배양하였다. 4일 후 MTT 시약 50 $\mu\text{l}$ 를 넣고 다시 4시간 동안 반응시켰다. 이것을 1000 rpm에서 10분간 원심분리 후 상층액을 제거하고 DMSO 150 $\mu\text{l}$ 를 첨가하여 용해시킨 후, 540nm에서 ELISA reader로 흡광도를 측정하여 암세포 치사 활성을 계산하였다.

#### 다. 고농도 균체배양 연구

선발 비피도박테리움 균주인 RD37 균주와 RD50 균주의 고농도 균체배양 연구를 위하여 발효조(KF-2.5L, 코바이오텍사)를 이용하여 균체배양연구를 수행하였다. 배지는 MRS Broth(Difco사)에 0.05% L-cystein을 첨가하여 (Paraffin Oil Overlay) 준비하였고, 2 liter working volume으로 발효조에 배지를 준비한 후, paraffin oil을 overlay 하여 멸균하였고, 발효조건은 37°C에서, 3-4rpm으로 교반을 시켜주었으며, pH는 NH<sub>3</sub> gas를 이용하여 6.0-6.1로 자동조절 하였다. 비피도박테리움 균주의 접종은 1%로 하였고, 균주측정을 위한 시료 채취는 0hr, 15hr, 17hr, 19hr 후 4번 하였고, 균수측정 방법은 희석된 시료를 MRS agar (L-Cystein 0.05% 첨가)에 도말하여 anaerobic jar안에 steel wool method 방법으로 37°C에서 48hr시간 혐기 배양하여 나타난 colony를 계수하여 cfu/ml로 표시하였다.

#### 라. 원료의 다양화에 따른 제품 적용연구

실험에 사용된 쌀과 쌀뜨물은 (주) 라이스텍의 씻어나온 쌀을 구입하여 사용하였고 쌀뜨물은 제공받아 사용하였다. 쌀뜨물은 성분분석 결과 수분함량 98.5%, pH 6.90, 산도는 0.013%로 분석되어졌다. 분유는 서울우유협동조합에서 가공한 탈지분유와 낙농진흥회 전지분유(사단법인 낙농진흥회, 서울)를 사용하였으며, 분리대두단백은 (주)광일에서 제공받아 사용하였다. 환원제는 L-cysteine (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, U.S.A.), L-ascorbic acid (Showa Chemical Inc.Tokyo, Japan)

을 사용하였다. 사용된 효소는 식품가공용 효소제제로 액화효소는 Termamyl 120L(Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark)와 당화효소는 AMG 300L(Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark)을 사용하였다. 본 실험에 사용한 균주는 선행연구에서 사용되었던 *Lactobacillus acidophilus* (KFRI 00128)와 한국식품개발 연구원에서 분리한 *Bifidobacterium* 균주들 이었다. 쌀당화 시스템 개발을 위한 쌀의 호화는 호상 type 제품은 쌀을 실온에서 3시간 침지한 후 갈아서 60℃에서 예비 호화하였고 100℃에서 본 호화하였다. 그리고 음료 type 제품은 쌀에 쌀 중량의 4~8배가 되도록 물을 가한 후 전기밥솥을 사용하여 가열하여 끓기 시작한 후 25분간 호화하였다. 미생물 균수의 측정을 위하여 시료를 무균적으로 채취하여 멸균 회석액(0.1% peptone, 0.85% NaCl, 0.03% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)으로 10진 희석법에 의해 희석한 후, *Lactobacillus* 균주의 측정은 각 희석 단계의 희석액을 MRS 배지에 도달하여 37℃에서 2일간 배양 후, 생성된 집락을 계수하여 측정하였고, *Bifidobacterium* 균주의 측정은 0.05% L-cystein을 첨가한 MRS 배지에 각 희석 단계의 희석액을 도달하여 anaerobic jar에 anaerobic catalyst와 gas generating systems과 함께 넣고 37℃에서 3일간 혐기배양한 후, 생성된 집락을 계수하여 측정하였다. 효모, 곰팡이 균수의 측정은 효모, 곰팡이 측정용 Petrifilm(3M, USA)에 희석액 1ml를 도달하여, 25℃에서 72시간 배양한 후, 핑크 및 녹색의 빛깔을 띠는 콜로니를 효모균 수로 그리고 다양한 색상을 나타내는 colony 수를 곰팡이로 계수하였다. 대장균수 및 대장균군 수의 측정은 채취한 시료의 희석액 1ml를 대장균 수와 대장균군 수 측정용 페트리필름 배양지(3M Health Care, USA) 각각에 접종하여 대장균 수 측정용 배양지는 35℃에서 48시간 배양한 후 가스생성이 있는 푸른색 콜로니를 양성반응으로 하였고, 대장균군 수 측정용 배양지는 32℃에서 24시간 배양하여 가스 생성이 있는 붉은색 콜로니를 양성반응으로 하여 계수하였다.

#### 마. 쌀 젓산 발효제품의 생산공정 개발

쌀 젓산 발효제품의 생산공정 개발을 위하여 사용된 쌀은 경기 특산미 (상안정미 소 도정공장, 경기도 화성시)를 구입하여 사용하였고, 분유는 서울우유협동조합에서 가공한 낙농진흥회 전지분유 (사단법인 낙농진흥회, 서울)를 사용하였다. 분리대두단

백은 (주)광일 제품을 사용하였는데, 전지분유의 단백질 함량은 26.0%이었으며, 분리대두단백의 단백질 함량은 91.3%이었다. 환원제는 L-cysteine (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, U.S.A.)과 L-ascorbic acid (Showa Chemical Inc.Tokyo, Japan)를 각각 1% (w/v)용액으로 제조하여 사용하였다. 사용된 효소는 식품가공용 효소제제로 액화효소는 Termamyl 120L, Type LS (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark)를, 당화효소는 AMG 300L (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark)을 사용하였다. 실험에 사용된 균주는 상업용으로 판매되는 스타터 중 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*를 함유한 ABT-C와 ABT-D 및 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*를 함유한 ABY-2 및 ABY-2B (Rhodia Inc., Madison, WI, U.S.A.)를 삼익유가공(주)에서 구입하여 사용하였다. 쌀의 호화를 위하여 쌀에 쌀 중량의 4~8배가 되도록 물을 가한 후 전기밥솥(SCJ-450RS, 신일산업(주), 경기도 안산시)을 사용하여 취반상태로 가열하여 끓기 시작한 후 25분간 호화하였다. 쌀의 액화 및 당화를 위하여 호화시킨 쌀을 90℃로 냉각한 후, 식품 첨가물급 고온성 액화효소인 Termamyl 120L을 호화 전 쌀 중량의 0.1%를 첨가하여 90℃에서 액화를 실시하였고, 이후 당화효소인 AMG 300L을 0.1% 수준으로 첨가하여 60℃에서 당화하였다. 당화 후 200 mesh 나일론 백을 사용하여 여과한 후 당화액을 회수하였다. 환원제 선발실험에서 환원력 검정은 이 등<sup>14)</sup>의 방법을 사용하여 실시하였는데, 쌀당화액 5 ml에 0.02% (w/v) resazulin 용액을 20  $\mu$ l를 가한 후에 1% (w/v) cysteine과 1% (w/v) ascorbic acid 용액의 첨가량을 달리하여 100℃에서 일정시간 가열 후 색택의 변화를 색차계 (Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 측정하여 산소제거능을 비교하였다. 젖산발효 실험은 당화액의 당도를 15°Brix 로 조절한 후, 전지분유 및 분리대두단백의 첨가량을 달리하여 혼합하였고, 100℃에서 20분간 살균하고 실온으로 냉각한 후, 스타터를 소량의 멸균 증류수에 발효액 중량의 0.02%가 되도록 현탁시켜 가하고 37℃에서 발효하였다. 발효 후 청정원 맥아 물엿 (대상(주), 서울)과 델몬트 무가당 포도주스 100 (롯데칠성음료(주), 서울)을 가하여 조미하였다. 당도의 측정은 굴절 당도계 (N-20, Atago Co., 0-20%, Japan)를 사용하여 °Brix로 측정하였고, 색도는 색차계 (Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 CIE 색계의 Y, x, y값을 측정한다



후 Hunter 색계의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)으로 변환하였다. pH의 측정은 pH meter (model 720, ThermoOrion, U.S.A.)를 사용하여 측정하였으며, 적정산도는 시료 2 g을 취하여 탄산가스를 제거한 증류수로 10배 희석한 후 0.1% 페놀프탈레인을 지시약으로 사용하여 0.1N NaOH으로 적정하고 소비된 NaOH양으로부터 다음 식에 의하여 %젖산으로 적정산도를 계산하였다<sup>10)</sup>.

$$\text{적정산도}(\% \text{젖산}) = \frac{\text{NaOH소비량} \times \text{NaOH역가}}{\text{시료무게}} \times 0.009 \times 100$$

환원당의 측정은 Dinitrosalicylic acid(DNS)법<sup>15)</sup>을 사용하여 측정하였는데, 시료를 적정 배율로 희석하여 시험관에 1 ml를 취하고 DNS 용액 3 ml를 가한 후 수욕 중에서 5분간 끓인 다음 냉각하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준용액으로는 glucose 용액을 사용하였으며 당함량과 흡광도 사이의 검량선을 작성하여 시료중의 환원당량을 결정하였다. 발효물의 점도는 점도계 (LVDV-I+ viscometer, Brookfield Engineering Laboratories, MA, U.S.A.)를 이용하여 전단속도별 겔보기 점도를 측정하였다. 젖산균수 측정은 시료를 멸균 증류수로 10진 희석법에 따라 희석한 후, 희석액 0.1 ml를 MRS 배지 위에 도말하여 37℃에서 48~72 시간 배양한 후 평판당 30~300개 정도의 집락을 생성한 페트리접시를 택하여 생성된 집락수를 계수하였다. *Bifidobacterium* 균수의 측정은 발효물을 10진 희석한 후 (주)비피도에서 구입한 *Bifidobacterium* 선택 배지 위에 도말하여 밀폐용기에 AnaeroPack·Anaero 탈산소·탄산가스 생성 sachet (Mitsubishi Gas Chemical Co., Inc., Japan)을 넣고 37℃에서 3~4일간 혐기배양한 후 생성된 집락을 계수하였다. 쌀 발효물의 관능검사는 경원대학교 식품생물공학과 대학원생 및 학부생으로 구성된 패널을 대상으로 종합적 기호도에 대하여 9점 채점법으로 실시하였다. 이때 채점기준은 아주 좋다: 9점, 보통으로 좋다: 7점, 좋지도 나쁘지도 않다: 5점, 보통으로 나쁘다: 3점, 아주 나쁘다: 1점이었다. 관능검사 결과는 SAS<sup>16)</sup>를 사용하여 분산분석을 실시한 후 유의적인 차이를 Duncan의 중범위검정을 실시하여 검정하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 균주의 선발, 생리활성 특성조사 및 배양실험

#### (1) 스타터 균주의 선발 및 동정

스타터 균주의 선발을 위하여 선행된 연구에서 사용되었던 비피더스 균주를 다시 배양하여 생리활성 특성을 살펴보았으며 균주의 동정을 실시하였다. 먼저 비피더스 균주의 확인을 위하여 *Bifidobacterium* strain 의 hexose metabolism에 key enzyme 으로 작용하는 Fructose-6-phosphoketolase를 Fructose-6-phosphate에 반응시켜 갈변화로 알아보는 Fructose-6-phosphate phosphoketolase(F-6-PPK) test를 실험하였고, 실험결과는 Table 1에서 보여주는 것과 같다. 실험에 사용된 *Bifidobacterium* 4가지 균주 모두 F-6-PPK-test 양성 반응을 보여주고 있고, 형태학적으로 비피도박테리움 특이한 모양이 확인되었으며, 그램양성 혐기성 균으로 젖산과 초산을 주요 발효산물로 생성하는 것이 확인되어 4가지 균주 모두 비피도박테리움 속(genus)으로 확인되었다. Table 2는 비피도박테리움 중(species)의 동정을 위하여 Biomerieux 회사의 API 50 CHE, CHL 및 20A의 3가지 동정 kit를 사용하여 4가지 *Bifidobacterium* 균주를 동정한 결과와 선행연구에서 동정되었던 결과와의 비교를 보여주고 있다. 선행 연구에서 동정되었던 균주의 특성과 RD 50 균주를 제외하고는 나머지 세 균주가 많은 수의 탄소원 이용면에서 일치하지 않는 결과를 보여주고 있음을 Table 2에서 알 수 있다. Table 2에서 볼 수 있는것과 같이 RD 50의 경우 sorbitol의 탄소원 한가지의 이용에서 선행된 실험과 반복 실험에서 상이한 결과를 가져왔고, 나머지의 탄소원 이용에서는 일치되는 결과를 가져왔다. RD 35의 경우에는 salicin, trehalose, amidon, gentiobiose, D-lysose, D-tagatose, gluconate와 5-keto-gluconate와 같은 7가지의 탄소원 이용면에서 상이한 결과를 가져왔고, RD 37의 경우에는 L-arabinose, sorbitol,  $\alpha$ -methyl-D-glucoside, arbutin, salicin, amidon, glycogen, gentiobiose, D-lysose와 5-keto-gluconate와 같은 10가지의 탄소원의 이용 면에서 상이한 결과를 가져왔으며, RD 54의 경우에는 mannitol, sorbitol, amidon과 D-lysose와 같은 4가지의 탄소원 이용면에서 선행된 실험과 반복 실험에서 상이한 결과를 가져왔다. 또한 사용하였던 3가지 API 동정 kit CHE, CHL 및 20A의 경우에 의한 동정결과가 서로 일치하지 않는 결과를 보여주는 것을 볼 때,

API 동정 kit를 이용한 비피도박테리움의 동정은 비피도박테리움 전문 동정 kit가 없는 것이 그 이유 일 수도 있지만, 장내 세균 동정을 위한 CHE 동정 kit와 혐기성 세균 동정을 위한 20A kit 그리고 젖산균 동정을 위한 50 CHL kit 모두 비피도박테리움 속의 동정에 적합하지 않은 것으로 추측 되어졌다. 비피더스 균주의 더욱 확실한 동정을 위하여 DNA의 분리 후, PCR을 하고, sequencing 방법에 의하여 미생물 동정을 한 결과, RD 37 균주는 제대로 *Bifidobacterium breve*로 동정이 되어졌지만, RD 50 균주는 *Bifidobacterium breve*가 아닌 *Bifidobacterium* sp.로 동정이 되어졌고, RD 54 균주는 *Bifidobacterium breve*가 아닌 *Bifidobacterium longum* 균주로 동정이 되어졌다. 실험과정에서 RD35 균주는 더 이상 성장이 되지 않아 계속적인 실험에는 RD37 균주와 RD50 그리고 RD54 세 균주를 이용하였다.

Table 1. Fructose-6-phosphate phosphoketalase(F6PP) test results of Bifido strains

Strain No.	Test result	F6PP-test
<i>Bifidobacterium longum</i> 35		+
<i>Bifidobacterium breve</i> 37		+
<i>Bifidobacterium breve</i> 50		+
<i>Bifidobacterium breve</i> 54		+
<i>Lactobacillus</i> spp.		-

Table 2. Comparison of test results(API 50CHL and former report)

Bifido organisms Carbon Source	35(JS18)	37(E15)	50(BC40)	54(MJ19)
L-Arabinose	+ (+)	+ (-)	+ (+)	+ (+)
D-Xylose	+ (+)	- (-)	+ (+)	+ (+)
Mannose	+ (+)	+ (+)	- (-)	- (-)
Mannitol	- (-)	- (-)	- (-)	- (+)
Glycerol*	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
Sorbitol	- (-)	- (+)	- (+)	- (+)
$\alpha$ -Methyl-D-Glucoside	- (-)	- (+)	- (-)	- (-)
Arbutin	- (-)	- (+)	- (-)	- (-)
Ribose**	+ (+)	+ (+)	+ (+)	+ (+)
Salicin	+ (-)	- (+)	- (-)	- (-)
Trehalose	+ (-)	- (-)	- (-)	- (-)
Melezitose	+ (+)	- (-)	- (-)	- (-)
Amidon	+ (-)	- (+)	- (-)	+ (-)
Glycogen	- (-)	- (+)	- (-)	- (-)
Gentiobiose	+ (-)	+ (-)	- (-)	- (-)
D-Turanose	+ (+)	+ (+)	+ (+)	- (-)
D-Lyxose	+ (-)	+ (-)	- (-)	+ (-)
D-Tagatose	+ (-)	- (-)	- (-)	- (-)
Gluconate	+ (-)	- (-)	- (-)	- (-)
5-keto-Gluconate	+ (-)	+ (-)	- (-)	- (-)

\* Other carbon sources which were not assimilated by all four strains were :

Erythritol, D-Arabinose, L-Xylose, Adonitol,  $\beta$ -Methyl-D-Xylose, Rhamnose, Dulcitol, Inositol,  $\alpha$ -Methyl-D-Mannoside, Inulin, D-Fucose, L-Fucose, D-Arabitol, L-Arabitol, 2-keto-Gluconate, Xylitol, Cellobiose, Amygdaline

\*\* Other carbon sources which were assimilated by all four strains were :

Galactose, Glucose, Fructose, Esculin, Maltose, Lactose, Melibiose, Sucrose, Raffinose

## (2) 선발균주의 생리활성 특성조사

실험에 이용된 3종(RD37, 50, 54) 균주의 면역증강 효과를 알아보기 위하여, 각각의 균주가 macrophage 세포 모델계에서 NO 생성능과 면역기능의 중요한 매개물질인 cytokine 생산 유도력을 측정된 결과는 Table 3에서 보여주는 것과 같다. 거식세포가 활성화되면 TNF와 interferon등의 자극으로 nitric oxide synthetase가 산소와 결합하여 L-arginine을 산화시켜 NO가 생성되는데, 이렇게 생긴 NO는 미생물과 암세포에 독작용을 하는 것으로 알려져 있다. Bifidobacteria 3 균주를 macrophage에

처리한 결과 시료 처리 농도를 1, 10, 100  $\mu\text{g/ml}$ 으로 달리하였을 때 균체의 농도가 높아짐에 따라 NO생성량의 증가 추세를 볼 수 있었으며, 균주 별로는 RD37과 RD54가 100  $\mu\text{g/ml}$  처리 시 각각  $1.65\pm 0.02$ ,  $1.63\pm 0.04$ 로 유사하게 가장 높은 값을 나타내었다. Interlukin-1 $\alpha$ 는 17kDa의 단백질로서 T cell의 생산을 증가시키고 B cell의 활성화 및 항체생산을 증가시키는 등 생체내 면역 기능조절에 관여하고 있는 면역 조절 물질 중의 하나이며, 특히 활성화된 거식세포에서 많이 분비되는 cytokine으로 알려져 있다. 활성화된 macrophage는 다량의 TNF를 분비하게 된다. TNF- $\alpha$ 는 염증이나 대사의 조절에 중요한 역할을 담당하는 내인성 매개인자이다. 따라서 선별한 Bifidobacteria 3균주를 RAW264.7 macrophage의 세포배양 시 여러 농도로 처리한 다음 IL-1 $\alpha$  생성정도를 ELISA로 측정하였다. 실험결과 시료 처리 농도를 각각 10, 100  $\mu\text{g/ml}$ 으로 달리하였을 때 Interlukin-1 $\alpha$ 와 TNF- $\alpha$  모두 균체 농도가 증가함에 따라 크게 증가됨을 볼 수 있었으며, 특히 TNF- $\alpha$ 의 경우 균체 처리 농도를 10  $\mu\text{g/ml}$ 에서 100 $\mu\text{g/ml}$ 로 10배 증가시켰을 때 RD 37, RD 54의 경우 평균적으로 30배 이상 증가하였다. 또한 cytokine 분비능이 균주별로 NO 생성능 보다 더 뚜렷한 차이를 보임을 알 수 있다(Table 3). 이러한 결과를 종합하여 볼 때 NO 생성능 실험결과는 선행 연구에서 수행되었던 NO 생성능 실험과 일치되는 결과를 보여주었다. 그렇지만 TNF- $\alpha$  생성의 경우에는 선행연구에서는 RD50 균주가 RD37과 54 균주보다 높았었지만 이번의 반복 실험에서는 RD37 균주는 RD50보다 오히려 낮은 TNF- $\alpha$  생성값을 보여주었다.

**Table 3. Effect of amylolytic *Bifidobacterium* strains on NO, TNF- $\alpha$  and IL-1 $\alpha$  production by RAW 264.7**

		NO Production(ug/ml)			
Cell conc(ug/ml)		Control	1	10	100
<i>Bifidobacterium</i> sp					
	RD 37	0.73±0.04	0.92±0.03	0.92±0.04	1.65±0.02
	RD 50	0.73±0.04	0.91±0.04	0.95±0.06	1.15±0.17
	RD 54	0.73±0.04	0.88±0.01	0.96±0.06	1.63±0.04

		TNF- $\alpha$ Production(pg/ml)		
Cell conc(ug/ml)		Control	10	100
<i>Bifidobacterium</i> sp				
	RD 37	1.41±3.25	2.25±0.82	66.41±10.10
	RD 50	1.41±3.25	28.08±3.81	96.41±3.82
	RD 54	1.41±3.25	3.92±0.93	103.91±0.06

		IL-1 $\alpha$ Production(pg/ml)		
Cell conc(ug/ml)		Control	10	100
<i>Bifidobacterium</i> sp				
	RD 37	1.30±0.30	4.29±0.30	8.31±1.56
	RD 50	1.30±0.30	3.95±0.92	7.71±1.21
	RD 54	1.30±0.30	5.40±0.31	7.80±1.60

선발균주의 기능성과 관련된 생리활성 특성을 더욱 자세하게 알아보기 위하여 암 세포 치사활성(MTT assay) 실험을 수행하였다.

3-[4,5-Dimethylthiazole-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay는 생존 세포의 효소작용에 의해 기질인 MTT가 환원되어 formazan으로 침전되는 정도를 흡광도로 측정함으로써 세포의 증식정도를 측정하는 방법이다. 대장암 세포주인 SNU-C1에 RD37, RD50, RD54 균주를 각각 1.5 mg/ml과 3.0mg/ml (건조 중량)의 농도로 처리하였을 때와 각각의 bifidobacteria 배양액을 멸균수로 세척하여 121°C 에서 15분 처리한 시료, 배양액을 멸균수로 세척하여 100°C 에서 30분 처리한 시료, 배

양액을 100℃에서 30분간 처리한 시료를 각각 처리하였을 때의 세포독성 정도를 Fig. 1에서 보여주고 있다. Fig. 1에서 볼 수 있는 것과 같이 음성대조군으로 SNU-C1에 MRS액체 배지를 처리하였을 때 20% 미만의 세포독성을 나타내었다. Bifidobacteria를 3.0 mg/ml의 농도로 처리하였을 때의 세포독성이 1.5 mg/ml의 농도로 처리하였을 때 보다 2배 이상 높게 나타났으며, 배양액을 멸균수로 세척하여 121℃에서 15분 열처리한 시료에서 세포독성이 비교적 높게 나타났다. Fig. 2는 정상 세포주인 CHO-K1에 RD37, RD50, RD54 균주를 각각 3 µg/ml (건조중량)의 농도로 처리하였을 때 RD54과 대조군으로 사용한 *Lactobacillus acidophilus* KFRI 128 균주를 제외한 RD37, RD50 균주는 10% 미만의 낮은 값을 나타내었다. SNU-C1 세포주에서와 동일한 방법으로 균주를 열처리하여 CHO-K1에 처리한 결과 RD54 균주를 멸균수로 세척하여 121℃에서 15분 열처리한 시료에서 세포독성이 가장 높게 나타났다.

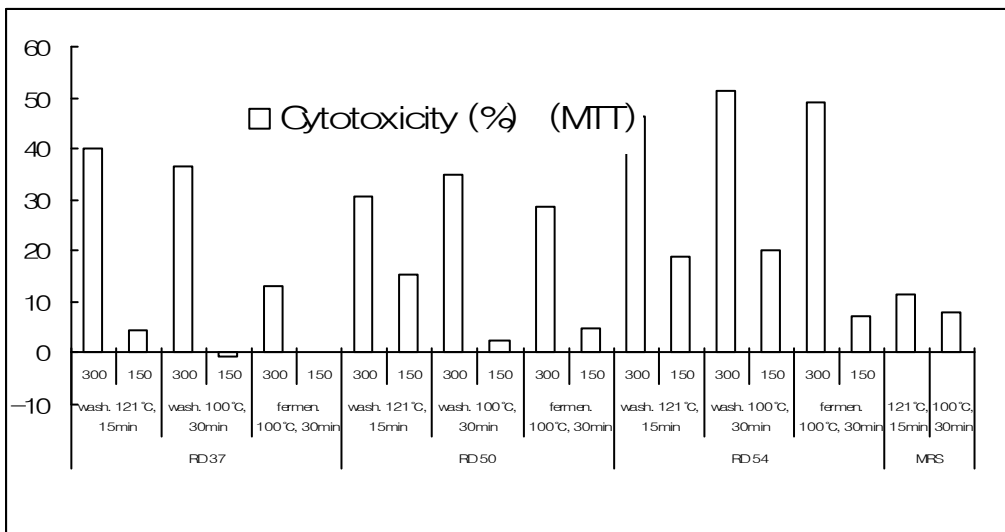


Fig. 1. Cytotoxicity of *Bifidobacterium* strain against SNU-C1 cell by MTT assay

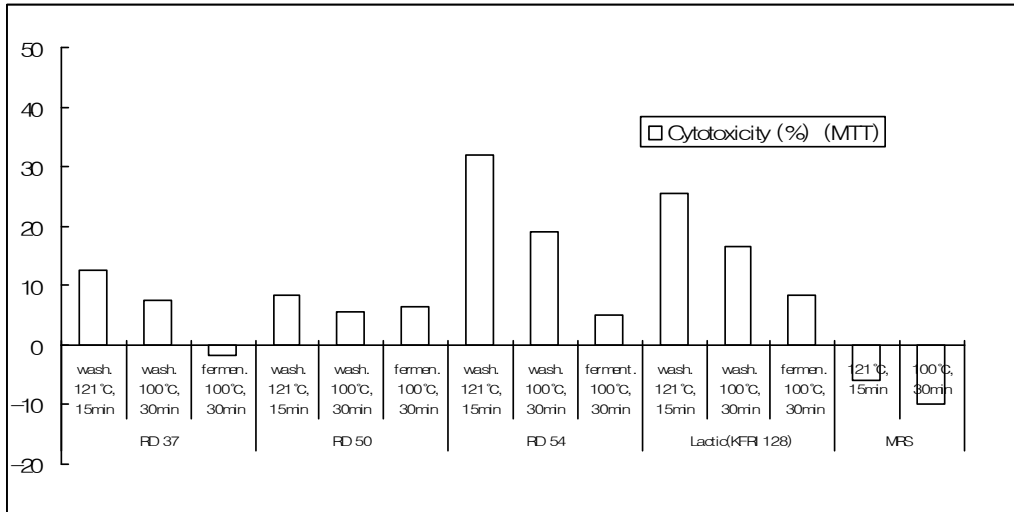


Fig. 2. Cytotoxicity of *Bifidobacterium* strain against CHO-K1 cell by MTT assay

### (3) 선발균주의 고농도균체배양

비피도박테리움 RD37 균주와 RD50 균주의 고농도 균체배양 실험을 위하여 2.5 liter 발효조를 이용하여 2 liter working volume으로 MRS Broth에 0.05% L-cystein 을 첨가한 배지를 준비한 후, paraffin oil을 overlay 하여 멸균하였고, 발효조건은 37°C에서, 3-4rpm으로 교반을 하고, NH<sub>3</sub> gas를 이용하여 pH를 6.0-6.1로 자동조절 배양하였다. 비피도박테리움 균주의 접종을 1% 하여 19시간까지의 미생물 생육 균 수측정 결과는 Table 4에서 보여주는 것과 같다. 비피도박테리움 RD37 균주와 RD50 균주의 초기 균수는 각각  $8.9 \times 10^6$ 과  $1.1 \times 10^7$  이었으나 19시간 발효 이후에는  $9.3 \times 10^9$ 과  $9.0 \times 10^9$  의 균수를 보여주어 실험실적 배양의 경우보다 약 10배 더 많은 균의생육을 보여주었으며, 종균생산을 위한 고농도균체배양에서 현재 상업적으로 사용되고 있는 종균균수가  $10^{10}$ cfu/ml인 것을 감안하면 현재의 발효조건으로 상업적인 종균생산이 가능하리라 사료된다.



Table 4. Growth of *Bifidobacterium* strains in 2.5 liter fermentor

(cfu/ml)

Strains Ferm. Time	<i>Bifidobacterium</i> RD37	<i>Bifidobacterium</i> RD50
0hr	$8.9 \times 10^6$	$1.1 \times 10^7$
15hr	$5.6 \times 10^9$	$5.2 \times 10^9$
17hr	$7.2 \times 10^9$	$7.9 \times 10^9$
19hr	$9.3 \times 10^9$	$9.0 \times 10^9$

#### 나. 원료의 다양화에 따른 제품적용 연구

##### (1) 원료의 다양화를 위한 쌀뜨물 발효실험

##### (가) 쌀뜨물 당화실험

비피도박테리움 선발균주의 발효를 위한 원료의 다양화 실험을 위하여 쌀뜨물 원료 당화 실험을 수행하였다. Nobozymes사의 alpha-amylase(480 KNU/g)와 glucoamylase(300 AGU/g)를 이용하여 당화 후 DNS법으로 환원당을 측정된 결과는 Fig. 3에서 보여주는 것과 같다. 호화 후의 환원당량은 0.87~0.88 mg/ml이었으며 α-amylase 처리 후 40분 경과시 환원당량은 1.86~2.18 mg/ml, glucoamylase 처리 후 40분 경과후의 환원당량은 2.25~2.34 mg/ml로 나타났다. 반응시간을 더 주었을 때의 결과는 환원당량의 상승이 약간은 보였지만 2.5mg/ml 이상은 증가하지 않았다. 이와 같은 결과를 바탕으로한 쌀뜨물 최적 당화조건은 α-amylase로 40분간 처리한 다음 glucoamylase로 40분간 처리하는 것을 최적조건으로 결정하였다.

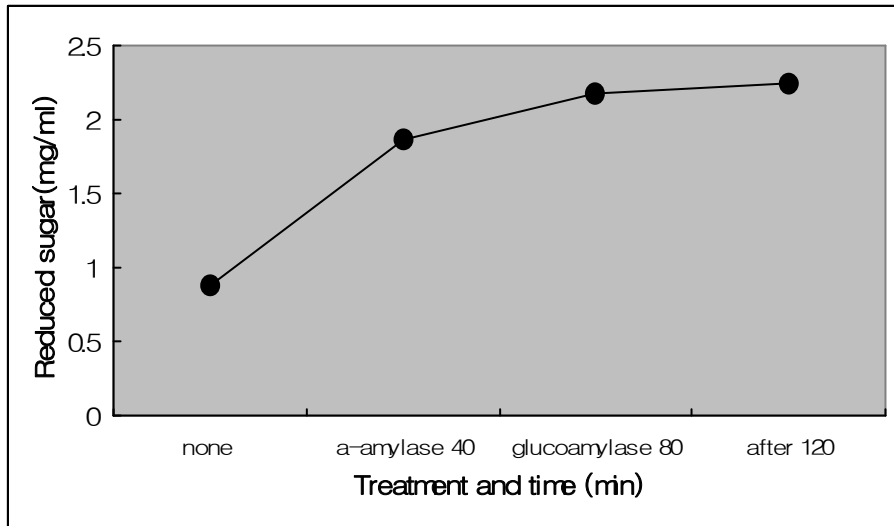


Fig. 3. Reduced sugar contents during the saccharification of rice washings

(나) 단백질 급원 및 *Lactobacillus* 균의 선발실험

쌀뜨물을 이용한 *Lactobacillus* 균주의 최적 배양 조건을 조사하기 위하여 쌀뜨물에 skim milk와 ISP(isolated soy protein)와 같은 단백질원을 첨가량별로 첨가하여 *Lb. plantarum* 균주를 배양하였을 때의 미생물 균수의 측정 결과는 Fig. 4에 보여주는 것과 같다. *Lb. plantarum*은 skim milk나 ISP(대두단백질)의 단백질원 종류와 그 첨가량에 관계없이 12시간 발효시 균수가 최대로 균수 약  $10^9$  이상이었다. Fig. 5는 쌀뜨물에 단백질원을 첨가하여 *Lb. plantarum* 균주를 배양 하였을 때, pH-값의 생성결과를 보여주고 있다. Skim milk나 ISP와 같은 단백질원 그리고 그 첨가량에 관계없이 12시간 발효시 pH가 약 5 부근이었으며 발효 48시간에는 약 4까지 저하되었다. 쌀뜨물에 단백질원을 첨가하고 *Lb. acidophilus* 균주를 배양하였을 때의 균수의 측정결과는 Fig. 6에서 그리고 pH-값의 생성결과는 Fig. 7에서 보여주는 것과 같다. *Lb. acidophilus*는 쌀뜨물에 skim milk를 1.5% 첨가하여 12시간배양 시 균수가 최대였으며, 그 이상의 배양 시간에 대해서는 빠르게 저하되었다(Fig. 6). Fig. 7에서 보여주는 것과 같이 *Lb. acidophilus*는 skim milk나 ISP의 단백질원에 관계없이 시간이 경과함에 따라 pH가 완만히 감소하였으며 12시간 발효시 pH가 약 5.2 부근이었

으며 48시간이 경과한 시점에서는 pH가 4.5 이상인 것으로 나타내었다. 쌀뜨물 배지를 이용한 이러한 실험결과 비교적 pH의 감소가 상대적으로 약하고 또한 기능성이 인정될 수 있는 *Lb. acidophilus* 균주를 사용하기로 결정하였다.

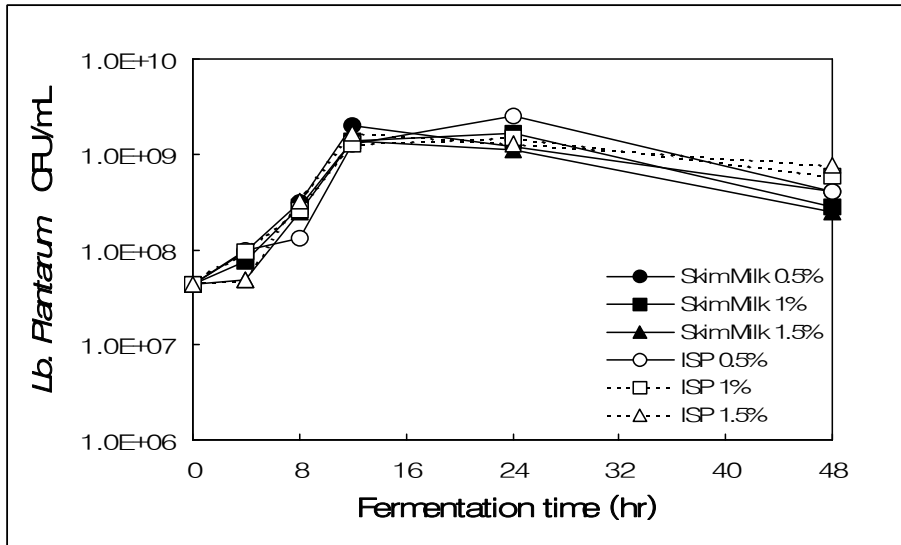


Fig. 4. The changes of cell counts during the fermentation of *Lb. plantarum* in the rice washings with different protein sources and amounts

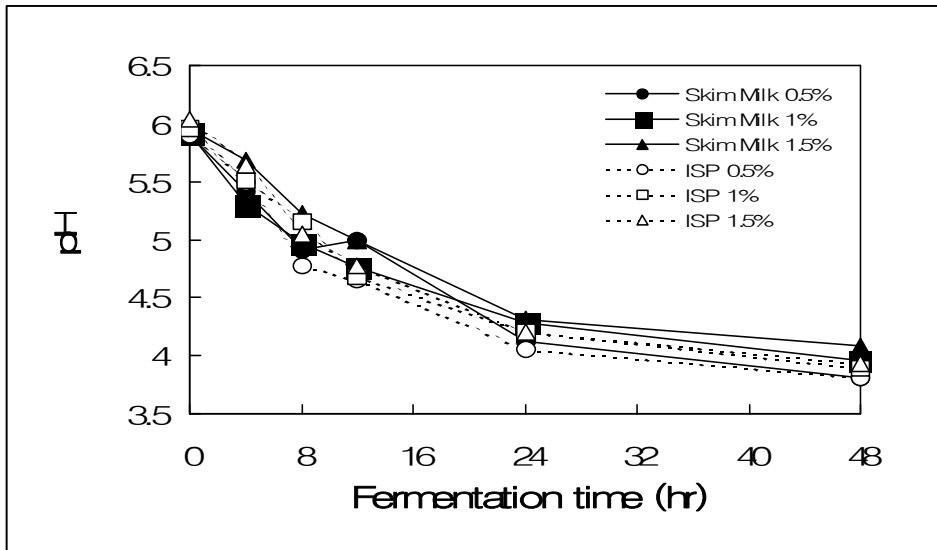


Fig. 5. The changes of pH-value during the fermentation of *Lb. plantarum* in the rice washings with different protein sources and amount

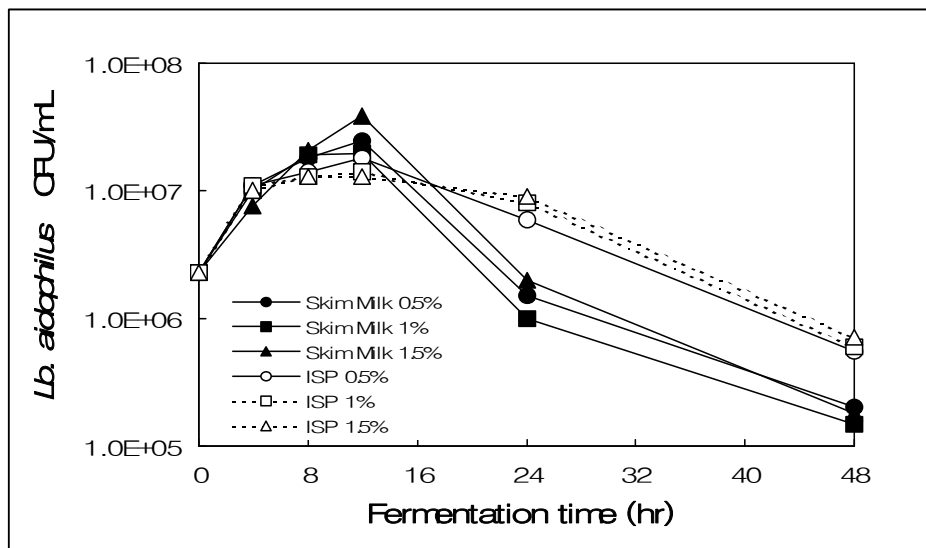


Fig. 6. The changes of cell counts during the fermentation of *Lb. acidophilus* in the rice washings with different protein sources and amounts

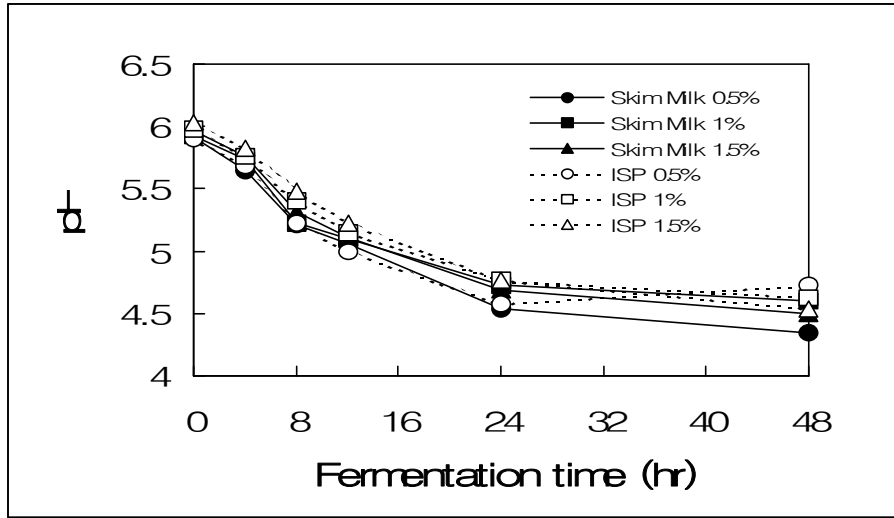


Fig. 7. The changes of pH-value during the fermentation of *Lb. acidophilus* in the rice washings with different protein sources and amounts

쌀뜨물에 단백질을 첨가시킨 발효실험과 비교하기 위하여 7.5%의 쌀을 당화시킨 액에 skim milk와 ISP를 각각 1% 첨가하고 젖산균 *L. acidophilus*와 *L. casei*를 접종한 후 21시간 배양하였을 때의 pH와 균수의 측정 결과는 Table 5에서 보여주는 것과 같다. 두 가지 단백질 첨가 즉, skim milk와 ISP 첨가에서 큰 차이를 보여주지 않았으며, 또한 두 젖산균 *L. acidophilus*와 *L. casei* 간에 있어서도 큰 차이를 보여주지 않았는데, pH의 생성면에서 *L. acidophilus* 배양액이 약간 높고 ISP가 skim milk보다 높은 것으로 나타나, 부 원료로는 식물성 단백질인 ISP를 그리고 우수 젖산균으로는 *L. acidophilus*를 선발하였다.

Table 5. The effect of protein source addition to the saccharified rice on the changes of viable cell counts and pH-value during the fermentation with *Lb. acidophilus* and *Lb. casei*

Ferment. Condition		Ferment. Time		
		0hr	21hr	
<i>L. acidophilus</i>	Saccharified Rice	pH	5.63	3.81
		Viable cell counts	$6.8 \times 10^6$	$1.0 \times 10^7$
	+ 1% Skim Milk	pH	6.35	3.54
		Viable cell counts	$7.0 \times 10^6$	$4.0 \times 10^8$
	+ 1% ISP	pH	6.41	3.54
		Viable cell counts	$6.7 \times 10^6$	$2.3 \times 10^8$
<i>L. casei</i>	Saccharified Rice	pH	5.42	3.80
		Viable cell counts	$2.4 \times 10^6$	$1.4 \times 10^7$
	+ 1% Skim Milk	pH	6.35	3.44
		Viable cell counts	$2.0 \times 10^6$	$3.4 \times 10^8$
	+ 1% ISP	pH	6.39	3.47
		Viable cell counts	$2.5 \times 10^6$	$3.0 \times 10^8$

(다) 쌀뜨물 당화액에서의 비피더스 균주의 성장실험

쌀뜨물 당화액 에서의 비피더스 균주의 성장을 알아보기 위하여 쌀뜨물 당화액에 비피더스 균주를 2% 접종하여 24시간 배양한 결과는 Table 6에서 보여주는 것과 같다. Table 6에서 볼 수 있는 것과 같이 pH 값은 4.8로 저하되었으며 균수는  $10^8$ 까지 증가하였다. 비피더스 균체의 수확을 위하여 250ml 발효액을 원심분리 한 후, 상등액을 취한다. 나머지 pellet 부분을 20ml에 녹여 cell count한 결과는  $3.9 \times 10^9$ 이었다. 비피더스 균의 내산성에 대한 특성을 조사하기 위하여 쌀뜨물 당화액 에서 키워 수확된 균체를 희석하여 pH-값을 조절한 액을 5℃에서 3일간 저장하면서 균주의 생존율을 조사한 결과는 Table 7에서 보여주는 것과 같다. Table 7에서 보여주는 것과 같이 pH 6.85에서 균주의 생존율이 가장 좋은 것으로 나타났다.

Table 6. Growth of the strain *Bifidobacterium* RD50 in the saccharified rice washings

Inoculant, measurements		Fermentation time	
		0hr	24hr
<i>Bifidobacterium</i> RD50	pH	6.85	4.84
	Cell Count	4.2x10 <sup>5</sup>	2.8x10 <sup>8</sup>

Table 7. Viability of the strain *Bifidobacterium* RD50 during the storage of 3 days' at different pH-value

Days	pH-value		
	5.45	5.84	6.85
0	4.2x10 <sup>5</sup>	4.2x10 <sup>5</sup>	4.2x10 <sup>5</sup>
1	3.8x10 <sup>5</sup>	3.9x10 <sup>5</sup>	5.4x10 <sup>5</sup>
2	1.0x10 <sup>6</sup>	1.2x10 <sup>6</sup>	1.2x10 <sup>6</sup>
3	4.6x10 <sup>6</sup>	4.7x10 <sup>6</sup>	7.3x10 <sup>6</sup>

*Bifidobacterium* RD50 균주의 pH를 달리한 조건에서의 저장 안정성을 조사하기 위해 균수를 10<sup>6</sup> 단위로 조정한 다음, 1N NaOH를 이용하여 pH-값을 4.23, 4.89, 5.09, 5.39로 조정한 시료를 5℃와 20℃에서 각각 12일간 저장하면서 균수를 측정된 결과는 Table 8에서 보여주는 것과 같다. Table 8에서 볼 수 있는 것과 같이 pH가 중성 쪽으로 갈수록 균의 생존율이 높은 것으로 나타났다. pH 4.89 시료의 경우 냉장온도인 5℃와 실온인 20℃에서 6일간 저장시 균수가 10<sup>6</sup> 단위였으며, pH가 5.09인 시료의 경우는 모든 저장 온도에서 저장 9일까지 균수가 10<sup>6</sup>으로 유지되는 것으로 나타나 비피더스의 생존율을 고려한다면 제품의 경우 pH 5 전후에서는 일주일 이상 비피더스 균의 감소를 가져오지 않는 것이 가능한 것으로 판단되었다.

Table 8. Viability of *Bifidobacterium breve* 50 during the storage at two different temperature and on different pH conditions

(CFU/mL)

Storage Cond.	4.23		4.89		5.09		5.39	
	5℃	20℃	5℃	20℃	5℃	20℃	5℃	20℃
Days								
0	4.7x10 <sup>6</sup>	4.7x10 <sup>6</sup>	4.5x10 <sup>6</sup>	4.5x10 <sup>6</sup>	4.7x10 <sup>6</sup>	4.7x10 <sup>6</sup>	4.6x10 <sup>6</sup>	4.6x10 <sup>6</sup>
3	2.0x10 <sup>5</sup>	2.5x10 <sup>6</sup>	1.5x10 <sup>6</sup>	4.3x10 <sup>6</sup>	2.5x10 <sup>6</sup>	2.0x10 <sup>6</sup>	4.0x10 <sup>6</sup>	4.2x10 <sup>6</sup>
6	5.6x10 <sup>4</sup>	9.0x10 <sup>4</sup>	1.0x10 <sup>6</sup>	1.2x10 <sup>6</sup>	1.4x10 <sup>6</sup>	3.4x10 <sup>6</sup>	3.4x10 <sup>6</sup>	2.2x10 <sup>6</sup>
9	6.2x10 <sup>3</sup>	3.0x10 <sup>3</sup>	1.0x10 <sup>5</sup>	1.1x10 <sup>5</sup>	2.0x10 <sup>6</sup>	4.0x10 <sup>6</sup>	1.7x10 <sup>6</sup>	2.1x10 <sup>6</sup>
12	3.0x10 <sup>3</sup>	3.0x10 <sup>3</sup>	3.0x10 <sup>3</sup>	1.0x10 <sup>3</sup>	2.0x10 <sup>5</sup>	9.0x10 <sup>5</sup>	8.8x10 <sup>5</sup>	9.0x10 <sup>5</sup>

## (2) 제품적용 실험 및 관능검사

지금까지의 연구결과를 바탕으로 호상 타입의 쌀 발효제품 공정도 초안을 작성하였다. Fig. 8과 같이 먼저 호상형태의 유산균 발효물의 제조는 7.5%의 쌀을 침지시키고 파쇄한 다음 60℃에서 예비호화, 100℃에서 40분간 본호화시킨 후, α-amylase로 100℃에서 40분간 1차당화시키고 glucoamylase로 75℃에서 40분간 2차 당화시켜 당화액을 제조하였다. 당화액에 1%의 탈지대두단백질을 질소원으로 첨가한 다음 유산균인 *L. acidophilus*를 1%가 되게 접종한 후, 약 12시간 발효시키고 발효액에 수산화나트륨으로 pH를 6.0으로 조절한 후, 발효액 대비 50%의 밥을 첨가하고 소금 0.3%, 설탕 3%, 과일 등 부원료를 10%를 혼합하여 호상형태의 유산균 발효물을 제조하였다. 한편 비피더스 발효물은 고형분이 1%인 쌀뜨물을 동일한 방법으로 예비호화, 본호화, 1차당화, 2차당화시킨 다음, 탈지대두단백질 1%, 아스콜빈산 0.05%를 가하고 여기에 비피더스 균주를 2% 접종하여 약 12시간 발효시켜 발효물을 제조하고 677g에서 30분간 원심분리하여 균주를 회수하여 호상형태의 유산균 발효물과 혼합하여 밥입자를 파쇄하여 호상형태의 발효제품을 제조하였다.



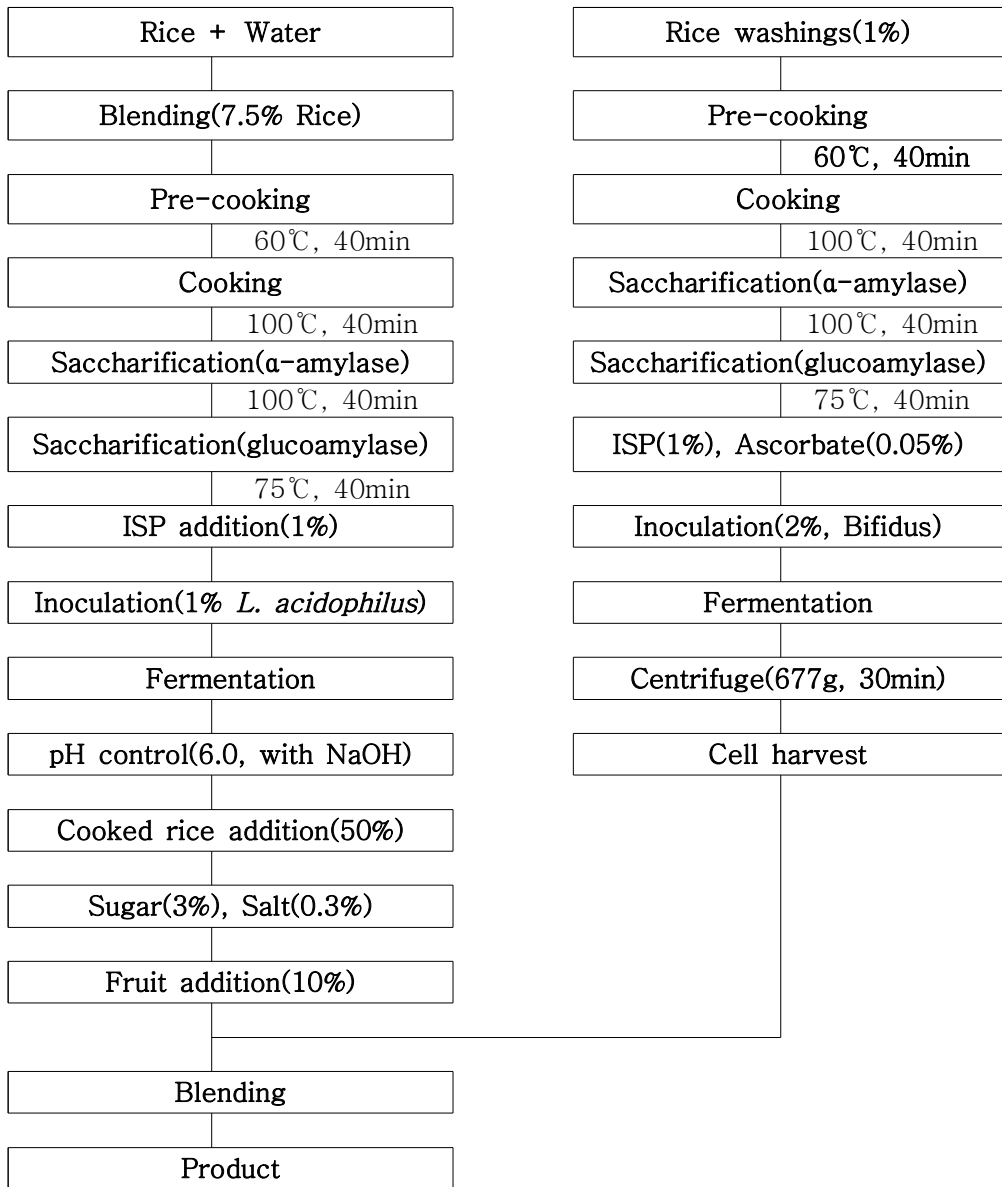


Fig. 8. Proposed manufacturing process of fermented rice product

쌀 발효액에 대한 밥의 첨가량을 결정하기 위하여 쌀 함량이 7.5%가 되게하여 발효시킨 발효액에 밥의 첨가량을 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4로 첨가하여 관능검사한 결과 조직과 유동성 측면에서 볼 때 1 : 1의 비율로 혼합하여 blending 한 것이 가장 우수한 것으로 평가되었다. 또한 비피더스 균주를 첨가한 쌀 발효액의 풍미 개선을 위하여 젖산균으로 쌀 발효액을 제조하고, 여기에 쌀뜨물에 길러 수확한 비피더스 균을  $10^8$ 이 되도록 첨가하여 죽 형태의 제품을 제조한 후, 제품의 풍미를 개선하기 위해 바나나, 사과, 고구마, 호박, 당근을 각각 10%가 되도록 첨가하여 Fig. 9와 같은 제품을 제조하였으며, 제품의 관능검사를 수행하였다. 그 결과 Table 9에서와 같이 바나나와 사과를 첨가한 균의 종합적인 기호도가 우수한 것으로 평가되었으며 호박과 당근을 첨가한 균의 경우는 색상 측면에서 우수한 것으로 평가되었다.



Fig. 9. Photographs of rice fermented products with addition of various fruits and vegetables.

Table 9. Sensory score of rice fermented products with addition of various fruits and vegetables

Addition Sensory Properties	Apple	Sweet Pumpkin	Banana	Carrot	Sweet Potato
Color	3.7	6.7	3.3	7	6
Flavor	6.3	2.7	6.7	3.3	3.7
Taste	6	4	7.3	3.7	5
Overall	6	3.3	6.7	3.7	4.7

풍미가 우수한 바나나, 사과를 각각 첨가한 제품과 색감이 우수한 호박에 풍미를 개선하기 위하여 요구르트 에센스를 첨가한 제품을 제조하여 색, 풍미, 조직감, 신맛, 단맛, 짠맛, 종합적 기호도를 조사하였다. 그 결과는 Table 10에서와 같이 사과를 첨가한 제품의 경우 색감이 중간 점수이었으나 풍미, 조직감, 신맛이 비교적 우수하여 종합적인 기호도가 6.3으로 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 10. Sensory score of rice fermented products with addition of apple, banana and sweet pumpkin

Sensory Properties \ Addition	Apple	Banana	Sweet Pumpkin
Colour	4.9	4.3	6.6
Flavor	6.0	4.4	6.1
Texture	6.0	5.1	5.9
Acid Taste	5.9	3.9	4.4
Sweet Taste	6.3	6.1	6.1
Salty Taste	3.6	3.4	3.7
Overall Score	6.3	6.0	4.6

밥의 첨가 조건을 달리한 제품의 평가는 Table 11에서와 같이 밥의 첨가량과 첨가시기를 달리한 발효제품을 평가하였다. Type 1(paste type)은 쌀 함유량이 7.5%인 유산균발효액(A) 약 49.85%에 올리고당, 초산아스핀산전분, 엽이 함유된 밥(B) 35%, 그리고 비피더스 배양물(C) 5%, 사과과실(E) 10%, 향료(F) 0.15%가 함유된 것이며, Type 2(paste 상태에 밥알 섞은 type)는 A : B : C : D : E : F의 배합비율이 49.85 : 25 : 5 : 10 : 10 : 0.15인 제품이며, Type 3(밥알만 있는 type)은 A : B : C : D : E : F의 배합비율이 10 : 74.85 : 5 : 0 : 10 : 0.15인 제품이다. 이들 제품의 형상과 조직감을 관능적으로 평가한 결과 Type 1이 가장 우수한 것으로 나타나 호상타입의 발효제품의 제조공정을 업그레이드 시킬 수 있었다. 이때 Type 1의 쌀 함유량은 약 16g / 제품 100g 이었다.

최종 쌀 발효제품의 제조공정도는 Fig. 10에서 보여주는 것과 같다.

Table 11. Mixture ratio of contents from three different types of fermented rice products

Mixture contents \ Type		Type A		Type B		Type C	
		Weight %	Total %	Weight %	Total %	Weight %	Total %
A (Fermented Product)	Rice	7.5	49.85	7.5	49.85	7.5	10
	Water	91.3		91.3		91.3	
	ISP	1		1		1	
	$\alpha$ -amylase	$\approx 0.09$		$\approx 0.1$		$\approx 0.1$	
	glucoamylase						
	Neutral(NaOH)	$\approx 0.11$		$\approx 0.11$		$\approx 0.11$	
	<b>Sub total</b>	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	
B (Rice)	Rice	35	35	35	25	35	74.85
	Oligosaccharide	7		7		7	
	<b>Starch</b>	2		2		2	
	NaCl	0.3		0.3		0.3	
	Water	55.7		55.7		55.7	
	<b>Sub total</b>	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	
	C (Bifidus)	Rice washings		1		5 (10ml dilution)	
Water		97.96	97.96	97.96			
ISP		1	1	1			
Ascorbic acid		0.04	0.04	0.04			
<b>Sub total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>			
D (Cooked rice)	Rice	45	0	45	10	45	0
	Water	55		55		55	
	<b>Sub total</b>	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	
E(Fruit)	Apple	100	10	100	10	100	10
F(Flavor)	Apple	100	0.15	100	0.15	100	0.15
<b>Total</b>			<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

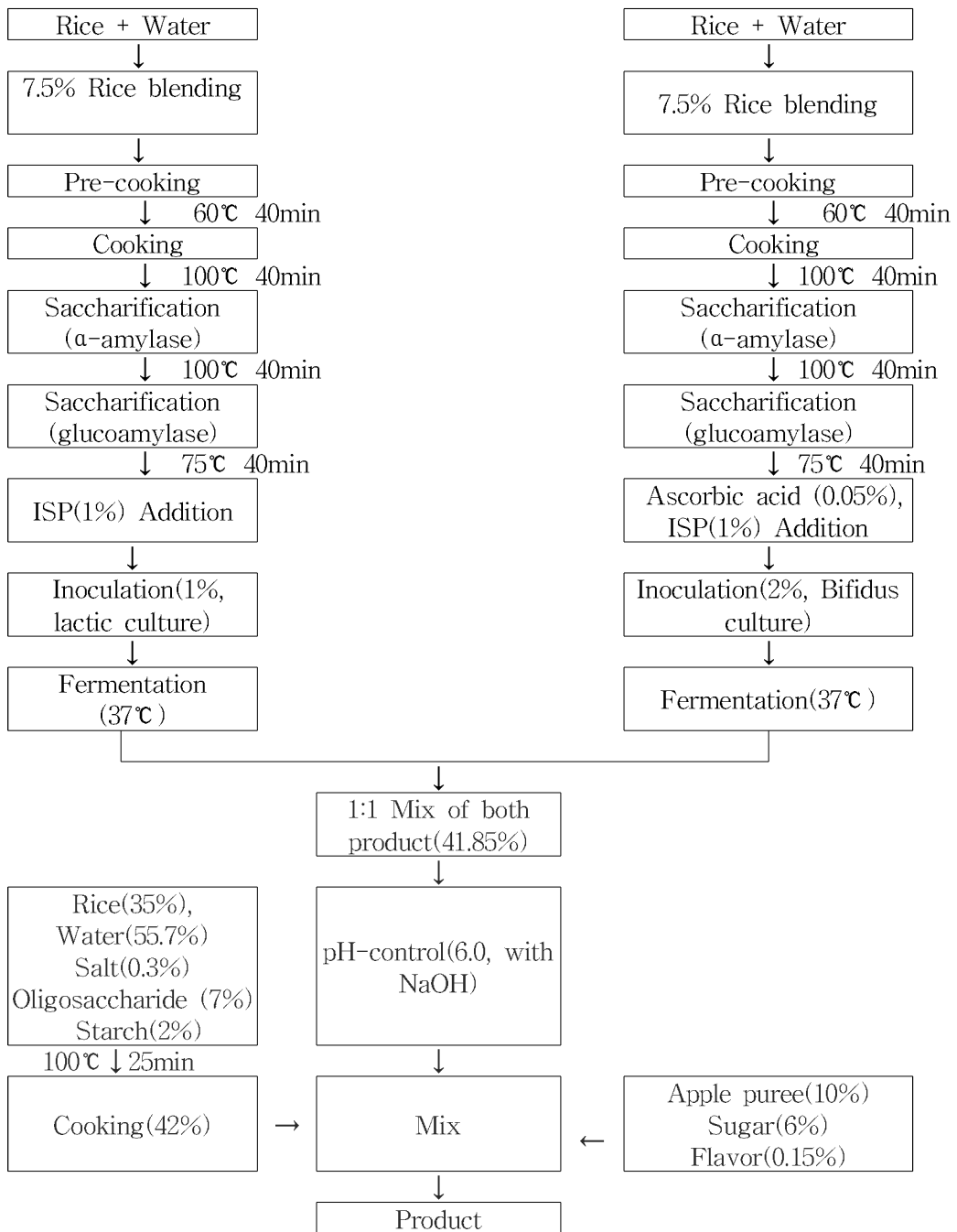


Fig. 10. Proposed manufacturing process of lactic acid bacteria fermented rice product.

발효의 종점을 결정하기 위하여 7.5% 쌀 + ISP (pH 5.85)과 우유(pH 6.74)에 *Lb. acidophilus* 1%, *Bifidobacterium* RD50 2%를 접종하여 시간에 따른 균수와 pH를 조사한 결과는 다음 Table 12와 같다. 우유로 발효시 *Lb. acidophilus*는 9시간 정도이며, *Bifidobacterium* RD50은 12시간이었다. 그리고 7.5%쌀에 발효시 *Lb. acidophilus*은 12시간 정도이며, *Bifidobacterium* RD50은 48시간정도 발효하여 제품을 만들기로 결정하였다.

Table 12. 시간에 따른 pH와 균수 측정

Test		Time(Hr)	0	6	9	12	24	48
Market milk	<i>Lb. acidophilus</i>	pH	6.63	6.30	6.01	5.87	4.38	-
		Cell Count	$1.9 \times 10^7$	$1.1 \times 10^8$	$7.0 \times 10^8$	$2.4 \times 10^9$	$1.6 \times 10^9$	-
	<i>Bifidobacterium</i> RD50	pH	6.40	6.27	6.25	6.21	5.86	-
		Cell Count	$2.1 \times 10^7$	$5.0 \times 10^7$	$9.1 \times 10^7$	$1.3 \times 10^8$	$3.5 \times 10^8$	-
7.5% Rice + ISP	<i>Lb. acidophilus</i>	pH	5.68	5.08	4.51	4.28	3.82	-
		Cell Count	$2.7 \times 10^7$	$7.0 \times 10^7$	$8.8 \times 10^7$	$5.4 \times 10^8$	$1.3 \times 10^8$	-
	<i>Bifidobacterium</i> RD50	pH	5.47	5.39	5.37	5.32	5.18	5.08
		Cell Count	$1.2 \times 10^6$	$1.5 \times 10^6$	$1.8 \times 10^6$	$2.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^7$	$1.5 \times 10^8$

### (3) 저장성 실험

완제품을 제조하여 5℃, 15℃, 25℃에서 저장기간에 따른 pH와 산도, 미생물수를 측정된 결과는 Table 13에서 보여주는 것과 같다. Table 13에서 보여주는 것과 같이 5℃에서는 13일간 pH 변화는 0.4정도였으며, 유산균인 *Lb. acidophilus*와 *Bifidobacterium breve*는 저장기간에 따른 균수 변화가 거의 없었다. 그리고 15℃, 25℃에 저장한 제품은 3일, 1일만에 급격한 pH의 변화로 인하여 더 이상 저장기간에 따른 실험은 의미가 없었다. 따라서 5℃에서 pH와 미생물수가 안정하므로 유통기간은 10일 이상으로 생각된다.

Table 13. Changes of viable cells and acid production during the storage of product at three different temperature

Measurements		Storage Days						
		0	1	3	5	7	10	13
5°C	pH-value	4.95	4.92	4.85	4.68	4.67	4.54	4.54
	Titratable acidity	0.155	0.156	0.161	0.182	0.182	0.180	0.200
	<i>Lb. acidophilus</i>	1.8x10 <sup>8</sup>	1.8x10 <sup>8</sup>	1.7x10 <sup>8</sup>	1.6x10 <sup>8</sup>	1.6x10 <sup>8</sup>	1.7x10 <sup>8</sup>	1.5x10 <sup>8</sup>
	<i>Bifidobacterium</i> RD50	4.0x10 <sup>8</sup>	4.1x10 <sup>8</sup>	4.3x10 <sup>8</sup>	1.5x10 <sup>8</sup>	1.1x10 <sup>8</sup>	1.6x10 <sup>8</sup>	1.2x10 <sup>8</sup>
	<i>E. coli</i>	0	0	0	0	0	0	0
	Yeast & Mold	0	0	0	0	0	0	0
15°C	pH-value	4.95	4.02	3.82	-	-	-	-
	Titratable acidity	0.155	0.230	0.360	-	-	-	-
	<i>Lb. acidophilus</i>	1.8x10 <sup>8</sup>	1.7x10 <sup>8</sup>	1.6x10 <sup>8</sup>	-	-	-	-
	<i>Bifidobacterium</i> RD50	4.0x10 <sup>8</sup>	4.0x10 <sup>8</sup>	3.5x10 <sup>8</sup>	-	-	-	-
	<i>E. coli</i>	0	0	0	-	-	-	-
	Yeast & Mold	0	0	0	-	-	-	-
25°C	pH-value	4.95	3.85	-	-	-	-	-
	Titratable acidity	0.155	0.359	-	-	-	-	-
	<i>Lb. acidophilus</i>	1.8x10 <sup>8</sup>	1.6x10 <sup>8</sup>	-	-	-	-	-
	<i>Bifidobacterium</i> RD50	4.0x10 <sup>8</sup>	3.5x10 <sup>8</sup>	-	-	-	-	-
	<i>E. coli</i>	0	0	-	-	-	-	-
	Yeast & Mold	0	0	-	-	-	-	-

#### 다. 쌀 젓산 발효제품의 생산공정 개발

##### (1) 쌀당화 시스템 및 혐기적 발효조건의 확립

쌀에 가수량을 달리하여, 즉 쌀 중량의 4~8배가 되도록 물을 가한 후 100°C 에서 25분간 호화하였다. 여기에 Termamyl을 호화 전 쌀 중량의 0.1% 수준으로 첨가하여 90°C에서 2시간 액화한 다음, 당화효소인 AMG를 역시 호화 전 쌀 중량의 0.1% 수준으로 첨가하여 60°C에서 당화하면서 당도를 측정하였다. 쌀의 액화 및 당화 중 당도의 변화는 액/당화시간이 경과함에 당도가 증가하였으며, 가수량이 증가

함에 따라 당화액의 당도는 낮아졌다. 당도의 변화는 액화 중, 즉 초기 2시간 동안 급격하게 증가하였으며 당화효소(AMG)를 첨가한 후에는 증가추세가 완만해지는 경향을 보였다. 한편 가수량을 달리하여 당화할 경우 이론적으로 얻어질 수 있는 최대 당도를 계산하면 가수량 400%의 경우 20°Brix, 500%의 경우 16.6°Brix, 600%의 경우 14.3°Brix, 700%의 경우 12.5°Brix, 800%의 경우 11.1°Brix이었다. 따라서 가수량을 쌀 중량의 400%로 했을 경우 최대 당도에 도달하는 당화시간은 210분, 500%의 경우 150분, 600%의 경우 150분, 700%의 경우 50분, 800%의 경우는 30분 후에 최대 당도에 도달함을 알 수 있었다. 당화물의 수율 및 발효를 위한 물성은 가수량 7배였을 때가 가장 양호하여 당화시간 및 당화액의 상태를 기준으로 한 적정 가수량은 쌀 중량의 7배를 가하는 것으로 결정되었다.

당화액을 다시 물로 희석하여 당도를 조절하고 전지분유를 쌀당화액 중량의 6% 수준으로 가하여 37℃에서 15시간 발효하였을 경우 pH와 적정산도는 Table 14에서 보는 바와 같이 각각 3.98~4.02와 0.81~0.90% 범위의 값을 보였으며, 발효물의 젖산균수는 당도에 상관없이  $10^{10}$ ~ $10^{11}$  CFU/mL로서 상당히 높은 값을 보여 개발 제품의 특성에 따라 당화액의 당도를 조절하여 사용할 수 있음을 확인하였다.

Table 14. Effect of sweetness on pH, titratable acidity and microbial counts of lactic acid fermented rice

Sweetness (°Brix)	pH	Titratable acidity(%)	Microbial counts (CFU/mL)
7.0	4.005	0.81	$1.8 \times 10^{11}$
9.1	3.987	0.86	$6.0 \times 10^{10}$
11.3	3.981	0.90	$3.8 \times 10^{11}$
13.9	4.013	0.86	$1.5 \times 10^{11}$
15.5	3.991	0.86	$6.7 \times 10^{11}$
17.9	4.019	0.86	$4.8 \times 10^{11}$



살당화액 5 ml에 resazulin 용액을 20  $\mu$ l를 가한 후에 1% (w/v) cysteine 또는 1% (w/v) ascorbic acid 용액의 첨가량을 달리하여 가하고 100°C 에서 일정 시간 가열한 후 산소제거 정도를 색택의 변화로 측정하였다. Ascorbic acid 또는 cysteine 을 0.06% 수준으로 첨가한 경우 가열시간에 따른 L값은 가열시간에 따라 증가하였으며, ascorbic acid를 첨가한 경우가 cysteine을 첨가한 경우에 비하여 높게 나타났 다. a값은 가열시간에 따라 감소하였으며, ascorbic acid를 첨가한 것이 낮은 값을 나타내어 ascorbic acid의 환원력이 cysteine의 환원력보다 우수함을 알 수 있었다. 한편 cysteine을 첨가한 경우는 cysteine에 함유된 황(S)으로부터 유래된 독특한 향이 생성되어 기호성을 저하시켜 ascorbic acid의 첨가가 품질면 에서도 cysteine보다 우수하였다. 한편 ascorbic acid 첨가량을 달리하여 가열할 경우 가열시간 5분 및 10분 후의 L값과 a값을 측정한 결과 Table 15와 같이 ascorbic acid 첨가량이 높아짐에 따라 L값은 증가하다가 일정 첨가량 이상에서는 감소하는 경향을 보였다. 즉 가열시간 5분의 경우 ascorbic acid 첨가량 0.04%까지는 L 값이 52.31까지 높아 지다가 0.06% 이상이 되면 낮아졌고, 가열시간 10분의 경우는 ascorbic acid 첨가량 0.06%까지는 증가하다가 0.08% 이상에서는 다시 감소하는 경향을 보였다. a값의 경 우는 ascorbic acid 첨가량 및 가열시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 ascorbic acid와 가열에 의해 산소가 제거되어 혐기적 조건이 강화됨을 알 수 있었 다. 한편 전반적으로 ascorbic acid를 0.04~0.06% 수준으로 첨가한 경우 가장 높은 L값과 가장 낮은 a값을 나타내어 적정 첨가량으로 결정하였다.

Table 15. Changes in L and a values of saccharified rice during heating at 10 0°C with reducing agents of different levels

Ascorbic acid (%)	Heating time			
	5 min		10 min	
	L value	a value	L value	a value
0.00	50.77	1.46	51.36	1.77
0.02	52.12	1.42	52.31	1.07
0.04	52.31	0.90	52.31	0.84
0.06	51.90	0.83	52.65	0.78
0.08	51.70	0.80	51.69	0.77
0.10	51.73	0.77	51.77	0.80

이상의 결과를 토대로 혐기적 조건을 부여하기 위한 ascorbic acid의 적정 첨가량은 0.04~0.06%이었으며 첨가 후 5~10분 정도의 가열에 의해 혐기적 조건이 충족되었다. 이러한 가열시간은 쌀당화액 살균에 필요한 가열로 충분히 산소를 제거할 수 있음을 의미하였다. 분유 첨가량별로 ascorbic acid를 0.06% 수준으로 가하여 발효한 제품의 pH, 산도, 점도 등 이화학적 특성과 미생물학적 특성 및 관능특성을 조사하였을 때, 분유 첨가량에 따른 발효제품의 pH는 ascorbic acid를 첨가하여 발효한 제품이 ascorbic acid를 첨가하지 않고 발효한 것에 비해 높은 pH를 나타내었다. 적정산도는 ascorbic acid를 첨가한 경우가 첨가하지 않은 경우와 비교하여 유사하거나 약간 낮은 값을 보였다. 젖산균수는 분유첨가량 2~4%에서는 ascorbic acid를 첨가한 경우가 첨가하지 않은 경우보다 높은 수치를 보였고, 분유첨가량 6%에서는 대등한 수치를 보였으며, 8% 분유를 첨가한 경우에는 첨가하지 않은 경우보다 약간 낮은 젖산균수를 보였다. 비피더스 균수는 나타난 바와 같이 분유 첨가량 6% 이상에서만 ascorbic acid를 첨가한 경우가 높은 값을 보였고 분유 첨가량 4% 이하에서는 오히려 낮은 비피더스균수를 나타내었다. 관능검사 결과는 ascorbic acid를 첨가한 경우가 전반적으로 낮게 나타나 ascorbic acid의 첨가에 따른 품질향상은 기대하기 어려웠다. 이상의 결과를 종합하면 0.06% ascorbic acid를 첨가하여 완전한 혐기적 조건을 부여할 경우 분유첨가량 6%이상의 경우에 비피더

스균수를 높이는 효과가 있었으며 여타의 특성을 개선하는 효과는 인정되지 않았다. 이는 본 제품의 발효가 배지병을 사용하여 소규모로 이루어졌으며, 배지의 살균 시 거의 모든 공기가 제거되어 부분적인 혐기조건이 형성되었으므로 ascorbic acid의 첨가효과가 부각되지 않은 것으로 사료된다. 그러나 본 제품의 대량생산 시 비피더스 생육을 위한 혐기적 조건을 부여하기 위해서는 ascorbic acid의 첨가가 필요할 것으로 사료되며 이를 위한 설비의 구비가 필요할 것이다.

## (2) 쌀당화액의 발효시스템 개발

쌀당화액을 균주 ABY-2B를 사용하여 37℃에서 18시간 발효한 경우 pH는 3.84, 적정산도는 1.4%로 발효특성은 비교적 양호하였다. 그러나 발효물의 농후감(body)이 낮았으며 균수도  $3.0 \times 10^8$  CFU/mL로서 단독으로 발효할 경우 품질향상에는 한계가 있었다. 이를 극복하기 위하여 쌀당화액에 단백질 함량을 기준으로 3%에 해당하는 분유 또는 분리대두단백을 첨가하여 현탁시킨 용액을 비율을 달리하여 혼합한 후 ABY-2B 균주로 18시간 동안 발효한 발효물의 pH는 쌀당화액을 발효한 경우가 가장 낮은 pH값을 보였으며, 분유 첨가비율이 높아질수록 높은 값을 보였다. 적정산도의 경우도 쌀당화액을 발효한 경우가 가장 낮은 산도를 보였으며 분유 첨가비율에 따라 적정산도도 높은 값을 보였다. 특기할 만한 것은 분유 또는 분리대두단백을 첨가하여 발효한 경우 pH가 높음에도 불구하고 적정 산도가 큰 값을 보였는데, 이는 단백질이 완충작용을 하였기 때문으로 생각되며, 분유의 완충능력이 분리대두단백의 완충능력보다 크기 때문에 분유 첨가량이 높아질수록 pH가 높았음에도 불구하고 높은 산도를 보였다. 아울러 발효 후의 젖산균수도 쌀당화액을 발효한 경우가 가장 낮은 균수인  $3.0 \times 10^8$  CFU/mL을 나타냈으며, 분유 또는 분리대두단백을 첨가에 의해 균수가 높아졌다. 단백질 종류에 따른 균수는 분유 첨가량이 높을수록 높은 균수를 보여 분유가 분리대두단백 보다 우수한 발효기질임을 알 수 있었다. 가장 높은 균수를 보인 것은 분유만을 첨가한 경우로  $2.2 \times 10^{10}$  CFU/mL을 보였다. 쌀당화액에 분유 또는 분리대두단백을 첨가하여 발효한 다음 텍스처를 측정하였다. 분유를 첨가한 발효물과 분리대두단백을 첨가한 발효물의 경도는 각각 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타내었다. 동일한 단백질 첨가량에서 나타나는

경도를 비교하기 위해 단백질 첨가량 3.64%에 해당하는 분유(단백질 함량 26.0%)를 14% 첨가한 경우와 분리대두단백(단백질 함량 91.3%)을 4% 첨가한 경우를 비교하면 분리대두단백을 첨가한 경우의 경도가 65.8 g으로 분유를 첨가한 경우의 41.8 g에 비하여 높은 값을 나타내었다. 특히 분리대두단백 4% 이상에서는 여느 첨가보다도 월등하게 경도가 높아져 분리대두단백이 단단한 커드를 형성하는 것으로 나타났다. 탄력성은 외부의 힘에 의해 생긴 변형이 그 힘이 완전히 제거되었을 때 변형 이전의 상태로 되돌아가는 성질이다. 단백질 원료 첨가량이 높아질수록 탄력성이 증가하는 경향을 나타내었으며 동일한 단백질 함량에서 비교하면 분유의 경우가 분리대두단백의 경우에 비하여 약간 높은 값을 보였다. 그러나 탄력성은 다른 텍스처 특성에 비하여 적은 범위에서 첨가량에 따른 변화를 보여 대개 0.9에서 1.0사이의 값을 보였다. 쌀당화액에 단백질 원료를 첨가하여 발효한 커드 형태의 발효물은 고체가 아니라 반고체에 가까운 점탄성을 보이는 물체로서 흐름성이 좋고 원상태로 다시 되돌아가기 쉬어 첨가량에 관계없이 비교적 유사한 값을 나타낸 것으로 생각된다. 발효물에 힘을 가하여 변형을 유도할 때 힘-변형 곡선의 초기 기울기로 표시되는 initial stress는 분유 또는 분리대두단백의 첨가량이 많아짐에 따라 대체적으로 커짐을 알 수 있었는데, 그 중에서도 ISP 첨가량에 따른 initial stress의 변화가 가장 심한 것을 확인 할 수 있었다. 젖산균은 탄수화물을 기질로 생육하면서 젖산을 생성하고 이에 따라 단백질의 등전점 부근으로 pH가 낮아지면 단백질 분자간 회합에 의해 커드가 형성된다. 동일한 단백질 함량에서 initial stress를 비교하면 분리대두단백 4%를 첨가한 경우가 분유 14%를 첨가한 경우에 비하여 높은 값을 보여 분리대두단백이 분유보다 강한 커드를 형성하는 것으로 나타났다. 부착성은 어떤 물질을 다른 물체에 접촉시켰다가 그 물체를 제거할 때 소요되는 힘의 크기를 말하는데 단백질 원료를 달리하여 발효한 발효물의 부착성은 분유를 사용한 경우의 부착성은 매우 미미한데 반하여 분리대두단백을 사용한 경우의 부착성은 매우 큰 값을 보여 분리대두단백이 보다 치밀한 커드를 형성함을 알 수 있었다. 응집성은 어떤 물질이 변형되었다가 그 원인이 제거되었을 때 원래의 구조를 회복하려는 성질을 나타낸다. 응집성은 분유의 경우는 6%에서 0.693으로 최대값을, 분리대두단백의 경우에서도 1%에서 0.74로 최대값을 나타내었고, 단백질 원료의 첨가량이 증가

함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이는 단백질 첨가량이 높을수록 유동성이 감소하여 원래 모양으로 돌아가려는 성질이 낮아지고 대신 변형을 유지하는 고체의 성질이 커짐을 의미한다. 검성은 반고형식품을 삼킬 수 있는 상태로까지 부수는 데 필요한 힘으로서, 경도, 응집성의 두 가지 기본적인 특성과 관련이 있다. 검성은 단백질 재료의 첨가량에 따라 증가하여 분유 14%에서는 23.52, 분리대두단백 7%에서는 92.70으로 가장 높은 값을 나타내었다. 같은 단백질 함량(3.64%)에서 비교한 검성은 분리대두단백 4%인 경우가 분유 14%인 경우에 비하여 높은 값을 나타내어 분리대두단백을 첨가한 경우가 더 단단하고 뻑뻑한 커드를 형성하여 입안에서 삼키기에 더 많은 에너지가 필요한 것으로 나타났다. 발효물의 균수를 보면 쌀당화액을 발효한 경우  $10^7$  CFU/mL 수준을 나타낸 반면, 단백질 첨가에 의해 균수가 증가하였다. 분유를 첨가한 경우는 쌀당화액 중량의 6% 수준으로 첨가한 경우가  $4.5 \times 10^9$  CFU/mL로 가장 높은 균수를 보였고, 분리대두단백을 첨가한 경우는 2% 수준으로 첨가한 경우가 가장 높은 값인  $1.2 \times 10^9$  CFU/mL를 보였다.

### (3) 생산공정의 최적화

생산공정의 최적화를 위하여 당화 후 당화액의 당도를 10°Brix로 희석한 쌀당화액에 분유와 분리대두단백을 첨가하여 발효한 제품의 관능특성을 토대로 발효 formula를 결정하였다. 쌀당화액에 단백질 재료를 첨가하여 발효한 다음 커드의 형성 여부 및 커드의 강도에 따라 음료 형태의 제품과 커드 형태의 제품을 제조할 수 있었다. 분유 첨가량을 8% 이하로 또는 분리대두단백을 4% 이하로 제한하였을 때는 음료 형태의 제품이 생산되었고, 분유 9% 이상 또는 분리대두단백 5% 이상을 첨가하여 발효하면 커드 형태의 제품이 생산되었다. 발효한 음료에 음료중량의 20%에 해당하는 맥아물엿을 첨가하여 혼합한 후 관능검사를 실시한 결과 종합적 기호도는 분유 첨가에 의해 관능특성이 향상됨을 알 수 있었고 쌀당화액에 분유를 6% 첨가하여 발효한 것이 기호도 7.57점으로 가장 높은 점수를 얻었으며 4%와 8% 분유를 첨가한 경우가 6.00점으로 양호한 점수를 보였다. 한편 분리대두단백을 첨가하여 발효한 경우는 3.00~4.57점으로 분유를 첨가한 경우에 비하여 낮은 값을 보여 관능품질이 떨어짐을 알 수 있었다. 커드 제품의 경우는 분유를 첨가한 경우는

13%를 첨가한 경우가 6.14점으로 가장 높은 점수를 보였다. 분리대두단백을 첨가하여 발효한 경우는 분유에 비하여 전반적으로 낮은 값을 보여 관능품질이 열악하였으며 분리대두단백 5%를 첨가한 경우가 4.43점으로 그중 높은 값을 보였다. 이상의 결과로부터 분리대두단백을 첨가하는 것보다는 분유를 첨가하여 제조한 것의 관능 특성이 월등히 우수하였고, 음료 형태의 제품은 쌀당화액에 분유를 6% 가하여 제조하는 것이 적합하며, 커드 형태의 제품은 분유를 13% 첨가하여 제조하는 것이 바람직한 것으로 나타나 최적 발효 formula로 결정하였다. 균주의 선발을 위하여 앞에서 확립된 음료 형태의 제품에 적합한 비율에 따라 원료를 혼합하고 균주를 달리하여 발효한 경우, 발효 시간에 따른 pH와 적정산도의 변화에 있어 산 생성능의 차이는 나타나지 않았다. 그러나 15시간 발효 후 균수는 Table 16에서와 같이 ABT-D가 가장 높은  $3.5 \times 10^{10}$  CFU/mL를 보였으며, 그 다음으로 ABY-2B가  $1.3 \times 10^{10}$  CFU/mL를 나타내었다. 종합적 기호도에 대한 관능검사 점수는 ABT-D가 6.36점으로 가장 높았으며, 다음으로 ABY-2B는 5.64점을, ABT-C는 5.55점을, ABY-2는 4.91점을 나타내었으나 시료 간의 유의적인 차이는 없었다. 이상의 결과를 토대로 쌀당화액의 젖산발효에 적합한 균주는 ABT-D 또는 ABY-2B로 결정되었으며, 적정 발효조건은 37°C에서 12~15시간이 적합하였다.

Table 16. Microbial counts and overall sensory scores of lactic acid fermented rice with different starters

Starters	Microbial counts (CFU/mL)	Sensory score
ABT-C	$5.1 \times 10^9$	5.545 A
ABT-D	$3.5 \times 10^{10}$	6.364 A
ABY-2	$5.0 \times 10^9$	4.909 A
ABY-2B	$1.3 \times 10^{10}$	5.636 A

쌀당화액에 6%의 분유를 첨가하고 균주 ABT-D를 사용하여 37℃에서 12시간 발효한 음료타입 발효물의 단맛을 보강하기 위한 물엿 첨가 실험에서는 물엿을 발효물 중량의 12.5~17.5% 수준으로 첨가할 때 기호도 관능검사에서 높은 점수를 보여 적정 첨가량을 15%로 결정하였다. 아울러 향미를 보강하기 위한 포도주스 혼합 실험에서는 포도주스를 발효물의 7.5~12.5% 첨가 하였을 때 관능특성이 향상되었으며, 특히 12.5% 첨가 시 기호도 검사에서 가장 높은 점수를 보였다. 한편 커드 타입 제품에 대한 관능검사에서는 물엿 첨가율 20%가 가장 좋게 나타났고, 발효물에 물엿 20%를 첨가하고 여기에 포도주스를 0~15%를 첨가하여 관능검사를 실시한 결과 포도주스를 5%첨가 할 때 가장 높은 기호도로 보였다. 제조된 쌀 발효제품의 저장실험을 수행하였다. 쌀당화액을 10°Brix로 당도를 조절하여 분유를 쌀당화액 중량의 6%가 되도록 첨가한 후 mixer기를 사용하여 균질화하고, ascorbic acid를 0.06% 수준으로 첨가한 후, 100℃ 끓은 물에 15분간 가열하여 혐기적 조건을 부여함과 동시에 살균하였다. 이를 실온으로 냉각하고 starter ABT-D를 0.02% 되도록 멸균수에 현탁하여 가하고 37℃에서 12시간 발효한 제품을 그대로 또는 조미하여 냉장저장 중 균수 변화를 조사하였다. 제품 저장온도는 표준 냉장온도인 5℃와 실제 유통 시 야기될 수 있는 불량 냉장조건인 10℃에서 저장하였다. 발효 후 조미하지 않고 저장한 경우 젖산균수는 10<sup>9</sup> CFU/mL 내외로 저장기간에 따라 약간의 증가하는 것으로 나타났으며 10℃에서의 균수가 5℃에 비하여 높은 균수를 보였다. 15% 물엿과 15% 물엿 및 12.5% 포도주스를 첨가하여 조미한 제품의 저장 중 젖산균수의 변화를 조사한 결과 저장기간에 따른 균수의 변화는 없었으며 대략 10<sup>9</sup> CFU/mL의 값을 나타내었다. *Bifidobacterium*의 수는 젖산균 수 보다 적은 대략 10<sup>8</sup> CFU/mL 정도 나타났으며 저장 6일 까지는 일정한 값을 유지하다가 저장기간 10일 후에는 저장온도 5℃의 경우 약간의 감소를 보였다.

#### (4) 생산공정, 물질수지의 확립 및 생산공정 lay-out의 설계

##### (가) 생산공정의 확립

개발 제품의 생산공정은 Fig. 10과 같이 쌀에 중량비 7배에 해당하는 물을 가하고 100℃에서 25분간 호화시킨 다음 단시간 방냉시켜 온도가 90℃에 도달한 후 고온성 액화효소인 Termamyl 120L을 쌀 중량의 0.1% 수준으로 가하여 2시간 액화하고, 이후 온도를 60℃로 냉각시킨 다음 당화효소인 AMG-300L을 역시 쌀 중량의 0.1% 수준으로 가하여 2시간 동안 당화시킨다. 이후 100~200 mesh 체 또는 여과포를 사용하여 여과하여 쌀당화액(SRS, saccharified rice solution)을 회수한다. 회수된 쌀당화액에 물을 가하여 당도를 10~15°Brix로 조절하고 전지분유를 쌀당화액 중량의 6% 수준(음료 타입) 또는 13%수준(커드 타입)으로 가한 다음 필요에 따라 ascorbic acid를 0.04~0.06% 수준으로 첨가하여 현탁시킨다. Ascorbic acid 첨가는 발효균주의 내산소성에 따라 생략할 수도 있다. 분유를 가한 쌀당화액의 온도를 100℃로 높여 20분간 살균한 다음 냉각하고 여기에 0.02%(w/w)에 해당하는 스타터 (ABT-D 또는 ABY-2B)를 소량의 멸균수에 현탁하여 첨가하고 37℃에서 최종 pH가 4.1 정도가 되도록 12~15시간 발효시켜 음료 타입 또는 커드 타입 쌀젓산발효 물을 제조한다. 발효 후 제품에 따라 물엿, 포도주스 등 조미물질을 첨가하여 polystyrene 용기에 음료 타입 제품은 150 ml를, 커드 타입 제품은 100g을 포장하여 제품을 완성한다.



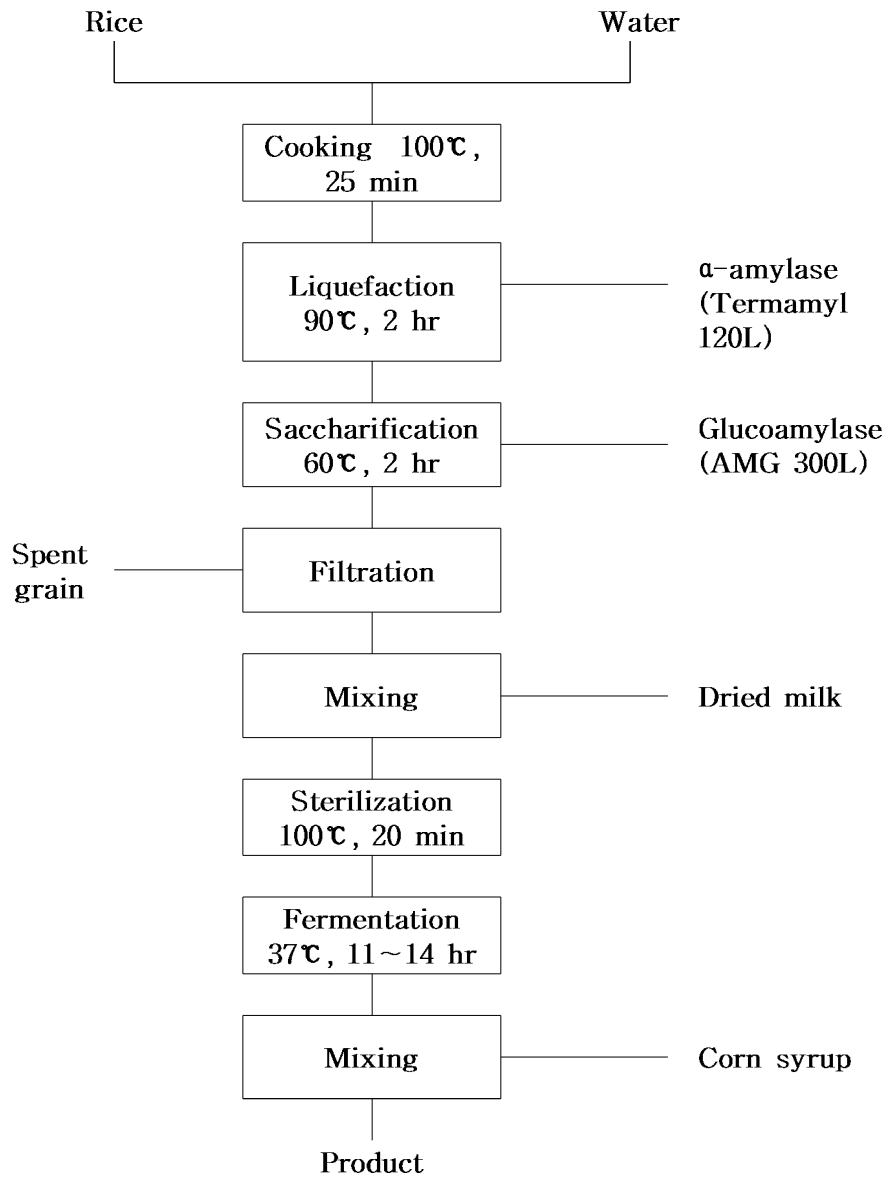


Fig. 10. Proposed lactic acid fermentation process of rice

(나) 물질수지의 확립

음료 타입 제품  $150 \text{ g} \times 10,000 \text{ bottles/day}$  규모의 생산을 위한 물질수지는 Fig. 11와 같으며, 컵 타입 제품  $100 \text{ g} \times 15,000 \text{ cups/day}$  규모의 생산을 위한 물질수지는 Fig. 12과 같다.

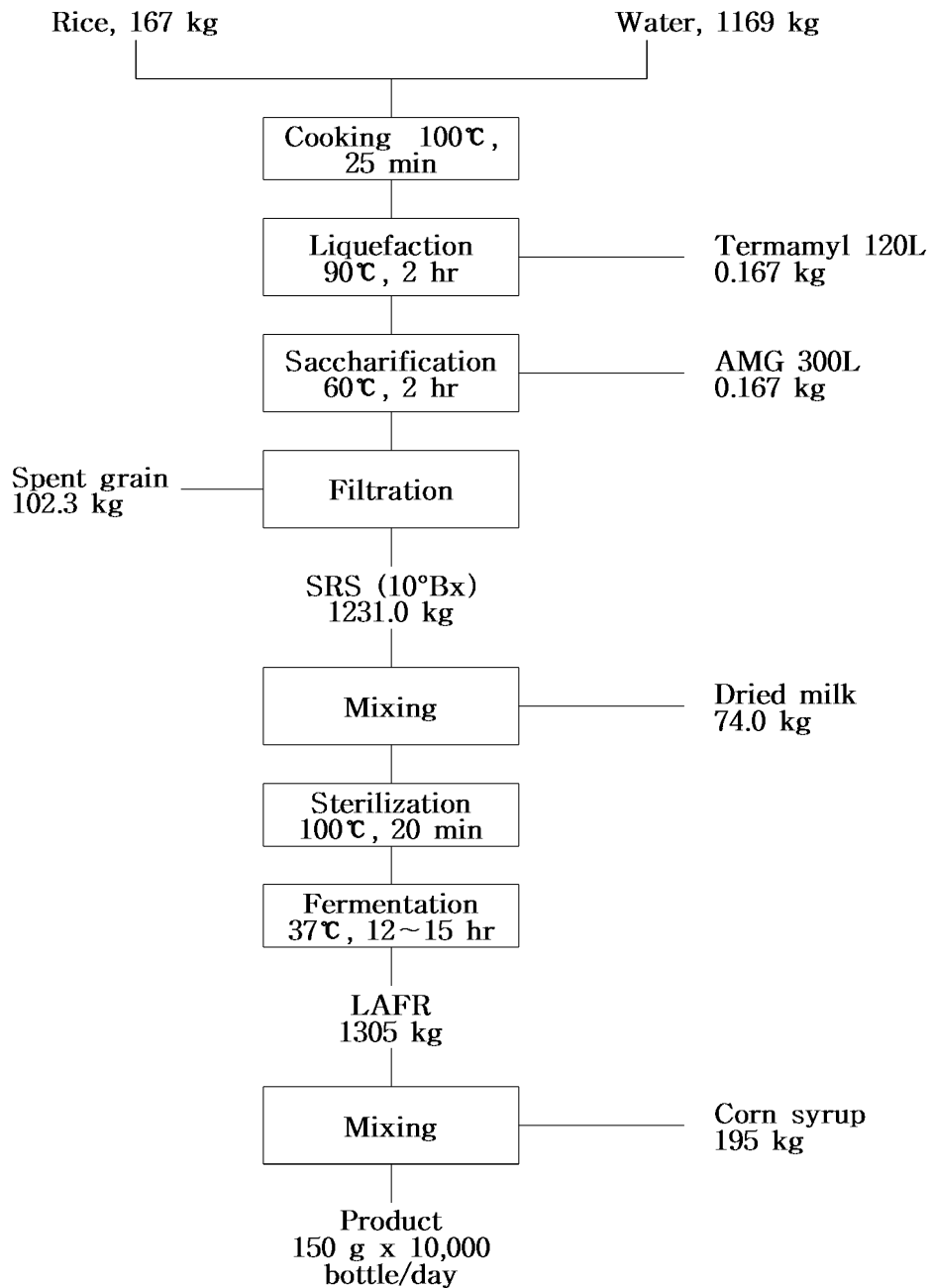


Fig. 11. Material balance for drink-type lactic acid fermented rice product

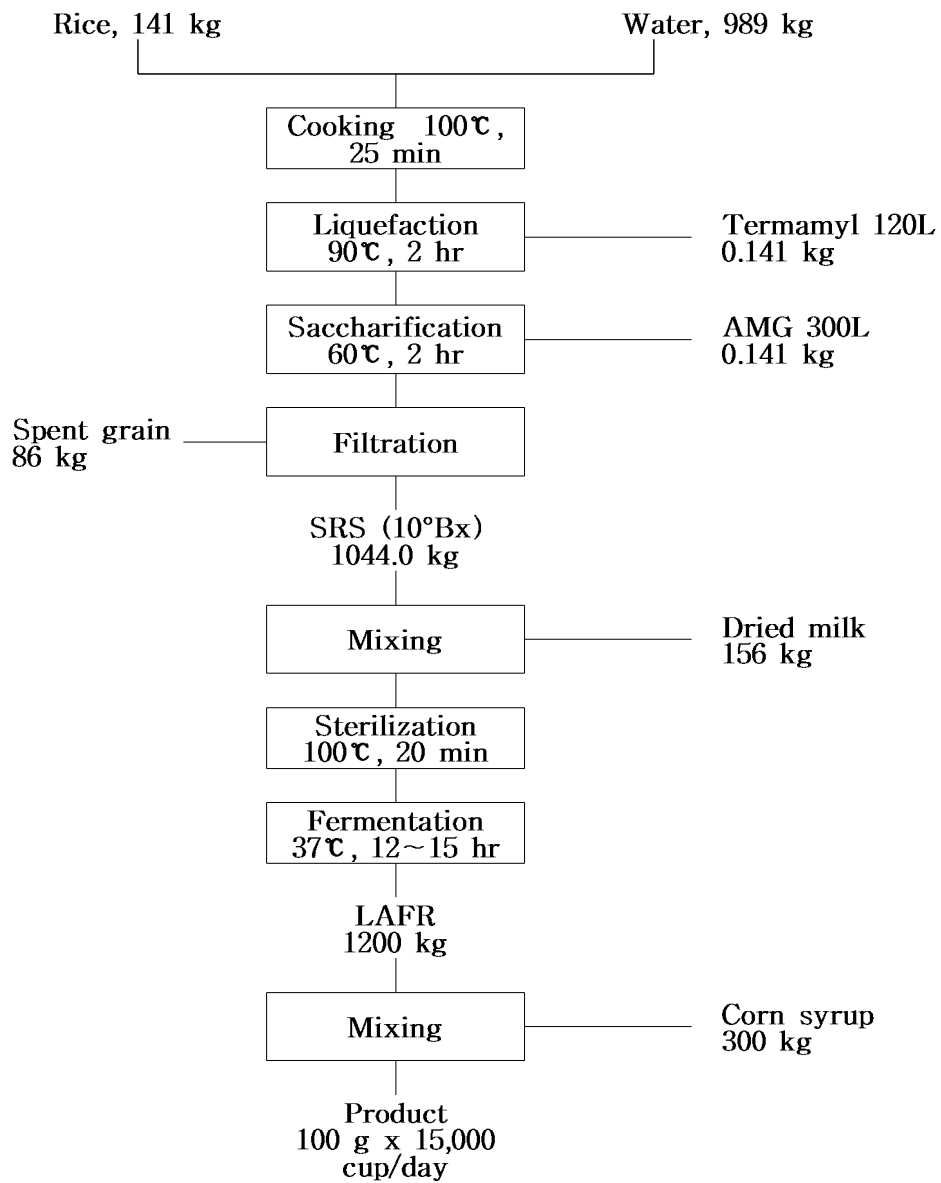


Fig. 12. Material balance for curd-type lactic acid fermented rice product

(다) 생산공정 lay-out의 설계

앞서 확립된 음료 또는 커드 타입 쌀젓산발효제품 7,500 kg/day (음료 타입 제품 150 g × 50,000 bottles/day 또는 커드 타입 제품 100 g × 75,000 cups/day) 규모의 생산을 위한 생산시설 lay-out을 Fig. 13과 같이, 공장건물 lay-out을 Fig. 14와 같이 완성하였다.

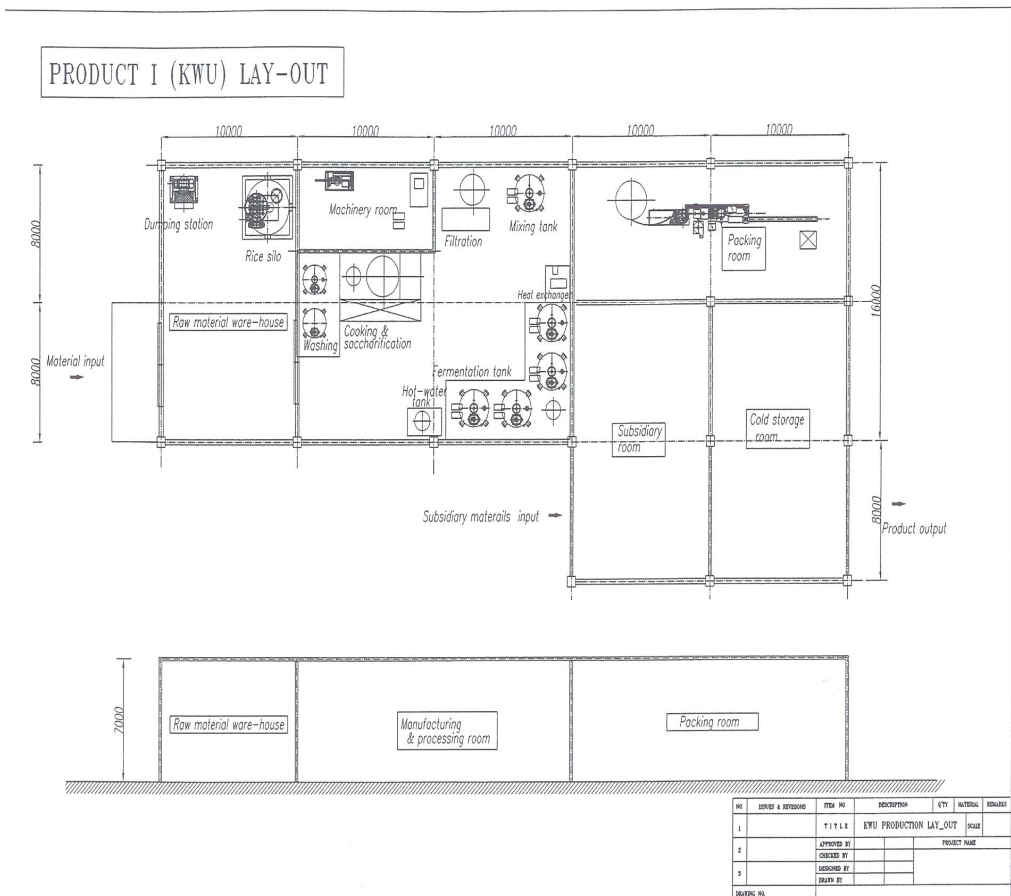


Fig. 13. Process lay-out for the production of lactic acid fermented rice product

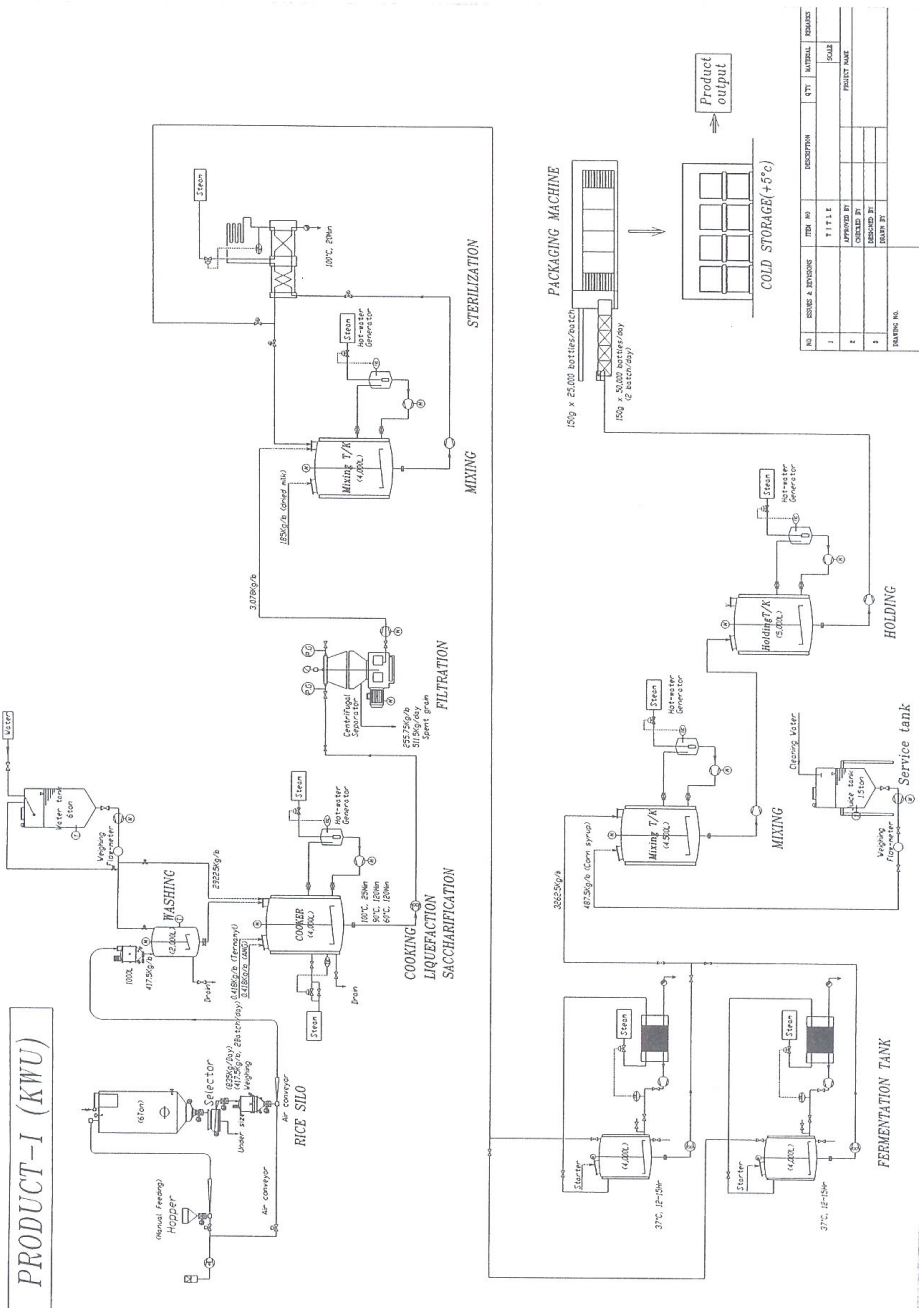


Fig. 14. Plant lay-out for the production of lactic acid fermented rice product

## 제 4 절 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 목표 달성도

구 분	연구 개발 목표	달성도 (%)	연구개발내용 및 범위
1차 년도 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 비피더스 균주의 선발, 생리활성 특성조사 및 대량배양 실험</li> </ul>	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 쌀 젖산발효제품 생산을 위한 비피더스균주의 선발</li> <li>- 선발균주의 생리활성 특성조사</li> <li>- 선발 비피더스 균주의 대량배양 실험</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 원료의 다양화에 따른 제품적용실험 및 관능검사</li> </ul>	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원료의 다양화에 따른 제품 적용실험</li> <li>- 쌀 젖산 발효제품의 관능검사</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 쌀 젖산 발효제품의 생산공정 개발</li> </ul>	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 쌀 젖산발효제품 생산시스템 개발</li> <li>- 쌀 젖산 발효제품 생산공정의 최적화</li> <li>- 쌀 젖산 발효제품 생산공정의 설계</li> </ul>

## 2. 관련 분야에의 기여도

본 연구과제의 선행연구인 “쌀과 과채류를 이용한 면역기능 강화 Bifidus 발효 제품 개발“ 연구과제의 수행 후 출원되었던 특허가 등록(비피도박테리아 균주 및 그를 이용한 쌀사과박 발효제품의 제조방법, 등록번호 348141) 되었으며, 본 연구과제를 수행하면서 발명특허 1건을 출원(출원번호 제24241호, 쌀을 이용한 면역기능 비피더스 발효제품의 제조)하였고, 현재 2005년 특허기술 이전 박람회(5/10-5/13)에 판넬을 제작할 예정이다.

## 제5절 연구개발 결과의 활용계획

본 연구과제의 연구결과를 이용한 앞으로의 활용계획은 연구결과에 기술 전수를 위하여 지속적인 홍보와 업체와의 접촉을 하고, 가능한 지속적인 기술개발 연구과제의 도출을 위하여 계속 노력할 것임.

## 제6절 연구개발 과정에서 수집한 해외과학기술 정보

본 연구과제를 수행하면서 수집한 해외의 과학기술 정보는 유럽 및 미국을 비롯한 서구에서 기능성 식품에 관한 관심이 매우 높아지고 있으며, 동물성식품 섭취에 의한 성인병 유발을 이유로 식품성 식품의 소비가 증가되고 있는 경향과 관련된 과학기술 정보가 수집되었다.



## 제7절 참고문헌

1. Jung, H.G.: Study on growth properties and characterization of factors affecting the aerobiosis of aerotolerant *Bifidobacteria*. Ph. D. Thesis, Sungkyunkwan Univ., Korea. (1993)
2. Seppo salminen atte von wright: Lactic acid bacteria. Marcel Dekker, Inc (1993)
3. Shimamura, S., Abe, F., Ishibashi, N., Miakawa, H., Yaeshima, T., Araya, T. and Tomita, M.: Relationship between oxygen sensitivity and oxygen metabolism of *Bifidobacterium* species. *J. Dairy Sci.*, **75**:3296 (1992)
4. 강국희, 허경희: 비피더스균과 올리고당. 유한문화사 (1994)
5. Mok, C., Han, J., Kim, Y.J., Kim, N., Kwon, D.Y. and Nam, Y.J.: Lactic acid fermentation of rice and quality improvement by amylolytic enzyme treatment during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**(6):739 (1991)
6. 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조: 식품분석법. 유림문화사 (1995)
7. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide: Statistics, version 5 edition, SAS Institute Inc, Cary, NC, U.S.A. (1985)
8. Park, S.-Y., Ko, Y.-T., Lee, J.Y., Mok, C., Park, J.H. and Ji, G.-E. : Fermentation of carrot juice by *Bifidobacterium* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**:571 (1997)
9. Park, H.K. and Heo, T.R.: Effect of culture conditions on the growth characteristics and survival of *Bifidobacterium breve* (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**:451 (1996)
10. Jung, S.-K., Choi, Y.-H., Shon, T.-H. and Choi, J.-U.: The drying characteristics of apples at various drying conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**(1):61 (1986)
11. Kamei, S. and Towei, R.: Studies on drying shrinkage. *J. Soc. Chem. Mach. Japan*, **16**(11):372 (1952)
12. 木村進: 體積收縮と表面硬化. 乾燥食品事典, 朝倉書店, 東京 p.168 (1984)

13. 保坂秀明: 食品工學入門. 化學工業社, 東京 p.144 (1972)
14. Cho, D.-J., Hur, J.-W. and Kim, H.-Y.: Influencing factors in drying and shrinking characteristics of root vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol*, **21**(2):203 (1989)
15. Kilpatrick, P.W., Lowe, E. and Van arsdel, W.B.: Tunnel dehydrators for fruit and vegetables. *Advances in food research*, **6**:359 (1955)
16. Yokoya, K.: On the drying shrinkage of Miyabe. *J. Soc. Agr. Che. Japan*, **51**(5):281 (1977)
17. Shinohara, H. and Wada, M.: Air drying of sweet potatoes *J. Soc. Chem. Eng. Japan*, **19**(11):568 (1955)
18. Brennan, J.G., Butter, J.R., Cowell, N.D. and Lilly, A.E.: Food engineering operations. Applied science Pub. Ltd. London, p.318 (1976)
19. Lim, K.S., Huh, C.S. and Back, Y.J.: Studies on the growth of *Bifidobacterium bifidum* HY-8108 in Milk (in Korean). *Korean J. Dairy Sci.* **12**:172 (1990)

## 제 8 장 곡류로부터 콜레스테롤상승억제 기능소재의 개발 및 활용기술연구

### 제 1 절 연구개발과제의 개요

식생활의 서구화와 더불어 심장병, 뇌혈관계 질환, 고혈압성 질환 등의 순환기계 질환에 의한 사망률이 급격하게 증가하고 있어 이에 대한 예방책이 시급한 실정이다. 혈중 콜레스테롤은 이러한 혈관계 질환, 특히 관상동맥질환 발생의 주요 risk factor의 하나로 알려져 있어 심혈관계 질환의 예방 및 치료를 위해서는 혈중 콜레스테롤 상승을 억제하는 것이 중요하다. 서구에서는 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추기 위하여 영양교육에서 부터 약제개발에 까지 다방면으로 노력해 왔으며 혈중 콜레스테롤 상승억제에 대한 관심이 집중되고 있다. 역학조사결과에 의하면 식생활 패턴에서 곡류의 섭취가 급격히 감소한 반면 지방질 및 동물성 식품이 급격히 증가하고 있고, 곡류가 풍부한 식사를 섭취하는 사람들은 그렇지 못한 사람들에 비하여 심질환 발생률이 현저히 낮다고 보고 되어 있으며, 곡류 및 그 부산물이 체내 콜레스테롤 함량을 저하시키는 작용은 주로 식이섬유의 작용에 기인한다고 산발적으로 보고되어 왔다. 예를 들면 oat bran,  $\beta$ -glucan, whole grain cereal, wheat bran 등 곡류의 외피 식이섬유가 혈중 콜레스테롤을 감소시키는 것으로 보고되어 있고 이는 식이섬유, 특히 hemicellulose를 비롯한 soluble dietary fiber의 작용에 기인하는 것으로 보고되어 있으며 이중 일부는 콜레스테롤 저하용 식이섬유소재로 개발되어 있다. 곡류에는 이외에도 체내 콜레스테롤을 조절하는 다양한 성분이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있는데, 보리의 beta-glucan, tocopherols 등과 phenolic compound 등이 대표적인 예이다. 이와 같이 곡류에는 콜레스테롤 저하효과의 물질이 존재할 가능성이 높으며, 본 과제 의 1단계 연구에서, 곡류로부터 콜레스테롤 상승억제 활성을 검색한 결과 흑미 성분이 콜레스테롤 생합성 경로의 율속효소인 HMG-CoA reductase 활성이 크게 억제하는 효과가 있었으며 이러한 흑미유효성분은 생체내에서도 혈액 간장 중 지질농도를

유의하게 감소시키는 것으로 나타나 콜레스테롤 상승억제 기능소재로서의 가능성이 매우 큰 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 콜레스테롤 상승억제효과가 우수한 흑미 소재의 실용화연구의 일환으로서 흑미 유효성분의 대량분리 및 제품화 연구와 동시에 제품에 대한 효능평가를 목적으로 하였다.

## 제 2 절 국내외 기술개발 현황

### <국내외 관련연구의 현황>

○ 곡류에 관한 연구에로서는 주로 보리, 현미, 울무 등을 분말화하여 주요 탄수화물 및 식이섬유 원으로서만 검토되어 왔으나 최근에는 다양한 성분들이 보고되고 있다.

○ 국내에서 HMG-CoA reductase 억제활성에 관한 연구는 이등이 한약재 및 약용식물을 대상으로 시험관내에서 억제활성을 검색한 예, 향신료 및 채소류에 검색 예, 본 연구팀의 곡류소재의 활성 탐색 예를 비롯하여 최근에는 한약소재 등에 대한 연구가 활발하다.

○ Brown 등은 콜레스테롤 생합성 과정 중 HMG-CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A)로 부터 mevalonate로 전환시키는 효소인 HMG-CoA reductase가 cholesterol 합성속도의 율속효소이며 HMG-CoA reductase활성의 저하는 LDL-receptor의 활성을 증가시켜 콜레스테롤 농도를 감소시킨다는 기작을 발표하였다. 그 이후 Endo 등은 미생물균주로 부터 HMG-CoA reductase 의 활성을 특이적으로 저해하는 compactin을 발견하였고 이에 대한 연구가 계속되고 있는 실정이다.

○ HMG-CoA reductase의 활성을 특이적으로 저해하는 mevastatin은 국내에서도 mevaco, mevalotin 등의 상품명으로 국내에서도 판매되고 있으나 이의 작용기작 등은 유전자 level을 중심으로 계속 연구되고 있다.

○ 천연물을 대상으로 한 연구에로서는 마늘의 극성추출물이 HMG-CoA reductase 활성을 저해시킨다고 보고되어 있고 Neglulesco 등은 고추의 capsanoids가 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키는 효과가 있다고 보고하였으며 버섯류에도 콜레스테롤 저하작용이 있다고 보고되어 있다.

○ 한편 근년의 역학조사에 의하면 곡류가 풍부한 식사를 섭취하는 사람들은 그렇지

못한 사람들에 비하여 심질환 발생률이 현저히 낮다고 보고되어 있고, 곡류 및 그 부산물이 체내 콜레스테롤 함량을 저하시키는 작용은 주로 식이섬유의 작용에 기인한다고 산발적으로 보고되어 왔다. 예를 들면 밀, 보리, 옥수수 외피, oat bran 등이 생체 내 콜레스테롤 저하작용이 있는 것으로 보고되어 있으며 이는 식이섬유, 특히 hemicellulose를 비롯한 soluble dietary fiber의 작용이라고 보고되어 있다.

○ Qureshi 등은 보리에는 혈중 콜레스테롤 상승을 억제하는 강한 효과가 있으며 이는 보리배유부에 존재하는 식이섬유,  $\beta$ -glucane의 콜레스테롤 배설작용과는 다른 성분이 존재함을 밝혔고 계속적인 연구결과 보리의 콜레스테롤 억제효과를 나타내는 주된 성분은 HMG-CoA reductase 활성을 억제하는 tocotrienol이라고 보고하고 있다. 이외에도 잡곡류에는 콜레스테롤 저하효과를 나타내는 성분들이 다량함유되어 있는 것으로 알려져 있으며 예를 들면 수수에는 phenolic compound가 다량 함유되어 있으며 메밀의 rutin도 그 대표적인 예로서 그 가능성을 보여주고 있다. 또한 예로부터 건위, 위, 이뇨, 자양강장 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있는 울무는 혈중 총콜레스테롤 함량을 저하시키고 HDL-콜레스테롤은 증가시키며 혈중콜레스테롤의 저하작용은 간장에서의 콜레스테롤 합성을 억제하는 것이 주요인이라고 보고되어 있다. 이와 같이 곡류에는 콜레스테롤 저하효과의 물질이 존재할 가능성이 높으나 모두 실험동물을 이용한 효능검토단계에서의 산발적 보고가 있을 뿐이며 이들의 작용 기작에 관한 구명이나 제품화된 예는 없다.

#### < 콜레스테롤 저하용 소재 >

○ 식이섬유소재: 식이섬유의 혈중 지질조절효능에 대해서는 오래전부터 시도되어 왔으며 rat, hamster, mouse, rabbit등을 이용한 동물실험 결과 및 인체시험결과도 보고되어 있음. 이들 식이섬유소재는 현재 혈중 지질조절 효능 뿐만 아니라 비만억제소재로서 각광을 받고 있으며 미국, 일본, 유럽 각국에서 다양한 브랜드의 식이섬유 제품이 시판되고 있음. 주요 소재로서는 oat bran,  $\beta$ -glucan, psyllium, whole grain cereal, 이눌린, 올리고당, wheat bran, 키토산 등이 있음.

○ 지방산 및 지질소재: 대표적인 지방산 소재로서는 DHA와 EPA로서, 특히 영양학 분야에서 많은 연구가 이루어져 왔고, 이들 소재의 지질대사 개선능이 입증되면서 소재화 연구가 활

발하여 산패방지를 위한 연구, 캡슐제거, encapsulation 등을 적용한 제품이 개발되어 있음. 근년에는 conjugated linoleic acid (CLA)의 지질대사 개선능에 대한 보고도 되고 있어, structure lipid에 대한 연구도 새로운 지질대사 개선용 소재로 주목을 받고 있음.

○ 단백질성 소재: 식물성 단백질의 혈중 지질대사 개선능에 대하여 예로부터 많은 연구결과가 보고되어 왔고, 특히 콩 단백질의 콜레스테롤 저하작용이 인정되면서 콩단백질의 이용한 콜레스테롤 저하, 심장질환의 발병률 감소, 갱년기증상 완화 등의 효과를 거뒀던 제품들이 다양하게 출시되고 있음. 또한 콩단백질의 가수분해산물인 peptide는 혈압조절능이 잘 알려지면서 소재의 인지도가 높아지고 있으며 그 외에도 쌀단백질의 지질대사 개선 효능도 보고되어 있음.

○ Flavonoids: Flavonoids는 자유기에 의한 조직손상으로 유발되는 만성 퇴행성질환에 대해 탁월한 보호 작용을 하는 항산화제로 때로는 vitamin C 또는 vitamin E의 항산화능을 능가하기도 함. Polyphenolic flavonoid는 LDL 과산화 억제에 매우 효과적이며, flavonoid 섭취량과 coronary heart disease (CHD) 사망률 간에는 역상관관계가 보고되어 왔음. 예를 들면 포도의 resveratrol은 HDL-cholesterol을 증가시키고, LDL 산화 및 죽종 형성을 막는 것으로 보고됨에 따라 이를 이용한 제품들이 개발되고 있음. 녹차 polyphenol은 혈중 LDL 콜레스테롤 감소, HDL 콜레스테롤 증가 및 동맥경화 억제효과가 보고되고 있고 감귤류 및 유자과피내 bioflavonoid의 지질대사 개선능에 대해서도 다양하게 보고되고 있으며 이를 이용한 건강기능 식품이 개발되고 있음.

## 제 3 절 연구개발 수행내용 및 결과

### 1. 흑미의 유효성분 추출

#### 가. 색소의 추출, 분리

50 g의 흑미 미강을 1000 ml의 n-Hexane으로 실온에서 약 12시간 shaking 하여 탈지를 한 다음 건조시킨 후, 10배의 용매로 실온에서 shaking, overnight하였다. 이것을 filter후 30℃ 이하에서 감압 농축하여 조색소를 얻었다. 조색소 (crude pigment)용액을 칼럼으로 분리하기 위하여 우선 먼저 Diaion (20~50mesh) 칼럼 (25mm ×500mm)을 증류수로 세정 후, MeOH-H<sub>2</sub>O(40:60)을 이용하여 당류와 아미노산, 유기산 등의 이물질을 제거한 후 조색소를 EtOH에 녹여 칼럼에 loading 하였다. 먼저 증류수로 washing 한 다음 EtOH 20%, 60%의 농도로 fraction을 얻은 뒤 농축하였다. 용출된 각획분의 안토시아닌 색소를 확인하기 위하여 TLC에 적용하였다.

추출용매 : 0.5% TFA + 95% EtOH

0.1% HCl + EtOH

0.5% Acetic acid + 30% EtOH

0.5% Acetic acid + 80% EtOH

색소 분리를 위한 TLC 조건은 Cellulose (20 ×20cm, 0.25mm, Merck, Darmstadt, Germany)를 사용하고, 전개용매는 Butanol : Acetic acid : Water = 40 : 20 : 50, 40 : 30 : 30, 50 : 20 : 30과 reversed-phase ODS plate (silica gel with 100%octadecyl silanization, RP-18, F<sub>254s</sub>, 20 ×20cm, 0.20mm, Merck, Darmstadt, Germany)를 사용하였다.

흑미 조색소의 수율은 0.5% acetic acid/30% EtOH가 가장 높았고 다음은 0.1% HCl/95% EtOH였으며 0.5% TFA/95% EtOH과 0.5% acetic acid/80% EtOH 비슷하였다.

Table 7-1. 추출용매에 따른 흑미 조색소의 수율

용매의 종류	수율(%)
0.5% TFA / 95% EtOH	4.64
0.1% HCl / 95% EtOH	8.39
0.5% Acetic acid / 30% EtOH	9.68
0.5% Acetic acid / 80% EtOH	4.88

○ TLC 분리

Diaion column을 통해 얻은 EtOH 20%, 60%의 Fraction을 silica gel RP-TLC에 spot하여 전개용매 CH<sub>3</sub>CN : Acetic acid : Water = 15 : 6 : 79에 전개하였을 때 tailing이 길고 선명한 분리가 되지 않았으나 TLC plate를 Cellulose로 교환 한 결과 2개의 spot으로 분리되었다. 각 용매 별 분리된 색소의 수율은 0.5% Acetic acid + 30% EtOH가 가장 높게 나타났으나 색소의 분리면에서는 산을 HCl로 이용하는 것이 색소의 분리가 선명하였다.

나. 흑미 색소의 안정성

색소 추출시 색소의 안정을 위하여 첨가하는 산의 종류를 HCl 과 citric acid로 추출하였고 추출한 조색소를 분리하기 위하여 색소 분리용 column resin을 Diaion과 Amberlite XAD-7을 각각 충전하여 색소 분리능을 비교 검토하였다. 즉, 2가지 산 첨가 용매로 추출되어진 조색소를 각각 Diaion과 XAD-7에 의하여 분리한 EtOH 20%와 60%의 Fraction을 농축한 다음 각각을 MeOH로 녹여서 Cellulose TLC에 spotting하였다.

그 결과 각각의 Fraction별 수율은 조색소 > EtOH 60% > EtOH 20% 순으로 나타났으며 산으로서 HCl과 citric acid를 사용한 추출시의 수율은 citric acid가 높은 것으로 나타났다. 또한 TLC 결과 전반적으로 peonidin과 cyanidin은 분리가 잘 되었 으며 컬럼에 따른 색소분리능에는 거의 차이가 없는 것으로 나타나, 이후 실험에는 대량 추출시의 가격면 등을 고려하여 Diaion 컬럼을 쓰는 것으로 결정하였다.



#### 다. 색소의 대량추출

앞에서 확립된 추출시간, 추출공정, 컬럼조건, TLC 조건을 이용하고 대량추출에 이용가능하며 동시에 식용 가능한 추출용매를 결정하기 위하여 추출용매를 0.1% HCl/95% EtOH, 0.5% Citric acid/ 80% EtOH, 0.5% Acetic acid/ 30% EtOH, 0.1% Citric acid/ 95% EtOH 로 달리하여 색소성분을 추출 및 분리하여 분리정도, 수율 등을 비교검토 하였다.

그 결과 분리된 색소의 수율은 0.5% Acetic acid/ 30% EtOH에서 가장 높았고 다음은 0.5% Citric acid/ 80% EtOH 이었고 색소의 분리는 0.5% Citric acid/ 80% EtOH이 가장 좋은 것으로 나타났다. 이상의 결과들을 종합해 볼 때 0.5% citric acid/ 80% EtOH의 용매가 수율면에서나 색소의 분리에서도 가장 좋은 결과를 나타내어 대량 추출시 사용될 용매로 결정하였다.

Table. 7-2 추출용매에 따른 흑미 색소의 수율

용매의 종류	수율(%)
0.1% HCl / 95% EtOH	13
0.5% Citric acid / 80% EtOH	19
0.5% Acetic acid / 30% EtOH	23
0.1% Citric acid / 95% EtOH	8

상기 검토된 조건으로 제품화를 위한 흑미성분을 대량 추출하였다.

## 2. 흑미를 이용한 음료, 타블렛 및 과립제품 개발

### 가. 흑미를 이용한 음료제품의 제조

#### (1) 음료제조공정 검토

흑미를 이용한 음료제조에 있어서 2가지 type 즉, 흑미강 유효성분을 이용한 청정 type과 흑미강을 맥아로 당화시켜 이용한 혼탁type으로 공정을 시도하였으며, 제조공정을 검토한 결과 다음과 같은 2개의 공정을 설정하였다.

#### ◆ 청정형 흑미음료

- ① 흑미를 도정하여 얻은 미강에 hexane을 이용하여 탈지 시킨 후 건조시킨다.
- ② 탈지시킨 미강에 1항에서 확립된 추출조건 즉, 0.5% citric acid와 80% ethyl alcohol이 혼합된 용매를 이용하여 추출한 후 농축시킨다.
- ③ 농축된 시료를 원심분리(15℃, 7000rpm, 30min)한 후, Filter paper(Toyo2)를 이용하여 감압장치하에서 여과시킨다.
- ④ 여과시킨 시료를 60℃에서 진탕하면서 배합비에 따른 각종 원료를 혼합한다.
- ⑤ 카트리지필터(5μm)를 이용하여 정밀여과 시킨다.
- ⑥ cap이 달린 병에 충전한 후 끓는물에 담가서 열수살균(90℃, 20sec) 시킨다.
- ⑦ 냉각 후 포장한다.

#### ◆ 혼탁형 흑미음료

- ① 흑미를 도정하여 얻은 미강 200g을 볶음처리 한다.(180℃, 5min)
- ② 볶음처리한 미강에 정제수 2L을 가하여 환류냉각장치를 이용하여 100℃에서 2시간 동안 추출한다.
- ③ 60℃ 이하로 냉각시킨 후 부직포에 넣고, 여기에 맥아 150g을 같이 넣어 2시간 정도 실온에 방치한다. (맥아추출과정이며 추출시료의 온도가 60℃ 이상이 될 경우 맥아효소가 불활성화 된다. 또한 맥아추출을 하게 되면 당화효소의 작용으로 삭혀져 음료의 음용시에 식혜와 같은 독특한 맛과 향을 낼 수 있다.)
- ④ 부직포에 담긴 시료를 착즙하고 맥아효소를 실활시키기 위해 60℃ 이상으로

끓여준다.

- ⑤ 냉각 후 원심분리(15℃, 7000rpm, 30min)하고, Filter paper(Toyo2)를 이용하여 감압장치 하에서 여과시킨다.
- ⑥ 여과시킨 시료를 60℃에 진탕하면서 배합비에 따른 각종 원료를 혼합한다.
- ⑦ 카트리지필터(5μm)를 이용하여 정밀여과 시킨다.
- ⑧ cap이 달린 병에 충전한 후 끓는물에 담가서 열수살균(90℃, 20sec)시킨다.
- ⑨ 냉각 후 포장한다.

## (2) 흑미음료의 이화학적 특성 분석

○ 색차측정 : 흑미음료의 색차측정은 Spectrocolormeter color questII를 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, 전체적인 색의 변화를 보기 위하여 ΔE값도 측정하였다. 표준백색판의 standard값은 L값 (100.00), a값 (0.00), b값 (0.00)였다.

○ pH측정 : pH측정은 pH meter (ORION, model 520A)를 사용하여 측정하였다.

○ 당도측정 : 당도의 측정은 굴절당도계 (Refractometer, Atago, Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

○ 산도측정 : 시료 10ml을 취하여 증류수로 2배 희석한 후 1% 페놀프탈레인 알코올 용액 지시약을 2~3방울 가하고 0.1N-NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 중화 적정하여 소비 ml수에 대한 구연산량으로 계산하였다.

$$\text{산도}(\%, \text{구연산으로}) = \frac{a \times b \times f \times d}{s} \times 100$$

a : 0.1N-NaOH 소비량      b : 0.1N-NaOH 1ml에 해당하는 유기산 양

f : 0.1N-NaOH factor      d : 희석배수      s : 시료량

○ 탁도 : 시료를 적정농도로 희석한 후 spectrophotometer (UVIKON, Kontron Instruments, Italy)를 이용하여 590nm에서 OD치를 측정하였다.

○ 관능검사 : 연구원내 훈련된 패널요원 20명을 대상으로 실시하였으며 제품의 기호도 검사는 9점기호척도법으로 실시하였다. 결과의 분석은 SAS(ver6.03, 1988) 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정(multi range test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다. 또한 관능검사 결과를 시각적으로 잘 표현

하는 방법인 거미줄 모양의 QDA(quantitative description of analysis) 그림으로 결과를 제시하였다.

(3) 흑미 음료 배합비 설정시험

(가) 청징형 흑미음료의 제조

○ 흑미미강 추출액의 희석배율에 따른 적정 음용농도 결정

청징형 흑미음료를 제조하기 전에 흑미미강 추출 원액의 희석배율에 따른 적정 음용농도를 결정하기 위하여 관능특성을 조사한 결과 Table 10에 나타내었다. 추출 원액의 첨가량은 음료전체양의 10%의 첨가가 가장 적합하였다.

Table 7-3. 흑미강 추출액의 희석배율에 따른 적정 음용 농도 결정(단위:g)

	#1	#2	#3	#4
흑미미강 추출액	5	10	15	20
액상과당	2.5	2.5	2.5	2.5
정 백 당	2.5	2.5	2.5	2.5
구 연 산	0.04	0.04	0.04	0.04
식 염	0.06	0.06	0.06	0.06
정 제 수	89.9	84.9	79.9	74.9
합 계	100	100	100	100
당도(。Brix)	5	5.2	5.6	6.2
관능결과	++	++++	+++	+

○ 종류별 당의 첨가에 따른 청징형 흑미음료의 제조

Table 7-4, 7-5에서 청징형 흑미음료 제조시 첨가되는 당의 종류와 이에 따른 관능특성을 비교한 결과 액상과당과 올리고당의 첨가가 관능특성에 있어 높은 평가를 받았으며, 첨가비율은 6:4의 비율이 가장 적합하였다.

Table 7-4. 종류별 당의 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	10	-	-
올리고당	-	10	-
정 백 당	-	-	10
구 연 산	0.05	0.05	0.05
식 염	0.05	0.05	0.05
정 제 수	79.9	79.9	79.9
합 계	100	100	100
당도(。Brix)	8.2	8.2	10.4
관능결과	+++	++	+

Table 7-5. 당의 혼합비율에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3	#4	#5
흑미미강 추출액	10	10	10	10	10
액상과당	5	6	4	7	3
올리고당	5	4	6	3	7
구 연 산	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
식 염	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
정 제 수	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9
합 계	100	100	100	100	100
당도(。Brix)	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
관능결과	+++	+++++	++	++++	+

○ 산 첨가에 따른 청징형 흑미음료의 제조

청징형 흑미음료 제조시 구연산 첨가에 따른 관능특성을 조사한 결과 Table 7-6에서 보면 음료 전체 양의 0.05%의 첨가비율이 가장 적합한 것으로 나타났다.

Table 7-6. 산 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3	#4
흑미미강 추출액	10	10	10	10
액상과당	6	6	6	6
올리고당	4	4	4	4
구연산	0.05	0.1	0.15	0.2
식염	0.05	0.05	0.05	0.05
정제수	79.9	79.85	79.8	79.75
합계	100	100	100	100
당도(。Brix)	8.6	8.6	8.6	8.6
산도(%구연산)	0.13	0.26	0.35	0.45
관능결과	++++	+++	++	+

○ 과실농축액과 향 첨가에 따른 청징형 흑미음료 제조

청징형 흑미음료 제조시에 첨가되는 과실농축액과 향의 종류에 따라 관능특성을 조사한 결과 Table 7-7, 8, 9, 10, 11, 12에 나타내었다. 사과농축액과 사과향, 대추농축액과 대추향의 첨가가 흑미음료를 제조한 후 맛과 향에 있어 가장 우수하였다.

Table 7-7. 사과농축액 (50。Brix, 산도 1.55%)의 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	6	6	6
올리고당	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05
사과농축액	1	2	3
사과향	0.02	0.02	0.02
정제수	78.88	77.88	76.88
합계	100	100	100
당도(。Brix)	9	9.4	9.8
pH	3.34	3.59	3.53
산도(%구연산)	0.16	0.18	0.21
관능결과	++	+++	+

Table 7-8. 배농축액(71. Brix, 산도 1.05%)의 첨가에 따른 기호도 조사(단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	6	6	6
올리고당	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05
배농축액	1	2	3
배향	0.02	0.02	0.02
정제수	78.88	77.88	76.88
합계	100	100	100
당도(。Brix)	9.2	9.8	10.4
pH	3.68	4.05	4.07
산도(%,구연산)	0.16	0.17	0.21
관능결과	++	+++	+

Table 7-9. 매실농축액 (66. Brix)의 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	6	6	6
올리고당	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05
매실농축액	1	2	3
매실향	0.02	0.02	0.02
정제수	78.88	77.88	76.88
합계	100	100	100
당도(。Brix)	9.4	10	10.4
pH	2.45	2.27	2.16
산도(%,구연산)	0.92	1.68	2.46
관능결과	+++	++	+

Table 7-10. 복숭아농축액 (65. Brix)의 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	6	6	6
올리고당	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05
복숭아농축액	1	2	3
복숭아향	0.02	0.02	0.02
정제수	78.88	77.88	76.88
합계	100	100	100
당도(. Brix)	9	9.6	10.4
pH	3.06	2.90	2.81
산도(%구연산)	0.15	0.22	0.28
관능결과	++	+++	+

Table 7-11. 대추농축액 (65. Brix)의 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	6	6	6
올리고당	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05
대추농축액	1	2	3
대추향	0.02	0.02	0.02
정제수	78.88	77.88	76.88
합계	100	100	100
당도(. Brix)	9	10	10.8
pH	3.38	3.40	3.42
산도(%구연산)	0.12	0.15	0.15
관능결과	+	+++	++



Table 7-12. 오렌지농축액 (62. Brix)의 첨가에 따른 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 추출액	10	10	10
액상과당	6	6	6
올리고당	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05
오렌지농축액	1	2	3
라임향	0.02	0.02	0.02
정제수	78.88	77.88	76.88
합계	100	100	100
당도(。 Brix)	9.2	9.8	10.4
pH	3.04	2.99	2.91
산도(%구연산)	0.17	0.22	0.28
관능결과	+	+++	++

○ 청징형 흑미음료 제조시 기타 첨가물에 대한 기호도

청징형 흑미음료 제조시 기타 첨가물에 대한 기호도를 조사한 결과 Table 7-13에서 보면 DL-카르니틴, 타우린, 비타민C의 첨가비율이 전체양의 0.05, 0.5, 0.02%가 가장 적합한 것으로 나타났으나 DL-카르니틴의 양은 조금 늘리는 것이 좋을 것으로 판단되어 전체양의 0.1%로 하였다.

Table 7-13. 청징형 흑미음료 제조시 기타 첨가물에 대한 기호도 조사 (단위:g)

	#1	#2	#3	#4
흑미미강 추출액	10	10	10	10
액상과당	6	6	6	6
올리고당	4	4	4	4
구연산	0.05	0.05	0.05	0.05
식염	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-카르니틴	0.05	0.1	0.15	0.2
타우린	0.5	1	1.5	2
비타민C	0.02	0.04	0.06	0.08
정제수	79.33	78.76	78.19	77.62
합계	100	100	100	100
당도(。 Brix)	8.8	9.4	10	10.4
관능결과	++++	+++	++	+

○ 청징형 흑미음료의 최종배합비

청징형 흑미음료 제조시 위에서 언급하였듯이 관능특성이나 외관에 있어 가장 적절한 배합비를 토대로 최종배합비를 Table 7-14에 나타내었다.

Table 7-14. 청징형 흑미음료의 최종 배합비 (단위:g)

	사과맛 흑미음료	대추맛 흑미음료
흑미미강 추출액	10	10
액상과당	6	6
올리고당	4	4
구연산	0.05	0.05
식염	0.05	0.05
DL-카르니틴	0.1	0.1
타우린	0.5	0.5
비타민C	0.02	0.02
말토덱스트린	1	1
트레할로스	0.4	0.4
글리세린	0.5	0.5
사과농축액	2	2
사과향	0.02	0.02
정제수	75.36	75.36
합계	100	100

○ 청징형 흑미음료의 품질특성

최종배합비에 따라 제조한 청징형 흑미음료의 품질특성을 조사한 결과를 Table 23에 나타내었다.

Table 7-15. 청징형 흑미음료의 품질특성

	당도 (. brix)	pH	산도 (%,구연산)	탁도	color values*			
					L	a	b	ΔE
사과맛	12	3.31	0.36	1.295	16.24	36.45	10.08	91.91
대추맛	12	3.04	0.38	1.568	13.76	31.33	8.44	92.15

\*L : lightness a : redness b : yellowness

(나) 혼탁형 음료의 배합비별 음료 제조

흑미 추출물과 첨가 부재료를 이용하여 음료배합비 설정 시험을 수행하였다. 우선 첨가부재료로서는 점성을 부여한 말토덱스트린과 단맛을 내는 당류로서 트레할로스, 만니톨, 정백당, 올리고당, 액상고과당 신맛 조절을 위한 구연산과 식염을 적용하였다. 또한 식물성크립을 적용함으로써 첨가로 음료의 색에 있어 변화를 가져올 수 있었고, 고소한 맛을 낼 수 있었으며 또한 향미를 증진시키기 위하여 누룽지향도 적용하였으며 유화제로서는 식용 글리세린을 첨가하여 침전방지의 효과를 기대해 보았다. 우선 혼탁 type의 음료제조 배합비를 3개로 조제하여 음료의 이화학적 특성을 검토하였다.

Table 7-16. 혼탁형 음료 제조시 배합비 (g)

첨 가 재 료	①	②	③
흑미미강 맥아추출액	500	500	-
흑미미강 추출액	-	-	500
말토덱스트린	5	5	10
트레할로스	2	2	13.5
액상고과당	10	10	17.5
올리고당	10	-	-
정백당	-	10	-
만니톨	-	-	17.5
구연산	0.1	0.1	0.26
식물성크립	-	5	-
글리세린	0.5	0.5	0.5
식염	0.1	0.1	0.5
누룽지향	-	-	0.015

○ 혼탁형 음료의 이화학적 특성

배합비에 따른 혼탁 type의 음료제조 결과 pH는 4.9~5.5의 범위로 약산성의 경향을 나타내었고, 당도는 배합비③이 14.6. Brix로 가장 높았고, 배합비①은 8.4. Brix으로 가장 낮았다. 산도는 0.3, 0.49, 0.43%로 큰 차이를 보이지 않았고, 탁도는

4.06, 13.54, 16.16으로 배합비①이 배합비②, ③과 큰 차이를 나타내었다. 이는 배합비②의 탁도가 높은 것은 식물성크림이 첨가된 때문인 것으로 판단되며, 배합비③은 배합비①과 ②에 비해 많은 양의 원료와 만니톨 첨가에 따른 것으로 판단되었다. 색차값을 보면 밝기의 정도를 나타내는 L값은 3.46, 0.99, 0.96으로 배합비②와 ③이 유사한 결과를 나타낸 반면 배합비①이 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 앞에서 언급한 탁도 값과 관련이 깊은 것으로 생각되며, 붉은색 정도를 나타내는 a값과 황색 정도를 나타내는 b값에 있어서도 배합비①이 배합비②, ③보다 높은 수치를 나타내었으며, 배합비②와 ③은 대체적으로 유사한 경향을 나타내었다.

Table 7-17. 혼탁형 음료의 이화학적 특성

	pH	당 도 (° Brix)	산 도 (%)	탁 도	색 차 값*			
					L	a	b	ΔE
배합비①	5.21	8.4	0.30	4.06	3.46	7.53	1.34	96.85
배합비②	4.94	12.6	0.49	13.54	0.99	0.13	-0.25	99.01
배합비③	5.58	14.6	0.43	16.16	0.96	-0.16	-0.22	99.04

\*L : lightness a : redness b : yellowness

#### ○ 혼탁형 음료의 관능적 특성

배합비에 따른 혼탁 type의 음료제조 후 기호도에 대한 관능검사 결과 색(color)에 있어서는 배합비①과 ③이 배합비②보다 높은 기호도를 나타내었고, 향(flavor)에 있어서는 배합비③이 가장 높은 기호도를 나타내었지만 유의성은 없었다. 단맛(sweetness)은 유의적으로 배합비②가 가장 높았고, 배합비①이 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 음료제조시 단맛을 내는데 있어 올리고당 보다는 정백당을 첨가하는 것이 음료의 기호도에 좋은 것으로 판단되었다. 또한 신맛(sourness)과 쓴맛(bitterness)에 있어서는 배합비②가 배합비①, ③보다 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으며 전반적인 기호도(overall)에 있어서는 배합비②가 가장 높았고 배합비①이 가장 낮았으며 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 따라서 흑미음료 제조시 맥아추출공정을 가하여 제조한 배합비②에 대한 음료의 선호도가 높은 것으로 나타났으나 색이나 향에 있어서는 약간의 개선점이 필요하다고 판단되었다. 이외에 과실의 과즙이나 향료

등을 첨가하여 음료 제조를 시도해 보았으나 흑미음료에는 적합하지 않았으며, 또한 구수한 향을 내기 위해 누룽지향을 사용해 보았으나 큰 효과는 없었다.

Table 7-18. 혼탁형 음료에 대한 관능평가

	Sensory characteristics					overall***
	color	flavor	sweetness**	sourness*	bitterness*	
배합비①	5.20±2.21 <sup>a</sup>	5.00±1.85 <sup>a</sup>	3.87±1.60 <sup>a</sup>	3.60±1.24 <sup>b</sup>	4.67±1.84 <sup>b</sup>	3.33±1.05 <sup>c</sup>
배합비②	4.87±2.03 <sup>a</sup>	5.00±1.65 <sup>a</sup>	6.20±1.47 <sup>b</sup>	5.53±1.46 <sup>a</sup>	6.20±1.37 <sup>a</sup>	6.20±1.08 <sup>a</sup>
배합비③	5.33±1.63 <sup>a</sup>	6.20±2.14 <sup>a</sup>	5.27±1.79 <sup>a</sup>	4.73±2.19 <sup>ab</sup>	4.87±1.41 <sup>b</sup>	4.80±1.86 <sup>b</sup>

\*, \*\*, \*\*\* Significantly different at the  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively.

abcd same alphabets in a column are not significantly different

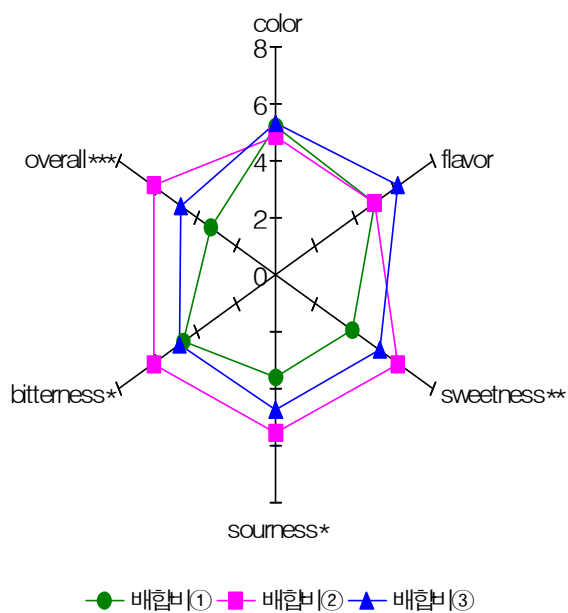


Fig. 7-1. 혼탁type 음료에 대한 관능검사의 QDA (quantitative description of analysis)

○ 당 종류별 첨가에 따른 혼탁형 흑미 음료의 제조

Table 7-19, 7-20에서 혼탁형 흑미 음료에 첨가되는 당의 종류와 이에 따른 관능특성을 비교한 결과 액상과당과 올리고당의 첨가가 관능특성에 있어 높은 평가를 받았으며, 첨가비율은 3:3의 비율이 가장 적합하였다.

Table 7-19. 종류별 당의 첨가에 따른 기호도 조사(단위:g)

	#1	#2	#3
흑미미강 맥아추출액(4.2. brix)	94.9	94.9	94.9
액상과당	5	-	-
올리고당	-	5	-
정 백 당	-	-	5
구 연 산	0.05	0.05	0.05
식 염	0.05	0.05	0.05
합 계	100	100	100
당 도	9. brix	7.8. brix	9.2. brix
관능결과	+++	++	+

Table 7-20. 당의 혼합비율에 따른 기호도 조사(단위:g)

	#1	#2	#3	#4
흑미미강 맥아추출액(4.2. brix)	93.9	93.9	93.9	93.9
액상과당	3	3	-	2
올리고당	3	-	3	2
정 백 당	-	3	3	2
구 연 산	0.05	0.05	0.05	0.05
식 염	0.05	0.05	0.05	0.05
합 계	100	100	100	100
당 도	9.6. brix	10. brix	9.2. brix	9.8. brix
관능결과	++++	+	++	+++

○ 산 첨가에 따른 혼탁형 흑미음료의 제조

혼탁형 흑미음료 제조시 구연산 첨가에 따른 관능특성을 조사한 결과 Table 7-21에서 보면 음료 전체 양의 0.05%의 첨가비율이 가장 적합한 것으로 나타났다.

Table 7-21. 산 첨가에 따른 기호도 조사(단위:g)

	#1	#2	#3	#4
흑미미강 백아추출액(4.2. brix)	93.94	93.9	93.85	93.8
액상과당	3	3	3	3
올리고당	3	3	3	3
구 연 산	0.01	0.05	0.1	0.15
식 염	0.05	0.05	0.05	0.05
합 계	100	100	100	100
당 도	9.6. brix	9.6. brix	9.6. brix	9.6. brix
산도(% , 구연산)	0.47	0.44	0.43	0.41
관능결과	+++	++++	++	+

○ 혼탁형 흑미 음료 제조시 기타 첨가물에 대한 기호도

혼탁형 흑미음료 제조시 기타 첨가물에 대한 기호도를 조사한 결과 Table 7-22에서 보면 DL-카르니틴, 타우린, 비타민C의 첨가비율이 0.1, 0.5, 0.03%가 가장 적합한 것으로 나타났고, 말토덱스트린, 트레할로스, 글리세린의 첨가비율은 1, 0.4, 0.5%의 비율로 결정하였다.

Table 7-22. 혼탁형 흑미 음료 제조시 기타 첨가물에 대한 기호도 조사(단위:g)

	#1	#2	#3	#4
흑미미강 맥아추출액(4.2. brix)	91.88	91.63	91.37	90.81
액상과당	3	3	3	3
올리고당	3	3	3	3
구 연 산	0.05	0.05	0.05	0.05
식 염	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-카르니틴	0.01	0.05	0.1	0.15
타 우 린	0.1	0.3	0.5	1
비타민C	0.01	0.02	0.03	0.04
말토덱스트린	1	1	1	1
트레할로스	0.4	0.4	0.4	0.4
글리세린	0.5	0.5	0.5	0.5
합 계	100	100	100	100
당 도	11.2. brix	11.2. brix	11.2. brix	11.2. brix
산도(% , 구연산)	0.49	0.46	0.45	0.40
관능결과	++	+++	++++	+

○ 혼탁형 흑미 음료의 최종배합비

혼탁형 흑미 음료 제조시 위에서 언급하였듯이 관능특성이나 외관에 있어 가장 좋은 것으로 나타났던 배합비를 토대로 최종배합비를 Table 7-23에 나타내었다.



Table 7-23. 혼탁형 흑미 음료의 최종 배합비(단위:g)

	최종배합비
흑미미강 맥아 추출액	91.37
(4.2. brix)	
액상과당	3
올리고당	3
구연산	0.05
식염	0.05
DL-카르니틴	0.1
타우린	0.5
비타민C	0.03
말토덱스트린	1
트레할로스	0.4
글리세린	0.5
합계	100

○ 혼탁형 흑미음료의 품질특성

최종배합비에 따라 제조한 혼탁형 흑미음료의 품질특성을 조사한 결과를 Table 7-24에 나타내었다.

Table 7-24. 혼탁형 흑미 음료의 품질특성

	당도 (. brix)	pH	산도(% 구연산)	탁도	color value*			
					L	a	b	ΔE
혼탁형 흑미음료	11.2	4.26	0.45	2.313	5.75	13.73	3.11	95.31

\*L : lightness a : redness b : yellowness



<흑미음료 제품사진>

나. 흑미미강을 이용한 타블렛 및 과립제품 개발

(1) 타블렛 제품

○ 제조방법

흑미미강을 주성분으로 하는 tablet 제품을 개발하였으며, 조성은 흑미미강, 비타민C, 비타민E, 타우린, DL-카르니틴, 말토덱스트린, 폴리덱스트로즈로 하였다. 즉, 흑미미강에 비타민C, 타우린, DL-카르니틴, 말토덱스트린, 폴리덱스트로즈를 각각 일정비율로 계량하여 혼합한 후, 비타민E는 물:에탄올=8:7 용액에 녹여 첨가하였다. 혼합된 시료를 타블렛 제조기에 넣고 타정 한 후 35℃ 열풍건조기에서 24시간 건조하였다.

○ 흑미미강을 이용한 타블렛 제품 제조에 따른 배합비

Table 7-25에서 보면 흑미미강을 이용하여 tablet제품 제조시 최적 배합비를 검토 하였다. 우선 흑미미강을 볶음처리 하였고, 부재료로 첨가되는 기타 원료의 배합비를 달리하여 관능특성을 조사하였다. 또한 물:에탄올의 첨가량을 전체 10g에 대해 3ml로 결정하였다. 그 결과 배합비 #7이 가장 우수하게 나타났다.

Table 7-25. 흑미미강을 이용한 tablet제품 제조에 따른 배합비(단위:g)

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
볶음처리한 흑미미강	7.18	7.18	6.08	5.23	5.28	5.33	6.05
비타민E	0.02	0.02	0.02	0.1	0.1	0.1	0.1
비타민C	0.2	0.2	0.1	0.07	0.02	0.02	0.02
타우린	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3
DL-카르니틴	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.03
말토덱스트린	1	1	1	1	1	1	0.5
폴리덱스트로즈	1	1	2	2	2	2	2
기 타	-	-	누룽지향 첨가(0.2g)	올리고당 첨가(1g)	올리고당 첨가(1g)	올리고당 첨가(1g)	올리고당 첨가(1g)
물:에탄올 첨가량(ml)	10	5	3	3	3	3	3
관능결과	-	-	-	+	++	+++	++++

(2) 과립제품

○ 제조방법

- ① 흑미미강의 전처리(4가지 샘플)
  - 생미강을 볶음처리한 흑미미강
  - autoclave 후 바로 볶음처리한 흑미미강
  - autoclave 후 건조한 후 볶음처리한 흑미미강
  - autoclave 후 건조한 흑미미강
- ② 배합비에 따라 원료 혼합
- ③ Mixer기에서 1분간 분쇄 및 혼합
- ④ 물 : 에탄올 = 8 : 7 혼합용액을 넣어서 반죽
- ⑤ 과립제조기에 넣어 성형
- ⑥ 건조
- ⑦ 제품

○ 흑미미강의 전처리에 의한 과립제조

흑미미강의 전처리에 의해 과립을 제조한 결과 Table 7-26, 27, 28, 29에서 보면 배합비에 있어서는 배합비 #2가 가장 적합하였고, autoclave 후 바로 볶은 흑미미강을 가지고 제조한 과립이 가장 좋은 것으로 판단되었다.

Table 7-26. 볶음처리한 흑미미강에 따른 배합비(단위:g)

	#1	#2	#3
볶은 흑미미강	26.25	23.55	20.85
비타민E	0.3	0.3	0.3
비타민C	0.06	0.06	0.06
타우린	0.9	0.9	0.9
카르니틴	0.09	0.09	0.09
말토덱스트린	0.3	0.6	0.9
폴리덱스트로즈	1.5	3	4.5
올리고당	0.6	1.5	2.4
합계	30	30	30

Table 7-27. autoclave 후 바로 볶은 흑미미강에 따른 배합비(단위:g)

	#1	#2	#3
autoclave 후 바로 볶은 흑미미강	26.25	23.55	20.85
비타민E	0.3	0.3	0.3
비타민C	0.06	0.06	0.06
타 우 린	0.9	0.9	0.9
카르니틴	0.09	0.09	0.09
말토덱스트린	0.3	0.6	0.9
폴리덱스트로즈	1.5	3	4.5
올리고당	0.6	1.5	2.4
합 계	30	30	30

Table 7-28. autoclave 후 건조한 후 볶은 흑미미강에 따른 배합비

	#1	#2	#3
autoclave 후 건조한 후 볶은 흑미미강	26.25	23.55	20.85
비타민E	0.3	0.3	0.3
비타민C	0.06	0.06	0.06
타 우 린	0.9	0.9	0.9
카르니틴	0.09	0.09	0.09
말토덱스트린	0.3	0.6	0.9
폴리덱스트로즈	1.5	3	4.5
올리고당	0.6	1.5	2.4
합 계	30	30	30

Table 7-29. autoclave 후 건조한 흑미미강에 따른 배합비

	#1	#2	#3
autoclave 후 건조한			
흑미미강	26.25	23.55	20.85
vit E	0.3	0.3	0.3
vit C	0.06	0.06	0.06
타우린	0.9	0.9	0.9
카르니틴	0.09	0.09	0.09
말토덱스트린	0.3	0.6	0.9
폴리텍스트로즈	1.5	3	4.5
올리고당	0.6	1.5	2.4
합 계	30	30	30

### 3. 흑미 음료제품의 체내 콜레스테롤 상승억제효과

#### 가. 실험재료 및 방법

##### ○ 실험재료

실험재료로 사용한 흑미제품은 상기제품 중 청징형 음료제품으로 하였다. 즉, 흑미는 2002년산을 연무농협으로부터 구입하였으며, 흑미 음료에 첨가된 부재료는 시중에서 각각 구입하였다. 흑미는 음료 형태로 실험식이에 첨가 되었다. 흑미를 세정하여 건조시킨 후 12분도로 도정하여 흑미 미강 (완곡의 9.6%)을 얻었다. 그리고, 그 미강을 hexane으로 탈지시켜 건조시킨 후 0.5% citric acid와 80% EtOH 혼합용매로 추출하여 농축시킨다. 농축액에 vitamin C, taurine, carnitine을 혼합한 음료제품을 사용하였다.

##### ○ 실험동물의 사육 및 실험식이

실험동물은 Bio Genomics, Inc로부터 5주령의 Sparague Dawley 수컷을 구입하여 1주간 일반사료로 적응시켰다. 1주간의 적응 후 체중이  $225.59 \pm 0.36$  g된 실험동물을 난피법에 의해 High cholesterol control (HCC), 1% Black rice drink (1% BRD), 5% Black rice drink (5% BRD) 첨가군으로 나누어 4주간 사육하였으며, 물은 자유롭게 공급하였고 식이는 pair fed를 하였다. 본 실험에 사용한 실험 식이는 (Table 7-30) AIN-76 식이 조성에 준하여 1% cholesterol을 첨가한 식이에 Black

rice drink를 농도별로 첨가하여 공급하였다. 체중과 식이 섭취량은 매주 일정한 시각에 측정하였다.

○시료 채취 및 조직 적출

실험동물을 4주간 사육하여 희생시키기 12시간 전 최종 무게를 잰 후 절식시켜 에테르 마취하에 개복 하였다. 혈액은 복부 대동맥으로부터 채취하고, 장기는 간, 콩팥, 비장, 부고환 지방을 적출 하였다. 적출한 장기는 0.9% 생리식염수 냉 용액에 세척하고 trimming하여 여과지에 표면의 수분을 모두 제거하였고, 이 장기는 무게를 측정하여 실험에 사용되기 전까지 -70℃에 보관하였다. 채취한 혈액은 실온에서 1시간 이내로 방치시킨 다음 3000 rpm에서 10분간 원심분리(BRUSHLESS D.C MOTOR CENTRIFUCE, VS-5000, VISION SCIENTIFIC CO., LTD., KOREA) 하여 혈청을 얻어 분석에 사용하였다.

Table 7-30. Composition of experimental diet (unit: g/kg diet)

	HCC <sup>1)</sup>	BRD	
		1%	5%
Crn starch	438.75	438.75	438.75
Csein	200	200	200
Corn oil	50	50	50
Sucrose	200	200	200
Cellulose	50	50	50
Mineral mix <sup>2)</sup>	35	35	35
Vitamin mix <sup>3)</sup>	10	10	10
Methionine	3	3	3
Choline chloride	2	2	2
Cholesterol	10	10	10
Taurocholate	1.25	1.25	1.25
Vitamin C	-	0.02	0.1
Taruine	-	0.5	2.5
Carnitine	-	0.1	0.5
Black rice drink	-	10	50

1) HCC : High cholesterol control, BRD : Brack rice drink

2) AIN-76 Mineral mixture

3) AIN-76 Vitamin mixture

#### ○혈청 지질 농도 및 효소활성 측정

혈청 중 지질함량 및 ALT, AST, ALP활성 측정은 (주)신양화학의 kit를 이용하였다. 혈청 유리 콜레스테롤은 (주)아산제약에서 구입한 kit를 사용하였다. 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 중성지방은 (주)신양화학에서 구입한 kit를 사용하여 분석하였다. 총 콜레스테롤은 cholestezyme-V, HDL-콜레스테롤은 HDL-C555, 중성지방은 Triglyzime-V, 혈청 유리 콜레스테롤은 혈청 유리콜레스테롤 측정용 시액으로 함량을 측정하였다. AST 및 ALT는 Reitman-Frankel 법에 준한 혈청 지오티, 지피티 측정세트로, ALP는 King-king법을 변경 개량한 뉴-케어-포스로 측정하였다. 성인병의 초기증상으로 알려진 동맥경화증의 발병지표로서 활용되고 있는 동맥경화지수 (atherogenic index: AI)는 Haglund 등의 방법에 따라 계산하였다.

$$AI = [(Total\ cholesterol - HDL\ cholesterol)]/HDL\ cholesterol$$

#### ○ 간 조직의 과산화지질 및 지질함량 측정

과산화 지질의 분석은 Ohkawa등의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 간 1 g에 1.15% KCl 4.5ml을 가하여 Teflon Potter Elvehjem homogenizer로 마쇄한 후 600×g에서 10분간 원심분리 (Dupont Sorval RC-5C, SORVALL, USA)하여 그 상층액을 시료로 사용하였다. 표준물질로는 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하였다. 간장 총 지질은 Folch등의 방법에 준하여 추출하였다. 간 1g을 chloroform:methanol의 2:1 혼합액으로 지질을 추출하여 지질분석에 이용하였다. 조직 중의 지질 함량도 혈청 지질농도 분석에 사용한 kit를 이용하였다.

#### ○ 간 조직 내 항산화계 효소측정

간조직 1 g당 15ml 의 0.25M Sucrose/0.5 mM EDTA를 가하여 빙냉하에 Teflon Potter Elvehjem homogenizer로 마쇄한 후 600×g에서 10분간 원심분리하여 그 상층액을 catalase 활성측정의 효소원으로 사용하였다. 이 상층액을 다시 10,000×g에서 30분간 원심분리하여 post mitochondrial fraction을 얻어 superoxide dismutase, glutathione peroxidase, glutathione S-transferase활성측정에 사용하였다. 조제된 시료는 분석 전까지 -70℃에서 냉동 보관하였다. Catalase는 Abei의 방



법, superoxide dismutase활성도는 Marklund와 Marklund의 방법, glutathione peroxidase는 Lawrence와 Burk의 방법에 의해 측정하였으며, glutathione S-transferase활성은 Habig등의 방법을 이용하여 측정하였다.

○ 단백질 정량

각 효소원의 단백질 양은 Lowry법에 의해 정량 하였으며, 표준물질로는 bovine serum albumin을 사용하였다.

○ 통계처리

실험결과는 SAS program을 이용하여 평균±표준오차로 나타내었고,  $p < 0.05$  수준에서 ANOVA test 후 Duncan's multiple comparison test에 의해 각 군의 유의차를 검증하였다.

나. 실험 결과

실험동물의 체중 및 체중에 대한 각 장기의 무게를 Table 7-31에 나타내었다. 각 그룹 간에 체중에 의한 유의성은 나타나지 않았는데 이는 동물 사육 시 pair-pad를 통한 식이 조절을 하였기 때문으로 생각된다. 또한 각 장기들도 그룹간의 차이를 보이지 않았고, 체지방 함량을 반영하는 것으로 알려진 부고환 지방도 고 콜레스테롤을 섭취한 그룹과 실험식이 그룹 간에서 유의적 차이를 볼 수 없었다.

Table 7-31. Body weight, Liver, kidney, spleen and epididymal fat pads weight of rats.

	IBW (g)	FBW (g)	Liver	Kidney	Spleen	EFP
			(mg/g BW)			
HCC	224.85±3.99 <sup>ns</sup>	341.08±14.13 <sup>ns</sup>	34.56±0.99 <sup>ns</sup>	6.11±0.11 <sup>ns</sup>	2.22±0.15 <sup>ns</sup>	10.11±0.45 <sup>ns</sup>
1% BRD	225.95±2.61	353.41±8.56	34.50±1.01	6.40±0.16	2.30±0.15	10.20±0.59
5% BRD	225.33±3.46	359.93±5.06	32.50±0.98	6.20±0.13	2.00±0.00	10.20±0.59

급성 간 손상 시, 심한 바이러스성 감염, 독성물질에 의한 간 손상 등이 있는 경우에 혈액 중으로 유리되어 AST, ALT 활성도가 급격하게 증가하게 된다. 이러한 간 질환 유무를 나타내는 효소에 흑미 음료의 섭취가 어떠한 영향을 미치는지를 Table 7-32에 나타내었다. 실험결과 혈중 AST와 ALT는 그룹 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 간이나 담도계 질환의 지표 효소로 알려진 ALP는 고 콜레스테롤을 섭취한 그룹이  $20.17 \pm 1.73$ 을 나타내었는데 비하여, 1% BRD와 5% BRD 그룹은 각각  $15.44 \pm 0.83$ ,  $15.07 \pm 0.63$  로 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다.

Table 7-32. The effect of black rice on the activities of serum aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase(ALT), alkalic phosphatase(ALP) in rats.

	AST (Karmen unit)	ALT (Karmen unit)	ALP (K-A unit)
HCC	$117.00 \pm 3.91^{ns}$	$34.67 \pm 1.55^{ns}$	$20.17 \pm 1.73^a$
1% BRD	$126.67 \pm 3.53$	$34.89 \pm 1.48$	$15.44 \pm 0.83^b$
5% BRD	$122.40 \pm 3.03^b$	$34.70 \pm 0.92$	$15.07 \pm 0.63^b$

흑미 음료를 급여하여 4주간 사육한 뒤 수컷 쥐의 혈중 lipid profile을 Table 7-33에 나타내었다. 혈중 지질함량은 심혈관계 질환인 동맥경화, 고혈압, 심장병, 고지혈증 등의 진단지표로 사용되고 있는데, 특히 고 콜레스테롤증이 이들 혈관계 질환에서 주된 위험 인자로 지적되고 있다. 본 실험에서도 대조군의 혈청 총 콜레스테롤 수준  $114.41 \pm 16.77$  에 비해 실험 군의 콜레스테롤 함량이 감소하였으며, 5% BRD를 첨가한 군은  $78.62 \pm 2.59$ 로 유의적으로 감소하였다. 유리 콜레스테롤 또한 5% BRD 그룹에서 가장 낮은 수치를 나타내었다. 중성지방은 그룹간에 유의적인 차이는 보이지 않았으나 흑미 음료를 섭취한 군이 대조군에 비해 낮은 수치를 나타냈으며, 1% BRD 보다는 5% BRD군에서 더 감소하였다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비로 나타낸 동맥경화지수(Fig. 1)는 대조군이  $2.30 \pm 0.36$ 에 비하여 흑미 음

료 5%를 첨가한 군은  $1.36 \pm 0.17$ 으로 약 40% 감소하였으며 용량의존적 반응을 나타내었다.

Table 7-33. The effect of black rice on the concentrations of serum total cholesterol, Triglyceride, HDL-cholesterol and free cholesterol in rats.

	Cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	HDL-Chol (mg/dl)	free-Chol (mg/dl)
HCC	$114.41 \pm 16.77^a$	$97.54 \pm 12.66^{ns}$	$34.27 \pm 1.68^{ns}$	$20.82 \pm 2.43^a$
1% BRD	$93.12 \pm 4.02^{ab}$	$89.67 \pm 3.60$	$32.63 \pm 1.88$	$17.57 \pm 0.95^{ab}$
5% BRD	$78.62 \pm 2.59^b$	$78.08 \pm 4.38$	$34.36 \pm 1.96$	$15.11 \pm 0.64^b$

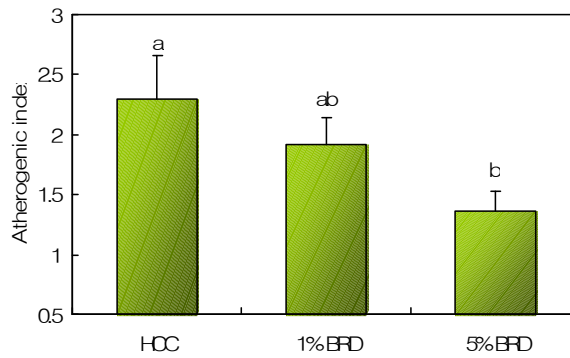


Fig. 7-2. The effect of black rice on Atherogenic index(AI) in serum of rat.

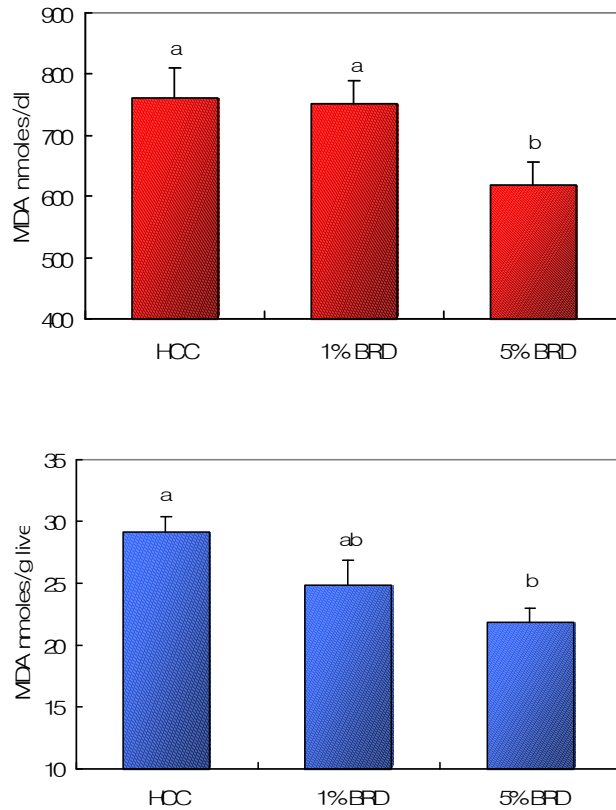


Fig. 7-3. The contents of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) in serum and liver of rats.

과산화지질 반응은 여러 가지 독성화합물과 약물에 의한 병태 생리학적 현상이나 조직의 손상정도를 나타내는 가장 중요한 기전으로 인정되고 있다. 흑미음료가 실험쥐의 혈액 및 간의 과산화지질 농도에 어떠한 영향을 미치는지 조사한 결과를 Fig. 7-3에 나타내었다. 혈중 과산화지질 농도는 고 콜레스테롤을 섭취한 대조군에서  $760.61 \pm 49.02$ 로 나타났고, 이에 비하여 식이에 흑미 음료 5%를 첨가한 것을 급여한 군은  $618.09 \pm 38.48$ 로 약 19% 감소하였다. 간의 과산화지질 농도는 대조군에 비하여 1% BRD군과 5% BRD군에서 각각 유의적으로 감소하였으며 특히 5% BRD를 섭취한 군에서는 대조군에 비해 25% 저하되어 첨가량이 높을수록 과산화지질생성량

이 유의적으로 감소하였다.

간 조직 내 지질 함량, 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 Table 7-34와 같다. 간 조직 1 g 당 총 지질의 함량은 대조군이  $0.342 \pm 0.031$  에 비해 5% BRD군이  $0.192 \pm 0.015$ 로 유의성 있게 감소하였다. 중성지방 함량에 있어서도 5% BRD군이고 콜레스테롤 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. 총 콜레스테롤은 그룹간에 유의적인 차이는 나타내지 않았지만, 흑미 음료를 섭취한 군에서 감소하였다.

Table 7-34. The effect of black rice on the concentration of liver total lipid, total cholesterol and Triglyceride of rats.

	Total lipid (g/g liver)	Total Cholesterol (mg/g liver)	Triglyceride (mg/g liver)
HCC	$0.342 \pm 0.031^a$	$33.53 \pm 2.43^{ns}$	$39.85 \pm 2.31^a$
1% BRD	$0.340 \pm 0.023^a$	$31.40 \pm 1.45$	$36.54 \pm 1.98^{ab}$
5% BRD	$0.192 \pm 0.015^b$	$29.92 \pm 1.36$	$33.39 \pm 1.66^b$

Table 7-35. The effect of black rice on the activity of catalase (CAT), Superoxide dismutase (SOD) and Glutathione peroxide (GPx) in liver of rat.

	Catalase (unit/mg protein)	Superoxide dismutase	Glutathione peroxide (nmoles/min mg protein)
HCC	$70.11 \pm 3.67^{ns}$	$3.37 \pm 0.11^b$	$0.31 \pm 0.01^{ns}$
1% BRD	$69.88 \pm 3.09$	$3.83 \pm 0.08^a$	$0.34 \pm 0.01$
5% BRD	$71.37 \pm 2.08$	$3.81 \pm 0.09^a$	$0.31 \pm 0.02$

활성산소의 생성 및 이들 활성산소의 공격에 의한 독성물질로서 lipid peroxide의 생성은 SOD, GPx, CAT등의 제거효소 (scavenger enzymes)에 의해 무독화 시킬 수 있다. 흑미 음료의 섭취가 이러한 간장내의 항산화계 효소에 어떠한 변화가

있는지를 Table 7-35에 나타내었다. CAT나 GPx는 그룹간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, SOD는 대조군에 비해 흑미 음료를 급여한 쥐에서 활성이 증가하였다. 앞에서 간장 내 과산화 지질 농도가 감소하는 결과는 이러한 효소의 작용에 의한 것으로 생각되어 진다.

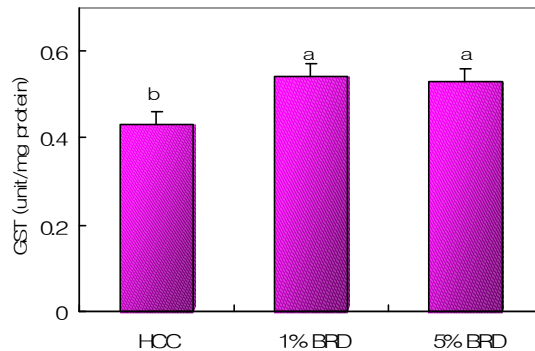


Fig. 7-4. Effect of black rice on glutathione S-transferase activity in liver of rats.

해독과정에 관계하는 효소인 glutathione S-transferase (GST)의 활성을 Fig. 7-4에 나타내었다. GST는 1단계 약물대사 효소계에서 활성화된 친전자성 물질에 glutathione을 conjugation시켜 수용성 물질로 배설시키는 데 관여하는 효소로, 본 실험에서는 흑미 음료가 GST 효소의 활성을 증가시키는 것으로 나타났다. 고 콜레스테롤을 섭취한 그룹에 비하여 흑미 음료를 섭취한 그룹은 유의하게 증가하였다(약 25% 증가). 이상의 결과들로 미루어 볼 때, 흑미음료제품은 혈중 콜레스테롤 상승억제효과가 뚜렷한 것으로 판단되었다.

## 제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

년도	연구개발목표	연구평가착안점	달성도 (%)
1차년도 (2002)	흑미이용 제품개발 및 제품의 in vivo효능 평가	흑미 유효성분 추출, 분리여부	100
		제품개발여부	100
		제품의 품질특성 분석 여부	100
		제품의 in vivo 효능평가 여부	100

## 제 5 절 연구개발 결과의 활용계획

1년간의 본 연구과제 수행으로 음료, 타블렛, 과립의 가공제품이 개발되었고 연구 결과의 일부는 국제학술회의에서 발표되었으며 주요 기술은 특허를 출원중에 있다.

본 연구결과 개발된 가공제품, 콜레스테롤 상승억제소재에 관한 특허 및 관련기술은 기술이전을 통하여 관련 제품의 생산 및 산업화에 적극 활용할 것이며, 이는 흑미의 고부가가치 농작물로서 정착가능하고 식량안보차원 및 농가소득증대에도 크게 기여 할 것이다.

또한 본 연구과제 수행으로 얻어진 흑미의 우수성에 관한 연구결과는 학회지에 투고하고 각종 매체를 통하여 홍보할 예정이다.

## 제 6 절 참고문헌

1. Sirtory, C.R.: Pharmacology and mechanism of action of the new HMG-CoA reductase inhibitors. *Pharm. Res.*, 22, 555 (1990)
2. Qureshi, A.A., Abuirmeileh, N, Din, Z.Z., Elson, C.E. and Burger W.C.: Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fractions of garlic. *Lipids*, 18, 343 (1983)
3. Qureshi, A.A., Burger W.C. Peterson D.M. and Elson, C.E.: Suppression of cholesterologenesis by plant Constituents: review of wisconsin contributions to NC-167. *Lipids*, 20, 817 (1985)
4. Lee, Y.H., Shin, Y.M., Lee, J.E., Choi, Y.S. and Lee, S.Y.: In vitro screening of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase from plant extracts. *korean J. Biotechnol. Bioeng.*, 6, 55 (1991)
5. Park, J.R., Park, J.C. and Choi, S.H.: Screening and characterization of anticholesterogenic substances from edible plant extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26, 236 (1997)
6. Dennis, P. and Michael, S.: Regulation of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase synthesis by a non sterol mevalonate derived product in mev-1 cells. *J. Biol. Chem.*, 260, 9949 (1985)
7. Qureshi, A.A., Burger W.C. Peterson D.M. and Elson, C.E.: The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley. *J. Biol. Chem.*, 261, 10544 (1986)
8. Hardeman, E.C., Endo, A. and Simoni, R.D.: Effects of compactin on the levels of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase in compactin-resistant C100 and wild-type cells. *Arch. Biochem. Biophys.* 232, 549 (1984)
9. Kaneko, I., Hazama-Shimada, Y. and Endo, A.: Inhibitory effects on lipid metabolism in cultured cells of ML-236B, a potent inhibitor of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *Eur. J. Biochem.* 87, 313



(1978)

10. Brown, M.S., Faust, J.R. and Goldstein, J.L.: Induction of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase activity in human fibroblasts incubated with compactin(ML-236B), a competitive inhibitor of the reductase. J. Biol. Chem., 253, 1121 (1978)
11. Gould, M.R., Anderson, J.W. and O'Mahony, S.: in cereals for foods and beverages. Inglett, G.E., and Munk, L., eds, pp. 447, Academic press, New York (1980)
12. Anderson, J.W., Jones, A.E. and Riddell-Mason, S.: Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats. J. Nutr., 124,78 (1994)
13. Kahlon, T.S., Chow, F.I., Sayre, R.N. and Betschart, A.A.: Cholesterol-lowering in hamsters fed rice bran at various levels, defatted rice bran and rice bran oil. J. Nutr, 122, 513 (1992)
14. Ullrich, I.H.: Evaluation of high-fiber diet in hyperlipidemia: A review. J.Am.Col.Nutr., 6, 19 (1985)
15. Kahlon, T.S., Saunders, R.M., Sayre, R.N., Chow, F.I., Chiu, M.M. and Betschart, A.A.: Cholesterol-lowering effects of rice bran and rice bran oil fractions in hypercholesterolemic hamster. Cereal Chem., 69, 485 (1992)
16. Kahlon, T.S., Chow, F.I., Knuckles, B.E. and Chiu, M.M.: Cholesterol-lowering effects in hamsters of  $\beta$ -glucan-enriched barley fraction, dehulled whole barley, rice bran and oat bran and their combinations. Cereal chem., 70, 435 (1993)
17. Qureshi, A.A., Burger, W.C., pretice, N., Bird, H.R. and Sunde, M.L.: Regulation of lipid metabolism in chicken liver by dietary cereals supplemented with culture filtrate of *Trichoderma Viride* J. Nutr, 110, 388 (1980)
18. Choi, Y.S., Ahn C., Shim, H.H., Choe, M., Oh, S.Y. and Lee, S.Y.: Effects of

- instant buckwheat noodle on digestibility and lipids profiles of liver and serum in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21, 478 (1992)
19. Choi, Y.S., Sur, J.H., Kim, C.H., Kim, Y.M, Ham, S.S. and Lee, S.Y.: Effects of dietary buckwheat vegetables on lipid metabolism in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23, 212 (1994)
20. Park, Y.J., Lee, Y.S. and Suzuki, H.: Effect of Coix on plasma cholesterol and lipid metabolism in rats, *Korean J. Nutr.*, 21, 89 (1988)
21. Kleinsek, D.A. Dugan, R.E., Baker, T.A. and Porter J.W.: 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase from rat liver. *Methods in enzymology*, 71, 462 (1981)
22. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and randall, R.J.: Protein measurement with Folin phenol reagent . *J. Biol. Chem.*, 193, 265 (1951)