

발 간 등 록 번 호

11-1543000-000760-01

기존 전분 대체 쌀 전분의 제조 및 응용 제품 개발

Development of Rice Starch Manufacturing Process and
Processed Products with Rice Starch Substitution

가 천 대 학 교

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “기존 전분 대체 쌀 전분의 제조 및 응용 제품 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 9월 28일

주관연구기관명 : 가천대학교

주관연구책임자 : 이 영 택

세부연구책임자 : 이 영 택

협동연구기관명 : 한국식품연구원

협동연구책임자 : 김 성 수

협동연구기관명 : 고려대학교

협동연구책임자 : 임 승 택

협동연구기관명 : (주) 대상

협동연구책임자 : 진 중 현

요 약 문

I. 제 목

기존 전분 대체 쌀 전분의 제조 및 응용 제품 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

○ 현재 쌀 소비촉진을 위한 대상은 쌀 곡립 및 쌀가루로 맞추어져 있으며 쌀 전분의 활용에 관련된 보고는 많지 않다. 쌀에 대한 소비촉진을 위해서는 쌀 전분 제조 및 쌀 전분을 활용한 가공식품 개발의 필요성도 증가되고 있다. 이를 위해 쌀 전분의 효율적이고 친환경적인 제조기술을 개발하고, 타 전분들과 차별화 되는 다양한 물리적 특성을 조사하여 쌀 전분의 응용 분야를 모색할 필요가 있다. 전분의 변성기술에 관해서는 국내외적으로 많이 연구개발되어 있으나 쌀 전분에 관해서는 상대적으로 연구가 충분치 않으며 국내에서는 아직 쌀 전분을 소재로 한 변성전분의 제조와 응용에 관한 연구가 확립되어있지 못한 실정이다. 또한 쌀을 이용한 전분의 활용성을 증대시키기 위하여 용도별 제품 규격화를 통한 품질 균일화가 필요하며 균일한 품질의 쌀 전분 및 응용제품을 생산하기 위해서는 쌀 전분의 용도별 가공기술기준 및 품질규격의 설정이 요구된다.

○ 따라서 본 연구는 쌀 전분의 추출 제조공정을 확립하고 다양한 쌀 변성전분을 개발하며 타 전분에 대체할 수 있는 응용기술을 개발하여 쌀 전분을 활용한 다양한 응용 제품 개발에 적용하여 제품을 생산, 산업화함으로써 새로운 쌀 수요를 창출하고 소비촉진을 이루고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 쌀 전분의 추출 제조공정 개발 및 품질규격 설정
 - 쌀 전분 제조방법별 수율, 순도 및 특성 조사
 - 쌀 전분 제조공정 최적화
 - 쌀 전분 및 쌀 전분을 활용한 가공제품 품질기준규격 설정

2. 다양한 쌀 변성전분의 개발
 - 쌀 전분의 이화학적 특성 규명
 - 쌀 전분의 화학적 변성 개발
 - 쌀 전분의 물리적 변성 개발

3. 쌀 전분 소재의 응용기술 개발
 - 쌀 전분 소재의 타전분과의 기능적 특성 차이 분석
 - 쌀 전분 소재의 베이커리, 면류, 떡류 가공적성 조사
 - 쌀 전분 소재를 활용한 다양한 응용기술을 개발

4. 쌀 전분 대체 신가공 제품의 개발 및 산업화
 - 쌀 전분 이용 및 타 원료의 대체가능 현황 조사 및 기초연구
 - 쌀 전분 및 변성전분을 이용한 제품개발

IV. 연구개발결과

1. 쌀 전분의 추출 제조공정 개발 및 품질규격 설정

○ 쌀가루 분쇄정도에 따른 입도별, 건식 및 습식 분쇄방법별, 일반미와 고고미, 도정을 별 전분수율, 순도 및 전분특성을 분석하였다. 그에 따른 쌀 전분 특성을 토대로 알칼리 처리 최적 제조공정 방법은 쌀을 입도 20 ~ 11.25 μm 로 분쇄하여 0.2 % NaOH 용액을 5배 정도 가하여 하룻밤 침지 후 상등액을 제거한다. 뷰렛 반응이 나타나지 않을 때 까지 세척을 반복하고 쌀 전분의 중성화 과정을 거쳐 실온에서 건조한다.

○ 친환경 쌀 전분 제조기술 개발을 위해 예전부터 쓰이고 있던 방법인 알칼리 처리 대신 효소처리 방법을 고안하였다. 단백질 분해효소로 Protamex, Nutrase, Alcalase를 사용하여 쌀 전분의 조단백질 함량을 분석한 결과 Protamex를 8시간 반응시켰을 때 조단백질 함량이 2.4 %로 가장 낮게 분석되었고 pectinase로는 Cytolase pc15를 사용하였다. 효소 혼합과 처리시간에 따른 조단백질 함량과 전분가의 함량은 Cytolase pc15 0.1 %, 8시간 반응 후 Protamex 0.1 %, 8시간 반응시킨 처리구의 조단백질 함량이 1.9 %로 가장 낮게 나타났고, 전분가는 89.3 %로 가장 높게 나타났다. 1차적인 효소를 이용한 쌀 전분의 제조방법은 선별 후 분쇄하고 증류수를 4배 가해 이를 pH 5, 50 ~ 55 $^{\circ}\text{C}$, 120 ~ 150 RPM에서 Cytolase pc15 0.1 %에 8시간 반응 후 증류수로 씻어내고 침전물에 다시 Protamex 0.1 %첨가하여 8시간 반응 한 후 다시 씻어내는 과정을 반복한다. 그 후 안식향산나트륨을 고형분의 0.1 % 첨가하여 원심분리기를 이용하여 상등액을 분리하고 다시 증류수를 가해 2회 세척 후 실온에서 건조하여 제조하였다. 2차 적인 효소를 이용한 쌀 전분의 제조 방법은 10분 도미한 쌀을 이용하여 입도가 20 ~ 11.25 μm 크기로 건식 분쇄 하고 이를 pH 5, 50 ~ 55 $^{\circ}\text{C}$, 120 ~ 150 RPM에서 Cytolase pc15 0.1 %에 8시간 반응 후 Protamex 0.1 %에 8시간 반응 한 후 안식향산나트륨을 고형분의 0.1 % 첨가하여 원심분리기를 이용하여 상등액을 분리하고 다시 증류수를 가해 2회 세척 후 실온에서 건조하여 제조하였다.

○ 쌀 전분의 용도에 따른 단백질 함량을 조절하기 위해 표준망체 크기로 쌀가루를 여과하여 입도에 따라 쌀 전분을 제조한 결과 48.4, 11.24, 8.49 μm 일 때 단백질함량이 각각 4.24, 2.60, 0.54 % 로, 전분가는 90 % 이상으로 분석되었다. 하지만 효소처리의 경우 쌀가루 제조방법, 혼합 방법, 온도, pH에 굉장히 민감하므로 다량 제조시 정확히 실험조건을 준수하는 것이 중요하다.

○ 쌀 전분의 품질기준은 백색분말로 이미, 이취가 없어야하고 수분, 조단백, 회분은 각 14, 0.2, 0.15 % 이하여야하며 전분가는 90 % 이상이어야 한다. 쌀 전분을 포함한 빵류의 가공제품은 고유의 선택과 향미를 가지고 이미, 이취 및 이물이 없어야 하고, 산가는 유통기한 제품의 경우 2.0 이하, 세균수는 1.0×10^3 이하, 대장균군, 타르색소, 인공감미료, 보존료는 음성이거나 검출되지 않아야 한다. 쌀 전분을 포함한 면류의 가공제품은 고유의 선택과 향미를 가지고 이미, 이취 및 이물이 없어야 하고, 수분은 14 % 이하, 타르색소, 인공감미료, 보존료는 검출되지 않아야 한다. 쌀 전분을 포함한 프리믹스류는 고유의 선택과 향미를 가지고 이미, 이취 및 이물이 없어야 하고 수분과 조단백질은 각각 11, 10 % 이하여야하며 500 μm 시험용 체를 통과할 수 있는 입도크기라야 한다.

2. 다양한 쌀 변성전분의 개발

○ 기존 타 전분(옥수수, 밀)과의 차별화되는 출처가 다양한 쌀 전분의 특성을 확인하기 위해 각 전분의 이화학적 특성을 분석하였다. 자포니카형 쌀 전분의 호화온도는 인디카형 쌀 전분보다 낮은 반면에, 최고 점도, breakdown, 최종 점도, setback은 인디카형보다 더 높은 것으로 나타났다. 쌀 전분의 단백질 함량은 최고 점도에 영향을 주는데, 단백질 함량이 높은 쌀 전분의 경우 최고 점도가 감소되었다. 냉장 온도에서 저장하여 제조된 겔은 amylose 함량이 높을 때 단단한 것으로 확인되었다. 따라서, 국내산 쌀 전분(자포니카형)은 수입산 쌀 전분(인디카형)과 비교해보면 산업 분야에 적용함에 있어 이상적인 것으로 예상된다.

○ 다양한 전분을 화학적 변성을 통해 초산전분, 하이드록시프로필화전분, 가교화전분, 복합 변성된 가교화 후 초산전분과 하이드록시프로필전분을 제조하였다. 복합 변성된 쌀 전분은 단일 변성된 전분들의 페이스팅 온도보다 높고, breakdown은 더 낮았다. Control과 단일 변성된 타 전분들과 비교했을 때, 쌀 전분의 복합 변성은 겔 hardness의 유의적인 증가를 초래한 것으로 보인다. 종합적으로 살펴보면, 복합 변성된 쌀 전분의 페이스팅 점도와 물성이 향상되어 노화 지연 효과를 보이는 것으로 확인할 수 있었다. 화학적으로 단일 또는 복합 변성전분은 노화를 지연시키거나 점도를 증가시켜 제빵이나 제면에 산업적으로 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

○ 쌀 전분(2종)과 타 전분(옥수수, 밀)의 페이스팅 특성, 열전이 특성, 조직감 특성을 통해 호화(pregelatinization), 습열(HMT) 및 건열건조(dry heating)와 같은 물리적인 변성 효과를 연구하였다. 호화전분의 페이스팅 점도, 팽윤력, 용해도는 증가하였다. 습열 처리에 의해 옥수수 전분과 밀 전분의 페이스팅 점도는 가교화 전분의 특성과 유사하게 감소한 반면에, 쌀 전분의 페이스팅 점도는 증가하였다. 단일 변성(호화 또는 습열처리) 쌀 전분의 겔 hardness는 저온

저장 중에도 크게 증가하지 않았다. 복합 변성 쌀 전분의 엔탈피는 증가하는 것으로 나타났다. 쌀 생전분과 비교했을 때, 호화시킨 후 건열처리로 제조된 복합 변성 전분들의 페이스트의 열 안정성은 화학적인 변성 방법을 사용하지 않았음에도 불구하고 증가하였다. 그러므로, 호화, HMT와 dry heating과 같은 물리적인 복합 변성은 화학적 변성 처리의 대체방안으로 이용할 수 있다. 특히, 복합 변성 쌀 전분의 물리적으로 처리된 쌀 전분은 점증제나 안정제로써 산업적 이용이 기대된다.

3. 쌀 전분 소재의 응용기술 개발

○ 쌀의 종류별(멥쌀, 찰쌀) 쌀 전분의 이화학적 특성을 분석하여 쌀 전분을 이용한 제품의 응용기술 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다. 쌀 전분은 호화개시온도가 옥수수, 감자, 고구마전분에 비해 낮았고 페이스트 점도가 타 전분에 비해 낮은 경향이였다. 멥쌀 전분의 호화개시온도는 찰쌀 전분에 비해 높았으며 최고점도, breakdown이 보다 높게 나타났다. 가공식품의 원료로 널리 사용되고 있는 옥수수, 감자, 고구마 전분을 멥쌀 및 찰쌀로부터 분리한 전분으로 일부 (10~30%) 대체하여 호화특성의 변화를 조사하였다. 밀가루에 쌀 전분을 대체시에 멥쌀 전분은 밀가루의 페이스트 점도를 증가시키는 반면에 찰쌀 전분은 전반적으로 점도를 감소시키는 것으로 나타났다.

○ 쌀 전분 소재의 베이커리 가공적성을 검토하기 위해 쌀 전분 첨가수준별(0~30%), 쌀 전분 종류별(국산쌀 분리 전분, 태국산 수입 전분, 초산 쌀 전분, 하이드록시프로필 쌀 전분) 머핀, 쿠키, white layer cake에 쌀 전분을 첨가하여 제품의 체적, 비체적, 외관, 색상, 관능평가 등 품질특성을 조사하였다. 쌀 전분을 첨가한 머핀은 20% 첨가수준에서 품질에 크게 영향을 미치지 않았으며 국산쌀 전분을 사용한 머핀이 수입산 쌀 전분에 비해 머핀 제조적성이 우수한 것으로 나타났다. 10~20% 수준의 쌀 전분의 첨가는 sugar-snap cookie의 풍미, 텍스처, 그리고 전반적인 기호도에서 대조구와 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다. 국내산 쌀 전분이 수입산 쌀 전분에 비해 쿠키의 직경, 퍼짐성이 높게 나타났으며 변성전분인 초산 쌀 전분을 첨가한 쿠키는 쿠키의 직경, 두께, 퍼짐성 등 특성이 대조구와 유사하게 나타났다. 쌀 전분의 첨가 (10~30%)는 white layer cake의 부피를 증가시킴에 따라 cake의 외형이 현저히 향상되고 grain, 향미, 텍스처가 대조구와 유사하게 나타나 전반적인 기호도가 대조구 cake에 비해 높게 평가되었다. 생 쌀 전분과 아울러 초산 및 하이드록시프로필 쌀 전분을 사용한 cake에서도 대조구에 비해 품질이 개선되었다. 쌀 전분의 첨가한 머핀과 cake의 내부 crumb 색은 대조구에 비해 밝아졌다.

○ 쌀 전분은 타 전분에 비해 전분의 호화속도가 빠르고 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필 쌀 전분과 같은 변성 쌀 전분은 호화온도를 더욱 낮추어주는 효과가 있는 것으로 확인되었다. 생 쌀 전분을 첨가한 유당면은 대조구에 비해 경도, 검성, 씹힘성이 낮아 부드러운 식감을 주었다. 쌀 변성전분을 첨가한 유당면은 생 쌀 전분 보다 검성, 응집성, 경도, 씹힘성이 낮았으며 특히 초산 쌀 전분의 경우 유당면이 쉽게 호화가 됨과 아울러 경도가 현저히 낮아 부드러운 식감을 부여해 주었다. 쌀 전분을 첨가한 유당면은 밀가루로만 만든 유당면에 비해 관능점수가 다소 높게 평가되었으며, 특히 초산 쌀 전분을 첨가한 유당면은 조리가 빠르고 외관, 색, 향, 맛, 조직감에서 관능적 기호성이 가장 향상됨을 보여주었다. 쌀 전분을 밀가루에 20% 대체한 복합분에 guar gum과 유화제(SSL)를 첨가하여 제조한 유당면의 품질특성을 분석한 결과 관능적 기호성이 향상됨을 나타내었다.

○ 쌀 전분을 첨가하여 제조한 가래떡의 조리특성을 조사한 결과 대조구와 조리후 중량, 부피, 수분흡수율, 고형분 용출량 등 조리특성 및 관능적 기호성에 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 1일 저장후 대조구 가래떡은 맛, 조직감 등 전반적인 기호도가 현저하게 떨어진 반면에 쌀 전분(변성전분)을 첨가한 가래떡은 저장중 기호도 감소가 적게 나타났으며 가래떡의 저장중 텍스처 측정에서도 이를 확인하였다. 이는 쌀 변성전분을 첨가한 떡이 노화지연 효과가 있음을 제시해 주었다.

○ 쌀 전분 크림수프의 점도는 옥수수 전분을 첨가한 수프보다 약간 높은 반면에 감자, 고구마, 밀, 타피오카 전분을 사용하여 제조한 크림수프에 비해서는 다소 낮게 나타났으며, 관능검사 결과 타 전분과 견줄만한 기호성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 쌀 전분을 포함하는 크림수프 배합비에 친수성 콜로이드인 구아검(guar gum)의 첨가가 수프의 품질특성에 미치는 영향을 조사하였다. 쌀 전분 크림수프는 쌀 전분에 구아검의 부분적인 대체로 인해 호화개시온도가 낮아지고 점도의 상승효과를 나타내었으며 크림수프의 외관, 향, 맛, 입안의 감촉 등 관능적 기호성을 향상시킬 수 있음을 나타내 주었다.

○ 머핀 및 컵케이크 제조실험을 통해 쌀 전분 첨가 머핀 및 컵케이크의 프리믹스의 기본 formula와 사용방법을 확립하였다. 쌀 전분을 첨가한 프리믹스 머핀의 품질특성을 조사한 결과 머핀에 첨가되는 버터의 20% 정도를 쌀 전분으로 대체하였을때 프리믹스 머핀의 품질에 별다른 영향을 주지 않아 지방과 열량이 감소된 프리믹스 머핀을 제조할 수 있는 것으로 나타났다. 쌀 전분을 버터에 약 22% 대체한 프리믹스로 제조한 컵케이크는 전분을 첨가하지 않은 대조구에 비해 체적이 증가하고 밝아졌으며 관능적 기호성이 증가하였다.

○ 고지방 식품인 마요네즈의 배합 중 유지를 쌀 전분, 쌀 변성전분, 검 페이스트로 대체하여 저지방 마요네즈를 제조한 후 저지방 마요네즈의 품질 특성을 조사하였다. 마요네즈 제조시 15% 쌀 전분 껍을 사용하여 식용유에 대해 10~50% 대체한 결과 쌀 전분의 첨가수준이 증가할수록 점도는 감소한 반면 색상이 밝아졌으며 쌀 전분 껍을 10~30% 대체한 마요네즈가 전체적으로 보다 좋은 관능적 특성을 나타냈다. 쌀 변성전분 첨가 마요네즈의 점도는 대조구보다 낮았지만 관능평가 결과 외관, 색, 향, 맛, 입안의 감촉, 전체적 기호도에서 하이드록시프로필화 쌀 전분이 가장 높은 결과를 나타냈으며 천연 쌀 전분과 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분이 대조구에 비해 전반적으로 높은 점수를 나타냈다. 쌀 전분과 검류를 혼합 사용한 저지방 마요네즈의 품질특성을 조사한 결과 대조구에 비해 guar gum 10%와 쌀 전분 30~40% 혼합첨가 수준까지 마요네즈의 관능적인 기호도가 우수하게 나타나 쌀 전분과 검류의 혼합사용에 의해 식용유의 양을 40~50% 정도 줄일 수 있는 지방대체제로의 가능성을 제시하였다.

4. 쌀 전분 대체 신가공 제품의 개발 및 산업화

○ 쌀 전분 및 쌀 변성전분을 이용한 제품개발을 위해 태국산 쌀 전분을 이용하여 당면, 컵수프, 조리용 수프 개발 실험을 진행하였다. 쌀 전분, 초산 쌀 전분, 가교 쌀 전분 및 고구마 전분을 이용하여 당면을 제조하였을 때, 전체적인 백색도는 고구마 전분에 비해 쌀 전분이 높이나 전체적으로 밝은 색상을 띠는 당면을 제조할 수 있었다. 제면적성, TA측정 및 당면의 관능검사를 통해 당면의 쌀 전분 함량이 늘어날수록 식감은 떨어지며, 외관 기호도는 높아지는 것을 알 수 있었다. 쌀 전분을 적용한 조리용 수프의 경우, 옥수수전분 적용 수프의 비해 높은 점도와 백색도를 보여 쌀 전분 적용 후 외관 및 식감 기호도가 높아지는 것을 볼 수 있었다.

○ 전분을 사용하는 당면, 수프 그리고 프리믹스(핫케익믹스)에 기존에 고구마전분, 옥수수전분 대신 국내산 쌀에서 추출한 쌀 전분을 적용하여 제품을 개발하기 위한 proto type 제품개발 테스트를 진행하였다. 수프 5종, 컵수프 2종, 프리믹스 1종, 당면 3종, 마요네즈 1종 proto type 개발을 진행하였으며, 산업화를 위해 proto type 제품 중 당면 1종, 프리믹스 1종, 수프 5종, 마요네즈 1종의 시제품을 생산하였다.

○ 당면의 식감 및 최적화된 배합량 확인을 위해 기존 고구마전분 5%, 10%, 15%를 쌀 전분으로 대체하여 건 당면을 제조한 후 색도, 물성 및 관능검사를 진행하였다. 국내산 쌀 전분 함량이 높아짐에 따라 낮은 hardness, springiness, chewiness를 나타냈지만 건당면 제조 시 제품의 L 값이 높아져 밝은 외관을 보임으로써 프리미엄급 당면으로써의 가능성을 확인 할 수 있었다. 국내산 쌀 전분 적용 proto type 당면 제품 개발실험을 통한 유통기한 2년 확보가 가능한

쌀 전분 5% 적용 프리미엄 당면 시제품을 제조하였다.

○ 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익 믹스의 proto type 제품개발을 진행하였다. 가정용 제품믹스인 핫케익 믹스에 옥수수전분 8%를 전량 쌀 전분으로 대체하여 쌀 전분 핫케익 믹스 배합을 설정하였다. 보스트윅(Bostwick) 점도계를 이용하여 핫케익믹스의 점도를 특정한 결과 옥수수전분 적용 반죽에 비해 쌀 전분 적용 반죽에서 높은 점도 특성을 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 부드럽고 높은 점성을 보이는 특성을 통해 제품 가열 후 최종제품 볼륨에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 확인되었다. 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익 믹스 proto type 실험을 통해 유통기한은 12개월로 기존 제품과 동일한 안정성의 확보가 가능한 시제품의 제조를 확인하였다.

○ 쌀 전분을 적용하여 조리용 수프 제품을 제조함으로써 쌀 전분의 적용 가능성을 확인하고 제품화를 위한 공정을 확립 하였다. 조리용 수프 배합 내 옥수수 전분 (기존 당사 수프) 및 쌀 전분(쌀 전분 적용 수프)의 전분 함량은 각각 크림수프 8.2%, 야채수프 8.61%, 양송이 수프 17.0%, 쇠고기 수프 8.61%, 마늘수프 11.02% 이었다. 총 5가지 제품에 대한 색도를 측정하여 쌀 전분 적용시 색도에 미치는 영향에 대해 확인한 결과, 쌀 전분을 투입시 백색도가 증가하는 하여 외관에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 쌀 전분 적용 조리용 수프에 점도를 측정 한 결과, 옥수수전분 대비 쌀 전분 투입시 높은 점도 값을 보이며 관능검사 실시에도 이같은 결과를 확인할 수 있었다. 국내산 쌀 전분 및 기존 옥수수 전분 적용 조리용 수프의 영양성분 분석치는 큰 차이를 보이지 않았으며, 가혹보존실험을 통해 제품의 색도 및 품질 변화 측정치를 근거로 하여 국내산 쌀 전분 적용 조리용 수프 시제품의 유통기한을 12개월로 설정하였다. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 안전성 실험 결과 시제품은 8×10^2 으로 일반세균 규격은 적합하게 나타났으며, 그 외 기타 미생물에 관련된 안전성 실험은 모두 규격내 적합한 것으로 나타났다.

○ 고칼로리 제품으로 미용에 다소 부정적인 제품으로 소비자들에게 인식되던 마요네즈 제품에 새로운 소구점을 부여함과 동시에 새로운 needs를 채워줄 수 있는 칼로리컷 마요네즈 제품 개발을 진행하였다. 쌀 전분을 이용한 마요네즈의 배합설정을 위해 쌀 전분의 함량을 0. 0.5, 1, 2, 4% 첨가하여 5가지 샘플을 제조하였다. 이때 쌀 전분의 함량이 높아질수록 대두유의 함량은 각각 70, 55, 55, 62, 35%를 첨가하였다. 총 5가지 샘플 중 쌀 전분 적용시 점도 및 가공적성이 가장 우수한 쌀 전분 4% 적용 마요네즈제품을 배합을 통해 칼로리컷 마요네즈 시제품을 제조하였다. 시제품의 칼로리 측정결과 쌀 전분 적용제품 총 칼로리는 351.1 kcal/100g 으로 기

존 당사 제품 대비 46.1 %의 칼로리 저감효과를 보임으로써 칼로리컷 마요네즈 제품의 쌀 전분의 적용 가능성을 확인 하였다. 국내산 쌀 전분을 이용하여 생산한 마요네즈 시제품의 소비자 관능검사결과 외관이 우수하며 전반적으로 느끼한 맛이 적어 뒷맛이 깔끔하다는 의견이 나왔으며 기존제품대비 유의차 없는 수준의 기호도를 나타내었다. 쌀 전분 적용 칼로리컷 마요네즈 제품 시제품의 유통기한실험결과 시제품의 유통기한은 8 개월로 기존 당사의 고소한 마요네즈 제품의 유통기간 설정기준 및 유통기한과 큰 차이를 보이지 않았다. 당사에서 생산중인 기존 마요네즈 제품의 규격을 토대로 쌀 전분을 적용한 마요네즈 시제품의 안전성을 확인한 결과 제품의 조지방 함량 외 미생물에 대한 안전성 규격 모두 적합하게 나타났다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

<연구성과>

- 특허: 신기술은 특허출원 3건, 출원중 2건
- 논문: 국내외 전문 학술지에 논문 6편 게재완료, 4편 투고
- 학회 발표: 국내외 학술대회에 참여하여 9편의 연구결과 발표
- 산업화(상품화) 기반을 확립: 쌀 전분 및 변성전분을 이용한 제품
 - 스프 5종(크림, 야채, 양송이, 쇠고기, 마늘 스프), 컵스프 2종, 프리믹스 1종, 당면 3종, 마요네즈 1종(칼로리컷 마요네즈) proto type 개발
 - 제품 별 최적 공정 확립 후 생산 현장에 적용 완료하여 산업화를 위한 여건을 확립
 - 당면 1종, 프리믹스 1종, 스프 5종, 마요네즈 1종 총 8종의 산업화를 위한 시제품을 생산함

<성과 활용 계획>

- 본 연구과제의 수행으로 얻은 기초적인 연구결과는 국내·외 유명 학술회의에 발표하고 전문 학술지에 논문으로 게재함
- 본 연구결과 개발된 새로운 친환경적 쌀 전분의 제조기술은 특허로 출원하며, 개발된 기술을 본 과제의 참여기업인에 기술이전 함으로써 관련제품의 생산 및 상품화에 적극 활용할 계획임.
- 쌀 전분 제품의 상품화 및 품질 기준(안)은 쌀 수요확대를 위한 정책자료로 활용하도록 함
- 다양한 물성을 지닌 쌀 전분 및 변성 쌀 전분류 연구를 통해 타 전분 대체 가능성을 제시하여 쌀 전분 활용 가능성을 확대하도록 함
- 조리용 분말 스프 및 마요네즈의 경우 참여기업(대상주식회사) 매출 기준으로 220억(스프 70억, 마요네즈 150억), 생산량으로는 6800ton (스프 약 800ton, 마요네즈 약 6000ton)으로 생산량 및 매출을 보이는 사업군임. 두 제품군 내 쌀 전분 약 4% 적용 시, 쌀 전분의 신규

사용량은 270 ton에 달하며 프리믹스, 당면 및 타 전분 사용 제품에 쌀 전분을 적용 시 그 사용량은 기하급수적으로 늘어날 것으로 보임. 또한 타 전분에 비해 외관 및 관능이 우수한 쌀 전분을 제품에 적용시 프리미엄으로 소비자들의 호응을 얻을 수 있으며, 향후 추가적인 쌀 적용 제품 출시에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상됨.

- 개발된 가공제품은 향후 홍보매체를 통하여 전파함으로써 쌀 전분가공식품의 소비확대에 기여할 계획임

SUMMARY

I. Title

Development of rice starch manufacturing process and processed products with rice starch substitution

II. Objectives and Significance

Starch is not only a major source of energy for human diets, but also important as a functional component in the formulation of food products. Commercial starches are obtained from grains, such as corn, wheat, and rice, and from tubers and roots of particularly potato, sweet potato, and cassava. Rice starch is not widely used as starches derived from the other sources, because of the high value of milled rice as a food. Rice starch exhibits unique characteristics and could be used in many food applications. However, domestically very little work has been made on the manufacturing process, starch modification and product development for the utilization of rice starch.

Therefore, the objectives of this research were as follows

1. to develop manufacturing process and establish quality standards for rice starch
2. to develop various modified rice starches
3. to develop application technology for rice starch use
4. to develop and commercialize new processed products with rice starch

III. Scope and Contents

1. Development of manufacturing process and establishment of quality standards for rice starch
 - Extraction yield, purity and characteristics of rice starch
 - Optimization of rice starch manufacturing process
 - Establishment of quality standards for rice starch and rice starch products
2. Development of various modified rice starches
 - Studies on physicochemical characteristics of rice starch

- Development of chemically modified rice starch
- Development of physically modified rice starch

3. Development of application technology for rice starch use

- Studies on functional properties of rice starch compared to other starches
- Studies on processing quality of rice starch in bakery, noodle and rice cake systems
- Development of various application technologies using rice starch

4. Development and commercialization of new processed products with rice starch

- Development of food products using native and modified rice starches

IV. Results

1. Development of manufacturing process and establishment of quality standards for rice starch

○ Yield, purity, and characteristics of rice starches were analyzed according to polishing rate, particle size of rice flour, dry and wet grinding method, and types of rice (*Ilbanmi* and *Gogomi*). Optimum manufacturing method of the alkali treatment was based on the qualities of rice starch above mentioned. First, five times with 0.2 % NaOH solution were added to a particle size of rice 20 ~ 11.25 μm and the supernatant was removed after overnight. Rice starch was washed repeatedly until no burette reaction and dried at room temperature through a neutralization process.

○ To develop eco-friendly manufacturing techniques, rice starch preparation by enzymatic treatment method was devised instead of traditional alkali treatment method. Protein content of rice starch was analyzed when reacted using Protamex, Nutrase, Alcalase. When reacted with Protamex for 8 hours, the protein content was as low as 2.4 %. With enzyme treatment of Cytolase p15 0.1 % for 8 hrs, followed by Protamex 0.1 % for 8 hrs, crude protein content of rice starch was found in 1.9 % of treatment for 8 hours reaction, and starch value was the highest of 89.3 %.

○ To produce rice starch using the primary enzyme treatment, rice is screened, crushed, and then 4 times distilled water is added to the rice flour and adjusted to pH 5, 50 ~ 55 °C. The 0.1% Cytolase pcl5 is reacted at 120 ~ 150 RPM for 8 hours, and the reactant is washed with distilled water. Protamex 0.1 % is reacted for 8 hours, and the reactant is re-washed again. 0.1 % of sodium benzoate was added to the washed solid, the supernatant was separated using a centrifuge, and then washed twice with distilled water. To produce rice starch using the secondary enzyme treatment, rice is dry-pulverized to a particle size of 11.25 μm and reacted at pH 5, 50 ~ 55 °C, 120 ~ 150 RPM with 0.1% Cytolase pcl5 for 8 hours, followed by the addition of Protamex 0.1%. After the reaction, 0.1% sodium benzoate is added to solid content, and the supernatant is separated by using a centrifuge. The resulting rice starch is washed twice and then dried at room temperature.

○ Rice starch was prepared from the rice flours with different particle sizes in order to control the protein content in the rice starch for various starch utilizations. From rice flours with particle sizes of 48.4, 11.24, 8.49 μm , protein contents of rice starch were 4.24, 2.60, 0.54%, respectively, and starch value was analysed as more than 90%. However, it was necessary to observe the exact experimental conditions of enzyme treatment for large scale production, since the enzyme treatment is so sensitive to the method of rice flour preparation, mixing methods, temperature, pH, and so on.

○ Based on quality standards, rice starch is a white powder, has no unnatural taste and off-flavor. Moisture, crude protein, and ash content should be below 14, 0.2, and 0.15%, respectively. Processed bakery products containing rice starch should have unique flavor and color, no unnatural taste, no off-flavor and no foreign substances. In case of fried products, acid value and bacterial counts should be below 2.0 and 1.0×10^3 . Also coliform, tar dyes, artificial sweeteners and preservatives should be negative or not detected. Noodle products containing rice starch should have a unique color and flavor. They should not have unnatural taste, off-flavor, and foreign substances. Also moisture contents are below 14 %, and tar dyes, artificial sweeteners, and preservatives should not be detected in the processed noodle products containing rice starch. The premixes containing rice starch should be unique color and flavor, should be no unnatural taste, no off-flavor and no foreign substances. Also moisture and crude protein content should be below 11 and 10%,

respectively, and the particles should pass through the test sieve of 500 μm .

2. Development of various modified rice starches

○ The physicochemical properties of rice starches from different cultivars were investigated. The pasting temperature of the starches isolated from *japonica* rices was lower than that of *indica* rice starches. However, the peak and final viscosity, breakdown, and setback of starches isolated from *japonica* rice were higher than those of *indica* rice starches. Protein content in rice starches influenced on the peak viscosity, which was reduced when the protein content in rice starches increased. Gelatinized starch pastes became gel by storing at 4°C and the extent of gel firmness was increased positively with amylose content. Based on these results, the starches isolated from *japonica* rices may be more desirable for industrial utilization compared to those isolated from *indica* rices.

○ Rice starches were chemically modified by several methods (acetylation, hydroxypropylation, cross-linking, and dual modification of cross-linked acetylation or cross-linked hydroxypropylation). Dual modified rice starches showed higher pasting temperatures and lower breakdown, compared to corresponding single modified rice starches. Also, they exhibited significant increase in gel hardness as compared to the corresponding unmodified or single modified rice starches. Overall, dual modification effectively retarded retrogradation of rice starches. These results may be attributed to the improvement of the paste viscosity and physical properties. Possibly, rice starches modified by single or dual method may be used in bakery and noodle making.

○ Effects of physical modification such as pregelatinization, heat-moisture treatment, and dry heating on the pasting, thermal and textural properties of various starches (corn, wheat, and two cultivars of rice) were investigated. By pregelatinization, the paste viscosity, swelling power, and solubility of all starches were increased, compared to those of native starches. However, the change of paste viscosity by heat-moisture treatment (HMT) was somewhat different depending on the starch source. By HMT, corn and wheat starches had decreased pasting viscosity, similarly to cross-linked starches. On the other hands, HMT rice starches had increased pasting viscosity. The gel hardness of single modified (pregelatinization or HMT) rice starches did not increase significantly. The

gelatinization enthalpy and pasting stability of dual modified (pregelatinization and dry heating) rice starches were higher than native starches. Therefore, it is expected that the physical modifications could be used as an alternative to chemical modification for rice starches. Especially, dual modified rice starches may be used as thickening agents or stabilizer.

3. Development of application technology for rice starch use

○ Rice starches were prepared from different types of rice, and their physicochemical properties were studied. Rapid visco analyzer (RVA) was performed to evaluate the pasting properties of selected starches, i.e. corn, potato, and sweet potato starches and wheat flours substituted with rice starches isolated from normal and waxy rice samples. Gelatinization temperature and pasting viscosities of rice starch were lower than those of the corn, potato, and sweet potato starches. Incorporating normal rice starch increased pasting viscosities of wheat flour, while waxy rice starch resulted in lowered flour pasting viscosities.

○ For the development of bakery products containing rice starch, replacement of wheat flour by 10~30% native and modified rice starch was tested for the effects on quality characteristics of muffin, sugar-snap cookie and white layer cake. Replacement of 20% wheat flour by native and modified(acetylated or hydroxypropylated) rice starch did not significantly affect muffin characteristics. Rice starch substitution up to 30% resulted in increased cake volume and improved sensory characteristics such as grain, flavor and texture. Physical and sensory properties indicated that rice starch could be added to muffin, cookie, and cake at replacement levels up to 20~30% without adverse effects on the muffin, cookie, and cake qualities.

○ The effects of rice starch addition including native and modified(acetylated or hydroxypropylated) rice starch on the quality characteristics of instant fried noodles were tested. The addition of acetylated and hydroxylated rice starch as well as native rice starch demonstrated increased cooked weight, volume, and water absorption of the fried noodles, compared to control noodles. The addition of native rice starch tended to increase softness of noodles, whereas addition of acetylated or hydroxypropylated rice starch significantly lowered hardness, gumminess, and chewiness values. The results of the sensory evaluation

indicate that noodles containing rice starches showed improved sensory characteristics such as color, appearance, flavor, taste, and texture. Especially, acetylated rice starch could be used to improve eating quality of instant fried noodle. Effects of adding gum and emulsifier on the instant fried-noodle quality were also examined. Addition of optimum combination of guar gum and sodium stearyl lactylate(SSL) to flour demonstrated improved noodle quality characteristics.

○ Replacement of white milled rice flour by 2% rice starch was tested for the quality characteristics of Korean rice cake(*Garaedduk*). Compared to the control(100% rice flour), *Garaedduk* containing rice starch(modified rice starch) resulted in soft texture and good sensory properties during storage. Muffin and cup cake premixes were developed by partial replacement of fat by rice starch, and the quality characteristics were tested. Approximately 20~25% replacement of fat by rice starch increased the volume of cup cake and lightness, causing overall organoleptic acceptability.

○ Quality characteristics of cream soup containing 5% w/w rice starch were investigated to develop a new cream soup formulation. Sensory evaluation showed that the overall acceptability score of cream soup containing rice starch was 6.7 on a nine-point hedonic scale and comparable to those containing potato, sweet potato, wheat, and tapioca starch scores ranging from 6.2 to 6.9, since rice starch cream soup seemed to give soft and clean taste. Apparent viscosity measured on the cooked cream soup containing rice starch was somewhat lower than those containing potato, sweet potato, tapioca, and wheat starches, while increased gradually at increased guar gum replacement levels. Guar gum also lowered pasting temperatures in cream soup formulation and resulted in increased pasting viscosities. Guar gum replacement up to 15% appeared to improve sensory characteristics of rice starch cream soup such as appearance, flavor, mouthfeel, and overall acceptability.

○ Suitability of native and chemically modified (hydroxypropylation or cross-linked hydroxypropylation) rice starches alone or along with gums (guar and xanthan) were investigated for formulation of low-fat mayonnaise. Mayonnaise with 10~30% replacement of fat by rice starch appeared to have better sensory characteristics. Low-fat mayonnaise could be developed by oil replacement by the use of rice starch (30~40%) and guar gum (10%) combinations.

4. Development and commercialization of new processed products with rice starch

Total rice consumption in Korea is continuously declining by a changing of consumer trend. Recently the situation require countermeasure for this problem of economic loss due to increase in the stock of rice.

Therefore the purpose of this study is to develop food products using rice starch, and thus to industrialize the products, eventually increasing the consumption of rice. The results are as blow.

- To investigate the possibilities of using rice starch, we investigated various products containing rice and rice starch, and selected some products for commercial development.
- The developed prototypes using rice starch were 5 types of soup powder, 2 types of cup soup powder, 1 type of cake premix powder, 3 types of noodle, and 1 type of mayonnaise.
- For the developed prototype using rice starch, we conducted the quality evaluation and checked the stability.
- For the commercial food products containing rice starch developed in this study, we established an optimum manufacturing process to industrialize the products.
- We produced 1 type of noodle, 1 type of cakes premix powder, 5 types of soup powder and 1 type of mayonnaise through the established process.

Rice and rice starch consumption is expected to increase significantly by adding rice starch to existing products. By commercializing new products with rice starch, our company sales seems to increase.

5. Research Outcome and Utilization Plan

- Basic research results obtained from this research were used for presenting in scientific society and publishing in scientific journals. Some research results were submitted for patent. Newly developed processed products with rice starch will be transferred to industry for commercial production
- 6 research papers were published
- 4 research papers have been in submission
- 9 posters were presented
- 12 prototypes of processed products with rice starch were developed
- 9 processed products are ready for commercial production

CONTENTS

Chapter 1. Overview of research	25
Chapter 2. Current status of domestic and foreign technologies	31
Chapter 3. Contents and results	37
Section 1. Development of manufacturing process and establishment of quality standards for rice starch	37
Section 2. Development of various modified rice starches	211
Section 3. Development of application technology for rice starch use	255
Section 4. Development and commercialization of new processed products with rice starch	343
Chapter 4. Research goal attainment and contribution to related area	407
Chapter 5. Research outcome and utilization plan	409
Chapter 6. Overseas science and technology information	412
Chapter 7. Current status of research instrument or equipment	413
Chapter 8. References	414

목 차

요약문	3
목차	23
제 1 장 연구개발과제의 개요	25
제 2 장 국내외 기술개발 현황	31
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	37
제 1 절 쌀 전분의 추출 제조공정 개발 및 품질규격 설정	37
제 2 절 다양한 쌀 변성전분의 개발	211
제 3 절 쌀 전분 소재의 응용기술 개발	255
제 4 절 쌀 전분 대체 신가공 제품의 개발 및 산업화	343
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	407
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	409
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	412
제 7 장 연구시설·장비 현황	413
제 8 장 참고문헌	414

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

본 연구는 쌀 전분의 추출 제조공정을 확립하고 다양한 쌀 변성전분을 개발하며 타 전분에 대체할 수 있는 응용기술을 개발하여 소비자들이 다량 섭취하는 가공식품군인 면류, 베이커리류, 프리믹스, 편의식, 수프류, 소스류 등의 다양한 응용 제품 개발에 적용하고 신가공 기술을 산업화함으로써 새로운 쌀 수요를 창출하고 소비촉진을 이루고자 함.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 다양한 쌀 가공식품의 개발을 통한 쌀의 수요 확대가 시급히 요구되고 있음

- 우리나라 국민의 식생활 패턴의 변화에 의해 1인당 연간 쌀 소비량은 132.4 kg('80년)에서, 119.6 kg('90년), 93.9 kg('00년)으로 감소하였고 '09년 말에는 74.4 kg으로 계속 줄어들고 있음. 쌀의 수요량 감소에 따라 이월되는 재고의 문제로 경제적 손실이 크게 발생하고 있으며 이에 대한 대책 마련이 절실히 필요함.
- 현재 국산쌀 뿐 만 아니라 MMA 등을 통해 가격이 3배나 저렴한 수입쌀 30만톤을 들여와 매년 국내에서 가공용으로 제공하고 있으나 현재는 10만 톤 밖에 사용되지 못하고 있으며 20만톤은 재고미로 쌓이고 있는 실정으로, 이는 국내 쌀 가공산업이 아직 활성화되어 있지 않아 제품의 종류가 다양하지 못하기 때문임.
- 국내에서 소비되는 쌀은 대부분이(약 95%) 밥쌀 용으로 사용되고 쌀 가공식품은 5% 이내에 불과한 실정으로 일본의 15% 정도에 비해 훨씬 낮음. 그동안 쌀가공산업의 70% 이상이 떡·면류와 주류를 제조하는데 편중되어 있어 보다 다양한 가공제품으로 소비의 필요성이 증가하고 있음.
- 쌀의 공급과 수요를 종합적으로 고려할 때 향후 일정수준의 공급과잉이 추세적으로 예상되고 있으며, 이를 극복하기 위해서는 공급측면의 다양한 정책과 더불어 쌀 소비를 진작시키기 위한 정책이 필요하며 그 일환으로 다양한 쌀 가공제품의 개발과 가공제품의 원료로서 쌀의 적합성을 높여 나가기위한 적극적인 노력이 필요함.
- 서구에서 쌀은 밀가루에 알러지가 있는 사람들을 위하여 밀가루의 대체할 수 있는 곡류로 이용되고 있음. 밀가루 알러지에는 설사, 복부경련, 가스생성 등을 발병하는 셀리악 질병(celiac disease)을 포함하며 이는 밀단백질인 글루텐(gluten)중 gliadin에 기인하는 것으로 알려져 있음. 밀가루에 알러지가 있는 사람은 식단에서 밀가루 제품을 피하는 것이 권장되며 글루텐 단백질이 없는 쌀 제품에 대한

소비자의 관심이 증가하고 있음.

- 현재 쌀 소비촉진을 위한 대상은 쌀 곡립 및 쌀가루로 맞추어져 있으며 쌀 전분의 활용에 관련된 보고는 많지 않은 실정임. 따라서 쌀에 대한 소비촉진을 위해서는 쌀 전분 제조 및 쌀 전분을 활용한 가공식품의 개발의 필요성도 증가되고 있음.

2. 기존의 전분을 대체할 수 있는 쌀 전분의 고유 특성을 발굴해야할 필요성이 있음

- 전분은 옥수수, 감자, 고구마, 타피오카, 쌀 등의 식물에서 얻어지는 가장 풍부한 천연원료 중의 하나인 고분자 물질로 전 세계 인류 섭취열량의 70~80%를 공급하고 있음. 전분은 영양적 측면 뿐 만 아니라 팽윤, 호화, 겔화, 노화 등 전분이 가지고 있는 다양한 물리적 현상으로 식품계에서 증점제, 보형제, 냉해동 안정제 및 유화안정제로 사용함으로써 식품의 조직감, 기호성, 품질을 향상시키는 등 기능성을 부여하는 중요한 성분임.
- 쌀 전분은 전세계적으로 생산되고 있으나 옥수수나 밀전분과 비교하여 전분의 분리가 어려워 상대적으로 생산비용이 높고 가격이 높은 편임.
- 쌀 전분은 알칼리, detergent, 또는 단백질 분해효소 처리에 의해 추출 정제함. 일반적으로 알칼리 추출에 의해 고순도의 전분을 생산하지만 알칼리와 염을 방출하게 되며, detergent 역시 단백질과 섬유소를 제거하기에 효율적이지만 폐수와 전분의 성질을 변화시키는 문제점을 야기할 수 있음. 또한 단백질 분해효소 처리는 중성 pH에서 이루어지지만 긴 분해시간에 의해 상업적 생산비용을 높이고 미생물적 문제점이 가중시킬 수 있음.
- 쌀 전분은 쌀 중량의 70% 이상을 차지하며 다각형의 형태로 타 전분에 비하여 입자 크기가 작음(2~10 um). 쌀 전분은 입자가 미세하여 표면적이 커서 많은 물질을 표면에 흡착시킬 수 있으며, 호화온도가 65~70C로 지하 전분보다 높은 편이며 낮은 점도를 가지고 있음.
- 쌀 전분은 유화 유제품에 존재하는 유지방 입자와 크기가 비슷하여 아이스크림, 요거트, 쉐러드 드레싱 등에 지방대체제로 활용할 수 있을 것으로 기대됨. 또한 깨끗한 식감 및 부드러운 조직감으로 인해 Non-dairy 아이스크림에 적용이 가능함.
- 아래 표와 같이 옥수수 및 감자 전분보다 인지질의 함량이 높아, paste상에서 낮은 점도와 투과성을 나타냄. 쌀 전분은 상대적으로 겔 형성이 빠르며 조직이 부드러워서 breakfast cereal류 등에 적용 시 우유 속에서 바삭함을 장시간 유지하는데 기여함.
- 따라서 쌀 전분의 효율적이고 친환경적인 제조기술을 개발하고, 타 전분들과 차별화 되는 다양한 물리적 특성 (점도, 유변특성, 식감, 겔형성 등)을 조사하여 쌀 전분의 응용 분야를 모색할 필요가 있음.

3. 쌀 전분의 가공적성을 향상시키기 위한 다양한 쌀 변성전분의 개발이 필요시 됨

- 타 전분의 변성기술에 관해서는 국내외적으로 많이 연구개발되어 있으나 쌀의 전분에 관해서는 상대적으로 연구가 충분하게 이루어지지 않았으며 국내에서는 아직 쌀 전분을 소재로 한 변성전분의 제조와 응용에 관한 연구가 체계적으로 확립되어있지 못한 실정임.
- 따라서 다양한 화학적 물리적 변성방법을 활용하여 쌀 전분의 구조를 변형하여 다양한 응용에 적합한 물리적 특성이 확보된 전분을 제조할 필요성이 있음.

4. 균일한 품질의 쌀 전분 및 응용제품을 위한 가공기술기준 및 품질규격의 설정이 요구됨

- 쌀 전분에 대하여 현행 식품공전에서는 29-3. 전분에 대한 규격이 설정되어 있으나, 감자, 고구마 및 기타전분으로만 구분되어 있으며 품질규격으로서는 수분, 회분, 산도에 대하여만 규정하고 있는 실정임.
- 식품첨가물공전에서 174 변성전분에 대한 규정으로서 여러 가지 곡물이나 근경에서 유래한 전분을 소량으로 화학물질로 처리하여 전분의 히드록시기와 반응물질사이의 반응에 의해 화학적으로 변형시킨 것 또는 이를 호화 한 것으로 전분본래의 물리적 특성을 변형시킨 것으로 규정하고, 품목으로 산화전분, 아세틸아디핀산이전분 등 10종에 대하여 기술하고 있음. 첨가물기준규격으로서 비소, 중금속, 납, 이산화황에 대한 규격이 설정되어 있으며, 품종에 따라 아디핀산기, 아세틸기, 옥테닐호박산나트륨전분 치환도, 인산염, 초산비닐, 카르복실기, 프로필렌클로로히드린, 히드록시프로필기에 대한 기준이 기술되어 있음.
- 쌀 전분은 다각형 입자로서 덩어리로 뭉쳐있는 경향이 크며, 상업적으로 활용되는 전분 중 입자가 가장 작은 특징을 나타내고 있음. 또한 쌀 전분의 특성상 amylose 함량이 다양하고, 기타전분으로서 식품으로 적용될 수 있으며, 쌀 변성전분은 식품첨가물로서 세탁용 starch, 화장품용 dusting powders 및 pudding의 점증제 등 다양하게 활용되고 있음.
- 쌀 전분은 식품 및 식품가공용뿐만 아니라 기타 산업에 활용성이 높은 품목으로서 쌀을 이용한 전분의 활용성을 증대시키기 위하여 용도별 제품 규격화를 통한 품질 균일화가 필요하며 균일한 품질의 쌀 전분 및 응용제품을 생산하기 위해서는 쌀 전분의 용도별 가공기술기준 및 품질규격의 설정이 요구됨.

5. 쌀 전분을 활용한 다양한 응용기술 및 제품화를 통한 새로운 수요를 창출한 필요성이 있음

- 쌀 전분은 다른 전분에 비하여 소화흡수율이 아주 높으며 글루텐이 없는 소재로서 하이포알러제닉(hypoallergenic)하여 이유식 등의 유아식품과 특수식품 등에 사용되고 있으며 그 활용성이 높아지고 있음.

- 전분 활용기술에서 밀가루를 대체 가능한 전분의 개발을 통한 다양한 용도 개발을 위해서 균일한 품질의 전분 생산이 필수적이고, 이를 활용한 가공식품에 적합한 용도로 개발의 필요성이 있음.
- 쌀은 70 ~ 80% 이상이 전분으로 구성되어 있어 그 가공적성이 주로 전분의 특성에 크게 영향을 받으며 전분의 특성중 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량이 가장 중요한 요인으로 알려져 있음. 쌀은 그 종류와 품종에 따라 아밀로오스 함량에 차이를 보일 수 있으며 또한 분자구조적 차이에 따라 차이를 줄 수 있어 쌀 전분의 물리화학적 성질에 큰 영향을 미치는 것으로 보고됨. 이에 따라 쌀의 종류에 따른 쌀 전분의 특성에 대한 체계적인 연구가 필요함.
- 원료 전분의 종류와 이화학적 특성은 전분국수의 가공과 최종 전분국수의 품질에 중요한 역할을 함. 전분국수는 전통적으로 녹두, 고구마, 감자 등의 전분이 주로 이용되고 있는데 쌀 전분을 이용한 전분국수의 가공적성을 조사하고 바람직한 전분국수의 외형과 식감을 제공할 수 있는 가공기술을 모색할 필요성이 있음.
- 쌀 가공식품은 저장하는 동안 전분의 노화가 진행되며 이는 쌀 가공제품의 대표적인 떡을 쉽게 굳게 하여 상품성을 저하시키는 중요한 요인임. 전분의 노화를 억제하기 위해 여러 가지 첨가물이 사용될 수 있으며 이에 따라 쌀 변성전분의 노화억제 가능성을 조사할 필요성이 있음.
- 따라서 쌀을 이용해 제조한 쌀 전분과 이를 활용한 다양한 변성전분을 사용하여 소비자들이 다량 섭취하는 가공식품군인 면류, 프리믹스, 편의식, 죽/수프류, 소스류 등의 다양한 제품 개발에 적용하고 신가공 기술을 산업화함으로써 새로운 쌀 수요를 창출하고 소비촉진을 이룰 필요성이 있음.

제 3 절 연구범위

1. 쌀 전분 추출 제조공정의 개발 및 품질규격 설정

- 쌀 전분 제조시 제조방법별 수율, 순도 및 특성
 - 입도별, 분쇄방법별, 일반미와 고고미, 도정율별 전분 특성 분석
 - 쌀 전분의 단백질 함량 조절 처리구별 전분특성 변화
- 쌀 전분 제조공정 최적화
 - 알카리처리, 친환경적 쌀 전분 제조방법인 효소처리 산업적 공정 최적화
 - 대량생산이 가능한 기계설비 검토
- 쌀 전분 및 쌀 전분을 활용한 가공제품 품질기준 규격 설정
 - 생산기술현황 조사
 - 쌀 전분과 쌀 전분 응용제품 품질관리현황 조사
 - 쌀 전분의 생산기술기준(안)
 - 쌀 전분을 활용한 가공제품 품질기준규격(안) 보완, 기준규격(안) 도출

2. 다양한 쌀 변성전분의 개발

- 쌀 전분의 이화학적 특성 규명
 - 타 전분과 차별화 되는 쌀 전분의 고유 특성 발굴
 - 각 전분의 이화학적 특성(입자분포, 결정구조, 열전이 특성, 페이스트 점도 등) 비교
 - 쌀 전분의 고유 특성을 활용한 기존 활용제품의 확보 및 활용가능 제품의 모색
- 쌀 전분의 화학적 변성 개발
 - 다양한 화학적 변성 방법을 통한 쌀 전분의 구조 변화 및 이화학적 특성 변화 분석
 - 각 변성 전분의 이화학적 특성(치환도, 결정구조, 열전이 특성 등) 분석
 - 기존 타 전분과의 변성 효과 및 경제성 비교 분석
- 쌀 전분의 물리적 변성 개발
 - 다양한 물리적 변성 방법을 통한 쌀 전분의 구조 변화 및 이화학적 특성 변화 분석
 - 각 변성 전분의 이화학적 특성(결정구조, 페이스트 점도 등) 분석
 - 소화율 분석을 통한 기능성 식품원료로서의 응용 방안 모색
 - 변성 쌀 전분의 경제성 향상을 위한 반응 수율의 극대화

3. 쌀 전분 소재의 응용기술 개발

- 쌀 전분 소재의 기능적 특성 차이를 조사함
 - 쌀 종류에 따른 쌀 전분의 물리화학적 특성
 - 타 전분(옥수수, 밀, 고구마, 감자)과의 특성차이를 조사
 - 쌀 전분 소재의 물리화학적 특성 분석
- 쌀 전분 소재의 식품 가공적성에 관해 조사함
 - 쌀 전분 소재의 베이커리 시스템에서의 가공적성 검토
 - 쌀 전분 소재의 면류 시스템에서의 가공적성
 - 쌀 전분 소재의 떡류 가공적성
 - 타 전분 소재와의 가공적성 비교 평가
- 쌀 전분 소재를 활용한 다양한 응용기술을 개발함
 - 쌀 전분 첨가 베이커리 제품의 응용기술 개발
 - 쌀 전분 첨가 면류 제품의 응용기술 개발
 - 쌀 전분의 지방대체재 응용기술 개발

4. 쌀 전분 대체 신가공 제품의 개발 및 산업화

- 쌀 전분 이용 및 타 원료의 대체가능 현황 조사
 - 국내 쌀 및 쌀 가공소재를 이용한 유통제품의 현황조사
 - 제품 개발을 위한 적용가능 소재류 및 개발시 문제점 파악
- 쌀 전분 및 변성전분을 이용한 제품개발
 - 개발된 쌀 전분과 변성전분류의 개발 제품에 대한 적용효과 및 원료대체 가능성 검토
 - 적용효과 검토 결과에 기초한 편의식, 죽/수프류, 면류, 미용식품(칼로리컷) 제품의 proto-type 개발
 - 제품별 배합비 조정 및 품질 경쟁력 확보
 - 개발 제품의 유통 안정성 및 소비자 조사
 - 안정성 검토가 완료된 개발 제품의 현장 적용을 통한 scale-up 과 공정 최적화
 - 상품화 과정을 통한 시제품 개발

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절. 국내 제품 및 시장 현황

1. 전분류

- 전분 제품은 크게 두 가지로 나누게 되는데 원료로부터 추출한 전분과 물리/화학적 변형을 통한 변성전분으로 분류됨. 우리나라에서 대부분 수입 옥수수를 통해서 제조가 되고 있으며, 기타 고구마, 감자전분류가 생산되고 있음. 하지만 옥수수는 최근 바이오에너지의 각광 및 곡물가격의 상승의 다양한 외부환경 변화로 인한 어려움과 유전자변형 원료의 소비자 우려 등의 문제로 다소 어려운 문제를 가지고 있음. 우리나라만 해도 09년 약 145만 톤의 옥수수를 수입하였고, 금액으로는 352백 달러에 이르고 있음(관세청, 전분당협회). 이러한 전분류 들은 제과/제빵 및 제면, 프리믹스, 편의식, 소스류, 음료 등의 식품산업 기초 소재로 활발하게 활용이 이루어지고 있음. 물론 국내에서 다양한 전분소재를 가공하고는 있지만 이외에도 일반전분과 변성전분이 09년 21만 톤이 수입되어 사용되고 있는 실정임.

2. 쌀 가공소재 및 쌀 전분

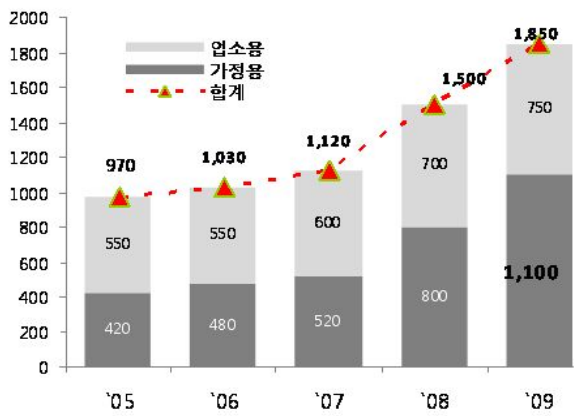
- 현재 쌀 가공소재는 쌀 자체로 분말화, 알파화, 추출물의 형태 등 단순한 가공위주로 활용되고 있는 실정임. 이러한 가공 형태로는 식품 산업에 이용을 확대하는 것에 한계가 있으며, 고부가가치 형태로의 발전방향의 모색이 필요함. 특히 쌀 전분의 경우 최근 학술적 연구가 활발히 진행되어 구조의 해석이나 전분의 분해 및 합성에 관한 연구결과들의 발전이 상당히 이루어진 상황임. 하지만 산업화가 적극적으로 이뤄지고 있지 않으며, 쌀 전분을 이용한 제품들은 전무한 상황임. 현재 쌀을 소재로 이용한 가공식품의 시장은 약 1조 이상으로 추정하고 있으며, 이는 떡, 면, 주류, 밥, 죽, 제과 등으로 쌀을 위주로 사용한 제품 외에는 다양하게 적용되지 않고 있음. 이는 쌀 가공소재가 가지고 있는 다양성의 부족과 용도별로 차별화하여 적용 가능한 소재가 부재하기 때문임. 향후에는 점차 감소되어 가는 쌀 사용량을 정부시책에 부흥하여 증대 시키고, 그 이용 분야를 확대시키기 위해서는 세분화된 기능성과 용도에 따라 적용할 수 있는 다양한 쌀 가공소재가 필요하며, 그중 쌀 전분의 식품용 소재로의 적용은 상당한 매력을 가지고 있으며, 반드시 필요함.

3. 면류

- 국내 면류의 경우 건면은 쌀 원료의 사용이 제한적이며, 압출면의 경우 쌀을 이용한 제품에는 쌀가루의 사용 비율이 30~100%까지 사용한 제품이 생산되고 있는 실정임. 우리나라 면류의 생산량은 약 66만톤 수준으로 약 1조 7천억원의 시장규모를 형성하고 있으며, 생산량 기준으로 유탕면이 약 58%, 건면이 약 16%, 그 외 생면/숙면/개량숙면 등이 약 26%를 차지하고 있음. 이러한 면류 시장은 매년 5%이상의 성장률을 보이고 있음. 이중 쌀을 소재로 한 면류 가공식품의 시장규모는 약 1,170억 수준에 이르고 있지만 대부분 쌀가루를 이용한 제품으로 쌀 전분을 이용한 제품은 전무한 상황임. 향후 쌀 전분 활용을 통한 식감과 가공적성의 개선을 이룰 수 있을 것으로 전망됨.

4. 프리믹스

- 프리믹스는 부침/튀김가루가 시장의 약 55%를 차지하고 있어 전체 시장을 주도해 나가고 있으며, 최근 가당 프리믹스(베이커리 및 호떡 등)가 큰 폭으로 성장하면서 시장성장을 이끌어 오고 있음, 프리믹스는 연평균 17.5%의 높은 성장률로 향후 지속적인 시장 확대가 예상되고 있는 품목군임, 하지만 쌀을 활용한 제품의 확대가 미비한 상황이며, 쌀 이용 시 밀가루나 기타 변성전분 사용대비 식감의 저하, 가격상승 등의 문제가 쌀 이용 확대의 장애가 되고 있음.



(출처: 닐슨컴퍼니)

<표> 품목별 국내 가정용 프리믹스 시장현황

품목	금액(백만원)
부침가루	41,000
튀김가루	20,000
가당프리믹스	28,000
쌀가루	9,000
기타	12,000
계	110,000

<그림> 연도별 국내 프리믹스 시장추이

5. 편의식, 죽/수프류

- 편의식 및 죽/수프류의 경우 쌀을 주원료로 하는 가공밥, 죽류를 제외한 전부분에서 쌀 이용 시도가 확대되고 있는 상황임. 편의성을 강조하게 되면서 발생하게 되는 건강에 대한 우려와 대용식으로서의 발전이 활발하게 진행되는 가운데 쌀에 대한 수용이 매우 적극적인 분야중 하나임. 주로 이용되는 제품은 수프, 카레류의 밀가루 루(Roux)와 변성전분의 대체용도로 이용되고 있으나, 역시 가격상승과 용도에 맞는 다양한 소재의 부재 등이 확대의 장애요인이 되고 있음.

6. 마요네즈, 케찹, 드레싱, 소스류

- 소스류에 사용 되어지는 전분류의 경우 물성개량을 위한 변성전분(AA전분, 산화전분 등)의 형태로 주로 사용되고 있으며, 제품 내에서 안정제의 역할을 수행하고 있음. 사용 되고 있는 제품으로는 케찹류와, 마요네즈, 돈까스/스테이크 등의 소스류와 드레싱류를 대표적으로 들 수 있으며, 이러한 변성 전분류는 매년 약 9만톤(2010 식품유통연감) 정도를 해외에서 수입하고 있는 실정임.

<표> 편의식 및 소스류 外 국내 시장현황

항목	금액 (백만원)
편의식	310,000
마요네즈	139,000
케찹	85,300
드레싱	42,500
소스류	85,000
죽/수프류	59,000
계	720,800

(출처: 2010 식품유통연감, 당사 시장조사자료)

제 2 절. 국외 제품 및 시장 현황

1. 면류

- 일본의 면류 시장은 약 1조 천억엔 규모로 우리나라의 약 8배 이상의 시장규모를 형성하고 있으며, 이중 쌀국수류의 경우도 970억 수준으로 꾸준한 성장세를 보이고 있어 향후 시장성도 밝을 전망이다. 전통적인 건면이나 용기면, 봉지면은 정체 또는 다소 감소하는 추이를 보이고 있으나, 생면류와 파스타, 쌀국수, 냉동면류는 꾸준한 성장세를 보이고 있음. 편의성이 부여되고 건강 및 영양기능성이 가미된 고가격대의 제품 개발이 꾸준히 이루어지고 있으며, 향후 쌀 등의 건강지향 소재가 각광을 받을 것으로 보여짐.

<표> 일본 면류 시장현황

품목	금액(백만엔)
스낵면(용기면)	382,300
즉석면(봉지면)	124,000
냉장면	215,150
냉동면	152,000
건면	121,200
파스타	95,600
쌀국수	7,450
계	1,097,700

(출처: 2010 후지경제자료)

2. 프리믹스

- 일본의 프리믹스는 가당 프리믹스류의 성장세가 높게 나타나고 있고 시장의 성장을 주도해 나가고 있음. 우리나라의 경우도 최근 가당 프리믹스류의 성장이 눈에 띄게 나타나고 있어 유사한 시장의 모습을 보여주고 있으며, 향후 지속적인 성장세를 이어갈 것으로 전망하고있음. 프리믹스 역시 편의성과 건강 및 영양기능성이 부여된 형태로 발전하고 있어, 향후건강지향 소재인 쌀 소재가 주목을 받을 것으로 전망됨.

<표> 일본 프리믹스 시장현황

항목	금액(백만엔)
가당 프리믹스 (베이커리류)	19,200
無가당 프리믹스 (튀김, 부침가루류)	23,000
계	42,200

(출처: 2010 후지경제자료)

3. 편의식, 죽/수프류 및 소스류 外

- 소비자의 편의지향과 다양성에 대한 요구에 따라 지속적인 성장세를 이루고 있는 품목으로 편의식과 소스류, 드레싱을 주축으로 성장해나가고 있음. 이러한 품목군은 변성전분류의 주사용처로 다양한 목적에 맞춰 물성개량, 식감개선, 점착성증대 등을 위한 전분류가 시장에 유통되고 있음. 아직까지 쌀을 사용한 전분 또는 변성전분류는 다양한 제품화가 이루어지지 않아 접근성이 낮은 점이 있으나 일본의 쌀가공 제품의 활성화에 맞춰 용도에 따른 제품화가 이루어질 것으로 보임. 또한 편의식 중 유아 및 실버 층을 타겟으로 한 제품에는 소화 및 영양적 측면을 고려하여 쌀 소재의 이용이 적극적으로 이루어지고 있어 향후 쌀 전분 및 소재류의 시장을 활성화할 수 있는 계기가 되고 있음.

<표> 일본 편의식, 소스류 外 시장현황

항목	금액(백만엔)
편의식, 죽/수프류	261,700
마요네즈	91,500
케찹	40,100
드레싱	109,300
소스류	110,000
계	612,600

(출처: 2010 후지경제자료)

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절

쌀 전분의 추출 제조공정 개발 및 품질규격 설정

Development of manufacturing process and establishment of quality standards for rice starch

연구책임자

한국식품연구원

박 사 김 성 수

목 차

1. 재료 및 방법	43
가. 실험 재료	43
나. 쌀 전분 제조공정에 사용된 효소와 그 특성	43
다. 쌀가루 제조 방법	44
라. 알칼리처리 쌀 전분 제조 공정 최적화	44
마. 효소처리 쌀 전분 제조 공정 최적화	44
바. 색도	47
사. 전분가 측정	47
아. 전분 손상도 측정	48
자. 조단백질 측정	48
차. 팽윤력과 용해도 측정	48
카. RVA 특성 측정	48
2. 결과 및 고찰	49
가. 쌀 분쇄 정도에 따른 분말의 입도별 전분수율, 순도 및 전분 특성 분석	49
(1) 쌀가루의 제조 및 입도와 색도	49
(2) 쌀 전분 제조 및 수율과 색도	49
(3) 쌀가루와 쌀 전분의 입도에 따른 표면	50
(4) 입도에 따른 전분가 측정 시험	51
(5) 입도에 따른 쌀가루와 전분의 전분 손상도	54
(6) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량	55
(7) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도	56
(8) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화	57
나. 건식 및 습식 분쇄방법별 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석	58
(1) 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 수율과 색도	58
(2) 분쇄 방법에 따른 쌀가루 및 쌀 전분의 표면형태	58
(3) 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도	59
(4) 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도	59
(5) 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화	60

다. 일반미와 고고미의 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석	61
(1) 쌀의 종류에 따른 수분함량	61
(2) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 수율과 색도	61
(3) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 표면 형태	61
(4) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 전분가와 전분 손상도	62
(5) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도	62
(6) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화	63
라. 쌀 도정율별 전분수율, 순도 및 전분특성 분석	64
(1) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 수율과 색도	64
(2) 도정도에 따른 전분가 및 전분 손상도 측정	65
(3) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도	65
(4) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화	66
마. 알칼리처리 쌀 전분의 제조공정 최적화	67
바. 새로운 친환경 쌀 전분 제조 기술 개발 최적화	68
(1) 단백질 분해 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석	68
(2) 혼합 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석	77
(3) 교반 속도의 변화에 따른 전분의 수율, 순도 및 단백질 분석	80
(4) 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석	80
(5) 효소 처리 쌀 전분의 제조공정 최적화	82
사. 단백질 분해효소처리, 콜로이드밀 및 고압균질기에 의한 전분특성 분석	83
(1) 제조 입도에 따른 분해 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성 분석	83
(2) 분쇄 방법에 따른 분해 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성 분석	86
(3) 도정율에 따른 분해 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성 분석	89
(4) 콜로이드밀과 고압균질기를 이용한 전분 수율, 순도 및 전분 특성	92
아. 쌀 전분의 단백질 함량 조절 처리구별 전분특성 변화 조사	102
(1) 교반 방법에 따른 단백질 함량 비교	102
(2) 효소 반응시간에 따른 단백질 함량 비교	103
(3) 입도에 따라 제조한 쌀 전분 특성 비교	103
자. 친환경적 쌀 전분 제조공정 최적화 및 기계설비 검토	107
차. 개발된 쌀 전분 및 가공제품의 품질규격 설정	108
(1) 쌀 전분의 품질관리현황조사	108

카. 쌀 전분 응용 제품의 품질관리실태조사	126
(1) 개발 제품군(떡류)의 품질관리실태조사	126
(2) 빵류 가공제품 품질관리실태조사	132
(3) 면류 가공제품 품질관리실태조사	141
(4) 제과·제방용 믹스 제품의 품질관리실태조사	155
타. 개발된 쌀 전분의 용도별 가공기준초안설정	176
(1) 개발된 쌀 전분의 가공적성 및 품질현황지표를 활용한 제조공정요구초(안) 및 위생기준초(안) 설정	176
(2) 개발된 쌀 전분의 위생관리기준(안) 설정	181
(3) 개발된 쌀 전분을 활용한 가공제품의 가공적성 및 품질현황 지표를 활용한 품질기준초(안) 설정	201

1. 재료 및 방법

가. 실험 재료

본 연구에서 사용한 쌀은 품종은 추정으로 2011년 경기도 안성에서 생산된 것 중 고 품질의 것을 선별하여 이용하였으며, 고고미는 2006년에 생산된 것을 사용하였다. 분석 시약들은 분석용 특급 이상의 시약을 사용하였다.

나. 쌀 전분 제조공정에 사용된 효소와 그 특성

(1) Cytolase·pcl5(DSM Food Specilties, Netherland)

Aspergillus niger 배양물에서 얻어진 효소 제제로 짙은 카라멜색, 액상타입으로 희석하여 사용한다. 내열성, 내산성을 가지고 있어 산도가 높은 과실류 가공시 침전제거, 수율 및 여과력 향상에 쓰인다. pectinase, cellulase, hemicellulase, β -glucosidase 의 역할을 하며 최적 pH는 2.5 ~ 5.0, 최적 반응온도는 50 ~ 65 °C이다.

(2) Protamex(Novozyme, Denmark)

Bacillus sp. 배양물에서 얻어진 효소 제제로 밝은 갈색으로 그레놀 타입이다. 어류 단백질 추출에 주로 사용하며 최적 pH는 7.0 ~ 9.0로 내알칼리성이며, 최적 반응온도는 55 ~ 60 °C이다.



습식 콜로이드밀



고압 균질기

그림 1. 습식 콜로이드밀과 고압 균질기

다. 쌀가루 제조 방법

(1) 건식 쌀가루 제조 방법

건식 쌀가루의 제조 방법은 백미를 건식 콜로이드밀(Px-MFC90D, POLYMIX, Switzerland) 또는 roll mill을 사용하여 분쇄 하였다.

(2) 습식 쌀가루 제조 방법

습식 쌀가루 제조 방법은 백미를 15 ~ 20 °C의 온도에서 물에 2시간 동안 침지한 후 채반에 건져 탈수 후 40 °C에 건조하여 수분함량을 14 %로 맞춘 후 수화된 백미를 이영택 외(2004)의 방법을 참고하여 roll mill에 2번 통과시켜(1번째 통과 간극: 0.475 mm, 2번째 통과 간극: 0.106 mm) 쌀가루로 제조 하였다.

(3) 습식 콜로이드밀과 고압 균질기 처리

쌀 전분 제조시 전처리를 위하여 습식 콜로이드밀(MKCA6-3 INV, KOEN, Korea)을 사용하여 쌀을 분쇄 하였고, 습식 콜로이드밀로 쌀을 분쇄 한 후 고압 균질기(15 MR-8TBA, GAULIN, USA)를 사용하여 균질화 하였다. 각각의 기계를 그림 1에 제시 하였다.

라. 알칼리처리 쌀 전분 제조 공정 최적화

알칼리처리 쌀 전분 제조는 Yamamoto K 등 (1973) 알칼리 침지법에 의해 실시하였다. 쌀과 물을 1:4 비율로 침지한 후 콜로이드밀로 습식 분쇄한다. 그 다음 10 °C 내외의 서늘한 곳에서 하루에서 이틀정도 방치한 후 상등액을 제거하고 0.2 % NaOH 용액을 5배 가하여 24시간 침지한다. 침전물위에 노란 상등액을 제거한 후 이를 뷰렛반응이 나타나지 않을 때까지 0.2 % NaOH 용액으로 4 ~ 5회 처리하고 증류수로 중성이 될 때까지 씻어 정제전분을 얻는다. 이것을 1 ~ 2일간 건조하여 100 mesh 체에 통과시켰다.

마. 효소처리 쌀 전분 제조 공정 최적화

효소처리 쌀 전분 제조 공정은 습식 콜로이드밀로 쌀가루가 만들어지면 충분한 물을 첨가한 후 서늘한 곳에 이틀간 방치하여 약간의 전분질을 제거한다. 그 후 쌀가루 4배의 증류수를 첨가하고 구연산을 이용해 pH 4.0 내외로 조절, Cytolase·pcl5 효소를 0.1 % 첨가하여 50 ~ 65 °C에서 8시간동안 혼합한다. Pectinase인 Cytolase·pcl5의 효소반응 후 상층액은 제거하고 Cytolase·pcl5가 제거될 때까지 증류수로 씻어내는 과정을 반복한다. 다시 4배의 증류수를 첨가하고 0.1N-NaOH로 pH 7.0으로 보정한 후 Protamex 0.1 %를 첨가하여 55 ~ 60 °C에서 8시간동안 혼합한다. 그 후 상층액은 제거하고 남은 쌀가루는 원심분리 방법으로 남은 효소를 증류수로 세척

한다. 세척 후 남은 침전물은 안식향산나트륨(sodium benzoate)를 0.1 % 첨가하여 35 °C에서 건조한다.

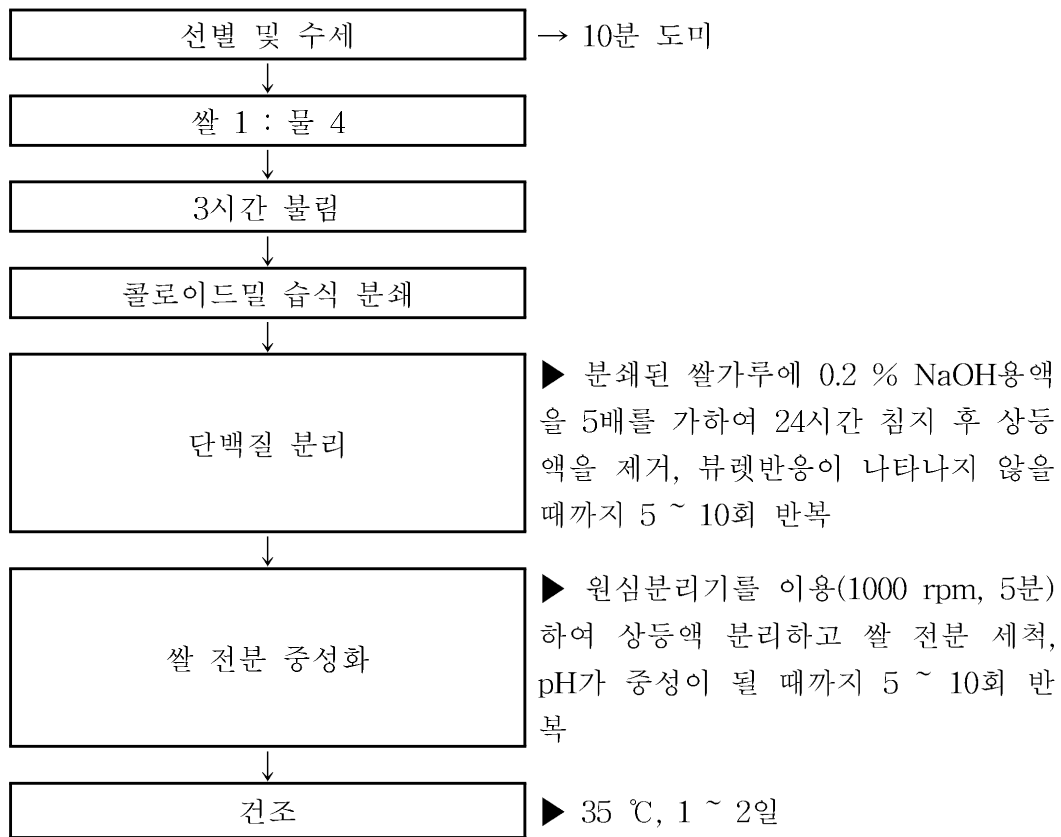


그림 2. 알칼리처리 쌀 전분 제조 공정(1)

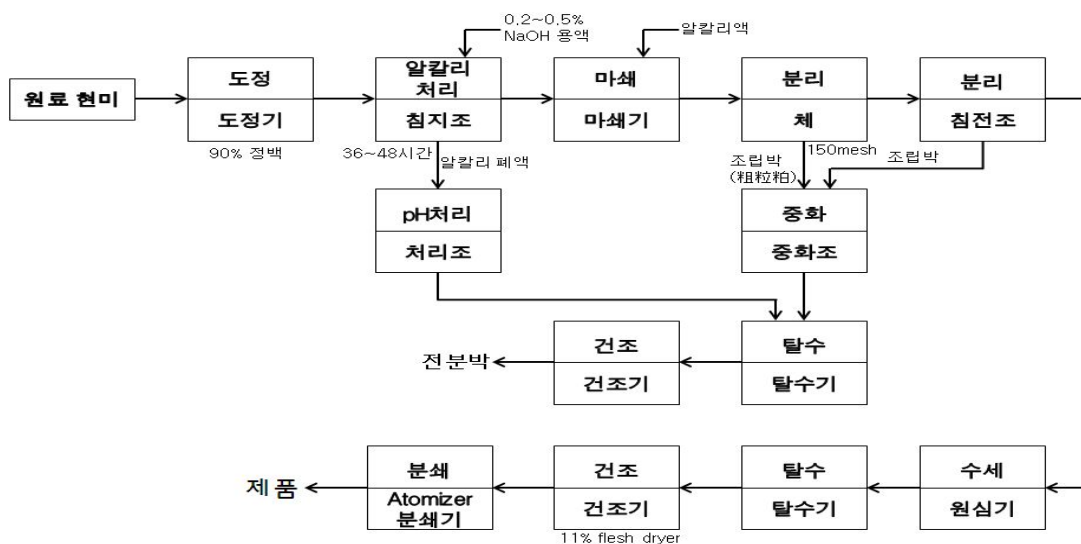


그림 3. 알칼리처리 쌀 전분 제조 공정(2)

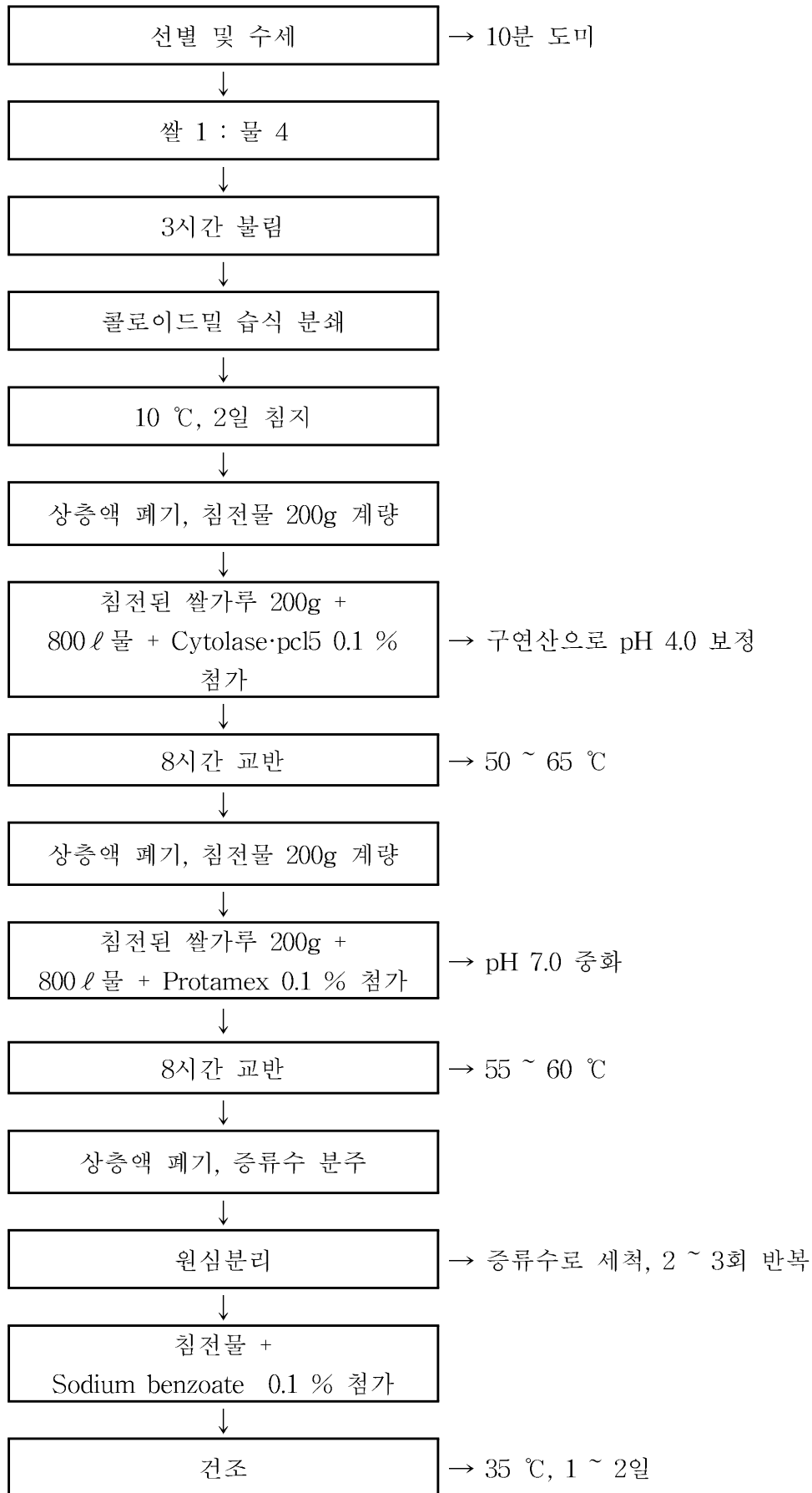


그림 4. 효소처리 쌀 전분 제조 공정

바. 색도

표준백판 (L=97.75, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 Chromameter (CR-400 Minolta Co., Japan)를 사용하여 표면색도 값인 L(Lightness), a(redness/greenness), b(yellowness/blueness)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 표기하였다.

사. 전분가 측정

전분의 가수분해는 일반적으로 채규수 등(2000)의 염산당화법을 참고하였고 시료채취량은 식품 성분표의 당질함량과 회석률을 고려하여 취한다. 전분 1 g에 상당하는 시료를 정확히 칭량하여 250 mL 환저플라스크에 취하여 이것에 정제수 100 mL 와 25 % HCl 10 mL를 가하여 100 ℃에 3시간 환류추출 후 방냉하고 여과지 (Whatman No. 5B)로 여과한 후 여액을 10% NaOH용액을 가하여 청색 리트머스가 약간 적색으로 변화할 정도의 pH까지 중화하고 250 mL로 정용한다. 이와 같이 조제한 시료 당 용액 0.1 mL를 사용하여 Miller GL 등 (1959)의 DNS 법에 의해 tube에 시료 당 용액 0.1 mL, DNS 0.3 mL를 가하고, 끓는 수욕 중에서 4분간 끓인 다음, 냉각하여 증류수를 1.6 mL 첨가하여 vortexing 후 1 cm × 1 cm 셀(cell)에 넣어 550 nm의 파장에서 흡광도계(Genesys 20 Model 4001/4, Thermo Spectronic, USA)를 사용하여 미리 구하여 둔 표준 곡선에서 당의 양을 환산하여 나온 값을 정량하여 계산하였다.

$$\text{전분(\%)} = \frac{A \times 0.9 \times D}{S} \times 100$$

A : 포도당 양(g)

D : 회석배수

S : 시료채취량 (g)

DNS 용액 제조는 다음과 같은 방법으로 실시한다.

- ① 3.75 g dinitrosalicylic acid에 7 g NaOH를 증류수 0.5 L에 녹인다.
- ② ①용액에 108.05 g Rochelle salt, 2.7 mL Phenol, 2.95 g Na₂S₂O₅를 차례로 용해시킨다.
- ③ 갈색병에 보존한다.

아. 전분 손상도 측정

쌀가루와 전분의 손상도는 Starch Damaged Measurement(SD matic)를 AACCC(2000) 방법으로 측정하였다.

자. 조단백질 측정

조단백질의 함량은 입도에 따라 제조한 쌀 전분을 AOAC 방법(2000)으로 측정하였다.

차. 팽윤력과 용해도 측정

전분의 팽윤력과 용해도는 Schoch (1964)의 방법에 의해 측정하였다. 즉 전분 0.5 g을 30 mL의 증류수에 분산시켜 20 ~ 90℃까지 10 ℃ 간격으로 30분간 가열하고 3,000 rpm으로 30분간 원심분리한 후 상등액은 120℃에서 4시간 건조시켜 가용성 전분의 무게를 측정하였고 침전물은 그대로 무게를 측정한 후 아래의 식에 의하여 팽윤력 및 용해도를 각각 구하였다.

$$\text{팽윤력(\%)} = \frac{\text{침전물의 무게}}{\text{시료의 무게(건량기준)} \times (100 - \% \text{ 용해도})} \times 100$$

$$\% \text{ 용해도} = \frac{\text{가용성 전분 무게}}{\text{시료의 무게(건량기준)}} \times 100$$

카. RVA 특성 측정

전분의 pasting 특성은 RVA(rapid visco analyzer, Newport Scientific Pty. LTD, Australia)를 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 즉 알루미늄 용기에 쌀 전분(14 % 수분함량기준) 3.0 g과 증류수 25 mL를 가하여 플라스틱 회전축을 사용하여 완전하게 교반시켜 시료액을 제조하고 이를 50 ℃로 맞춘 RVA에서 1분간 빠른 속도로 교반하고 분당 12 ℃씩 올리면서 95℃까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 50 ℃냉각시켜서 pasting temperature, peak viscosity, final viscosity, breakdown 및 setback값을 구하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 쌀 분쇄 정도에 따른 분말의 입도별 전분수율, 순도 및 전분 특성 분석

(1) 쌀 가루의 제조 및 입도와 색도

쌀 가루의 제조 및 입도와 색도에 사용된 시료는 건식 콜로이드밀을 사용하여 원료 쌀을 분쇄 하고, 20, 40, 60, 80 및 100 mesh의 표준망체에 각각 쌀 가루를 체질하여 여과물을 사용하였다. 각각 처리구의 입도는 particle size analyzer(CILAS, model 1064L, France)를 사용하여 측정하였다. 각각의 처리구의 입도와 색도를 표 1에 나타내었다. 쌀가루를 mesh의 크기에 따라 체질하여 얻은 각각의 처리구의 입자 크기는 20 mesh가 48.4, 40 mesh가 24.7, 60 mesh가 11.24, 80 mesh가 9.25, 100 mesh가 8.49이며 입자 크기에 따른 색도는 입자 크기가 작을수록 백색도 L값이 커지고 적색도 a값은 -2.4 ~ -2.7, 황색도 b값은 3.6 ~ 3.8을 나타냈다.

표 1. 표준 망체의 mesh 크기에 따른 쌀 가루 입도와 색도

처리구 (mesh)	입도(μm)	색도		
		L	a	b
20	48.4	83.0 \pm 0.22	-2.4 \pm 0.05	3.8 \pm 0.03
40	24.7	85.0 \pm 0.21	-2.7 \pm 0.04	3.7 \pm 0.02
60	11.24	85.9 \pm 0.10	-2.5 \pm 0.06	3.7 \pm 0.02
80	9.25	86.1 \pm 0.05	-2.7 \pm 0.05	3.7 \pm 0.03
100	8.49	86.4 \pm 0.12	-2.6 \pm 0.04	3.6 \pm 0.02

(2) 쌀 전분 제조 및 수율과 색도

쌀 전분의 조제는 Yamamoto K 등 (1973)의 알칼리 침지법에 의해 실시하였다. 즉, 쌀가루에 0.2 % NaOH용액을 5배 가하고 24시간 침지하여 침전물위에 노란 상등액을 제거 한 후 이를 뷰렛 반응이 나타나지 않을 때 까지 0.2 % NaOH용액으로 4 ~ 5회 처리하고 증류수로 중성이 될 때까지 씻어 정제 전분을 얻어 실온에 2 ~ 3일간 건조 한 후 80 mesh의 표준 망체에 통과 시켜 제조 하였다. 표준 망체의 mesh의 크기에 따라 체질한 각각의 처리구를 사용하여 제조한 쌀 전분의 수율과 색도를 표 2에 나타내었다. 쌀 전분의 수율은 처리구에 따라 쌀 가루 100g 에 대한 건물 중량값으로 쌀가루에 대한 수율을 나타내었다.

쌀의 92 ~ 94%가 전분인 것을 고려하였을 때 수율이 현저히 낮음을 확인하고 이에 대한 이유를 NaOH로 단백질을 수세하는 과정에서의 손실로 보고 쌀가루의 입자가 작을수록 손실량이

증가함을 알 수 있었다. 입도에 따라 처리한 쌀로부터 분리한 전분의 색도는 이영택 등(2004)의 대조구 L값 99.84, a값 -0.02, b 값 0.24와 비교한 결과 L값은 약간 감소하였으나 거의 차이가 없었고, 적색도 a값과 b 값은 약간 높았다.

표 2. 표준 망체의 mesh 크기에 따라 제조한 전분 수율과 색도

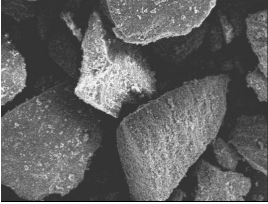
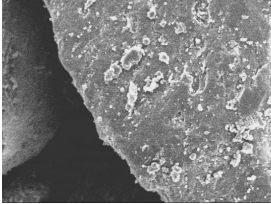
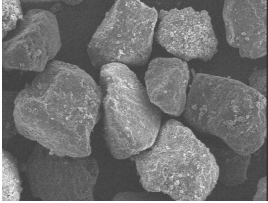
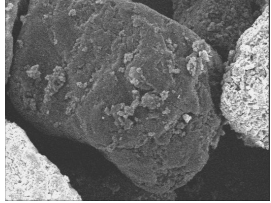
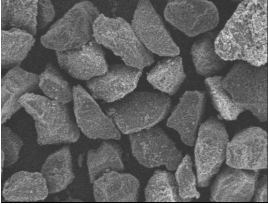
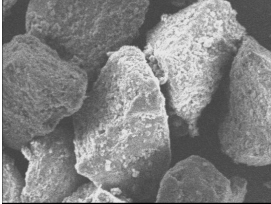
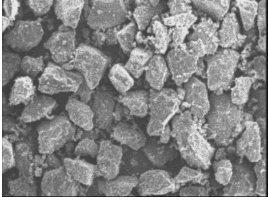
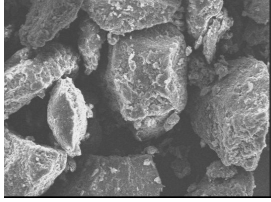
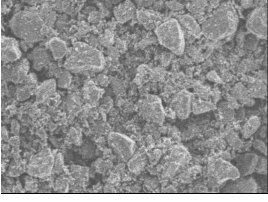
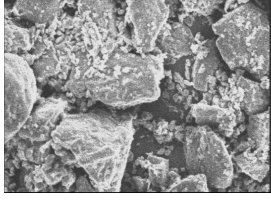
처리구 (mesh)	수율 (%)	색도		
		L	a	b
20	65.4	97.16±0.04	0.04±0.00	1.33±0.03
40	62.7	96.17±0.11	0.05±0.00	1.32±0.04
60	64.5	96.03±0.34	0.05±0.00	1.39±0.03
80	52.2	97.24±0.04	0.04±0.00	1.30±0.02
100	50.9	97.34±0.08	0.05±0.00	1.29±0.03

* 수율 측정시 제조한 쌀가루를 dry base로 환산하여 계산하였다.

(3) 쌀가루와 쌀 전분의 입도에 따른 표면

쌀가루와 쌀 전분의 입도에 따른 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 표 3에 나타내었다. 쌀가루의 표면구조를 주사전자현미경으로 관찰한 결과 쌀가루 입자는 체망의 크기가 커질수록 즉 쌀가루의 크기가 작아질수록 손상도가 심해 명도가 높아지는 것을 확인할 수 있었고 각각의 입자는 다각형의 형태를 보여주면서 일부 입자 표면이 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰할 수 있었다.

표 3. 쌀가루 입도에 따른 표면 형태

쌀가루 체질 망크기(mesh)	×80	×200
20		
40		
60		
80		
100		

(4) 입도에 따른 전분가 측정 시험

(가) DNS 용액의 glucose standard curve 결정 시험

각각의 glucose의 농도별 흡광도를 측정한 결과를 표 4에 나타내었고, 흡광도 측정 후 각각 포도당용액의 사진을 그림 1에 나타내었다.

표 4. Glucose 농도에 따른 흡광도

mg/ml	흡광도 (Abs)
0	0
0.2	0.048
0.4	0.246
0.6	0.350
0.8	0.463
1.0	0.600
1.2	0.798
1.4	0.903
1.6	1.028
1.8	1.077
2.0	1.201

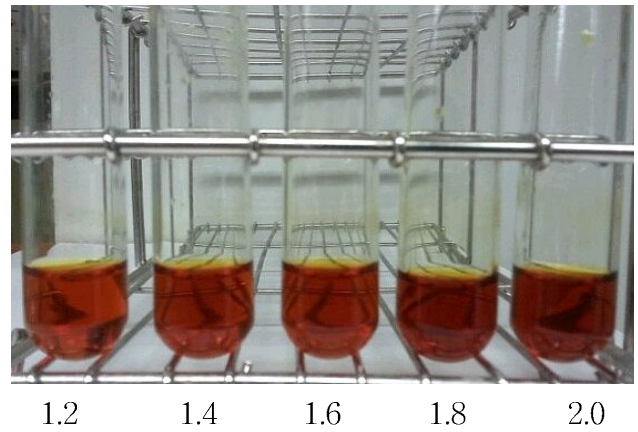
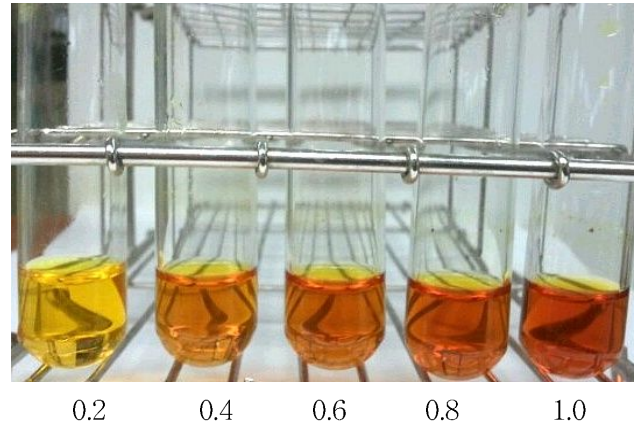


그림 1. glucose농도에 따른 환원당 시험(mg/ml)

표 4와 같이 당용액의 농도가 증가 할수록 그에 따른 흡광도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 각각의 당용액의 흡광도를 농도에 따른 흡광도 값의 표준곡선으로 그림 2에 나타내었다. 각각의 포도당 당용액의 농도에 따른 흡광도를 표준곡선으로 나타낸 그림 2는 농도에 따른 흡광도가 증가하는 추세를 보였으며 $y = 0.6322x - 0.0218$, $R^2 = 0.9918$ 로 상관계수가 매우 높았다.

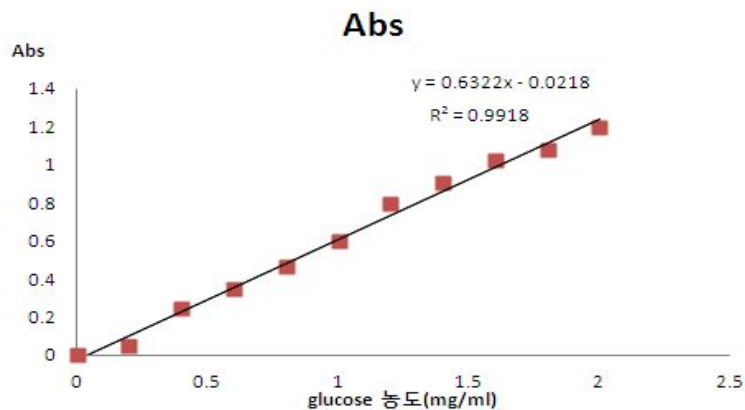


그림 2. Glucose 농도에 따른 표준 곡선

(나) Starch, 제조 전분의 전분가 시험

starch(wheat starch, SIGMA), 제조 전분을 사용하여 전분가를 비교 하였을 때 각각의 시료를 1 g 씩 취하여 DNS 방법을 사용하여 흡광도를 구하고 이를 DNS 용액 표준곡선에 대입하여 전분가를 측정 한 결과를 표 5에 나타내었다.

비교에 사용된 제조 전분은 실험실에서 이신영 등 (1984)의 알칼리 침지법에 의해 쌀에 0.2 % NaOH 용액을 가하고 분쇄하여 24시간 동안 침지 하여 상등액을 제거하고, 단백질이 제거 될 때까지 24시간 마다 4 ~ 5회 알칼리 처리를 반복한 후, 증류수로 수세하여 중성으로 만들고, 건조하는 습식 분쇄 방법으로 제조 하였다.

채규수 등 (2000)은 전분은 다수의 Glucose분자가 중합된 것으로서 그 자체로 전분 입자를 둘러싸고 있는 막이 존재하지 않는데도 불구하고 식물체 내에서 일정한 형태를 유지하는데 이는 전분 입자들 상호간에 수소 결합에 의하여 강하게 결합되어 있어, 환원당을 측정할 시에 glucose 단위로 만들기 위하여 이 수소 결합을 끊어주는 과정이 필요하며 이를 위해 시료를 산 가수분해 하여 Glucose 단위로 끊어 낸 후 흡광도를 측정한다. 이와 같은 시험 방법으로 각각의 시료 1g을 가지고 실험 하였을 때 흡광도의 값은 Glucose에 비해 전분이 2배 정도 차이가 났다. 시료 종류에 따른 흡광도는 각각 glucose 0.053, starch 0.113, 제조 전분이 0.108 로 나타났으며 전분가를 측정 한 결과 starch는 99.6 %, 제조 전분은 98.8 %를 나타내었다.

표 5. Starch, 제조 전분의 전분가 비교

(건물 중량)

시 료 명	전분가 (%)
Starch	99.6
제조 전분	98.8

* 흡광도 측정시 DNS 반응 용액을 10배 희석하였다.

(다) 입도에 따른 전분가 측정

입도에 따른 전분가는 각각 처리구와 이른 이용하여 제조한 쌀 전분의 DNS 반응에 흡광도 값과 전분가를 표 6에 나타내었다. 쌀가루의 전분가를 이용하여 쌀가루에 입도에 따른 전분의 손실 또는 손상을 확인 할 수 있는데 20 mesh 쌀가루의 전분가는 73.61 %로 가장 높았고 40 mesh는 60.10 %, 60 mesh는 60.42 %, 80 mesh는 59.22 %, 100 mesh는 52.65 %로 쌀가루 입자의 크기가 감소함에 따라 전분가가 감소하는 것을 알 수 있었고 각각의 입도의 쌀가루를 이

용하여 제조한 쌀 전분의 전분가는 20 mesh 쌀가루로 제조한 전분의 전분가가 94.65 %로 가장 높았고 나머지 시료는 40 mesh가 90.36%, 60 mesh가 91.87 %, 80 mesh가 93.55 %, 100 mesh가 93.82 %로 큰 차이를 보이지 않았다.

표 6. 입도에 따른 쌀가루와 쌀가루를 이용하여 제조한 쌀 전분의 흡광도 값과 전분가
(건물 중량)

쌀가루 체질 망 크기(mesh)	쌀가루	쌀 전분
	전분가(%)	전분가(%)
20	73.61	94.65
40	60.10	90.36
60	60.42	91.87
80	59.22	93.55
100	52.65	93.82

(5) 입도에 따른 쌀가루와 전분의 전분 손상도

입도에 따라 제조한 쌀가루와 전분의 손상도를 Starch Damaged Measurement(SD mastic)를 사용하여 측정한 결과를 표 7에 나타내었다. 전분의 손상도 값은 AACC (2000)법을 기준으로 제시 하였으며 값이 작을수록 전분의 손상도가 큰 것으로 간주한다. 이때 전분 손상도는 전분이 원래 형태를 잃은 상태를 수치로 나타내며 8이하의 값부터 전분이 손상된 것으로 추정한다.

쌀가루의 전분 손상도는 입도가 증가함에 따라 즉 쌀가루의 크기가 증가함에 따라 전분 손상도가 증가하며 이는 쌀을 파쇄하는 과정에서 전분의 손상이 생긴 것으로 볼 수 있으며 제조 전분의 전분 손상도는 습식 분쇄 전분이 8.13, 입도에 따라 제조한 전분의 전분 손상 값이 6.83 ~ 7.89 까지 나타내었다. 전분 자체로의 손상도는 크지 않지만 쌀가루의 손상도는 큰 차이가 나는 것을 확인 할 수 있었다.

표 7. 입도에 따른 쌀가루와 전분의 전분 손상도

제조 방법 및 쌀가루 체질 망 크기(mesh)	쌀가루의 전분 손상도	제조 전분의 전분 손상도
습식 분쇄 전분	-	8.13
20	7.00	6.83
40	5.42	7.89
60	4.01	7.44
80	3.49	7.24
100	4.08	7.69

(6) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질의 함량을 표 8에 나타내었다. 각각의 처리구는 20, 40 mesh에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분의 단백질 함량 0.3%, 60, 80, 100 mesh 에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분의 단백질 함량 0.1%로 나타났고 습식 분쇄하여 제조한 전분은 0.9 %로 높게 나타났다.

표 8. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량

처리구	단백질 함량(g/100g)
A	0.3
B	0.3
C	0.1
D	0.1
E	0.1
F	0.9

- A: 20 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- B: 40 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- C: 60 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- D: 80 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- E: 100 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- F: 습식 분쇄하여 제조한 전분

(7) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력은 그림 3에, 용해도는 그림 4에 나타내었다. 쌀 전분의 팽윤력과 용해도는 측정온도가 상승함에 따라 증가하였다. 전분을 물과 함께 가열하면 전분 입자가 팽윤되고 구성성분이 용출되는데 이는 측정온도, 전분의 특징에 영향을 받는다. 그림 3에서 각각의 처리구는 20 ~ 60 °C에서는 2.0 ~ 3.2 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 13.1 ~ 14.2 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 15.0 ~ 15.9 %, 90 °C 16.6 ~ 17.5 %로 완만히 증가하였다. 습식 분쇄하여 제조한 F 처리구는 다른 처리구에 비해 팽윤력이 더 높게 나타났고 mesh의 단위가 증가함에 따라 팽윤력이 감소하는 것을 확인 할 수 있었지만 큰 차이는 나지 않았다. 그림 4에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 1.9~2.5 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 7.7 ~ 9.9 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 9.9 ~ 12.4 %, 90 °C 11.1 ~ 13.3 %로 완만히 증가하였다. 습식 분쇄하여 제조한 F 처리구는 다른 처리구에 비해 용해도가 70 °C부터 급격히 증가하였고 A ~ E의 처리구는 F 처리구보다 용해도가 낮았고 쌀 가루의 입도가 감소함에 따라 용해도의 값이 감소하는 추세를 보였지만 큰 차이는 나지 않았다. 최현욱 등(2005)에서는 일반 쌀 전분의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.5 ~ 3.3 %로 일정하다가 70 °C에서 14.8 %로 급격히 증가하였고 80 °C에서 15.7 %, 90 °C에서 17.8 %로 다소 완만해지는 경향을 나타내었다. Biliaderis 등(1980)은 전분입자내의 결합력이 팽윤양상에 영향을 주어 결합정도가 강한 전분은 팽윤에 대해 강하게 저항하므로 온도 증가에 따른 팽윤력을 비교하여 상대적인 결합강도를 알 수 있다고 했다. 이에 근거하여 전분의 입도와 팽윤력의 관계는 입도가 감소함에 따라 팽윤력에 영향을 주는 전분립 내부의 결합이 깨지는데 즉, amylopectin의 파괴가 증가하여 팽윤력이 감소한다고 생각되었다.

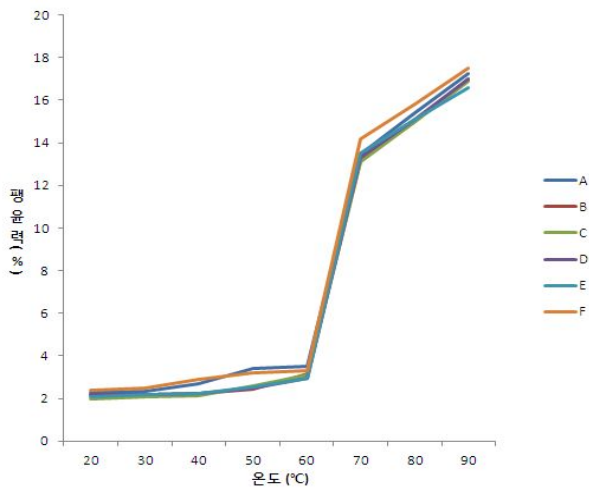


그림 3. 쌀 가루 입도에 따라 제조한 전분의 팽윤력

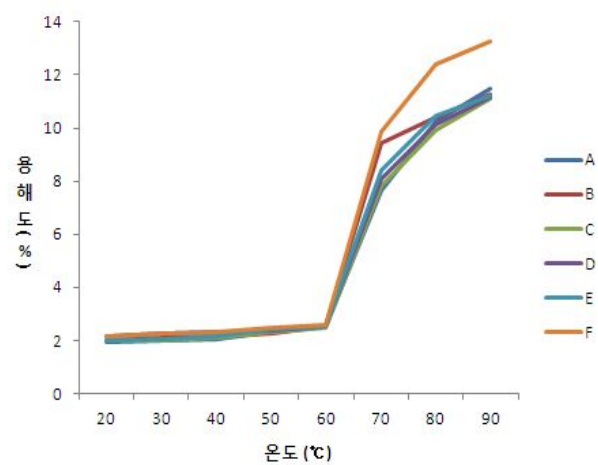


그림 4. 쌀 가루 입도에 따라 제조한 전분의 용해도

- A: 20 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- B: 40 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- C: 60 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- D: 80 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- E: 100 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- F: 습식 분쇄하여 제조한 전분

(8) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 9와 같다. 표 9에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 71.2 ~ 72.5°C로 큰 차이를 보이지 않았고 peak time은 4.0분에서 4.3분까지로 입도에 따라 제조한 쌀 전분들보다 습식 분쇄한 처리구 F가 가장 낮았지만 큰 차이라고 볼 수 없었다. 최고점도 peak viscosity는 4009 ~ 4017 cp로 나타났고 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 2848 ~ 2947 cp로 나타났으며 처리구 F가 가장 높았다. 냉각 후 점도가 상승하는 정도를 나타내는 Setback의 경우 1216 ~ 1322 cp로 나타났다. 각각의 처리구의 RVA 특성을 비교한 결과 입도에 따라 제조한 쌀 전분에서 특별히 감소나 증가를 이루는 특성은 없었다. 최현욱 등(2005)에 따르면 일반 쌀 전분의 pasting temp는 71.6 °C, peak viscosity는 3976 cp, peak time은 3.9분, holding strength는 999 cp, final viscosity는 2312 cp, breakdown은 2943 cp Setback은 1313 cp로 표 8의 처리구들과 비교하였을 때 일반 전분 보다 최고 점도가 더 낮았고, holding strength와 final viscosity가 더 높았고 나머지 특성은 비슷한 결과 값을 얻었다.

표 9. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 시험

시료	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
A	72.2±0.2	4015±62	4.2±0.1	1011±35	2786±51	2848±80	1216±24
B	72.5±0.4	4009±51	4.2±0.0	1024±42	2774±57	2937±74	1304±29
C	71.7±0.3	4011±48	4.1±0.1	1019±53	2485±44	2875±61	1322±40
D	72.2±0.4	4017±56	4.3±0.1	1022±44	2689±55	2849±56	1266±17
E	71.8±0.3	4010±47	4.1±0.0	1016±36	2771±48	2910±68	1307±21
F	71.2±0.2	4014±42	4.0±0.1	1018±41	2768±51	2947±93	1312±18

- A: 20 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- B: 40 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- C: 60 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- D: 80 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- E: 100 mesh 체에 통과된 처리구를 이용하여 제조한 전분
- F: 습식 분쇄하여 제조한 전분

나. 건식 및 습식 분쇄방법별 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석

(1) 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 수율과 색도

분쇄 방법에 따른 처리구의 수율과 색도를 표 10에 나타내었다. 쌀가루의 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 수율은 건식 분쇄한 처리구가 63.8 %, 습식 분쇄한 처리구가 65.2 %로 습식 분쇄한 처리구의 수율이 더 높게 나타났지만 큰 차이를 보이지 않았다. 건식 분쇄와 습식 분쇄의 색도는 L 값이 97.14±0.04, 96.38±0.05이며 a값은 0.04로 같았고 b 값은 1.34±0.06, 1.33±0.04로 큰 차이를 보이지 않았다. 건식 분쇄가 습식 분쇄 보다 수율이 적고 색도 L값이 높은 것으로 보아 분쇄시 손실량이 더 많을 것으로 추정하였다.

표 10. 쌀의 분쇄 방법에 따라 제조한 전분 수율과 색도

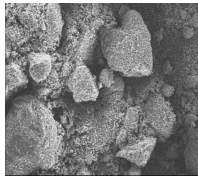
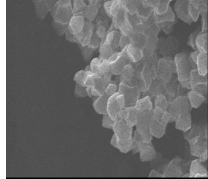
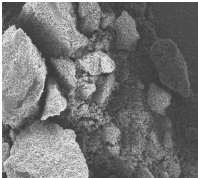
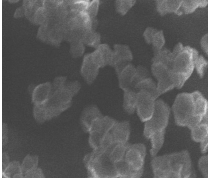
분쇄 방법	수율 (%)	색도		
		L	a	b
건식	63.8	97.14±0.04	0.04±0.00	1.34±0.06
습식	65.2	96.38±0.05	0.04±0.00	1.33±0.04

* 수율 측정시 제조한 쌀가루를 dry base로 환산하였다.

(2) 분쇄 방법에 따른 쌀가루 및 쌀 전분의 표면형태

분쇄 방법에 따른 쌀가루의 다른 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 표 11에 나타내었다. 쌀가루의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 80배율로 관찰한 결과 쌀가루의 손상도는 비슷했으며 각각의 쌀 가루입자의 크기와 형태도 유사하였다. 쌀 전분을 2000배율로 측정된 결과 각각의 쌀가루의 형태는 대체로 다각형의 형태를 띠며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰 할 수 있었다.

표 11. 분쇄 방법에 따른 쌀 가루와 쌀 전분의 표면 형태

분쇄 방법	쌀 가루(×80)	쌀 전분(×2000)
건식 분쇄		
습식 분쇄		

(3) 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도

분쇄 방법에 따른 전분의 전분가와 전분 손상도를 표 12에 나타내었다. 분쇄 방법에 따른 전분의 전분가는 건식 분쇄가 93.89 %, 습식 분쇄가 94.25 %로 큰 차이를 보이지 않았고 전분 손상도는 각각 8.11, 8.13 으로 손상도가 적은 것으로 나타났다.

표 12. 분쇄 방법에 따른 쌀 전분의 전분가와 전분 손상도

(건물 중량)

분쇄 방법	전분가(%)	전분 손상도
건식	93.89	8.11
습식	94.25	8.13

(4) 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력은 그림 5에 용해도는 그림 6에 나타내었다. 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 5, 6은 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 5에서 각각의 처리구는 20 ~ 60℃에서는 2.4 ~ 3.4 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 ℃에서는 14.6 %로 급속히 증가하여 80 ℃이후부터는 15.7 ~ 15.8 %, 90 ℃는 17.5 %로 완만히 증가하였고 큰 차이는 나지 않았다. 그림 6에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 ℃에서는 2.1 ~ 2.6 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 ℃에서는 9.9 %로 급속히 증가하여 80 ℃이후부터는 12.43 ~ 12.46 %, 90 ℃는 13.28 ~ 13.3 %로 완만히 증가하였으며 큰 차이가 나지 않았다.

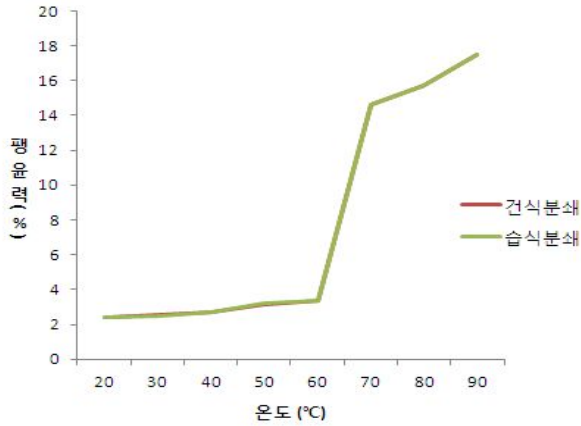


그림 5. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 팽윤력

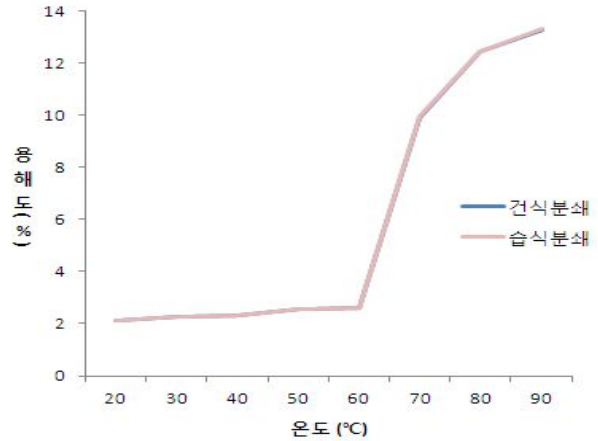


그림 6. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 용해도

(5) 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성을 표 13에 나타내었다. 표 13에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 72.2 ~ 72.3 °C로 큰 차이를 보이지 않았고 peak time은 각각의 처리구가 4.2분으로 같았으며 최고점도 peak viscosity는 4010 ~ 4011 cp로 나타났고 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 2846 ~ 2849 cp로 나타났으며 냉각 후 점도가 상승하는 정도를 나타내는 Setback의 경우 1226 ~ 1232 cp로 나타났다. 각각의 처리구의 RVA 특성을 비교한 결과 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분에서는 처리구간의 특별히 감소나 증가를 이루는 특성은 없었다. 최현욱 등(2005)에 따르면 일반 쌀 전분의 pasting temp는 71.6°C, peak viscosity는 3976 cp, peak time은 3.9분, holding strength는 999 cp, final viscosity는 2312 cp, breakdown은 2943 cp, Setback은 1313 cp로 표 13의 처리구들과 비교하였을 때 각각의 처리구가 일반 쌀 전분 보다 최고 점도를 제외한 나머지 항목에서 더 높은 값을 얻었다.

표 13. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 시험

분쇄 방법	Pasting temp (°C)	Peak viscosity(cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
건식	72.3±0.5	4010±57	4.2±0.0	1025±45	2787±47	2849±73	1226±42
습식	72.2±0.3	4011±62	4.2±0.0	1026±47	2784±62	2846±66	1232±33

다. 일반미와 고고미의 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석

(1) 쌀의 종류에 따른 수분함량

본 시험에서 사용된 일반미의 수분 함량은 12.43 ± 0.21 %, 고고미(2006년산)의 수분함량은 11.32 ± 0.86 %로 고고미의 수분함량이 일반미의 수분함량 보다 더 낮게 나타났다.

(2) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 수율과 색도

쌀의 종류에 따라 전분을 제조하고 각각 처리구의 수율과 색도를 표 14에 나타내었다. 모든 처리구의 전분 제조 시 건식 분쇄 방법을 사용하였다. 쌀의 종류에 따른 제조 전분의 수율은 일반미 63.8 %, 고고미 59.4 % 로 일반미의 수율이 높게 나타났다. 이는 쌀의 저장 시간이 증가할수록 전분의 양이 감소하기 때문으로 생각되며 각각의 처리구의 색도는 큰 차이를 보이지 않았다.

표 14. 쌀의 종류에 따라 제조한 전분 수율과 색도

쌀의 종류	수율 (%)	색도		
		L	a	b
일반미	63.8	97.14 ± 0.04	0.04 ± 0.00	1.34 ± 0.06
고고미	59.4	96.26 ± 0.02	0.04 ± 0.00	1.31 ± 0.03

* 수율 측정시 제조한 쌀 가루를 dry base로 환산하였다.

(3) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 표면 형태

쌀의 종류에 따라 제조한 전분의 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 그림 7에 나타내었다. 쌀 전분의 표면구조를 주사전자현미경 2000배율로 고정하여 관찰한 결과 전분 입자의 크기와 형태는 유사했으며 대체로 다각형의 형태를 띠며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰 할 수 있었다.

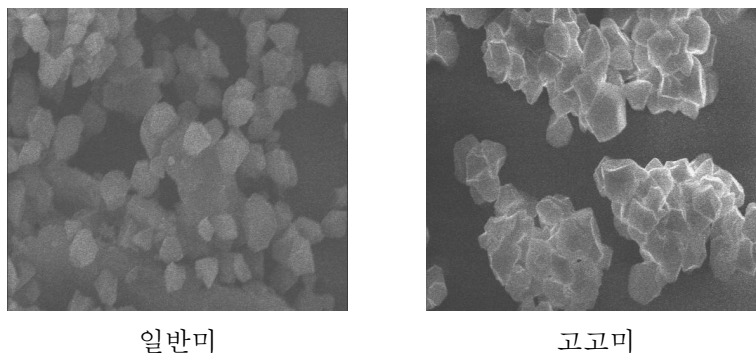


그림 7. 쌀의 종류에 따라 제조한 전분의 표면 형태

(4) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 전분가와 전분 손상도

쌀의 종류에 따라 전분 제조 후 이에 전분가와 전분 손상도를 표 15에 나타내었다. 쌀의 종류에 따라 전분 제조 후 각각의 전분가는 일반미가 94.55 %, 고고미가 93.67 %로 나타났고 각각의 전분 손상도는 일반미가 8.13, 고고미가 7.66으로 전분 제조 후 고고미의 전분 손상이 일반미보다 심한 것으로 나타났지만 큰 차이라고 볼 수는 없었다.

표 15. 쌀의 종류에 따른 전분의 전분가와 전분 손상도

(건물 중량)

쌀의 종류	전분가(%)	전분 손상도
일반미	94.55	8.11
고고미	93.67	7.66

* 흡광도 측정시 DNS 반응 용액을 10배 희석하였다.

(5) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

쌀의 종류에 따라 전분 제조 후 이에 팽윤력과 용해도를 그림 8, 9에 나타내었다. 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 8, 9는 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 8에서 각각의 처리구의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.4 ~ 3.4 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 13.3 ~ 14.6 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 14.3 ~ 15.7 %, 90 °C는 15.4 ~ 17.5 %로 완만히 증가하였다. 전반적인 그래프에서 고고미는 일반미에 비해 낮은 수치를 나타내었다. 그림 9에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 2.1 ~ 2.6 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 9.0 ~ 9.9 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 11.5 ~ 12.4 %, 90 °C는 12.3 ~ 13.3 %로 완만히 증가하였고 고고미는 일반미에 비해 용해도 값이 감소하는 추세를 보였지만 큰 차이는 나지 않았다.

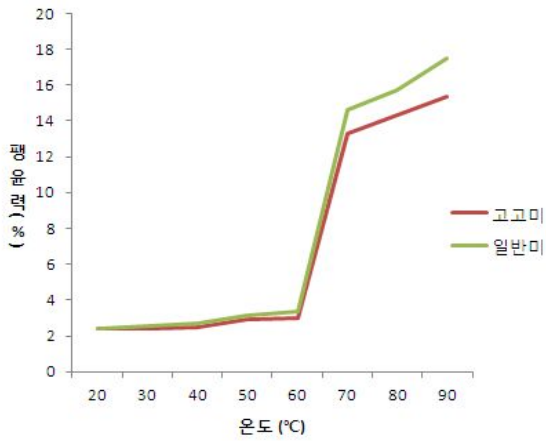


그림 8. 쌀 종류에 따라 제조한 전분의 팽윤력

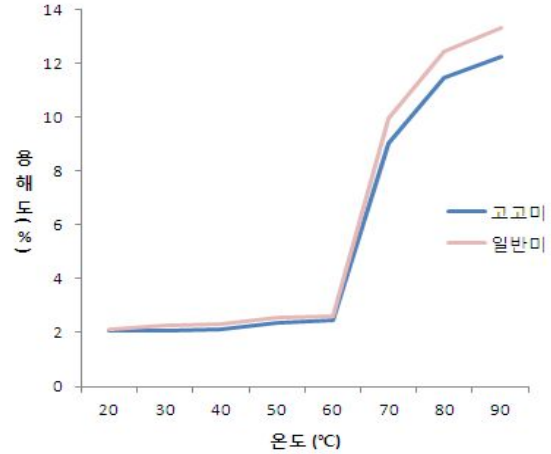


그림 9. 쌀 종류에 따라 제조한 전분의 용해도

(6) 쌀의 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

쌀 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 16과 같다. 표 16에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 72.2 ~ 73.4 °C로 고고미가 더 높은 값을 나타냈고 peak time은 일반미가 4.2분, 고고미가 4.4분으로 나타났으며 peak viscosity는 일반미 4010 cp, 고고미 3966 cp로 나타났고 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 각각 2846 cp, 2629 cp로 나타났으며 냉각 후 점도가 상승하는 정도를 나타내는 Setback의 경우 각각 1226 cp, 1215 cp로 나타났다. 각각의 처리구의 RVA 특성을 비교한 결과 쌀 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성은 고고미가 일반미보다 pasting temperature 가 더 높았고, peak time 을 제외한 다른 항목에서 일반미보다 낮은 값을 나타내었다.

표 16. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 시험

쌀의 종류	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
일반미	72.3±0.5	4010±57	4.2±0.0	1025±45	2787±47	2849±73	1226±42
고고미	73.4±0.2	3966±47	4.4±0.0	989±77	2546±57	2629±48	1215±42

라. 쌀 도정율별 전분수율, 순도 및 전분특성 분석

(1) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 수율과 색도

쌀의 도정과정 중 미강의 제거 정도는 도정도로 나타내는데, 도정도는 현미중량에 대하여 제거된 미강의 중량비로서 도정수율은 물론이고 쌀의 품질과 밀접한 관계가 있다.(김의웅 등 2005), 장학길 등(2004)에 따르면 도정의 주목적은 배유를 얻는 데 있으며 배유는 알맹이, 가루 또는 전분의 형태로 가공되고 도정에서는 일반적으로 가능한 한 쌀의 무게비에 8%인 겨를 완전히 제거하는 것이 중요한데, 도정에서 겨란 과피, 종피, 주심층 및 호분층을 가리키며 도정 중 18% 정도의 기름을 담고 있는 배아를 제거하는 것이 주목적이다. 현재 시판 되는 일반미의 도정도는 10분도 즉 쌀의 무게 비로 8 % 도정한 것을 나타낸다. 도정도에 따른 처리구의 수율과 색도를 표 17에 나타내었다.

쌀의 도정도에 따른 제조 전분의 수율은 현미 51.7 %, 5분도 55.5 %, 10분도 63.8 %, 15분도 63.5 %로 10분도와 15분도의 수율이 높게 나타났다. 각각의 처리구의 색도는 현미의 L값과 a 값이 87.64와 0.00로 가장 낮았고, 황색도를 나타내는 b값은 가장 높았으며 5분도는 L값 92.16, a값 0.02로 두 번째로 낮았고 b값은 2.97로 두 번째로 높았다. 10분도와 15분도는 현미와 5분도에 비해 L값 a값이 높았고, b값은 낮았으며 두 처리구 간의 색도 값은 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 수율의 차이는 처리구별 100 g에 대한 수율을 측정 하였을 때 현미와 5분도에 포함된 겨층의 손실에 의한 것으로 확인되며 색도의 차이는 현미와 5분도에 입자가 작은 겨층의 분산질이 전분 제조시에 잔류하여 낮은 명도와 높은 황색도를 나타내었다. Van Riten등 (1985)에 따르면 도정이 잘 되지 않은 쌀은 단백질함량이 높아 쌀의 외관 품질과 밥맛을 떨어뜨리는 요인으로 작용하게 되기 때문에 현미와 5분도의 전분가의 손실을 예상할 수 있다.

표 17. 도정도에 따라 제조한 전분 수율과 색도

처리구 (도정도)	수율 (%)	색도		
		L	a	b
현미	51.7	87.64±0.42	0.00±0.00	3.64±0.31
5분도	55.5	92.16±0.09	0.02±0.00	2.97±0.48
10분도	63.8	97.14±0.04	0.04±0.00	1.34±0.06
15분도	63.5	97.17±0.03	0.04±0.00	1.34±0.04

* 수율 측정시 제조한 쌀 가루를 dry base로 환산하였다.

* 각각 처리구별 100g에 대한 수율을 측정하였다.

(2) 도정도에 따른 전분가 및 전분 손상도 측정

도정도에 따라 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도를 표 18에 나타내었다. 도정도에 따른 전분가는 현미 78.24 %, 5분도 88.56 %, 10분도 94.55 %, 15분도 94.54 %로 현미와 5분도의 전분가가 10분도와 15분도에 비해 현저히 낮게 나타났으며 전분의 손상도 역시 낮게 나타났다. 이에 현미와 5분도에 색도의 영향을 주는 요인이 전분층이 아닌 단백질 또는 지방층이 포함된 겨층이 잔류해 있다는 것을 확인할 수 있었다. 10분도와 15분도는 전분가와 전분 손상도의 값이 큰 차이가 나지 않았다.

표 18. 도정도에 따른 제조 전분의 전분가와 전분 손상도 시험

(건물 중량)

도정도	전분가(%)	전분 손상도
현미	78.24	6.06
5분도	88.56	6.84
10분도	94.55	8.11
15분도	94.54	8.11

(3) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

도정도에 따라 제조한 전분의 팽윤력은 그림 10에, 용해도는 그림 11에 나타내었다. 도정도에 따라 제조한 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 10, 11은 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 10에서 각각의 처리구의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.04 ~ 3.17 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 7.85 ~ 14.6 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 10.89 ~ 15.77 %, 90 °C는 11.68 ~ 17.48 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구는 도정도가 높아질수록 값이 증가 하였고 10분도와 15분도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 그림 11에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 2.1 ~ 2.61 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 8.29 ~ 9.94 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 10.02 ~ 12.43 %, 90 °C는 10.93 ~ 13.31 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구는 도정도가 높아질수록 값이 증가 하였고 10분도와 15분도는 큰 차이를 나타내지 않았다.

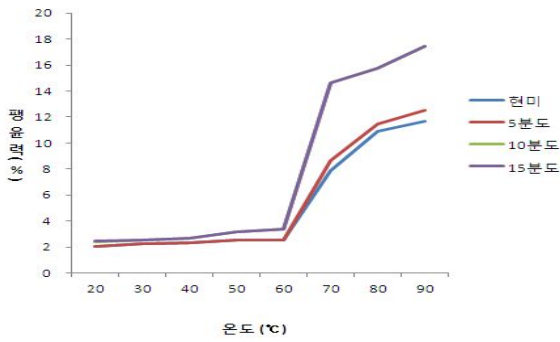


그림 10. 도정도에 따라 제조한 전분의 팽윤력

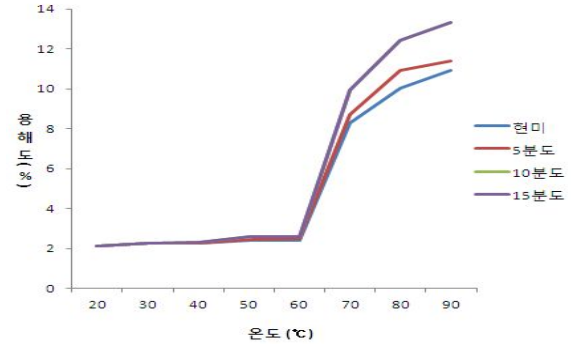


그림 11. 도정도에 따라 제조한 전분의 용해도

(4) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 19과 같다. 표 19에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 현미가 73.5 °C로 가장 높은 온도에서 pasting이 시작 되었고 두 번째로 5분도가 72.9 °C, 세 번째로 10분도와 15분도는 71.7 °C, 71.6 °C로 낮은 온도에서 pasting이 시작되었다. Peak viscosity는 현미가 2941 cp로 가장 낮은 값을 나타냈으며 10분도가 4011 cp로 가장 높은 값을 나타냈고 10분도와 15분도는 큰 차이를 보이지 않았다. Peak time은 현미가 4.5 min으로 가장 높았고 그 다음 5분도 10분도와 15분도로 나타났다. Breakdown의 경우 현미가 1570 cp, 5분도 1791 cp, 10분도 2875 cp, 15분도 2837 cp로 현미가 가장 낮았고 10분도가 가장 높았다. Setback의 값은 현미가 332 cp, 5분도 682 cp, 10분도 1322 cp, 15분도 1297 cp로 현미의 값이 현저히 낮았고 10분도의 값이 가장 높았다. pasting temp와 peak time을 제외한 모든 항목에서 현미의 값이 가장 낮은 것을 확인 할 수 있었고 10분도와 15분도는 큰 차이가 나지 않았다. 현미와 5분도는 전분가가 낮음에 따라 이와 같은 RVA특성을 나타낸다고 확인된다.

표 19. 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 시험

시료	Pasting temp (°C)	Peak viscosity(cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
현미	73.5±1.4	2941±53	4.5±0.1	465±27	1438±42	1570±36	332±20
5분도	72.9±0.9	3296±41	4.4±0.0	677±39	1763±44	1791±42	682±27
10분도	71.7±0.3	4011±48	4.1±0.1	1019±53	2485±44	2875±61	1322±40
15분도	71.6±0.7	3998±47	4.1±0.0	995±72	2492±70	2837±48	1297±64

마. 알칼리처리 쌀 전분의 제조공정 최적화

쌀 원료의 입도, 분쇄 방법, 도정도에 따른 전분의 특성을 시험한 결과를 토대로 최적의 제조공정 방법을 그림 12에 나타내었다.

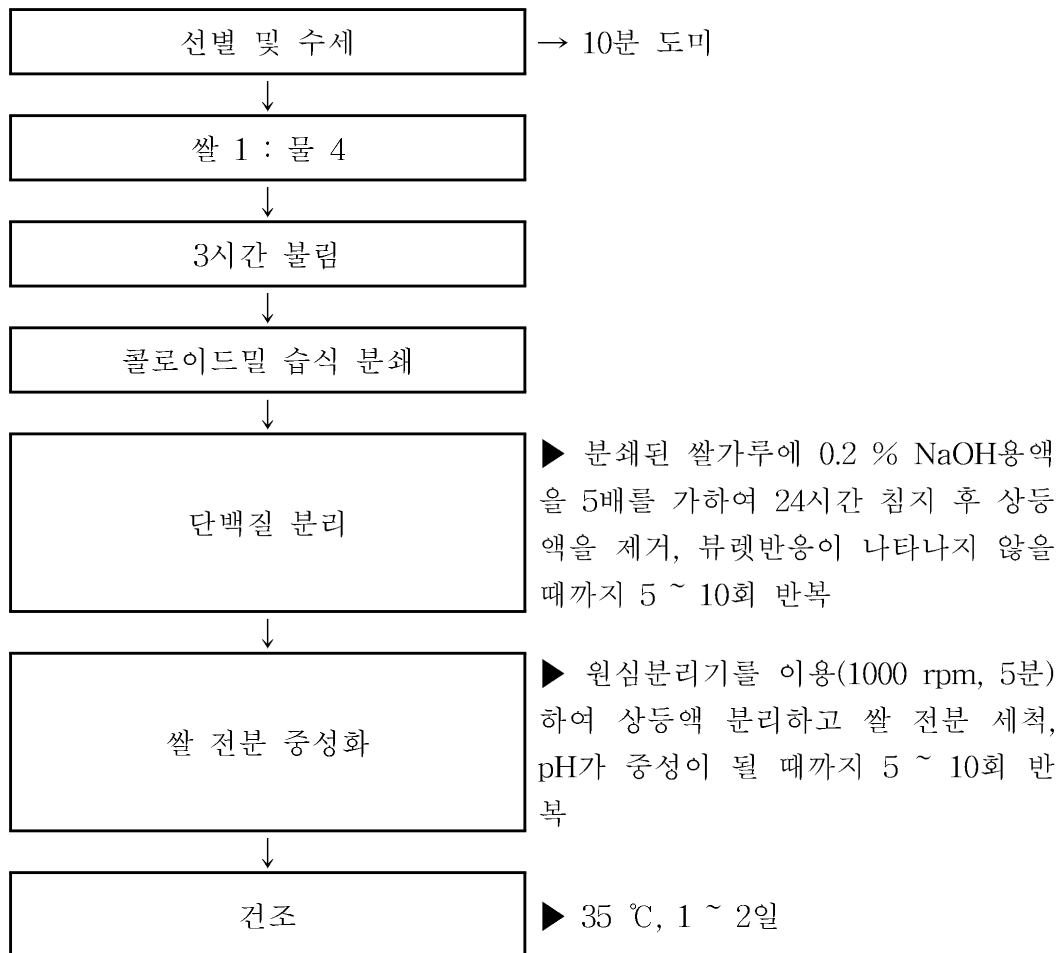


그림 12. 쌀 전분의 제조 공정

마. 새로운 친환경 쌀 전분 제조 기술 개발 최적화

(1) 단백질 분해 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석

(가) 최적 효소 결정 시험

효소 반응 조건은 pH 8, 온도는 50 °C로 고정하였고 각각의 처리구에 효소는 0.1% 첨가하였으며 효소 처리 후 4시간, 8시간 반응시켜 시험하였다.

① 효소 종류에 따라 제조한 쌀 전분 수율

단백질 분해 효소 처리는 N. Lumdubwong(1999) 등의 알칼리성 Protease 방법에 의해 수분 함량이 14 %인 쌀가루에 4배의 증류수를 첨가하여 1 N HCl 혹은 1 N-NaOH를 사용하여 기존에 알려진 효소들의 최적 pH로 조절하고, 최종온도에서 시료의 고형분 대비 0.1 ~ 0.3 %의 효소를 첨가한 후 8시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 현탁액을 20분간 원심분리(3500 × g)를 하고 이때 얻어진 침전물을 건조하여 제조 하였다. 효소의 종류에 따라 4시간 8시간 반응 후 이를 원심 분리한 침전물의 수율과 이를 건조하여 제조한 쌀 전분의 수율을 표 20에 나타내었다. 침전물의 수율은 원심 분리 후 남은 침전물의 중량 값으로 수율을 나타내었고 쌀 전분의 수율은 처리구에 따라 쌀가루 100 g에 대한 건물 중량 값으로 쌀가루에 대한 수율을 나타내었다. 쌀의 92 ~ 94 %가 전분인 것을 고려하였을 때 침전물의 수율은 80.4 ~ 85.4 %로 나타났으며 Alcalase 4시간 반응시 가장 높았고 Nutrase 8시간 반응이 가장 낮았다. 쌀 전분 수율은 77.2 ~ 80.4 %로 나타났으며 Nutrase 4시간 처리구가 가장 높았고 Alcalase 8시간 처리구가 가장 낮았다. 각각의 효소 종류에 따른 반응시간 별 수율은 큰 차이를 보이지 않았다.

표 20. 효소의 종류와 시간별 제조된 쌀 전분의 수율

(수율 : 건물량 기준)

효소	반응시간 (hr)	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)
Protamex	4	85.4	79.2
	8	82.2	77.4
Nutrase	4	82.4	80.4
	8	80.4	78.2
Alcalase	4	85.9	79.6
	8	81.2	77.2

② 효소 종류와 반응시간에 따른 쌀 전분의 색도

효소 종류와 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도를 표 21에 나타내었다. 효소의 종류와 반응시간에 따른 색도는 L값이 93.7 ~ 96.5이며 반응시간이 증가 할수록 L 값 커지고 효소의 종류에 따른 차이는 거의 없고 적색도 a값은 0.04 ~ 0.05로 효소 종류와 반응시간에 따른 큰 차이를 나타내지 않으며, 황색도 b값은 1.30 ~ 1.41로 효소의 종류에 따른 차이는 나타나지 않으며 반응시간이 증가 할수록 b값이 감소하였다.

표 21. 효소 종류와 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

효소	반응시간 (hr)	색도		
		L	a	b
Protamex	4	94.2±0.12	0.04±0.00	1.40±0.01
	8	96.5±0.19	0.04±0.00	1.31±0.00
Nutrased	4	93.7±0.12	0.04±0.00	1.41±0.02
	8	96.4±0.10	0.05±0.00	1.30±0.01
Alcalase	4	94.3±0.08	0.04±0.00	1.41±0.02
	8	95.1±0.09	0.04±0.00	1.31±0.02

③ 효소 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량

효소 종류와 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가를 표 23에 나타내었다. 효소 종류에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량은 각각의 효소를 4시간 반응시켰을 때 4.3 ~ 4.8 %, 8시간 반응시켰을 때 2.4 ~ 4.1 %로 나타났고, Protamex 처리구의 조단백질 함량이 가장 적게 나타났다. 대조구와 비교 하였을 때 단백질의 함량이 감소되었지만 알칼리 침지법으로 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량에서는 현저히 낮은 수치를 보였다. 전분가는 각각의 효소를 4시간 반응시켰을 때 Protamex 78.9 %, Nutrased 78.2 %, Alcalase 64.8 %, 각각의 효소를 8시간 반응시켰을 때 Protamex 84.4 %, Nutrased 82.5 %, Alcalase 65.1 %로 나타났고 대조구와 비교 하였을 때 Protamex와 Nutrased의 전분가는 높게 나타났지만 Alcalase의 전분가는 낮게 나타났으며 알칼리 침지법으로 제조한 쌀 전분에 비해 낮은 수치를 보였고 반응시간이 증가 할수록 전분가가 증가 하였다. 이 시험의 결과를 고려하여 다음 시험에서 효소의 종류는 Protamex를 사용하는 것으로 결정 하였다.

표 23. 효소 종류와 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

효소	반응시간 (hr)	조단백질 함량(%)	전분가(%)
Protamex	4	4.3	78.9
	8	2.4	84.4
Nutrased	4	4.8	78.2
	8	2.6	82.5
Alcalase	4	4.4	64.8
	8	4.1	65.1
대조구(쌀가루)		6.1	76.4
알칼리 침지법 쌀 전분		0.2	98.8

(나) 효소 반응 적정 조건 결정 시험

Protamex에 의한 쌀 전분 제조 시 적정 활성 온도와 pH를 결정하기 위한 시험으로써 각각의 처리구에 효소는 0.1 % 첨가하였으며 효소 처리 후 8시간 반응시켜 시험하였다.

① 효소 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분 수율

효소의 활성 온도와 pH 따라 반응 후 원심 분리한 침전물의 수율과 이를 건조하여 제조한 쌀 전분의 수율을 표 24에 나타내었다. 효소의 활성 온도와 pH에 따른 반응 후 침전물의 수율은 82.2 ~ 82.8 %로 나타났으며 큰 차이를 보이지 않았다. 쌀 전분의 수율은 76.4 ~ 77.4 %로 나타났으며 pH 8에서의 쌀 전분 수율이 높게 나타났지만 각각의 처리구는 큰 차이를 보이지 않았다.

표 24. 효소의 활성 온도와 pH에 따라 제조한 침전물의 수율과 건조 쌀 전분 수율

(수율 : 건물량 기준)

온도(℃)	pH	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)
40	7.0	82.6	76.6
	8.0	82.4	77.1
	9.0	82.8	76.4
50	7.0	82.5	76.8
	8.0	82.2	77.4
	9.0	82.4	77.0

② 효소의 활성온도와 pH에 따른 쌀 전분의 색도

효소의 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분의 색도를 표 25에 나타내었다. 효소의 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분의 색도는 L값이 96.1 ~ 96.5로 큰 차이를 보이지 않았고, 적색도를 나타내는 a값은 0.04로 동일했으며, 황색도를 나타내는 b값은 1.29 ~ 1.32로 큰 차이를 나타내지 않았다.

표 25. 효소 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

온도(°C)	pH	색도		
		L	a	b
40	7.0	96.1±0.13	0.04±0.00	1.32±0.01
	8.0	96.4±0.23	0.04±0.00	1.29±0.00
	9.0	96.2±0.11	0.04±0.00	1.31±0.02
50	7.0	96.2±0.12	0.04±0.00	1.32±0.01
	8.0	96.5±0.19	0.04±0.00	1.31±0.02
	9.0	96.1±0.14	0.04±0.00	1.32±0.02

③ 효소 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

효소의 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분 조단백질 함량과 전분가를 표 26에 나타내었다. 효소 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량은 40 °C, pH 7.0에서 반응시 2.5 %, pH 8.0에서 반응시 2.4 %, pH 9.0에서 반응시 2.5 %로 나타났고, 50 °C, pH 7.0에서 반응시 2.5 %, pH 8.0에서 반응시 2.4 %, pH 9.0에서 반응시 2.4 %를 나타내었다. pH 8.0에서 효소활성 시 더 낮은 조단백질 함량을 나타내었다. 전분가는 40 °C에서 pH에 따라 84.2 ~ 84.5 %, 50 °C에서 pH에 따라 84.3 ~ 84.4 %로 나타났다. 각각에 처리구에 따른 쌀 전분 수율과 전분가를 비교하였을 때 큰 차이를 보이지는 않았지만, 효소 최적 활성은 쌀 전분의 수율이 가장 높게 나타났으며 전분가 또한 2번째로 높게 나타난 활성 온도 50 °C, pH 8.0로 시험하기로 결정하였다.

표 26. 효소의 활성 온도와 pH에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가 시험

온도(°C)	pH	조단백질 함량(%)	전분가(%)
40	7.0	2.5	84.2
	8.0	2.4	84.5
	9.0	2.5	84.4
50	7.0	2.5	84.3
	8.0	2.4	84.4
	9.0	2.4	84.4
대조구(쌀가루)		6.1	76.4
알칼리 침지법 쌀 전분		0.2	98.8

(다) 효소 첨가량 결정 시험

Protamex에 의한 쌀 전분 제조 시 적정 첨가량을 결정하기 위한 시험으로 쌀 100 g의 건조 중량에 0.1, 0.2, 0.3 %의 효소를 첨가하여 8시간 반응 후 시험하였다.

① 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분 수율 측정

효소 첨가량에 따라 반응 후 원심분리한 침전물의 수율과 이를 건조하여 제조한 쌀 전분의 수율을 표 27에 나타내었다. 효소의 첨가량에 따라 반응 후 원심분리한 침전물의 수율은 효소 0.1 % 첨가한 처리구가 82.2 %, 0.2 % 첨가한 처리구가 81.4 %, 0.3 % 첨가한 처리구가 79.6 %로 첨가량이 증가할수록 침전물 수율이 감소하였고, 쌀 전분의 수율은 0.1 % 첨가한 처리구가 77.4 %, 0.2 % 첨가한 처리구가 76.9 %, 0.3 % 첨가한 처리구가 73.3 %로 첨가량이 증가할수록 수율이 감소하였다.

표 27. 효소 첨가량에 따른 쌀 전분 제조 시 침전물과 건조 전분의 수율

(수율 : 건물량 기준)

첨가량 (%)	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)
0.1	82.2	77.4
0.2	81.4	76.9
0.3	79.6	73.2

② 효소의 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

효소의 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도를 표 28에 나타내었다. 효소의 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도는 L값이 96.5 ~ 96.9로 큰 차이를 보이지 않았고, 적색도를 나타내는 a 값은 0.04로 동일했으며, 황색도를 나타내는 b값은 1.30 ~ 1.31로 큰 차이를 나타내지 않았다.

표 28. 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도 시험

첨가량 (%)	색도		
	L	a	b
0.1	96.5±0.19	0.04±0.00	1.31±0.02
0.2	96.7±0.14	0.04±0.00	1.30±0.00
0.3	96.9±0.13	0.04±0.00	1.30±0.00

③ 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

효소의 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가를 표 29에 나타내었다. 효소 첨가량 0.1 ~ 0.3 % 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량은 각각 2.1 ~ 2.3 %로 첨가량에 따른 큰 차이는 나타나지 않았다. 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 전분가는 0.1 % 첨가하여 반응시 84.4 %, 0.2 % 첨가하여 반응시 86.1 %, 0.3 % 첨가하여 반응시 88.8 %로 나타났다. 첨가량이 증가 할수록 조단백질 함량은 큰 차이를 보이지 않았고, 첨가량이 증가 할수록 전분가는 증가하였지만 큰 차이를 보이지 않았다. 실제 산업적으로 활용 시 효소를 0.1 % 첨가하는 것이 실용적이라고 판단되었다.

표 29. 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

첨가량 (%)	조단백질 함량(%)	전분가(%)
0.1	2.4	84.4
0.2	2.1	86.1
0.3	2.2	88.8
대조구(쌀가루)	6.1	76.4
알칼리 침지법 쌀 전분	0.2	98.8

④ 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 변화

효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 30과 같다. 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성은 각각의 시료에 pasting temperature는 73.1 ~ 75.6 °C로 첨가량이 증가 할수록 감소하였고, peak time은 효소 첨가량이 증가할수록 감소하였으며 peak viscosity는 효소 첨가량이 증가 할수록 높은 값을 나타내었다. 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 각각 1468 ~ 1838 cp로 첨가량이 증가 할수록 값이 증가하였으며 Setback의 경우 301 ~ 848 cp로 첨가량이 증가 할수록 값이 증가하였다. 효소의 첨가량이 증가함에 따라 pasting temperature와 peak time을 제외한 다른 항목에서는 높은 값을 나타내었다.

표 30. 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 시험

효소 첨가량 (%)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
0.1	75.6±0.2	2945±47	4.5±0.0	397±52	1315±59	1468±22	301±13
0.2	74.3±0.4	3026±26	4.4±0.0	495±29	1657±34	1613±40	582±20
0.3	73.1±0.3	3482±51	4.3±0.0	679±41	1829±46	1838±45	848±19
알칼리 침지법	72.3±0.5	4010±57	4.2±0.0	1025±45	2787±47	2849±73	1226±42

(라) 효소 반응시간 결정 시험

Protamex에 의한 쌀 전분의 제조시 적정 첨가량을 결정 시험으로 쌀 100 g의 건조 중량에 효소 0.1%를 첨가하여 4시간, 8시간, 12시간 반응시켜 시험하였다.

① 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분 수율 측정

효소의 반응시간에 따라 반응 후 원심분리한 침전물의 수율과 이를 건조하여 제조한 쌀 전분의 수율을 표 31에 나타내었다. 효소의 반응시간에 따라 반응 후 원심 분리한 침전물의 수율은 4시간 반응시킨 처리구가 85.4 %, 8시간 반응시킨 처리구가 82.2 %, 12시간 반응시킨 처리구가 79.5 %로 시간이 증가 할수록 침전물의 수율이 감소하였고, 쌀 전분의 수율은 4시간 반응시킨 처리구가 79.2 %, 8시간 반응시킨 처리구가 77.4 %, 12시간 반응시킨 처리구가 75.3 %로 반응시간이 증가 할수록 쌀 전분 수율이 감소하였다.

표 31. 효소에 반응시간에 따라 쌀 전분 제조 시 침전물과 건조 전분의 수율

(수율 : 건물량 기준)

반응시간 (hr)	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)
4	85.4	79.2
8	82.2	77.4
12	79.5	75.3

② 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

효소의 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도를 표 32에 나타내었다. 효소의 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도는 L값이 94.2 ~ 97.0으로 큰 차이를 보이지 않았지만 반응시간이 증가함에 따라 L값이 증가하였고, 적색도를 나타내는 a값은 0.04로 동일했으며, 황색도를 나타내는 b값은 1.30 ~ 1.40으로 반응시간이 증가함에 따라 감소하였다.

표 32. 효소 첨가량에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

반응시간 (hr)	색도		
	L	a	b
4	94.2±0.12	0.04±0.00	1.40±0.01
8	96.5±0.19	0.04±0.00	1.31±0.02
12	97.0±0.10	0.04±0.00	1.30±0.00

③ 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가를 표 33에 나타내었다. 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량은 4시간이 4.3 %, 8시간이 2.4 %, 12시간이 1.5 % 으로 반응시간이 증가할수록 조단백질 함량이 감소함을 나타내었고, 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 전분가는 4시간 반응시 78.9 %, 8시간 반응시 84.4% , 12시간 반응시 87.5 %로 나타났다. 효소 반응시간이 증가할수록 전분가가 증가하는 것으로 나타났다.

표 33. 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

반응시간 (hr)	조단백질 함량(%)	전분가(%)
4	4.3	78.9
8	2.4	84.4
12	1.5	87.5
대조구(쌀가루)	6.1	76.4
알칼리 침지법 쌀 전분	0.2	98.8

④ 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 변화

효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값은 표 34와 같다. 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성은 각각의 시료에 pasting temperature는 73.4 ~ 77.4 °C로 첨가량이 증가 할수록 감소하였고, peak time은 효소 첨가량이 증가할수록 감소하였으며 peak viscosity는 효소 첨가량이 증가 할수록 높은 값을 나타내었다. 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 각각 1517 ~ 1799 cp로 첨가량이 증가 할수록 값이 증가하였으며 Setback의 경우 278 ~ 833 cp로 첨가량이 증가 할수록 값이 증가하였다. 효소의 첨가량이 증가함에 따라 pasting temperature와 peak time을 제외한 다른 항목에서는 높은 값을 나타내었다.

표 34. 효소 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 시험

반응시간 (hr)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
4	77.4±0.3	2431±52	4.7±0.0	301±48	1209±41	1517±20	278±48
8	75.6±0.2	2945±47	4.5±0.0	397±52	1315±59	1468±22	301±13
12	73.4±0.2	3349±48	4.3±0.0	684±39	1792±44	1799±32	833±23
대조구 (쌀가루)	72.3±0.5	4010±57	4.2±0.0	1025±45	2787±47	2849±73	1226±42

(2) 혼합 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석

Pectinase인 Cytolase pcl5와 Proteinase인 Protamex를 혼합 하여 제조한 전분의 수율, 순도 및 전분특성을 분석하였다.

(가) 최적 효소 반응 결정 시험

① 효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분 수율

효소의 종류에 따라 4시간, 8시간 반응 후 이를 원심분리한 침전물의 수율과 이를 건조하여 제조한 쌀 전분의 수율을 표 35에 나타내었다. 침전물의 수율은 원심 분리 후 남은 침전물의 중량 값으로 수율을 나타내었고, 쌀 전분의 수율은 처리구에 따라 쌀가루 100 g에 대한 건물 중량 값으로 쌀가루에 대한 수율을 나타내었다. 쌀의 92 ~ 94 %가 전분인 것을 고려하였을 때 침전물의 수율은 80.1 ~ 85.9 %로 나타났으며 A 처리구의 침전물 수율이 가장 높았고 두 효소를 8시간 씩 처리한 F 처리구의 침전물 수율이 가장 낮았다. 쌀 전분의 수율은 74.4 ~ 82.1 %로 나타났으며 A처리구의 쌀 전분 수율이 가장 높았고 F 처리구의 수율이 가장 낮게 나타났다. Cytolase pcl5를 단일 처리한 처리구의 수율이 높게 나타났고 혼합 처리한 처리구는 Protamex를 8시간씩 처리한 처리구 D와 F의 침전물 수율이 낮게 나타났다.

표 35. 효소에 종류와 시간에 따라 전분 제조 후 침전물과 건조 전분의 수율

(수율 : 건물량 기준)

처리구	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)
A	85.9	82.1
B	85.4	81.8
C	83.7	77.6
D	80.6	75.6
E	81.8	76.2
F	80.1	74.4

* A : Cytolase pcl5 0.1 % 4 시간 반응

B : Cytolase pcl5 0.1 % 8 시간 반응

C : Cytolase pcl5 0.1 % 4 시간 반응 + Protamex 0.1 % 4 시간 반응

D : Cytolase pcl5 0.1 % 4 시간 반응 + Protamex 0.1 % 8 시간 반응

E : Cytolase pcl5 0.1 % 8 시간 반응 + Protamex 0.1 % 4 시간 반응

F : Cytolase pcl5 0.1 % 8 시간 반응 + Protamex 0.1 % 8 시간 반응

② 효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분 색도

효소 종류와 반응 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도를 표 36에 나타내었다. 각각 처리구에 따른 색도는 명도 L값이 96.71 ~ 100.05이며, 적색도 a값은 -0.62 ~ 0.01, 황색도 b값은 3.57 ~ 6.18로 Protamex를 첨가하지 않고 Cytolase pcl5를 각각 4시간 8시간씩 단일 처리한 A와 B 처리구의 L 값이 97.37, 96.71, a값이 0.01, 0.00, b값이 4.92, 6.18로 혼합 처리 시보다 명도가 낮고 황색도가 높음을 확인 할 수 있었다. 혼합 효소 처리 시 Protamex를 8시간 반응한 D와 F의 L값은 100.05, 100.01,로 높은 명도를 나타냈고, a값은 -0.62, -0.60으로 낮게 나타났으며 b값은 3.98, 3.57로 다른 처리구와 비교하였을 때 낮은 값을 보였다.

표 36. 효소의 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

처리구	색도		
	L	a	b
A	97.37±1.41	0.01±0.00	4.92±0.02
B	96.71±1.10	0.00±0.00	6.18±0.01
C	97.99±1.19	0.00±0.00	4.42±0.07
D	100.05±1.12	-0.62±0.02	3.98±0.03
E	97.28±1.30	-0.04±0.00	4.29±0.02
F	100.01±1.27	-0.60±0.01	3.57±0.01

③ 효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분 조단백질 함량

효소 종류와 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가를 표 37에 나타내었다. 전분가는 Cytolase pcl5를 4시간, 8시간 반응시킨 A, B 처리구의 전분가가 77.2 %, 77.7 %로 가장 낮았고, Protamex를 혼합 하여 8시간씩 반응시킨 F처리구의 전분가가 89.3 %로 가장 높았다. 각각에 처리구에 따른 쌀 전분 수율과 전분가를 비교하였을 때 Cytolase pcl5만을 반응시킨 쌀 전분의 전분가는 낮게 나타났고, Protamex를 혼합 하여 8시간 반응시킨 쌀 전분의 전분가는 현저히 높게 나타났다.

표 37. 효소 종류와 반응시간에 따라 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

처리구	조단백질 함량(%)	전분가(%)
A	5.3	77.2
B	5.1	77.7
C	5.0	83.5
D	3.9	88.9
E	5.0	84.2
F	1.9	89.3
대조구(쌀가루)	6.1	76.4
알칼리 침지법 쌀 전분	0.2	98.8

④ 효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 변화

효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성을 표 38에 나타내었다. 효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성은 각각의 시료에 pasting temperature는 74.0 ~ 84.6 °C로 Cytolase pcl5를 단일 처리한 처리구의 값이 높았고 Protamex를 혼합 처리하여 8시간 반응한 D, F 처리구의 값이 낮게 나타났다. peak time은 Cytolase pcl5를 단일 처리한 처리구의 값이 높게 나타났고 Protamax를 혼합 처리하여 8시간 반응한 D, F 처리구의 값이 4.4 min으로 낮게 나타났다. peak viscosity는 1876 ~ 3182 cp로 Cytolase pcl5를 단일 처리한 처리구의 값이 낮았고 Protamex를 혼합 처리하여 8시간 반응한 D, F 처리구의 값이 높게 나타났으며 Holding strength, Final viscosity, Break down, setback 역시 단일 처리한 처리구의 값이 낮았고 Protamex를 혼합 처리하여 8시간 반응한 D, F 처리구의 값이 높게 나타났다.

표 38. 효소 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 시험

처리구	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
A	84.6±0.2	1876±34	5.3±0.0	198±65	1027±47	902±12	277±24
B	83.2±0.4	1884±53	4.9±0.0	211±57	1088±51	911±38	299±34
C	76.3±0.6	2465±40	4.6±0.0	302±52	1995±43	1250±40	430±23
D	74.1±0.2	3058±26	4.4±0.0	402±42	2041±34	1692±39	787±46
E	75.1±0.4	2479±42	4.5±0.0	306±64	2011±52	1524±78	562±24
F	74.0±0.4	3182±62	4.4±0.0	416±38	2068±59	1936±34	892±31
알칼리 침지법	72.3±0.5	4010±57	4.2±0.0	1025±45	2787±47	2849±73	1226±42

(3) 교반 속도의 변화에 따른 전분의 수율, 순도 및 단백질 분석

효소 반응 시 교반 속도에 차이에 따른 전분 특성을 시험 하여 가장 적합한 교반 속도를 정하였다. 각 처리구의 전분 수율, 순도 및 단백질 함량을 표 39에 나타내었다. 교반 속도에 따른 침전물과 쌀 전분의 수율은 교반 속도가 낮을수록 높았지만 전분가는 120 RPM 이상에서 94.7 %로 높게 나타났으며 단백질 함량 또한 0.5 % 로 낮은 값을 나타내었다. N. Lumdubwong 등 (2000)에 따르면 효소 반응시킨 처리구의 단백질의 함량이 0.6(g/100g), 전분가는 99.0 %로, 이는 120 RPM 이상으로 교반하여 반응시켰을 때 처리구와 비슷한 값을 나타내었고, 쌀 전분으로 적합한 수치를 보였다.

표 39. 효소 반응시 교반 속도의 변화에 따른 전분의 수율, 순도 및 단백질 함량

교반 속도 (RPM)	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)	전분가 (%)	단백질 함량(g/100g)
60	86.4	80.1	81.9	4.1
80	84.3	78.4	84.0	3.0
100	80.1	74.4	89.3	1.9
120	80.5	72.1	94.7	0.5
140	78.7	70.4	94.8	0.5

(4) 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 전분 수율, 순도 및 전분특성 분석

효소 반응시 부패 방지를 위하여 부패를 유도하는 미생물의 활동을 억제 하는 시험을 실시하였다. 이에 사용된 안식향산나트륨은 식품위생법상 허가된 방부제의 일종으로써 benzoic acid 방향족 카르복실산의 한 종류로 음료에 사용되는 방부제이다. 이를 증류수 첨가 후 효소 반응시 고형분의 0.1 %를 첨가하여 시험하였다.

(가) 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분 수율

Cytolase pcl5와 Protamex의 반응시 부패방지를 위해 안식향산나트륨을 효소 활성화 전, Cytolase pcl5 반응 후, Cytolase pcl5와 Protamex의 혼합 처리 후의 세단계로 첨가하여 시험하여 침전물의 수율과 전분의 수율을 표 40에 나타내었다. 각각의 효소 처리 반응은 각각 효소의 최적 pH와 최적 온도에서 각각 8시간씩 반응하여 시험하였고 안식향산나트륨은 식품공전기 준량에 따라 첨가 하였다.

쌀의 92 ~ 94 %가 전분인 것을 고려하였을 때 침전물의 수율은 80.6 ~ 86.0 %, 쌀 전분수율은 75.6 ~ 80.5 %로 나타났으며, A 처리구의 침전물 수율이 가장 높았고 Cytolase pcl5 반응

후 안식향산나트륨을 첨가한 B 처리구, 혼합 처리 후 첨가한 C 처리구 순으로 침전물 수율과 쌀 전분 수율이 감소하였다.

표 40. 효소에 종류와 시간에 따른 전분 제조 후 침전물과 건조 전분의 수율

(수율 : 건물량 기준)

처리구	침전물 수율 (%)	쌀 전분 수율 (%)
A	86.0	80.5
B	85.9	82.1
C	80.6	75.6

* A : 안식향산나트륨 첨가 후 Cytolase pcl5 0.1 % 8 시간 반응 + Protamex 0.1 % 8 시간 반응
 B : Cytolase pcl5 0.1 % 8 시간 반응 후 안식향산나트륨 첨가 후 Protamex 0.1 % 8 시간 반응
 C : Cytolase pcl5 0.1 % 8 시간 반응 + Protamex 0.1 % 8 시간 반응 후 안식향산나트륨 첨가

(나) 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분 색도

효소 종류와 반응 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도를 표 41에 나타내었다. 각각 처리구에 따른 색도는 명도를 나타내는 L값이 97.37 ~ 100.04이며, 적색도를 나타내는 a값은 -0.62 ~ 0.01, 황색도를 나타내는 b값은 3.24 ~ 4.92로 Cytolase pcl5 4시간 반응 후 안식향산나트륨을 첨가한 처리구 B는 Protamex의 반응이 일어나지 않아 황색도가 높은 것을 확인 할 수 있었고, 효소 혼합 처리 후 안식향산나트륨을 첨가한 처리구 C의 L값이 가장 높게 나타났고 a값은 가장 낮게 나타났다.

표 41. 효소의 혼합과 처리 시간에 따라 제조한 쌀 전분의 색도

처리구	색도		
	L	a	b
A	98.46±1.86	0.01±0.01	3.24±0.01
B	97.37±1.41	0.01±0.00	4.92±0.02
C	100.04±1.12	-0.62±0.02	3.67±0.02

(다) 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분 조단백질 함량
 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분의 조 단백질 함량과 전분가를 표 42에 나타내었다. 효소 반응시 부패 방지를 위하여 안식향산나트륨을 처리할 때

효소 반응 도중 첨가하였을 때 조단백질의 함량이 높고 전분가가 높은 것으로 미루어 효소의 활성화에 지장을 주는 것으로 판단 할 수 있었다.

표 42. 효소반응시 부패방지처리 후 제조한 쌀 전분의 조단백질 함량과 전분가

(수율 : 건물량 기준)

처리구	조단백질 함량(g/100g)	전분가(%)
A	6.8	71.3
B	5.0	77.7
C	0.5	94.7
대조구(쌀가루)	6.1	76.4
알칼리 침지법 쌀 전분	0.2	98.8

(라) 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분 미생물 시험
 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분의 미생물 시험을 표 43에 나타내었다. 안식향산나트륨을 처리한 A, B, C 처리구는 처리 하지 않은 처리구에 비해 미생물의 수가 현저히 감소하였고 B, C 처리구는 미생물이 나타나지 않았다.

표 43. 효소 반응시 부패 방지를 위한 안식향산나트륨 처리 후 제조한 쌀 전분의 미생물 시험

	무첨가	A	B	C
총 균	2.1×10^3	1.0×10^1	-	-
미생물 (CFU/g)				
대장균	2.0×10^2	-	-	-
효모	5.0×10^1	-	-	-

(5) 효소 처리 쌀 전분의 제조공정 최적화

쌀 원료의 입도, 분쇄 방법, 도정도에 따른 전분의 특성을 시험한 결과를 토대로 최적의 제조공정을 그림 13에 나타내었다.

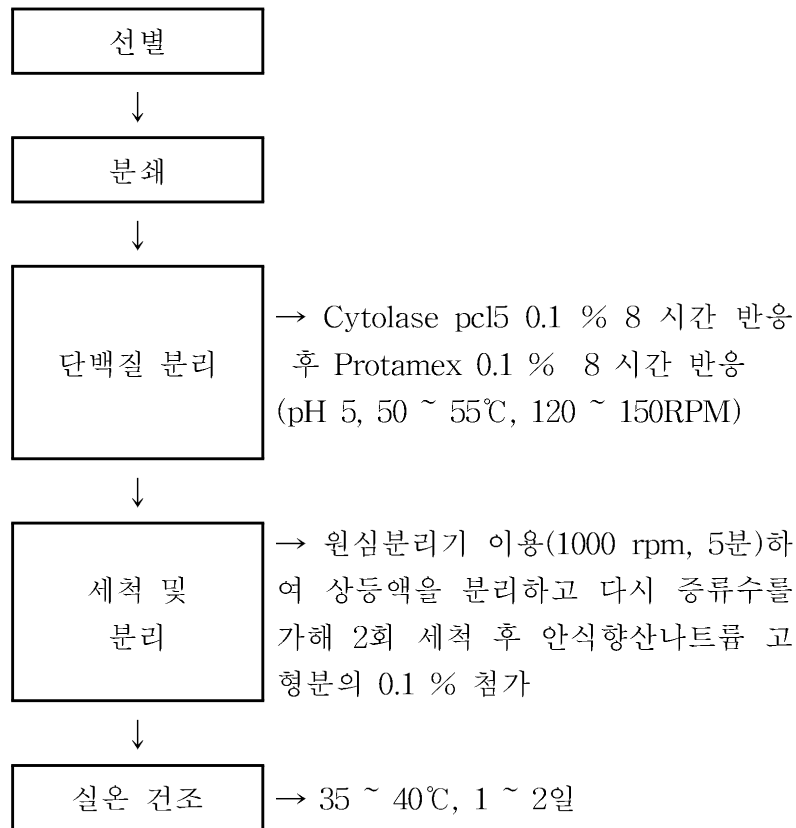


그림 13. 효소처리 쌀 전분의 제조 공정

사. 단백질 분해효소처리, 콜로이드밀 및 고압균질기에 의한 전분특성 분석

(1) 제조 입도에 따른 분해 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성 분석

쌀가루의 제조 및 입도와 색도에 사용된 시료는 건식 콜로이드밀을 사용하여 원료 쌀을 분쇄 하고, 20, 40, 60, 80 및 100 mesh의 표준망체에 각각 쌀가루를 체질하여 여과물을 사용하였다. 각각 처리구의 입도는 particle size analyzer(CILAS, model 1064L, France)를 사용하여 측정하였다. 입도가 다른 쌀가루를 그림 3 방법에 따라 효소 처리하여 쌀 전분을 제조 하였고 대조구는 Yamamoto K 등 (1973)의 알칼리 침지법을 참고 하여 쌀가루의 입도 11.2 μm , 건식 분쇄를 사용하여 2012년에 수확한 쌀을 사용하였다.

(가) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 수율과 색도

입도에 따라 제조한 처리구에 효소 처리하여 쌀 전분을 제조 하고 각각 처리구의 입도와 색도를 표 44에 나타내었다. 효소를 이용하여 제조한 쌀 전분의 수율은 쌀의 92 ~ 94 %가 전분인 것을 고려하였을 때 수율이 현저하게 낮음을 확인하였고 대조구와 비교하였을 때 동일한 입도 11.2 μm 에서 효소 처리한 쌀 전분의 수율이 74.8 %, 대조구는 63.8 %로 알칼리 침지법을 사용한 대조구의 수율보다 현저히 높게 나타났다. 각각의 처리구의 색도는 명암을 나타내는 L

값이 100.00 ~ 100.02, 적색도를 나타내는 a값이 -0.62 ~ -0.58, 황색도를 나타내는 b값이 3.39 ~ 3.57 로 대조구와 비교하였을 때 L값과 b값이 높고 a값이 낮은 것을 확인 할 수 있었다. 이는 Pectinase 효소 처리시 적색도가 감소하고 황색도가 증가하기 때문이라고 판단되었다.

표 44. 표준 망체의 mesh 크기에 따른 입도와 입도에 따라 제조한 전분 수율과 색도
(수율 : 건물량 기준)

처리구 (mesh)	입도 (μm)	수율* (%)	색도		
			L	a	b
20	48.4	75.0	100.02 \pm 2.14	-0.61 \pm 0.01	3.48 \pm 0.00
40	24.7	74.4	100.02 \pm 1.42	-0.58 \pm 0.01	3.39 \pm 0.01
60	11.2	74.8	100.00 \pm 1.09	-0.61 \pm 0.02	3.40 \pm 0.02
80	9.3	74.2	100.01 \pm 1.27	-0.60 \pm 0.01	3.57 \pm 0.01
100	8.5	73.8	100.00 \pm 1.11	-0.62 \pm 0.00	3.51 \pm 0.01
대조구	11.2	63.8	97.14 \pm 0.04	0.04 \pm 0.00	1.34 \pm 0.06

(나) 입도에 따른 전분가와 전분 손상도

입도에 따라 제조한 처리구에 효소처리하여 쌀 전분을 제조하고 각각 처리구의 전분가와 전분 손상도를 표 45에 나타내었다. 쌀 전분의 전분가를 이용하여 입도에 따른 전분의 손실 또는 손상을 확인할 수 있는데 20 mesh 쌀 전분의 전분가는 90.1 %, 40 mesh는 90.7 %, 60 mesh는 94.7 %, 80 mesh는 93.2 %, 100 mesh는 92.0 %로 60 mesh의 전분가가 가장 높았다. 전분의 손상도는 20 mesh가 8.07로 가장 높았고, 100 mesh가 7.59로 손상이 가장 적었지만 큰 차이를 보이지 않았으며 대조구와 비교하였을 때도 큰 차이를 보이지 않았다.

표 45. 입도에 따라 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도
(수율 : 건물량 기준)

Siever pore size (mesh)	전분가 (%)	전분 손상도
20	90.1	8.07
40	90.7	7.98
60	94.7	7.74
80	93.2	7.68
100	92.0	7.59
대조구	94.55	8.11

(다) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도를 그림 14, 15에 나타내었다. 쌀 전분의 팽윤력과 용해도는 측정온도가 상승함에 따라 증가하였다. 전분을 물과 함께 가열하면 전분입자가 팽윤되고 구성성분이 용출되는데 이는 측정온도, 전분의 특징에 영향을 받는다. 그림 14에서 대조구를 제외한 각각의 처리구는 20 ~ 60 °C에서는 2.3 ~ 3.1 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 13.8 ~ 14 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 15.6 ~ 15.7 %, 90 °C 16.7 ~ 17.3 %로 완만히 증가하였다. 대조구를 다른 처리구와 비교하였을 때 팽윤력이 더 높게 나타났고 입도가 작을수록 팽윤력이 감소하는 것을 확인 할 수 있었지만 큰 차이는 나지 않았다. 그림 15에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 1.9 ~ 3.3 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 9.5 ~ 9.8 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 11.9 ~ 12.2 %, 90 °C 12.9 ~ 13.1 %로 완만히 증가하였다. 대조구는 다른 처리구에 비해 용해도가 70 °C부터 급격히 증가하였고 값이 다른 처리구에 비해 높았다. 쌀가루의 입도에 따라 제조한 쌀 전분은 쌀가루의 입도가 작을수록 용해도의 값이 감소하는 추세를 보였지만 큰 차이는 나지 않았다. 최현욱 등(2005)에서는 일반 쌀 전분의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.5 ~ 3.3 %로 일정하다가 70 °C에서 14.8 %로 급격히 증가하였고 80 °C에서 15.7 %, 90 °C에서 17.8 %로 다소 완만해지는 경향을 나타내었다. Biliaderi 등(1980)은 전분입자내의 결합력이 팽윤양상에 영향을 주어 결합정도가 강한 전분은 팽윤에 대해 강하게 저항하므로 온도 증가에 따른 팽윤력을 비교하여 상대적인 결합강도를 알 수 있다고 했다. 이에 근거하여 전분의 입도와 팽윤력의 관계는 입도가 감소함에 따라 팽윤력에 영향을 주는 전분립 내부의 결합이 깨지는데 즉, amylopectin의 파괴가 증가하여 팽윤력이 감소한다고 생각 되었다.

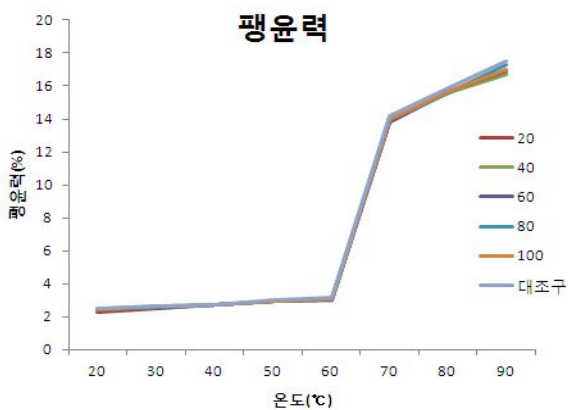


그림 14. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 팽윤력

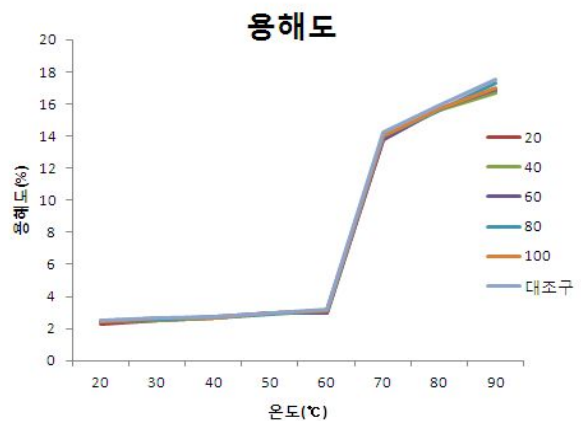


그림 15. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 용해도.

(라) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 46과 같다. 표 46에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 72.4 ~ 73.4 °C로 큰 차이를 보이지 않았고, peak time은 4.1 ~ 4.3 min으로 대조구와 비교하였을 때 큰 차이를 보이지 않았다. 최고점도 peak viscosity는 3983 ~ 4009 cp로 나타났고, 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는breakdown의 경우 2071 ~ 2882 cp로 나타났다. 점도가 상승하는 정도를 나타내는 Setback의 경우 845 ~ 1291 cp로 나타났다. 각각의 처리구의 RVA 특성을 비교한 결과 입도가 낮을수록 pasting temp, peak 이 감소하고 peak viscosity, holding strength, final viscosity, break down, setback은 증가 하였다. 대조구와 처리구를 비교하였을 때 한 쌀 전분에서 특별히 감소나 증가를 이루는 특성은 없었다.

표 46. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성

처리구 (mesh)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
20	73.4±0.3	3983±56	4.3±0.1	910±47	1876±52	2071±72	845±31
40	73.0±0.1	3996±43	4.3±0.0	987±53	2345±48	2234±68	934±27
60	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22
80	72.5±0.3	4008±40	4.2±0.1	1019±41	2671±62	2808±67	1265±41
100	72.4±0.4	4009±53	4.1±0.0	1023±57	2653±57	2882±51	1291±25
대조구	71.7±0.3	4011±48	4.1±0.1	1019±53	2485±44	2875±61	1322±40

(2) 분쇄 방법에 따른 분쇄 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성 분석

(가) 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 수율과 색도

분쇄 방법에 따른 처리구의 수율과 색도를 표 47에 나타내었다. 쌀가루의 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 수율은 건식 분쇄한 처리구가 74.8 %, 습식 분쇄한 처리구가 75.6 %로 습식 분쇄한 처리구의 수율이 더 높게 나타났지만 큰 차이를 보이지 않았다. 건식 분쇄와 습식 분쇄의 색도는 L 값이 100.00, 100.01이며 a값은 -0.61, -0.60으로 나타났고 b값은 3.40, 3.29로 큰 차이를 보이지 않았다.

표 47. 쌀의 분쇄 방법에 따라 제조한 전분 수율과 색도

(수율 : 건물량 기준)

분쇄방법	수율* (%)	색도		
		L	a	b
건식분쇄	74.8	100.00±1.09	-0.61±0.02	3.40±0.02
습식분쇄	75.6	100.01±1.10	-0.60±0.01	3.29±0.01

(나) 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도

분쇄 방법에 따른 전분의 전분가와 전분 손상도를 표 48에 나타내었다. 분쇄 방법에 따른 전분의 전분가는 건식 분쇄가 94.7 %, 습식 분쇄가 94.8 %로 큰 차이를 보이지 않았고 전분 손상도는 각각 7.74, 7.85로 손상도가 적은 것으로 나타났다.

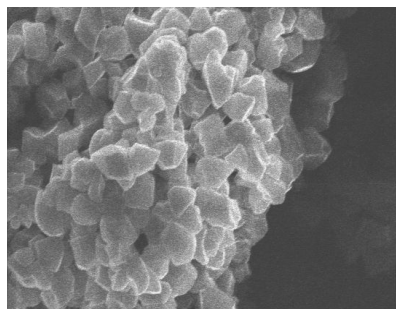
표 48. 분쇄 방법에 따른 쌀 전분의 전분가와 전분 손상도

(수율 : 건물량 기준)

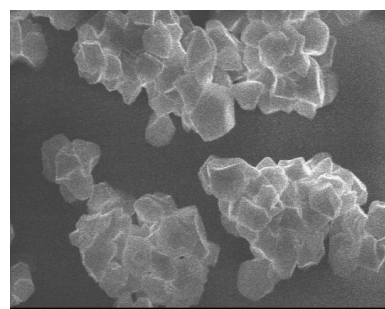
분쇄방법	전분가(%)	전분 손상도
건식분쇄	94.7	7.74
습식분쇄	94.8	7.85

(다) 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 표면

분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 그림 16에 나타내었다. 쌀 전분의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 2000배율로 관찰한 결과 입자의 크기와 형태가 유사하였다. 각각 입자의 형태는 대체로 다각형의 형태를 보이며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰할 수 있었다.



건식 분쇄



습식 분쇄

그림 16. 분쇄 방법에 따른 쌀가루와 쌀 전분의 표면 형태.

(라) 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력은 그림 17에 용해도는 그림 18에 나타내었다. 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 17, 18은 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 17에서 각각의 처리구는 20 ~ 60 °C에서는 2.4 ~ 3.0 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 13.5 ~ 13.8 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 15.2 ~ 15.7 %, 90 °C는 16.8 ~ 16.9 %로 완만히 증가하였고 큰 차이는 나지 않았다. 그림 18에서 각각의 용해도는 20 ~ 60°C에서는 2.0 ~ 3.3 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 9.7 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 12.0 %, 90 °C는 13.0 ~ 13.1 %로 완만히 증가하였으며 큰 차이가 나지 않았다.

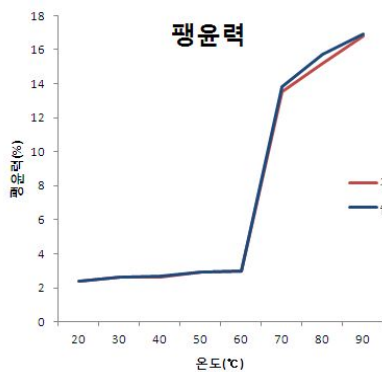


그림 17. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 팽윤력

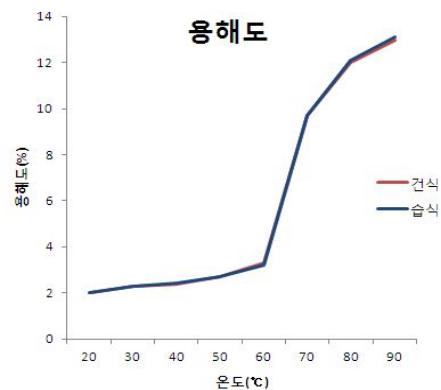


그림 18. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 전분의 용해도.

(마) 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성을 표 49에 나타내었다. 표 49에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 72.5 ~ 72.6 °C로 큰 차이를 보이지 않았고 peak time은 각각의 처리구가 4.2 min으로 같았으며 최고점도 peak viscosity는 4008~4017 cp로 나타났고 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 2821~2835 cp로 나타났으며 냉각 후 점도가 상승하는 정도를 나타내는 setback의 경우 1254~1289 cp로 나타났다. 각각의 처리구의 RVA 특성을 비교한 결과 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분에서는 처리구간의 특별히 감소나 증가를 이루는 특성은 없었다.

표 49. 쌀 분쇄 방법에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성

처리구 (mesh)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
건식	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22
습식	72.6±0.2	4017±62	4.2±0.1	1018±42	2589±61	2835±71	1289±24

(3) 도정율에 따른 분쇄 효소 처리에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성 분석

(가) 도정도에 따라 제조한 전분의 수율과 색도

쌀의 도정과정 중 미강의 제거 정도는 도정도로 나타내는데, 도정도는 현미중량에 대하여 제거된 미강의 중량비로서 도정수율은 물론이고 쌀의 품질과 밀접한 관계가 있다. 김의웅 등(2005), 장학길 등(2004)에 따르면 도정의 주목적은 배유를 얻는 데 있으며 배유는 알맹이, 가루 또는 전분의 형태로 가공되고 도정에서는 일반적으로 가능한 한 쌀의 무게 비에 8 %인 겨를 완전히 제거하는 것이 중요한데, 도정에서 겨란 과피, 종피, 주심층 및 호분층을 가리키며 도정 중 18 % 정도의 기름을 담고 있는 배야를 제거하는 것이 주목적이다. 현재 시판 되는 일반미의 도정도는 10분도 즉 쌀의 무게 비로 8 % 도정한 것을 나타낸다. 도정도에 따른 처리구의 수율과 색도를 표 50에 나타내었다.

쌀의 도정도에 따른 제조 전분의 수율은 현미 67.2 %, 5분도 70.4 %, 10분도 74.8 %, 15분도 74.7 %로 10분도와 15분도의 수율이 높게 나타났다. 각각의 처리구의 색도는 현미의 L값과 a값이 90.48과 -0.83으로 가장 낮았고, 황색도를 나타내는 b값은 가장 높았으며 5분도는 L값 94.47 a값 -0.74로 두 번째로 낮았고 b값은 3.57로 두 번째로 높았다. 10분도와 15분도는 현미와 5분도에 비해 L값 a값이 높았고, b값은 낮았으며 두 처리구 간의 색도 값은 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 수율의 차이는 처리구별 100 g에 대한 수율을 측정 하였을 때 현미와 5분도에 포함된 겨층의 손실에 의한 것으로 확인되며 색도의 차이는 현미와 5분도에 입자가 작은 겨층의 분산질이 전분 제조 시에 잔류하여 낮은 명도와 높은 황색도를 나타내었다. Van Riten 등 (1985)에 따르면 도정이 잘 되지 않은 쌀은 단백질함량이 높아 쌀의 외관 품질과 밥맛을 떨어뜨리는 요인으로 작용하게 되기 때문에 현미와 5분도의 전분가의 손실을 예상할 수 있다.

표 50. 도정도에 따라 제조한 전분 수율과 색도

(수율 : 건물량 기준)

도정율	수율 (%)	색도		
		L	a	b
현미	67.2	90.48±1.00	-0.83±0.02	4.78±0.00
5분도	70.4	94.47±1.20	-0.74±0.02	3.57±0.02
10분도	74.8	100.00±1.09	-0.61±0.02	3.40±0.02
15분도	74.7	100.13±1.11	-0.61±0.02	3.41±0.00

(나) 도정도에 따른 전분가 및 전분 손상도 측정

도정도에 따라 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도를 표 51에 나타내었다. 도정도에 따른 전분가는 현미 77.6 %, 5분도 87.4 %, 10분도 94.7 %, 15분도 94.5 %로 현미와 5분도의 전분가가 10분도와 15분도에 비해 현저히 낮게 나타났으며 전분의 손상도 역시 낮게 나타났다. 이에 현미와 5분도에 색도의 영향을 주는 요인이 전분층이 아닌 단백질 또는 지방층이 포함된 겨층이 잔류해 있다는 것을 확인할 수 있었다. 10분도와 15분도는 전분가와 전분 손상도의 값이 큰 차이가 나지 않았다.

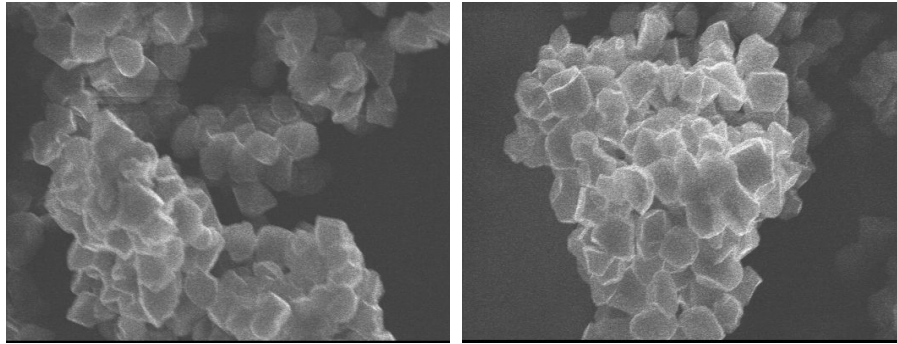
표 51. 도정도에 따른 제조 전분의 전분가와 전분 손상도 시험

(수율 : 건물량 기준)

도정율	전분가 (%)	전분 손상도
현미	77.6	6.25
5분도	87.4	6.99
10분도	94.7	7.74
15분도	94.5	7.61

(다) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 표면

도정도에 따라 현미로 제조한 쌀 전분과 10분도로 제조한 쌀 전분의 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 그림 19에 나타내었다. 쌀 전분의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 2000 배율로 관찰한 결과 입자의 크기와 형태가 유사하였다. 각각 입자의 형태는 대체로 다각형의 형태를 보이며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰 할 수 있었다.



현미

10분도

그림 19. 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 표면.

(라) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 팽윤력과 용해도

도정도에 따라 제조한 전분의 팽윤력은 그림 20에, 용해도는 그림 21에 나타내었다. 도정도에 따라 제조한 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 20, 21은 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 20에서 각각의 처리구의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.1 ~ 3.1 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 8.0 ~ 14.0%로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 10.3 ~ 15.7 %, 90 °C는 11.6 ~ 17.1 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구는 도정도가 높아질수록 값이 증가 하였고 10분도와 15분도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 그림 21에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 2.1 ~ 3.3 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 8.4 ~ 9.9 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 10.5 ~ 12.4 %, 90 °C는 11.1 ~ 13.3 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구는 도정도가 높아질수록 값이 증가 하였고 10분도와 15분도는 큰 차이를 나타내지 않았다.

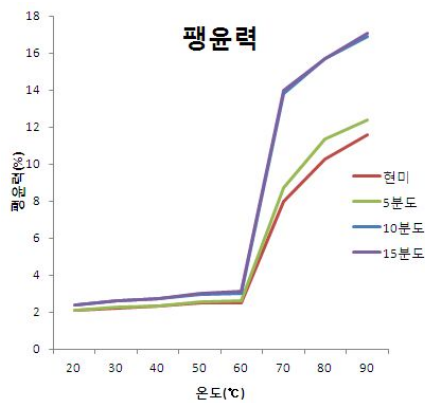


그림 20. 도정도에 따라 제조한 전분의 팽윤력

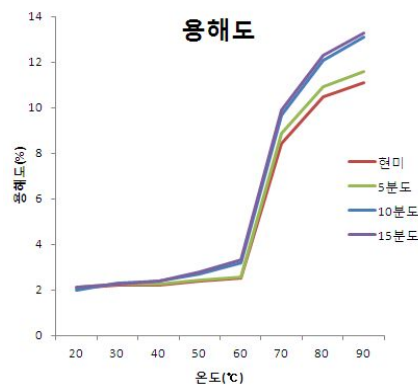


그림 21. 도정도에 따라 제조한 전분의 용해도.

(마) 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 변화

도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값은 표 52와 같다. 표 52에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 현미가 74.1 °C로 가장 높은 온도에서 pasting이 시작 되었고 두 번째로 5분도가 73.0 °C, 세 번째로 10분도와 15분도가 72.5 °C, 72.4 °C로 낮은 온도에서 pasting이 시작되었다. peak viscosity는 현미가 3758 cp로 가장 낮은 값을 나타냈으며 10분도가 4008 cp로 가장 높은 값을 나타냈고 10분도와 15분도는 큰 차이를 보이지 않았다. peak time은 현미가 4.4 min으로 가장 높았고 그 다음 5분도가 높았으며 10분도와 15분도는 같은 값을 나타냈다. breakdown의 경우 현미가 2082 cp, 5분도 2377 cp, 10분도 2821 cp, 15분도 2708 cp로 현미가 가장 낮았고 10분도가 가장 높았다. Setback의 값은 현미가 827 cp, 5분도 987 cp, 10분도 1254 cp, 15분도 1264 cp로 현미의 값이 현저히 낮았고, 15분도의 값이 가장 높았다. pasting temp와 peak time을 제외한 모든 항목에서 현미의 값이 가장 낮은 것을 확인할 수 있었고 10분도와 15분도는 큰 차이가 나지 않았다. 현미와 5분도는 전분가가 낮음에 따라 이와 같은 RVA특성을 나타내었다.

표 52. 도정도에 따라 제조한 쌀 전분의 RVA 특성 시험

도정율	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
현미	74.1±0.3	3758±62	4.4±0.2	962±36	1876±52	2082±67	827±42
5분도	73.0±0.1	3894±57	4.3±0.1	973±42	2445±35	2377±54	987±48
10분도	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22
15분도	72.4±0.3	4007±40	4.2±0.0	1014±47	2670±62	2708±67	1264±57

(4) 콜로이드밀과 고압균질기를 이용한 전분 수율, 순도 및 전분 특성

(가) 침지온도별 콜로이드밀 이용 습식분쇄에 의한 전분 수율, 순도 및 전분 특성

① 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 수율과 색도

쌀 전분 분리를 용이하게 하기 위하여 또 다른 분쇄방법으로 콜로이드밀을 사용하여 분쇄하는 시험을 실시하게 되었다. 쌀의 침지 온도에 따라 콜로이드밀로 분쇄하여 제조한 쌀 전분의 수율과 색도를 표 53에 나타내었으며 그림 13에 따라 제조한 전분을 대조구로 나타내었다.

콜로이드밀 처리 시 온도에 따른 제조 전분의 수율은 0 °C 75.8 %, 5 °C 76.6 %, 20 °C 74.2 %, 30 °C 73.9 %, 40 °C 74.8 %, 50 °C 73.2 %, 60 °C 72.4 %의 수율을 나타내었다. 각각의 처리구의 색도는 10 °C 와 20 °C 의 L값이 97.65와 97.34로 낮게 나타났고 0 °C 와 60 °C 의 L값이 99.57과 99.52로 높게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 30 °C가 -0.53으로 가장 낮게 나타났고 황색도를 나타내는 b값 역시 3.98로 가장 높았다.

표 53. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분 수율과 색도

(수율 : 건물량 기준)

온도(°C)	수율* (%)	색도		
		L	a	b
0	75.8	99.57±0.08	-0.27±0.03	2.25±0.02
10	76.6	97.65±0.12	-0.39±0.03	2.41±0.01
20	74.2	97.34±0.09	-0.47±0.02	3.15±0.02
30	73.9	98.31±0.08	-0.53±0.03	3.98±0.02
40	74.8	98.34±0.19	-0.51±0.03	3.91±0.02
50	73.2	98.77±0.26	-0.48±0.01	2.22±0.05
60	72.4	99.52±0.22	-0.50±0.02	2.12±0.04

② 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 전분가 및 전분 손상도 측정

침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도를 표 54에 나타내었다. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 전분가는 85.9 ~ 88.2 %를 나타냈으며 이중 가장 높은 전분가를 나타낸 온도는 40 °C 88.2 %, 가장 낮은 전분가를 나타낸 온도는 60 °C 85.9 %로 나타났다. 전분의 손상도는 6.81 ~ 7.06 의 값을 나타냈는데 가장 높은 값은 20 °C 7.06, 가장 낮은 값은 40 °C 6.81로 나타났다. 전분가와 전분 손상도는 각각의 처리구에 따라 차이가 났지만 큰 차이를 볼 수 없었다. 이와 같이 콜로이드밀을 통과 후 효소 반응시킨 전분은 대조구와 비교하였을 때 전분가와 전분 손상도가 낮은 것을 확인 할 수 있었다.

표 54. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 전분가와 전분 손상도 시험

(수율 : 건물량 기준)

온도(°C)	전분가 (%)	전분 손상도
0	87.1	7.01
10	87.2	6.88
20	86.9	7.06
30	87.3	6.90
40	88.2	6.81
50	87.4	6.87
60	85.9	6.82
대조구	94.7	7.74

③ 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 쌀 전분의 표면

침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분과 그림 13에 따라 제조한 쌀 전분의 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 그림 22에 나타내었다. 쌀 전분의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 2000배율로 관찰한 결과 입자의 크기와 형태는 대체로 다각형의 형태를 띠며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰 할 수 있었는데 콜로이드밀을 사용한 처리구의 입자가 크기가 불규칙 하며 움푹 들어간 모양이 많이 발견 되었다.

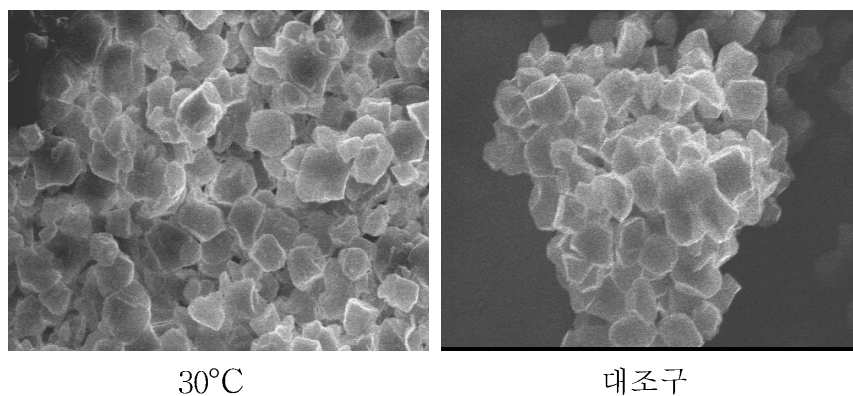


그림 22. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 표면.

④ 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 팽윤력과 용해도

침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 팽윤력은 그림 23에, 용해도는 그림 24에 나타내었다. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 23, 24는 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 23에서 각각의 처리구의 팽윤

력은 20 ~ 60 °C에서는 1.9 ~ 2.6 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 4.5 ~ 4.9 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 7.0 ~ 7.3 %, 90 °C는 11.3 ~ 13.2 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구는 큰 차이를 나타내지 않았지만 30 °C 처리구의 팽윤력이 가장 높게 나타났다. 그림 24에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 1.6 ~ 2.7 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 4.3 ~ 4.6 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 6.7 ~ 7.2 %, 90 °C는 11.1 ~ 12.9 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구의 수치는 큰 차이가 없었지만 그중 30°C 처리구의 용해도 값이 가장 높게 나타났다.

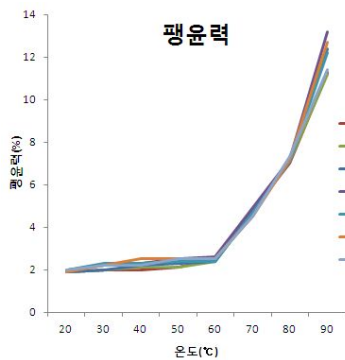


그림 23. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 팽윤력.

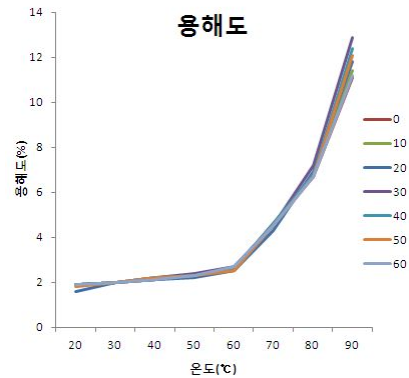


그림 24. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 용해도.

⑤ 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 RVA 특성 변화

온도에 따라 콜로이드밀을 통과시킨 쌀 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 55에 나타냈고 그림 13에 따라 제조한 쌀 전분을 대조구로 정하였다. 표 55에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 92.6 ~ 95.3 °C로 큰 차이를 보이지 않았고 peak time은 6.2 ~ 6.6 min으로 큰 차이를 보이지 않았다. 최고점도 peak viscosity는 124.6 ~ 151.5 cp로 나타났고, 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 24 ~ 42 cp로 나타났다. 점도가 상승하는 정도를 나타내는 setback의 경우 63 ~ 82 cp로 나타났다. 각각의 처리구를 그림 10에 따라 제조한 쌀 전분 대조구와 비교한 결과 pasting temperature와 peak time의 값은 대조구가 현저히 낮게 나왔고 나머지 항목에서는 대조구가 큰 차이로 높게 나왔다. 각각의 처리구는 큰 차이를 보이지 않았지만 대조구와 비교하였을 때 차이가 큰 것으로 보아 콜로이드밀 통과시 열에 의한 쌀가루의 호화가 일어나 전분의 특성을 크게 살리지 못한다는 것을 확인 할 수 있었다.

표 55. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 RVA 특성

온도(°C)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
0	95.0±0.2	140.8±12	6.6±0.3	112±21	190±20	34±5	78±7
10	94.7±0.5	147.8±14	6.4±0.7	103±11	182±17	42±7	80±2
20	94.4±0.3	124.6±6	6.6±0.2	90±8	165±1	32±13	82±8
30	94.6±0.2	125.7±3	6.3±0.4	85±1	163±2	38±2	77±1
40	95.0±0.0	140.1±0	6.3±0.2	97±2	166±1	41±1	68±2
50	92.6±0.1	151.5±24	6.2±0.3	111±7	180±4	40±14	65±5
60	95.3±0.0	147.2±12	6.6±0.2	86±7	160±7	24±1	63±1
대조구	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22

(나) 콜로이드밀의 분쇄횟수 증가에 따른 전분 수율, 순도 및 전분 특성

① 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 수율과 색도

콜로이드밀을 이용하여 보다 작은 입도에서 효소를 반응시킴으로써 높은 수율과 높은 전분가를 확인하는 것을 실험의 목적으로 콜로이드밀의 분쇄 횟수에 따른 전분의 수율과 색도를 표 56에 나타내었다. 콜로이드밀을 통과 시키는 쌀은 30 °C에서 2시간 불린 쌀을 이용하여 분쇄하고 효소를 이용하여 쌀 전분을 제조 하였다. 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 입도는 1회시 17.6 μm, 2회시 12.8 μm, 3회시 10.23 μm 으로 쌀 전분 제조 시 최적으로 생각되는 입도인 11.2 μm와 비교하였을 때 콜로이드밀에 2회 분쇄한 처리구의 입도가 적합하였다. 수율은 1회 73.9 %, 2회 70.4 %, 3회 68.7 %로 감소하는 추세를 보였는데 이는 콜로이드밀을 통과 하면서 손실된 양이라고 보였다. 색도는 명도를 나타내는 L값이 1회 98.31, 2회 98.71, 3회 98.82로 감소하는 추세를 보였지만 큰 차이는 없었다.

표 56. 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 수율과 색도

(수율 : 건물량 기준)

분쇄 횟수 (회)	입도 (μm)	수율* (%)	색도		
			L	a	b
1	17.6	73.9	98.31±0.08	-0.53±0.03	3.98±0.02
2	12.8	70.4	98.71±0.07	-0.55±0.02	3.81±0.02
3	10.23	68.7	98.82±0.10	-0.56±0.03	3.82±0.03

② 콜로이드밀의 분쇄 횟수에 따른 전분의 전분가 및 전분 손상도 측정

콜로이드밀의 분쇄 횟수에 따른 전분의 전분가와 전분 손상도를 표 57에 나타내었다.

콜로이드밀의 분쇄 횟수에 따른 전분의 전분가는 1회 77.3 %, 2회 77.4 %, 3회 77.8 %로 분쇄 횟수 증가에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 전분 손상도는 1회가 6.85, 2회가 6.83, 3회가 6.82로 시중에 판매되는 전분의 전분손상도가 8.0 이상인 것을 감안 하였을 때 더 낮은 값으로 손상도가 크게 나타났다.

표 57. 콜로이드밀의 분쇄 횟수에 따른 전분의 전분가와 전분손상도 시험

분쇄 횟수 (회)	전분가 (%)	전분 손상도
1	77.3	6.85
2	77.4	6.83
3	77.8	6.82

③ 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 쌀 전분의 표면

콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분과 그림 13에 따라 제조한 쌀 전분의 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 그림 25에 나타내었다. 쌀 전분의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 2000배율로 관찰한 결과 입자의 크기와 형태는 대체로 다각형의 형태를 띠며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰 할 수 있었는데 콜로이드밀을 사용한 처리구의 입자가 크기가 불규칙하며 움푹 들어간 모양이 많이 발견되었다.

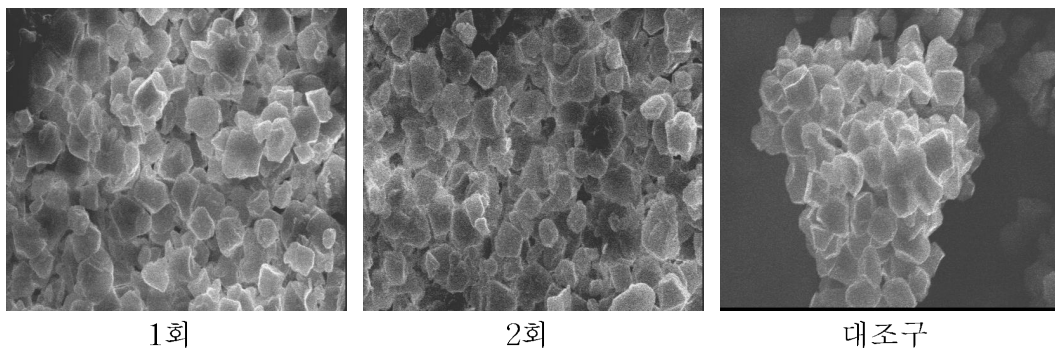


그림 25. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 표면.

④ 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 팽윤력과 용해도

콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 팽윤력은 그림 26에, 용해도는 그림 27에 나타내었으며 그 결과 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 26에서 각각의 처리구의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.0 ~ 2.7 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 4.9 ~ 5.0 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 7.2 ~ 7.3 %, 90 °C는 13.1 ~ 13.3 %로 완만히 증가하였다. 그림 27에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 1.9 ~ 2.7 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70 °C에서는 4.5 ~ 4.6 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 7.1 ~ 7.2 %, 90 °C는 12.9 ~ 13.0 %로 완만히 증가하였다. 각각의 처리구의 수치는 큰 차이가 없었다.

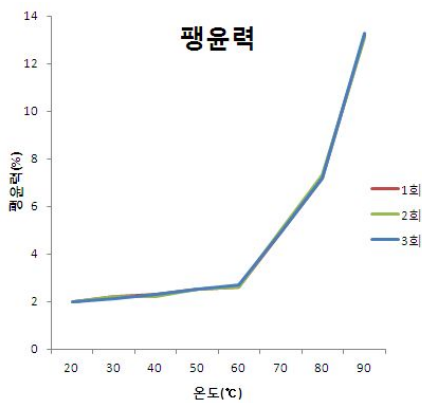


그림 26. 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 팽윤력

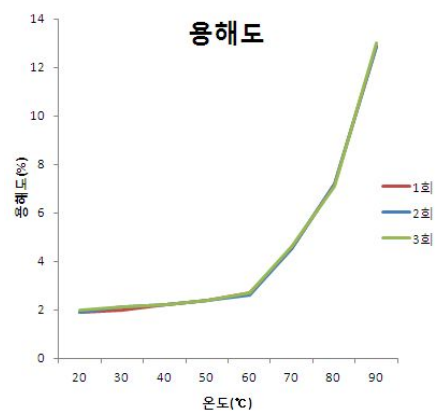


그림 27. 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 용해도

⑤ 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 RVA 특성 변화

콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 58에 나타냈고 그림 13에 따라 제조한 쌀 전분을 대조구로 정하였다. 표 58에 나타난 각각의 시료에 pasting temperature는 94.5 ~ 94.6 °C로 큰 차이를 보이지 않았고 peak time은 6.3분으로 큰 차이를 보이지 않았다. 최고점도 peak viscosity는 125.6 ~ 125.7 cp로 나타났고 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 38 ~ 39 cp로 나타났다. 점도가 상승하는 정도를 나타내는 setback의 경우 77 ~ 78 cp로 나타났다. 각각의 처리구를 그림 12에 따라 제조한 쌀 전분 대조구와 비교한 결과 pasting temperature와 peak time의 값은 대조구가 현저히 낮게 나왔고 나머지 항목에서는 대조구가 큰 차이로 높게 나왔다. 각각의 처리구는 큰 차이를 보이지 않았지만 대조구와 비교하였을 때 차이가 큰 것으로 보아 콜로이드밀 처리시 전분의 특성을 크게 살리지 못한다는 것을 확인 할 수 있었다.

표 58. 콜로이드밀의 분쇄횟수에 따른 전분의 RVA 특성

분쇄 횟수 (회)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
1	94.6±0.2	125.7±3	6.3±0.4	85±1	163±2	38±2	77±3
2	94.5±0.1	125.6±4	6.3±0.3	86±2	164±1	39±3	78±2
3	94.5±0.3	125.6±3	6.3±0.3	85±1	163±2	38±2	78±2
대조구	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22

(다) 최적 콜로이드밀 분쇄방법에 고압균질기 압력 및 균질횟수별 전분수율, 순도 및 전분 특성 조사

① 수율과 색도

콜로이드밀을 이용하여 보다 작은 입도에서 효소를 반응시킴으로써 높은 수율과 높은 전분가를 확인하는 것을 실험의 목적으로 쌀 전분 제조 시 최적 입도가 11.2 μm (60 mesh 통과 한 처리구)인 것을 감안 하여 콜로이드밀에 2회 반복 분쇄하고 이를 고압균질기에 1회 통과 시켜 실험하였다. 이를 이용하여 제조한 전분의 수율과 색도를 표 59에 나타내었다. 콜로이드밀을 통과시키는 쌀은 30°C에서 2시간 불린 쌀을 이용하였고 2회 분쇄 후 효소를 이용하여 쌀 전분을 제조하였고 시험에 비교된 대조구는 그림 13과 같이 제조한 쌀 전분을 사용하였다. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 수율은 68.2 % 로 나타났고 색도는 명도 L값은 99.24, 적색도 a값 -0.49, 황색도 b값은 3.99로 나타났다. 이는 대조구와 비교하였을 때 수율이 더 낮았고 색도에서는 L값이 낮고 a, b 값이 높게 나타났지만 큰 차이라고 볼 수 없었다.

표 59. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 수율과 색도

(수율 : 건물량 기준)

분쇄 횟수 (회)	수율* (%)	색도		
		L	a	b
2	68.2	99.24±0.08	-0.49±0.03	3.99±0.02
대조구	74.8	100.00±1.09	-0.61±0.02	3.40±0.02

② 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 전분가 및 전분손상도 측정

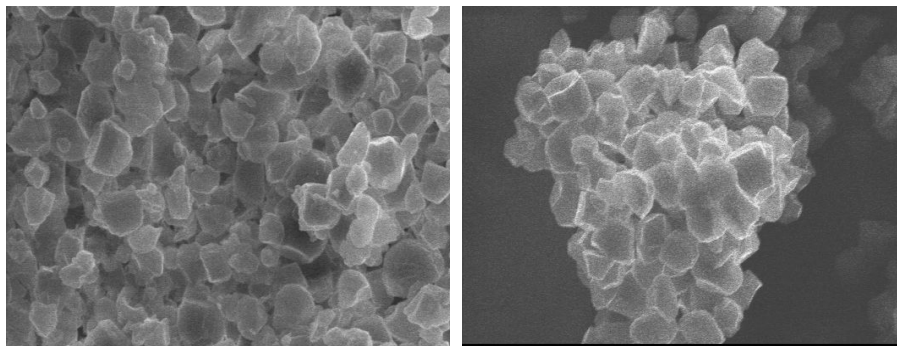
콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 전분가와 전분손상도를 표 60에 나타내었다. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 전분가는 78.4 %, 전분손상도는 6.83으로 나타났으며 이를 대조구와 비교하였을 때 대조구의 전분가가 94.7 %로 더 높았고 전분손상도는 7.74로 손상이 적었다.

표 60. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 전분가와 전분 손상도

분쇄 횟수 (회)	전분가 (%)	전분손상도
2	78.4	6.83
대조구	94.7	7.74

③ 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 표면

콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 표면을 SEM으로 촬영하고 그 사진을 그림 28에 나타내었다. 쌀 전분의 표면구조를 주사전자현미경을 이용하여 2000배율로 관찰한 결과 입자의 크기와 형태가 유사하였다. 각각 입자의 형태는 대체로 다각형의 형태를 띠며 일부 입자는 움푹 들어가거나 길쭉한 모양을 관찰할 수 있었다.



고압 균질 처리 후 전분 제조

대조구

그림 28. 침지온도에 따라 콜로이드밀로 제조한 전분의 표면

④ 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 팽윤력과 용해도

콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 팽윤력은 그림 29에, 용해도는 그림 30에 나타내었다. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 팽윤력과 용해도를 측정한 그림 29, 30은 측정온도가 상승함에 따라 증가하는 추세를 나타내었다. 그림 29에서 각각의 처

리구의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.1 ~ 3.2 %로 완만히 증가하다가 70 °C에서는 처리구 5.0 %, 대조구 9.7 %로 증가하여 80 °C이후부터는 처리구 7.4 %, 대조구 12.1 %, 90 °C는 각각의 처리구가 13.1 %로 완만히 증가하였다. 그림 30에서 각각의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 1.9 ~ 3.0 %로 일정하며 완만히 증가하다가 70°C에서는 처리구 4.5 %, 대조구 13.8 %로 급속히 증가하여 80 °C이후부터는 처리구 7.2 %, 대조구 15.7 %, 90 °C는 처리구 12.9 %, 대조구 16.9 %로 완만히 증가하였다. 대조구에 비해 처리구의 팽윤력이 더 높은 온도에서 급속하게 진행 된다는 것을 확인할 수 있었고, 용해도 역시 처리구가 대조구에 비해 더 높은 온도에서 값이 높아지며 대조구에 비해 90 °C에서의 값이 낮게 나타났다.

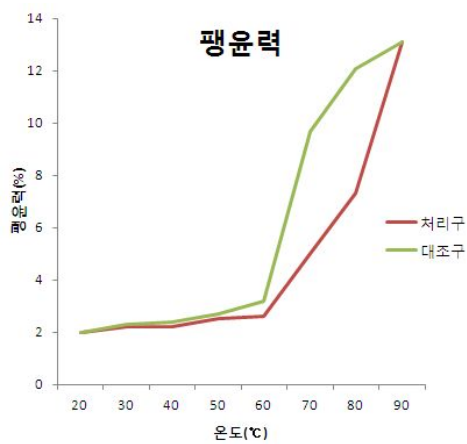


그림 29. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 팽윤력

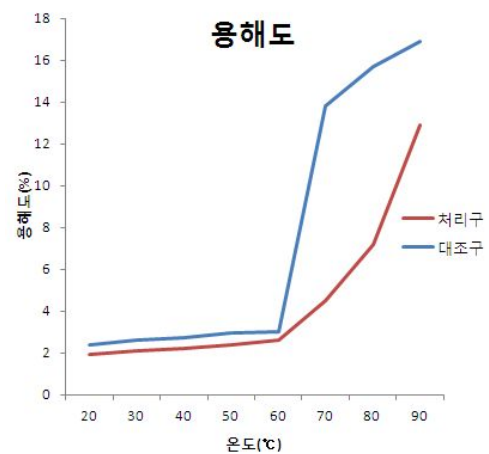


그림 30. 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 용해도

⑤ 콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 RVA 특성 변화

콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 RVA pasting 특성 값을 표 61에 나타냈고 그림 13에 따라 제조한 쌀 전분을 대조구로 정하였다.

콜로이드밀 분쇄 후 고압균질기 처리에 따른 전분의 RVA는 pasting temperature는 94.8°C로 대조구와 비교하였을 때 크게 높은 온도에서 호화되었음을 알 수 있었다. peak time은 6.3 min으로 대조구와 비교하였을 때 높은 값을 나타내었고, 최고점도 peak viscosity는 111.5 cp로 대조구와 큰 차이를 나타내었다. 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 47.4 cp로 나타났고, 점도가 상승하는 정도를 나타내는 setback의 경우 56.4 cp로 나타났는데 이는 대조구와 비교하였을 때 현저히 낮은 값을 나타내었다. 호화되는 온도가 높고 호화시 점도가 대조구에 비해 현저히 낮은 것은 이미 호화와 노화가 이루어진 상태로 볼 수 있으며 이는 식품에 이용 가능한 전분의 특성으로 적합 하지 않다고 판단된다. RVA 시험을 통하

여 콜로이드밀 처리한 처리구 또는 콜로이드밀 처리 후 고압균질기를 통과시킨 처리구는 전분의 특성을 살리지 못한다는 것을 확인 할 수 있었고 이에 대한 이유는 백미가 콜로이드밀을 통과 시 마찰열에 의해 쌀가루의 특성이 변하는 것으로 추정되었다.

표 61. 콜로이드밀 분쇄 후 고압 균질기 처리에 따른 전분의 RVA 특성

분쇄 횟수 (회)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
2	94.8±0.3	111.5±7	6.3±0.4	64±3	122±2	47.4±5	56.4±3
대조구	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22

아. 쌀 전분의 단백질 함량 조절 처리구별 전분특성 변화 조사

(1) 교반 방법에 따른 단백질 함량 비교

(가) 임펠러 교반

볼(bowl)을 히팅기능이 있는 실험용 맨틀(mantle)에 삽입한 후 protease와 pectinase 효소활성 최적온도를 유지하며 톱니바퀴 모양의 패들(paddle)이 달린 임펠러(impeller)로 교반하는 것으로 그림 13의 방법으로 쌀 전분을 제조하여 단백질 함량을 비교하였다. 그 결과 아무런 효소처리를 하지 않은 대조구의 경우 일반적으로 약 6.2 % 정도의 단백질 함량을 보이는데 위의 방법으로 교반하였을 경우 4.24, 4.03, 3.59 % 로 나타났다. 이는 단백질 함량은 효소반응에 의해 소량 감소되었으나 쌀 전분 최적 단백질 함량인 0.2 %로는 많이 부족함을 알 수 있었다. 효소활성을 위한 임펠러 교반의 방법은 재현성이 낮고 쌀 단백질 감소에 큰 효과를 얻기 어려웠다. 임펠러 작동시 볼에 담긴 쌀가루와 효소가 함께 스핀되어 효소반응을 하는데 큰 도움을 주지 못한 것으로 사료된다.

(나) 마그네틱 스테러 교반

시료를 담은 용기로 1 L 삼각플라스크 삼면에 쌀가루와 효소가 잘 부딪히며 반응할 수 있도록 높이 약 9 cm, 깊이 약 2 cm의 골을 인위적으로 만들었다. 그 후 시료를 그림 13과 같은 방법으로 받침대가 핫 플레이트 (hot plate) 로 되어있는 마그네틱 스테러(magnetic stirrer) 에 stirring bar를 바닥에 넣고 일정시간 교반한 후 쌀 전분을 제조하여 단백질 함량을 비교하였다. 그 결과, 앞서 시험한 임펠러 교반보다 좋은 0.5 % 내외의 단백질 함량을 나타내어 아래의 모든 실험은 마그네틱 스테러 교반으로 행하였다.

(2) 효소 반응시간에 따른 단백질 함량 비교

효소 반응시간을 조절하면 쌀 전분 속 단백질 함량을 조절할 수 있을 것이라 생각하였는데 실제 시험에서는 충분한 효소의 반응시간이 단백질 함량에 영향을 주진 않지만 인위적으로 효소 반응시간을 컨트롤 하여 목적하는 단백질 함량을 만드는 것은 어려움이 있었다.

(3) 입도에 따라 제조한 쌀 전분 특성 비교

(가) 입도에 따라 제조한 입도와 쌀 전분의 단백질 함량

예비실험결과 쌀가루 입도에 따라 쌀 전분 단백질 함량에 영향을 준다고 생각하여 콜로이드 밀 분쇄 후 표준 망체(20, 40, 60, 80, 100)의 mesh 크기로 거른 후 입도별로 구별하여 단백질 함량을 비교하였다. 각각 처리구의 입도는 particle size analyzer(CILAS, model 1064L, France)를 사용하여 측정하였다. 쌀은 실온에서 약 2 ~ 3시간 불린 쌀을 콜로이드밀로 분쇄하고 protease, pectinase 를 이용하여 그림 3의 방법으로 쌀 전분을 제조하였다. 이때 콜로이드 밀은 상부는 고정되어 있고 하부가 회전하며 입자를 잘게 깨고 분쇄하게 되는데 분쇄 시 상·하부 밀 사이의 마찰력 발생으로 열이 발생하여 쌀 자체의 단백질 변성이나 기타 다른 작용이 우려되어 시료 투입시 지속적인 냉수 공급이 필요하다. 대조구는 콜로이드밀 분쇄 후 60 mesh 표준망체 통과 후 효소처리 하지 않고 단백질 함량을 분석한 결과이다(표 62).

콜로이드밀로 분쇄 후 표준망체로 거른 각각의 처리구 입도는 20 mesh가 48.4, 40 mesh가 24.7, 60 mesh가 11.24, 80 mesh가 9.25, 100 mesh가 8.49이고, 대조구는 60 mesh 통과 처리구를 사용하였다. 각 입도별 단백질 함량은 효소처리하지 않은 대조구는 6.13, 20 mesh 통과 처리구는 4.24, 40 mesh 통과 처리구는 3.33, 60 mesh 통과 처리구는 2.60, 80 mesh 통과 처리구는 1.92, 100 mesh 통과 처리구는 0.54 % 로 각각 나타났다.

표 62. 표준망체 크기에 따른 입도와 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량

표준망체에 따른 처리구 (mesh)	입도 (μm)	단백질 함량 (%)
20	48.4	4.24
40	24.7	3.33
60	11.24	2.60
80	9.25	1.92
100	8.49	0.54
대조구	11.24	6.13

(나) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 수율과 색도

표 63은 시료의 0.54, 2.60, 4.24, 6.13 %를 포함한 단백질 함량별로 시료를 취하여 전분의 수율과 색도를 나타내었다. 수율은 단백질 함량이 작을수록 감소하였는데 이것은 입도가 작을수록 수율이 낮음을 의미하고 표준망체로 거르는 작업시 손실된 양이라 사료된다. 색도는 입도 크기에 따라 큰 차이를 보이지 않았지만 무처리구인 대조구의 경우 효소처리 처리구보다 약간의 차이를 보임을 확인할 수 있었다.

표 63. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 수율과 색도

단백질 함량(%)	수율* (%)	색도		
		L	a	b
4.24	75.0	100.02±2.14	-0.61±0.01	3.48±0.00
2.60	74.8	100.00±0.07	-0.61±0.02	3.40±0.02
0.54	73.8	100.00±1.11	-0.62±0.00	3.51±0.03
6.13(대조구)	63.8	97.14±0.04	0.04±0.00	1.34±0.06

*수율 : 건물량 기준

(다) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분가와 전분손상도

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분가와 전분손상도를 표 64에 나타내었다. 입도 크기에 따른 전분가는 입도 크기와는 상관없이 큰 차이는 보이지 않았다. 전분 손상도는 시중에 판매되는 전분의 전분손상도가 8.0 이상임을 감안하면 더 낮게 측정되었고 손상도가 크게 나타남을 알 수 있었다.

표 64. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분가와 전분손상도

단백질 함량 (%)	전분가 (%)	전분손상도
4.24	90.1	8.07
2.60	94.7	7.74
0.54	92.0	7.59
6.13(대조구)	94.6	8.11

(라) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분의 팽윤력과 용해도

그림 31과 32는 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분의 팽윤력과 용해도를 나타낸 것이다.

쌀 전분의 팽윤력과 용해도는 처리 온도가 상승함에 따라 높아졌다. 전분을 물과 함께 가열하면 전분입자가 팽윤되고 구성성분이 용출되는데 이는 처리온도, 전분의 특징에 영향을 받는다. 그림 31에서 대조구를 제외한 각 처리구는 20 ~ 60 °C에서는 2.2 ~ 3.5 % 거의 비슷하며 완만히 증가하다가 70 °C에서 14.3 ~ 14.5 %로 급속히 증가하여 80 °C 이후부터는 15.8 ~ 16.0 %, 90 °C는 17.3 ~ 17.6 %로 완만히 증가하였다. 대조구를 다른 처리구와 비교하였을 때 팽윤력이 더 높게 나타났고 입도가 작을수록 팽윤력이 감소하는 것을 확인할 수 있었지만 눈에 띄는 큰 차이는 보이지 않았다. 그림 32의 용해도는 20 ~ 60 °C에서는 2.0 ~ 3.9 %로 완만히 증가하다가 70 °C에서 15 ~ 15.8 %로 급속히 증가하여 80 °C 이후부터는 15.9 ~ 16.3 %, 90 °C는 17.3 ~ 17.8 %로 증가하였다. 대조구도 이와 비슷하게 증가함을 알 수 있었다. 쌀가루의 입도에 따라 제조한 쌀 전분은 쌀가루의 입도가 작을수록 용해도의 값이 감소하는 추세를 보였지만 이것 또한 큰 차이를 보이지는 않았다. 최현욱 등(2005)에서는 일반 쌀 전분의 팽윤력은 20 ~ 60 °C에서는 2.5 ~ 3.3 %로 일정하다가 70 °C에서 14.8 %로 급격히 증가하였고 80 °C에서 15.7 %, 90 °C에서 17.8 %로 다소 완만해지는 경향을 나타내었다. Biliaderis 등(1980)은 전분입자내의 결합력이 팽윤양상에 영향을 주어 결합정도가 강한 전분은 팽윤에 대해 강하게 저항하므로 온도 증가에 따른 팽윤력을 비교하여 상대적인 결합강도를 알 수 있다고 했다. 이에 근거하여 전분의 입도와 팽윤력의 관계는 입도가 감소함에 따라 팽윤력에 영향을 주는 전분립 내부의 결합이 깨지는데 즉, amylopectin의 파괴가 증가하여 팽윤력이 감소한다고 사료된다.

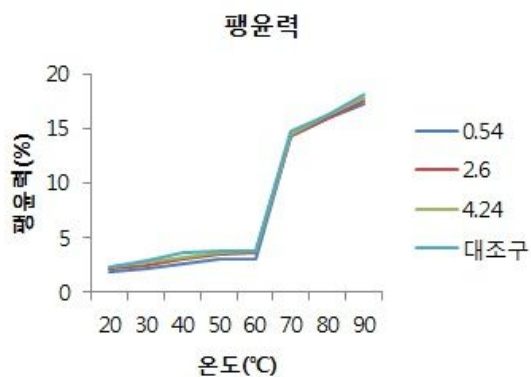


그림 31. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분의 팽윤력

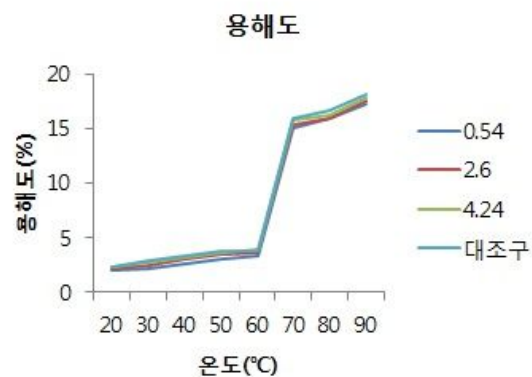


그림 32. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 전분의 용해도

(마) 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 RVA 특성 변화

입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 RVA pasting 특성을 표 65에 나타내었다. 각 처리구의 pasting temperature는 71.7 ~ 73.4로 큰 차이는 없었고 peak time은 4.2와 4.3으로 대조구인 4.1과 큰 변화는 없었다. 최고점인 peak viscosity는 3989 ~ 4009 cp로 나타났고 최고 점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 2071 ~ 2882 cp로 나타났다. 점도가 상승하는 정도를 나타내는 setback의 경우 845 ~ 1291 cp로 나타났고 대조구는 이보다 조금 더 높았다. 각 처리구의 RVA 특성을 비교한 결과 입도가 낮을수록, 쌀 전분의 단백질 함량이 낮을수록 pasting temperature, peak가 감소하고 peak viscosity, holding strength, final viscosity, breakdown, setback은 증가함을 확인할 수 있었다. 효소 무처리구인 대조구와 처리구를 비교하였을 때 쌀 전분에서 특별히 감소나 증가를 이루는 특성은 없었다.

표 65. 입도에 따라 제조한 쌀 전분의 단백질 함량별 RVA 특성

RVA 단백질 함량(%)	Pasting temp (°C)	Peak viscosity (cp)	Peak time (min)	Holding strength (cp)	Final viscosity (cp)	Break down (cp)	Setback (cp)
4.24	73.4±0.3	3983±56	4.3±0.1	910±47	1876±52	2071±72	845±31
2.60	72.5±0.2	4008±51	4.2±0.1	1017±45	2657±56	2821±57	1254±22
0.54	72.4±0.4	4009±53	4.1±0.0	1023±57	2653±57	2882±51	1291±25
6.13 (대조구)	71.7±0.3	4011±48	4.1±0.1	1019±53	2485±44	2875±61	1322±40

자. 친환경적 쌀 전분 제조공정 최적화 및 기계설비 검토

그림 33은 최적화된 친환경적 쌀 전분 제조공정 기계설비 도면이다.

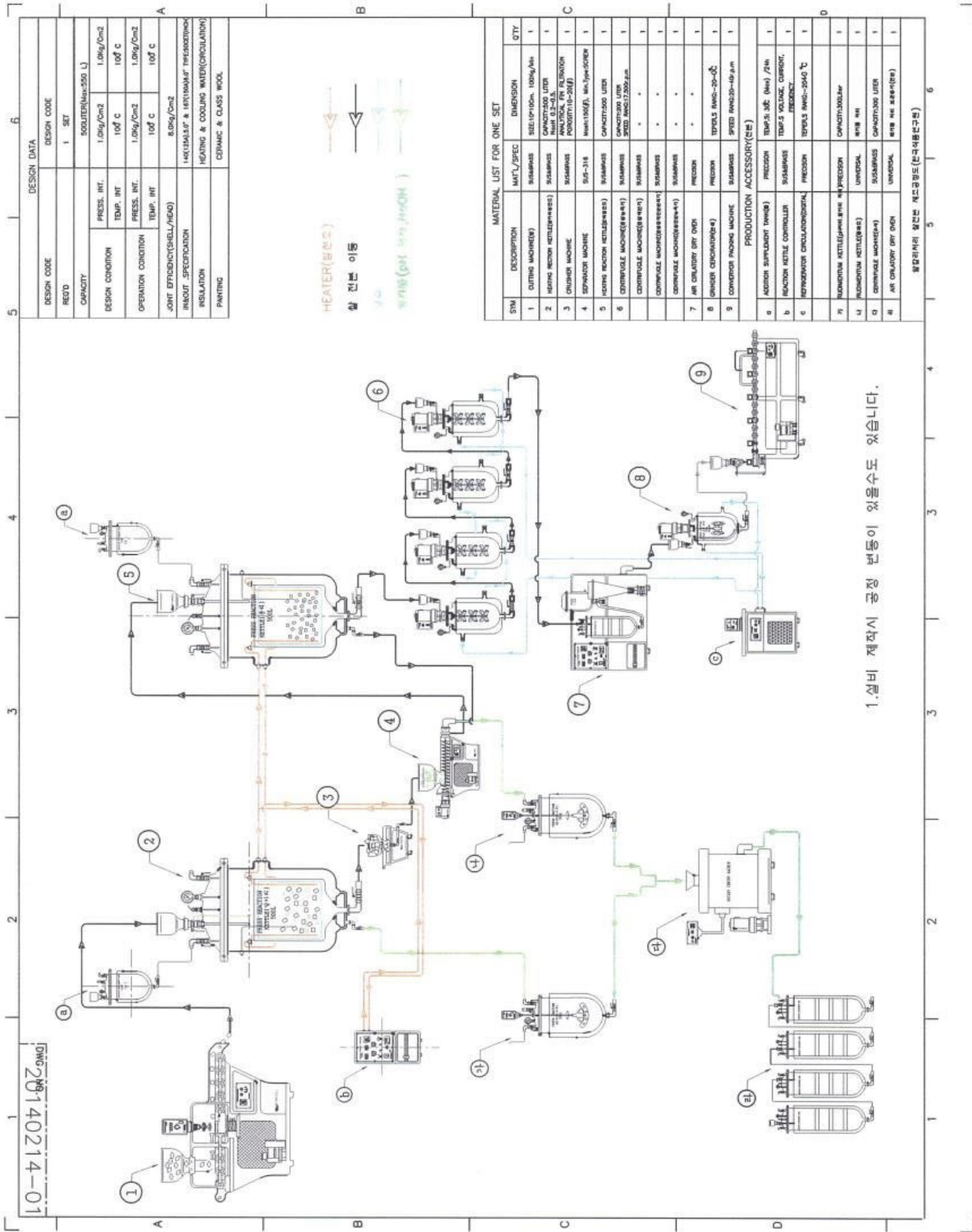


그림 33. 친환경적 쌀 전분 제조공정 기계설비

차. 개발된 쌀 전분 및 가공제품의 품질규격 설정

(1) 쌀 전분의 품질관리현황조사

(가) 전분 품질관리실태조사

① 제품 특성 및 출하현황

전분의 국내 생산현황 및 출하현황은 아래의 표에 나타내었다. 국내에서 생산되는 전분은 고부가가치화를 통한 변성전분의 생산량이 높아지고 있는 것으로 나타났다. 2005년에서 2007년으로 증가하면서 전반적으로 변성전분의 생산량이 20% 이상 증가하고, 수출량에 있어서 초산전분이 가장 많은 양을 차지하고 있다. 2009년도 기준으로 볼 때 전년기준 전분은 -70%의 성장률을 기타전분은 120%의 성장률을 보인다. 변성전분 중에서도 히드록시프로필전분이 가장 많은 생산량을 인산화인산이전분이 가장 많은 수출량을 나타낸다. 전분은 다양한 특성과 물성을 변성의 정도에 따라서 나타낼 수 있으므로 이들 변성전분 시장의 성장은 전분을 사용하는 시장의 변화와도 큰 관련이 있는 것으로 보인다. 따라서 쌀 전분 시장의 확대 및 다양한 적용성을 부여하기 위하여 품목에 적합한 다양한 변성 쌀 전분의 생산이 필요할 것으로 보인다.

표 66. 전분 생산 현황 및 출하현황

년 도	품목명	생산 현황			출하현황			
		생산능력 (T)	생산량 (T)	생산액 (천원)	출하량 (T)	출하액 (천원)	수출량 (T)	수출액 (\$)
2 0 0 7	변성전분	113,668	1,168	648,796	1,108	965,373	17	8,091
	아세틸전분	88,590	1,806	1,462,489	1,775	2,647,421	2	5,519
	옥테닐전분	64,910	125	81,993	165	125,907	0	0
	초산전분	69,410	3,334	1,453,259	950	632,429	2,737	776,546
2 0 0 6	변성전분	93,508	879	498,342	835	652,236	34	13,940
	아세틸전분	88,590	1,713	1,204,886	1,286	1,907,638	1	1,822
	옥테닐전분	64,910	88	55,723	136	115,131	-	-
	초산전분	69,410	1,881	771,563	819	472,941	612	125,245
2 0 0 5	변성전분	75,077	718	353,214	621	538,590	51	21,683
	아세틸전분	88,590	1,512	1,101,984	1,375	2,051,207	-	-
	옥테닐전분	64,910	248	133,406	136	96,125	-	-
	초산전분	55,650	3,354	1,236,036	953	562,642	2,335	486,705

<출처 : 식품의약품안전청>

표 67. 전분의 출하액 변동현황

품 목 명	2006년			2007년			2008년			2009년		
	출하액 (천원)	점 유 율	증가 율	출하액	점 유 율	증가 율	출하액	점 유 율	증가 율	출하액	점 유 율	증가율
전분							7,984,136	29 3	-	22,221,847	067	-70.75
가타 전분	97,488,778	608	-2402	91,909,269	521	-572	53,645,694	20 7	-	132,657,885	399	147.29

표 68. 2009년도 식품첨가물 전분제품의 생산현황 및 출하현황

품목명	생산 현황			출하현황			
	생산능력 (T)	생산량 (T)	생산액 (천원)	출하량 (T)	출하액 (천원)	수출량 (T)	수출액 (\$)
변성전분	3,000	80	100,113	76	104,260	-	-
산화전분	44,750	943	633,625	885	989,844	51	25,282
히드록시프로필전분	65,918	2,212	3,153,418	1,763	3,877,991	1	1,923
아세틸아디핀산이전분	64,910	111	87,502	117	147,095	-	-
옥테닐호박산나트륨전분	25,651	131	214,490	126	200,670	-	-
인산이전분	20,160	6	7,373	1	2,016	-	-
인산화인산이전분	49,250	4,478	2,086,507	388	369,782	4,222	1,252,860
초산전분	-	5	-	4	-	-	-

② 전분관련 국내외 품질 규격 조사

쌀 전분의 품질규격을 설정하기 위한 기초자료로서 국내외 전분 품질 관련 규격을 조사하였다. 국내 곡류 전분은 옥수수전분과 밀전분이 대표적인 것으로 되어있으며, 이들 관련 규정은 식품위생법(식품공전, 식품첨가물공전)에 적용되어 있다. 또한 한국산업규격(KS)에서 전분에 대한 관련 품질기준을 제시하고 있으며, 그 외 국외에서는 FAO의 JECFA 등에 전분에 대한 품질기준을 제시하여 관련 산업의 상호 무역에 활용할 수 있도록 제시하고 있다.

곡류 전분에 대한 관련 규격 중 식품위생법에서는 성상, 수분, 회분, 산도 및 이산화황에 대한 일반기준을 제시하고 있으나, 한국산업규격에서는 보다 세부적인 조단백질, pH, 사분 등의 기준이 추가로 제시되고 있다.

표 69. 식품의 생산량기준 순위

순위	식품품목군	식품품목명	생산량(T)	국내출하액(천원)	수출액(\$)
1	기타 식품류	밀가루	1,633,322	1,148,962,748	4,298,692
2	설탕	백설탕	1,249,516	715,778,915	128,086,925
3	기타 식품류	즉석섭취식품(기타)	1,113,579	171,501,739	63,871
4	음료류	탄산음료	1,112,575	1,054,663,694	9,744,118
5	기타 식품류	어업용얼음	740,605	38,270,426	617,894
6	음료류	혼합음료	522,623	618,202,075	25,529,727
7	음료류	과·채음료(가열)	490,163	509,464,474	18,220,294
8	식용유지류	콩기름(대두유)	373,623	557,756,665	4,413,985
9	규격외 일반가공식품	기타가공품	373,299	833,945,887	68,158,686
10	옛류	물옛	372,994	222,471,976	138,984
11	빵 또는 떡류	떡류	352,322	293,387,223	2,597,889
12	면류	유탕면류(봉지라면)	351,697	1,286,281,284	51,628,091
13	규격외 일반가공식품	곡류가공품	345,405	419,835,170	9,476,654
14	두부류 또는 목류	두부	336,484	424,847,680	-
15	조미식품	소스류	327,987	617,047,077	9,156,045
16	김치류	배추김치	324,499	499,637,811	75,307,065
17	기타 식품류	기타전분	259,936	132,657,885	14,631,941
18	과당	액상과당	257,414	127,635,122	4,088,562
19	빵 또는 떡류	빵류(기타)	252,608	709,563,277	3,248,985
20	절임식품	절임류	221,140	290,004,341	3,784,969

이들 기준의 제시에서 성상은 기본적인 전분의 외형 특성을 제시하는 것이며, 수분함량은 가루기준으로서 15% 이하, 조단백질은 옥수수가 가지고 있는 단백질의 정제도를 확인하기 위한 것으로 사내기준으로 많이 활용하고 있는 것을 한국산업표준에서 기준으로 설정한 것을 볼 수 있다. 조단백질의 함량은 옥수수전분 뿐만 아니라 서류전분에서도 고급과 표준을 구분하는 기준으로 작용하고 있다. 또한 사분은 곡분의 이물에 대한 기준으로 적용된 것을 확인 할 수 있다.

서류전분에서도 등급별 기준은 조단백질, 회분함량 및 사분함량으로 구별될 수 있도록 설정

되어 있다. 이들은 전분의 정제도와 관련된 것으로서 더 순수한 전분을 상업화한 것인가에 대한 기준이다. 이들은 기본적인 품질에 대한 것으로 쌀 전분 또한 이들 기준에 준하여 설정이 필요할 것으로 판단된다.

표 70. 곡류 전분 관련 규격

규격	항목							
	정상	수분(%)	조단백질(%)	회분(%)	산도(mL)	pH	사분(%)	SO ₂ (ppm)
식품위생법 (기타전분)	백색의 분 말로서 이 미, 이취가 없어야 한 다.	15 이하		0.4 이하	3 이하			30 이하
한국산업 규격(KS)	백색의 분 말이며 이 물, 이취가 없을 것	14.0 이하	0.35 이하	0.15 이하		40 이상	0.03 이하	30 이하
미국연방 규격(FS)	백색의 분 말이며 이 물, 이취가 없을 것	13 이하	0.5 이하	0.15 이하				
한국산업 규격(KS) 밀전분	백색의 분 말이며 이 물, 이취가 없을 것	14 이하	0.55 이하	0.30 이하		40 이하	0.03 이하	

표 71. 서류 (고구마) 전분의 품질규격현황

규격	등급	항목						
		성상	수분(%)	조단백질 (%)	회분(%)	pH	사분 (%)	SO ₂ (ppm)
식품위생법			18 이하		0.4 이하			30 ppm 이하
한국산업 표준(KS)	고급	백 색 의 분 말 이 며	18 이하	0.15 이하	0.2 이하	5.5 이상	0.03 이하	
	표준	이 물, 이 취 가 없 을 것	18 이하	0.20 이하	0.3 이하	5.0 이상	0.03 이하	
일본 농림규격	1등	색 택 은 각 등 급 표 준 품 의	18 이하	0.1 이하	0.2 이하	5.5 이상	0.01 이하	
	2등	색 택 이 상 이 며, 이 취 및 이 물 이 없 을 것	18 이하	0.15 이하	0.3 이하	5.0 이상	0.03 이하	

표 72. 서류 (감자) 전분의 품질규격현황

규격	등급	항목						
		성상	수분(%)	조단백질 (%)	회분(%)	pH	사분 (%)	SO ₂ (ppm)
식품위생법			20 이하		0.4 이하			30 ppm 이하
한국산업 표준(KS)	고급	백 색 의 분 말 이 며 이	18 이하	0.15 이하	0.3 이하	5.5 이상	0.03 이하	
	표준	물, 이 취 가 없 을 것	18 이하	0.20 이하	0.4 이하	5.0 이상	0.03 이하	
일본 농림규격	1등	색 택 은 각 등 급 표 준 품 의 색 택	18 이하	0.10 이하	0.2 이하	5.5 이상	없을 것	
	2등	이 상 이 며, 이 취 및 이 물 이 없 을 것	18 이하	0.15 이하	0.3 이하	5.0 이상	0.01 이하	

쌀 전분의 물성을 변화를 주기위하여 변성처리 시 관련 규정에 대한 검토가 필요함에 따라 다양한 변성전분에 대한 국내외 관련 규정을 조사하였다. 변성전분은 전분의 물성 및 촉감을 향상시키기 위하여 화학적, 물리적으로 처리하여 전분의 하이드록시기를 변형시킨 것으로 대표적으로 산화전분, 초산전분이 있다. 국내에서는 10가지의 변성전분에 대한 식품첨가물공전의 사용기준이 제시되고 있으며, 국외에서는 16가지의 변성전분에 대한 제품기준이 제시되고 있다. 각각의 변성전분은 변성을 시키는 화학적인 성분이 최종적인 제품에 남지 않도록 관련규정을 제시하고 있으며, 이들을 순도시험으로 확인하여 제품의 품질을 제시하도록 하고 있다. 반면, 일부 국외 기준(미국 FCC 또는 FAO의 JECFA)은 변성처리로 사용되는 화학제품에 대한 최대 사용 기준을 제시하고 있으며, 산처리전분의 경우 염산의 함량을 최대 7%이하로 사용하도록 규제하고 있으며, 산화전분의 경우 유효염소의 함량이 최대 5.5%이하로 명시되어 있다.

표 73. 변성전분에 대한 식품위생법 규격

종 류	성 상	순도시험	
산화전분		비소: 1.3ppm 이하	카르복살기: 1.1% 이하
아세탈아디판산이전분		납: 2ppm 이하	아디판산기: 0.135% 이하 아세탈기: 2.5% 이하
아세탈인산이전분		이산화황 : 50ppm 이하	아세탈기: 2.5% 이하 인산염 : 0.14% 이하(감 자 및 밀전분), 0.04%이하 (그외 다른 전분) : 0.1ppm 이하
옥테닐호박산나트륨전분	백색 또는 거의 백색의 분말 입자로서 냄새와 맛이 없으며 호화시킨 것은 조각 무정형의 분말 또는 거친 입자로서 냄새와 맛이 없다.		옥테닐호박산나트륨전분 치환도: 0.02 이하 인산염 : 0.14% 이하(감 자 및 밀전분), 0.04%이하 (그외 다른 전분)
인산이전분			인산염 : 0.5% 이하(감자 및 밀전분), 0.04%이하(그 외 다른 전분)
인산일전분			인산염 : 0.5% 이하(감자 및 밀전분), 0.04%이하(그 외 다른 전분)
인산화인산이전분			아세탈기: 2.5% 이하
초산전분			인산염 : 0.14% 이하(감 자 및 밀전분), 0.04%이하 (그외 다른 전분)
히드록시프로필인산이전분			프로필렌클로로히드린 : 1ppm 이하 히드록시프로필기 : 7.0%이하
히드록시프로필전분			프로필렌클로로히드린 : 1ppm 이하 히드록시프로필기 : 7.0%이하

표 74. 변성전분에 대한 FAO 규격 (Modified starches, JECFA)

Modification	Process limitations	End-product specifications
Purity		SO ₂ 50ppm ↓ Lead 2ppm ↓
Acid treated starch	Treatment with hydrochloric acid max 7.0% or orthophosphoric acid max 7.0% or sulfuric acid max 2.0%	Final pH 4.8-7.0
Oxidized starch	Treatment with sodium hypochlorite max 5.5% as chlorine	Carboxyl group max 1.1%
Dextrin roasted starch	Dry heat treatment with hydrochloric acid or orthophosphoric acid	Final pH 2.5-7.0
Alkaline treated starch	Treatment with sodium hydroxide or potassium hydroxide	Final pH 5.0-7.5
Bleached starch	Treatment with peracetic acid and/or hydrogen peroxide, or sodium hypochlorite or sodium chlorite, or	Added carbonyl group not more than 0.1% No residual reagent
	sulfur dioxide or alternative permitted forms of sulfites, or	Residual sulfur dioxide not more than 50 mg/kg
	potassium permanganate or ammonium persulfate	Residual manganese not more than 50 mg/kg
Enzyme-treated starch	Treatment in an aqueous solution at a temperature below the gelatinization point with one or more food-grade amylolytic enzymes	Residual sulfur dioxide not more than 50 mg/kg
Oxidized starch	Treatment with sodium hypochlorite	Carboxyl groups not more than 1.1% Residual sulfur dioxide not more than 50 mg/kg
Monostarch phosphate	Esterification with orthophosphoric acid, or sodium or potassium ortho-phosphate, or sodium tripolyphosphate	Phosphate calculated as phosphorus not more than 0.5% for potato or wheat, and not more than 0.4% for other starches
Distarch phosphate	Esterification with sodium trimetaphosphate or phosphorus oxychloride	Phosphate calculated as phosphorus not more than 0.5% for potato and wheat, and not more than 0.4% for other starches

Modification		Process limitations	End-product specifications
Phosphated phosphate	distarch	Combination of treatments for Monostarch phosphate and Distarch phosphate	Phosphate calculated as phosphorus not more than 0.5% for potato and wheat, and not more than 0.4% for other starches
Acetylated phosphate	distarch	Esterification by sodium trimetaphosphate or phosphorus oxychloride combined with esterification by acetic anhydride or vinyl acetate	Acetyl groups not more than 2.5%; phosphate calculated as phosphorus not more than 0.14% for potato and wheat, and 0.04% for other starches; and vinyl acetate not more than 0.1 mg/kg
Starch acetate		Esterification with acetic anhydride or vinyl acetate	Acetyl groups not more than 2.5%
Acetylated adipate	distarch	Esterification with acetic anhydride and adipic anhydride	Acetyl groups not more than 2.5% and adipate groups not more than 0.135%
Hydroxypropyl starch		Esterification with propylene oxide	Hydroxypropyl groups not more than 7.0%; propylene chlorohydrin not more than 1 mg/kg
Hydroxypropyl phosphate	distarch	Esterification by sodium trimetaphosphate or phosphorus oxychloride combined with etherification by propylene oxide	Hydroxypropyl groups not more than 7.0%; propylene chlorohydrin not more than 1 mg/kg; and residual phosphate calculated as phosphorus not more than 0.14% for potato and wheat, and not more than 0.04% for other starches
Starch octenylsuccinate	sodium	Esterification by octenylsuccinic anhydride	Octenylsuccinyl groups not more than 3%; and residual octenylsuccinic acid not more than 0.3%

③ 전분 생산 기술현황 및 생산요소 조사

㉔ 전분 생산 업체의 품질관리 및 공정관리 요소 조사

전분 생산 중 가장 일반적인 옥수수전분에 대한 품질관리 및 공정관리 요소를 조사하여 아래의 표에 나타내었다. 쌀 전분의 경우 국내 생산 업체가 없으며, 일부 태국 및 미국에서 생산되는 것을 국내에서 수입하여 사용하거나, 일본의 전분 전문업체에서 수입하여 그 특성에 맞도록 변형시킨 전분을 다시 수입하여 사용하는 경우가 대부분이다. 이와 관련하여 전분 생산의 가장 기본적인 골격을 유지하고 있는 옥수수전분의 생산 품질관리 및 공정관리 요소를 파악하여 쌀 전분의 생산 시 관리되어야 할 요소를 설정하는데 기초자료로 사용하고자 하였다.

옥수수전분의 품질관리는 각각의 사내규정에 따라서 관리하고 있으며 법적인 기준보다 강화된 기준으로 제시하고 있었다. 수분의 경우 14% 이하, 조단백은 0.35% 이하, 회분은 최대 0.1%이하로 설정되어 있으며, C회사의 경우 중금속에 대한 기준도 제시되고 있었다.

옥수수전분은 일반적으로 정선, 침지, 파쇄, 배아착수건조, 옥피착수건조, 글루텐탈수건조, 전분탈수건조, 포장의 순으로 공정이 진행되고 있으며 공정관리 항목으로서 각각의 공정에서 주요 관리 요소를 설정하여 기준으로 규제하고 있다. 제조설비 또한 유사한 설비를 가지고 있었으며, 침지조, 건조기, 파쇄기, 미분기, 착수기, 탈수기, 저장조 등을 기본 설비로 설정하고 있었다.

표 75. 옥수수전분의 품질관리현황

품질관리항목	A회사	B회사	C회사	검사방법
성상	백색분말로 이끼, 이취 없을 것	이물, 이취가 없어야 한다.	이물, 이취가 없어야 한다.	육안검사
수분(%)	14 이하	12~ 14%	13.5%이하	기기분석
조단백(%)	0.35 이하	0.35% 이하	0.35%이하	기기분석
회분(%)	0.15 이하	0.15% 이하	0.1%이하	기기분석
pH	4.0 ~ 7.0	-	-	기기분석
이산화황	-	30 ppm 이하	30 ppm 이하	
중금속	-	-	10.0ppm 이하	

표 76. 옥수수전분의 공정관리 현황

○ A회사

공정명	공정관리항목	사내기준치
정선	-	-
침지	-	-
파쇄	-	-
배아착수건조	조지방(%)	42%이상
옥피착수건조	-	-
글루텐탈수건조	조단백(%)	56%이상
전분탈수건조	수분(%)	12~14%
포장	-	-

○ B회사

공정명	공정관리항목	사내기준치
침지	수분	40%이상
파쇄	통옥수수량	8개/450g
분리	조단백질	5.0%이하
정제	조단백질	0.85%이하
건조	수분	14%이하

○ C회사

공정명	공정관리항목	사내기준치
정선	정선상태	0.1% 이하
침지	이산화황 농도 등	1900±300ppm
파쇄	통옥수수량	5개/L 이하
배이분리	주입, 배출농도	
미분쇄	미분상태	15% 이하
옥피분리	전분함량분석	15% 이하
정제	주입, 배출 농도	전분정제상태확인

표 77. 옥수수전분의 제조설비 현황

A회사	B회사	C회사
Dry Stoner	침지조	정선기
침지조	파쇄, 분쇄기	Aspirator
파쇄기	분리기	Hopper Scale
미분기	정제기	콘베아
전분정제 N/S	탈수기	분진이송 Fan
착수기	정선기	침지조
Dryer	건조기	배아분리기
		저장조

옥수수전분의 생산 공정별 검사항목 및 관리항목을 조사하기 위하여 제조공정도에 대한 검토를 실시하였다. 일반적인 공정과 같이 입고, 정선, 침지, 파쇄, 배아분리, 미분쇄, 옥피분리, 글루텐분리, 정제, 탈수, 건조, 포장의 공정 순으로 진행되었고, 주요설비와 각각의 검사 및 관리 항목에 대한 기준을 설정하여 제조공정관리를 실시하고 있는 것으로 파악되었다. 원료 수급 단계인 입고에서 성상, 수분, 피해립, 용적중, 발아율, 이물, 세실, 변색배아, 미결실, 성상, 순도 등에 대한 관리를 시작으로 정선공정 정선상태, 침지시 침지시간, 침지온도, 이산화황농도, 침지옥수수량, 수분, 파쇄 공정시 부하전류, 통옥수수량, 배아 공정시 압력, 전류, 주입액의 농도, 미분전배아수, 미분쇄 공정시 미분쇄상태, 옥피분리 공정시 옥피수세량, 총전분합량, 결합전분합량, 글루텐분리 공정시 주입유량, 주입액농도, 정제 공정시 수세수공급량, 수세수온도, 주입액 농도, 탈수 공정시 케익의 수분함량, 포장 공정시 내용물함량, 밀봉상태 등에 대한 검사 및 관리 항목을 설정하여 관리하고 있는 것으로 조사되었다.

또한, 공정관리를 통해 제조된 옥수수전분의 품질관리항목으로서 성상, 수분, 조단백질, 회분, pH, 사분, 이산화황함량, 백색도를 설정하여 공정관리에서 관리될 수 있도록 연계하여 품질관리항목을 설정되어 있었다.

공정관리를 통한 제품의 품질관리를 동시에 이룰 수 있도록 적절한 공정 및 이에 맞는 공정 관리 요소를 설정하는 것이 필수적인 요소로서 작용하였다.

표 78. 옥수수전분의 제조공정도(A회사기준)

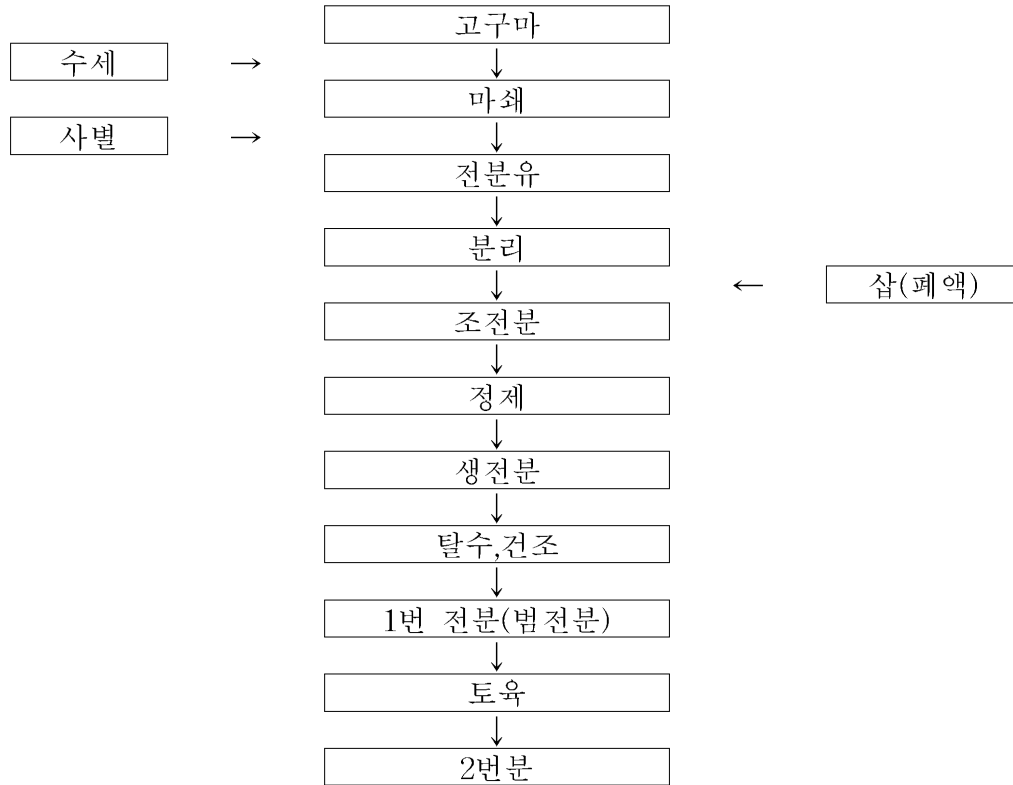
No.	공정명	주요 설비	검사항목	관리항목
1-1	입고(옥수수)	입고실	성상, 수분, 피해립 용적중, 발아율, 이물, 세실 및 분질, 변색배아, 미결실, 1000립중, 성상, 순도	입고검사, 시험성적서, 원산지증명서
2-1	정선	정선기	망상태(파손무), 정선상태(1% 이하)	시험성적서
3-1	침지	침지조	침지시간(40~48시간), 침지온도(50±2℃), 이산화황농도(0.1~0.3%), 침지옥수수수량, 수분(40%이상)	시험성적서, 침지조당
4-1	파쇄	파쇄기	부하전류, 통옥수수량(3개이하/L)	검사성적서
5-1	배이분리	배이분리기	압력(압력계), 전류(전류계), 주입액의 농도, 미분전 배이수(10개이하/L)	공정기록부
6-1	미분쇄	미분쇄기	미분쇄상태(60%이하)	검사성적서
7-1	옥피분리	옥피분리기	미분쇄물의 주입압력, 옥피수량, 총전분함량(20%이하), 결합전분함량(11%이하)	공정기록부, 검사성적서
8-1	글루텐분리	글루텐분리기	주입유량, 주입액농도	공정기록부, 검사성적서
9-1	정제	정제기	최초정제장치의 O/F 압력, 수세수공급량(22~27m ³ /hr), 수세수온도, 주입액농도	공정기록부, 검사성적서
10-1	탈수	탈수기	부하전류, 케익의수분함량(33±2%)	공정기록부, 검사성적서
11-1	건조	건조기	건조온도(160~170℃), 수분함량(13.5% 이하)	공정기록부, 검사성적서
12-1	포장	포장기	내용물함량, 밀봉상태(전분유출무)	공정기록부, 검사성적서

표 79. 옥수수전분의 품질관리항목(A회사기준)

No.	품질관리항목	기준	방법
1	성상	백색의 분말로 이취 및 이물이 없어야 한다.	관능검사
2	수분(%)	13.5 이하	항온건조법
3	조단백질(%)	0.35 이하	자동질소정량장치
4	회분(%)	0.15 이하	관련시험법
5	pH	5.0	관련시험법
6	사분(%)	0.02 이하	관련시험법
7	SO ₂ (ppm)	30 이하	관련시험법
8	백색도	90 이상	백도계 측정

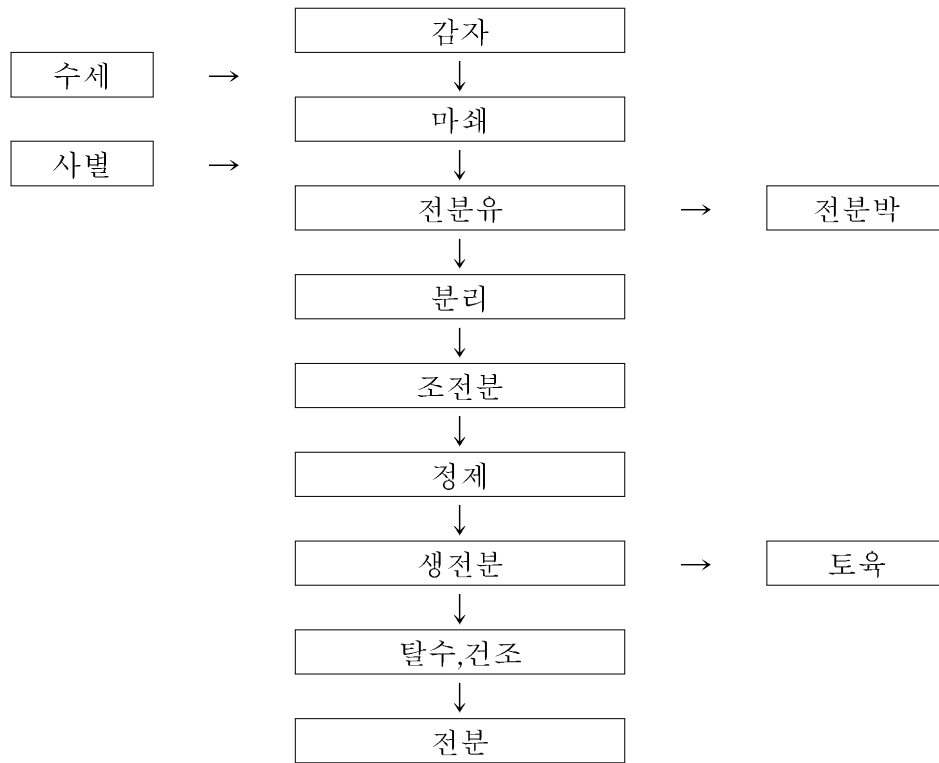
④ 기타 전분 생산 기술현황

㉠ 고구마전분의 제조과정



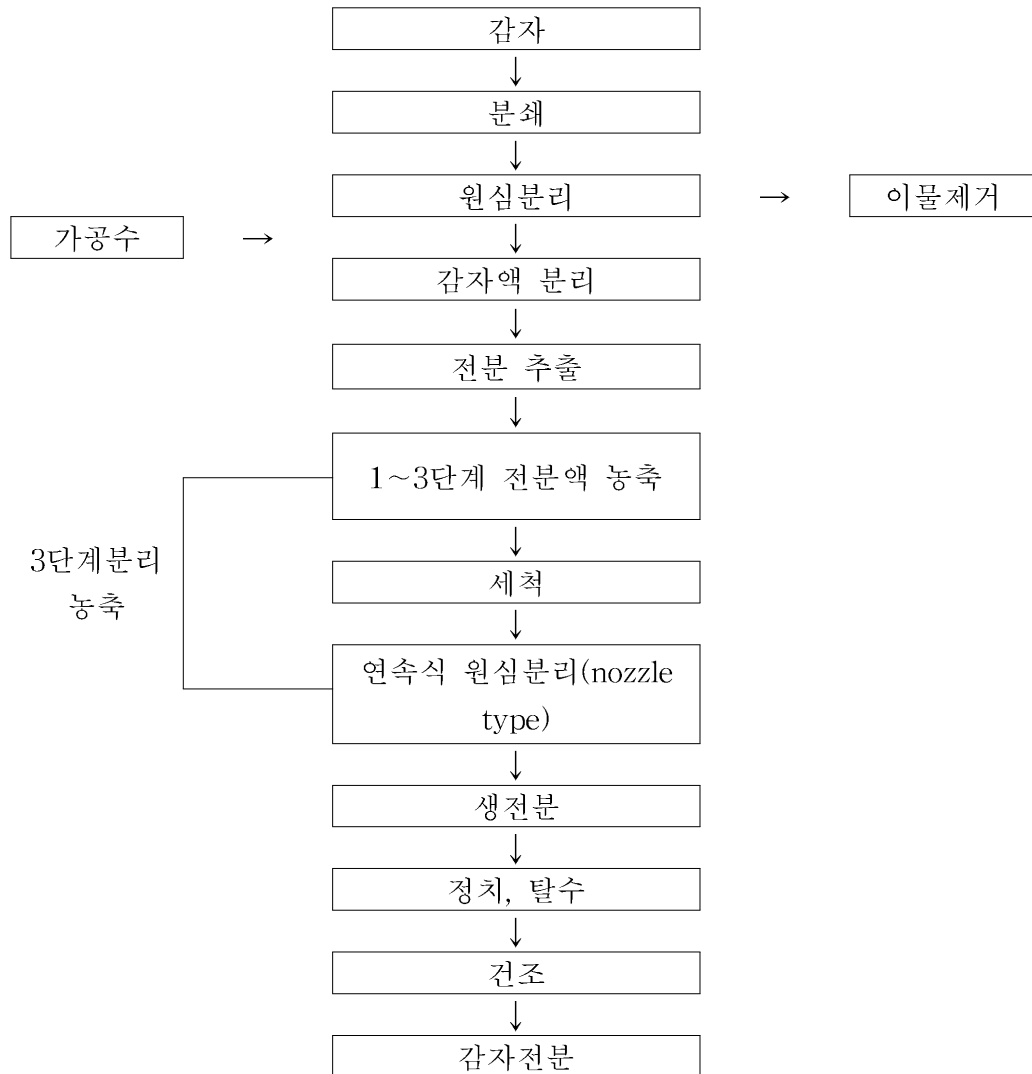
No.	공정명	제조 및 특성
1-1	수세	고구마를 물로 잘 씻는다.
2-1	마쇄	마쇄롤러로 마쇄하여 세포막중의 전분을 노출시켜 물에 씻겨 나오도록 한다. 전분 수율을 향상시키는 가장 중요한 공정으로 마쇄 불출분은 세포 파괴를 충분히 유도하지 못하여 수율을 저하시킨다.
3-1	사별	굵은체에서 가는체 순으로 전분박, 전분유를 분리시킨다.
4-1	분리, 정제	전분유에는 가용성의 당, 단백질, 색소 등이 함유되어 있으므로 이것을 전분에서 분리하는 공정이 전분의 정제공정이다. 여기에서는 원심분리법, Table법, 침전법이 있으며 이 공정으로 생전분, 토틱으로 분리된다.
5-1	탈수, 건조	탈수기에서 수분 35~40%로 탈수한 생전분을 저장성을 높이기 위해 수분 18% 정도로 열풍건조 안에서 건조(미분) 이것을 미세 분쇄하여 범전분을 얻는다.
6-1	토틱에서의 전분 회수	토틱에 KOH, NaOH, 암모니아수 등을 가하여 유액을 만들어 침지, 상등액을 버리고 물을 가해 교반, 정치하면 전분층이 상층에 침전하므로 이를 분리 소금물을 가하여 가용성 단백질을 용출시켜 묽은 염산을 가하여 산에 녹는 불순물을 제거하고 전분을 분리시킨다.
7-1	전분박의 처리	가축사료, alcohol제조 원료에 사용 포도당, 물엿의 원료, 맥주, 생선, 연제품에 사용

㉠ 감자전분의 제조공정 A



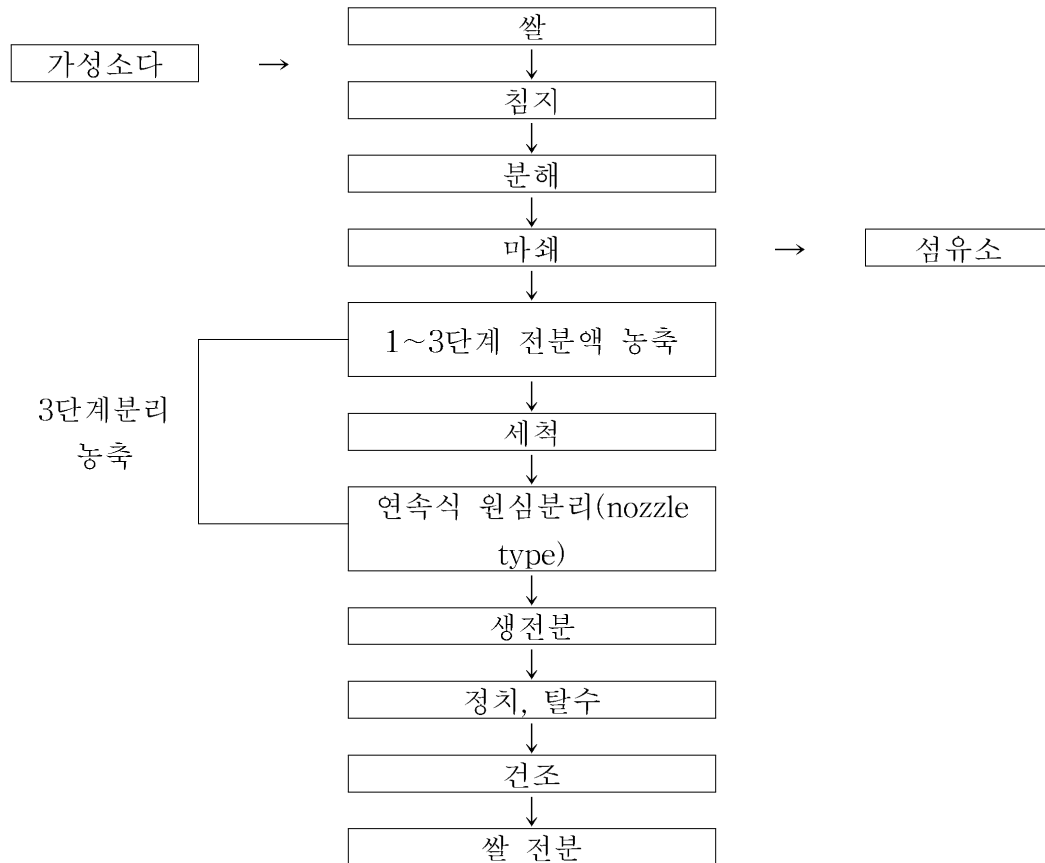
No.	공정명	제조 및 특성
1-1	수세	감자에 붙은 흙, 모래 등을 씻는다.
2-1	마쇄	마쇄 롤러이용, 고구마보다 마쇄효율이 높다.
3-1	사별	끓은체에서 고운체의 순으로 전분유, 전분박으로 분리한다.
4-1	분리, 정제	사별후의 전분유로부터 전분과 단백질을 분리한다. 1) Nozzle type의 연속식 원심분리기 사용 - 짧은 시간에 종류 - 제품의 오염 방지 - 단백질 및 기타 불순물이 감소되어 가공율 향상 2) 정치식 정제방법 - 정제통에 조건분을 넣고 약 2배의 물을 넣어 1시간 가량 저은후 약 4~5시간 방치하여 전분을 정제함
5-1	건조	열풍건조관에서 18%정도의 수분함량으로 건조한다.

㉔ 감자전분의 제조공정 B



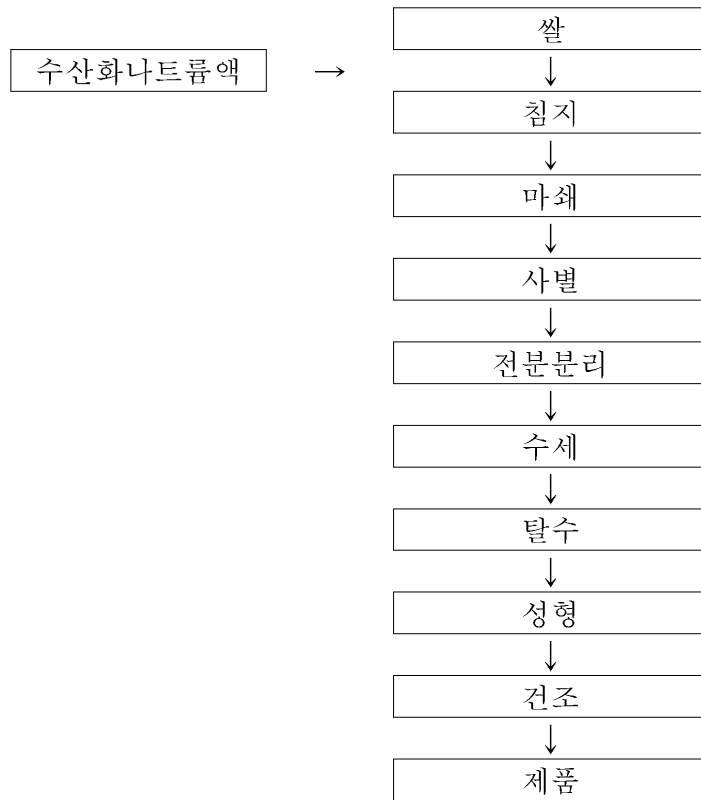
No.	공정명	제조 및 특성
1-1	분쇄	분쇄롤러로 마쇄하여 세포막중의 전분을 노출시켜 물에 씻겨 나오도록 한다. 전분 수율을 향상시키는 가장 중요한 공정으로 분쇄 불출분은 세포 파괴를 충분히 유도하지 못하여 수율을 저하시킨다.
2-1	감자액 분리	정치식으로 감자액 분리
3-1	전분액 농축	다단계 세척 공정을 통해 전분액을 농축한다. 3단계의 3상 노즐 원심분리기를 이용하여 농축한다.
4-1	탈수, 건조	탈수기에서 수분 35~40%로 탈수한 생전분을 저장성을 높이기 위해 수분 18% 정도로 열풍건조

㉔ 쌀 전분의 제조공정 A



No.	공정명	제조 및 특성
1-1	침지	가성소다를 첨가하여 12시간 동안 침지한다.
2-1	분해	가성소다에 의해 분해가 일어나도록 적절히 조정한다.
3-1	마쇄	조직을 붕괴시켜 전분이 흘러나오도록 하고 현탁액 상태로 변형된다. 이후 추출 공정에서 상대적으로 큰 섬유소는 제거하고 전분액은 작은 입자들과 단백질만을 포함한다.
4-1	세척	전분액으로부터 모래와 거친 입자들이 제거되고 3단계 전분 농축기와 3상 노즐 원심분리기를 통해 세척 공정을 거친 순수한 전분액을 만든다.
5-1	탈수	정치, 탈수를 통해 수분을 제거한다.
6-1	3단계분리농축	수율을 높이기 위하여 미세 섬유 스크린을 통과한 전분액을 세척 공정으로 순환하고, 첫번째 세척 공정에서 얻어진 소량의 단백질은 단백질 추출 공정으로 보낸다.
7-1	건조	수분함량 18% 이하로 건조함. 쌀 전분이 제조됨

㉔ 쌀 전분의 제조공정 B (고전적방법)



No.	공정명	제조 및 특성
1-1	침지	쌀을 침지조에 넣고 0.3-0.5%의 수산화나트륨 용액을 쌀의 약 5배가 되는 양을 가하여 교반한 후 18-24시간 침지한다. 단백질 부분의 결합력을 약하게 하여 일부는 녹이고, 일정시간이 지나 손가락 끝으로 문질러질 정도가 되면 침지액을 제거한다.
2-1	마쇄 및 사별	0.3-0.5%의 수산화나트륨 용액을 다시 가하고 마쇄기를 이용하여 마쇄시킨다. 20-28%의 고형물이 들어있는 마쇄액을 진동체 및 회전체를 이용하여 사별한 다음 침전법, 원심분리법, 여과법 등으로 분리시킨다.
3-1	수세 및 탈수	수세하기 위해 전분에 물을 넣어 교반하며 유화시키고 물을 빼는 공정을 2회 반복하여 정제전분을 얻는다.
4-1	성형 및 건조	정제전분을 적당한 크기의 덩어리 모양으로 성형한다. 먼저 60℃의 건조기에서 약 24시간 건조하여 생성된 표면을 끊어내고 30-50℃의 저온에서 발효가 일어나지 않도록 하면서 21일 정도 건조시킨다. 건조가 잘 된 것은 규칙적이고 고른 금이 생기는데, 이를 소위 결정 전분이라고 한다.

④ 국내 전분의 품질 규격 및 용도

전분의 사용용도에 따른 품질규격을 설정하기 위해서는 일반적인 이화학적인 품질기준과 관능적인 품질기준으로 구분할 수 있다. 국내 전분의 사용용도에 따른 품질규격을 설정하고 있는 경우 일반적인 이화학적인 품질기준로 이를 설정하고 있지만, 사용용도에 따라서 뚜렷한 차이를 나타내지는 못하였다.

표 80. 국내 생산 전분의 용도별 품질규격

	용도	항목	규격
옥수수전분	증점, 증량, 안정제 및 겔화제, 이형제등	외관 수분 pH 조단백 회분	백색분말로 이미, 이취가 없을 것 13% 이하 4~7 0.35% 이하 0.15% 이하
찰옥수수전분	팽화력, 점탄성, 증점성이 요구되는 식품(쌀과자, 스낵류, 면류, 스프류)등	외관 수분 pH 조단백 순도 회분	백색분말로 이미, 이취가 없을 것 13% 이하 4~7 0.35% 이하 95% 이상 0.15% 이하
변성전분A	팽화제, 증점제, 안정제, 식품개선용보형제로써 인스턴트식품(스낵, 스프등), 빙과류, 소시지 및 어육제품	외관 수분 α 화도 조단백 회분	백색분말로 이미, 이취가 없을 것 10% 이하 85% 이상 0.35% 이하 0.20% 이하
변성전분B	스낵용 팽화제, 증점제, 안정제, 식감개선용 보형제로써 인스턴트식품(스낵, 스프등) 빙과류, 소시지 및 어육연제품, 크림이나 호상식품 등	외관 수분 α 화도 조단백 회분	백색분말로 이미, 이취가 없을 것 10% 이하 85% 이상 0.35% 이하 0.20% 이하
변성전분C	인스턴트 소스, 스프, 푸딩, 베이커리 필링, 베이커리 믹스, 케이크 프리믹스, 스낵 등	외관 수분 조회분 pH 입도	백색분말로 이미, 이취가 없을 것 10% 이하 0.6% 이하 4~7 100 mesh pass 95% 이상

쌀 전분의 경우에서도 이화화적인 품질기준을 통하여 사용용도를 제한할 수 있는지에 대한 검토가 필요할 것으로 보인다. 또한, 일본 전분 전문회사의 경우 10여 가지의 다양한 전분 생산 규격을 수분, 점도, pH, 백도, 미생물에 대한 기준을 설정하여 수분 13~14%, 점도 500BEU 이상, pH 4-7, 백도 90이상, 일발세균 3000이하, 대장균 음성으로 관리하고 있다. 이는 전분의 적용 품질이 이화화적인 규격보다 관련 전분이 가지는 관능적인 특성이 더 강하게 작용하고 있기 때문인 것으로 보인다.

카. 쌀 전분 응용 제품의 품질관리실태조사

(1) 개발 제품군(떡류)의 품질관리실태조사

(가) 떡류의 관련 규격 현황

전분 가공제품으로 떡류에 대한 품질규격 현황은 국내 식품위생법에서 적용되는데 품질 분류상 떡류, 레토르트식품 및 냉동식품에 대한 규격에 적용 받을 수 있다. 떡류의 제조공정적인 측면으로 볼 때 성형떡류, 편떡류, 레토르트류로 구분할 수 있으며, 이들 떡에 대한 식품공전상 떡류에서는 성상만을 규정하고 있을 뿐이다. 또한 레토르트 식품의 경우 성상, 세균, 타르색소에 대한 기준을 설정하고 있으며, 냉동식품에서는 성상, 세균, 대장균군에 대한 기준을 설정하고 있다.

식품위생법은 위생에 대한 관리 기준을 중심으로 설정하고 있어 이에 대한 관리 기준이 강화되어 있는 것을 볼 수 있으며, 생산 전분을 이들 떡류에 적용할 경우 생산제조 관리 규정이 잘 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다. 따라서, 관련 제품군의 생산관리 기준 및 제조공정도에 대하여 조사하였다.

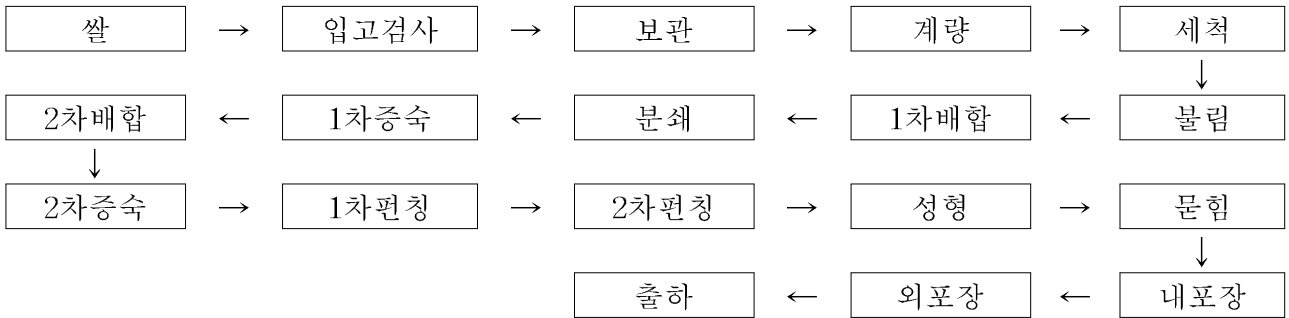
표 81. 국내 떡류의 품질 규격

	식품공전(떡류)	레토르트식품	냉동식품
성상	고유의 향미를 가지고 이미, 이취가 없어야 한다.		
세균	-	세균발육 음성	100,000이하/g
타르색소	-	불검출	-
대장균군	-	-	10 이하/g

(나) 떡류별 관리 기준 및 품질현황

① 성형떡류

㉠ 제조공정도

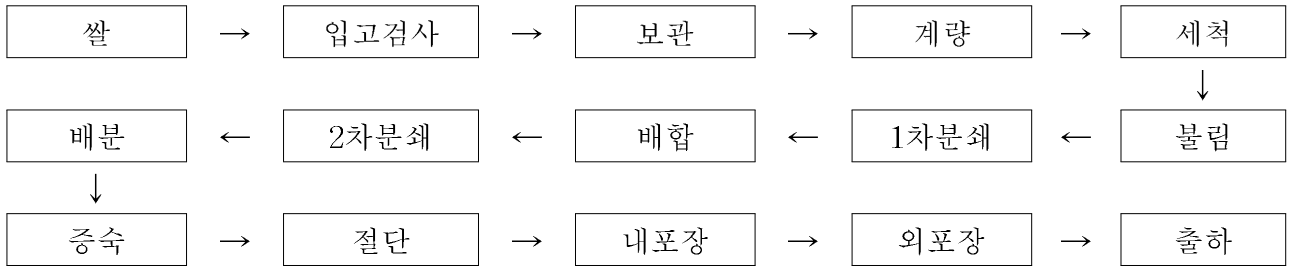


㉡ 주요 공정 요약

공정순서	공정명	주요설비	공정요약
1	원부재료	-	○원재료 : 찹쌀, 멥쌀, 식염 ○ 부재료 : 앙금, 분말(콩가루, 편가루), 식용유
2	입고/검사	관련서류, 검사장비	원부재료 검사
3	보관	원·부재료 보관창고	냉동/실온
4	계량	저울	
5	세척	세척기	원부재료 세척
6	불림	불림통	36 ~ 4-6시간
7	배합	배합기	설탕/식염 혼합
8	1차 분쇄	분쇄기	분쇄
9	증숙	증숙기	90℃ 이상, 40분
10	2차 배합	배합기	물로 배합
11	2차 증숙	증숙기	90℃ 이상, 40분
12	1차 편칭	편칭기	
13	2차 편칭	편칭기	
14	분배	시루	떡과 앙금을 분배하여 투입
15	성형	성형기	성형
16	문힘	분말	제품 특성에 따라 분말 도포
17	내포장	랩기(염화비닐수지)	
18	외포장	포장기	
19	출하	탑차	

② 편떡류

㉠ 제조공정도

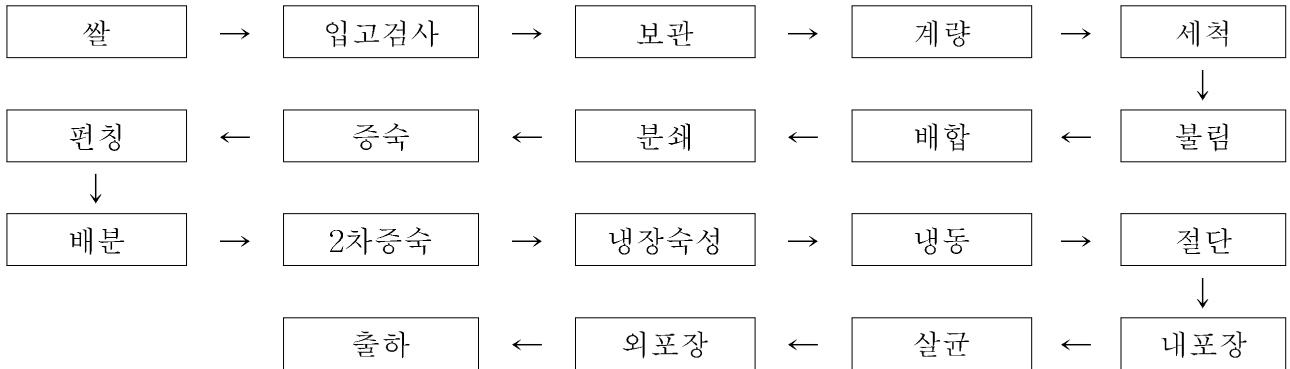


㉡ 주요 공정 요약

공정순서	공정명	주요설비	공정요약
1	원부재료	-	○원재료 : 찹쌀, 멥쌀, 식염 ○부재료 : 앙금(통팔앙금, 고운앙금), 분말(콩가루, 편가루 등), 식용유
2	입고/검사	관련서류, 검사장비	원부재료 검사
3	보관	원·부재료 보관창고	냉동/실온
4	계량	저울	
5	세척	세척기	원부재료 세척
6	불림	불림통	36 ~ 4-6시간
8	1차 분쇄	분쇄기	1차 분쇄
7	배합	배합기	설탕/식염 혼합
10	2차 분쇄	분쇄기	2차 분쇄
14	배분	시루	원부재료를 적정 비율로 시루에 분해
15	증숙	증숙기	90℃, 40분 이상
16	절단	칼	포장단위별로 칼로 절단
17	내포장	랩기(염화비닐수지)	
18	외포장	포장기	
19	출하	탑차	

③ 레토르트 떡류

㉠ 제조공정도



㉡ 주요 공정 요약

공정순서	공정명	주요설비	공정요약
1	원부재료	-	○원재료 : 찹쌀, 멥쌀, 식염 ○부원료 : 양근(통팔양근, 고운양근), 분말(콩가루, 편가루 등), 식용유
2	입고/검사	관련서류, 검사장비	원부재료 검사
3	보관	원·부재료 보관창고	냉동/실온
4	계량	저울	
5	세척	세척기	원부재료 세척
6	불림	불림통	36 ~ 4-6시간
7	배합	배합기	설탕/식염 혼합
8	분쇄	분쇄기	1차 분쇄
9	증숙	찜기/증숙기	90℃, 40분 이상
10	편칭	편칭기	편칭
11	배분	시루	원부재료를 적정 비율로 시루에 분해
12	2차 증숙	찜기/증숙기	90℃, 40분 이상
13	냉장숙성	냉장고	숙성 보관
14	냉동	냉동고	동결
15	절단	칼	포장단위별로 칼로 절단
16	내포장	랩기(염화비닐수지)	
17	살균	살균기	살균
18	외포장	포장기	
19	출하	탑차	

④ 떡류 제품들의 품질조사

관련 제품군(떡류)의 품질조사를 실시하기 위하여 수분, 수분활성도, 회분함량 및 식염함량, 미생물에 대한 조사를 실시하였다. 수분 함량은 평균 46.6%이었으며, 최대 52.8%에서 최소 41.0%를 나타내었다. 수분활성도는 평균 0.85 ± 0.02 로 높은 수분활성도를 나타내었으며, 회분함량은 최대 1.5에서 최소 0.6%의 범위로 평균 1.0%를 보였다. 총균수의 경우 $10^5 \sim 10^6$ 을 나타내었으며, 대장균군의 경우 불검출에서 10^3 범위로 다양하게 나타내었다. 떡류 제품들의 품질조사한 결과를 볼 때 평균적인 품질현황은 수분함량 45% 이하, 회분함량 1.0% 이하, 식염 0.7 이하, 총균수 1.0×10^6 이하, 대장균군 1.0×10^3 이하 및 대장균 불검출 수준으로 나타내었다.

표 82. 시중 유통품에 대한 수분, 수분활성도, 회분함량 및 식염함량

시료번호	수분(%)	수분활성도	회분(%)	식염(%)
1	43.6	0.82	1.2	1.01
2	47.2	0.88	1.1	0.87
3	41.0	0.84	1.2	0.75
4	45.9	0.87	0.8	0.94
5	50.9	0.88	1.0	0.44
6	50.4	0.89	1.1	0.71
7	44.2	0.85	0.9	1.10
8	43.2	0.84	0.6	0.69
9	48.9	0.86	0.6	0.72
10	52.8	0.89	1.2	0.78
11	41.6	0.80	1.5	0.66
12	42.2	0.81	1.4	0.68
13	47.0	0.86	0.8	0.54
14	49.0	0.87	1.3	0.93
15	48.8	0.84	0.8	0.66
16	50.0	0.88	1.1	0.64
17	41.2	0.83	0.9	1.12
18	42.7	0.83	1.0	1.30
19	50.3	0.87	1.2	0.48
20	44.4	0.85	1.1	0.49
21	52.5	0.89	0.8	0.50
22	46.1	0.85	0.7	0.52
23	45.5	0.84	0.9	0.77
24	48.2	0.85	1.0	1.12
평균	46.6	0.85	1.0	0.76
표준편차	3.6	0.02	0.24	0.24
최대	52.8	0.89	1.5	1.30
최소	41.0	0.80	0.6	0.44

표 83. 시중 유통품에 대한 미생물 오염도

시료번호	총균수	대장균군	대장균	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
1	4.4×10^6	2.7×10^2	ND	-	-
2	4.1×10^5	5.7×10^3	ND	-	-
3	1.5×10^6	1.0×10^3	ND	-	-
4	1.6×10^6	ND	ND	-	-
5	6.8×10^6	4.8×10^2	ND	-	-
6	3.7×10^5	6.0×10^1	ND	-	-
7	1.3×10^5	ND	ND	-	-
8	4.2×10^6	5.0×10^3	ND	-	-
9	2.6×10^5	ND	ND	-	-
10	2.1×10^7	1.2×10^1	3.7×10^3	-	-
11	2.0×10^7	4.9×10^3	2.3×10^5	-	-
12	1.9×10^7	4.4×10^3	4.9×10^4	-	-
13	2.8×10^5	5.2×10^5	ND	-	-
14	3.2×10^5	2.6×10^3	ND	-	-
15	5.0×10^6	4.9×10^3	ND	-	-
16	8.2×10^5	ND	ND	-	-
17	1.1×10^5	2.9×10^2	ND	-	-
18	2.2×10^6	2.3×10^1	6.0×10^1	-	-
19	1.0×10^6	5.0×10^3	3.8×10^2	-	-
20	4.8×10^5	ND	ND	-	-
21	4.1×10^5	ND	ND	-	-
22	6.2×10^5	ND	ND	-	-
23	5.0×10^6	ND	ND	-	-
24	3.6×10^6	1.3×10^2	ND	-	-

(2) 빵류 가공제품 품질관리실태조사

(가) 제품 특성 및 유통현황

우리나라 과자류의 연간 매출 규모는 4조원에 달하며 그 중 제빵 산업은 연간 매출규모 약 1조 5000억원으로 추정되며 생산능력의 향상과 위생성 제고를 위하여 일부 기업체에서는 HACCP 제도를 도입하고 있는 단계임. 빵류는 밀가루를 이용하여 발효 또는 발효하지 아니하고 제조·가공한 것으로 이를 크게 발효빵, 비발효빵 및 유당빵으로 구분할 수 있음

○ 제조공정에 따른 분류

- 발효빵 : 밀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 이에 식염, 계란, 효모 등의 식품 또는 식품첨가물을 가하여 발효시킨 후 굽거나 찢것
- 비발효빵 : 밀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 이에 계란, 당류 등의 식품 또는 식품첨가물을 가하여 발효시키지 아니하고 굽거나 찢것
- 유당빵 : 밀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 이에 식품 또는 식품첨가물 등을 가하여 유당처리한 것

표 84. 국내 빵류 제조업 산업동향

<통계청, “광업·제조업[산업총조사]”, 2012>

품목별	2007			2008			2009		
	출하액 (천원)	점유율 (%)	신장율 (%)	출하액 (천원)	점유율 (%)	신장율 (%)	출하액 (천원)	점유율 (%)	신장율 (%)
빵 또는 떡류	1,826,908,176	100.00	17.74	1,932,118,872	100.00	5.76	2,086,690,845	100.00	8.00
빵류(식빵)	171,449,957	9.38	20.69	166,807,652	8.63	-2.71	255,864,727	12.26	53.39
빵류 (카스텔라)	601,155,508	32.91	-	32,923,423	1.70	10.15	402,879,049	19.31	1,123.69
빵류(핫도그)	-	-	-	7,811,597	0.40	-	40,724,810	1.95	421.34
빵류(기타)	-	-	-	621,461,272	32.16	-	105,767,301	5.07	-82.98
빵류(케이크)	502,522,963	27.51	8.52	527,469,337	27.30	4.96	17,724,794	0.85	-96.64
빵류(도넛)	94,006,670	5.15	13.27	81,680,556	4.23	-13.11	11,207,948	0.54	-86.28
빵류(피자)	4,310,533	0.24	43.11	18,461,238	0.96	328.28	6,795,362	0.33	-63.19
빵류(파이)	7,848,421	0.43	-	11,029,427	0.57	40.53	709,563,277	34.00	6,333.36
만두류	229,408,479	12.56	-	200,338,843	10.37	-12.67	293,387,223	14.06	46.45
떡류	216,205,645	11.83	9.90	264,135,527	13.67	22.17	242,776,354	11.63	-8.09

빵은 서구에서 주식으로 널리 사용되고 있으며, 어원은 포르투갈어 빵(pão)에서 온 것으로, 일반적으로 밀가루를 사용하지만, 최근 보리, 호밀, 옥수수, 메밀, 쌀 등을 첨가하기도 한다.

빵의 기원은 정확하게 알려지지 않고 있으나, BC 3000년경 바빌로니아인들이 밀을 발효시켜 맥주를 만들면서 발효된 밀가루 반죽을 구워 사용한 것으로 추정하고 있다. 고대 그리스시대부터 오늘날과 같은 화덕을 이용하여 빵을 제조하였으며, 로마시대에 제빵 기술이 급속히 발전하였다. 1683년 네덜란드의 A. 레벤후크가 현미경으로 이스트균을 확인한 다음 이스트를 이용한 빵발효 방법이 개선되었다.

국내에는 구한말에 선교사들에 의해 들어온 것으로 추정되며, 최초로 소개된 빵과자는 우랑떡이며, 빵을 면포, 카스테라를 설고라고 하였음. 구한말의 고종의 요리사 중 일본 황국의 요리사와 이의 보조인 이태운, 이기풍 등이 양요리를 진상한 것으로 기록되어 있다.

제과빵 시장의 특성은 소비자등의 입맛이 점차 서구화되고 있으며, 제과빵은 패스트푸드에 비해 건강식이라는 이미지가 패스트푸드 시장을 대체하는 효과까지 보여 점차 빵을 찾는 인구가 늘고 있는 것으로 보이며, 대표적인 제빵 업체로는 파리바게트, 뚜레쥬르 등 프랜차이즈 베이커리가 최근 매년 20%에 가까운 성장세를 보이고 있는 추세이다.

빵류의 국외 동향은 냉동생지, 베이글, 쿠키 등 국외의 빵, 과자와 파이필링, 마가린, 휘핑크림 등 제과재료의 수입이 늘어나면서 국내 제과업계에서 국외의 제과제빵 시장에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한, 국외의 소비자들의 빵류 소비 패턴은 일반 식빵류의 소비가 둔화되는 반면 과일이나 치즈 등을 이용한 버라이어티 빵과 롤빵의 수요가 서서히 증가되는 추세로 보인다. 국외 제빵업계의 성장은 초기, 원료가격상승에 따른 압력의 지속적 증가, 경제침체, 실직증가 추세, 상품가격인상에 대한 소비자들의 반감, 그리고 슈퍼나 일반 가게들로 공급되는 양산업체의 빵, 과자와 개인 베이커리의 제품사이의 경쟁 등의 요인에 좌우되었다.

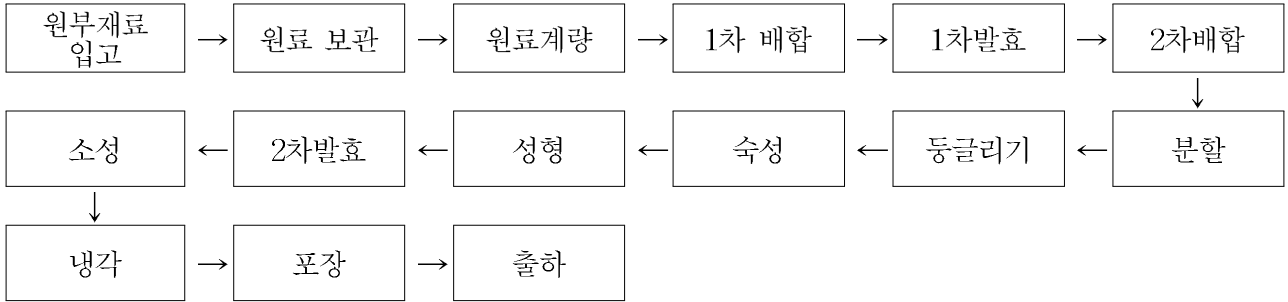
또한, 빵과 케이크 제조업체와 공장설비의 증가가 두드러져, 버라이어티 브랜드와 롤빵제품 시장은 증가한 반면 화이트 팬 브랜드(식빵, 우유빵 등 팬에 넣어 굽는 빵류)제품의 수요가 감소하고, 제조업체 55% 증가, 공자수 51% 증가를 나타내고 있다.

(나) 빵류의 제조공정

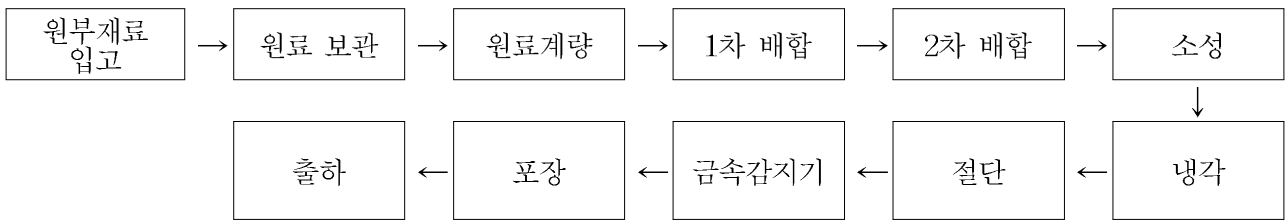
빵류의 제조공정은 발효빵과 비발효빵으로 구분하여 나타내었다. 빵의 제조공정은 일반적으로 원료 배합 후, 물, 이스트를 기본으로 하고 기타 맛을 내는 부재료를 넣어 1차 발효, 2차 발효, 성형을 거쳐 소성을 통해 제조되는 발효빵과 발효과정 없이 1차 배합, 2차 배합 후 소성과정을 거쳐 생성되는 비발효빵으로 구분될 수 있으나, 제품 특성상 다양한 제품이 개발되고 소비되고 있어 그 제조공정 또한 다양하다고 할 수 있다. 아래의 제조공정은 빵류의 제품 공정에 대한 표준화 작업을 위하여 단순화하여 작성하였다.

① 일반 제조 공정

㉠ 발효빵



㉡ 비발효빵



② 공정관리 일반

빵류제품의 공정관리에 대하여 업체 조사를 실시한 후 일반론적으로 공정관리 현황을 작성하였다. 이는 빵류제품의 유형별(발효빵, 비발효빵) 제품 관리 규정으로서 다양한 빵 제조 공정을 모두 포괄할 수 있는 관리 기준은 아니나, 대표성을 가질 수 있도록 표준화하고자 하여 다음에 제시하였다.

㉔ 발효빵

관리항목	관리내용	관리기준	관리방법
원료보관	상온보관[밀가루, 탈지분유, 설탕, 소금, 이스트 후드, 이스트, 기타첨가제], 냉장보관[액상달걀, 마가린, 슈크림], 포장재	사내기준	기록, 관리
전처리	○전처리 상태	-	기록, 관리
1차배합	○배합비 ○최종반죽온도 ○혼합시간	사내기준	기록, 관리
1차발효	○최종반죽온도 ○최종반죽 pH ○발효시간 ○발효실 온도 ○발효실 습도	사내기준	기록, 관리
2차배합	○최종반죽온도 ○혼합시간 ○원료배합비	-	기록, 관리
분할 및 라운딩	○분할중량	사내기준	기록, 관리
휴지기	○휴지시간	-	기록, 관리
중간숙성	○온도 ○시간	-	기록, 관리
성형	○성형상태	-	기록, 관리
2차발효	○발효실 온도 ○발효실 습도 ○발효시간		기록, 관리
굽기 및 증숙	○온도 ○시간		
냉각	○냉각시간 ○품온		기록, 관리
포장	○내용량 ○이물혼입여부		기록, 관리
제품검사	성상	적합	기록, 관리
	타르색소	불검출	
	인공감미료	불검출	
	보존료	불검출	

㉞ 비발효빵

관리항목	관리내용	관리기준	관리방법
원료보관	상온보관[박력분, 베이킹파우더, 설탕, 소금, 물엿, 대두유, 유화제], 냉장보관[액상달걀, 크림], 포장재		
전처리	○ 전처리 상태	-	기록, 관리
1차배합	○ 배합비 ○ 최종반죽온도 ○ 혼합시간	사내기준	기록, 관리
2차배합	○ 최종반죽온도 ○ 혼합시간 ○ 원료배합비	사내기준	기록, 관리
팬닝	○ 분할중량	-	기록, 관리
굽기	○ 온도 ○ 시간	-	기록, 관리
냉각	○ 온도 ○ 시간	-	기록, 관리
절단	○ 성상	-	기록, 관리
포장	○ 내용량 ○ 이물혼합여부 ○ 포장상태	사내기준	기록, 관리
제품검사	성상	적합	기록, 관리
	타르색소	불검출	
	인공감미료	불검출	
	보존료	불검출	

③ 유통품의 품질현황

빵류의 유통품에 대한 품질조사는 발효빵과 비발효빵으로 구분하여 실시한 결과를 제시하고자한다. 또한 비발효빵 중에서는 냉동전가열제품, 냉동전비가열제품 등 냉동제품이 존재함으로 이들은 여기에서 특별히 제시하지는 않도록 하였다. 또한 빵류에서는 반죽제조 후 소성 없이 튀김을 통하여 제조한 형태의 것으로 유통제품이 존재함으로 이들에 대하여는 산가를 중심으로 측정하였다.

빵류의 실험결과값을 바탕으로 예측률에 따른 탈락률에 대한 분석 예측을 실시하였다. 확률 분포를 이용하여 산가 대한 기준을 2.6, 1.6 및 1.4로 설정할 경우 각각의 기준 규격을 초과할 가능성은 10%, 30% 및 50%로 나타났다.

표 85. 빵류의 미생물 검사 결과

Sample No.	유형	세균수(CFU/mL)	대장균군
1	발효빵	N.D.	N.D.
2	발효빵	N.D.	N.D.
3	발효빵	N.D.	N.D.
4	비발효빵	7.5×10	N.D.
5	비발효빵	3.0×10	N.D.
6	비발효빵	N.D.	N.D.
7	비발효빵	N.D.	N.D.
8	비발효빵	N.D.	N.D.
9	비발효빵	N.D.	N.D.
10	비발효빵	4	N.D.
11	발효빵	N.D.	N.D.
12	발효빵	N.D.	N.D.
13	비발효빵	N.D.	N.D.
14	발효빵	N.D.	N.D.
15	비발효빵	N.D.	N.D.
16	비발효빵	N.D.	N.D.
17	비발효빵	N.D.	N.D.
18	비발효빵	N.D.	N.D.
19	발효빵	1.9×10^4	N.D.
20	유당빵	N.D.	N.D.
21	유당빵	N.D.	N.D.

④ 빵류 국내외 규격현황

㉠ 식품공전(식품위생법)

제5. 식품별 기준 및 규격

2. 빵 또는 떡류

가) 정의

빵 또는 떡류라 함은 밀가루, 쌀가루, 찹쌀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 이에 다른 식품 또는 식품첨가물을 가하여 제조특성에 따라 가공한 것으로 빵류, 떡류, 만두류를 말한다.

나) 원료 등의 구비요건

(1) 부패·변질이 용이한 원료는 냉장 또는 냉동 보관하여야 한다.

다) 제조·가공기준

(1) 주정 처리(주정 1% 이상 사용) 제품은 잔류 주정에 의한 품질변화가 없도록 하여야 한다.

라) 식품유형

(1) 빵류

밀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 이에 식품 또는 식품첨가물을 가하여 발효시키거나 발효하지 아니하고 반죽한 것 또는 이를 구운 것, 익힌 것, 튀긴 것으로서 식빵, 케이크, 카스텔라, 도넛, 피자, 파이, 핫도그 등을 말한다.

(2) 떡류

쌀가루, 찹쌀가루 또는 기타 곡분을 주원료로 하여 이에 식염, 당류, 곡류, 두류, 채소류, 과일류 또는 주류 등을 가하여 익힌 것을 말한다.

(3) 만두류

식육, 채소류 등의 혼합물을 만두피 등으로 성형한 것을 말한다.

마) 규격

(1) 성상 : 고유의 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 한다.

(2) 타르색소 : 검출되어서는 아니된다(식빵, 카스텔라에 한한다).

(3) 인공감미료 : 검출되어서는 아니된다(식빵에 한한다).

(4) 보존료(g/kg) : 다음에서 정하는 것 이외의 보존료가 검출되어서는 아니된다.

프로피온산 프로피온산나트륨 프로피온산칼슘	2.5 이하(프로피온산으로서 기준하며, 빵류에 한한다)
소르빈산 소르빈산칼륨 소르빈산칼슘	1.0 이하(소르빈산으로서 기준하며, 팔 등 양금류에 한한다)

(5) 황색포도상구균 : 음성이어야 한다(다만, 크림을 도포 또는 충전한 것에 한한다).

(6) 살모넬라 : 음성이어야 한다(다만, 크림을 도포 또는 충전한 것에 한한다).

29-6. 튀김식품

1) 정의

튀김식품이라 함은 식품을 유지에 튀긴 것 또는 유처리한 것으로서 본 공전에서 따로 기준 및 규격이 제정된 식품이외의 것을 말한다.

2) 원료 등의 구비요건

3) 제조·가공기준

4) 식품유형

5) 규격

(1) 산가 : 5.0 이하

(2) 과산화물가 : 60.0 이하

(3) 허용 외 타르색소 : 검출되어서는 아니 된다.

6) 시험방법

(1) 산가

1. 과자류 6) 시험방법 (1) 산가에 따라 시험한다.

(2) 과산화물가

앞의 산가에서 추출한 유지 1~5 g을 정밀히 달아 제 10. 일반시험법 1. 일반성분시험법 4) 지질 (3) 화학적 시험 ⑤ 과산화물가에 따라 시험한다.

(3) 허용 외 타르색소

제 10. 일반시험법 5. 착색료시험법에 따라 시험한다.

Breads

1) 목적 : 이 규격은 hard breads, soft breads, buns, sweet rolls, special breads에 대하여 규정한다.

2) 정의

주원료로서 밀가루를 사용하고, 물, 효모, 소금 및 첨가물로서 유지, 설탕, 계란, 우유 또는 다른 혼합물, 식품첨가물을 첨가하고 필요에 따라서 발효시킨 후 구워서 만든 제품을 말한다.

3) 분류

3.1 하드 빵과 롤 : 밀가루의 4% 이하로 설탕과 쇼트닝을 사용하여 만든 빵

3.2 소프트 빵과 롤 : 밀가루의 4-10% 사이로 설탕과 쇼트닝을 사용하여 만든 빵

3.3 스위트 롤 : 밀가루의 10% 이상을 설탕과 쇼트닝을 사용하여 만든 빵

3.4 Special breads

3.4.1 Fried bread

3.4.2 Steamed bread

3.4.3 Margarine or butter roll-in bread

3.4.4 Grain bread and rolls

3.4.5 Whole wheat bread and rolls

3.4.6 Wheat bran bread and rolls

3.4.7 Wheat germ bread and rolls

3.4.8 Flat bread

3.4.9 Special ingredients bread and rolls

3.4.9.1 Milk bread

3.4.9.2 Egg bread

4) 품질

4.1 성상 및 향미 : 고유의 형태, 색, 조직감을 가지고 이취가 나지 않을 것,
무게와 부피의 비(w/v, g/mL)가 1 : 3.5 ~ 1 : 7

4.2 수분 : 38 % 이하

(3) 면류 가공제품 품질관리실태조사

(가) 제품 특성 및 유통현황

국수는 약 6000년 전에 중국에서 유래된 것으로 생각되며 중국의 국수는 비단길에 따라 유럽으로 전파되었고 우리나라를 통하여 일본으로 전파되었다. 국수는 주로 아세아지역에서 소비되고 있으므로 서양에서는 마카로니나 스파게티제품과 구별하기 위하여 동양국수(oriental noodle)라고 부르기도 한다. 또한, 면류는 밀가루를 주원료로 혼합, 반죽하고 성형을 통해 제조한 식품으로 우리나라, 일본, 중국 등 아시아 지역 뿐 아니라 세계 여러 나라에서 소비되는 식품이며, 사용되는 밀가루의 단백질 함량에 따라 면의 특성이 달라진다. 면류가 단백질의 함량이 많은 것은 국수, 우동을 만드는 면에 사용되는 밀가루는 단백질이 많은 것을 사용하기 때문이며, 더 많은 단백질이 함유된 밀가루는 스파게티의 주원료로 사용된다. 이 뿐 아니라 밀가루 이외의 메밀, 녹말, 콩 등의 곡분 및 올리고당, 클로렐라, DHA와 같은 기능성 물질의 첨가로 밀가루의 다양성을 가져와 면류의 다양성을 꾀하고 있는 실정이다.

다양한 면류 제품에 대한 분류의 방법도 다양하여 굵기에 따른 분류(세면, 소면, 중면 등), 주원료에 따른 분류(국수류, 중화면, 메밀면, 마카로니류 등) 등이 있으나 일반적인 분류로는 제조 공정에 따른 분류(건면류, 생면류, 숙면류, 유탕면류)로 주로 면류 제품들을 구분하고 있다.

국내에의 면류의 발전은 1963년 일본의 명성식품과 기술제휴를 한 삼양식품이 국내에 첫 선을 보인 라면으로 조리의 간편성과 특이한 형태가 소비자에게 주목을 받기 시작하였으며 미국의 밀가루 원조, 우지의 도입 등 다양한 사회적인 영향으로 식생활에 라면이 정착되면서 라면의 성장률이 계속적으로 증가하였으며, 이와 함께 숙면, 생면 등 소비자의 기호에 맞춘 면류의 개발로 면류산업의 성장을 지속하여 2004년 12월 기준 삼양식품(주), 농심(주), 오뚜기(주), 한국야쿠르트(주)등 약 788여개의 업체가 면류산업에 참여하고 있으며, 2009년 기준 면류 생산액 약 1조 8천억, 출하액 약 2조 3천억원의 규모를 형성하고 있는 것으로 보고하고 있다.(한국식품산업협회, 2011)

국내 면의 원재료인 밀 전분, 옥수수 전분, 감자 전분, 메니옥 전분 등에 대한 수입 실적은 다음과 같다.

[단위 : kg, 1,000US\$]

년\품목		메밀	밀 전분	옥수수 전분	감자 전분	메니옥 전분	기타	합계
2007	용량	3,382,725	580,807	0	28,173,120	506,000	24,475,866	57,118,518
	금액	1,227	262	0	20,378	134	19,091	41,092
2008	용량	3,064,373	953,074	0	30,716,403	0	23,049,780	57,783,630
	금액	1,259	603	0	26,046	0	21,117	49,025
2009	용량	2,124,011	1,100,658	0	36,677,093	0	23,514,175	63,415,937
	금액	886	575	0	26,839	0	19,453	47,753
2010	용량	1,829,044	711,001	0	48,759,989	0	18,819,814	70,119,848
	금액	1,112	402	0	33,048	0	18,573	53,135
2011	용량	1,888,680	134,040	0	25,472,851	0	7,166,045	34,661,616
	금액	1,456	86	0	22,543	0	9,429	33,514

<한국면류공업협동조합>

표 86. 국수류(건면류) 생산 및 출하현황(2010년 기준)

지역\현황	생산현황			출하현황			
	생산능력(T)	생산량(T)	생산액(천원)	출하량(T)	출하액(천원)	수출량(T)	수출액(\$)
서울특별시	1,431	559	1,002,685	559	549	0	0
부산광역시	26,145	8,807	59,250,346	8,807	14,188	713	3,001,376
대구광역시	44,961	11,084	13,200,853	3,354	4,906,860	17	19,768
인천광역시	1,478	638	1,722,785	614	1,676,420	43	103,645
광주광역시	624	195	303,205	195	337,651	0	0
대전광역시	938	141	131,449	141	171,600	0	0
울산광역시	0	0	0	0	0	0	0
강원도	15,925	1,153	3,194,820	390	769,845	0	0
경기도	33,707	5,346	9,633,927	3,207	6,392,047	68	93,373
충청북도	33,933	20,358	18,287,636	19,774	18,617,917	3	2,864
충청남도	0	0	0	0	0	0	0
전라북도	9,996	8,412	8,433,469	1,376	3,083,205	9	11,712
전라남도	2,042	231	675,473	180	769,953	2	17,297
경상북도	16,365	4,496	5,818,433	3,968	6,500,049	145	144,570
경상남도	22,172	14,625	13,959,958	2,143	2,895,160	0	0
제주도	1,476	457	509,749	451	799,184	0	0
소계	211,193	76,502	136,124,788	45,159	46,934,628	1,000	3,394,605

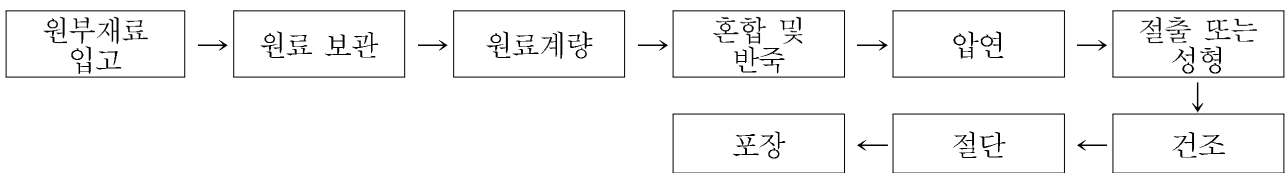
<한국면류공업협동조합>

(나) 면류의 일반 제조공정 및 관리현황

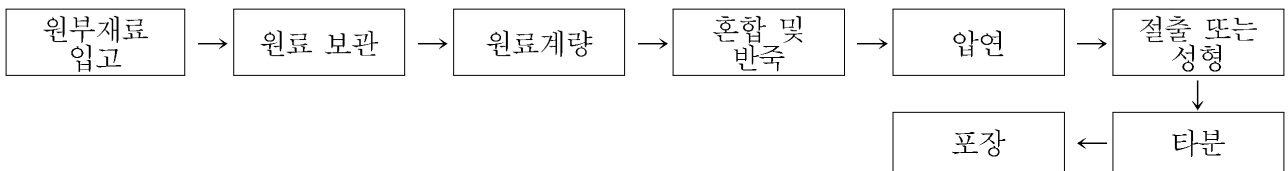
면류의 일반 제조공정은 및 일반 관리현황은 건면류와 생면류로 분류하여 제시하였다. 건면류의 일반 제조공정은 원료 배합, 혼합 및 반죽, 압연, 절출 또는 성형, 건조, 절단, 포장으로 구분되며, 생면류는 원료 배합, 혼합 및 반죽, 압연, 절출 또는 성형, 타분, 포장으로 구분되어진다. 제품의 특성에 따라 배합비율, 혼합 및 반죽 조건, 압연 강도, 성형 방법 등은 다양성을 가지기 때문에 이에 대한 관리현황은 일반적인 관리현황에 대하여 제시하도록 하였다. 이에 일반 제조공정 및 관리현황을 표준화 작업을 위하여 단순화하여 작성하여 아래에 제시하였다.

① 일반 제조 공정

㉠ 건면류



㉡ 숙면류



② 공정관리 일반

면류제품의 공정관리에 대하여 업체 조사를 실시한 후 일반적으로 공정관리 현황을 작성하였다. 이는 면류제품의 유형별(건면류, 숙면류) 제품 관리 규정으로서 다양한 면류 제조 공정을 모두 포괄할 수 있는 관리 기준은 아니나, 대표성을 가질 수 있도록 표준화하고자 하여 다음에 제시하였다.

㉠ 건면류

관리항목	관리내용	관리기준	관리방법
원료보관	상온보관, 냉장보관, 포장재	사내기준	기록, 관리
배합수 제조	염도, 용해상태	사내기준	검사, 관리
혼합 및 반죽	반죽상태, 배합비율 혼합시간, 혼합온도	사내기준	기록, 관리
압연	면대의 두께, 압연상태	사내기준	검사, 기록, 관리
절출 또는 성형	절단 및 성형상태	사내기준	기록, 관리
건조	건조기 온·습도, 건조시간	사내기준	기록, 관리
절단	면의 길이, 절단상태	사내기준	기록, 관리
포장	내용량, 포장상태 인쇄 및 표시상태	-	-
제품검사	성상	적합	기록, 관리
	타르색소	불검출	
	인공감미료	불검출	
	보존료	불검출	

㉡ 속면류

관리항목	관리내용	관리기준	관리방법
원료보관	상온보관, 냉장보관, 포장재	사내기준	기록, 관리
배합수 제조	염도, 용해상태	사내기준	검사, 관리
혼합 및 반죽	반죽상태, 배합비율 혼합시간, 혼합온도	사내기준	기록, 관리
압연	면대의 두께, 압연상태	사내기준	검사, 기록, 관리
절출 또는 성형	절단 및 성형상태 면의 길이	사내기준	검사, 기록, 관리
타분	타분량	사내기준	기록, 관리
포장	내용량, 포장상태 인쇄 및 표시상태	-	-
제품검사	성상	적합	기록, 관리
	타르색소	불검출	
	인공감미료	불검출	
	보존료	불검출	

(다) 유통 품의 품질현황

면류의 유통품에 대한 품질조사 결과는 다음과 같다.

표 87. 면류의 수분 함량

시료번호	수분함량(%)	시료번호	수분함량(%)
	평균±표준편차		평균±표준편차
1	9.85±0.02	25	12.01±0.02
2	11.09±0.07	26	11.61±0.00
3	11.02±0.02	27	9.64±0.01
4	10.72±0.06	28	11.53±0.04
5	11.21±0.01	29	11.33±0.02
6	10.77±0.02	30	9.71±0.02
7	11.11±0.05	31	11.47±0.00
8	13.41±0.10	32	10.66±0.01
9	10.82±0.03	33	11.55±0.02
10	10.47±0.08	34	9.86±0.04
11	10.02±0.02	35	10.97±0.04
12	11.52±0.04	36	10.49±0.03
13	11.06±0.04	37	11.14±0.01
14	11.39±0.02	38	10.34±0.02
15	9.67±0.01	39	11.98±0.01
16	9.44±0.03	40	12.61±0.06
17	11.82±0.01	41	10.38±0.06
18	10.67±0.05	42	10.79±0.01
19	10.44±0.02	43	11.05±0.01
20	12.20±0.02	44	12.95±0.01
21	11.71±0.05	45	12.19±0.01
22	11.52±0.05	46	12.24±0.06
23	10.71±0.02	47	12.08±0.03
24	11.83±0.03	48	12.56±0.03
평균	11.16±0.92		

면류의 수분함량에 대한 실험결과값을 바탕으로 통계처리를 실시하였으며, 확률분포를 이용하여 탈락률을 기준으로 수분함량을 설정한 결과, 수분함량 12.59% 및 11.98%인 경우 유통제품의 5%, 20% 이상이 수분함량이 높은 것으로 나타났다.

탈락률	수분함량(%)
5%	12.59
10%	12.21
15%	12.10
20%	11.98
30%	11.56

표 88. 면류의 회분 함량

시료번호	회분(%)	시료번호	회분(%)
	평균±표준편차		평균±표준편차
1	1.98±0.03	25	2.48±0.01
2	3.41±0.00	26	3.51±0.04
3	3.43±0.05	27	2.91±0.02
4	3.99±0.02	28	3.09±0.03
5	6.32±0.05	29	2.96±0.02
6	4.19±0.03	30	4.45±0.02
7	4.45±0.03	31	3.63±0.00
8	2.03±0.00	32	2.24±0.01
9	3.66±0.02	33	1.34±0.02
10	4.14±0.04	34	1.46±0.02
11	4.74±0.00	35	2.85±0.00
12	5.10±0.04	36	2.46±0.01
13	3.87±0.00	37	2.44±0.00
14	2.45±0.01	38	2.69±0.02
15	1.65±0.02	39	4.72±0.01
16	1.59±0.00	40	4.36±0.02
17	1.81±0.01	41	4.06±0.01
18	3.65±0.00	42	3.81±0.01
19	3.41±0.01	43	4.40±0.00
20	2.75±0.01	44	3.10±0.00
21	0.25±0.01	45	2.48±0.01
22	2.39±0.01	46	2.39±0.00
23	2.63±0.00	47	2.72±0.01
24	2.03±0.01	48	2.85±0.00
평균	3.11±1.13		

면류의 회분함량에 대한 실험결과값을 바탕으로 통계처리를 실시하였으며, 확률분포를 이용하여 탈락률을 기준으로 수분함량을 설정한 결과, 회분함량에 대한 기준을 4.46% 및 3.67% 이상일 경우 각각의 함량을 초과할 가능성은 10%, 30%로 나타났다.

탈락률	회분함량(%)
5%	4.74
10%	4.46
15%	4.37
20%	4.11
30%	3.67

(라) 면류 국내외 규격현황

① 식품공전(식품위생법)

15. 면류

가. 정의

면류란 곡분 또는 전분 등을 주원료로 하여 성형, 열처리, 건조 등을 한 것으로 국수, 냉면, 당면, 유탕면류, 파스타류, 기타 면류를 말한다.

나. 원료 등의 구비요건

다. 제조·가공기준

(1) 주정처리(주정 1% 이상 사용) 제품은 잔류주정에 의한 품질변화가 없도록 처리해야 한다.

라. 식품유형

(1) 국수 : 곡분 또는 전분 등을 주원료로 하여 제조한 것을 말한다.

(2) 냉면 : 메밀가루, 곡분 또는 전분을 주원료로 하여 압출성형한 것을 말한다.

(3) 당면 : 전분(80% 이상)을 주원료로 하여 제조한 것을 말한다.

(4) 유탕면류 : 면발을 익힌 후 유탕처리한 것을 말한다.

(5) 파스타류 : 듀럼세몰리나, 듀럼가루, 파라나 또는 밀가루를 주원료로 하여 파스타 성형기로 제조한 것으로 마카로니, 스파게티 등을 말한다.

(6) 기타 면류 : 면류 중 위 식품유형 (1)부터 (5)까지에 정하여지지 아니한 것으로 수제비나 만두피 등을 말한다.

마. 규격

(1) 타르색소 : 검출되어서는 아니된다.

(2) 보존료 : 검출되어서는 아니된다.

(3) 세균수 : 1 g당 1,000,000 이하(주정처리제품에 한한다)

1 g당 100,000 이하(살균제품에 한한다)

(4) 대장균 : 음성(주정처리제품에 한한다)

(5) 대장균군 : 음성(살균제품에 한한다)

STAN 249-2006

1 SCOPE

The standard shall apply to various kinds of noodles. The instant noodle may be packed with noodle seasonings, or in the form of seasoned noodle and with or without noodle garnish(s) in separate pouches, or sprayed on noodle and ready for consumption after dehydration process. This standard does not apply to pasta.

2 DESCRIPTION

Instant Noodle is a product prepared from wheat flour and/or rice flour and/or other flours and/or starches as the main ingredient, with or without the addition of other ingredients. It may be treated by alkaline agents. It is characterized by the use of pregelatinization process and dehydration either by frying or by other methods. The product should be presented as one of the following styles:

2.1 Fried noodles, or

2.2 Non-fried noodles

3 ESSENTIAL COMPOSITION AND QUALITY FACTORS

3.1 COMPOSITION

3.1.1 Essential Ingredients

(a) Wheat Flour and/or Rice Flour and/or other flours and/or starches;

(b) Water.

3.1.2 Optional Ingredients

The optional ingredients shall be ingredient(s) which are commonly used.

3.2 QUALITY CRITERIA

3.2.1 Organoleptic

Shall be acceptable in term of appearance, texture, aroma, taste and colour.

3.2.2 Foreign Matter

The product shall be free from foreign matter.

3.2.3 Analytical Requirement for Noodle Block (Noodle Excluding Seasonings)

(a) Moisture Content

Maximum of 10% for fried noodles

Maximum of 14% for non-fried noodles

(b) Acid value: maximum of 2 mg KOH/g oil (applicable only to fried noodles)

③ USDA(COMMERCIAL ITEM DESCRIPTION SOUP, NOODLE, RAMEN, INSTANT)

1. SCOPE. This CID covers instant ramen noodle soup, packed in commercially acceptable containers, suitable for use by Federal, State, local governments, and other interested parties; and as a component of operational rations.

2. PURCHASER NOTES.

2.1 Purchasers shall specify the following:

- Type(s), style(s), flavor(s), and class(es) of instant ramen noodle soup required (Sec. 3).
- When analytical requirements are different than specified (Sec. 6.1).
- When analytical requirements need to be verified (Sec. 6.2).
- Manufacturer's/distributor's certification (Sec. 9.3) or USDA certification (Sec. 9.4).

2.2 Purchasers may specify the following:

- Food Defense System Survey (Sec. 9.1 with 9.2.1) or (Sec. 9.1 with 9.2.2).
- Manufacturer's quality assurance (Sec. 9.2 with 9.2.1) or (Sec. 9.2 with 9.2.2).
- Packaging requirements other than commercial (Sec. 10).

3. CLASSIFICATION. The instant ramen noodle soup shall conform to the following list which shall be specified in the solicitation, contract, or purchase order.

Types, styles, flavors, and classes.

Type I - Fried noodle

Type II - Noodles dehydrated by methods other than frying (i.e. baked, freeze-dried, air dried, microwave) A-A-20297B 2

Style A - Cup/bowl

Style B - Pouch

Flavor 1 - Beef Flavor

Flavor 2 - Chicken Flavor

Flavor 3 - Pork Flavor

Flavor 4 - Shrimp Flavor

Flavor 5 - Oriental Flavor

Flavor 6 - Creamy Chicken Flavor

Flavor 7 - Chicken Mushroom Flavor

Flavor 8 - Picante Beef Flavor

Flavor 9 - Chicken Vegetable Flavor

Flavor 10 – Cajun Chicken Flavor

Flavor 11 – Other

Class a – Regular

Class b – Reduced sodium (21 CFR §101.61) (Applicable to Flavors 1 and 2 only)

4. MANUFACTURER’S/DISTRIBUTOR’S NOTES. Manufacturer’s/distributor’s products shall meet the requirements of the:

- Salient characteristics (Sec. 5).
- Analytical requirements: as specified by the purchaser (Sec. 6).
- Manufacturer’s/distributor’s product assurance (Sec. 7).
- Regulatory requirements (Sec. 8).
- Quality assurance provisions: as specified by the purchaser (Sec. 9).
- Packaging requirements other than commercial: as specified by the purchaser (Sec.10).

5. SALIENT CHARACTERISTICS.

5.1 Processing. The instant ramen noodle soup shall be prepared and packaged in accordance with current good manufacturing practices (21 CFR Part 110).

5.2 Food security. The instant ramen noodle soup should be processed and transported in accordance to the Food and Drug Administration’s (FDA’s) Guidance for Industry: Food Producers, Processors, and Transporters: Food Security Preventive Measures Guidance.

<http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodDefenseandEmergencyResponse/ucm083075.htm>. This guidance identifies the kinds of preventive measures food manufactures, processors, or handlers may take to minimize the risk that food under their control will be subject to tampering or other malicious, criminal, or terrorist actions. The implementation of enhanced food security preventive measures provides for the security of a plant’s production processes and includes the storage and transportation of pre-production raw materials, other ingredients, and postproduction finished product.A–A-20297B 3

5.3 Dehydrated product. The dehydrated instant ramen noodle soup shall contain ramen noodles, dehydrated vegetables (Style A) and soup base appropriate for the particular flavor of soup.

5.3.1 Style A, Cup/bowl. The dry noodles, by weight, shall compose at least 86 percent of the contents of the cup or bowl. The instant ramen noodle soup may contain textured soy protein, textured soy flavor, freeze-dried shrimp, dehydrated surimi (Pollock fish), or

dehydrated meats (beef, pork, chicken). The dehydrated ingredients shall compose at least 2 percent by weight of the contents of the cup or bowl.

5.3.2 Style B, Pouch. The dry noodles, by weight, shall compose at least 90 percent of the contents of the pouch.

5.3.3 Ramen noodles. The ramen noodles shall contain enriched wheat flour, durum semolina flour and/or whole wheat flour. The ramen noodles may also contain partially hydrogenated vegetable or palm oil, salt, seasonings, sodium phosphates, potato starch, gums, or other ingredients.

5.3.4 Dehydrated vegetables. The instant ramen noodle soup may contain onions, corn, carrots, garlic, peas, red or green bell peppers, parsley and/or other vegetables.

5.3.5 Soup base. The soup base shall be free flowing and of a color typical of the flavor.

5.4 Reconstituted product. The dehydrated soup shall fully rehydrate according to the package directions. The reconstituted soup shall consist of lightly colored, slightly curly noodles in a clear to semi-opaque broth. The broth shall be free from lumps and undissolved particles (other than spices). Vegetables in Style A, Cup/bowl instant ramen noodle soup shall be bright in color. If present in Style A, the textured soy protein or textured soy flour shall be small meat-like pieces with an appearance appropriate to the flavor specified.

5.4.1 Flavor and odor. The reconstituted instant ramen noodle soup shall have no foreign flavors and odors such as, but not limited to: burnt, scorched, stale, sour, or rancid. The ramen noodle soup shall have a flavor typical to that specified. Flavor 5 – Oriental shall possess a mild soy flavor.

5.4.2 Texture. The reconstituted ramen noodles shall be soft and elastic but not mushy. The vegetables shall be fully rehydrated and shall have a characteristic, slightly soft, tender texture. If present, the textured soy protein or textured soy flour shall have a tender meat-like texture.

5.5 Foreign material. All ingredients shall be clean, sound, wholesome, and free from glass, dirt, insect parts, and evidence of rodent or insect infestation.A-A-20297B 4

6. ANALYTICAL REQUIREMENTS.

6.1 Analytical requirements. Unless otherwise specified in the solicitation, contract, or purchase order, the analytical requirements for the finished instant ramen noodle soup shall be as follows:

6.1.1 Moisture. The moisture content of Type I instant ramen noodle soup shall not exceed 8.0 percent. The moisture content of Type II instant ramen noodle soup shall not exceed 14.5 percent.

6.1.2 Fat. The fat content of Type I instant ramen noodle soup shall not exceed 20.0 percent. The fat content of Type II instant ramen noodle soup shall not exceed 3.0 percent.

6.1.3 Sodium. The sodium content of Class a instant ramen noodle soup shall not exceed 2100 mg per 100 g (3.5 oz) of product. The sodium content of Class b instant ramen noodle soup shall not exceed the limits specified in 21 CFR § 101.61.

6.2 Product verification. When USDA verification of analytical requirements is specified in the solicitation, contract, or purchase order, analytical testing shall be performed on a composite sample. The composite sample shall be 227 g (8 oz) and prepared from subsamples drawn from randomly selected containers. Subsamples shall be a minimum of one container and shall contain the appropriate number of containers to yield a 227 g (8 oz) sample when composited.

6.3 Analytical testing. When specified in the solicitation, contract, or purchase order, analyses shall be in accordance with the following methods from the Official Methods of Analysis of the AOAC International.

Test	Method
Moisture	926.07
Fat	925.12
Sodium	985.35

6.4 Test results. The test results for moisture and fat shall be reported to the nearest 0.1 percent. The test results for sodium shall be reported to the nearest mg per 100 g. Any result not conforming to finished product requirements shall be cause for rejection of the lot.

7. MANUFACTURER'S/DISTRIBUTOR'S PRODUCT ASSURANCE.

The manufacturer/ distributor shall certify that the instant ramen noodle soup provided shall meet the salient characteristics of this CID, conform to their own specifications, standards, and quality assurance A-A-20297B 5 practices, and be the same instant ramen noodle soup offered for sale in the commercial market. The purchaser reserves the right to require proof of conformance.

8. REGULATORY REQUIREMENTS. The delivered instant ramen noodle soup shall

comply with all applicable Federal, State, and local mandatory requirements and regulations relating to the preparation, packaging, labeling, storage, distribution, and sale of instant ramen noodle soup within the commercial marketplace. Delivered product shall comply with all applicable provisions of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act; the Fair Packaging and Labeling Act; and regulations promulgated thereunder. The instant ramen noodle soup shall comply with the allergen labeling requirements of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act.

9. QUALITY ASSURANCE PROVISIONS. Purchaser shall specify 9.3 or 9.4; purchaser may specify 9.1 with 9.2.1 or 9.1 with 9.2.2, or 9.2 with 9.2.1 or 9.2 with 9.2.2.

9.1 Food Defense System Survey (FDSS). When required in the solicitation, contract, or purchase order, a FDSS shall be conducted by USDA, Agricultural Market Service (AMS) personnel. The FDSS verifies measures that operators of food establishments take to minimize the risk of tampering or other criminal actions against the food under their control. (An AMS FDSS verifies the participating company's adherence to the FDA's "Guidance for Industry – Food Producers, Processors, and Transporters: Food Security Preventive Measures Guidance.") For further information, see section 12.1 and 12.3.2.

9.2 Manufacturer's quality assurance. When required in the solicitation, contract, or purchase order, the product manufacturer shall be required to provide evidence, by certificate, that the manufacturing plant has undertaken one of the following quality assurance measures within 12 months prior to providing a bid, or no later than 10 business days from the date of awarding of the contract. Failure to provide this documentation within the proper time frame may result in the contract being terminated for cause.

9.2.1 Plant systems audit. A plant systems audit (PSA) conducted by USDA, AMS, or other audit performed by a third party auditing service is required within 12 months prior to the date of the awarding of the contract. (An AMS PSA verifies the manufacturer's capability to produce products in a clean sanitary environment in accordance with Title 21 Code of Federal Regulations Part 110 – Current Good Manufacturing Practice in Manufacturing, Packing or Holding Human Food, and verifies that the manufacturer has in place an internal quality assurance program.)

9.2.2 Plant survey. A plant survey conducted by USDA, AMS or other survey performed by a third party auditing service is required within 12 months prior to the date of the awarding of the contract. (An AMS plant survey audit verifies that at the time of the

survey, the manufacturer produces products in a clean sanitary environment in accordance with Title 21 Code of Federal Regulations Part 110 – Current Good Manufacturing Practice in Manufacturing, Packing, or Holding Human Food.)A-A-20297B 6

9.3 Manufacturer’s/distributor’s certification. When required in the solicitation, contract, or purchase order, the manufacturer/distributor will certify that the instant ramen noodle soup distributed meets or exceed the requirements of this CID.

9.4 USDA certification. When required in the solicitation, contract, or purchase order that product quality and acceptability or both be determined, the Processed Product Branch (PPB), Fruit and Vegetable Programs (FV), AMS, USDA, shall be the certifying agency. PPB inspectors shall certify the quality and acceptability of the instant ramen noodle soup in accordance with PPB procedures which include: selecting random samples of the instant ramen noodle soup, evaluating the samples for conformance with the salient characteristics of this CID and other contractual requirements, and documenting the findings on official score sheets and/or certificates. In addition, when required in the solicitation, contract, or purchase order, PPB inspectors will examine the instant ramen noodle soup for conformance to the United States Standards for Condition of Food Containers in effect on the date of the solicitation.

10. PACKAGING. Preservation, packaging, packing, labeling, and case marking shall be commercial unless otherwise specified in the solicitation, contract, or purchase order.

11. USDA INSPECTION NOTES. When Section 9.4 is specified in the solicitation, contract, or purchase order, USDA certification shall include evaluation of the quality and condition of samples of packaged instant ramen noodle soup, and compliance with requirements in the following areas:

- Salient Characteristics (Sec. 5).
- Analytical requirements when specified in the solicitation, contract, or purchase order (Sec. 6.1). When USDA analytical testing is specified, PPB inspection personnel shall select samples and submit them to the USDA, Science and Technology Program (S&TP) laboratory for analysis.
- Packaging requirements (Sec.10 or as specified in the solicitation, contract, or purchase order).

(4) 제과·제빵용 믹스 제품의 품질관리실태조사

(가) 일반특성

최초의 Prepared Mix, 프리믹스는 영국에서 1849년에 소맥분에 주석산 및 중조(탄산수소나트륨, 베이킹소다)를 혼합하여 만든 제품으로 특허를 신청하면서 시작되었으며, 이 후 소맥분, 옥수수분, 메밀가루, 호밀 등과 적정량의 팽창제를 배합한 Pancake라는 이름으로 미국에서 1880년경 시판되어 이를 바탕으로 도넛믹스, 케익믹스, 쿠키믹스 등을 제조 판매하게 되었다.

프리믹스(Premix)는 Pre(미리, 사전에) + Mix(혼합)의 합성어로 사용의 편의성을 제공하기 위해 혼합한 모든 것을 총칭하며 식품, 제약, 공업, 마스크 등에서 다양한 용도로 사용되고 있는 실정으로 식품에 있어서는 원재료 및 부원료를 혼합하여 제조한 반가공 상태의 믹스를 말한다.

제과 제빵용 프리믹스는 소맥분 등의 곡분류에 설탕, 포도당 등의 당류와 유지, 분유, 팽창제, 식염, 향료 등의 다양한 재료를 혼합한 것으로 물이나 우유, 계란 등을 가해 가열조리하여 빵이나 과자류 등을 만들어 먹을 수 있는 제품을 총칭하는 것으로 미국에서는 'bakery mixes, prepared', 'baking mix' 등으로 사용되고 있는데 우리나라에서는 일반적으로 '프리믹스'로 통용되고 있는 실정이다.

프리믹스는 당류의 첨가에 따라 '가당' 프리믹스와 '무가당' 프리믹스로 나눌 수 있는데 '무가당'의 경우 튀김가루나 부침가루 등을 말하며 '가당'의 경우 제과 제빵용 믹스를 지칭하는데 이는 일반적으로 가정에서 조리해서 먹을 수 있는 '가정용믹스'와 관련산업에 이용되는 '업소용믹스'로 구분할 수 있다.

제과 제빵용 프리믹스의 종류에는 사용용도에 따라 빵을 만들기 위해 사용되는 제빵용믹스, 과자 및 케익, 도넛 등을 만들기 위한 제과용믹스로 나눌 수 있는데, 그 종류로는 식빵류, 피자빵류, 과자류, 케익류, 머핀류, 도넛류, 쿠키류, 호떡류, 기타 등으로 매우 다양하게 구성되어 있다.

프리믹스의 종류를 구분하는 기준은 팽창제의 특성에 따라 일반적으로 발효용 제품과 비발효용 제품으로 구분할 수 있으며, 발효용 제품의 경우 이스트에 의해 부풀리는 것을 말하고, 비발효용 제품의 경우 화학적 팽창제, 계란의 기포성을 이용한 제품 및 팽창시키지 않고 제조하는 제품으로 구분할 수 있다.

프리믹스는 손쉽게 빵이나 과자류를 만들 수 있는 특성이 있으며 균일한 제품을 짧은 시간에 제조할 수 있는 장점을 갖고 있어 일반인도 쉽게 만들 수 있으며 다양한 제품을 만들 수 있는 장점이 있다.

(나) 생산 및 유통 현황

① 국내 프리믹스 시장 동향

㉠ 국내 프리믹스 시장 동향

프리믹스 시장은 지난 2007년 520억원으로 집계된 이후, 2008년 50 % 이상 큰 폭으로 상승해 820억원을 기록했으며, 2010년 전년대비 30 % 이상 성장한 1천 100억원대 규모로 전망되고 있다. 2006년 동원F&B의 유기농 튀김가루와 부침가루의 출시를 시작으로 형성된 유기농 프리믹스 시장은 2007년 대상과 오뚜기가 가세하며 점차 확대됐으며, 2008년 6월 CJ제일제당이 프리믹스 시장에 진출함으로써 그 경쟁이 치열해지기 시작했다. 이에 2007년 5억원에 불과했던 유기농 프리믹스 시장은 2008년 전년대비 3배이상 성장한 15억 5천만원에 달했으며, 2009년에는 20억원 이상의 규모로 성장한 것으로 보고하고 있다.

㉡ 국내 주요 업체의 프리믹스 생산 제품

CJ 제일제당, 삼양사, 오뚜기, 대한제분, 사조해표 등 다양한 업체에서 프리믹스에 대한 상품을 출시하고 있으며, 이에 대한 전체시장의 확대와 함께 신규 품목으로의 확대를 통한 제품 다양화에 대한 다양한 시도가 있는 것으로 판단된다. (식품정보원 2009).

표 89. 국내 주요 업체의 프리믹스 생산 제품

<출처 : 식품정보원 2009>

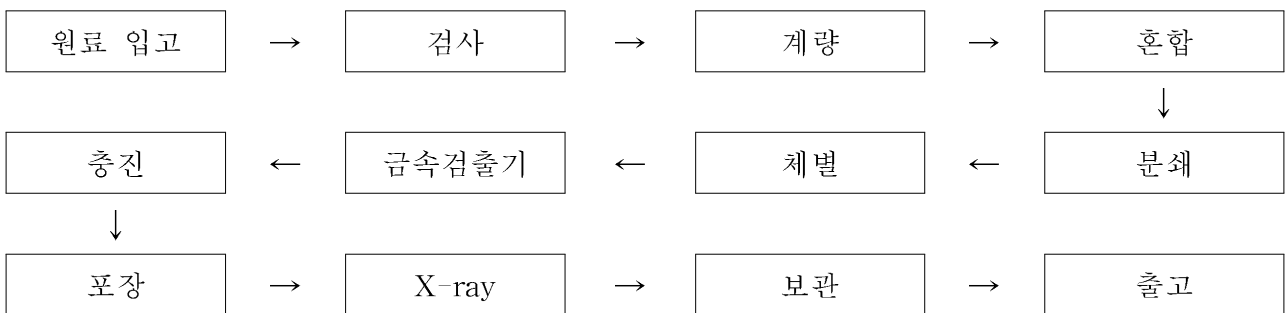
CJ제일제당	삼양사	오뚜기	대한제분
식빵믹스 옥수수식빵믹스 흑미식빵믹스 피자빵가루 단팥맛 찹쌀호떡믹스 중국식 호떡믹스 호떡믹스 녹차맛 호떡믹스 핫케익가루 우리밀 핫케익믹스 초코칩 핫케익믹스 도너스가루 스펀지케익믹스 머핀믹스 초코쿠키믹스 치즈쿠키믹스 깨찰빵믹스 컵케익 바나나맛 컵케익 고구마맛 컵케익 초코맛	큐원 식빵믹스 큐원 찰호떡믹스 큐원 녹차호떡믹스 큐원 단호박 호떡믹스 큐원 단호박아몬드쿠키 큐원 초코쿠키믹스 큐원 머핀믹스 큐원 와플믹스 큐원 스펀지케익믹스 큐원 파운드케익믹스 큐원 찜케익믹스 큐원 깨찰빵믹스 큐원 찰수수부꾸미믹스 큐원 웰빙넛바 믹스 이마트 핫케익 믹스 이마트 도너츠 믹스	핫케익가루 넛츠 핫케익가루 도나스 가루 찹쌀미니도나스 믹스 찹쌀호떡믹스 초코핫케이크가루 사조해표 우리밀 찹쌀호떡믹스 우리밀 무발효호떡믹스 우리밀 초코쿠키믹스 우리밀 머핀믹스	곰표 핫케익가루 도너츠 가루 뜨레봄 유기농 찰호떡믹스 유기농 쿠키믹스 유기농 초코쿠키믹스 유기농 머핀믹스

㉔ 제조공정 일반 및 공정관리 일반

프리믹스는 밀가루를 주원료로 해서 여기에 혼입되는 각종 건강기능성 첨가물의 종류와 그 대상이 다양하고, 소용량, 간편포장 등 편리성이 부여된 제품으로서 소비자의 요구를 잘 반영한 제품이라고 볼 수 있다. 쌀 전분 및 쌀가루를 포함한 가공제품의 하나의 형태로서도 발전 가능성이 높은 제품군으로 판단된다. 이들 제품에 대한 일반 제조공정 및 공정관리 기준에 대하여 제시하였다.

㉕ 제과 및 제빵용 프리믹스 제품의 일반적인 제조공정

제과 및 제빵용 프리믹스 제품의 일반적인 제조공정은 다음과 같이 조사되었다.



㉖ 제과 및 제빵용 프리믹스 제품의 일반적인 공정관리

제과 및 제빵용 프리믹스 제품의 공정관리는 다음과 같다.

주요 공정명	검사 또는 관리항목				관리기준
원료입고	포장상태				사내기준, 법적 요구사항
검사	밀가루	설탕	유지류	파우더류	사내기준, 법적 요구사항
	정상 수분 회분 사분 조단백질	정상 수분 조회분 당도 인공감미료 납 색도	정상 산가 조지방 산화방지제	정상 수분 이물 회분 산도 입도 중금속 가스발생량	
계량	배합비, 중량				사내기준
혼합	시간, 온도				사내기준
분쇄	입도, 시간, 온도				사내기준
체별	이물, 체눈의 크기				사내기준
금속검출기	이물				사내기준
충진	이물, 중량				사내기준
포장	실링, 실링강도, 유통기한 날인				사내기준
X-ray	이물				사내기준
보관	온도				사내기준
출고	최종 검사				사내기준, 법적 요구사항

(다) 현행 유통품의 품질 현황

① 수분함량

구분	종류	수분 함량(%)		구분	종류	수분 함량(%)	
		평균±표준편차				평균±표준편차	
1	제빵용	11.1±0.0		33	제과용	5.8±0.1	
2		9.8±0.2		34		8.6±0.1	
3		10.2±0.3		35		9.3±0.0	
4		10.6±0.0		36		9.6±0.6	
5		10.8±0.0		37		9.6±0.0	
6	제과용	8±0.0		38		8.1±0.0	
7		7.3±0.0		39		8.5±0.0	
8		6.6±0.1		40		7.2±0.1	
9		8.6±0.0		41		9±0.0	
10		7.5±0.0		42		8±0.0	
11		5.7±0.1		43		7±0.1	
12		6.3±0.0		44		7±0.0	
13		6.7±0.0		45		5.7±0.0	
14		6.9±0.0		46		8.2±0.0	
15		4.1±0.0		47		6.5±0.0	
16		6.1±0.1		48		7.8±0.0	
17		6.3±0.0		49		9.8±0.1	
18		5.4±0.0		50	10.6±0.1		
19		제과용	8±1.3		51	10±0.1	
20			5±0.0		52	10.1±0.1	
21			6.2±0.0		53	8.4±0.1	
22			5.9±0.3		54	9.8±0.0	
23			8.5±0.0		55	9.9±0.0	
24			8.2±0.1		56	8±0.2	
25			8.1±0.0		57	9.4±0.1	
26			8±0.1		58	10.3±0.2	
27			7.1±0.1		59	10.8±0.0	
28			7.9±0.1		60	8.1±0.0	
29			8.6±0.1		61	2.8±0.2	
30			8.1±0.0		62	7.8±0.2	
31			7.4±0.1		63	8.3±0.7	
32		7.7±0.0	전체평균	-		8±1.7	

프리믹스류의 수분함량에 대한 실험결과 값을 바탕으로 통계처리한 후 수분함량에 따른 탈락률을 분석 예측하였다. 확률분포를 이용하여 수분함량에 대한 기준을 10.2% 및 8.6%로 설정할 경우 프리믹스류에서 각각의 수분함량을 초과할 가능성은 10%, 30%로 나타났다.

탈락률	수분 함량(%)
5%	10.6
10%	10.2
15%	9.9
20%	9.8
30%	8.6

② 조단백질

구분	종류	조단백질(%)	구분	종류	조단백질(%)
		평균±표준편차			평균±표준편차
1	제빵용	12.1±0.3	33	제과용	6.7±0.0
2		13.3±0.0	34		7.4±0.1
3		13.4±0.0	35		6±0.1
4		10.9±0.0	36		7.9±0.1
5		14.2±0.0	37		5.2±0.0
6		15.1±0.0	38		5.7±0.0
7		15.5±0.0	39		4.9±0.0
8	제과용	5.8±0.1	40	기타용	6.1±0.0
9		7.4±0.0	41		7.4±0.0
10		5.6±0.2	42		8.6±0.0
11		6±0.0	43		9.6±0.0
12		1.7±0.0	44		7.9±0.0
13		5.1±0.0	45		8±0.0
14		7.5±0.1	46		3.8±0.2
15		6.6±0.0	47		8.4±0.4
16		8±0.0	48		8.9±0.1
17		2.6±0.0	49		6±0.1
18		5.7±0.0	50		8.1±0.1
19		8.2±0.6	51		6±0.1
20		6.3±0.0	52		6.5±0.0
21		6.5±0.0	53		5.2±0.1
22		10.8±0.9	54		8.1±0.4
23		6±0.2	55		4.2±0.0
24		2.1±0.0	56		5.8±0.0
25		3.3±0.1	57		4.8±0.0
26		3.5±0.0	58		2±0.1
27		6.3±0.0	59		6.5±0.0
28		6.2±0.1	60		9±0.0
29		7.4±0.2	61		6.7±0.5
30		6.3±0.0	62		5.4±0.1
31	6.8±0.2	63	6.3±0.1		
32	8±0.0	전체평균	-	7.1±2.9	

프리믹스류의 조단백질 함량에 대한 실험결과값을 바탕으로 통계처리한 후 수분함량에 따른 탈락률을 분석 예측하였다. 확률분포를 이용하여 조단백질 함량에 대한 기준을 초과할 가능성에 대하여 5% 및 20%로 설정한 경우 단백질 함량은 상한 값 13.4% 및 8.4%이었으며 하한 값은 2.6% 및 5.2%로 나타났다.

탈락률	단백질함량(%)		단측탈락률	단백질함량(%)
	이하	이상		
5%	13.4	2.6	5%	2.6~13.4
10%	10.9	3.8	10%	3.8~10.9
15%	9.0	4.9	15%	4.9~9.0
20%	8.4	5.2	20%	5.2~8.4
30%	8.0	5.8	30%	8.0~5.8

(라) 국내외 규격현황

① 식품공전(식품위생법)



제4. 규격외 일반가공식품의 기준 및 규격

1. 식품유형

- 1) 곡류가공품 : 곡류를 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.
- 2) 두류가공품 : 두류를 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.
- 3) 서류가공품 : 서류를 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.
- 4) 전분가공품 : 전분을 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.
- 5) 식용유지가공품 : 식용유지를 주원료(다만, 압착한 참기름, 압착한 들기름은 제외한다)로 하여 가공한 것을 말한다.
- 6) 당류가공품 : 당류를 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.
- 7) 수산물가공품 : 수산물을 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.
- 8) 기타가공품 : 상기 1)~7)에 해당하지 않는 가공식품을 말한다.

2. 규격

- 1) 성 상 : 적합하여야 한다.
- 2) 이 물 : 적합하여야 한다.
- 3) 산 가 : 3.0 이하 (식용유지가공품에 한하며, 참깨분 및 대두분은 4.0 이하, 식용번데기 가공

품 또는 유탕·유처리식품은 5.0 이하)

4) 과산화물가 : 60 이하(식용번데기 가공품 또는 유탕·유처리식품에 한한다)

5) 중금속(mg/kg) : 10 이하(식용유지가공품 또는 당류가공품에 한한다)

6) 대장균군 : 음성이어야 한다(살균제품에 한한다).

7) 세 균 수 : 음성이어야 한다(멸균제품에 한한다).

8) 타르색소, 합성보존료, 산화방지제는 식품첨가물공전에 사용기준이 정하여진 식품에 한하여 검사하며 중요성에 따라 선별 적용할 수 있다.

② KS표준 - KS H 2012 (밀가루)

1. 적용범위 이 규격은 정선된 밀을 원료로 하여 물리적, 화학적 처리로 가공한 밀가루에 대하여 규정한다.

2. 인용 규격 다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS H 1101 가공식품 일반표시기준

KS H 1201 수분함량 시험방법

KS H 1202 회분함량 시험방법

KS H 1204 조단백질함량 시험방법

3. 정의

3.1 강력 밀가루 경질밀을 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.

3.2 중력 밀가루 경질밀과 연질밀을 원료로 하여 가공한 것을 말한다.

3.3 박력 밀가루 연질밀을 주원료로 하여 가공한 것을 말한다.

4. 종류 및 등급 밀가루의 종류 및 등급은 다음과 같다.

4.1 강력 밀가루 고급, 표준

4.2 중력 밀가루 고급, 표준

4.3 박력 밀가루 고급, 표준

5. 품질

5.1 밀가루의 품질은 다음 표 90의 기준에 적합하여야 한다.

표 90. 밀가루의 품질 기준

구 분	강력 밀가루		중력 밀가루		박력 밀가루	
	고급	표준	고급	표준	고급	표준
성상	색택이 균일하여야 하며 이미, 이취가 없어야 한다.					
수 분(%)	15.0 이하	14.5 이하	14.5 이하	14.0 이하	14.0 이하	13.5 이하
조단백질(%)	10.5 이상	11.0 이상	-	-	8.5 이하	9.0 이하
회 분(%)	0.45 이하	0.65 이하	0.45 이하	0.65 이하	0.40 이하	0.60 이하
사 분(%)	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.03 이하

5.2 표 90 이외의 위생요구사항은 식품위생법에 적합하여야 한다.

③ USDA(COMMERCIAL ITEM DESCRIPTION BAKERY MIXES, PREPARED)

1. SCOPE.

This CID covers bakery mixes, packed in commercially acceptable containers, suitable for use by Federal, State, local governments, and other interested parties; and as a component of operational rations.

2. PURCHASER NOTES.

2.1 Purchasers shall specify the following:

- Type(s), style(s), class(es), and package(s) of bakery mixes required (Sec. 3).
- When analytical and physical requirements are different than specified (Sec. 6.1).
- When analytical and physical requirements need to be verified (Sec. 6.2).
- Manufacturer's/distributor's certification (Sec. 9.2) or USDA certification (Sec. 9.3).

2.2 Purchasers may specify the following:

- Manufacturer's quality assurance (Sec. 9.1 with 9.1.1) or (Sec. 9.1 with 9.1.2).
- Packaging requirements other than commercial (Sec. 10).

3. CLASSIFICATION. The bakery mixes shall conform to the following list which shall be

specified in the solicitation, contract, or purchase order.

Types, styles, classes, and packages.

<p>Type I - Cake mixes</p> <p>Style A - White Style B - Yellow Style C - Devil's food Style D - Gingerbrea Style E - Pound Style F - Angel food Style G - Banana Style H - Spice Style I - Carrot Style J - German chocolate Style K - Basic mix Style L - Chocolate Style M - Cherry Style N - Cinnamon streusel Style O - Crème Style P - Yellow pudding Style Q - Chocolate pudding Style R - Lemon Style S - Orange Style T - Other</p>	<p>Type II - Quick bread mixes</p> <p>Class 1 - Pancake and waffle mixes</p> <p>Style A - Buttermilk Style B - Buckwheat Style C - Regular Style D - Blueberry Style E - Whole wheat and honey Style F - Sweet potato Style G - Multigrain Style H - Oat bran Style I - Whole wheat blend Style J - Whole wheat Style K - Other</p> <p>Class 2 - Biscuit mix</p> <p>Class 3 - Yellow corn bread mix</p> <p>Class 4 - Other</p>
<p>Type III - Doughnut mixes</p> <p>Class 1 - Cake doughnuts</p> <p>Style A - Vanilla Style B - Chocolate Style C - Sour cream Style D - Cherry Style E - Blueberry Style F - Buttermilk Style G - Other</p> <p>Class 2 - Yeast doughnuts</p> <p>Type IV - Yeast-leavened mixes</p> <p>Class 1 - Sweet dough</p> <p>Class 2 - Roll</p>	<p>Type V - Muffin mixes</p> <p>Style A - Plain Style B - Bran Style C - Oat bran Style D - Blueberry Style E - Banana Style F - Banana nut Style G - Almond poppyseed Style H - Lemon blueberry Style I - Chocolate chip Style J - Orange cranberry Style K - Strawberry Style L - Apple cinnamon Style M - Corn Style N - Carrot Style O - Chocolate Style P - Lemon poppyseed Style Q - Whole wheat Style R - Honey and bran Style S - Other</p>

Type VI - Chocolate brownie mix	Type VII - Cookie mixes Style A - Plain Style B - Chocolate Style C - Oatmeal Style D - Sugar Style E - Other
---------------------------------	--

4. MANUFACTURER’S/DISTRIBUTOR’S NOTES. Manufacturer’s/distributor’s products shall meet the requirements of the:

- Salient characteristics (Sec. 5).
- Analytical requirements: as specified by the purchaser (Sec. 6).
- Manufacturer’s/distributor’s product assurance (Sec. 7).
- Regulatory requirements (Sec. 8).
- Quality assurance provisions: as specified by the purchaser (Sec. 9).
- Packaging requirements other than commercial: as specified by the purchaser (Sec. 10).

5. SALIENT CHARACTERISTICS.

5.1 Processing. The bakery mixes shall be prepared in accordance with good manufacturing practices (21 CFR Part 110).

5.2 Ingredients. The bakery mixes shall contain flour, leavening agents, and other ingredients appropriate for the type(s), style(s), and class(es) of bakery mixes specified in the solicitation, contract, or purchase order.

5.2.1 Dried whole eggs, dried egg whites, and dried egg yolks. Dried whole eggs, dried egg whites, and dried egg yolks shall conform to the U.S. Standards of Identity Regulations 21 CFR Part 160, Eggs and Egg Products. When dried whole eggs, dried egg whites, or dried egg yolks are used in the bakery mixes, they shall be processed and labeled in accordance with the

Regulations Governing the Inspection of Eggs and Egg Products (7 CFR Part 590) as evidence by the USDA egg products inspection shield on the label. All coconut and dried egg ingredients shall be certified as Salmonella negative.

5.2.2 Dairy ingredients. All ingredients derived from milk shall be manufactured in a plant approved by the Dairy Grading Branch, Dairy Division, Agricultural Marketing Service (AMS), USDA and the manufacturing plant shall be listed in Section I of the publication Dairy Plants Surveyed and Approved for USDA Grading Service.

5.3 Finished product. When the bakery mixes are prepared according to the manufacturer's directions, they shall produce a product typical of the bakery mix used. Instructions for preparation in high altitudes shall be printed on the package label.

5.3.1 Appearance and color. When prepared, the bakery mix shall produce a finished product possessing characteristic appearance and color typical of the type, style, or class of bakery mix used.

5.3.2 Odor and flavor. The odor and flavor of the prepared finished product shall be characteristic of the type, style, or class of bakery mix used. There shall be no foreign odors or flavors such as, but not limited to, rancid, bitter, raw, starchy, sour, or other undesirable odors or flavors.

5.3.3 Texture. When prepared, the bakery mix shall produce a finished product possessing texture typical of the type, style, or class of bakery mix used.

5.4 Foreign material. All ingredients shall be clean, sound, wholesome, and free from evidence of rodent or insect infestation. The product shall be free from foreign material such as, but not limited to dirt, insect parts, hair, wood, glass, or metal.

5.5 Age requirement. Unless otherwise specified in the solicitation, contract, or purchase order, the bakery mixes shall be manufactured not more than 90 days prior to delivery. Age requirements for Department of Defense (DoD) procurements shall be specified in the solicitation, contract, or purchase order.

6. ANALYTICAL REQUIREMENTS.

6.1 Analytical requirements. Unless otherwise specified in the solicitation, contract, or purchase order, the analytical requirements for the bakery mixes shall be as follows:

TABLE I. Moisture requirements (percent by weight)

Type and class	Moisture (maximum)
Type I - Cakes ¹⁾	6.0
Type II - Quick Breads	
Class 1 - Pancakes and waffles	10.0
Class 2 - Biscuits	10.0
Class 3 - Yellow corn bread	9.5
Type III - Doughnuts	
Class 1 - Cake	9.5
Class 2 - Yeast	9.5
Type IV - Yeast leavened	
Class 1 - Sweet dough	9.5
Class 2 - Roll	12.0
Type V - Muffins	9.0
Type VI - Chocolate brownies	4.0
Type VII - Cookies	6.0

1) Style I, Carrot cake and Style J, German chocolate cake shall not exceed 4.8 percent.

6.2 Product verification. When USDA verification of analytical requirements is specified in the solicitation, contract, or purchase order, analytical testing shall be performed on a composite sample. The composite sample shall be 113.4 g (4 oz) prepared from five randomly selected subsamples. Subsamples shall be a minimum of one bag/container and shall contain the appropriate number of bags/containers to yield a 113.4 g (4 oz) sample when composited.

6.3 Analytical testing. Analytical testing shall be made in accordance with the following methods described in the Official Methods of Analysis of the AOAC International:

Test Method

Sample preparation 920.175(a)

Moisture 925.45a 2)

2) Modified for conformance to the moisture requirement of the applicable product and the temperature of the vacuum oven is 65°C.

6.4 Test results. The test result for moisture shall be reported to the nearest 0.1 percent. Any result not conforming to the analytical requirements shall be cause for rejection of the lot.

(이하생략)

④ CFR(Bakery products)

Subpart A—General Provisions

§ 136.3 Definitions.

Subpart B—Requirements for Specific Standardized Bakery Products

§ 136.110 Bread, rolls, and buns.

§ 136.115 Enriched bread, rolls, and buns.

§ 136.130 Milk bread, rolls, and buns.

§ 136.160 Raisin bread, rolls, and buns.

§ 136.180 Whole wheat bread, rolls, and buns.

Authority: 21 U.S.C. 321, 341, 343, 348, 371, 379e.

Subpart A—General Provisions

§ 136.3 Definitions.

For purposes of this part, the following definitions apply:

(a) The word bread when used in the name of the food means the unit weighs one-half pound or more after cooling.

(b) The words rolls and buns when used in the name of the food mean the unit weighs less than one-half pound after cooling.

Subpart B—Requirements for Specific Standardized Bakery Products

§ 136.110 Bread, rolls, and buns

(a) Bread, white bread, and rolls, white rolls, or buns, and white buns are the foods produced by baking mixed yeast-leavened dough prepared from one or more of the farinaceous ingredients listed in paragraph (c)(1) of this section and one or more of the moistening ingredients listed in paragraphs (c) (2), (6), (7), and (8) of this section and one or more of the leavening agents provided for by paragraph (c)(3) of this section. The food may contain additional ingredients as provided for by paragraph (c) of this section. Each of the finished foods contains not less than 62 percent total solids as determined by the method prescribed in paragraph(d) of this section (최종 제품의 고형분은 62% 보다 적지 않아야 함)

(b) All ingredients from which the food is fabricated shall be safe and suitable.

(c) The following optional ingredients are provided for

(1) Flour, bromated flour, phosphated flour, or a combination of two or more of these. The potassium bromate in any bromated flour used and the monocalcium phosphate in any phosphated flour used are deemed to be additional optional ingredients in the bread, rolls, or buns. All ingredients in any flour, bromated flour, or phosphated flour used are deemed to be optional ingredients of the bread, rolls, or buns prepared therefrom.(밀가루종류에 대한 설명)

(2) Water

(3) Yeast—any type which produces the necessary leavening effect.

(어느 제품이든 이스트의 발효효과가 있는 것이 필수적)

(4) Salt.

(5) Shortening, in which or in conjunction with which may be used one or any combination of two or more of the following:

(i) Lecithin, hydroxylated lecithin complying with the provisions of part 172 of this chapter, either of which may include related phosphatides derived from the corn oil or soybean oil from which such ingredients were obtained.

(ii) Mono- and diglycerides of fat-forming fatty acids, diacetyl tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fat-forming fatty acids, propylene glycol mono- and diesters of fat-forming fatty acids, and other ingredients that perform a similar function.

(6) Milk and/or other dairy products in such quantity and composition as not to meet the requirements for milk and/or other dairy products prescribed for milk bread by §136.130. Whenever nonfat milk solids in any form are used, carrageenan or salts of carrageenan complying with the provisions of part 172 of this chapter may be used in a quantity not in excess of 0.8 percent by weight of such nonfat milk solids.

(7) Egg products.

(8) Nutritive carbohydrate sweeteners.

(9) Enzyme active preparations.

(10) Lactic-acid-producing bacteria.

(11) Nonwheat flours, nonwheat meals, nonwheat grits, wheat and nonwheat starches, any of which may be wholly or in part dextrinized, dextrinized wheat flour, or any combination of 2 or more of these, if the total quantity is not more than 3 parts for each 100 parts by weight of flour used.[밀가루 이외에 곡물/전분/가루의 양이 3% 이상 넘지 않아야 한다(밀가루 100기준)]

- 첨가물에 대한 내용 -

(12) Ground dehulled soybeans which may be heat-treated, and from which oil may be removed, but which retain enzymatic activity, if the quantity is not more than 0.5 part for each 100 parts by weight of flour used.

(13) Yeast nutrients and calcium salts, if the total quantity of such ingredients, with the exception of monocalcium phosphate and calcium propionate, is not more than 0.25 part for each 100 parts by weight of flour used. The quantity of monocalcium phosphate, including any quantity in the flour used, is not more than 0.75 part for each 100 parts by weight of flour used. Any calcium propionate used as a preservative in bread, rolls, or buns is not subject to the limitation prescribed in this paragraph.

(14)(i) Potassium bromate, calcium bromate, potassium iodate, calcium iodate, calcium peroxide, or any combination of 2 or more of these if the total quantity, including the potassium bromate in any bromated flour used, is not more than 0.0075 part for each 100 parts by weight of flour used.

(ii) Azodicarbonamide, if the total quantity, including any quantity in the flour used, is not more than 0.0045 part for each 100 parts by weight of flour used.(첨가물 함량에 대한 설명)

(15) Dough strengtheners and other dough conditioners not listed or referred to in this paragraph, if the total quantities of such ingredients or combination is not more than 0.5 part for each 100 parts by weight of flour used.(제빵개량제는 0.5% 넘지 않아야 함)

(16) Spices, spice oil, and spice extract.

(17) Coloring may not be added as such or as part of another ingredient except as permitted by paragraph (c)(16) of this section and except that coloring which may be present in butter or margarine if the intensity of the butter or margarine color does not exceed "medium high" (MH) when viewed under diffused light (7400 Kelvin) against the Munsell Butter Color Comparator. The MH designation corresponds to the Munsell notation of 3.8Y7.9/7.6.

(18) Other ingredients that do not change the basic identity or adversely affect the physical and nutritional characteristics of the food.

(이하생략)

⑤ CFR(CREAL FLOURS AND RELATED PRODUCTS)

- 밀가루의 입도 및 수분함량에 관한 규격

Title 21: Food and Drugs

PART 137—CEREAL FLOURS AND RELATED PRODUCTS

Subpart B—Requirements for Specific Standardized Cereal Flours and Related Products

Browse Next

§ 137.105 Flour.

(a) Flour, white flour, wheat flour, plain flour, is the food prepared by grinding and bolting cleaned wheat, other than durum wheat and red durum wheat. To compensate for any natural deficiency of enzymes, malted wheat, malted wheat flour, malted barley flour, or any combination of two or more of these, may be used; but the quantity of malted barley flour so used is not more than 0.75 percent. Harmless preparations of α-amylase obtained from *Aspergillus oryzae*, alone or in a safe and suitable carrier, may be used. When tested for granulation as prescribed in paragraph (c)(4) of this section, not less than 98 percent of the flour passes through a cloth having openings not larger than those of woven wire cloth designated “212 μm (No.70)” complying with the specifications for such cloth set forth in “Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists” (AOAC), [AOAC에 근거하여 “212 μm (No. 70)” 를 통과하는 입자들이 98% 이상이어야 함] 13th Ed. (1980), Table 1, “Nominal Dimensions of Standard Test Sieves (U.S.A. Standard Series),” under the heading “Definitions of Terms and Explanatory Notes,” which is incorporated by reference. Copies may be obtained from the AOAC INTERNATIONAL, 481 North Frederick Ave., suite 500, Gaithersburg, MD 20877, or may be examined at the National Archives and Records Administration (NARA). For information on the availability of this material at NARA, call 202 - 741 - 6030, or go to: http://www.archives.gov/federal_register/code_of_federal_regulations/ibr_locations.html. The flour is freed from bran coat, or bran coat and germ, to such extent that the percent of ash therein, calculated to a moisture-free basis, is not more than the sum of 1/20 of the percent of protein therein, calculated to a moisture-free basis, plus 0.35. Its moisture content is not more than 15 percent. (수분 함량은 15% 이상을 넘지 않아야 함) It may contain ascorbic acid in a quantity not to exceed 200 parts per million as a dough conditioner. (ascorbic acid 함량은 200ppm을 초과하지 않아야 함), Unless such addition

conceals damage or inferiority or makes the flour appear to be better or of greater value than it is, one or any combination of two or more of the following optional bleaching ingredients may be added in a quantity not more than sufficient for bleaching or, in case such ingredient has an artificial aging effect, in a quantity not more than sufficient for bleaching and such artificial aging effect:

(이하생략)

⑥ CODEX(CODEX STANDARD FOR WHEAT FLOUR)

- 밀가루의 입도 및 수분함량에 관한 규격

CODEX STAN 152-1985

1. SCOPE

1.1 This standard applies to wheat flour for direct human consumption prepared from common wheat, *Triticum aestivum* L., or club wheat, *Triticum compactum* Host., or mixtures thereof, which is prepackaged ready for sale to the consumer or destined for use in other food products.

(중략)

3. ESSENTIAL COMPOSITION AND QUALITY FACTORS

3.1 Quality factors - general

3.1.1 Wheat flour and any added ingredients shall be safe and suitable for human consumption.

3.1.2 Wheat flour shall be free from abnormal flavours, odours, and living insects.

3.1.3 Wheat flour shall be free from filth (impurities of animal origin, including dead insects) in amounts which may represent a hazard to human health.

3.2 Quality factors - specific

3.2.1 Moisture content 15.5% m/m max (수분함량은 최대 15.5%)

Lower moisture limits should be required for certain destinations in relation to the climate, duration of transport and storage. Governments accepting the Standard are requested to indicate and justify the requirements in force in their country.

3.2.2 Optional ingredients

The following ingredients may be added to wheat flour in amounts necessary for

technological purposes:

- malted products with enzymatic activity made from wheat, rye or barley;
- vital wheat gluten;
- soybean flour and legume flour

(중략)

ANNEX

Factor/Description	Limit	Method of analysis
ASH	Buyer Preference	AOAC 923.03 ISO 2171:1980 ICC Method No. 104/1 (1990)
FAT ACIDITY	MAX: 70 mg per 100 g flour on a dry matter basis expressed as sulphuric acid - or - Not more than 50 mg of potassium hydroxide shall be required to neutralize the free fatty acids in 100 grammes flour on a dry matter basis	ISO 7305:1986 - or - AOAC 939.05
PROTEIN (N _ 5.7)	MIN: 7.0% on a dry weight basis	ISO 1871: 1975
NUTRIENTS vitamins minerals amino acids	Conform With Legislation of the Country in Which the Product is Sold	None Defined
PARTICLE SIZE GRANULARITY)	98% or more of flour shall pass through a 212 micron (No. 70 sieve)	AOAC 965.22

⑦ CANADA(Grain And Bakery Products)

- 밀가루 입도, 수분 및 bread에 관한 규격

B.13.001. [S]. Flour, White Flour, Enriched Flour or Enriched White Flour

(a) shall be the food prepared by the grinding and bolting through cloth having openings not larger than those of woven wire cloth designated "149 microns (No. 100)", of cleaned milling grades of wheat; (149 microns (No. 100 sieve) 보다 크지 않아야 함)

(b) shall be free from bran coat and germ to such an extent that the percentage of ash therein, before the addition of any other material permitted by this section, calculated on a moisture-free basis, does not exceed 1.20 per cent;

(c) shall have a moisture content of not more than 15 per cent;

(수분함량은 15%를 넘지 않아야 함)

Bread

B.13.021. [S]. Bread or White Bread shall be the food made by baking a yeast - leaven eddough prepared with flour and water and may contain

(a) salt;

(b) shortening, lard, butter or margarine;

(c) milk or milk product;

(d) whole egg, egg - white; egg - yolk, (fresh, dried, or frozen);

(e) a sweetening agent;

(f) malt syrup, malt extract or malt flour;

(g) inactivated dried yeast of the genus *Saccharomyces cerevisiae* in an amount not greater than two parts by weight for each 100 parts of flour used; (비활성 건조이스트 함량은 밀가루 함량을 100로 보았을 때 2% 이상 넘지 않아야 함)

(h) amylase, amylase (maltogenic), bromelain, glucoamylase, glucoseoxidase, lactase, lipase, lipoxidase, pentosanase, protease, pullulanase, or xylanase;

(i) subject to section B.13.029, one or more of the following in a total amount not exceeding five parts by weight per 100 parts of flour used, namely, whole wheat flour, entire wheat flour, graham flour, gluten flour, wheat meal, wheat starch, non-wheat flour, non-wheat meal or non-wheat starch, any of which may be wholly or partially dextrinized;

(j) other parts of the wheat berry;

(k) lecithin or ammonium salt of phosphorylated glyceride;

(l) mono glycerides and diglycerides of fat-forming fatty acids,

(m) ammonium chloride, ammonium sulphate, calcium carbonate, calcium lactate,

diammonium phosphate, dicalcium phosphate, mono ammonium phosphate or any combination there of in an amount not greater than 0.25 parts by weight of all such additives for each 100 parts of flour used;

(n) mono calcium phosphate in an amount not greater than 0.75 parts by weight for each 100 parts of flour used;

(o) calcium peroxide, ammonium per sulphate, potassium per sulphate or any combination there of in an amount not greater than 0.01 part by weight of all such additives for each 100 parts of flour used;

(p) acetone peroxide; (q) vinegar; (r) Class III preservative; (s) food colour;

(t) calcium stearoyl-2-lactylate or sodium stearoyl-2-lactylate in an amount not greater than 0.375 parts by weight for each 100 parts of flour used;

(u) L-cysteine (hydrochloride) in an amount not greater than 0.009 parts by weight for each 100 parts of flour used;

(v) calcium sulphate in an amount not greater than 0.5 parts by weight for each 100 parts of flour used;

(w) sodium stearyl fumarate in an amount not greater than 0.5 parts by weight for each 100 parts of flour used;

(x) ascorbic acid in an amount not greater than 0.02 parts by weight for each 100 parts of flour used;

(y) lactic acid;

(z) azodicarbonamide in an amount not exceeding 45 parts by weight for each one million parts of flour;

(aa) calcium iodate, potassium iodate or any combination there of in an amount not greater than 45 parts by weight of all such additives for each one million parts of flour; and

(bb) acetylated tartaric acid esters of mono- and di glycerides in an amount not greater than 0.6 parts by weight for each 100 parts of flour used.

B.13.022. [S]. Enriched Bread or Enriched White Bread

(a) shall be bread that is baked from a dough in which enriched flour is the only wheat flour used;

(b) shall contain

(i) for each 100 parts of flour used, not less than (밀가루 사용량을 100으로 각각 보았을 때)

(A) two parts by weight of skim milk solids,(무지유고형분은 무게 기준으로 2%를 적지 않아야 함)

(B) four parts by weight of dried whey powder, or(유청분말은 4% 적지 않아야 함)

(C) such amount of the protein product made from peas (*Pisum sativum*) or soybeans (*Glycine max*) as will provide 0.5 parts by weight of protein, and

(ii) in 100 grams of bread,

(A) 0.40 milligram of thiamine,

(B) 0.24 milligram of riboflavin,

(C) 3.3 milligrams of niacin or niacinamide,

(D) 0.10 milligram of folic acid, and

(E) 2.76 milligrams of iron;

(c)maycontain,in100gramsofbread,

(i) 0.14 milligram of vitamin B6,

(ii) 0.6 milligram of d-pantothenicacid,

(iii) 90 milligrams of magnesium, and

(iv) 66 milligrams of calcium; and

(d) where it contains not less than six parts by weight of milk solids per 100 parts of enriched flourused, maybe described by the common name “milkbread”.

B.13.025. [S]. Rais in Bread shall be bread that contains for each 100 parts by weight of flour used not less than 50 parts by weight of seeded or seedless raisins, or raisins and currants of which not less than 35 parts shall be raisins and may contains pices or peel.

B.13.026. [S].(naming the percentage)Whole Wheat Bread

(a)shall

(i) be bread in the making of which the named percentage of the flour used shall be whole wheat flour, and

(ii) contain not less than 60 per cent whole wheat flour in relation to the total flour used; and

(b)may

(i) contain caramel, and

(ii) where it contains not less than six parts by weight of milk solids per 100 parts of the

total enriched flour and whole wheat flour used, be described by the common name “(naming the percentage) whole wheat milk bread”.

B.13.027. [S]. Brown Bread shall be bread coloured by the use of whole wheat flour, graham flour, bran, molasses or caramel.

B.13.028. [Repealed, SOR/97-151, s. 23]

B.13.029. A specialty bread may contain

(a) one or more of the ingredients specified in paragraph B.13.021 (i) in a total amount greater than the total amount specified in that paragraph; and

(b) fruit, nuts, seeds and flavouring.

타. 개발된 쌀 전분의 용도별 가공기준초안설정

(1) 개발된 쌀 전분의 가공적성 및 품질현황지표를 활용한 제조공정요구초(안) 및 위생기준 초(안) 설정

(가) 개발된 쌀 전분의 제조공정요구(안) 및 위생기준(안) 설정

- 개발된 쌀 전분의 표준작업절차서(안) 설정-

쌀 전분에 대한 제조 작업 표준(안)은 본 연구에서 실험되어진 쌀 전분 제조공정에 기반하여 작성하였다.

① 원료관리

가 쌀

- 원료는 품질이 양호하고 부패, 변질되지 않도록 적절히 보관 처리 하여야 한다.

- 제조에 사용되는 쌀은 불순물, 돌, 흙 등과 같은 이물질을 정선하여 사용하여야 한다.

※ 쌀의 적정 보관조건

표 120. 미곡의 적정 관리조건

	국내	중국	미국	일본
미곡	수분(15% 이하) 온도(15℃ 이하) 습도(70% 이하)	온도(17℃ 이하)	수분(13~14%) 온도(20℃ 이하)	온도(15℃ 이하)

표 121. 백미의 적정 관리 조건

조건		관리 방안
계절별 조건	봄, 겨울	7~10℃ (품온 5℃이하가 되는 것 방지)
	여름, 가을	과습방지, 습기분산 등
온습도 조건	온도(10~15℃) 습도(70% 이하)	수분 관리 15~16% 유지 장기저장용으로 불충분
	온도(10~7℃) 습도(75% 이하)	1~2개월 유지에 적합
	온도(5~3℃) 습도(75% 이하)	최적온도, 곰팡이 억제 등, 품질유지 효과 우수

㉞ 기타 원료 구비조건

- 원료가 농장 및 RPC에서 바로 제조시설로 수송되었는지 그 경로를 확인함
- 원료수송 차량을 검사하고 상자 및 포장재 등을 검사
- 원료 외관상태 및 해충 유입 여부를 확인 함
- 곰팡이가 발생하였거나 부패된 원료 등은 제거함
- 생산자, 소송자, 수확일, 품종, 생산 이력 등이 기록·표시되어 있는지 확인함

㉞ 자재 관리

주요 원자재명	검사항목	규격기준치
쌀	수분 파쇄립 및 이물 조단백 전분가	- 14% 이하 - 이물은 없어야 한다. - 6% 이하 - 70 이상
크라프트지대	외관 치수	- 치수허용 오차 : ±0.005m/m - 두께허용 오차 : ± 0.005m/m
폴리에틸렌 필름 또는 팩	외관 치수 두께 접착상태	- 냄새 및 이물질 오염이 없어야 함 - 접착상태 : 접착상태 양호 - 치수허용 오차 : ± 0.005m/m - 두께허용 오차 : ± 0.005m/m

※ 식품 첨가물

- 식품 첨가물로서 허가되었거나 수입신고를 마친 것으로서 다음에서 정하는 첨가물 이외에는 사용할 수 없다.

첨가물명	사용기준	사용목적	비고
염산 (Hydrochloric Acid)	적량	pH 조정용	최종제품 전에 제거되어야 함
과산화수소 (Hydrogen Peroxide)	적량	pH 조정용	최종제품 전에 제거되어야 함
탄산나트륨(무수) (Sodium carbonate)	적량	pH 조정용	
수산화 나트륨(결정) (Sodium Hydroxide)	적량	pH 조정용	최종제품 전에 제거되어야 함

② 공정관리

㉠ 준비 작업

- 각 장비의 청결상태를 확인한다.
- 작업자의 복장 및 위생상태를 확인한다.
- 각 장비의 작동상태를 확인한다.

㉡ 제조공정도

순서	공정명	작업방법	작업조건
1	정선	원료 중에 혼입되어 있는 협작물, 철편, 분진 등을 체, 바람, 자석 등을 이용하여 분리, 제거한다.	
2	침지	정선된 쌀을 침지수와 함께 일정용량이 되게 침지조에 담아 침지수를 연속을 순환시킨다. 쌀의 품종, 산지별로 전분의 품질 및 수율을 고려하여 침지조건으로 조절	침지온도: 15~20℃ 시간 : 2시간
3	파쇄	침지가 완료된 쌀을 파쇄한다.	파쇄상태
4	미분쇄	파쇄된 쌀가루를 콜로이드밀을 이용하여 미세한 입자로 미분쇄한다.	미분상태

5	단백질분리	Cytolase pcl5 효소 0.1% 첨가	pH 조절제 : pH 4.0, 구연산첨가 반응시간: 4시간 온도 : 50℃
		Protamax 효소 0.1% 첨가	pH 조절제 : pH 6~8 반응시간: 8시간 온도 : 50℃
6	세척 및 효소 실활	원료분리기 이용하여 상등액을 분리하고 증류수로 2회 세척 안식향산 나트륨 고형분의 0.1% 첨가	원심분리 :1,000ppm 시간 : 5분 최종제품에 잔류 없도록 함
7	정제	단백질이 분리된 전분유액은 원심분리	원심분리 : 3500×g, 시간 : 20분
8	탈수	정제된 전분유액을 원심자동탈수기 등에 의해 탈수한다. 탈수된 전분 cake는 균일한 건조를 위해 정량적으로 이송된다.	
9	건조	전분은 열풍과 함께 건조되어 제품 저장탱크로 이송한다.	온도 : 40℃ 수분함량 : 14%
10	포장	건조된 전분은 적정 포장용기에 포장된다.	중량 오차 상향오차: 설정 하향오차: 0g
11	검사	제품은 lot 별로 일정량을 무작위로 샘플링하여 품질관리부서에 검사를 의뢰한다.	검사결과
12	보관	제품은 습기가 적은 냉암소에 보관하여야 한다. 제품에 냄새가 스며들지 않도록 생선, 화장품, 비누, 약품 등과 격리하여 보관하여야 한다.	온도 : 냉암소
13	유통	제품의 취급은 신중히 행하고 가능한 충격이나 진동을 주지 않도록 하여야 한다. 제품을 수송, 보관 중에는 인체에 유해한 농약, 독극물 등이 혼입, 부착이 되지 않도록 격리되어야 한다.	보관 : 격리보관

㉔ 품질기준 및 관리

	품질기준	시험방법
성상	백색분말로 이미, 이취가 없어야 한다.	KS Q ISO 4121에 따라 시험한다.
수분	14% 이하	식품공전 제10 일반 시험법 1. 일반성분 시험법, 1.1.1.수분에 따라 시험한다.
조단백	0.7% 이하	식품공전 제10 일반 시험법 1. 일반성분 시험법, 1.1.3.1.조단백질에 따라 시험한다.
회분	0.15% 이하	식품공전 제10 일반 시험법 1. 일반성분 시험법, 1.1.2.회분에 따라 시험한다.
전분가	90% 이상	염산당화법

㉕ 제조 설비의 관리

순위	설비명	기기명
1	원료저장고	Silo
2	정선설비	진동체 정선·석발기 Belt scale 자석분리기
3	침지설비	침지조
4	파쇄설비	파쇄기
5	미분쇄설비	미분기(콜로이드밀)
6	단백질분리설비	원심분리기 탈수기 건조기
7	정제설비	원심분리기 침지조
8	탈수	원심탈수기 혼합기
9	건조	건조기 진동체 제품저장탱크
10	포장	자동포장기 포장기

㉖ 표시

- 표시기준 : 「식품 위생법」 식품 등의 표시기준[식약처 고시 2013-132호]에서 정하는 기준에 적합하여야 한다.

- 원재료 성분명으로 구분하여 표시하여야 한다.

(2) 개발된 쌀 전분의 위생관리기준(안) 설정

(가) 작업장의 배치

- 건물은 축산폐수, 화학물질 기타 오염물질 발생시설로부터 식품에 나쁜 영향을 주지 아니하는 거리를 유지할 것
- 건물주위는 식품을 오염시킬 우려가 없도록 청소가 쉬운 구조로 하고 청결히 하여 시설 외부로부터의 위생 대책 상 문제가 되는 쥐, 곤충과 먼지 등의 발생요인을 제거함으로써 시설 주변에 쥐, 곤충 등이 적어져서 시설 내부로의 침입을 방지할 것

(나) 작업장의 구조

① 내장재

- 세정, 살균이 쉽고 내수, 내열, 평활성이 있는 건축재 등을 선정하고 사용되는 살균제의 종류 및 염, 당류, 초, 조미료, 기름의 사용장소를 정리해 내부식성과 미생물 증식방지를 위한 항균 자재를 검토할 것
- 습도가 높은 구역의 벽, 천장은 내습성 및 항균·항곰팡이성 재질을 사용하며 사전에 미생물 부착상황을 조사하여 선정하며 필요시 곰팡이방지 도장을 할 것

② 바닥

- 바닥은 균열에 강하며 내산, 내방수성의 재질로서 물고임이 없도록 평활한 구조로 조성할 것
- 미생물의 증식방지를 위하여 영양분이 되는 수분의 제거가 중요하며 제조라인의 가동중이나 설비 등을 세정한 후에 빨리 바닥을 건조할 것

③ 천장

- 천장은 틈이 없고 평활하여 청소가 용이한 구조로 하며 가능한 밝은 색으로 도장하여 오염 여부를 쉽게 식별할 수 있도록 할 것
- 천장은 먼지가 쌓여 있거나 곰팡이가 피어 있지 않도록 관리할 것
- 천장은 빗물이 새거나 응결수가 떨어지지 않도록 관리할 것
- 천장은 결로를 방지하기 위하여 단열재를 이용하며 원료보관고, 전처리장 등 열의 발생이 적은 장소에서는 가열처리장으로부터 수증기를 많이 함유한 공기의 유입을 방지할 것

④ 내벽

- 내벽은 그 표면이 평활하고 적어도 바닥 면에서 1.5m 이상을 불침투성, 내산성, 내열성의 재료를 사용할 것

- 내벽은 곰팡이가 피어있지 않고 청소가 용이한 구조일 것
- 내벽은 갈라진 틈이 없으며 파손된 부분이 없도록 청결하게 관리할 것

⑤ 배수

- 배수설비를 흐르는 배수는 영양원이 풍부하여 해충, 미생물 등의 발생원이 되며 배수설비 자체도 쥐, 해충 등의 침입경로가 되므로 배수로, 배수구, 배수관 등의 배수설비에는 방충, 방서, 방균 등의 위생 대책상 유효한 조치를 할 것
- 배수로는 배수가 잘 되도록 설치할 것
- 배수로는 폐수의 역류나 퇴적물이 쌓여있지 않도록 위생적으로 관리할 것

⑥ 배관

- 배관은 청소가 용이하도록 설치할 것
- 누수가 되거나 물방울이 응집되어 떨어지지 않도록 관리할 것
- 배관의 연결부위는 인체에 무해한 재질을 사용할 것

⑦ 출입구

- 출입구의 문은 내수성 자재로 제작하여 물 청소가 용이한 구조로 하며 밀폐 가능한 구조로 하여 작업장의 문이 열려 있지 않도록 관리할 것
- 출입구를 통하여 오염구역과 청결구역이 직접 접하고 있는 경우에는 반드시 전실 또는 통로 등의 완충지역(준청결구역)을 설정하여 청결구역으로의 직접 오염을 방지할 것
- 출입구를 통과하는 단위시간당의 물량과 그 기능(온도차, 종류, 물성)에 따라 문에 의한 구분과 개방형 송풍(에어커튼, 에어서터) 등으로 외부와 내부의 공기청정도 구분을 명확히 유지할 것
- 외부에서 건물 내부로의 출입구는 외부로부터의 곤충, 쥐, 먼지 등을 막는 가장 큰 관문으로서 신발의 세척과 교체, 손세척, 마스크착용 등의 위생복장 정비가 가능하도록 전실을 설치하며 내부작업장의 출입구에는 에어샤워, 외측출입구에는 견고하고 틈새가 없는 구조의 문(자동개폐식)을 설치할 것
- 화장실 출입구는 손잡이를 통하여 손으로부터의 미생물이 오염되는 것을 방지하기 위하여 자동개폐식으로 할 것
- 식품과 직접 접촉하는 용기 및 포장재는 간접적으로 사용하는 것과 구분하여 각각의 작업장으로 반입할 것
- 청결한 용기 및 포장재는 전용의 운반장치나 공기청정설비를 통하여 청결 작업구역으로 운

반하여 종이상자 조립작업장이나 외포장 작업장 등의 오염구역과는 별도의 루트를 사용할 것

⑧ 통로

- 작업장내의 통로는 지정된 이동경로를 표시하여 교차오염을 방지할 것
- 작업장내의 통로는 작업자의 이동에 지장이 없도록 물건 등을 쌓아두거나 다른 용도로 사용하지 말 것

⑨ 창

- 창문의 아래 부분은 먼지가 집적되지 않도록 45°이하의 각도를 유지할 것
- 창은 밀폐가 가능한 구조일 것
- 환기를 위한 창의 개방에 따른 해충의 침입을 방지하기 위한 방충망을 설치하며 방충망의 접합부위는 누수방지 처리를 할 것
- 창틀은 녹슬지 않고 부식되지 않는 스테레스 재질 등을 사용할 것
- 창의 유리에는 파손시 비산방지를 위하여 필름코팅을 하여 관리할 것

⑩ 채광 및 조명

- 조명의 밝기는 작업에 지장을 주지 않도록 설정할 것
- 색의 오인을 일으킬 수 있는 조명을 배제할 것
- 조명시설에는 식품오염이 유발되지 않도록 보호장치를 설치하여 청결히 관리할 것

(다) 작업장 환경관리

① 구획설정

- 일반위생관리를 위하여 가장 중요한 것은 교차오염을 방지하는 구조를 갖는 것이며 건물의 내부는 미생물에 의한 교차오염을 피하기 위해 적절히 구획할 것
- 식품공장의 교차오염 발생원인으로는 물품, 사람, 환경 등임
- 구획은 방충, 방서, 방균, 방곰팡이와 청정도의 확보 및 온·습도의 유지를 위해 실시
- 구획 설정시 사람, 제품간에 교차오염이 발생하지 않는 구조인지, 작업자의 동선거리 등을 고려하여 각 구역을 하나의 범주에 집약하고 생산효율의 저하를 방지하도록 할 것
- 제조 공정간에 제품의 청정도(미생물수, 이물혼입)수준이 변하는 공정을 분석하여 작업구역을 오염구역과 비오염구역(준청결구역과 청결구역)으로 구분할 것
- 공장 전체의 구획기준을 작성하여 구역의 경계는 벽으로 구획할 것
- 다른 구역간에 작업동선이 있는 경우는 차단시스템을 채용할 것

- 소정의 온도, 습도를 유지할 수 있도록 구분할 것

② 동선계획

㉠ 기본원칙

- 미생물의 오염방지를 위하여 원료의 반입에서 가공, 보관, 출하에 이르는 공정흐름과 원재료 및 제품의 종류, 형태, 물량, 관리온도 등을 충분히 파악하고 구역구분과 물류 및 사람의 동선계획을 고려한 평면계획을 작성할 것
- 구역계획에 기초하여 각 작업실의 구역을 결정하여 원료 반입에서 제품출하까지의 작업실을 배치하고 원료, 포장재, 폐기물 등의 흐름을 추가할 것
- 설정 구역간의 청정도 차에 의한 차단구조를 설치하여 다른 구역간의 오염침입을 최소화할 것
- 작업자의 흐름을 추가하고 구역별 위생수칙을 설정하여 다른 구역간의 출입을 최소화할 것
- 시설내의 동선은 사람(종업원)과 물건(원재료, 포장재, 제품, 폐기물 등)의 동선으로 나누어 고려할 것
- 물류 및 사람의 동선은 청결동선과 오염동선이 인접, 교착하지 않도록 하여 원재료나 제품의 신속한 흐름으로 정체에 의한 위생상의 문제점을 해소하고 또한 쓰레기나 종이조각 등과 제품, 포장재 등의 교차를 방지할 것
- 제품의 흐름이 청정도가 높은 구역에서 낮은 구역으로 되돌아가지 않도록 제조설비를 일자형(one way)으로 배치하도록 할 것
- 작업자는 전용현관에서 실내화로 갈아 신고 제조구역의 입구에서 위생수칙에 의한 쎄의, 수세, 소독 등을 실시한 후 출입하도록 하며 부득이하게 다른 구역으로 이동할 때는 해당구역에 설정된 위생수칙을 준수할 수 있도록 입구에 적합한 설비를 구비할 것

㉡ 이동동선 계획

㉠ 입실동선

- 작업장출입구로 입실하여 외출화를 신발장에 넣은 후 남녀탈의실로 이동
- 탈의실에서 복장착용 기준에 따라 위생복 착용(위생복, 위생모등)
- 복장 착용 후 위생실로 입실
- 위생전실에서 작업자 위생수칙에 따라 위생처리 실시
 - 위생화(장화)착용 → 겹착롤러로 이물제거 → 손세척 → 손건조(에어타올) → 위생복 착용 → 위생장갑 착용 → 에어샤워 통과 → 손소독
- 위생처리 실시 후 이동 동선에 따라 해당 작업실로 입실
 - 청결구역(완제품생산실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 완제품생산실

- 청결구역(박스보관실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 완제품생산실 → 박스보관실
- 준청결구역 : 제조실 → 완제품생산실 → 탈수실
- 일반구역(외포장실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 제조실 → 기타전처리실 → 박스세척실 → 외포장실
- 일반구역(출하실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 제조실 → 기타전처리실 → 박스세척실 → 외포장실 → 출하실
- 일반구역(전처리실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 제조실 → 전처리실
- 일반구역(기타전처리실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 세척실 → 기타전처리실
- 일반구역(세척실) : 위생전실 → 에어샤워기 → 세척실

㉞ 퇴실동선

- 청결구역(완제품제조실) : 통로 → 세척실 → 발세척실 → 위생전실
- 준청결구역(탈수실) : 세척실 → 발세척실 → 위생전실
- 일반구역(세척실) : 발세척실 → 위생전실
- 일반구역(제조실) : 제조실 → 발세척실 → 세척실 → 발세척실 → 위생전실
- 일반구역(기타전처리실) : 기타전처리실 → 세척실 → 발세척실 → 위생전실
- 일반구역(전처리실) : 전처리실 → 세척실 → 발세척실 → 위생전실
- 일반구역(외포장실/출하실/내포장재보관실/냉장고) : 완제품생산실 → 통로 → 세척실 → 발세척실 → 위생전실

③ 공조환기 계획

- 공기관리는 위생적인 공간을 유지·확보하기 위한 것으로 이를 위해서는 청정도의 확보, 온·습도의 유지, 환기 등을 하기 위한 설비를 정확히 구비할 것
- 악취, 유해가스, 매연, 증기 등을 환기시키는데 충분한 시설을 구비할 것
- 환기장치에는 급기구와 배기구를 설치하여 양쪽의 밸런스를 유지하며 교차오염을 방지하도록 각각 독립된 계통으로 환기되도록 할 것
- 가열공정 등에서 나오는 여분의 증기, 열 등을 배출하기 위한 장치를 구비할 것

④ 이물관리

㉠ 단계별 이물 혼입방지 계획 수립

㉡ 원료중의 이물 제거

- 원·부재료 반입 시 물품 외부의 이물을 제거하거나 랩핑, 외박스 등을 제거 후 반입한다.

- 용수는 여과망을 사용하여 혼입된 이물을 제거 후 사용한다.
- 금속성 이물의 혼입 우려가 있는 원료는 선별 시 자석봉을 사용하여 제거한다.
- 고품 원료의 돌, 이물질 등은 세척조 등을 통하여 이물을 제거한 후 사용한다.
- 이물 혼입 우려가 높은 원료는 작업자에 의하여 전수 선별을 실시한 후 사용한다.

㉞ 원료 계량, 투입중의 이물 혼입 방지

- 원료 개봉시 봉합사, 잘려진 지대 등이 혼입되지 않도록 한다.
- 한번 사용된 지대 등을 계량용으로 재사용 하지 않는다.
- 계량 용기 등은 이물혼입을 방지하기 위하여 파손된 부분이 없어야 한다.
- 계량이 끝났거나 투입 대기중인 물품은 밀봉, 뚜껑, 커버 등을 사용하여 외부 이물이 혼입 되지 않도록 관리한다.

㉟ 작업자에 대한 이물 혼입 방지

[작업자 소지품 혼입]

- 작업자는 작업실 입실 전 개인 사물 등을 보관함에 보관하고 입실한다.
- 위생복 등에는 호주머니, 포켓 등을 만들지 않는다.
- 위생복 에는 단추 등을 사용하지 않는다.
- 작업장의 게시물에 압정 사용을 금지하며 서류 등에도 클립, 핀, 스테플러 등을 사용하지 않는다.
- 볼펜 등 필기구는 개인이 소지하지 않고 끈을 달아 제조라인에서 떨어진 장소에서만 사용할 수 있게 하며 뚜껑이 눈에 잘 띄는 색으로 사용한다.

[작업자 모발, 체모 등의 혼입]

- 작업자는 매일 출근 전에 세발과 빗질을 하여 모발이 자연적으로 탈락되지 않도록 관리한다.
- 작업자는 반드시 모자 착용 전에 hair cap을 착용하며, 모자는 머리 전체를 덮을 수 있으며 끝자락이 길어 상의로 들어가는 두건 타입으로 착용한다.
- 위생복은 체모 등의 탈락 방지를 위하여 소매, 발목 부위는 틈이 없도록 조이는 타입으로 착용한다.
- 작업자는 위생실에서 에어샤워, 끈끈이 롤러 등을 사용하여 모발 등을 제거한 후 작업장에 입실한다.
- 끈끈이 롤러는 접착 부분이 넓고 접착력이 강한 것을 사용하며, 반복 사용으로 접착 효과가 떨어지는 것은 교체 주기를 설정하여 사용 횟수별로 보관장소를 정하여 보관한다.

-에어샤워 사용 시는 정기적으로 필터 점검 및 청소를 실시한다.

[작업중 작업자에 의한 혼입 방지]

-목장갑 등은 반드시 고무장갑 등을 겹쳐 착용 후에 사용한다.

-새로운 솔을 사용할 경우 미지근한 물로 세정 후 털이 빠지지 않는 것을 확인한 후에 현장에서 사용한다.

-금속제 수세미 등은 파손 조각이 금속 혼입의 가장 큰 원인이 되므로 사용하지 않도록 한다.

-작업 중 사용하는 도구, 공구 등은 지정된 보관 위치를 정하여 식별하거나 번호 등을 붙여 누락 시 바로 확인이 가능하도록 한다.

㉔ 제조 공정중의 이물 혼입 방지

[기계유(윤활유 등)혼입 방지]

-주유 시 너무 많이 넣어 넘치거나 새어 나오지 않도록 적정량을 주유한다.

[제조 설비로부터 혼입]

-기계류에 대한 점검을 정기적으로 실시하여 느슨하여 탈락의 우려가 있는 나사류 등은 미리 조이고 파손 우려가 있는 네트 등은 미리 교체한다.

-기계류 등을 분해하여 정비하거나 세척할 경우는 분해한 나사, 볼트 등의 숫자를 확인하여 누락되는 것이 없도록 한다.

-제조설비 등의 청소를 주기적으로 실시하여 축적된 탄화물, 기름때, 녹 등이 혼입되지 않도록 한다.

-벨트 등이 파손되어 보푸라기가 일어난 곳은 마감처리를 한다.

㉕ 해충 등의 혼입 방지

-작업장 주변의 해충의 서식지를 방지하기 위하여 환경 정리 및 청소를 주기적으로 실시하여 쓰레기, 덩불, 물웅덩이, 불용품 등이 방치되지 않도록 청결하게 관리한다.

-해충의 작업장 내 침입을 방지하기 위하여 건물 및 출입문 등에 구멍, 틈새 등을 막아 밀폐성을 강화한다.

-작업장 외부로 연결되는 출입구 등은 항상 닫혀 있도록 유지한다.

-부득이하게 창문 등을 열어야 하는 경우는 반드시 방충망을 설치하고 방충망의 파손 여부를 정기적으로 확인한다.

-작업장 및 배수로 등 청소관리를 철저히 하여 작업장 내부에서 해충이 발생하거나 서식하

지 않도록 한다.

-작업장 내 포충등 등 포획 장비를 설치하여 포획 결과 등을 기록, 관리하고 이상 발생 시 필요한 조치를 실시한다.

-주기적으로 작업장 내 해충 발생 흔적을 확인하고 정기적인 방제를 실시한다.

㉡ 필요한 경우 공정 중에 이물 제거 및 검출 장치 등을 설치한다.

㉢ 생산 및 품질관리팀원은 이물의 발생 여부 등을 이물관리점검계획에 따라 정기 점검을 실시하여 결과를 기록, 유지하며 점검 결과 이상이 발생한 경우는 신속히 조치하여 이물 혼입을 방지할 수 있도록 관리한다.

㉣ 생산 및 품질관리팀원은 이물관리점검계획에 따라 점검 실시 후 이탈사항이 발생 시 즉시 처리 가능한 경우 선 처리 후 해당부서 팀장에게 보고하고 위생관리기준팀장의 승인을 득한 후 유지 관리한다.

㉤ 생산 및 품질관리팀원은 점검 실시 후 이탈사항이 발생 시 즉시 조치가 어려울 경우 해당부서팀장에게 보고한 후 관련 부서와 협의하여 대책을 수립하고 개선조치 실시 후 실행 여부를 확인 하여 위생관리기준팀장에게 보고, 승인을 득한 후 유지 관리한다.

공정	종류	혼입 원인	관리방법	시설/설비
입고	별레류 나뭇잎 비닐류 끈류 종이류	- 원료 혼입 - 입고실 밀폐미흡 - 포장(망)파손, 혼입	- 원료 검수 강화 - 출입문 밀폐관리 - 포충등 순회 점검 - 포장 해체 시 작업자 주의	검수대, 검수장비 방충망
	나무조각 돌, 모래 플라스틱 고무류	- 원료 혼입 - 나무재질 기구 사용 - 플라스틱박스 파손 - 청소도구 파손	- 원료 검수 강화 - 나무재질 기구 및 용기 사용 금지 - 세척기 파손여부 확인 - 파손용기 사용 금지 - 청소용도구 파손, 노후 확인	검수대, 검수장비
	금속이물	- 원료 자체 혼입 (낙시바늘 등)	- 원료검수강화, 여과, 금속검출	검수대,검수장비 (지석봉, 금속검출, 여과망)
정선	별레류 나뭇잎 비닐류 끈류	- 전처리실밀폐미흡 - 마대포장 해체 시 혼입 - 정선작업 시 미제거	- 출입문 밀폐관리 - 선별, 세척작업 - 포충등 순회 점검 - 정선작업 실시	포충등 에어커튼 정선설비
	나무조각 플라스틱 고무류	- 나무재질 기구 사용 - 콘베이어 벨트 파손 - 청소도구 파손 - 개인 소지품 혼입 (볼펜 등)	- 나무재질 기구 및 용기 사용 금지 - 콘베이어 벨트 이상 확인 - 청소용도구 파손, 노후 확인 - 개인위생수칙 준수 - 정선작업 실시	정선작업대 칼, 도마
	금속이물	- 설비 기계 파손 (이절기, 칼)	- 설비류 칼날 마모 상태 확인 및 파손 여부 확인	정선작업대 금속검출기
세척	별레류 나뭇잎 비닐류 끈류	- 세척작업 시 미제거 - 선별 시 미제거	- 세척작업기준 준수 - 선별작업 시 주의	세척기 세척통 선별대
	돌, 모래 플라스틱 고무류	- 세척 및 선별작업 시 미제거 - 콘베이어 벨트 파손 - 청소도구 파손	- 세척 및 선별작업 시 주의 - 콘베이어 벨트 이상 확인 - 청소용도구 파손, 노후 확인	세척기 세척통 선별대
	금속류	- 네트 파손 - 철수세미 사용	- 세척기 네트 파손 여부 확인 - 철수세미 사용 금지	선별대, 금속검출
탈수	머리카락 끈류	- 작업자 복장 불량 - 세척작업 시 미제거	- 개인위생기준 준수 - 육안검사 강화	에어샤워기, 끈끈이롤

⑤ 온도관리

- 원료 및 제품의 온도, 작업환경, 경제성을 고려하여 작업실의 온도를 적절히 설정할 것
- 온도 기준

구 분	설정 온도
정선, 침지, 세척실, 단백질분리실, 정제실, 완제품생산실	20℃ 이하
외포장실	25℃ 이하
파쇄, 미분쇄실	10℃ 이하
제품냉장창고, 원부재료냉장창고	5℃ 이하
출하실, 박스보관실, 건조실, 전처리실	실온

- 온도관리가 필요한 구역에는 이를 측정할 수 있는 온도계 등을 설치하고 온도점검일지에 따라 정기적으로 측정하여 결과를 기록, 유지한다.
- 생산팀원은 점검 실시후 이탈사항이 발생 시 즉시 처리 가능한 경우 선 처리 후 온도점검 일지에 기록하고 생산팀장에게 보고하여 위생관리기준팀장의 승인을 득한 후 유지 관리한다.
- 생산팀원은 점검 실시 후 이탈사항이 발생 시 즉시 조치가 어려울 경우 생산팀장에게 보고한 후 관련 부서와 협의하여 대책을 수립하고 개선조치 실시 후 실행 여부를 확인하여 온도점검일지에 기록하여 위생관리기준팀장에게 보고, 승인을 득한 후 유지 관리한다.
- 온도관리를 위하여 설치한 설비 등의 필터나 망은 정기적으로 세척, 교환하여 위생적으로 관리한다.

⑥ 습도관리

- 높은 습도는 환경미생물 증식의 좋은 조건이 되므로 작업중에 발생하는 증기를 배출하는 환기설비가 구비될 것

⑦ 결로방지 대책

- 내 벽면의 곰팡이 발생 등에 의한 오염방지와 응축수의 낙하에 의한 미생물오염의 방지를 위하여 결로방지 대책 실시
- 곰팡이와 균의 발생원인이 되는 결로를 방지할 수 있도록 내습성 재질이나 단열재 등을 사용하여 막다른 골목길이 되는 장소를 만들지 않도록 설계할 것

⑧ 분진방지대책

- 실외에서의 분진 혼입을 방지할 것
- 실내분진의 발생 및 누적을 방지할 것
- 분진을 제거할 것

⑨ 낙하세균의 제어

- 청정도의 지표로는 공기중의 부유먼지수, 부유균수, 낙하세균수, 낙하진균수, 생산기기의 부착균수 등을 측정할 것
- 바닥의 건조화, 외부 미생물의 침입방지(동선계획), 정기적인 청소 및 소독을 할 것
- 실내증식억제(저온화), 먼지제거(필터), 청정도 유지를 위한 적절한 실내압 및 기류 확보, 야간의 자외선램프 살균 등 제어를 위한 적절한 대책을 확보할 것

⑩ 방충 및 방서

- 방충을 위하여 부지 주변에서의 발생을 방지하고 건물내부로의 유인 및 침입을 방지하며 실내에서의 제거를 위한 적절한 대책을 강구할 것
- 방서를 위한 적절한 대책을 강구하여야 하며 침입 및 서식의 흔적이 있는지 정기적으로 점검할 것
- 방충·방서 시설 및 사용약제

구 분	사용약제	장 소	대상해충	작업주기
살충소독	잡스올킬유제(데카메트린)	작업장 외부, 폐기물처리장, 사무실, 실험실, 화장실	위생해충	1회/월
독먹이법	뉴맥스포스겔	작업장 외부	바퀴벌레	
	만성형(항혈액응고제) 살서제(스툼그라놀)	작업장 외부	쥐	
트랩법	쥐끈끈이	작업장 내부	쥐	1회/월
	바퀴끈끈이	작업장 외부	바퀴벌레	
포충등	코브라유인포충등	작업장 내부	위생해충	1회/월

○ 해충의 개체가 증가할 경우 다음의 발생 원인을 파악하여 조치하여야 한다.

구 분	해충의 종류	발생 원인
가 주 성	초파리, 날파리, 나방파리 등	- 설비의 청결상태 불량 - 원료 보관상태 불량 - 트랜치 청소미흡 - 작업실내 음식물 반입
외 주 성	파리, 모기, 깔따구, 나방 등	- 외부조명에 의한 요인 및 빛 확산 방지 선팅 미비(창) - 물웅덩이, 풀 방치 - 폐기물처리 불량

㉔ 작업장 내에서 해충이나 설치류 등의 방제를 실시할 경우에는 정해진 위생 수칙에 따라 실시하여 오염을 방지한다.

㉕ 공정이나 식품에 영향을 주지 않는 범위 내에서 실시한다.

㉖ 살충제 등의 약제는 사용 방법에 따라 안전한 방법으로 사용 하여야 한다.

㉗ 적절한 보호 조치를 취한 후 실시한다.

㉘ 작업 종료 후 취급 시설 또는 직·간접적으로 접촉한 부분은 세척 등을 통해 오염물질을 협력업체에 의뢰 할 경우 방충·방서 관리계획 전문방제업체와 협의하여 수립하고 관리계획에 따라 실시한다.

○ 전문방제업체의 선정

- 전문방제업체는 적법한 허가(방제소독업)를 취득한 업체이어야 한다.

- 전문방제업체와 계약을 체결하고 방충·방서 관리 업무를 대행할 수 있도록 한다.

- 계약기간은 1년으로 특별한 문제가 없을 시에는 자동으로 계약을 연장한다.

- 살충, 소독, 방서 작업을 1회/월 이상 행한다.

㉙ 점검방법 및 주기

㉚ 필요시 끈끈이, 쥐약 등은 벽을 따라 설치하되 설치 시 한번 잡혔던 장소에 집중적으로 설치하여 관리한다.

- ㉠ 쥐가 끈끈이나 제품 속에서 죽지 않고 공개된 외부에 나와 죽을 수 있는 약제를 선택하며, 락이나 끈끈이의 경우 오래되거나 곰팡이가 낀 것은 즉시 교환한다.
- ㉡ 작업장 내에서 해충이나 설치류 등의 구제를 실시할 경우에는 정해진 위생수칙에 따라 공정이나 제품의 안전성에 영향을 주지 않는 범위 내에서 적절한 조치를 실시하며, 작업 종료 후 충분한 세척이 이루어지도록 한다.
- ㉢ 작업장 외부 살충 소독은 제품이나 원·부자재 및 제조시설·설비 등에 접촉 또는 오염되지 않도록 출입문이나 창문 등의 완전한 밀폐 여부를 확인 후 실시한다.
- ㉣ 방제대상은 쥐와 곤충 등이며 방제작업 후 전문대행업체로부터 소독필증을 받아 유지·관리한다.
- ㉤ 방제작업 후 관리부서장은 방제작업결과를 확인하고, 전문대행업체로부터 방제결과보고서를 접수, 검토하여 익월 방제작업 시 참고하도록 한다.

○ 방충·방서 결과 확인방법

- 작업장 내·외부의 정기적인 살충소독 및 방서작업
- 살충소독지역 및 구서제 위치표시도 작성, 관리
- 방제결과보고서 검토, 유지
- 살충제 살포지역에서 제품이나 원자재 및 생산기기, 기구 등에 접촉, 오염여부 등 확인

- ㉠ 방제결과보고서의 발생해충에 대한 경향을 분석하여 이상 발생 증가 시에는 발생원인을 분석하여 시설을 점검, 보완하거나 살충소독 횟수를 늘린다.
- ㉡ 전문대행업체는 1회/월 해충발생추이를 분석하고 문제점을 보완·조치한다.
- ㉢ 품질관리팀원은 작업장내의 및 여부를 확인하기 위하여 포획 장치 등을 정기적으로 확인하고 방충방서점검표에 결과를 기록, 유지한다.

㉘ 관리기준 이탈시 조치사항

- 품질관리팀원은 점검 실시 후 이탈사항이 발생 시 즉시 처리 가능한 경우 선 처리 후 방충방서점검표에 기록하고 품질관리팀장에게 보고하여 위생관리기준팀장의 승인을 득한 후 유지 관리한다.
- 품질관리팀원은 점검 실시 후 이탈사항이 발생 시 즉시 조치가 어려울 경우 품질관리팀장에게 보고한 후 관련 부서와 협의하여 대책을 수립하거나 협력업체에 의뢰하며 개선조치 실시 후 실행 여부를 확인 하여, 방충방서점검표에 기록하여 위생관리기준팀장에게 보고, 승인을 득한 후 유지 관리한다.

(라) 제조시설관리

① 제조시설의 배치

- 해당 제조품목의 생산에 필요한 제조시설 및 기구 등을 충분히 구비할 것
- 제조공정 흐름에 따라 식품의 오염을 방지할 수 있도록 적절히 배치할 것
- 제조시설 등이 원료나 제품에 위해를 끼치지 않도록 할 것
- 분말이 날아 흩어지는 작업시설에는 작업특성에 맞게 용량이 충분한 분진제거장치를 설치할 것

② 제조시설의 세정

- 시설, 설비, 기기, 기구 등은 세정이나 소독이 용이할 것
- 시설, 설비, 기기, 기구 등은 녹이 슬지 않도록 비 부식성 재질을 사용할 것
- 세척, 소독한 기구는 위생적으로 보관·관리할 것
- 세척 또는 소독에 사용하는 약품 등 독성이 있는 유해물질은 작업장 내에 방치되지 않도록 구분하여 보관·관리할 것

(마) 위생시설

소독제(수) 사용방법

1. 소독제 보관 기준

- 1) 소독제의 보관 및 관리는 별도 보관장소를 지정하여 관리한다.
- 2) 소독제 현장내 보관 사용시 경고표시(취급주의 표시)등을 하여 보관토록 한다.

2. 세제 및 소독수 제조 기준표

제품명	용도	성분 및 함량	사용 방법 및 조제
발효주정	<ul style="list-style-type: none"> · 손소독 · 위생설비 · 작업도구 및 용기 · 제조시설 · 내벽, 천장 	<ul style="list-style-type: none"> - 에탄올 : 75%이상 (95%이상) - 소독제 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 원액 사용 2. 손소독기에 을 채워 작업장 출입시 손소독용으로 사용 3. 분무기에 을 채워 작업중 수시로 손 소독용으로 사용 4. 분무기에 을 채워 작업중 수시로 작업도구 및 용기 소독 5. 분무기에 을 채워 작업중 수시로 위생설비 소독
락스	<ul style="list-style-type: none"> · 화장실,변기 · 작업장 바닥 · 발판소독기 · 세면대 · 쓰레기통 	<ul style="list-style-type: none"> - 염소계 (차아 염소산 나트륨) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 소독수 제조방법(목표 PPM : 200) 10리터 통에 락스 50mL 를 넣고 물로 20리터를 채운다 2. 화장실,작업장 바닥을 청소시 제조한 소독수를 이용 3 소독수를 이용하여 살균 한 후 물로 행궈낸다.

① 화장실

- 작업원수에 비례하여 화장실을 충분히 구비할 것
- 화장실은 작업장과 분리하여 위생적으로 관리할 것
- 전용의 신발을 비치하여 교체후 사용할 것
- 손 세정설비, 건조설비, 소독설비 등을 설치할 것

화장실							
구분	세척 대상	세척 주기	소독 주기	세척도구	사용 약품	세척 및 소독 방법	담당자
세면대	세면대 내외부 수도꼭지	1회/일	1회/일	수세미 면걸레	세제 락스	1) 수세미와 세제로 세면대의 내외부 및 수도꼭지를 닦는다. 2) 세척수로 세제가 남지 않도록 세척한다. 3) 소독액 희석액을 골고루 뿌린다. 4) 소독액 희석액이 남지 않도록 세척수로 제거한다. 5) 마른행주로 물기 제거 건조시킨다.	작업자
바닥	바닥	1회/일	1회/일	솔	세제 락스	1) 세척수로 이물질을 제거한다. 2) 세제 희석액을 문힌 솔로 구석구석 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 세척수로 세척한다. 4) 소독액 희석액을 골고루 뿌린다. 5) 소독액 희석액이 남지 않도록 세척수로 제거한다.	작업자
내벽	내벽	1회/주	1회/주	솔 수세미 면걸레	세제 락스	1) 세척수로 이물질을 제거한다. 2) 세제 희석액을 문힌 솔로 구석구석 닦는다. 3) 세제가 남지 않도록 세척수로 세척한다. 4) 소독액 희석액을 골고루 뿌린다. 5) 소독액 희석액이 남지 않도록 세척수로 제거한다.	작업자
문	문 손잡이	1회/주	-	면걸레	-	1) 젖은 걸레로 검은 때 먼지등을 제거한다.	작업자
천정	천정	1회/분기	-	면걸레	-	1) 젖은 걸레로 검은 때 먼지등을 제거한다.	작업자
쓰레기통	쓰레기통 내외부	1회/일	1회/일	수세미	세제 락스	1) 수세미와 세제로 쓰레기통의 내외부를 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 소독액 희석액을 골고루 뿌린다. 4) 세척수로 소독액 희석액을 세척하고 건조시킨다.	작업자
변기	변기 내외부	1회/일	1회/일	솔	세제 락스	1) 솔과 세제로 변기의 내외부를 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 소독액 희석액을 골고루 뿌린다. 4) 세척수로 소독액 희석액을 세척하고 건조시킨다.	작업자
전용신발	내외부	1회/주	1회/주	솔	락스	1) 솔과 세제로 앞 뒤면을 닦는다. 2) 세척수로 세제를 제거한다. 3) 소독액 희석액을 골고루 뿌린다. 4) 세척수로 소독액 희석액을 세척하고 건조시킨다.	작업자

② 탈의실

- 작업원수에 비례하여 충분히 구비할 것
- 작업장과 분리하여 위생적으로 관리할 것
- 옷장은 사복용과 작업복용을 분리하며 교차오염을 방지할 것
- 신발은 마루 등을 설치하거나 신발장을 2단으로 하여 교차오염을 방지할 것

탈의실							
구분	세척 대상	세척 주기	소독 주기	세척 도구	사용 약품	세척 및 소독 방법	담당자
바닥	바닥	1회/일	-	빗자루 면걸레	-	1) 빗자루로 먼지 또는 이물을 제거한다. 2) 젖은 걸레로 검은 때, 먼지 등을 닦아준다.	작업자
내벽문	내벽문 손잡이	1회/월	-	면걸레	-	1) 젖은 걸레로 검은 때, 먼지 등을 닦아준다.	작업자
천정	천정	1회/월	-	면걸레	-	1) 젖은 걸레로 검은 때, 먼지 등을 닦아준다.	작업자
사물함	내부	1회/주	-	면걸레	-	1) 젖은 걸레로 검은 때, 먼지 등을 제거한다.	각 작업 자

③ 손세척 시설

- 유수 수조식으로 손 씻기에 충분한 크기의 구조일 것
- 손을 사용하지 않고 이용할 수 있는 구조일 것
- 손을 말릴 수 있는 시설(1회용 종이타올 포함)을 비치할 것
- 소독시설(소독수 포함)을 구비할 것
- 온수설비를 구비할 것

④ 폐기물 및 폐수처리

- 작업장과 일정거리를 유지한 곳에 폐기물 및 폐수처리시설을 설치, 운영할 것
- 폐기물 및 폐수처리 시설은 적절히 관리할 것
- 폐기물 등의 처리용기는 밀폐할 수 있는 구조로 하여 침출수 및 냄새가 누출되지 않도록 관리할 것
- 폐기물 등의 처리용기는 자주 소독 및 세척하여 위생적으로 관리할 것
- 매일 또는 시간별로 연속적으로 반출하며 옥외에 임의 방치하지 말 것

○ 폐기물의 종류 및 배출방법은 다음과 같다.

형태	수집, 보관장소	배출 방법
음식물류쓰레기	외곽 보관박스 제조실, 폐기물대기실, 전처리실	2회/일 외곽 보관박스로 배출
포장자재, 약품용기	전처리실	매일 쓰레기봉투에 넣어 폐기물차량 수거장소에 배출
기타 용기/종이	외곽 보관장소	2회/일 보관장소로 배출

○ 폐기물 처리장은 작업장에 교차오염을 주지 않도록 위생적으로 관리한다.

-폐기물은 쥐, 해충 등의 서식을 막기 위해 규정된 봉투에 넣어 보관한다.

-폐기물은 장시간 적체되지 않도록 주기적으로 처리·반출하고 관리팀원(시설/환경담당자)은 폐기물 반출 시 사업장폐기물관리대장에 기록하여 관리팀장에게 검토 및 위생관리기준팀장의 승인을 득한 후 유지 관리한다.

-폐기물 반출 후 폐기물처리장 주위를 청소하여 청결하게 관리하며 주기적으로 분무소독 등을 실시한다.

(바) 용수 공급

○ 수돗물이 아닌 지하수 등을 사용한 경우에는 먹는물 관리법의 기준에 적합한 물을 공급할 수 있는 시설을 구비하여야 하며 관련시설을 정기적으로 점검하여 적절히 관리할 것

○ 지하수를 사용하는 경우 취수원은 화장실, 폐기물 처리시설, 동물사육장 등 지하수가 오염될 우려가 없는 장소에 위치할 것

○ 비음용수 배관은 식별 가능하게 하고 음용수 배관과 연결되거나 합류되지 않도록 관리할 것

○ 용수저장탱크는 오염물질의 유입을 방지하기 위하여 잠금장치를 설치하고 외부로부터 오염되지 아니하도록 누수 및 오염여부를 정기적으로 점검·관리할 것

○ 저수조에 용수가 장시간 저장되면 잔류염소가 소실되어 미생물이 증식하거나 철, 망간 등의 침전이 생기는 수도 있기 때문에 용수의 사용량에 비하여 저수조가 너무 크지 않도록 설치할 것

○ 용수 저장탱크는 반기별 1회 이상 청소와 소독을 실시하여 청결하게 관리할 것

○ 용수에 대한 정기 수질검사는 년 1회 이상(제조수 반기 1회 이상), 미생물학적검사는 월 1회 이상 실시할 것

(사) 냉장·냉장·냉동 설비

- 원료나 제품을 효과적으로 수용하는 구조와 기능을 구비할 것
- 냉동설비 등에 대하여 정기적으로 점검·정비할 것
- 식품저장시설은 적절한 관리와 세척이 가능하며 해충의 접근과 서식을 방지하고 저장 중에 오염으로부터 효과적으로 보호할 수 있는 구조일 것
- 냉동실 등의 온도상황을 제품의 특성에 맞게 적절히 관리할 것
- 냉동실 등은 원료나 제품을 오염시키지 않도록 청결히 관리할 것

(아) 개인위생

① 위생관리

- 위생관리에 필요한 시설 및 기구 등은 충분히 구비할 것
- 위생관리 용품은 지정된 장소에 위생적인 상태(필요시 소독·살균)로 관리할 것
- 원료와 식품의 처리·가공 등에 사용되는 기구 및 용기는 작업전후에 세척 및 소독 등을 하고 용도별로 구분·표시하여 사용할 것
- 해당 작업구역에 적합한 복장을 올바르게 착용하고 항상 청결을 유지할 것
- 작업장에서 식품위생에 위대한 행위(흡연, 취식)를 금지할 것
- 작업전후, 용변후, 오염구역에서 비오염구역으로 이동하는 경우 위생수칙을 철저히 준수할 것
- 작업에 불필요한 개인용품 등을 휴대하거나 반입을 금지하며 장신구 등을 착용하지 않도록 할 것
- 위생복장 착용방법

위생복장 착용 방법	
위생복	소매, 바지 등을 걷지 않고 완전히 내리며, 상의 지퍼 등을 개방하지 않음
위생모	머리전체를 감싸도록 하여 머리카락이 나오지 않아야 한다.
위생화	꺾어 신거나 짚어 신지 않는다.
마스크	호흡기(코,입)를 완전히 가리도록 착용
위생장갑	토시를 덮어 팔꿈치까지 착용

○ 구역별 착용기준

구역별 착용 기준				
구분	(청결구역)	(준청결구역)	(일반구역) 작업구역	(일반구역) 외포장실, 출하실
위생복	○	○	○	○
위생모	○	○	○	○
위생화	○	○	○	○
위생장갑	○	○	○	×
면장갑	×	×	×	○
마스크	○	○	○	×

② 작업자는 자신의 신체를 항상 위생적인 상태로 유지한다.

㉠ 두발은 항상 단정히 하고, 수염은 매일 깔끔히 면도한다.

㉡ 손톱은 짧게 깎고 매니큐어나, 길은 화장 및 향수 사용을 하지 않는다.

㉢ 작업장 내에서는 흡연, 껌 씹는 행위 및 음식물 반입 등의 행위를 하지 않는다.

㉣ 매년 정기적으로 건강진단을 받아 건강상 이상 유무를 확인한다.

㉤ 진단결과 질병을 보균, 감염된 작업자는 식품 제조 업무에 투입하지 않는다.

- 장관질병 및 피부질환자
- 디프테리아 및 연쇄구균의 보균자
- 엑스선(X-ray)검사에 의한 결핵환자
- 기타 전염성 질환자

③ 작업 중 해당 구역별 위생수칙을 준수하여 교차오염을 방지한다.

㉠ 규정된 기준에 따라 손(장갑)을 세정, 소독한다.

㉡ 작업복 착용 후 작업에 투입되기 전

㉢ 화장실 이용 후

㉣ 작업장을 벗어난 후 다시 작업을 수행하기 전

㉤ 다른 내용의 작업을 시작할 때

㉥ 청결도가 높은 구역으로 이동할 시

㉦ 손에 오염물질이 묻었을 경우

㉧ 손 세척은 다음 방법으로 실시한다.

㉠ 온수와 냉수를 이용하여 알맞은 온도의 물로 액상비누를 이용하여 손의 전면을 깨끗이 닦아낸다.

㉡ 물기는 손 건조기에 손을 넣어 건조시킨다.

㉢ 손에 있는 미생물의 살균을 위하여 알코올을 사용하여 손을 소독한다.

㉣ 세척·소독 시설에는 잘 보이는 곳에 올바른 세척 방법 등에 대한 지침을 게시한다.

㉤ 살균된 용기, 시설 등을 취급할 때는 반드시 손 소독을 실시하며 오염된 손으로 포장 안 된 제품이나 소독된 용기는 만지지 말아야 한다.

㉥ 생산팀원은 개인위생점검표에 따라 정기점검을 실시하여 결과를 기록하고 생산팀장의 검토 및 위생관리기준팀장의 승인을 득한 후 유지하며 점검 결과 이상이 발생한 경우는 신속히 조치하여 항상 위생적인 작업이 유지될 수 있도록 관리한다.

④ 품질관리팀원은 개인위생검사를 실시하여 이탈 발생 시 관련 작업자에게 시정 조치 및 위생 교육을 실시한 후 재검사를 실시하고 그 결과를 기록하여 품질관리팀장의 검토 및 위생관리기준팀장의 승인을 득한 후 유지 관리한다.

(3) 개발된 쌀 전분을 활용한 가공제품의 가공적성 및 품질현황 지표를 활용한 품질기준초 (안) 설정

(가) 빵류 가공제품의 품질기준(안) 및 표준작업절차서(안)

빵류의 제조를 위하여 다양한 제조 배합비와 관련 공정의 변화가 발생할 수 있으나, 본 연구에서는 빵류제조를 위한 쌀가루 및 쌀 전분을 활용한 빵류 제조 표준절차를 위한 기술서를 요약하였다.

① 원료

○ 쌀 전분을 포함한 빵류의 제조를 위한 배합비를 제시한다.

빵가루	쌀 전분	이스트	계란	젖산나트륨	배합수	기타
39~44%	11~16%	30%	2%	10%	전체중량의 28%	2%

○ 쌀 전분의 입고 품질 기준

	품질기준
성상	백색분말로 이미, 이취가 없어야 한다.
수분	14% 이하
조단백	0.7% 이하
회분	0.15% 이하
전분가	90% 이상

② 사용설비 및 공구

No.	설비 또는 기기명	No.	설비 또는 기기명
1	계량용 저울	7	2차 숙성실
2	배합기	8	Tunnel Oven
3	1차숙성실	9	Cooling conveyor
4	proofer(발효기)	10	Slitting conveyor
5	분리기	11	포장기
6	Moulder(성형기)	12	

③ 작업순서도

No.	공정명	작업방법	작업조건
1	원료 계량	원부자재를 배합비율에 따라 계량한다	
2	1차 배합	배합비에 따라 초배합	배합비
		배합기의 배합시간, 배합속도 설정	배합시간
		배합기의 배합물의 온도 설정	배합온도
3	1차 발효	배합물을 1차 발효실로 이동	
		발효시간 설정(105 ± 15분)	발효시간
		발효실 온도 설정(35±10℃, 70±10%)	발효온습도
4	2차 배합	배합비에 따라 배합기에 투입한다	
		배합기의 배합시간, 배합속도 설정	시간, 속도측정
		배합기의 배합물의 품온이 28℃에서 냉각 시작	온도 측정
		배합기 작동	
5	분할 및 라운딩	분할기의 분할 중량 설정	중량 측정
		분할기 작동	
		분할 중량 측정	중량 측정
6	휴지	휴지한다	휴지 시간
7	성형	몰더로 성형	
		성형된 겉모양을 육안으로 확인	육안검사
		몰더 작동	
8	2차 발효	2차 발효실로 이동	
		발효시간 설정(40±10분)	시간 설정
		발효실 온습도 설정(온도:40±10℃, 습도:70±10%)	온습도 설정
9	굽기	시간을 설정한다.	시간설정
		공정품의 겉모양을 확인한다.	육안검사
10	냉각	Cooling conveyer의 작동시간 설정	냉각시간
		배출된 공정품의 품온설정	품온 측정
11	절단	절단상태를 육안으로 확인	육안검사
12	검사	무작위 샘플링을 통한 품질관리실시	검사
13	포장	제품검사 합격품은 포장실시	
		내용량의 측정 후 포장	중량검사
		이물혼입 확인	육안, 검속검출
		외포장	포장상태확인

④ 공정 검사 규격

No.	공정명	검사 규격	비고
1	배합	배합비 : 사용재료의 배합비 만족여부	
		배합시간 : 배합시간 만족여부	
		최종반죽온도 : 27±1℃	
2	1차 발효	발효시간 : 105분	
		온습도 : 35℃/70%	
3	2차 배합	배합비 : 사용재료의 배합비 만족여부	
		배합시간 : 배합시간 만족여부	
		최종반죽온도 : 27±1℃	
4	휴지	휴지시간 : 10분	
5	분할	중량 : 분할중량 만족	
6	성형	성상 : 고유의 형태를 가지며 이미, 이취가 없어야 한다.	
7	2차 발효	발효시간 : 만족여부	
		온습도 : 40℃/70%	
8	굽기	온도 : 입구온도, 중간온도, 출구온도 만족여부	
9	냉각	품온 : 35±5℃ 만족여부	
		시간 : 품온 감소 시간	
10	절단	성상 : 고유의 형태를 가지며 이미, 이취가 없어야 한다.	
11	포장	내용량 : 표시량 이상을 만족	
		성상 : 고유의 형태를 가지며 이미, 이취가 없어야 한다.	

⑤ 품질 규격

항 목	기 준
성상	고유의 색택과 향미를 가지고 이미, 이취 및 이물이 없어야 한다.
산가	2.0 이하 (유당한 제품의 경우)
세균수(CFU/g)	1.0 × 10 ³ 이하 (밀봉제품으로서, 냉동제품과 유산균 함유제품은 제외한 것)
대장균군	음성
타르색소	불검출
인공감미료	불검출
보존료	불검출

(나) 면류 가공제품의 품질기준초(안) 및 표준작업절차서(안)

면류의 제조를 위하여 다양한 제조 배합비와 관련 공정의 변화가 발생할 수 있으나, 본 연구에서는 면류제조를 위한 쌀가루 및 쌀 전분을 활용한 면류 제조 표준절차를 위한 기술서를 요약하였다.

① 원료

○ 쌀 전분을 포함한 면류의 제조를 위한 배합비를 제시한다.

밀가루	쌀 전분	배합수	기타
49 ~ 56%	14 ~ 19%	전체중량의 28%	2% 미만

○ 입고검사

- 원자재 입고 : 쌀가루 수입검사, 쌀 전분 수입검사, 밀가루 수입검사, 전분 등 수입검사 : 외관, 중량 등 관능검사 및 업체검사 성적서
--

○ 쌀 전분의 입고 품질 기준

	품질기준
성상	백색분말로 이미, 이취가 없어야 한다.
수분	14% 이하
조단백	0.7% 이하
회분	0.15% 이하
전분가	90% 이상

② 사용설비 및 공구

No.	설비 또는 기기명	No.	설비 또는 기기명
1	계량용 저울	6	숙성설비
2	반죽기	7	건조설비
3	성형기	8	검사설비
4	절단기	9	포장기
5	압출기		

③ 작업순서도

No.	공정명	작업방법	작업조건
1	원료 계량	원부자재를 배합비율에 따라 계량한다	정량계량
2	반죽	물공급은 가수량에 따라 적정시간에 투입한다. 반죽수온도를 설정하고 투입비에 따라 넣는다. (20~30℃ 유지)	투입비 반죽수온도
		반죽시간을 설정하고 반죽기로 반죽한다.(240sec)	반죽시간
3	성형	압출성형온도를 설정하고 준비한다(90℃ 이상)	온도
		성형기의 성형노즐의 상태를 확인하고 점검한다.	성형 노즐
4	절단	절단면의 길이를 설정하고 점검한다. (길이 : mm, 중량 : g 이상)	성형 길이 성형 중량
5	숙성	숙성고의 온도 및 시간을 설정한다. (숙성시간 : 24~48시간, 온도 : 5~15℃)	온도 및 시간
6	건조	건조수분함량 기준 설정(수분함량 : 14% 이하)	수분함량
7	검사	무작위 샘플링을 통한 품질관리실시	검사
8	포장	제품검사 합격품은 포장실시	
		내용량의 측정 후 포장	중량검사
		이물혼입 확인	육안, 검속검출
		외포장	포장상태확인

④ 공정 검사 규격

No.	공정명	검사 규격	비고
1	원료 계량	배합비 : 사용재료의 배합비 만족여부 (중량대비 ± 0.1% 이내)	
2	반죽	반죽시간 : 배합시간 만족여부 반죽수온도 : 20~30℃ 반죽시간 : 240sec	
3	성형	성형기 온도 : 90℃이상 (입구온도, 출구온도 만족여부) 성형기 노즐 상태 확인 : 육안확인	
4	절단	절단 길이 : mm, 중량 : g 이상	
5	숙성	숙성시간 : 24~48시간, 숙성온도 : 10±5℃	
6	건조	건조 시간 : min, 건조 온도 : ℃, 수분함량 : 14% 이하	
7	포장	중량 : 중량 만족	
		성상 : 고유의 형태를 가지며 이끼, 이취가 없어야 한다.	

⑤ 품질 규격

항 목	기 준
성상	고유의 색택과 향미를 가지고 이물, 이취 및 이물이 없어야 한다.
수분	14% 이하
타르색소	불검출
인공감미료	불검출
보존료	불검출

(다) 프리믹스 가공제품의 품질기준초(안) 및 표준작업절차서(안)

프리믹스(머핀용)의 제조를 위하여 다양한 제조 배합비와 관련 공정의 변화가 발생할 수 있으나, 본 연구에서는 프리믹스제조를 위한 쌀가루 및 쌀 전분을 활용한 프리믹스 제조 표준절차를 위한 기술서를 요약하였다.

① 원료

○ 쌀 전분을 포함한 프리믹스류의 제조를 위한 배합비를 제시한다.

밀가루	쌀 전분	설탕	유지류	분말류	기타
55%	4.8 ~ 7.9%	33%	4.1 ~ 5.3%	1.9%	

○ 입고검사

<ul style="list-style-type: none"> - 원자재 입고 : 쌀가루 수입검사, 쌀 전분 수입검사, 밀가루 수입검사, 전분 등 수입검사 : 외관, 중량 등 관능검사 및 업체검사 성적서
--

○ 자재 관리 및 관리 항목

<ul style="list-style-type: none"> - 쌀가루 및 쌀 전분 : 성상, 수분, 조단백질, 회분 - 밀가루 : 성상, 수분, 조단백질, 회분, 사분 - 곡분류 : 수분, 회분, 이물 - 기타전분 : 수분, 회분, 산도 - 설탕 : 성상, 수분, 당도, 입도, 인공감미료, 납, 이산화황 - 포도당 : 수분, 포도당당량, 텍스트린분, 납 - 식물성 크림 : 성상, 수분, 대장균군 - 식물성 유지 : 성상, 비중, 굴절률 - 비타민류 : 성상, 함량, 비소, 중금속, 이물 - 베이킹 파우더 : 성상, 건조감량, 중금속 - 건조 효모 : 성상, 수분, 활성도 - 탈지분유 : 성상, 수분, 유고형분, 유지방, 세균수, 대장균군 - 식염 : 수분, 불용분, 총염소, 염화나트륨
--

○ 쌀 전분의 품질 기준

	품질기준
성상	백색분말로 이미, 이취가 없어야 한다.
수분	14% 이하
조단백	0.7% 이하
회분	0.15% 이하
전분가	90% 이상

② 사용설비 및 공구

No.	설비 또는 기기명	No.	설비 또는 기기명
1	사일로	6	검사설비
2	계량설비	7	포장설비
3	혼합기		
4	분쇄기		
5	분체기		

③ 작업순서도

No.	공정명	작업방법	작업조건
1	원료 계량	원부자재를 배합비율에 따라 계량한다	정량계량
2	혼합	원부자재의 혼합물의 혼합시간에 따라 혼합물의 상태를 확인한다. 혼합시 건조 상태로 유지하고 이물의 혼입을 방지할 수 있도록 관리한다.	혼합시간 혼합상태
3	분쇄	분쇄시간을 설정하고 분쇄한 분말의 입도에 대한 기준을 설정하고 관리한다.	분쇄시간
4	체별	분쇄된 분말에 대한 입도관리 및 이물관리를 위해 체 눈의 크기를 설정하고 준비한다.	체별시간
5	금속검출	검속검출기를 통과하여 이물의 혼입여부를 점검한다.	금속검출기 감도
6	충진	충진속도와 충진시간을 설정한다. 건조수분함량 기준 설정(수분함량 : 10% 이하)	충진시간 수분함량
7	검사	무작위 샘플링을 통한 품질관리실시	검사
8	포장	제품검사 합격품은 포장 실시 내용량의 측정 후 포장 이물혼입 확인	중량검사 육안, 검속검출
		외포장	포장상태확인

④ 공정 검사 규격

No.	공정명	검사 규격	비고
1	원료 계량	배합비 : 사용재료의 배합비 만족여부 (중량대비 $\pm 0.1\%$ 이내)	
2	혼합	혼합시간 : 혼합시간 만족여부	
3	분쇄	분쇄시간 및 온도 : 분쇄기 온도, 분쇄기 속도 입도 : $500 \mu\text{m}$ 이하	
4	체별	체별 크기 : $500 \mu\text{m}$ (눈 크기) 이하로 조정	
5	금속검출	Φ mm 이하	
6	충진	중량 : g (중량대비 + 0.5% 이내), 수분함량 : 10% 이하	
7	포장	중량 : 중량 만족	
		성상 : 고유의 형태를 가지며 이끼, 이취가 없어야 한다.	

⑤ 품질 규격

항 목	기 준
성상	고유의 색택과 향미를 가지고 이끼, 이취 및 이물이 없어야 한다.
수분	11% 이하
조단백질	10% 이하
입도	$500 \mu\text{m}$ 시험용 체를 통과할 것

제 2 절

다양한 쌀 변성전분의 개발

Development of various modified rice starches

연구책임자

고려대학교

교 수 임 승 택

목 차

1. 쌀 전분의 이화학적 특성 규명	215
가. 재료	215
나. 실험방법	215
(1) 조단백질 함량	215
(2) Morphology(Optical microscope)	215
(3) 열전이 특성	215
(4) 페이스트 특성 및 spoon test	215
(5) 겔 형성 능력 및 조직감	215
(6) 결정구조	215
(7) 입도분석	216
(8) Amylose 함량	216
다. 결과 및 고찰	216
(1) 조단백질 함량	216
(2) Morphology(Optical microscope)	216
(3) 열전이 특성	217
(4) 페이스트 특성	218
(5) 겔 형성 능력 및 조직감	219
(6) 결정구조	220
(7) 입도분석	221
(8) Amylose 함량	221
라. 쌀 전분을 활용한 기존 제품 확보 및 활용 제품 모색	222
 2. 쌀 전분의 화학적 변성 개발	 225
가. 재료	225
나. 실험방법	225
(1) 화학적 변성전분의 제조	225
(2) 초산 전분의 이화학적 특성	225
(3) 하이드록시프로필화 전분의 이화학적 특성	226
(4) 가교화 전분의 이화학적 특성	227
(5) 가교화 후 아세틸화 전분의 이화학적 특성	227

(6) 가교화 후 하이드록시프로필화 전분의 이화학적 특성	228
다. 결과 및 고찰	229
(1) 초산 전분의 이화학적 특성	229
(2) 하이드록시프로필화 전분의 이화학적 특성	233
(3) 가교화 전분의 이화학적 특성	237
(4) 가교화 후 아세틸화 전분과 가교화 후 하이드록시프로필화 전분의 이화학적 특성	240
라. 기존 타 전분과의 화학적 변성전분의 경제성 비교 분석	242
3. 쌀 전분의 물리적 변성 개발	243
가. 재료	243
나. 실험방법	243
(1) 물리적 변성 전분의 제조	243
(2) 호화 전분 및 습열 처리 전분의 이화학적 특성	243
(3) 호화 후 건열 처리 전분의 이화학적 특성	244
다. 결과 및 고찰	245
(1) 호화 전분 및 습열 처리 전분의 이화학적 특성	245
(2) 호화 후 건열 처리 전분의 이화학적 특성	250
라. 변성 쌀 전분의 경제성 향상을 위한 반응 수율의 극대화	254

1. 쌀 전분의 이화학적 특성 규명

가. 재료

국내산 쌀(8종, 2011년산)은 농촌진흥청에서, 시판 전분 중 중국산 쌀 전분은 Qingdao Ever-Success Trading Co., Ltd.에서, 미국산 쌀 전분은 Creative BioMart Biosciences Inc.에서 제공 받았으며, 국내산 쌀 전분은 다산 M&F-전남대에서 구입하였고, normal corn starch(NC)와 waxy corn starch(WC)는 삼양제넥스에서, normal wheat starch(WC)은 MGP Ingredients, Inc.(미국)에서 제공받았다.

나. 실험방법

(1) 조단백질 함량

전분 시료들을 Kjeldahl법으로 측정하였다.

(2) Morphology(Optical microscope)

전분 입자 형태를 관찰하기 위해 편광현미경(Polarizing Microscope, CX40RF100, Olympus Optical Co., Ltd, Japan)을 이용하여 400배의 비율로 측정하였다.

(3) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 시차주사열량계(Seiko Instrument Inc., DSC 6100, Japan)을 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:2로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(4) 페이스트 특성 및 spoon test

10% 전분 분산액으로 50℃에서 95℃로 13℃/min의 속도로 3분간 가열하고 냉각시켜 측정하였다. 이렇게 제조된 페이스트를 petri-dish에 부어 1일 동안 4℃에서 보관하여 spoon test를 했다.

(5) 겔 형성 능력 및 조직감

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4℃, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(6) 결정구조

전분의 결정형태를 확인하기 위해 X-ray diffractometer(MAC Science Co., Japan)로 확인하였다.

(7) 입도분석

각 시료의 입도 크기를 확인하기 위해 Laser diffraction particle size analyzer(CILAS 1064, Compagnie Industrielle Des Laser, France)로 측정하였다.

(8) Amylose 함량

전분의 amylose 함량은 HPLC를 통해 분석하였다. Deffated starch 50 mg을 25 ml deionized water에 분산시켜 121℃에서 15분간 가압멸균하고, acetate buffer와 isoamylase를 넣고 45℃에서 24시간 동안 반응시킨 후, 15분 가열하고 syringe filter로 여과하여 HPLC로 분석한다.

다. 결과 및 고찰

(1) 조단백질 함량

전분의 단백질은 알칼리에 의한 전분 분리과정에서 원래 함유한 양보다 감소하지만 소량 잔류한 단백질은 호화에 영향을 줄 수 있다고 보고되어 있다. 전분의 단백질은 두 가지로 분류되는데, 필수 단백질은 전분 입자의 amylose-amylopectin 구조 내 공유결합으로 결합되어 있고, 표면에 존재하는 단백질은 전분 입자 외부와 느슨한 상태로 결합되어있다고 한다.

일반적으로 전분의 단백질 함량은 0.5% 미만인데, 찹쌀미인(1.77%)을 제외한 모든 시료가 이 범위에 해당하는 것으로 나타났다. 자포니카형 쌀 전분 시료 중에서 고아미 3호가 0.36%로 조 단백질 함량이 가장 높았다.

Table 1. Crude protein content in starches

Samples		Crude protein (%)	Samples		Crude protein (%)
Normal rice	CHN	0.43±0.17	Waxy rice	찹쌀미인	1.77±0.02
	US100	0.32±0.01		Remy	0.21±0.00
	US300	0.33±0.01		동진찹쌀	0.05±0.00
	백진주 1호	0.08±0.00		아랑향찰쌀	0.07±0.00
	추청	0.14±0.00	기타	NC	0.32±0.00
	고아미 3호	0.36±0.00		WC	0.15±0.00
	영안벼	0.15±0.01		NW	0.23±0.00
	하이아미	0.14±0.00			
향미벼 1호	0.14±0.00				

(2) Morphology (Optical microscope)

전분은 분리된 형태인 입자라는 형태로 자연에 존재하기 때문에 탄수화물 중에서 특별하다. 서로 다른 식물에서 획득된 전분 입자의 모양을 현미경으로 관찰해보면 일반적으로 매우 다르다.

각 전분 입자들의 형태를 보면, 옥수수 전분은 구형과 다각형의 형태이고, 밀 전분은 디스크 형태의 큰 전분 입자와 구 형태의 작은 입자로 관찰되었다. 쌀 전분의 경우, 느슨하게 채워있는 구형의 형태로 나타났다. 여러 종류의 쌀 전분 입자를 관찰하였으나, 시료들 간의 입자 형태는 차이가 없었다.

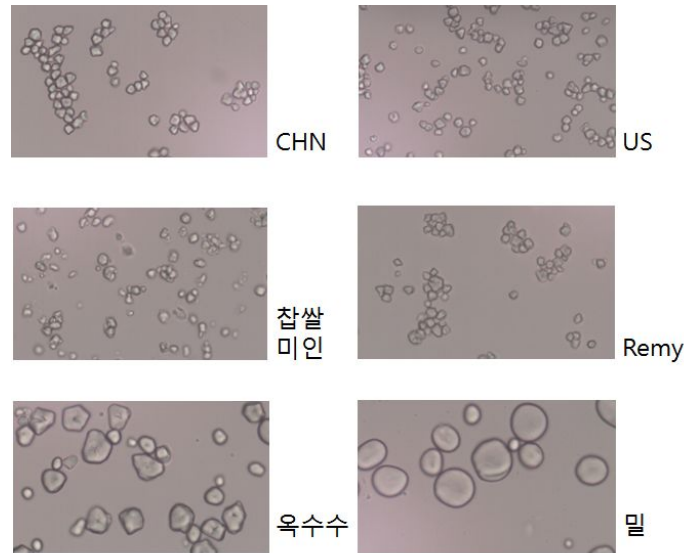


Fig. 1. Optical microscopy images of starch granules

(3) 열전이 특성

전분이 가소제 역할을 하는 물과 함께 존재할 때 에너지를 주면 그 에너지를 흡수한 전분 입자의 무정형 영역에서 먼저 고무와 같은 흐름을 보이는 상태로 상전이가 일어나는 현상을 호화라 하는데 DSC를 통해 전분의 호화 온도와 엔탈피를 측정할 수 있다.

인디카형 쌀 전분(CHN, US100, US300)은 자포니카형 쌀 전분보다 호화온도가 높았다. 호화 엔탈피(ΔH)는 자포니카형 쌀 전분이 인디카형보다 높은 값으로 나타났는데, 이는 자포니카형 쌀 전분을 구성하는 분자구조 간의 결합력과 결정성이 높은 것을 의미한다. 찹쌀 전분은 국산 찹쌀에서 분리한 동진찹쌀과 아량향찰쌀의 호화온도는 시판되는 찹쌀미인(국내)이나 Remy(해외)보다 낮았지만, ΔH 값은 더 높은 것으로 나타났다.

Table 2. Gelatinization characteristics of starches

Samples	T _o (°C)	T _c (°C)	T _p (°C)	ΔH(J/g)	
CHN	68.0±0.0	78.9±0.3	72.9±0.1	14.6±1.0	
US100	67.5±0.0	78.9±0.0	72.7±0.1	15.5±0.1	
US300	67.4±0.1	79.1±0.1	72.6±0.0	15.4±0.2	
Normal rice	백진주 1호	56.5±0.0	73.4±0.9	64.0±0.0	18.6±0.4
	추청	56.3±0.0	70.4±0.6	62.1±0.1	16.8±1.3
	고아미 3호	67.2±0.1	83.7±0.1	74.4±0.0	18.3±2.0
	영안벼	55.0±0.1	70.1±0.1	61.1±0.1	15.9±0.5
	하이아미	56.1±0.2	71.1±0.2	62.2±0.1	16.8±0.5
	향미벼 1호	58.3±0.3	71.1±0.1	63.7±0.0	16.4±0.2
	Waxy rice	찰쌀미인	59.3±0.0	73.4±0.1	66.7±0.1
Remy		58.8±0.1	75.6±0.3	66.3±0.0	16.9±0.8
동진찰쌀		57.8±0.0	73.7±0.4	64.3±0.1	17.8±1.3
아랑향찰		56.3±0.0	73.8±0.1	64.0±0.1	17.9±0.3
기타	NC	63.7±0.1	74.8±0.0	68.5±0.0	16.1±0.2
	WC	63.7±0.0	78.1±0.0	68.7±0.0	17.9±0.1
	NW	54.2±0.1	64.7±0.2	59.3±0.0	15.0±1.0

(4) 페이스트 특성

전분 입자가 과량의 물에서 호화온도 이상으로 가열과 shear 동반될 때, 열 전이와 수분의 이동현상이 발생한다. 이때 전분 입자는 결정 순서의 상실과 입자 구조 내부의 수분 흡수로 인해 초기 크기의 몇 배로 팽윤하게 된다. 이러한 변화를 토대로 가열과 냉각에 따른 점도의 변화를 측정하여 페이스트 특성을 확인할 수 있다.

쌀 전분의 호화온도는 고아미 3호(92.9°C)를 제외하고, 인디카형 쌀 전분이 더 높게 나타났다. 자포니카형 쌀 전분에 비해 인디카형 쌀 전분의 노화가 느리게 일어났다. 계속되는 고온과 shear에 의해 파괴된 전분 입자로 인해 발생하는 breakdown은 인디카형 쌀 전분이 NC나 NW보다 낮기 때문에 전분입자의 열안정성과 내전단성이 있는 것으로 나타났다. 또한, 이렇게 호화된 전분 페이스트가 냉각되면서 나타나는 전분 분자의 부분적 재배열로 인해 나타나는 노화 현상은 setback으로 확인할 수 있는데, amylose 함량이 많은 일반 쌀 전분들의 setback이 찰쌀 전분이 더 낮았다. 전분 내 함유된 amylose 함량이 많은 경우에는 최종 점도도 증가하게 되는데, 본 실험 결과에서 보면 일반 쌀 전분의 최종 점도는 찰쌀 전분의 최종 점도보다 높은 것을 확인하였다.

Table 3. Pasting properties of starches

Samples	Pasting Temp. (°C)	Peak Viscosity (cP)	Breakdown (cP)	Final Viscosity (cP)	Setback (cP)	
CHN	86.8±0.4	406.5±1.5	27.5±1.5	551.0±14.0	172.0±14.0	
US100	90.9±0.4	412.0±3.0	22.5±0.5	578.0±0.0	188.5±2.5	
US300	87.6±0.4	487.0±2.0	31.5±4.5	676.5±5.5	221.0±8.0	
Normal rice	백진주 1호	70.3±0.0	1863.5±20.5	937.5±31.8	1191.5±20.5	265.5±31.8
	추청	77.9±0.6	1198.5±14.8	138.5±19.1	1504.0±7.1	444.0±11.3
	고아미 3호	92.9±0.0	685.5±12.0	173.5±0.7	761.0±12.7	339.5±4.9
	영안벼	77.9±0.6	1030.0±7.1	146.0±5.7	1262.5±12.0	378.5±0.7
	하이아미	77.8±0.5	1233.0±17.0	250.0±7.1	1463.0±24.0	480.0±14.1
	향미벼 1호	77.4±0.1	1401.5±0.7	244.5±17.7	1631.5±17.7	475.0±0.0
Waxy rice	참쌀미인	71.5±0.4	1074.0±14.5	354.0±23.0	847.0±3.0	126.5±5.5
	Remy	70.4±0.0	1832.5±12.5	462.5±49.5	1593.5±19.5	223.5±17.5
	동진참쌀	69.1±0.5	1406.0±8.5	762.5±9.2	841.5±0.7	198.0±0.0
	아랑향찰	68.7±0.0	1371.5±0.7	698.0±15.6	853.5±3.5	180.0±12.7
기타	NC	87.2±0.0	1071.5±18.5	193.0±1.0	1034.0±25.0	155.5±5.5
	WC	74.5±0.0	2161.5±15.5	1319.5±9.5	972.0±14.0	130.0±8.0
	NW	92.6±0.4	841.5±6.5	216.5±4.5	913.5±9.5	291.5±7.5

(5) 겔 형성능력 및 조직감

일반적으로 가열된 상태의 전분 페이스트를 냉각하면 노화 현상으로 나타나는 단단하면서 탄성을 지닌 겔을 생성한다. 겔이 만들어지는 원리는 정렬된 결정들을 형성하는 전분이 고분자가 되는 첫 단계인 junction zone의 형성으로 인해 나타난다. 이렇게 진행된 노화는 amylose와 amylopectin의 구조나 분자 비율에 따라 일어나기도 한다.

백진주 1호는 겔이 잘 형성되지 않아 조직감을 측정할 수 없었는데, 이는 amylose의 함량이 다른 일반 쌀 전분에 비해 낮아 겔을 형성할 수 없었으며, 참쌀 전분도 이와 같이 겔을 형성하지 못했다. 측정된 쌀 전분 중 인디카형(CHN, US100, US300)이 자포니카형보다 hardness가 높기 때문에 더 단단한 겔을 형성한 것으로 나타났다. 자포니카형 쌀 전분 중 amylose 함량이 인디카형 쌀 전분과 비슷한 고아미 3호는 조직감 측정 결과로 볼 때 노화된 상태에서 가장 단단한 겔을 형성하였다.

Table 4. Textural properties of starches

Samples	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (g)	Gumminess (g)	Hardness (g)	
CHN	0.91±0.01	0.90±0.03	146.39±15.30	160.54±15.89	178.37±13.11	
US100	0.81±0.02	0.82±0.03	124.21±8.06	153.56±13.07	188.53±18.02	
US300	0.84±0.03	0.85±0.00	129.04±16.69	153.63±16.06	180.00±19.73	
Norma l rice	백진주 1호	-	-	-	-	
	추청	0.85±0.02	0.77±0.02	43.73±8.76	51.64±9.93	66.98±12.11
	고아미 3호	0.90±0.02	0.88±0.02	665.79±117.25	736.2±114.56	840.43±115.38
	영안벼	0.76±0.02	0.66±0.04	38.12±2.65	49.94±2.90	75.48±7.16
	하이하미	0.80±0.02	0.65±0.12	36.66±9.89	45.43±11.34	66.58±14.20
기타	향미벼	0.83±0.01	0.74±0.02	43.65±10.88	52.84±13.92	71.00±16.85
	NC	0.83±0.04	0.83±0.02	119.75±21.70	114.94±24.37	175.93±30.15
	NW	0.66±0.06	0.74±0.03	93.06±17.20	141.45±21.41	190.66±27.06

(6) 결정구조

전분 결정영역에 X선을 조사하면 결정 구조에 따라 독특한 형태로 X선이 분산되는데, 이를 통해 전분의 고유한 결정성을 확인할 수 있다. A pattern의 결정모델은 전분 입자의 packing 배열뿐만 아니라 포도당 잔기에 수화한 물의 양에 의해서도 다양하게 나타난다.

A pattern을 보이는 곡류 전분인 쌀 전분, 옥수수 전분, 밀 전분 모두 A pattern으로 확인되었다.

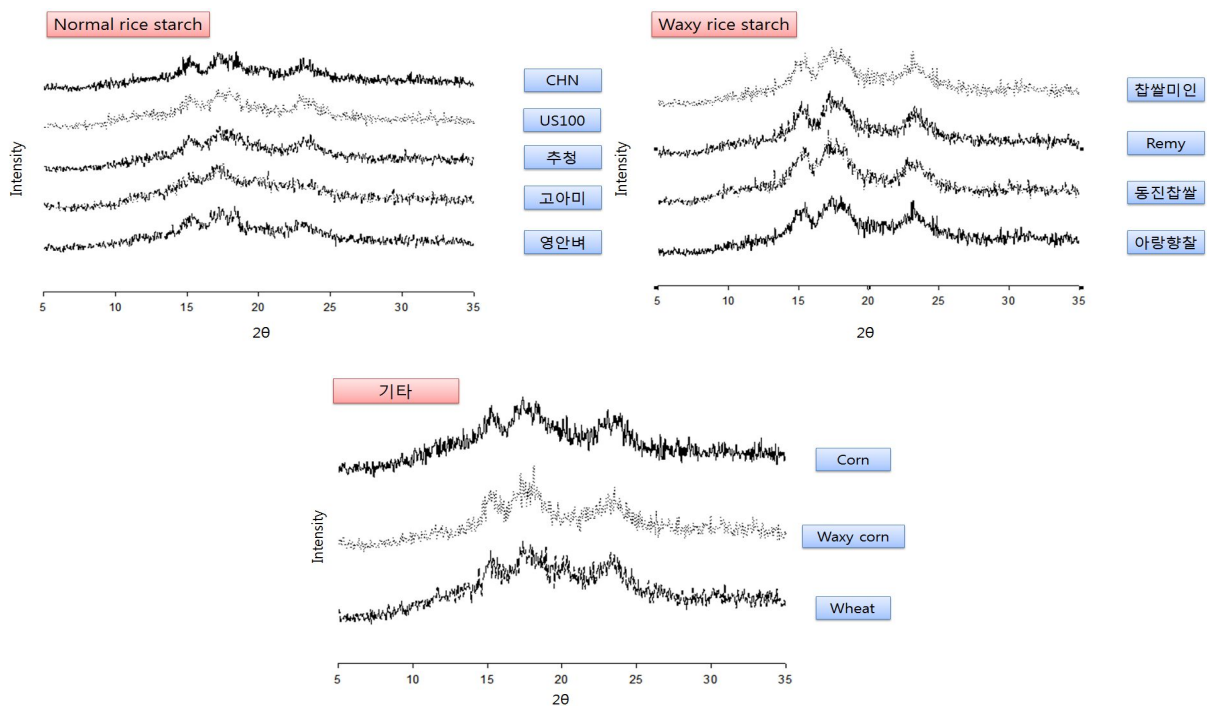


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of starches

(7) 입도분석

측정된 입자크기는 NW, NC와 WC, 그리고 쌀 전분 순이다. 10 μm 이하의 입자가 작은 쌀 전분은 유지방 입자와 크기가 비슷하여 지방대체제로 활용할 수 있는 장점을 가진다.

Table 5. Particle size of starches

Samples		Mean granule size (μm)	Samples		Mean granule size (μm)
Normal rice	CHN	6.96±0.01	Waxy rice	찰쌀미인	8.74±0.01
	US100	6.69±0.00		Remy	7.06±0.00
	US300	6.79±0.03		동진찰쌀	4.69±0.01
	백진주 1호	5.85±0.02		아랑향찰쌀	4.93±0.02
	추청	4.72±0.01	기타	NC	14.76±0.04
	고아미 3호	7.94±0.07		WC	15.11±0.01
	영안벼	5.01±0.51		NW	19.81±0.03
	하리아미	5.76±0.12			
향미벼 1호	5.24±0.44				

(8) Amylose 함량

전분 입자의 구성요소인 amylose의 함량은 쌀 전분의 품종에 따라 매우 다양하다. 따라서 amylose의 함량에 의해 전분 페이스트의 특성과 호화 특성 및 결정성 등에도 큰 영향을 미치게 된다.

인디카형 쌀 전분의 amylose 함량은 16% 정도였지만, 자포니카형 쌀 전분은 이보다 적었다. 고아미 3호의 경우, 다른 자포니카형 쌀 전분에 비해 높은 값을 나타냈다. 자포니카형 쌀 전분 중 가장 낮은 amylose 함량을 가지는 백진주 1호 (4.85%)는 waxy type의 전분처럼 겔을 형성하지 않는 것으로 나타났다.

Table 6. Amylose content of starches

Samples		Amylose contents (%)
Normal rice	CHN	16.46
	US100	14.34
	US300	16.02
	백진주 1호	4.85
	추청	12.40
	고아미 3호	14.07
	영안벼	9.32
	하리아미	9.54
	향미벼 1호	9.37
기타	NC	25.16

라. 쌀 전분을 활용한 기존 제품 확보 및 활용 제품 모색

쌀 전분이 제과, 제빵, 제면 분야에서 사용될 때, 특유의 물성과 bland flavor 때문에 조직감 향상 및 전반적인 식감의 향상을 가져올 수 있다. 또한, 쌀 전분이 소화가 잘 되며, 부드러운 식감으로 인해 유아를 위한 과자에도 사용되고 있다.

소스에는 쌀 전분의 bland taste와 whiteness, 작은 입자 크기로 인해 제품 생산에 있어 장점으로 작용할 필요조건을 제공한다. 아이스크림의 경우, 기존에 유지방을 이용하는 것보다 저지방, 무지방을 선호하는 현대 사회에서 쌀 전분의 입자가 유지방 입자와 크기가 비슷하고, bland taste로 인해 깨끗한 식감과 부드러운 조직감으로 인해 사용되고 있다.

화장품에서는 쌀 전분의 작은 입자 (2-10 μm)를 이용한 제품들이 생산되고 있는데, 인체에 무해하고, 보습성과 이물질에 대한 흡착성 때문에 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서 측정된 다양한 쌀 생전분의 특징을 이용하여 제품에 바로 적용할 수도 있지만, 여러 변성방법을 이용하여 식품 또는 기타 제품 가공에 적합한 특성을 가질 수 있도록 차후 연구를 통해 화학적이나 물리적으로 변성하여 이용하는 것이 쌀 전분의 국내 소비 촉진에 효과가 있을 것으로 사료된다.

유형	제품명	사진
과자	와코도 아기과자 야채 설펀이 (일본)	
	와코도 콩가루 설펀이 (일본)	
	Riceworks - Chips (미국)	
사탕, 초콜릿, 비타민	알리바이 맥스 바 (폴란드)	
	멘토스 (인도네시아)	
	후르트텔라캔디 (인도네시아)	
	메이지 초콜릿 (일본)	
	Hermes Vit.C (독일)	
아이스크림	쌀아이스크림 - 뽀띠미	

<p>소스</p>	<p>그랜드 이탈리아 - 카르보나라 소스</p>	
<p>베이커리, 면</p>	<p>헤즐넛필링파우더(독일) (빵의 충전물/토핑으로 사용)</p>	
	<p>팬케익 믹스(네덜란드)</p>	
	<p>즉석쌀국수 VIFON NAMVANG'AN LIEN (베트남)</p>	
<p>화장품 및 기타</p>	<p>오리진스 페이스 스크럽</p>	
	<p>Chicco 베이비 파우더 카네스텐 파우더</p>	
	<p>잡쌀미인 - 화장품원료</p>	

2. 쌀 전분의 화학적 변성 개발

가. 재료

2012년산 국내산 쌀가루(추청, 태평양물산)를 알칼리 분리하여 시료 (LRS)로 사용하였고, 수입산 쌀 전분(IRS)은 General Food Products(태국)에서 구입하여 사용하였다. 옥수수 생전분(NC)는 삼양 제넥스에서 제공받았고, 밀 생전분(NW)는 MGP Ingredients, Inc.(미국)에서 제공받았다.

나. 실험방법

(1) 화학적 변성전분의 제조

(가) 초산 전분

Wurzburg의 방법을 약간 수정하여 제조하였다.

(나) 하이드록시프로필화 전분

하이드록시프로필화는 Wootton과 Manatsathit의 방법을 약간 수정하여 사용하였다.

(다) 가교화 전분

실험에 필요한 가교화 전분은 Zheng 등의 방법을 약간 수정하여 제조하였다.

(라) 가교화 후 아세틸화전분(cross-linked and acetylated starch, CLACT)

가교화 전분과 아세틸화 전분 제조 방법을 혼합하여 제조하였다.

(마) 가교화 후 하이드록시프로필화전분(cross-linked and hydroxypropylated starch, CLHP)

가교화 전분과 하이드록시프로필화 전분 제조 방법을 혼합하여 제조하였다.

(2) 초산 전분의 이화학적 특징

(가) 아세틸기 함량(%) 및 치환도(degree of substitution)

아세틸기 함량(%)은 식품첨가물 공전 상의 확인 시험법으로 측정하였고, DS를 계산하였다.

(나) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 시차주사열량계(Seiko Instrument Inc., DSC 6100, Japan)을 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:3로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(다) 페이스트 특성 및 spoon test

7% 전분 분산액으로 50°C에서 95°C로 13°C/min의 속도로 3분간 가열하고 냉각시켜 측정하였다. 이렇게 제조된 페이스트를 petri-dish에 부어 1일 동안 4°C에서 보관하여 spoon test를 했다.

(라) 겔 형성 능력 및 조직감

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4°C, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(마) 팽윤력 및 용해도

시료전분의 팽윤력과 용해도는 Leach 등의 방법을 약간 수정하여 측정하였다.

(3) 하이드록시프로실화 전분의 이화학적 특성

(가) 하이드록시프로필기 함량(%) 및 치환도

하이드록시프로필화는 Wootton과 Manatsathit의 방법을 약간 수정하여 사용하였다.

(나) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 시차주사열량계(Seiko Instrument Inc., DSC 6100, Japan)을 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:2로 알루미늄 용기에 담아 20°C부터 130°C까지 5°C/min으로 가열하며 측정하였다.

(다) 페이스트 특성 및 spoon test

10% 전분 분산액으로 50°C에서 95°C로 13°C/min의 속도로 3분간 가열하고 냉각시켜 측정하였다. 이렇게 제조된 페이스트를 petri-dish에 부어 1일 동안 4°C에서 보관하여 spoon test를 했다.

(라) 겔 형성 능력 및 조직감

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4°C, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(마) 팽윤력 및 용해도

시료전분의 팽윤력과 용해도는 Leach 등의 방법을 약간 수정하여 측정하였다.

(4) 가교화 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 시차주사열량계(Seiko Instrument Inc., DSC 6100, Japan)을 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:3로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(나) 페이스트 특성 및 spoon test

10% 전분 분산액으로 50℃에서 95℃로 13℃/min의 속도로 3분간 가열하고 냉각시켜 측정하였다. 이렇게 제조된 페이스트를 petri-dish에 부어 1일 동안 4℃에서 보관하여 spoon test를 했다.

(다) 겔 형성 능력 및 조직감

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4℃, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(라) 팽윤력 및 용해도

시료전분의 팽윤력과 용해도는 Leach 등의 방법을 약간 수정하여 측정하였다.

(5) 가교화 후 아세틸화 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 시차주사열량계(Seiko Instrument Inc., DSC 6100, Japan)을 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:2로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(나) 페이스트 특성 및 spoon test

10% 전분 분산액으로 50℃에서 95℃로 13℃/min의 속도로 3분간 가열하고 냉각시켜 측정하였다. 이렇게 제조된 페이스트를 petri-dish에 부어 1일 동안 4℃에서 보관하여 spoon test를 했다.

(다) 겔 형성 능력 및 조직감

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4℃, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(6) 가교화 후 하이드록시프로필화 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 시차주사열량계(Seiko Instrument Inc., DSC 6100, Japan)을 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:3로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(나) 페이스트 특성 및 spoon test

10% 전분 분산액으로 50℃에서 95℃로 13℃/min의 속도로 3분간 가열하고 냉각시켜 측정하였다. 이렇게 제조된 페이스트를 petri-dish에 부어 1일 동안 4℃에서 보관하여 spoon test를 했다.

(다) 겔 형성 능력 및 조직감

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4℃, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

다. 결과 및 고찰

(1) 초산 전분의 이화학적 특성

(가) 아세틸기 함량(%) 및 치환도

초산 전분은 생 전분보다 최고 점도가 치환체인 acetic anhydride의 첨가량이 증가할수록 아세틸기의 함량과 DS가 증가하였다. Acetic anhydride 첨가량이 10%일 때, NW의 DS값이 0.13으로 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 7. % acetyl and degree of substitution (DS) of acetylated starches with different acetic anhydride contents

Samples		Acetyl group (%)	DS
NC	5%	1.57±0.03	0.06
	10%	3.03±0.02	0.12
NW	5%	1.73±0.04	0.07
	10%	3.39±0.00	0.13
LRS	5%	1.71±0.01	0.07
	10%	3.20±0.04	0.13
IRS	5%	1.58±0.05	0.06
	10%	3.08±0.00	0.12

(나) 열전이 특성

아세틸기의 도입으로 변성된 전분들의 소화온도가 감소되었는데, 이는 전분 사슬 간의 수소 결합이 약화되고, 전분 입자들의 수분 투과 및 흡수가 용이하게 되기 때문인 것으로 보고되고 있다. 소화개시온도(T_0)는 10% acetyl anhydride가 첨가된 전분 시료들($DS \leq 0.13$) 중 NW가 가장 낮았고 (43.6°C), NC가 가장 높았다 (53.4°C). 소화엔탈피(ΔH)도 DS값이 증가할수록 감소되었는데, 이는 전분입자의 결정성이 감소한 것과 동일하다. 변성된 전분들의 ΔH 감소폭은 $LRS > IRS > NW > NC$ 순이었다. 아세틸기 도입에 따라 최고온도와 최종온도도 점차 낮아지는 것으로 나타났다.

Table 8. Gelatinization characteristics of control and acetylated starches

Samples		T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH(J/g)
NC	Control	63.1±0.3	68.2±0.3	73.7±0.2	15.7±0.8
	5%	57.8±0.0	63.4±0.1	69.2±0.0	15.2±0.9
	10%	53.4±0.4	59.5±0.1	66.9±0.4	15.7±0.1
NW	Control	53.4±0.1	58.7±0.1	63.6±0.2	11.4±1.0
	5%	46.8±0.2	53.4±0.1	58.0±0.7	10.7±0.6
	10%	43.6±0.5	50.7±0.2	55.2±0.2	7.5±0.0
LRS	Control	56.2±0.4	64.6±0.2	71.7±0.1	13.4±1.3
	5%	54.7±0.4	61.4±0.1	69.0±0.2	9.8±1.4
	10%	49.0±0.4	57.7±0.1	64.6±0.4	6.5±0.1
IRS	Control	59.1±0.1	65.4±0.1	71.2±0.2	16.5±0.8
	5%	54.4±0.2	60.6±0.1	66.7±0.1	16.1±1.2
	10%	51.2±0.1	57.7±0.3	63.8±0.2	11.7±1.0

(다) 페이스트 특성 및 spoon test

변성된 초산전분의 최고 점도는 치환체인 아세틸기의 함량이 증가할수록 증가한다. LRS와 IRS의 최고 점도는 control과 비교했을 때 전분시료 간에 큰 차이를 보이지 않았다. Breakdown은 아세틸화에 의해 변성된 NW와 LRS는 control에 비해 큰 값으로 증가한다. Setback도 control과 비교하면 크게 증가하였고, NW의 결과 값(563 cP)이 가장 높았다. 전분 대비 5%와 10%로 acetic anhydride를 첨가한 시료들 간의 setback값은 10% 첨가된 시료들에서 감소한 것으로 나타났다. 최종 점도는 IRS가 다른 전분 시료들에 비해 가장 높은 값을 보였다(803.5 cP). 아세틸화에 의한 amylose의 용출이 더 진행되어 점도가 증가한다. NW가 amylose 용출이 가장 많이 되었다.

Table 9. Pasting properties of control and acetylated starches

Samples		Peak Viscosity (cP)	Breakdown (cP)	Final Viscosity (cP)	Setback (cP)	Pasting Temp. (°C)
NC	Control	408.0±9.0	117.5±0.5	334.0±9.0	43.5±0.5	92.2±0.0
	5%	475.0±4.0	197.5±0.5	749.5±5.5	482.0±11.0	83.2±0.0
	10%	525.0±2.0	199.0±3.0	752.5±7.5	426.5±2.5	78.3±0.0
NW	Control	67.5±1.5	36.0±1.0	104.5±1.5	73.0±1.0	94.8±0.1
	5%	407.5±5.5	231.0±2.0	766.0±7.0	589.5±3.5	86.9±0.4
	10%	495.0±6.0	286.0±4.0	772.0±5.0	563.0±3.0	81.6±0.0
LRS	Control	353.0±1.0	26.0±1.0	357.0±1.0	30.0±1.0	90.8±0.4
	5%	311.5±1.5	91.5±0.5	773.5±6.5	553.5±5.5	84.5±0.3
	10%	397.0±5.0	133.5±1.5	725.5±4.5	462.0±8.0	75.9±0.1
IRS	Control	402.5±2.5	-	449.5±3.5	-	91.3±0.0
	5%	436.0±11.0	132.0±2.0	895.0±2.0	591.0±11.0	82.5±0.8
	10%	477.0±1.0	130.0±2.0	803.5±0.5	456.5±0.5	77.1±0.4

Spoon test 결과, control에서 페이스트가 노화되어 단단해지면서 short texture를 보였는데, 아세틸화된 시료들은 변성된 정도가 증가됨에 따라 점점 long texture로 변한 것으로 나타났다. 냉장 저장 중 변성된 초산전분은 겔의 탄성을 지니고 있어 노화 지연을 확인하였다. LRS와 IRS는 아세틸기의 도입이 증가할수록 점도가 증가되었지만, NC와 NW보다 short texture인 것을 관찰 할 수 있었다.

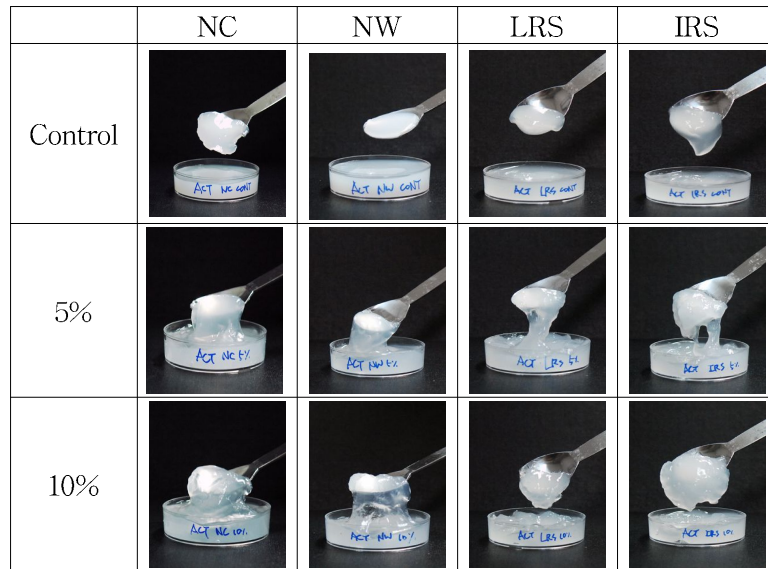


Fig. 3. Spoon test of control and acetylated starches

(라) 겔 형성능력 및 조직감

NC와 NW의 경우, control에 치환체인 아세틸기의 도입이 증가되면서 chewiness, gumminess, hardness 값이 증가했다. 10% acetic anhydride가 첨가된 시료들 중 NC의 hardness가 가장 높았으며, LRS가 IRS보다 더 단단한 것으로 나타났다. 전분의 아세틸화는 겔의 저온 저장 중에 수화 상태이면서 안정성이 증가된 상태로 존재할 수 있다. IRS의 hardness가 LRS의 것보다 높은 것은 IRS의 amylose 함량이 더 높기 때문이며, 그 결과 냉각 시 겔이 빠르게 형성하게 된다.

Table 10. Texture properties of control and acetylated starches

Samples	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Gumminess	Hardness	
			(g)	(g)	(g)	
NC	Control	0.91±0.05	0.74±0.06	547.86±82.91	597.03±56.14	801.37±13.60
	5%	0.91±0.01	0.74±0.01	94.27±1.87	104.06±2.95	140.75±5.95
	10%	0.84±0.01	0.70±0.05	130.12±10.93	154.69±14.76	220.45±16.29
NW	Control	0.69±0.06	0.52±0.06	242.21±30.69	353.42±71.22	673.68±67.72
	5%	0.80±0.04	0.69±0.03	79.74±4.22	100.03±2.96	146.13±11.09
	10%	0.83±0.03	0.73±0.04	90.73±5.69	109.06±6.30	149.97±12.70
LRS	Control	0.88±0.01	0.79±0.04	92.60±6.74	104.94±6.86	133.14±5.12
	5%	0.80±0.03	0.58±0.07	67.31±10.09	84.1±10.84	144.80±9.60
	10%	0.87±0.03	0.64±0.02	107.98±5.10	123.71±1.00	193.10±8.06
IRS	Control	0.80±0.10	0.64±0.06	54.89±1.15	68.63±1.70	107.07±7.05
	5%	0.85±0.03	0.58±0.06	86.22±7.83	101.71±8.37	175.23±13.13
	10%	0.083±0.01	0.56±0.03	79.37±3.78	95.68±3.27	170.35±3.04

(마) 팽윤력 및 용해도

치환기의 도입으로 인해 팽윤력과 용해도는 현저히 증가하는데, 이는 분자 간의 결합력을 감소시켜 전분 입자들을 약하게 만들기 때문인 것으로 보고되어 있다. DS값이 증가하면서 LRS를 제외한 NC, NW, IRS의 팽윤력이 증가한 것으로 나타났다. 아세틸화되면서 IRS는 용해도가 감소하는 반면, LRS는 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 11. Swelling power and solubility of control and acetylated starches

Samples	Swelling power (%)	Solubility (%)	
NC	Control	25.8±0.6	23.0±1.4
	5%	29.7±0.2	20.0±0.0
	10%	32.4±1.1	22.0±0.0
NW	Control	15.1±1.2	22.0±2.8
	5%	31.5±1.2	24.0±0.0
	10%	33.7±0.2	25.0±1.4
LRS	Control	32.2±1.3	19.0±4.2
	5%	30.8±0.4	18.0±0.0
	10%	30.1±1.6	20.0±0.0
IRS	Control	33.5±1.3	17.0±4.2
	5%	54.1±0.2	14.0±0.0
	10%	52.9±0.4	14.0±0.0

(2) 하이드록시프로필화 전분의 이화학적 특성

(가) 하이드록시프로필기 함량(%) 및 치환도

전분 대비 5% propylene oxide를 첨가한 시료의 DS는 NW(0.053), NC(0.047), LRS(0.046), IRS(0.043)이고, 10%는 NC(0.113), LRS(0.095), IRS(0.083), NW(0.072) 순이었다.

Table 12. % Hydroxypropyl and degree of substitution (DS) of hydroxypropylated starches with different propylene oxide contents

Samples		Hydroxylpropyl group (%)	DS
NC	5%	1.65±0.14	0.047
	10%	3.88±0.88	0.113
NW	5%	1.86±0.06	0.053
	10%	2.53±0.07	0.072
LRS	5%	1.61±0.13	0.046
	10%	3.30±0.12	0.095
IRS	5%	1.53±0.23	0.043
	10%	2.90±0.05	0.083

(나) 열전이 특성

초산 전분과 마찬가지로 호화개시온도, 최고온도, 최종온도, 호화엔탈피 모두 감소했다. LRS의 호화엔탈피의 감소는 치환기인 하이드록시프로필기가 전분의 무정형 영역 내 회전되어 있기 때문에 이중나선구조를 방해하여 나타나는 결과로 보고되어 있다. Control에 비해 LRS의 호화개시온도 감소폭이 가장 적은 것으로 나타났다. 호화온도의 감소는 전분 입자들 간에 결합된 내부결합구조를 약하게 하는 치환기의 존재가 원인이다. 치환체의 도입이 증가되면서 호화엔탈피가 감소하는데, IRS는 control에 비해 가장 많이 감소한 것으로 나타났다 (4.5 J/g).

Table 13. Gelatinization characteristics of control and hydroxypropylated starches

Samples		T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH(J/g)
NC	Control	62.9±0.0	67.9±0.1	74.0±0.1	19.4±0.1
	5%	56.1±0.1	61.6±0.1	67.7±0.2	14.4±0.1
	10%	50.7±0.3	56.9±0.5	63.3±0.6	11.3±0.8
NW	Control	56.1±0.1	59.9±0.1	64.5±0.2	15.1±1.6
	5%	47.9±0.0	52.9±0.2	58.0±0.1	12.1±2.0
	10%	46.3±0.0	51.5±0.0	55.7±0.0	8.5±0.3
LRS	Control	55.0±0.4	64.4±0.1	71.8±0.1	14.1±0.1
	5%	51.8±0.8	60.2±0.1	68.3±0.6	12.1±0.2
	10%	50.1±0.4	58.6±0.3	65.6±0.2	8.8±0.5
IRS	Control	59.6±0.1	65.6±0.1	71.7±0.2	17.7±1.3
	5%	54.0±0.0	60.3±0.3	66.9±0.8	16.4±0.5
	10%	49.2±0.0	56.9±0.1	63.6±0.2	11.9±0.1

(다) 페이스트 특성 및 spoon test

하이드록시프로필화 전분의 전형적인 특성인 최고 점도와 breakdown의 증가가 확인되었다. 최종 점도는 10% 첨가된 LRS가 가장 높았고, setback값은 IRS 10% 첨가된 시료가 가장 낮았다. 치환반응 후에 전분 구조가 느슨해졌기 때문에 전분 입자의 팽윤 정도가 매우 커서 최고 점도의 증가 및 낮은 페이스트 온도라는 결과로 나타나게 된다. 치환된 hydroxypropyl기가 입체적 장애를 일으켜 전분 사슬 내 수소결합을 방해하기 때문에 페이스트와 관련된 결과 값들이 증가하거나 감소하는 형태로 나타난다고 보고되어 있다.

Table 14. Pasting properties of control and hydroxypropylated starches

Samples		Peak Viscosity (cP)	Breakdown (cP)	Final Viscosity (cP)	Setback (cP)	Pasting Temp. (°C)
NC	Control	1166.3±4.2	407.0±18.8	1081.7±13.7	322.3±2.5	79.2±0.0
	5%	1384.5±56.5	797.0±31.0	1344.5±49.5	757.0±24.0	73.6±0.0
	10%	1903.0±12.0	1340.5±7.5	1378.0±3.0	815.5±7.5	67.8±0.1
NW	Control	929.5±8.5	281.5±10.5	940.0±5.0	292.0±7.0	79.4±0.5
	5%	1259.5±13.5	719.0±16.0	1358.0±6.0	817.5±8.5	68.6±0.0
	10%	1274.0±9.0	741.0±2.0	1321.0±9.0	788.0±16.0	67.4±0.5
LRS	Control	1086.0±1.0	32.5±1.5	1166.0±0.0	112.5±2.5	74.3±0.0
	5%	892.0±64.0	407.5±32.5	1498.5±71.5	996.5±39.5	73.4±0.8
	10%	1019.0±44.0	545.0±21.0	1385.0±27.0	890.5±3.5	68.6±0.8
IRS	Control	1208.0±15.0	137.5±20.5	1374.0±11.0	303.5±24.5	76.4±0.4
	5%	1134.0±53.0	579.5±30.5	1433.0±50.0	878.5±27.5	71.2±0.8
	10%	1376.0±5.0	842.0±3.0	1199.5±1.5	665.5±0.5	66.3±0.0

Spoon test에서의 결과를 보면, LRS와 IRS는 유동성을 지니는데, IRS는 크림과 같은 상태를 유지했다. 변성된 시료들은 점점 long texture를 갖는 것으로 관찰되었고, 쌀 전분은 NC, NW보다 점도가 낮고, IRS는 RVA 결과에서처럼 10% 첨가된 시료가 5%보다 점성이 낮았다.

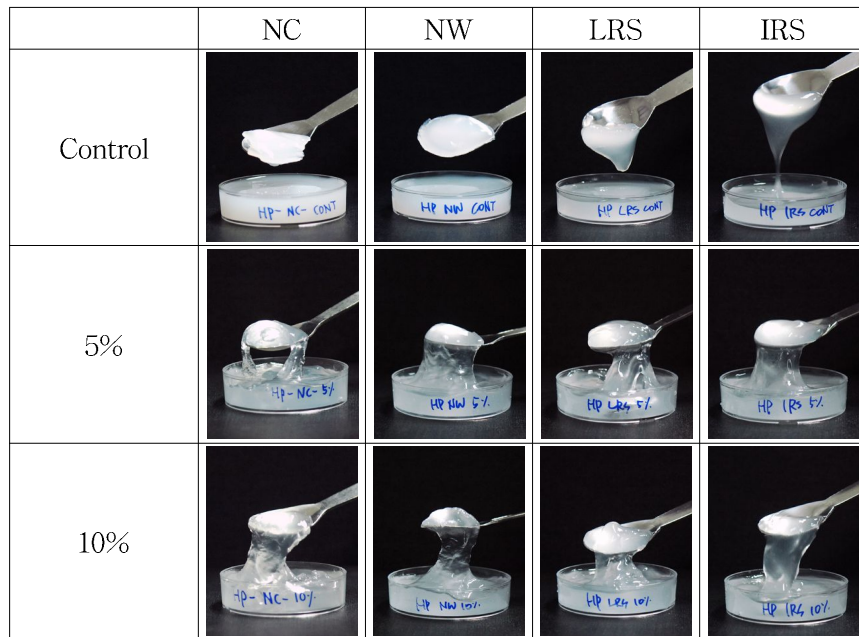


Fig. 4. Spoon test of control and hydroxypropylated starches

(라) 겔 형성능력 및 조직감

노화에 의해 나타나는 hardness 증가는 변성된 모든 시료에서 관찰되지 않았다. Hydroxypropyl기가 치환된 전분시료들 모두 hardness가 감소한 것으로 나타났다. 하이드록시프로필화는 생 전분에 비해 LRS와 IRS의 hardness를 감소시키는데, 이는 전분 입자가 붕괴되고 겔 내부에 팽윤된 약한 전분 입자가 삽입되어 단단하지 않은 전분 겔을 형성하게 되는 것이다. 기존 보고에 따르면, amylose 사슬 상 치환기의 도입은 amylose의 엉김과 amylopectin에 의해 junction zone의 형성을 방해하기 때문에 이와 같이 약한 겔을 형성한다고 한다.

Table 15. Texture properties of hydroxypropylated starches

Samples	Springiness	Cohesiveness	Chewiness (g)	Gumminess (g)	Hardness(g)
NC	Control	0.92±0.04	813.35±81.60	881.32±68.05	1161.10±82.70
	5%	0.89±0.02	169.98±18.88	191.26±17.55	271.73±16.81
	10%	0.91±0.02	128.10±6.09	140.98±4.49	170.88±8.02
NW	Control	0.93±0.03	782.66±48.10	842.69±35.94	1113.2±33.07
	5%	0.85±0.03	112.68±8.61	132.86±8.57	220.68±12.72
	10%	0.90±0.02	93.91±10.05	104.73±8.93	133.0±15.49
LRS	Control	0.72±0.23	88.89±6.32	64.12±3.33	150.9±3.92
	5%	0.79±0.04	50.91±3.97	64.12±3.33	111.48±8.55
	10%	0.75±0.08	42.70±3.57	57.35±1.40	88.4±0.71
IRS	Control	0.82±0.03	39.27±2.19	47.67±1.23	81.4±4.65
	5%	0.79±0.03	38.71±25.03	49.26±2.59	73.8±3.67
	10%	0.80±0.04	40.96±6.28	51.27±5.49	77.9±5.37

(마) 팽윤력 및 용해도

하이드록시프로필화전분은 팽윤력과 용해도는 증가하는데, 이는 팽윤력이 전분입자 내 결정성과 상관관계가 있고, 팽윤력의 차이는 하이드록시프로필기에 의해 전분 분자 내부의 일부 수소결합이 파괴되어 전분 분자간의 결합이 약해지고 친수성기인 하이드록시프로필기와 결합되는 양이 증가하기 때문인 것으로 보고되어 있다.

하이드록시프로필기가 증가하면서 팽윤력과 용해도가 control에 비해 증가하였다. LRS와 IRS는 NC, NW보다 팽윤력이 크게 증가하지 않았다.

Table 16. Swelling power and solubility of control and hydroxypropylated starches

Samples	Swelling power (%)	Solubility (%)	
NC	Control	26.8±0.1	25.0±1.4
	5%	40.2±5.0	24.3±8.9
	10%	49.3±7.0	27.0±9.9
NW	Control	20.1±1.4	37.0±7.1
	5%	38.1±3.7	34.0±5.7
	10%	42.9±7.3	36.0±11.3
LRS	Control	35.4±1.7	26.0±2.8
	5%	36.3±5.3	22.0±14.1
	10%	41.2±5.4	27.0±9.9
IRS	Control	37.9±1.2	25.0±4.2
	5%	41.9±2.4	28.0±2.8
	10%	45.3±4.9	30.0±8.5

(3) 가교화 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

가교화된 전분은 DS 증가에 따라 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. IRS의 가교화는 호화 온도나 호화엔탈피에 큰 영향을 미치지 않았으나, LRS의 경우는 호화 개시 및 최고 온도가 다소 증가한 것을 볼 수 있었다. 이는 전분 내에 인산기의 도입으로 인해 전분 분자 구조를 더욱 단단히 결합시키기 때문인 것으로 예상된다. 호화 엔탈피 결과에서 보면, 전분의 무정형 부분에서 가교화가 발생하였고, 결정 부분에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

Table 17. Gelatinization characteristics of control and cross-linked starches

Samples		T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH(J/g)
NC	Control	63.0±0.1	68.0±0.1	73.5±0.1	15.1±0.1
	0.02%	63.5±0.1	68.2±0.1	73.6±0.1	15.4±0.0
	0.05%	63.4±0.2	68.3±0.2	73.7±0.3	15.0±0.5
NW	Control	55.9±0.1	60.1±0.2	64.9±0.3	12.6±0.4
	0.02%	56.0±0.1	59.9±0.2	64.8±0.5	15.0±0.5
	0.05%	56.8±0.1	60.6±0.1	65.7±0.3	13.0±1.7
LRS	Control	56.1±0.3	65.0±0.0	72.0±0.4	12.9±0.4
	0.02%	55.7±0.3	65.1±0.1	72.8±0.3	13.6±0.1
	0.05%	56.2±0.2	65.5±0.0	72.5±0.1	13.8±0.9
IRS	Control	60.2±0.1	66.0±0.0	71.9±0.1	14.5±0.4
	0.02%	60.2±0.2	66.1±0.0	72.1±0.2	15.4±0.4
	0.05%	59.6±0.1	65.5±0.1	71.4±0.4	15.5±0.9

(나) 페이스트 특성 및 spoon test

Phosphorus oxychloride 0.02% 첨가한 모든 전분 시료에서 setback과 breakdown이 control에 비해 낮았고, 호화가 시작되어 50°C로 냉각이 될 때까지 점도의 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. 0.05% 첨가한 시료의 경우, 전분 고유의 pasting curve가 관찰되지 않았는데, 가교결합에 의해 강화되어 내열성과 내전단성을 가지게 되어 전분 입자의 붕괴가 거의 일어나지 않았으며, breakdown도 관찰되지 않게 된다.

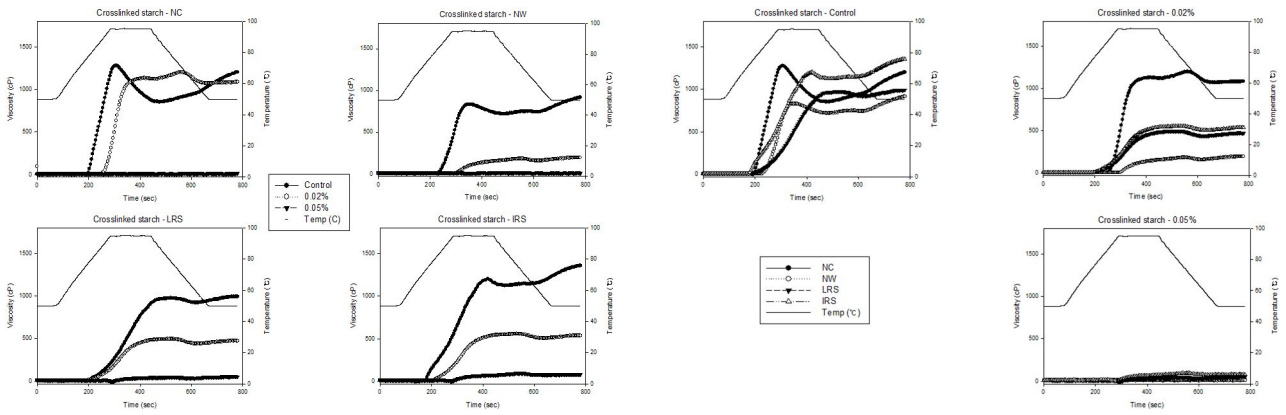


Fig. 5. Pasting viscograms of control and cross-linked starches

가교화 전분의 spoon test 결과, 쌀 전분(LRS, IRS)은 겔이 형성되지 않아 유동성을 보였다. NC와 NW는 겔 형성능력이 저하되어 노화를 지연시킬 수 있는 것으로 생각된다. IRS 0.02%는 크림과 같은 물성을 가지며 겔이 형성되지 않은 것으로 관찰되었다.

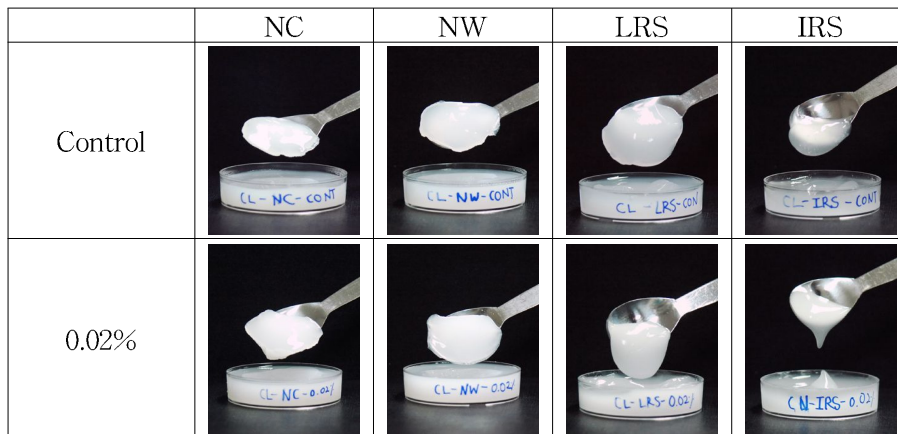


Fig. 6. Spoon test of control and cross-linked starches.

(다) 겔 형성능력 및 조직감

가교화 전분의 겔은 hardness가 증가하는데, 이는 가교화에 의해 치환된 기능기에 의해 가교 결합이 증가되어 나타난다.

Control에 비해 가교화된 모든 시료들의 hardness가 증가하지만, springiness, cohesiveness, chewiness가 모두 감소한다. 가교화가 가장 많이 진행된 0.05% 첨가한 시료는 페이스트 특성과 일치하게 겔 노화에 필요한 조건에 미치지 못한 관계로 겔을 형성할 수 없었다.

Table 18. Texture properties of control and cross-linked starches

Samples		Springiness	Cohesiveness	Chewiness (g)	Gumminess (g)	Hardness(g)
NC	Control	0.96±0.02	0.86±0.02	697.85±60.38	727.48±59.45	846.333±58.40
	0.02%	0.69±0.15	0.47±0.07	359.50±114.58	511.34±73.83	1103.62±73.34
NW	Control	0.82±0.08	0.77±0.02	620.60±100.33	757.84±50.93	983.65±44.62
	0.02%	0.80±0.14	0.53±0.05	650.40±135.57	806.73±72.90	1519.3±46.86
LRS	Control	0.85±0.05	0.73±0.03	82.3±5.63	96.44±2.48	131.68±3.63
	0.02%	0.59±0.03	0.50±0.02	64.57±5.33	110.08±11.05	219.78±13.29
IRS	Control	0.78±0.02	0.55±0.02	30.52±1.60	39.34±1.34	71.40±2.25
	0.02%	-	-	-	-	-

(라) 팽윤력 및 용해도

치환체 첨가량이 증가하여 가교가 진행될수록 모든 전분 시료의 팽윤력과 용해도가 감소하는 것으로 나타났다. 가교화로 인해 전분 입자 내 결합력을 강화시켜 팽윤과 용해를 저해하는 특성 때문인 것으로 보인다.

Table 19. Swelling power and solubility of control and cross-linked starches

Samples		Swelling power (%)	Solubility (%)
NC	Control	25.9±1.5	22.0±2.8
	5%	13.5±0.3	11.0±1.4
	10%	9.6±0.5	7.0±1.4
NW	Control	15.7±0.6	25.0±1.4
	5%	9.8±0.2	14.0±0.0
	10%	8.3±0.2	8.0±0.0
LRS	Control	30.8±0.4	17.0±1.4
	5%	13.3±0.4	13.0±1.4
	10%	9.9±0.0	8.0±0.0
IRS	Control	31.1±0.4	18.0±0.0
	5%	13.0±0.3	10.0±2.8
	10%	10.2±0.3	5.0±4.2

(4) 가교화 후 아세틸화 전분(CLACT)과 가교화 후 하이드록시프로필화 전분(CLHP)의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

호화온도(T_o , T_p , T_c)가 단일 변성(아세틸화, 하이드록시프로필화)보다 약간 상승하였다. 복합 변성된 LRS의 ΔH 감소폭이 IRS보다 적은 것으로 나타났다.

Table 20. Gelatinization characteristics of CLACT and CLHP starches

	T_o (°C)	T_p (°C)	T_c (°C)	ΔH (J/g)
CLACT-LRS	56.3±0.1	62.9±0.1	68.9±0.1	13.9±0.3
CLACT-IRS	54.1±0.0	63.0±0.1	70.3±0.1	12.6±0.3
CLHP-LRS	55.8±0.4	61.9±0.1	67.9±0.2	11.8±0.7
CLHP-IRS	54.2±0.0	61.4±0.1	68.8±0.1	9.8±0.1

(나) 페이스트 특성 및 spoon test

CLACT는 아세틸화에서 관찰되었던 breakdown이 관찰되지 않았고, 최고 점도에서부터 냉각되는 동안 점도가 계속 상승하였다. LRS보다는 IRS의 점도가 크고, 호화온도는 IRS가 더 낮았다. 약하게 가교화된 상태에서의 아세틸기의 도입은 아세틸화로 인해 전분 내에서 전분 입자의 팽윤을 진행시켜 전분 구조를 느슨하게 만들 수 있다.

CLHP는 setback 값이 감소하였고, LRS와 IRS의 페이스트 특성이 서로 유사했다. 하이드록시프로필화와 가교화가 함께 진행된 전분은 전분 입자들의 팽윤을 제한시켜 페이스트의 점도가 안정하게 된다.

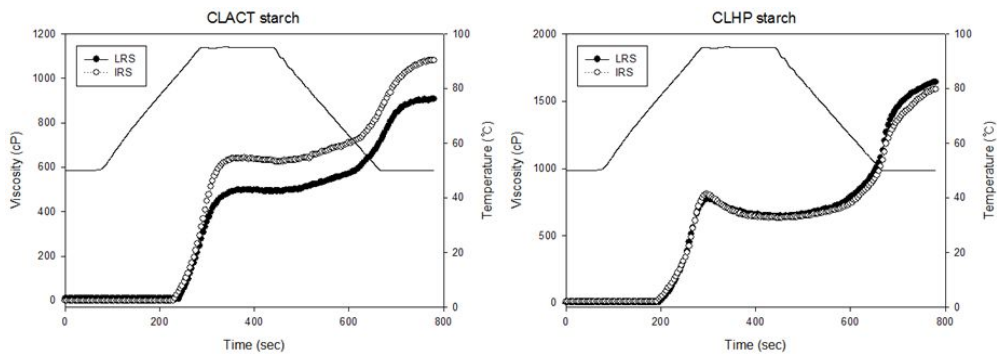


Fig. 7. Pasting viscograms of CLACT and CLHP starches

복합 변성된 두 가지 시료의 spoon test 결과에서는 단일 변성보다 추가된 가교화로 인해 페

이스트의 효렴성이 증가한 것을 볼 수 있었다. 가교화는 amylose와 amylopectin 용출을 상당히 억제되어 겔 망상구조 내에서 amylose 농도가 감소하기 때문에 약한 겔 망상구조를 형성하는 것으로 보인다.

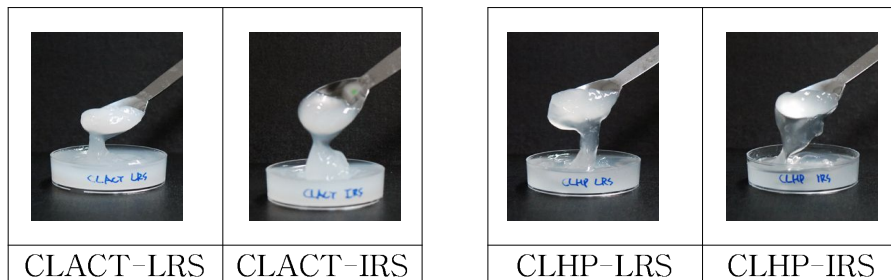


Fig. 8. Spoon test of CLACT and CLHP starches

(다) 겔 형성능력 및 조직감

치환기에 의해 가교화가 진행되어 팽윤이 억제되었던 전분 입자들이 복합 변성이 진행되면서 팽윤되어 일정 점도가 관찰되었다. 저온 저장에 의해서도 가교화 전분은 노화가 진행되지 않았지만, 가교화 후 아세틸화나 하이드록시프로필화에 의해 노화가 진행된 것을 확인하였다. 이처럼 CLACT와 CLHP의 hardness는 가교화된 전분의 hardness보다 더 큰 것으로 나타났다. 또한, 가교화 후 아세틸화 시킨 IRS보다 LRS가 더 단단한 겔을 형성하였고, 가교화 후 하이드록시프로필화 시킨 경우도 LRS가 더 단단한 겔을 형성하는 것으로 나타났다.

Table 21. Texture properties of CLACT starches

	Springiness	Cohesiveness	Chewiness(g)	Gumminess(g)	Hardness(g)
CLACT-LRS	0.85±0.03	0.66±0.02	131.67±8.80	155.69±3.97	235.33±6.64
CLACT-IRS	0.73±0.03	0.62±0.03	86.32±4.04	117.77±3.78	190.0±5.11
CLHP-LRS	0.82±0.03	0.72±0.01	111.81±6.47	136.29±3.97	189.60±5.16
CLHP-IRS	0.80±0.01	0.66±0.01	69.88±3.05	87.73±2.74	132.40±1.90

라. 기존 타 전분과의 화학적 변성전분의 경제성 비교 분석

치환체인 acetyl anhydride를 전분 대비 5%와 10%로 첨가하여 제조한 초산 전분의 치환도(Table 7) 결과에서 보듯이, 4종의 전분 간의 치환도 차이는 거의 없었다. 따라서 각 초산 전분의 제조 시 필요한 경비는 동일하게 된다. 그러나 하이드록시프로필화 쌀 전분의 치환도(Table 12)에서는 옥수수 전분의 치환도가 가장 높고, 밀 전분의 치환도가 가장 낮았다. 국내산 쌀 전분인 LRS의 치환도가 IRS에 비해 더 높았다.

쌀 전분은 국내에서 생산되지 않는 관계로 쌀가루에서 알칼리 추출하여 사용해야하는데, 쌀가루(추청, 태평양물산)의 거래가격조차도 현재 많이 사용되고 있는 전분(옥수수, 감자, 타피오카 등)에 비해 높다. kg당 2,000원이다 (옥수수 생 전분: kg당 900원, 밀 생 전분: 1,000원). 또한, 쌀 전분 추출에 필요한 sodium hydroxide와 국내 공정의 경비가 추가로 필요하게 된다. 따라서 전분 분리에 필요한 원재료인 쌀 혹은 쌀가루의 가격이 충분히 저렴하여야만 타 전분들과의 쌀 전분의 경쟁력이 높아질 수 있다고 사료된다.

3. 물리적 변성 전분의 제조

가. 재료

2012년산 국내산 쌀가루(추청, 태평양물산)를 알칼리 분리하여 시료 (LRS)로 사용하였고, 수입산 쌀 전분(IRS)은 General Food Products(태국)에서 구입하여 사용하였다. 옥수수 생전분(NC)는 삼양 제넥스에서 제공받았고, 밀 생전분(NW)는 신송산업에서 제공받았다.

나. 실험방법

(1) 물리적 변성 전분의 제조

(가) 호화 전분

전분 분산액을 10분간 끓는 물에서 호화시켜 80℃에서 24시간 건조시켜 제조하였다.

(나) 습열 처리 전분

Lim 등의 방법을 일부 수정하여 제조하였다.

(다) 호화 후 건열처리 전분(pregelatinized and dry-heated starch)

호화전분을 130℃에서 시간별(0, 1, 2, 3시간)로 건조 처리하여 사용하였다.

(2) 호화 전분 및 습열 처리 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 DSC를 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:3로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(나) 페이스트 특성

7% 전분 분산액으로 50℃에서 95℃로 13℃/min의 속도로 3분간 가열하고 95℃로 냉각시켜 측정하였다.

(다) 겔의 강도

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4℃, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(라) 결정구조

전분의 결정형태를 확인하기 위해 X-ray diffractometer(MAC Science Co., Japan)로 확인하였다.

(마) 팽윤력 및 용해도

시료 전분의 팽윤력과 용해도는 Leach 등의 방법을 약간 수정하여 측정하였다.

(바) 빛 투과도(%)

0.1% 전분 분산액을 100℃에서 가열하여 호화시킨 후, 650 nm에서 흡광도를 측정하였다.

(사) 소화율

Englyst 등의 방법으로 측정하였다.

(3) 호화 후 건열 처리 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

시료들의 용융 온도 및 엔탈피를 알아보기 위해 DSC를 사용하여, 시료와 증류수의 비율을 1:3로 알루미늄 용기에 담아 20℃부터 130℃까지 5℃/min으로 가열하며 측정하였다.

(나) 페이스트 특성

7% 전분 분산액으로 50℃에서 95℃로 13℃/min의 속도로 3분간 가열하고 95℃로 냉각시켜 측정하였다.

(다) 겔의 강도

전분 분산액 40 ml를 Rapid ViscoAnalyser를 통해 제조한 페이스트를 petri-dish에 부어 1시간 실온 냉각 후 4℃, 6시간 보관하고 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystem, England)로 측정하였다.

(라) 빛 투과도(%)

0.1% 전분 분산액을 100℃에서 가열하여 호화시킨 후, 650 nm에서 흡광도를 측정하였다.

(마) 소화율

Englyst 등의 방법으로 측정하였다.

다. 결과 및 고찰

(1) 호화 전분 및 습열 처리 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성

호화 전분은 전분 제조 시 호화 처리되어 호화 특성이 나타나지 않는다. HMT에 의한 전분의 호화 온도는 전분 입자의 결정성의 완전 정도와 관련이 있다. HMT 전분의 특징은 호화 온도를 증가되고 호화 온도의 범위가 넓어지는 효과가 있으며, 호화 엔탈피가 감소하여 물과의 결합을 증가시킨다.

호화 온도가 생 전분에 비해 습열 처리된 시료들 모두 증가한 것으로 나타났다. 수분함량 20%에서 25%로 처리된 전분 시료들의 호화 온도들(개시, 최고, 종결) 모두 높아졌다. 호화 엔탈피는 수분함량이 증가하면서 더욱 감소한 것으로 나타났다.

Table 22. Gelatinization characteristics of native and HMT starches

Samples	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH(J/g)	
NC	Native	63.7±0.1	68.4±0.0	73.6±0.1	15.4±0.8
	HMT-20%	63.6±0.6	77.1±0.9	80.2±0.8	11.6±0.4
	HMT-25%	64.7±0.4	80.3±0.6	83.9±0.1	7.2±0.1
NW	Native	53.0±1.8	58.4±0.4	65.3±0.3	11.7±0.2
	HMT-20%	54.2±0.2	69.2±0.2	73.2±0.2	11.0±0.2
	HMT-25%	56.1±0.8	76.1±0.1	79.5±0.8	8.1±1.2
LRS	Native	55.7±0.1	63.5±0.2	70.8±0.4	14.1±1.1
	HMT-20%	57.9±0.6	73.0±0.1	77.7±0.1	9.8±1.0
	HMT-25%	59.4±0.5	74.5±0.1	78.8±0.1	7.6±0.4
IRS	Native	59.9±0.0	66.0±0.1	71.3±0.4	14.0±1.1
	HMT-20%	60.6±0.3	73.6±0.1	77.3±0.1	11.0±0.4
	HMT-25%	60.6±0.7	75.2±0.1	80.5±0.8	8.4±0.1

(나) 페이스트 특성

호화전분의 페이스트 점도는 생 전분의 점도보다 낮은 것이 고유의 특성인데, NC와 NW는 이러한 특성과 동일하게 나타났다. 이와는 달리, 두 쌀 전분(LRS와 IRS)은 전형적인 호화전분의 페이스트 점도와는 달리 점도가 높게 나타났다. HMT 쌀 전분의 경우, 수분함량이 증가하면서 점도가 증가하고 breakdown은 감소했다. HMT 전분들(NC, NW)의 점도가 생 전분에 비해 낮아진 것으로 보아 HMT 처리로 인해 전분 입자의 팽윤이 감소한 것을 확인할 수 있었다. 하지만 HMT 쌀 전분은 점도가 생 전분보다 다소 증가하였다.

Table 23. Pasting properties of pregelatinized and HMT starches

Samples		Peak viscosity(cP)	Breakdown (cP)	Final viscosity(cP)	Setback (cP)	Pasting temp. (°C)
NC	Native	1016.5±113.8	200.5±19.1	961.5±120.9	145.5±26.2	89.7±0.0
	Pregelatinized	78.0±0.0	26.0±0.0	86.5±0.7	27.0±2.8	95.3±0.2
	HMT-20%	828.0±8.5	87.5±0.7	837.5±20.5	97.0±12.7	91.2±0.0
	HMT-25%	396.0±11.3	52.5±0.7	389.0±9.9	45.5±0.7	94.9±0.5
NW	Native	724.0±42.4	145.5±19.1	866.0±52.3	287.5±29.0	94.8±0.2
	Pregelatinized	160.0±1.4	26.0±0.0	192.5±0.7	58.5±0.7	94.6±0.4
	HMT-20%	799.5±4.9	156.0±9.9	938.0±35.4	294.5±20.5	95.7±0.4
	HMT-25%	399.1±4.2	58.5±0.7	512.0±11.3	171.5±7.8	95.9±0.1
LRS	Native	1341.0±189.5	29.0±11.3	1486.0±205.1	174.0±26.9	79.5±1.6
	Pregelatinized	2422.3±43.5	499.3±15.6	2459.0±16.6	536.0±49.4	50.0±0.0
	HMT-20%	1425.0±17.0	162.0±7.1	1358.5±50.2	95.5±26.2	88.4±1.7
	HMT-25%	1407.5±10.6	81.5±2.1	1437.0±9.9	111.0±22.6	90.1±0.6
IRS	Native	1391.0±62.2	-	1733.5±72.8	356.5±13.4	87.7±1.7
	Pregelatinized	2984.7±38.1	1326.3±55.0	2235.0±72.8	576.7±20.2	50.0±0.0
	HMT-20%	1529.0±14.1	111.5±7.8	1602.5±0.7	185.0±7.1	84.4±0.6
	HMT-25%	1765.5±2.1	56.5±7.8	2091.0±28.3	382.0±22.6	94.2±0.6

(다) 겔의 강도

호화된 전분 겔을 저온에서 2일간 저장 후 겔의 hardness를 측정하였는데, NC와 NW의 hardness는 생 전분과 비교한 결과 크게 증가했지만, 쌀 전분은 생 전분과 HMT 처리된 전분 간의 hardness 차이를 크게 보이지 않았다.

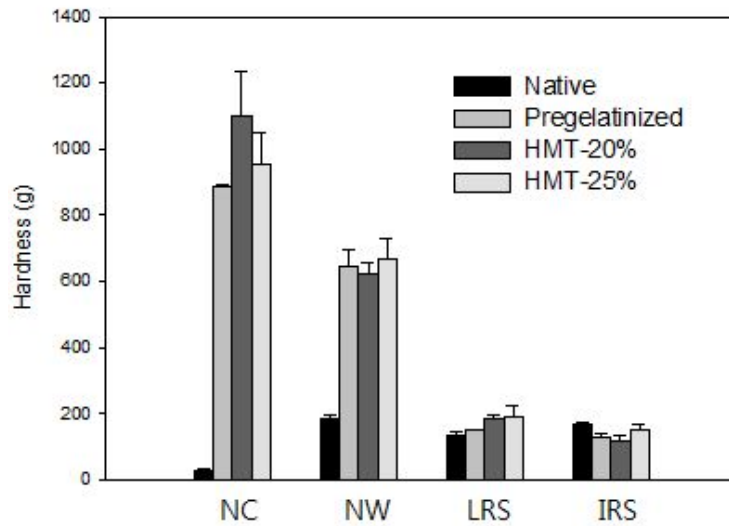


Fig. 9. Hardness of native, pregelatinized and HMT starch gels

(라) 결정구조

A type의 곡류 전분들은 15° , 17° , 18° , 23.5° 에서 고유의 피크를 보인다. X선 회절 형태를 보면 생 전분에서 관찰된 선명한 각각의 피크들이 습열 처리 후에 다소 감소하고 퍼진 형태로 관찰되었다. 이는 추가된 수분과 함께 높은 온도에서 처리된 결과 전분의 결정성에 손상을 입힌 것으로 보인다. 이러한 결과는 호화 엔탈피가 감소한 것과도 일치한다.

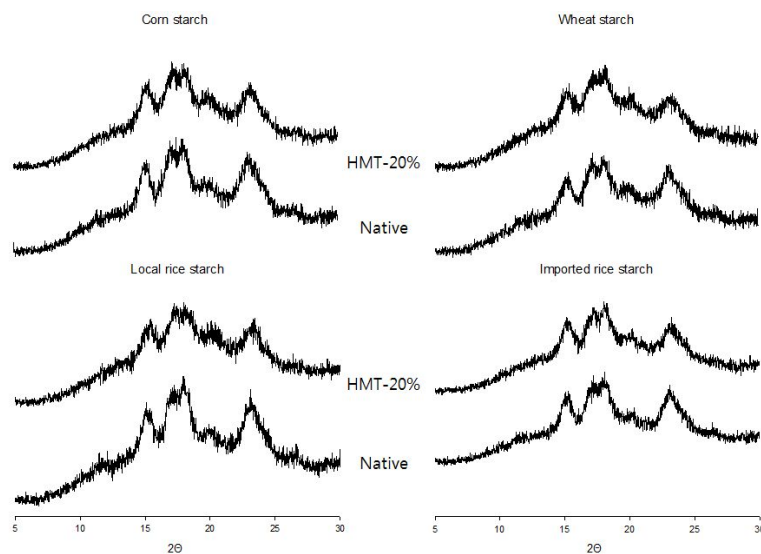


Fig. 10. X-ray diffraction patterns of native and HMT starches

(마) 팽윤력 및 용해도

호화전분은 생 전분보다 팽윤력, 용해도, 물 흡수능이 높은 것이 특징이다. 이러한 특징 때문에 낮은 온도의 물에서도 수화가 가능하게 되는데, 부분적으로 전분 팽윤을 일으키는 amylopectin의 외부로 유출되는 호화 과정에 의해 전분 입자들이 파괴되기 때문이라고 보고되어 있다.

실온에서 측정된 호화전분들의 팽윤력과 용해도는 모두 생 전분보다 증가하였다. LRS의 경우, 팽윤력이 증가하면서 용해도도 증가하는 것을 볼 수 있었다. 호화 처리하여 건조시킨 전분이므로, 전분 입자가 높은 수분 함량과 열에 의해 손상되어 용출되는 정도가 높기 때문인 것으로 사료된다. 또 다른 쌀 전분인 IRS는 팽윤력이 다른 전분들에 비해 가장 높았으며, 용해도는 LRS보다 더 낮은 것으로 나타났다. 따라서 찬물에서도 잘 용해되는 이유로 즉석 식품과 유아식에 응용할 수 있다.

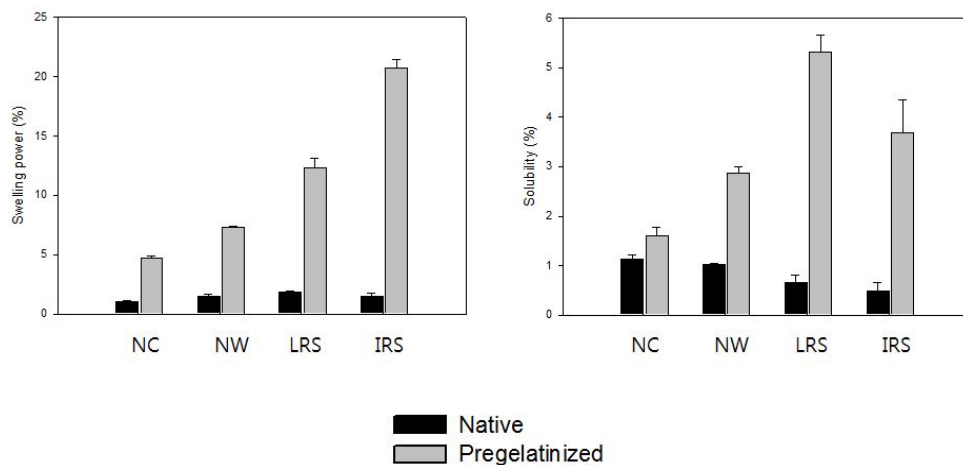


Fig. 11. Swelling power and solubility of native and pregelatinized starches

(바) 빛 투과도 (%T)

전분의 호화 정도를 확인하기 위해 사용되는 빛 투과도는 호화가 진행될수록 그 값이 증가하게 되는데, 생 전분과 호화전분들의 결과 값으로 볼 때 %T값이 증가한 것으로 보아 모든 시료들은 호화가 된 것으로 확인되었다.

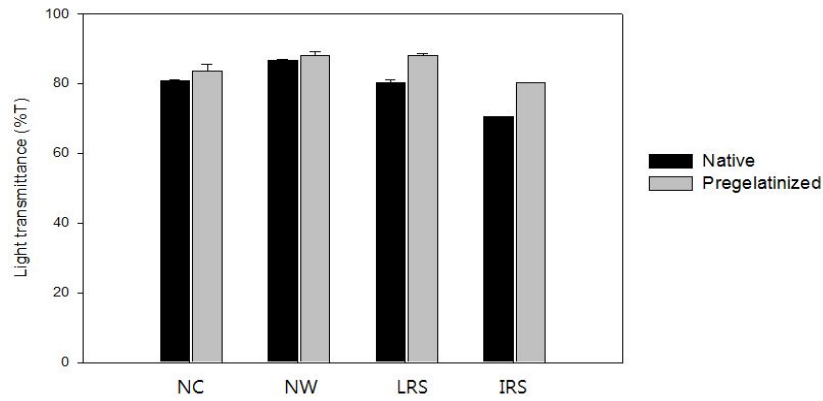


Fig. 12. Light transmittance of native and pregelatinized starches

(사) 소화율

처리된 시료들 모두 RDS 함량이 증가하고 SDS 함량이 감소했다. 전분에 HMT 처리 시 팽윤의 억제, 점도 감소 등과 같은 특성을 나타내는데, 이러한 이유에서 RS 함량이 증가한 것으로 사료된다.

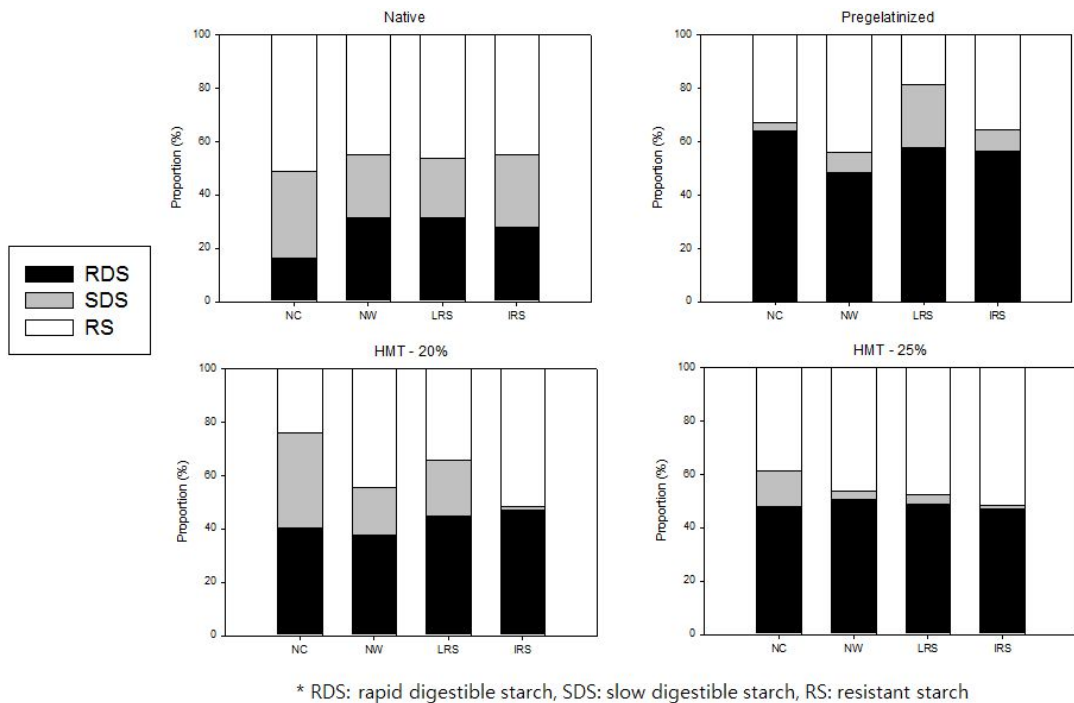


Fig. 13. Digestibility of native, pregelatinized, and HMT starches

(2) 호화 후 건열 처리 전분의 이화학적 특성

(가) 열전이 특성 (2nd peak)

호화전분은 호화 처리가 되어있는 상태로 호화 특성을 나타내는 호화 온도와 호화 엔탈피가 존재하지 않는다. 따라서 amylose-lipid complex와 관련된 특성(2nd peak)을 생 전분의 것과 비교 분석하였다.

생 전분에 비해 쌀 전분의 호화온도가 증가하고 호화엔탈피는 증가했지만, 처리시간에 따른 차이는 거의 없었다. 건열 처리되면서 결정성이 증가하여 호화엔탈피가 증가한 것으로 보인다.

Table 24. Gelatinization characteristics of single and dual-modified rice starches

Samples	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH(J/g)	
LRS	Native	84.3±1.5	99.2±1.1	106.5±1.8	1.9±0.0
	PG 5-0	91.7±0.1	99.7±0.3	107.5±2.1	1.8±0.1
	PG 5-1	91.2±0.6	100.4±0.4	107.1±0.3	2.2±0.0
	PG 5-2	91.3±0.2	99.8±0.7	106.7±0.6	2.3±0.2
	PG 5-3	92.8±0.1	100.4±0.1	106.8±0.0	2.0±0.0
	PG 10-0	93.0±0.7	100.7±0.3	107.0±1.9	1.9±0.2
	PG 10-1	91.1±0.1	101.2±0.2	107.8±0.6	2.2±0.0
	PG 10-2	93.7±0.4	100.9±0.3	108.1±0.2	2.0±0.1
	PG 10-3	93.3±1.1	101.4±1.1	108.0±0.7	2.0±0.4
	IRS	Native	91.8±1.1	97.7±0.1	104.5±0.2
PG 5-0		86.7±1.8	98.8±0.7	108.6±3.1	2.5±0.3
PG 5-1		87.9±0.2	98.4±0.1	106.5±0.6	2.6±0.3
PG 5-2		88.6±3.0	97.5±0.0	108.2±1.6	3.0±0.5
PG 5-3		91.8±1.1	97.8±0.1	106.4±0.4	2.0±0.1
PG 10-0		88.1±1.5	97.9±0.9	107.2±1.2	2.5±0.5
PG 10-1		88.9±2.2	98.0±0.1	107.3±0.1	2.5±0.0
PG 10-2		86.3±0.4	98.9±0.2	107.2±0.5	2.9±0.1
PG 10-3		90.3±0.1	100.1±0.9	106.4±0.1	2.8±0.1

(나) 페이스팅 특성

전분의 건열 처리는 전분의 분자 내부와 분자 사이의 수소결합을 손상시키며, 계속된 가열로 인해 점도가 감소하는 원인이 되는 글리코시딕 결합의 일부가 파괴될 수 있다.

LRS PG 5와 PG 10은 생전분과 달리 호화되어 점도가 증가하며, PG 10은 최고 점도가 가장 높

았지만 setback이 관찰되었다. 그러나 IRS PG 5와 PG 10은 특이하게도 생 전분보다 점도가 크게 증가하는 것으로 나타났다. 같은 처리 조건 하에 두 시료 간에 페이스트 특성에 차이를 보이는 것은 *japonica*형과 *indica*형 간의 차이 때문인 것으로 예상된다.

호화전분에 건열 처리를 추가로 진행하였을 때, 처리 시간별로 LRS PG 5는 큰 차이를 보이지 않았지만, 처리 시간이 증가하면서 점도가 감소했다. LRS PG 10은 PG 10-1은 setback이 사라지고 최종 점도가 크게 증가하는 것으로 나타났지만, PG 10-2와 10-3은 페이스트 점도가 서로 유사했다. IRS 호화전분은 생 전분과는 달리 setback과 breakdown이 관찰되었으나, 건열 처리를 했을 때 breakdown과 setback이 소멸되며 점도가 계속 상승하는 것으로 나타났다. 특히, IRS PG 5-2와 PG 10-3은 점도가 상당히 증가하는 것으로 보아 증점제로써 응용할 수 있는 가능성을 보였다. 이러한 특징은 전분 입자의 팽윤이 제한되고 입자 파괴가 계속되는 고온 처리와 shear에 대해 저항하여 안정성을 지닌 것으로 보인다.

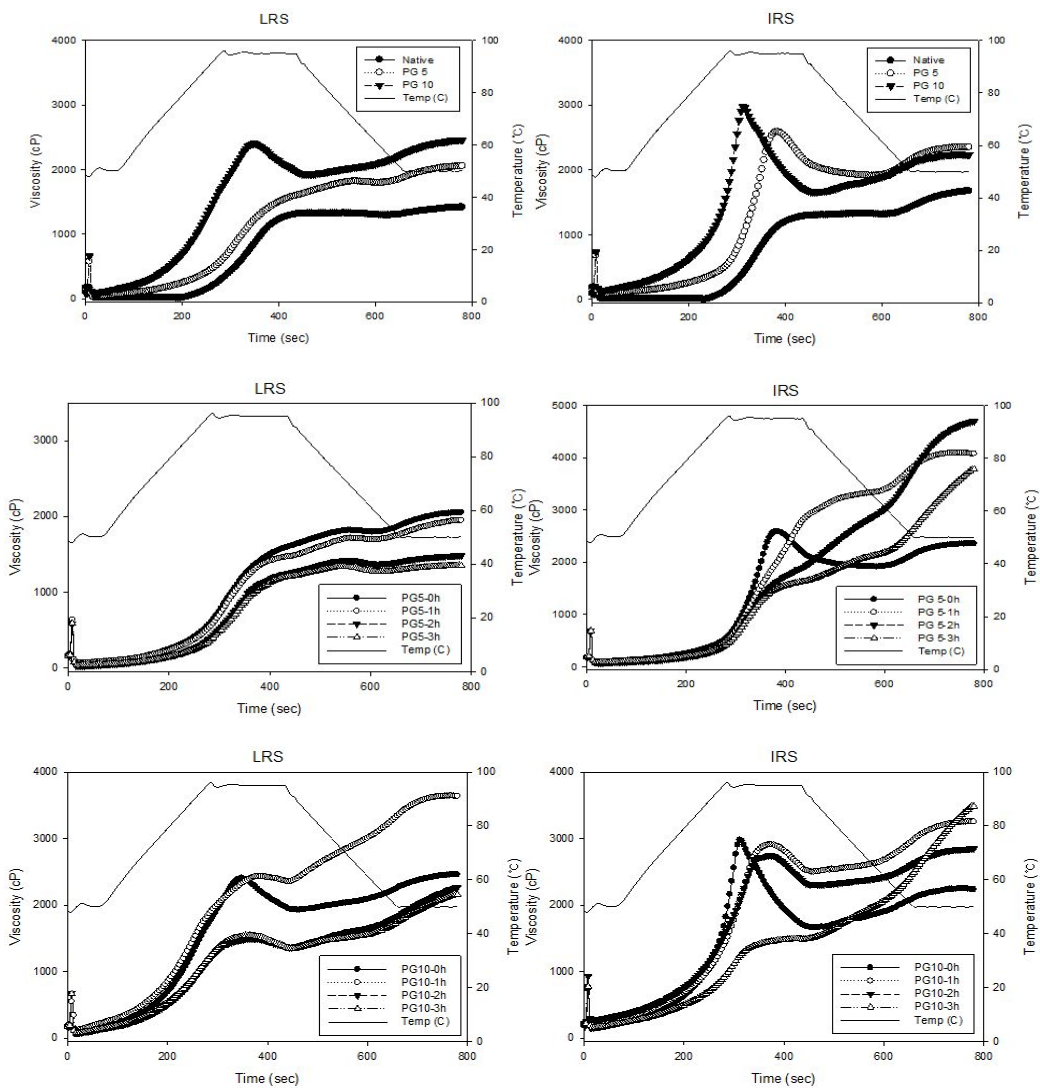


Fig. 14. Pasting properties of single and dual-modified rice starches

(다) 겔의 강도

LRS의 hardness는 생 전분보다 PG 5는 감소하고 PG 10은 증가했으며, IRS의 경우 PG 5와 10 모두 생 전분보다 감소했다. LRS는 호화시간이 5분일 때보다 10분일 때 hardness가 증가한 것으로 나타난 반면, IRS는 호화 처리시간이 길어진데도 불구하고 hardness가 감소했다. 이는 IRS가 LRS보다 amylopectin branch가 더 많기 때문에 amylose의 겔 형성을 위한 망상구조 생성이 방해되어 약한 겔을 형성했기 때문으로 보인다.

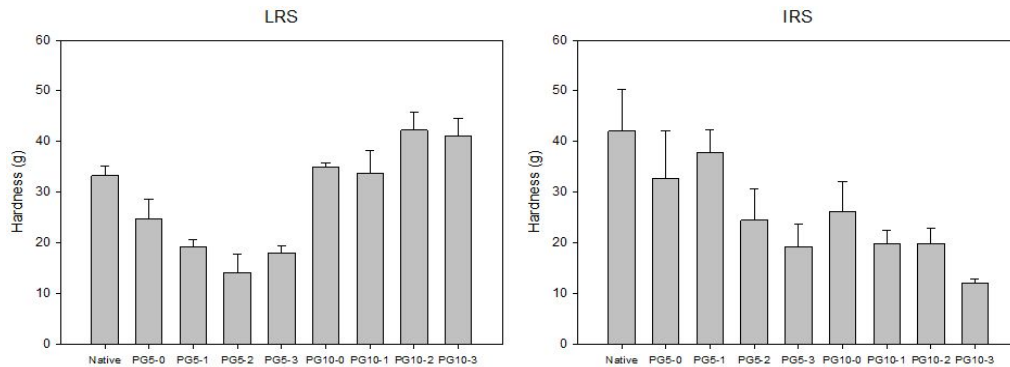


Fig. 15. Hardness of single and dual-modified rice starches

(라) 빛 투과도

전분의 호화를 확인하기 위해 호화처리 시간에 따른 차이와 호화 처리 후 건열 처리를 병행한 경우의 호화를 관찰하기 위해 빛 투과도를 측정하였다. 모든 시료가 생 전분보다 빛 투과도가 증가하여 호화를 확인할 수는 있었으나, 건열 처리에 따른 시료 간의 차이는 유의적인 차이는 없었다.

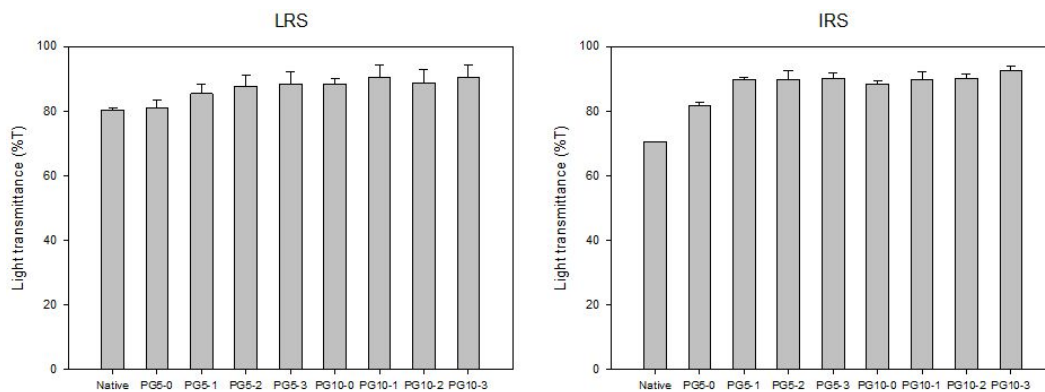


Fig. 16. Light transmittance of single and dual-modified rice starches

(마) 소화율

호화 후 건열 처리한 전분의 RS가 생 전분에 비해 감소한 것으로 나타났는데, 열처리에 의해 전분 입자의 손상이 일어나면서 물과의 결합이 증가하여 팽윤이 쉽게 일어나게 되어 초기 소화율을 의미하는 RDS나 SDS의 함량이 증가한 것으로 보인다. 건열 처리 시간에 따른 영향은 시료 간에 큰 차이는 없었다.

Table 25. Digestibility of single and dual-modified rice starches

Samples	RDS (%)	SDS (%)	RS (%)	
LRS	Native	31.44±0.78	22.23±1.22	46.33±0.44
	PG 5-0	67.77±2.73	17.72±1.41	14.51±1.32
	PG 5-1	62.84±1.53	25.04±0.99	12.13±0.54
	PG 5-2	65.19±0.83	24.10±0.15	10.72±0.69
	PG 5-3	63.02±0.45	22.60±0.72	14.38±1.17
	PG 10-0	57.47±0.87	24.32±0.45	18.22±2.45
	PG 10-1	61.12±0.97	26.07±0.16	12.82±0.81
	PG 10-2	57.64±0.51	29.07±0.36	13.30±0.15
	PG 10-3	57.68±0.17	30.94±0.09	11.39±0.26
	IRS	Native	27.95±0.02	26.78±0.80
PG 5-0		62.19±1.99	15.08±0.31	22.73±1.68
PG 5-1		62.84±1.53	12.74±0.90	24.43±0.64
PG 5-2		66.19±0.58	20.95±0.08	12.87±0.66
PG 5-3		66.02±0.45	20.91±0.80	13.08±1.25
PG 10-0		55.42±0.33	10.65±0.81	33.94±1.15
PG 10-1		54.77±0.09	11.21±0.70	34.03±0.79
PG 10-2		56.13±0.45	10.15±0.31	33.72±0.14
PG 10-3		51.38±0.78	9.12±0.09	39.51±0.87

라. 변성 쌀 전분의 경제성 향상을 위한 반응 수율의 극대화

물리적인 변성은 제조 방법이 간단하고, 화학적 변성과는 달리 제조 과정에 생성되는 부산물이 거의 없어 안전한 전분 변성 방법 중 하나이다. 화학적 변성전분의 제조방법은 수용액 상에서 진행되기 때문에 그에 따른 전분의 소실이 발생할 수 있지만, 물리적으로 변성된 쌀 전분은 건조에 의한 처리방법으로 수행된 전분의 수율은 현재 상태가 가장 최대이며, 타 전분과의 수율에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 상기에 기술된 것처럼 우수한 물성이나 열안정성을 지닌 다양한 물리적 변성 쌀 전분이 타 전분 대체효과가 있음에도 불구하고 쌀 전분의 원료인 쌀가루의 높은 판매가격(타 전분 대비 약 2배)이 걸림돌이 되고 있는 상태이다. 그러므로 쌀 전분의 가격 경쟁력을 위해서는 반드시 가격 인하가 요구되는 상태라고 사료된다.

제 3 절

쌀 전분 소재의 응용기술 개발

Development of application technology for rice starch use

연구책임자

가천대학교

교 수 이 영 택

목 차

1. 재료 및 방법	259
가. 재료	259
나. 전분의 제조	259
다. 쌀 변성전분의 제조	259
라. 전분의 물리화학적 특성 분석	259
(1) 전분의 일반성분 분석	259
(2) 전분의 색도	260
(3) 입자크기 및 표면형태	260
(4) 전분의 팽윤력과 용해도	260
(5) DSC 측정	260
(6) Rapid Visco-Analyzer(RVA) 측정	260
마. 쌀 전분소재의 베이커리 가공적성 검토	261
(1) 쌀 전분 첨가 머핀의 제조	261
(2) 머핀의 품질특성 측정	261
(3) 쌀 전분 첨가 sugar-snap cookie의 제조	262
(4) 쿠키의 품질특성 측정	262
(5) 쌀 전분 첨가 white layer cake의 제조 방법	263
(6) 케이크의 품질특성 측정	263
(7) 쌀 전분 첨가 컵케이크의 제조	264
바. 쌀 전분 소재의 면류 가공적성	264
(1) 국수(생면)의 제조	264
(2) 국수의 품질특성 측정	264
(3) 유탕면의 제조	264
(4) 유탕면의 품질특성 측정	265
사. 쌀 전분 소재의 떡류 가공적성	265
(1) 쌀 전분 첨가 가래떡의 제조	265
(2) 가래떡의 품질특성 측정	265
아. 쌀 전분 소재의 수프 가공적성	266
(1) 쌀 전분 첨가 크림수프의 제조	266

(2) 크림수프의 품질특성 측정	266
(3) 페이스트 특성 측정	267
자. 쌀 전분의 지방대체제 응용기술 개발	267
(1) 쌀 전분 첨가 저지방 마요네즈의 제조	267
(2) 색도	268
(3) pH	268
(4) 점도 측정	268
(5) 냉해동 유화안전성	268
(6) 관능검사	268

2. 연구결과 269

가. 쌀 전분 소재의 기능적 특성 차이 조사	269
(1) 쌀 종류별 전분의 이화학적 특성	269
(2) 쌀 전분과 타 전분의 특성차이 조사	273
나. 쌀 전분 소재의 가공적성 조사	283
(1) 쌀 전분 소재의 이화학적 특성	283
(2) 쌀 전분 소재의 베이커리 가공적성 검토	287
(3) 쌀 전분 소재의 면류 가공적성	298
(4) 쌀 전분 소재의 떡류 가공적성	306
(5) 쌀 전분을 이용한 크림수프의 제조특성	308
다. 쌀 전분 소재를 활용한 다양한 응용기술을 개발	310
(1) 쌀 전분 소재의 이화학적 특성	310
(2) 쌀 전분 첨가 베이커리 제품의 응용기술 개발	312
(3) 쌀 전분 첨가 면류 제품의 응용기술 개발	320
(4) 쌀 전분의 마요네즈 지방대체제 응용기술 개발	324
(5) 쌀 전분 첨가 수프의 응용기술 개발	335
(6) 쌀 전분의 베이비파우더 소재 활용성	340

1. 재료 및 방법

가. 재료

실험에 사용한 쌀은 경기산 일반 멥쌀과 찰쌀을 농협으로부터 구입하였으며 국내산 쌀가루(추청)를 (주)태평양물산에서 구입하여 4℃ 냉장실에서 보관하면서 쌀 전분 제조용 시료로 사용하였다. 저장 쌀로는 일반 백미(경기산 추청미)를 10℃에서 3년간 plastic bag에 보관한 시료를 실험에 사용하였다. 또한 국산쌀로부터 분리한 쌀 전분을 외국산쌀 전분과 비교하기 위해 쌀 전분을 General Food Products(태국)에서 구입하여 사용하였다. 쌀 전분을 타전분과 비교하기 위한 실험으로 옥수수 전분과 찰옥수수 전분은 (주)삼양제넥스(서울)에서 제조한 제품을 사용하였고 감자 전분과 고구마 전분은 김포맥아식품(경기, 김포), 밀전분과 타피오카전분은 (주)신송산업에서 구입하여 사용하였다. 밀가루는 대한제분에서 생산된 제품을 사용하였다. 밀가루는 대한제분에서 생산된 박력분, 중력분 및 강력분을 구입하여 사용하였다.

나. 전분의 제조

쌀 전분의 조제는 알칼리 침지법에 의해 실시하였다. 쌀가루에 0.2% NaOH 용액을 1:5의 비율로 가하고 교반기로 5분간 교반한 후 24시간 동안 침지한 다음 상등액을 제거하였다. 침전물의 단백질이 제거 되도록 24시간 마다 0.2% NaOH 용액으로 2회 알칼리 처리를 반복한 다음 증류수로 pH가 중성이 될 때까지 수세하였으며 실온에서 2일간 건조한 후 분쇄하여 100 mesh 체를 통과시켜 전분 시료로 조제하였다.

다. 쌀 변성전분의 제조

초산화 쌀 전분(acetylated rice starch)의 제조는 Wurzburg의 방법(1964)을 이용하여 전분 고형분 대비 acetic anhydride를 8% 반응시켜 제조하였으며, 하이드록시프로필화 쌀 전분(hydroxypropylated rice starch)의 제조는 Woottone과 Manatsathit의 방법(1984)을 이용하여 전분 고형분 대비 propylene oxide를 8% 반응시켜 제조하였다. 가교화/하이드록시프로필화 전분의 제조는 Choi(2011)의 방법을 이용하여 전분 고형분 대비 phosphorous oxychloride 0.02%를 반응시킨 후 propylene oxide 5%를 반응시켜 제조하였다.

라. 전분의 물리화학적 특성 분석

(1) 전분의 일반성분 분석

전분의 수분, 조단백, 회분의 함량은 각각 AACC 방법 44-15A, 46-13, 08-01에 의해 분석하였으며, 조지방 함량은 AOAC Soxhlet 방법에 의해 분석하였다.

(2) 전분의 색도

색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter L, a, b값으로 표시하였다.

(3) 입자크기 및 표면형태

전분의 입자크기분포는 particle size analyzer(CILAS, model 1064L, France)를 사용하여 측정하였다. 전분입자의 표면형태는 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope; model JSN-5400, JEOL Ltd., Japan)을 사용하여 2,000배로 확대하여 관찰하였다.

(4) 전분의 팽윤력과 용해도

전분의 팽윤력은 Schoch 방법을 이용하였는데, 시료 0.3 g을 원심분리관에 넣고 증류수 30 mL에 잘 분산시킨 다음 30~90°C 온도에서 교반기로 30분간 저은 후 5,000 rpm에서 30분간 원심분리하고 상정액을 제거한 다음 침전된 무게로부터 계산하였다. 용해도는 원심분리한 후의 상정액을 페놀-황산법으로 총당을 측정하여 구하였다.

$$\text{팽윤력} = [\text{침전물의 무게/시료의 무게(건량기준)} \times (100 - \% \text{ 용해도})] \times 100$$

$$\% \text{ 용해도} = \text{상정액의 총당 함량/시료의 무게(건량기준)} \times 100$$

(5) DSC 측정

전분의 열적 특성은 Thermal Analysis Data Station(Perkin-Elmer Co., U.S.A.)이 연결된 Differential Scanning Calorimeter(Unix DSC 7, Perkin-Elmer Co., U.S.A.)를 사용하여 측정하였다. 즉, 9 mg(d.b.)의 전분을 stainless steel sample pan에 취하고 여기에 21 μl 증류수를 가하여 밀봉한 다음 2시간동안 상온에서 방치하였으며 10°C/min의 속도로 30°C부터 130°C까지 가열하여 흡열피크를 얻었다. DSC 흡열 peak로부터 호화개시온도(T_0), 호화정점온도(T_p) 및 호화엔탈피(ΔH)를 Lund의 방법에 의하여 산출하였다.

(6) Rapid Visco-Analyzer(RVA) 측정

전분의 호화 양상은 신속점도측정계(Rapid Visco-Analyzer, Newport Sci., Australia)로 점도 변화를 측정하였다. 또한 쌀 전분을 일부(10~30%) 대체한 옥수수, 감자 및 고구마 전분의 호화양상과 밀가루의 호화양상을 신속점도측정계(Rapid Visco-Analyzer, Newport Sci., Australia)를 사용하여 측정하였다. 즉, 전분 시료 3 g 또는 밀가루 시료 3.5 g(14% moisture basis)을 증류수에 분산시켜 25 mL로 조제하여 RVA cup에 넣고 50°C에서 1분간 유지한 후 7.5분간 95°C까지 증가시켰으며 95°C에서 2.5분간 유지시킨 다음 다시 7.5분간 50°C로 냉각시켜 측정하였다. 이로부터 호화개시온도, 최고점도, 95°C에서 2.5분 후의 점도, 50°C로 냉각후의 최

중 점도를 측정하였다.

마. 쌀 전분소재의 베이커리 가공적성 검토

(1) 쌀 전분 첨가 머핀의 제조

쌀 전분을 첨가한 머핀은 Table 1에 나타난 배합비에 따라 쌀 전분을 버터의 0~30%로 대체하여 제조하였다. 밀가루, 베이킹파우더, 소금, 탈지분유는 체질하여 두고, 버터에 설탕, 계란을 넣어 크림상이 될 때 까지 반죽하였다. 반죽기(HOBART N50, USA)로 저속으로 1분, 중속으로 1분간 반죽한 다음 체질한 재료들을 넣고 저속으로 20초, 물을 넣고 저속으로 30초, 중속으로 30초 더 반죽하여 머핀 컵에 75 g씩 취하여 reel oven(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)에 넣고 204℃에서 24분간 굽기를 하였다.

Table 1. Baking formula for muffin based on total flour weight

Ingredients	Flour basis(%)
Flour	100.0
Sugar	60.0
Butter	40.0
Whole egg	32.0
Non-fat dry milk	7.4
Salt	0.4
Baking powder	3.5
Water (distilled)	60.07

(2) 머핀의 품질특성 측정

머핀의 부피와 무게는 굽기 후 1시간 동안 실온에서 방치한 다음에 측정하였으며 부피는 종자치환법으로 측정하였다. 머핀 단면의 높이는 머핀을 위에서 아래로 정확히 반으로 자른 단면의 높이를 측정하였다. 머핀의 색도는 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다.

(3) 쌀 전분 첨가 sugar-snap cookie의 제조

Sugar-snap cookie의 제조는 쌀 전분을 쇼트닝에 대해 0~30%로 대체한 주원료를 Table 2와 같은 기본 배합비에 따라 제조하였다. 원료를 National Micro-Mixer(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 head speed 172 rpm으로 하여 반죽하였고 반죽은 7 mm 두께로 하여 쿠키 cutter(내경 60 mm)로 절단하였다. 절단 후 바로 205°C로 조절된 reel oven(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)에서 11분간 구운 후 5분간 냉각시키고 나서 baking sheet로부터 분리하였다. 이후 1시간 동안 실온까지 방냉시켰다.

Table 2. Baking formula for sugar-snap cookie based on total flour weight

Ingredients	Flour basis(%)
Flour	100.0
Sugar	60.0
Shortening	30.0
Nonfat dry milk	3.0
Sodium bicarbonate (NaHCO ₃)	1.00
Sodium bicarbonate (in solution A ¹⁾)	0.80
Ammonium chloride (NH ₄ Cl) (in solution B ²⁾)	0.50
NaCl (in solution B)	0.45
Water (distilled)	variable

¹⁾Prepared by dissolving 79.8 g NaHCO₃ in 1 L of distilled water.

²⁾Prepared by dissolving 101.6 g NH₄Cl + 88.9 g NaCl in 1 L of distilled water.

(4) 쿠키의 품질특성 측정

쿠키를 실온까지 냉각한 후 직경과 두께를 측정하였으며, 쿠키의 퍼짐성 즉 쿠키의 두께에 대한 직경(D/T)은 AACC 방법 10-50D에 따라 계산하였다. 쿠키의 부피는 종자치환법으로 측정하였으며 비중은 쿠키의 체적에 대한 중량비로 산출하였다. 쿠키의 색도는 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다.

(5) 쌀 전분 첨가 white layer cake의 제조 방법

White layer cake는 쌀 전분을 쇼트닝에 대해 0~30% 대체한 주원료를 Table 3과 같이 기본 배합비에 따라 제조하였다. 즉, 모든 건조 재료를 합쳐 체질한 후 제과용 mixer(HOBART N50, USA)의 mixing bowl에 넣고 쇼트닝과 전체 물량의 60%를 첨가한 후 저속으로 30초, 중속으로 4분간 혼합하였다. 다시 20%의 물량을 첨가하고 저속으로 30초, 중속으로 2분간 혼합한 다음 최종적으로 나머지 20% 물량을 첨가하고 저속으로 30초, 중속으로 2분간 혼합하여 반죽을 마무리하였다. 반죽은 baking pan(직경 21 cm, 높이 3.8 cm)에 425 g씩 담은 후 reel oven (National Co., USA)을 사용하여 190℃에서 20분간 구웠다.

Table 3. Baking formula for white layer cake based on total flour weight

Ingredients	Flour basis(%)
Flour	100.0
Sugar	140.0
Shortening	50.0
Non-fat dry milk	12.0
Dried egg whites	9.0
Salt	3.0
Baking powder	6.0
Water (distilled)	125

(6) 케이크의 품질특성 측정

굽기를 마친 케이크는 30분간 pan에서 냉각시킨 후 무게(g)를 측정하고 부피(cc)를 종자치환법에 의해 측정하였으며, 이로부터 비체적(cc/g)을 산출하였다. 케이크의 volume, symmetry 및 uniformity index는 AACC 방법(10-91)에 준하여 냉각된 케이크의 중앙 부분을 절단한 후 측정하였다. 케이크의 crumb 색도는 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다.

(7) 쌀 전분 첨가 컵케이크의 제조

전자레인지용 컵에 달걀을 풀어 넣고 우유를 섞어 넣은 후, 컵케익 프리믹스를 넣은 다음 부드러워질 때까지 잘 섞이도록 충분히 저어준다. 그리고 녹인 버터를 넣어 잘 섞어준다. 컵을 전자레인지에 넣고 500W 기준 1분 20초간 가열해 준다.

바. 쌀 전분 소재의 면류 가공적성

(1) 국수(생면)의 제조

200 g 밀가루(중력분)에 대하여 쌀 전분을 10% 대체한 복합분을 혼합기(Atlas, Macato OCM., Italy)에 넣고 소금 4 g과 증류수를 80 mL를 첨가한 후 10분간 반죽하였다. 반죽을 지퍼백에 넣고 밀봉하여 25°C incubator에서 1시간 휴지시킨 후 roll 간격을 3단계(4.5 mm, 3.0 mm, 2.0 mm)로 조절하여 dough sheet를 형성하였으며 폭이 4.0 cm, 두께가 2.0 mm인 국수로 제조하였다.

(2) 국수의 품질특성 측정

국수의 색도는 생면과 조리한 국수를 세절한 후 표면 색도를 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 측정하였다. 국수의 중량은 생면 50 g을 500 mL의 끓는 물에 넣고 6분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 후 10분간 물을 뺀 무게로 계산하였다. 국수의 부피는 50 g의 국수를 500 mL의 증류수를 담은 1 L의 mass cylinder에 담근 후 증가하는 물의 부피로 계산하였다. 조리면의 함수율은 삶아서 건져낸 국수를 10분간 물기를 제거한 후 측정된 국수의 중량에서 생면의 중량을 빼고 다시 생면의 중량으로 나누어 준 후 100을 곱하여 구하였다. 조리가 끝난 국물의 탁도는 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Japan)를 사용하여 675 nm에서 흡광도로 나타내었다. 조리한 국수의 텍스처는 TA-XT2 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System)를 사용하여 측정하였다.

(3) 유탕면의 제조

밀가루(중력분) 200 g에 대하여 쌀 전분을 0~30% 대체하여 Hobart 반죽기(Hobart Co., Troy, Ohio, USA)에 넣고 5분간 혼합하였으며 물 80 mL에 소금 2.4 g (1.2%), 알칼리제 0.4 g (0.2%)을 용해시켜 혼합분에 첨가하고 15분간 반죽하였다. 반죽을 지퍼백에 넣고 밀봉하여 25°C incubator에서 1시간 휴지시킨 후 수동식 제면기(Marcato, Padova, Italy)에서 roll 간격을 3단계(4.5 mm, 3.0 mm, 2.0 mm)로 조절하여 면대를 형성하였으며 면대를 폭이 1.5 mm, 두께가 2.0 mm인 면으로 제조하였다. 형성된 면은 찜통에서 증기로 3분간 증자 후 1분간 상온에서 방냉 하였으며 전기튀김기(Jion Loen Co., Taichung Hsien, Taiwan)에 넣고 150°C에서 60초간 유탕하였다.

(4) 유탕면의 품질특성 측정

조리 유탕면의 중량은 20 g의 유탕면을 200 mL의 끓는물(100°C)에 넣고 3분간 조리 후 건져서 흐르는 물에 30초간 냉각시키고 칠판에 넣어 1분간 실온에서 방치하여 물기를 뺀 다음 표면의 물기를 제거하여 무게를 측정하였다. 유탕면의 부피는 20 g의 면을 증류수 300 mL를 채운 500 mL 메스실린더에 넣어 조리전과 조리후의 면의 부피를 측정하였다. 조리 유탕면의 함수율은 [(조리면의 무게-면의 무게)/면의 무게] × 100으로 계산하였다. 조리액의 탁도는 면을 삶아낸 국물을 실온에서 냉각한 후 Whatman No 3 여과지(Whatman, Piscataway, USA)로 여과하여 분광광도계(UV-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 675 nm에서 흡광도로 측정하였다. 유탕면의 색도는 색차계(Minolta CR-200, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다. 조리한 유탕면의 텍스처 특성은 TA-XT2 Texture Analyzer(Stable Micro System, Godalming, UK)를 사용하여 측정하였다. 직경 4 cm, 두께 0.5 cm의 원형 probe를 이용하여 조리한 면의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 조리한 유탕면의 관능 검사는 10명으로 구성된 훈련된 패널을 대상으로 실시하였고, 조리면에 대하여 외관, 색상, 향미, 맛, 조직감, 종합적 기호도의 평가항목에 대해 9점기호척도로 평가하도록 하였다. 각 항목에 대한 바람직한 정도인 기호도는 1로 갈수록 낮고 9로 갈수록 큰 것으로 나타내었다.

사. 쌀 전분 소재의 떡류 가공적성

(1) 쌀 전분 첨가 가래떡의 제조

떡의 제조는 쌀가루(300 g)의 수분 함량에 따라 가수량을 조정(43%)하여 찜기에 30분간 증자한 후 녹즙기((주)동아오스카 DO-9990)를 이용하여 떡을 제조하였다. 습식 제분한 백미가루에 쌀 전분을 2% 대체하여 쌀 전분 첨가 가래떡으로 제조하였다.

(2) 가래떡의 품질특성 측정

가래떡의 중량은 가래떡(길이 1~5 cm) 50 g을 500 mL의 끓는 물에 넣고 5분간 삶은 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 후 체에 건져 떡 표면의 물기를 제거한 후(10분) 떡의 중량을 계산하였으며, 가래떡의 부피는 500 mL의 메스실린더에 300 mL의 증류수를 채운 다음 일정 무게의 시료를 넣고 증가한 부피로 측정하였다. 가래떡의 고형물 용출량은 가래떡 끓인 물 50 mL를 알루미늄 용기에 담아 105°C 건조기에서 10시간 건조하여 수분을 완전히 제거한 후 무게를 측정하여 고형물 용출량을 측정하였다. 제조된 가래떡은 길이 2.0 cm 크기로 자른 후 Texture analyzer(model TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne 등(1978)에 의해 기술된 2 bite compression에 의해 springiness(탄력성), gumminess(검성), cohesiveness(응집성), adhesiveness(부착성), hardness(경도), chewiness(씹힘성)를 측정하였

다. 이때, 측정 조건으로는 plunger diameter 12.5 mm, crosshead speed 10 mm, 그리고 2 bite (25%) compression을 사용하였다. 가래떡의 관능평가는 패널을 구성하여 떡의 외관, 향미, 맛, 텍스처, 종합적기호도의 평가항목에 대해 9점 기호척도를 평가하도록 하였다. 각 항목에 대한 바람직한 정도인 기호도는 1로 갈수록 낮고 9로 갈수록 큰 것으로 나타내었다.

아. 쌀 전분 소재의 수프 가공적성

(1) 쌀 전분 첨가 크림수프의 제조

전분을 포함하는 크림수프의 재료 배합 비율은 Table 4와 같으며 각각의 재료를 혼합하여(100 g) 비이커에 넣고 증류수 1 L를 서서히 넣으면서 섞어 주었다. 비이커에 마그네틱바를 넣고 호일을 씌운 후 약불에서 저어주면서 5분간, 중불에서 10분간 끓이고, 다시 온도를 낮추어 약불에서 3분간 저어주면서 가열하여 크림수프를 제조하였다.

Table 4. Basic formula for cream soup

Ingredients	Ratio(% w/w)
Wheat flour	33.3
Corn flour	18.7
Starch	5.0
Dried milk cream	20.3
Glucose	3.3
Sugar(sucrose)	5.0
MSG	2.0
Salt	4.0
Dried whey	4.0
Soup base	4.4
Total	100

(2) 크림수프의 품질특성 측정

크림수프의 수분함량은 각 시료 5 g을 칭량하고 AOAC 방법(1995)에 따라 105℃에서 상압가열건조법으로 측정하였다. 수프의 pH는 23℃로 방냉하여 pH meter로 측정하였으며 수프의 색도는 색차계를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 크림수프의 점도는 점도계(Brookfield digital viscometer LVDV-II+)를 이용하여 Spindle CP-51에 의해 회전속도 20 rpm에서 23 ℃에서 수프 점도를 cP(centipoise) 단위로 측

정하였다. 크림수프의 관능검사는 가천대학교 식품생물공학과 학생(10명)을 대상으로 외관(appearance), 향미(flavor), 맛(taste), 입안의 감촉(mouthfeel), 전반적 기호도(overall acceptability)의 검사항목에 대하여 9점기호척도법에 의해 평가하도록 하였다.

(3) 페이스트 특성 측정

구아검의 첨가에 의한 쌀 전분의 호화양상과 쌀 전분 크림수프의 페이스트 특성을 신속점도측정계(Rapid Visco-Analyzer, Newport Sci., Australia)로 측정하였다. 쌀 전분 3 g(14% moisture basis)에 구아검을 대체한 쌀 전분/구아검 혼합물을 증류수 25 mL에 분산시켜 조제한 시료를 RVA cup에 넣고 50°C에서 1분간 유지한 후 7.5분간 95°C까지 증가시켰으며 95°C에서 2.5분간 유지시킨 다음 다시 7.5분간 50°C로 냉각시켜 측정하였다. 또한 크림수프 재료 배합비를 Table 4와 같은 비율로 하여, 크림수프 배합비 재료 3 g에 사용된 쌀 전분 (5% d.b.)에 대하여 구아검을 10~30%(w/w) 대체한 크림수프 시스템에서의 페이스트 특성을 측정하였다. 이로부터 호화개시온도, 최고점도, 95°C에서 2.5분 후의 점도, 50°C로 냉각후의 최종 점도를 측정하였다.

자. 쌀 전분의 지방대체제 응용기술 개발

(1) 쌀 전분 첨가 저지방 마요네즈의 제조

전분을 포함하는 마요네즈의 재료 배합 비율은 Table 5와 같으며 재료 중 난황을 플라스틱제 볼에 넣고 핸드 블렌더(Philips HR1613, China)를 사용하여 30초간 교반한다. 그 후 설탕, 소금, 식초, 전분 paste 또는 검 paste를 넣고 1분 30초간 교반하였다. 계속 혼합하면서 유지를 6회에 걸쳐 나누어 가하여 주며 총 4분간 교반하는 것을 반복하여 마요네즈를 제조하였다. 쌀 전분은 10, 15% paste(gel) 상태로 제조하여 식용유에 대한 유지대체비율을 10-40%의 비율로 대체하였으며 검은 2% gel 상태로 제조하여 사용하였다.

Table 5. Formula for mayonnaise containing rice starch and gums

Ingredients	basis(%)
Soybean oil	100
Paste of rice starch(gum)	variable
Egg yolk	14.0
Salt	0.75
Vinegar	10
Sugar	5
합 계	129.75

(2) 색도

색도는 색차계(Minolta CR-400, Japan)를 사용하여 Hunter의 색도 L, a, b 값을 측정함

(3) pH

25℃에서 pH meter를 사용하여 측정함

(4) 점도 측정

마요네즈의 점도는 25℃±1℃의 조건에서 점도계(Brookfield digital viscometer RVDV-II+, U.S.A)를 이용하여 Spindle CP-51에 의해 회전속도 20rpm에서 0.3g을 10초간 3회 반복 측정한 값을 1회의 측정치로 하였으며 시료별 3회씩 측정하였다.

(5) 냉해동 유화안전성

마요네즈를 50 mL 원심분리관에 15g(F0) 칭량한 다음 -18℃ 냉동고에 보관하면서 일정시간마다 꺼내어 실온에서 30분간 해동시켰으며 원심분리기로 25℃에서 20분간 3,000rpm으로 원심분리하여 분리된 상층의 지방을 제거한 후 하층 침전물의 무게(F1)를 칭량하여 유화안전성을 측정하였다.

$$\text{유화안전성 (\%)} = (F1/F0) \times 100$$

(6) 관능검사

일정한 용량(20 g)의 마요네즈를 백색 접시에 제시하여 각 특성을 파악하도록 하였으며 (10명의) 관능검사 요원을 선발하여 실시함. 평가항목은 외관, 색, 향, 맛, 텍스처, 전반적인 기호도를 9점기호척도법에 의해 평가함.

2. 연구결과

가. 쌀 전분 소재의 기능적 특성 차이 조사

(1) 쌀 종류별 전분의 이화학적 특성

쌀의 종류별(멥쌀, 찰쌀) 쌀 전분의 이화학적 특성을 분석하여 쌀 전분을 이용한 제품의 응용기술 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

(가) 일반성분

멥쌀과 찰쌀로부터 분리한 쌀 전분의 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 서로 유사하였으며 아밀로오스 함량은 각각 23.7, 6.6%로 분석되었다. 본 실험에 사용한 찰쌀의 아밀로오스 함량은 waxy 품종이 <2%인 것에 비해(Champagne et al., 2004; Song et al., 2008) 높았으나 일부 찰벼 품종에서는 4~6%로 보고한(Kang et al., 2003) 바와 비슷하였다.

Table 6. Proximate composition¹⁾ of starches separated from normal and waxy milled rices

	Moisture	Crude protein ²⁾	Crude fat	Ash	Amylose
Normal rice	8.88±0.50 ¹⁾	0.28±0.05	0.19±0.11	0.21±0.03	23.7±0.99
Waxy rice	10.33±0.22	0.25±0.02	0.23±0.11	0.24±0.04	6.6±1.06

¹⁾Values are means of triplicate analyses.

²⁾Nitrogen × 5.95.

햅쌀과 3년간 저장한 고미의 일반성분을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 햅쌀로부터 분리한 쌀 전분은 0.19% 단백질, 0.26% 지방, 0.23% 회분 함량을 주었으며 고미 전분은 0.15% 단백질, 0.01% 지방, 0.19%의 회분 함량을 주어 햅쌀에 비해 고미 전분의 단백질, 지방, 회분 함량이 다소 낮은 것으로 분석되었다.

Table 7. Proximate composition¹⁾ of starches separated from fresh and stored milled rices

	Moisture	Crude protein ²⁾	Crude fat	Ash	Amylose
Fresh rice	9.59	0.19	0.26	0.23	24.88
Stored rice	9.77	0.15	0.11	0.19	26.80

¹⁾Values are means of triplicate analyses.

²⁾Nitrogen × 5.95.

(나) 쌀 전분의 색 및 크기

전분의 색도를 측정된 결과 찹쌀 전분이 멥쌀 전분에 비해 L값이 약간 낮았으며 적색도(a 값)과 황색도(b 값)은 별 차이가 없었다(Table 8). 햅쌀과 저장 쌀 전분의 쌀 전분의 색도를 측정한 결과는 Table 9와 같이 햅쌀에 비해 저장 쌀 전분의 명도(L 값)이 약간 감소하였으며 적색도(a 값)과 황색도(b 값)은 증가하였다.

Table 8. Color values of rice starches separated from different milled rices

	Color values		
	L	a	b
Normal rice	99.28±0.32	-0.05±0.02	0.26±0.03
Waxy rice	98.38±0.43	-0.02±0.01	0.24±0.06

¹⁾Values are means of duplicate analyses.

Table 9. Color values of rice starches separated from fresh and stored milled rices

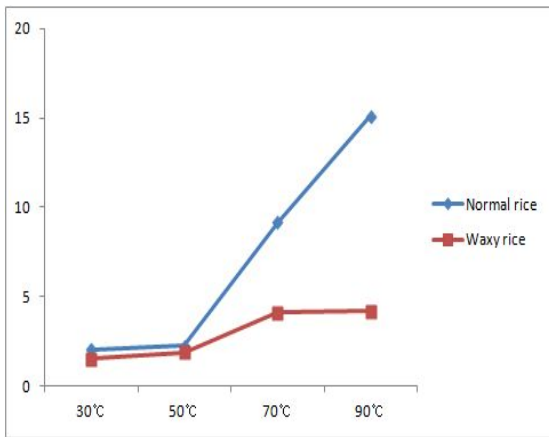
	Color values			Mean granule size (μm)
	L	a	b	
Fresh rice	99.84	-0.01	0.21	6.21
Stored rice	99.06	0.20	0.76	5.16

¹⁾Values are means of duplicate analyses.

(다) 쌀 전분의 팽윤력 및 용해도

멥쌀과 찹쌀 전분의 팽윤력 및 용해도를 30~90℃에서 측정된 결과는 Fig. 1에 나타나 있다. 전분을 물과 함께 가열하면 전분입자가 팽윤되고 구성성분이 용출되는데 이는 측정온도 및 전분의 종류에 영향을 받는다. 멥쌀 전분의 팽윤력은 50℃까지는 완만히 증가하였으며 그 이후로 급속히 증가하여 70℃와 90℃에서는 높은 팽윤력을 보여주었다. 한편 찹쌀의 팽윤력은 멥쌀에 비해 낮은 것으로 측정되었다. 전분의 용해성 역시 측정온도가 높아짐에 따라 증가하였으며 찹쌀 전분에서 약간 높게 측정되었다. 곡류 전분의 팽윤과 용해성은 부분적으로 아밀로펙틴의 분자구조, 전분의 구성(아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율, 인의 함량), 그리고 입자의 구조 (결정성과 무정형의 비율) 등에 의해 영향을 받는 것으로 보고되었다.

(A)



(B)

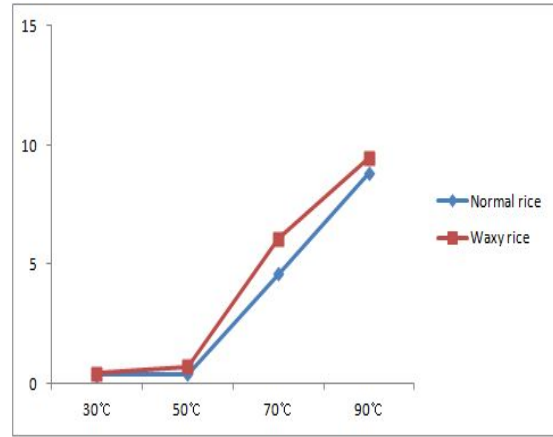
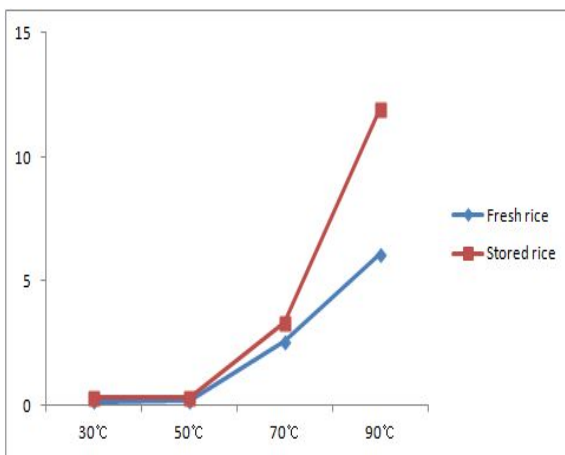


Fig. 1. Swelling power and solubility of starches separated from milled rices with different levels of amylose. (A): Swelling power, (B): Solubility.

햅쌀과 저장쌀 전분의 팽윤력과 용해도를 30~90°C에서 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 쌀 전분의 팽윤력은 50°C까지는 완만히 증가하였고 그 이후로 급속히 증가하여 70°C와 90°C에서는 높은 팽윤력을 보여주었으며 저장쌀 전분의 팽윤력이 햅쌀에 비해 보다 높게 나타났다. 온도가 증가함에 따라 팽윤력이 증가하는 것은 가열 온도의 상승에 따라 입자 내의 분자간 결합이 약해지기 때문이며 전분 입자 내의 결합 강도가 강할수록 팽윤이 강하게 억제된다고 하였다. 저장쌀 전분의 용해도는 측정온도 50°C와 70°C 사이에서 증가하기 시작하여 70°C와 90°C에 이르러 크게 증가하였으며, 햅쌀 전분에 비해 큰 증가 폭을 보여주었다.

(A)



(B)

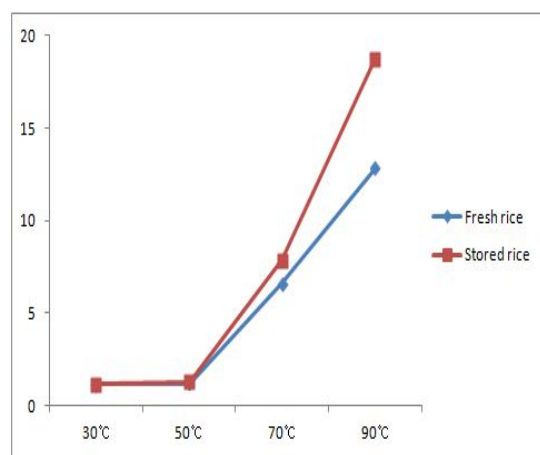


Fig. 2. Swelling power and solubility of starches separated from fresh and stored milled rices. (A): Swelling power, (B): Solubility.

(라) Rapid Visco-Analyzer(RVA) 측정

쌀 전분의 호화양상을 신속점도측정기(Rapid Visco-Analyzer)를 사용하여 측정한 결과는 Table 10과 같다. Pasting temperature(호화개시온도)는 test를 시작하여 점도가 증가하기 시작한 시점의 온도로 멥쌀 전분의 호화개시온도는 69.97°C로 찰쌀 전분의 68.62°C에 비해 높았다. 이는 멥쌀이 찰쌀에 비해 호화개시온도가 높으며(Lee, 2012; Kim & Shin, 2007) waxy 품종에 비해 아밀로오스 함량이 높은 쌀 전분의 호화개시온도가 높다는 결과(Park et al., 2007; Lii et al., 1996; Lee et al., 1989)와 유사하였다. Peak viscosity(최고점도)는 heating과 holding cycle이 반복되는 동안 기록되어지는 최고 점도를 나타내며 최고점도는 멥쌀 전분이 251 RVU로 찰쌀 전분 206 RVU에 비해 높게 나타났다. 그러나 최고점도 이후 95°C에서 2.5분간 유지시킨 후의 나타나는 점도인 trough 점도는 멥쌀 전분에서 더 낮게 나타나 최고점도에서 trough 점도를 뺀 값으로 전분의 호화중 열과 전단력에 대한 저항성을 나타내는 breakdown은 멥쌀 전분이 169 RVU로 찰쌀의 117 RVU에 비해 높게 나타났다.

Table 10. RVA pasting properties of starches separated from normal and waxy milled rices

	Onset temp. (°C)	Viscosity (RVU) ¹⁾				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Normal	69.97 ²⁾	251.00	82.11	168.89	153.44	-97.56
Waxy	68.62	206.22	89.33	116.89	122.86	-83.36

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

²⁾Values are means of triplicate determinations.

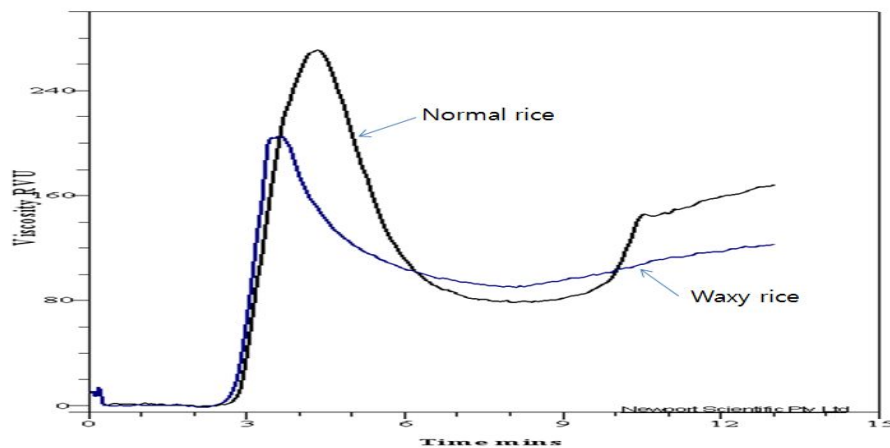


Fig. 3. RVA pasting properties of starches separated from normal and waxy milled rices.

(2) 쌀 전분과 타 전분의 특성차이 조사

(가) 전분 종류별 호화양상

쌀 전분의 특성을 타 전분과 비교하기 위하여 쌀 전분의 호화성질을 타 전분과 함께 측정하였다. 쌀 전분의 호화특성을 신속점도측정기(RVA)로 측정하여 옥수수, 밀, 감자, 고구마전분 등 타 전분과 비교한 결과는 Table 11 및 Fig. 4와 같다. 쌀 전분의 호화개시온도는 본 실험에 사용한 옥수수, 밀, 감자, 고구마전분에 비해 낮았으며 pasting 점도는 타 전분에 비해 낮은 경향이었으며 특히 냉각에 의한 최종점도가 낮게 나타났다. 쌀 전분은 trough 점도가 낮아 breakdown이 컸으며 최종점도가 낮아 setback이 상대적으로 낮았다. 실험에 사용한 전분중 감자전분이 최고점도가 특이하게 가장 높았으며 냉각 후 최종점도가 낮은 편으로 setback은 가장 낮게 나타났다. 고구마전분, 옥수수전분의 최고점도가 그다음이었으며 쌀 전분에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 11. RVA pasting properties for various sources of starches

	Onset temp. (°C)	Viscosity (RVU) ¹⁾				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Normal rice	69.97 ²⁾	251.00	82.11	168.89	153.44	-97.56
Waxy rice	68.62	206.22	89.33	116.89	122.86	-83.36
Normal corn	76.63	253.58	168.89	84.69	250.89	-2.70
Waxy corn	75.92	265.25	176.69	88.55	237.42	-27.83
Wheat	82.25	248.55	199.53	49.03	281.39	32.83
Potato	71.08	950.34	170.79	779.54	377.17	-573.17
Sweet potato	81.85	340.46	210.63	129.84	303.13	-37.33

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

²⁾Values are means of triplicate determinations.

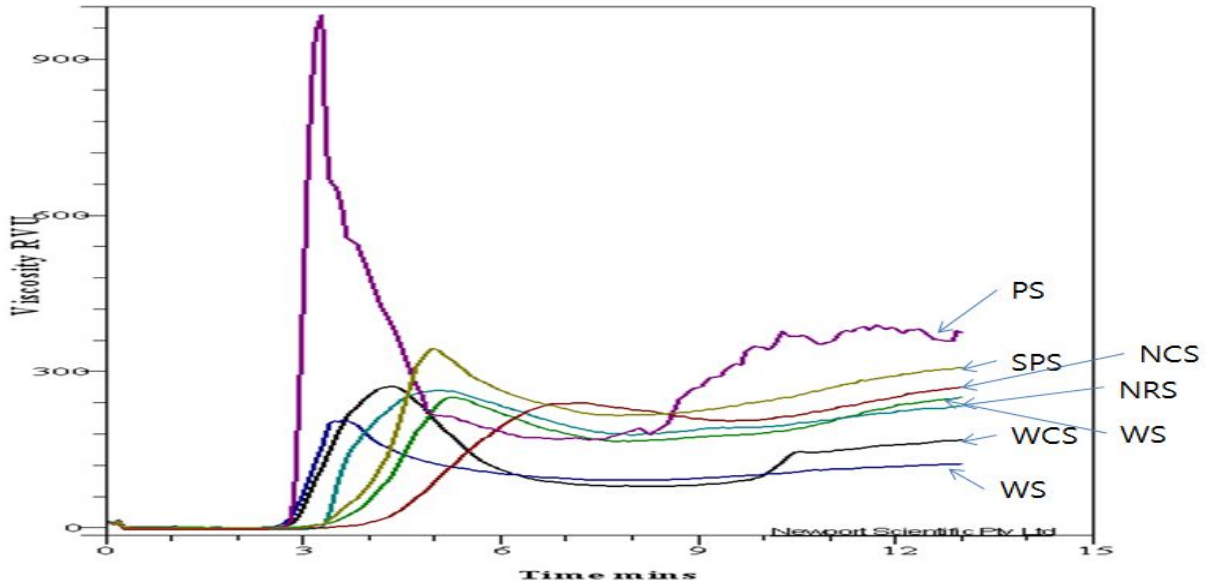


Fig. 4. RVA pasting properties for various sources of starches.

(나) 쌀 전분 대체 타 전분의 호화양상

현재 국내에서는 옥수수, 감자, 고구마 전분이 공업적으로 생산되어 식품산업에서 증점제, 가공식품의 원료로 널리 사용되고 있으며 이에 옥수수, 고구마 감자, 전분에 쌀 전분의 일부 대체효과를 조사하기 위한 일환으로 RVA 호화양상을 조사하였다.

① 쌀 전분 대체 옥수수 전분의 호화특성

옥수수 전분은 가장 보편적으로 이용되고 있는 전분이다. 일반 옥수수 전분에 멍쌀 및 찹쌀로부터 분리한 전분을 10~30% 대체하여 RVA에 의한 호화양상을 측정된 결과는 Table 12와 같다. 옥수수 전분의 호화개시온도는 72.49℃였고 최고점도, trough 점도, 최종점도는 각각 228.15, 141.41, 272.25 RVU로 나타났다. 일반 옥수수 전분에 쌀 전분을 10~30% 대체함에 따라 RVA 최고점도는 멍쌀 전분 대체 시 246~273 RVU, 찹쌀 전분 대체 시 232~263 RVU로 증가하였으며 trough 점도를 증가시켰으나 최종점도에는 큰 증가세를 보이지 않아 setback이 다소 감소하는 경향이었다.

Table 12. RVA pasting properties of normal corn starch substituted with different levels of rice starch

	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU) ¹⁾				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
100% corn starch	72.49 ²⁾	228.15	141.41	83.15	272.25	44.11
Normal rice starch 10%	74.63	246.69	160.69	88.19	287.27	40.58
Normal rice starch 20%	73.69	273.75	165.70	90.18	276.23	20.99
Normal rice starch 30%	76.20	273.25	177.63	92.04	301.16	27.91
Waxy rice starch 10%	74.69	232.23	141.18	85.67	253.52	21.29
Waxy rice starch 20%	73.61	257.69	146.27	89.93	274.92	17.23
Waxy rice starch 30%	76.93	262.68	158.30	94.34	292.85	30.18

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

²⁾Values are means of triplicate determinations.

찰옥수수 전분에 멥쌀 및 찹쌀 전분을 10~30% 대체하여 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 13과 같다. 찰옥수수 전분의 호화개시온도는 71.85°C였고 최고점도, trough 점도, 최종점도는 각각 231.58, 157.88, 255.89 RVU로 나타났다. 일반 옥수수 전분에 비해 최고점도, trough 점도는 약간 높았고 최종점도는 약간 낮아 setback이 낮게 나타났다. 찰옥수수 전분에 쌀 전분을 첨가함에 따라 RVA 최고점도는 멥쌀 전분 대체시 223~198 RVU, 찹쌀 전분에서 180~169 RVU로 감소하였으며 최종점도는 263~301 RVU의 범위로 증가하였다. 찰옥수수 전분은 일반 옥수수전분과는 달리 쌀 전분 첨가에 의해 RVA 최고 점도 감소와 최종점도의 증가세에 따라 setback이 증가하였으며 찹쌀 전분 대체에 의한 setback의 증가가 보다 큰 것으로 나타났다.

Table 13. RVA pasting properties of waxy corn starch substituted with different levels of rice starch

	Onset temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
100% corn starch	71.85	231.58	157.88	81.36	255.89	24.31
Normal rice starch 10%	74.98	223.30	164.07	84.40	270.80	47.50
Normal rice starch 20%	74.68	212.09	165.35	88.91	300.83	88.75
Normal rice starch 30%	76.12	198.79	166.84	96.22	292.71	93.92
Waxy rice starch 10%	77.57	179.74	151.35	84.68	263.30	83.56
Waxy rice starch 20%	76.05	171.89	163.45	93.89	279.01	107.11
Waxy rice starch 30%	73.54	169.24	168.23	90.88	289.92	120.68

② 쌀 전분 대체 고구마전분의 호화특성

고구마 전분은 국내에서 옥수수과 감자 다음으로 가장 많이 사용되고 있으며 당면이나 물엿, 수프, 스낵 및 빵 등과 같은 가공식품들의 첨가재료로 사용되고 있다. 고구마 전분에 멥쌀 및 찹쌀 전분을 10~30% 대체하여 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 14와 같다. 고구마 전분의 호화개시온도는 81.85°C 였으며 최고점도, 최저점도, 최종점도는 340.46, 210.63, 303.13 RVU 였다. 이는 고구마 전분의 호화개시온도인 74.0~80.3°C의 범위였으며 옥수수 전분 보다 최고점도가 높은 것으로 보고한(Baek et al., 2000) 바와 유사하였다. 고구마 전분은 가장 일반적으로 이용되는 옥수수전분에 비해 페이스트의 점도가 높을 뿐 만 아니라 페이스트가 투명하고 겔의 특성이 우수하며 냉해동 공정에 안정한 것으로 알려져 있다 (Jung et al., 1991). 고구마 전분에 쌀 전분의 대체 수준이 증가함에 따라 고구마 전분 paste의 최고점도는 멥쌀 전분 대체시 278~306 RVU, 찹쌀 전분 267~317 RVU로 다소 감소하였으며, trough, 최종점도 역시 유사하게 감소하는 결과를 초래하였다. 노화도를 나타내는 setback 점도는 고구마 전분의 -33.33 RVU에서 쌀 전분의 대체에 의해 약간 증가함을 보여주었다.

Table 14. RVA pasting properties of sweet potato starch substituted with different levels of rice starch

	Onset temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
100% Sweet potato starch	81.85	340.46	210.63	129.84	303.13	-37.33
Normal rice starch 10%	82.3	306.33	183.46	122.88	280.38	-25.96
Normal rice starch 20%	73.85	293.54	168.21	125.34	265.04	-28.5
Normal rice starch 30%	82.25	277.92	150.96	126.96	246.09	-31.84
Waxy rice starch 10%	81.85	316.54	194.29	122.25	279.42	-37.13
Waxy rice starch 20%	81.95	294	183.79	110.21	265.09	-29.17
Waxy rice starch 30%	82.68	266.5	171	95.5	246.88	-19.62

③ 쌀 전분 대체 감자전분의 호화특성

감자 전분은 옥수수, 밀 전분과 함께 전분산업의 기초로 자리 잡고 있으며 그자체로 조리에 이용하거나 시럽이나 소스의 증점제, 점착제, 당면 제조로 가공 식품에 첨가하는 등 여러 면에 사용되고 있다 (Grommers & Krogt, 2009). 감자 전분에 멥쌀 및 찹쌀 전분을 10~30% 대체하여 RVA 호화양상을 측정 한 결과는 Table 15와 같다. 감자 전분의 호화개시온도는 71.0°C였으며 최고점도, trough 점도, 최종점도는 950.34, 170.79, 377.17 RVU 였다. 감자 전분의 최고점도는 쌀, 옥수수, 고구마 전분에 비해 현저히 낮게 가장 높은 반면 최저점도가 급격히 낮게 떨어져 다른 전분에 비해 breakdown이 가장 높았다. 또한 감자 전분은 최고점도에 비해 최종점도가 현저히 낮아 setback이 -573 RVU로 매우 낮게 나타났다. 감자 전분은 다른 전분에 비해 호화개시온도가 빠르고 같은 농도에서 점도가 매우 높아 증점제로 이용하기 좋으며 호화액이 투명하며 겔 형성과 노화가 잘 일어나지 않는 것으로 알려져(Haase & Detmold, 1996) 있다. 쌀 전분을 10~30% 부분 대체한 감자전분의 호화개시온도는 71.0~71.8°C로 거의 차이가 없었고 최고점도, trough 점도, 최종 점도를 다소 감소시키는 경향이었으나 최고점도가 800 RVU 이상으로 여전히 높은 점도를 유지하는 것으로 나타났으며 setback 역시 -470 RVU 이하로 여전히 낮게 유지되어 노화가 느릴 것으로 예상되었다.

Table 15. RVA pasting properties of potato starch substituted with different levels of rice starch

	Onset temp.	Viscosity (RVU)				
	(°C)	Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
100% Potato starch	71.08	950.34	170.79	779.54	377.17	-573.17
Normal rice starch 10%	71.5	888.59	140.17	748.42	308	-580.59
Normal rice starch 20%	71.78	828.42	137.38	691.04	306.17	-522.25
Normal rice starch 30%	71.48	807.34	184.13	623.21	337.25	-470.09
Waxy rice starch 10%	71.03	877.46	148.84	728.63	237.17	-640.29
Waxy rice starch 20%	71.53	835.84	135	700.84	301.21	-534.63
Waxy rice starch 30%	71.45	832.67	119.29	713.38	332.71	-499.96

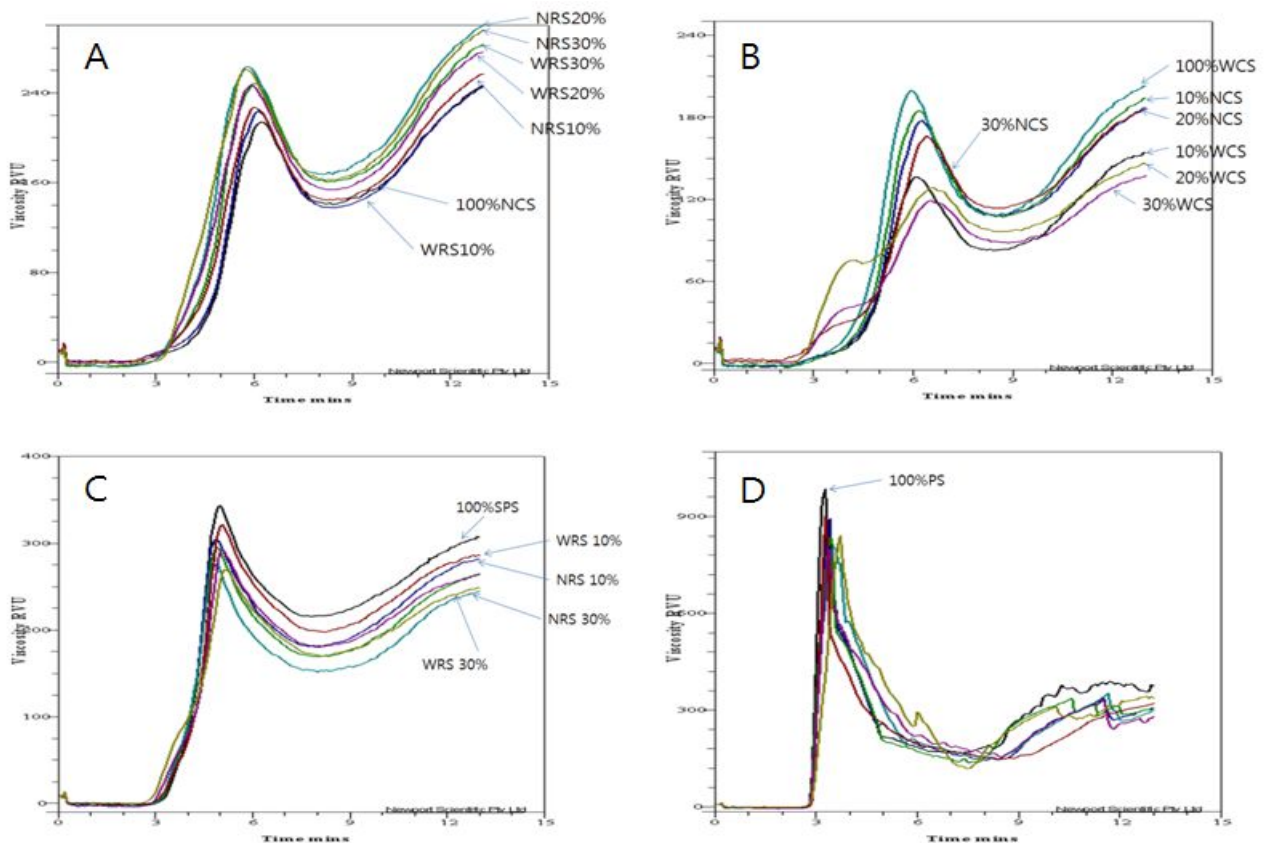


Fig. 5. RVA pasting properties of various starches substituted with different levels of rice starch.

A, Normal corn starch; B, waxy corn starch; C, sweet potato starch; D, potato starch.

(다) 쌀 전분 대체 밀가루의 호화양상

밀가루에 쌀 전분의 첨가수준을 달리하여 (0~30%) RVA 호화양상에 미치는 영향을 측정하였다. 밀가루의 단백질 함량은 6~14% 범위로 단백질 함량에 따라 제면용이나 제과, 제빵용으로 사용되며 이는 유변학적 profile에 영향을 미친다. 전분은 밀가루의 호화특성, 반죽의 점탄성, 수분흡수율, 가열시의 점도 등의 변화를 가져오므로 기호성에 관련되는 성질에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 단백질 함량에 따라 시판되고 있는 박력분, 중력분, 강력분 밀가루 가공제품에 쌀 전분의 대체효과를 알아보기 위하여 밀가루에 쌀 전분의 대체 수준을 달리하여(0~30%) RVA 호화양상을 측정하였다.

① 쌀 전분 대체 밀가루(박력분)의 호화특성

박력분에 멍쌀 및 찹쌀 전분을 10~30% 대체하여 RVA 호화양상을 측정한 결과는 Table 16에 나타나 있다. 박력분의 최고점도, trough 점도, 최종점도, setback은 각각 197, 141, 241, 45 RVU 였으며 멍쌀 전분의 대체에 따라 박력분의 최고점도는 약간 증가한 반면에 trough 점도는 감소하여 breakdown이 증가하였으며 최종점도가 감소함에 따라 노화도를 나타내는 setback은 감소하였다. 한편 찹쌀 전분의 대체에 의해서는 박력분의 최고점도는 다소 낮아졌고 최종점도가 낮아져 setback이 감소하였으며, 멍쌀 전분의 첨가에 비해 전반적으로 pasting 점도가 낮게 나타났다.

Table 16. RVA pasting properties of wheat flour(weak) substituted with different levels of rice starch

	Onset temp.	Viscosity (RVU) ¹⁾				
	(°C)	Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Wheat flour (Weak)	66.52 ²⁾	196.55	141.25	55.31	241.14	44.59
Normal rice starch 10%	73.1	193.39	122.25	71.14	226.61	33.22
Normal rice starch 20%	78.28	212.58	126.81	85.78	235.36	22.78
Normal rice starch 30%	74.48	213.33	119.64	93.69	225.61	12.28
Waxy rice starch 10%	69.92	159.86	116.61	43.25	200.89	41.03
Waxy rice starch 20%	57.53	149.36	114.39	44.97	180.28	30.92
Waxy rice starch 30%	70.48	152.00	111.03	40.97	174.89	22.89

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

²⁾Values are means of triplicate determinations.

② 쌀 전분 대체 밀가루(중력분)의 호화특성

중력분에 멍쌀 및 찹쌀 전분을 대체하여 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 17과 같다. 중력분의 최고점도, trough 점도, 최종점도, setback은 각각 209, 137, 242, 33 RVU로 나타났다. 멍쌀 전분의 첨가는 중력분의 최고 점도를 약간 증가시키고(219~229 RVU) breakdown이 증가한 반면에 찹쌀 전분의 첨가는 최고점도, breakdown을 감소시키고 멍쌀 전분에 비해 pasting 점도가 낮게 나타나 박력분에서와 유사한 변화를 초래하였다. 또한 쌀 전분의 대체량이 증가함에 따라 중력분에서도 setback은 점차 감소함을 보여주었다. 밀가루에 보편적으로 가장 많이 사용되고 있는 옥수수전분을 10~30% 첨가한 경우에는 옥수수 전분 뿐 만 아니라 찰옥수수 전분에서도 최고점도와 trough, breakdown, 최종 점도를 증가시켰다.

Table 17. RVA pasting properties of wheat flour(medium) substituted with different levels of rice starch

	Onset temp.	Viscosity (RVU)				
	(°C)	Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Wheat flour (Medium)	75.05	208.86	136.56	72.31	241.89	33.03
Normal rice starch 10%	75.52	229.06	138.94	89.44	251.14	22.08
Normal rice starch 20%	79.28	218.33	123.03	95.30	243.22	14.00
Normal rice starch 30%	63.53	227.64	127.17	100.47	239.81	12.17
Waxy rice starch 10%	71.03	178.53	125.19	53.33	209.78	31.25
Waxy rice starch 20%	70.27	144.81	105.86	38.94	171.75	26.95
Waxy rice starch 30%	66.62	147.72	108.36	39.36	171.14	23.41

밀가루(중력분)에 일반적으로 많이 사용되는 옥수수전분을 10~30% 대체하여 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 18과 같다. 옥수수전분을 첨가한 밀가루에서 호화개시온도가 약간 낮았으며 pasting 점도는 일반 옥수수전분과 찰성 옥수수전분 첨가에서 모두 다소 높게 나타났다.

Table 18. RVA pasting properties of wheat flour(medium) substituted with different levels of corn starch

	Onset temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Wheat flour (Medium)	75.05	208.86	136.56	72.31	241.89	33.03
Normal corn starch 10%	73.7	224.03	144.5	79.53	255.28	31.25
Normal corn starch 20%	75.02	247.78	158.86	88.92	280.91	33.14
Normal corn starch 30%	75.08	263.36	172.39	90.97	299.89	36.53
Waxy corn starch 10%	70.72	277.31	145.44	81.86	257.92	30.61
Waxy corn starch 20%	73.95	243.25	152.83	90.42	276.28	33.03
Waxy corn starch 30%	68.08	255.83	162.09	93.75	291.08	35.25

③ 쌀 전분 대체 밀가루(강력분)의 호화특성

강력분에 멥쌀 및 찹쌀 전분을 대체하여 RVA 호화양상을 측정한 결과는 Table 19와 같다. 강력분의 최고점도, trough 점도, 최종점도는 각각 137, 83, 154 RVU로 박력분과 중력분에 비해 pasting 점도가 전반적으로 낮았다. 멥쌀 전분을 첨가한 강력분의 최고점도는 증가하였으나 찹쌀 전분을 첨가한 경우의 강력분의 점도는 초반에 증가하였지만 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여주었다. 최종점도의 경우에도 멥쌀 전분의 첨가 시 증가하였으나 찹쌀 전분의 첨가는 초기에만 증가하고 첨가량이 증가함에 따라 감소함을 보여주었다. 밀가루 가공제품에 감자나 고구마 전분 등 전분의 첨가가 호화양상에 미치는 영향을 조사한바 와 같이(Zaidul et al., 2007) 밀가루에 쌀 전분의 첨가에 따른 호화양상의 변화는 제면, 제과제빵, 수프 등 밀가루 가공제품에 쌀 전분의 첨가시에 고려해야할 사항으로 사료되었다.

Table 19. RVA pasting properties of wheat flour(strong) substituted with different levels of rice starch

	Onset temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Wheat flour (Strong)	73.92	136.91	82.81	54.11	154.14	17.23
Normal rice starch 10%	79.28	179.83	103.47	76.36	188.39	8.56
Normal rice starch 20%	68.6	182.58	100.44	82.14	189.84	7.25
Normal rice starch 30%	79.53	199.58	108.72	90.86	205.28	5.69
Waxy rice starch 10%	66.92	159.47	107.64	51.84	178.55	19.08
Waxy rice starch 20%	64.65	123.19	87.42	35.78	141.64	18.45
Waxy rice starch 30%	69.13	125.59	93.64	31.94	142.78	17.19

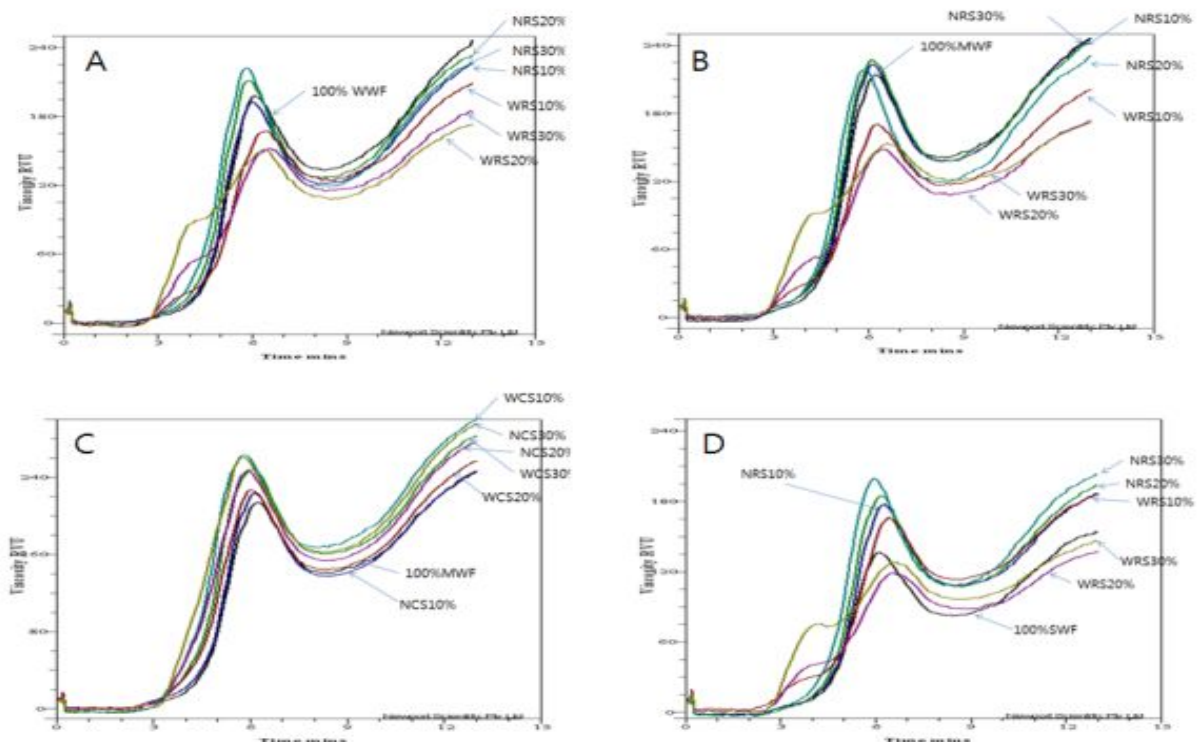


Fig. 6. RVA pasting properties of different wheat flours substituted with different levels of rice starch.

A, Weak wheat flour + rice starch; B, medium wheat flour + rice starch; C, medium wheat flour + corn starch; D, Strong wheat flour + rice starch.

나. 쌀 전분 소재의 가공적성 조사

(1) 쌀 전분 소재의 이화학적 특성

(가) 일반성분

국내산 일반쌀로부터 분리한 쌀 전분(DRS)과 수입산 쌀 전분(IRS)의 일반성분을 분석한 결과는 Table 20와 같다. 국내산 천연 쌀 전분에 비해 수입산 쌀 전분의 단백질 함량이 높았으며 amylose 함량도 높게 나타났다. 국산쌀 생전분을 사용하여 화학적 변성 처리한 초산 쌀 전분(ARS)과 하이드록시프로필 쌀 전분(HPRS)의 일반성분을 분석한 결과 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필화 쌀 전분의 단백질 함량은 각각 0.16%, 0.09%로 감소하였으며 이는 쌀 전분의 변성과정에서 조단백질 함량이 감소한 이전의 결과(19)와 유사하였다. 아밀로오스 함량은 천연 쌀 전분에 비해 초산 쌀 전분에서 약간 증가한 반면 하이드록시프로필화 쌀 전분은 약간 감소하는 것으로 나타났다.

Table 20. Proximate composition of native and modified rice starch samples

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Amylose
Rice starch (domestic)	11.82±0.02	0.31±0.13	0.64±0.06	0.12±0.00	22.67±0.43
Rice starch (imported)	12.09±0.00	0.74±0.00	0.42±0.19	0.14±0.00	24.31±0.19
Acetylated RS	16.29±0.26	0.16±0.01	0.48±0.13	0.20±0.01	23.63±0.23
Hydroxypropylated RS	10.68±0.00	0.09±0.05	0.72±0.24	0.37±0.01	21.33±0.26

(나) 쌀 전분의 색, 형태 및 크기

쌀 전분의 색도를 측정된 결과 색도는 전분별로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 21). 국산쌀 전분은 다각형의 각진 모양을 하고 있으며 평균입자크기가 6.61 μm로 나타났으며 수입산 쌀 전분의 입자 크기는 7.42 μm로 국산쌀 전분에 비해 약간 크게 관찰되었다(Fig. 7). 초산 쌀 전분과 HP 쌀 전분의 입자크기는 각각 5.91, 4.76 μm로 쌀 전분에 비해 다소 작게 나타났다.

Table 21. Color and granule size of rice starch samples

	Color values			Mean granule size (μm)
	L	a	b	
Rice starch (domestic)	95.67 \pm 0.01	0.14 \pm 0.03	1.11 \pm 0.01	6.41 \pm 0.07
Rice starch (imported)	95.52 \pm 0.04	-0.01 \pm 0.01	1.59 \pm 0.01	7.42 \pm 0.08
Acetylated RS	94.98 \pm 0.03	0.15 \pm 0.01	1.04 \pm 0.00	5.91 \pm 0.01
Hydroxypropylated RS	95.21 \pm 0.09	0.09 \pm 0.01	0.89 \pm 0.03	4.76 \pm 0.04

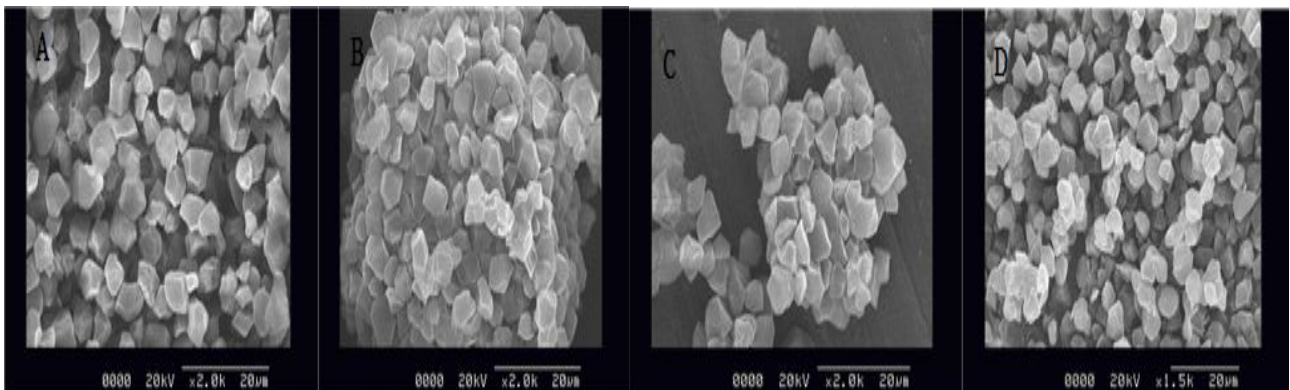


Fig. 7. Scanning electron micrographs(SEM) of rice starches.

A, Domestic rice starch; B, Imported rice starch; C, Acetylated rice starch; D, Hydroxypropylated rice starch.

(다) 쌀 전분의 용해도 및 팽윤력

쌀 전분의 팽윤력 및 용해도를 55, 75, 95°C에서 측정한 결과는 Fig. 8에 나타나 있다. 국내산 쌀 전분과 수입산 쌀 전분의 팽윤력은 유사하였으며 용해도는 국내산 쌀 전분에서 약간 높게 측정되었다. 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필화 쌀 전분의 팽윤력과 용해도는 천연 쌀 전분에 비해 모두 높은 경향이었으며 하이드록시프로필화 쌀 전분에서 가장 높게 나타났다.

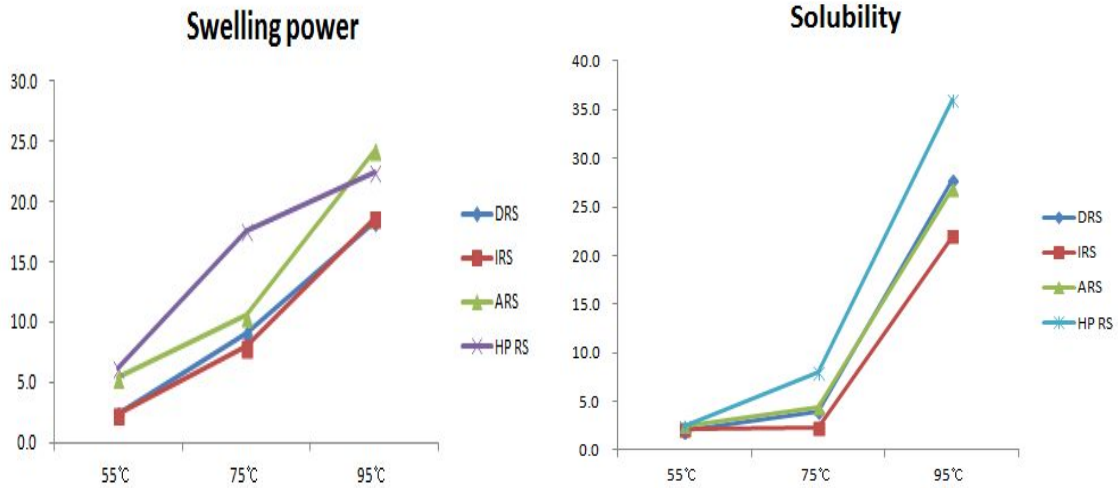


Fig. 8. Swelling power and solubility of rice starch samples.

DRS, Domestic rice starch; IRS, Imported rice starch; ARS, Acetylated rice starch; HPRS, Hydroxypropylated rice starch.

(라) Differential Scanning Calorimeter(DSC) 특성

국산쌀 전분의 Differential Scanning Calorimeter(DSC)에 의한 열적특성 결과는 Table 22 및 Fig. 9와 같다. 쌀 전분의 DSC thermogram 호화 peak에서 호화개시온도, 호화정점온도, 호화종결온도는 각각 60.54°C, 65.78°C, 76.72°C였으며 호화엔탈피는 2.86 J/g 이었다. 수입산 쌀 전분의 호화개시온도, 호화정점온도는 국산쌀 전분에 비해 높게 나타났다. 초산 쌀 전분의 호화개시온도, 호화정점온도, 호화종결온도가 낮아졌으나 broad한 피크로 호화엔탈피가 높게 나타났다. HP 쌀 전분은 호화개시온도, 호화정점온도, 호화종결온도가 낮아졌으며 호화엔탈피가 낮게 나타났다.

Table 22. DSC thermal properties of rice starch samples

	T ₀ (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH (J/g)
Rice starch (domestic)	60.54	65.78	76.62	2.86
Rice starch (imported)	62.47	67.91	76.11	2.97
Acetylated RS	46.32	63.12	73.22	8.58
Hydroxypropylated RS	53.34	58.81	75.26	2.01

Values are means of duplicate analyses.

To, Tp and Tc = onset, peak and completion temperatures (°C). ΔH = enthalpy of gelatinization.

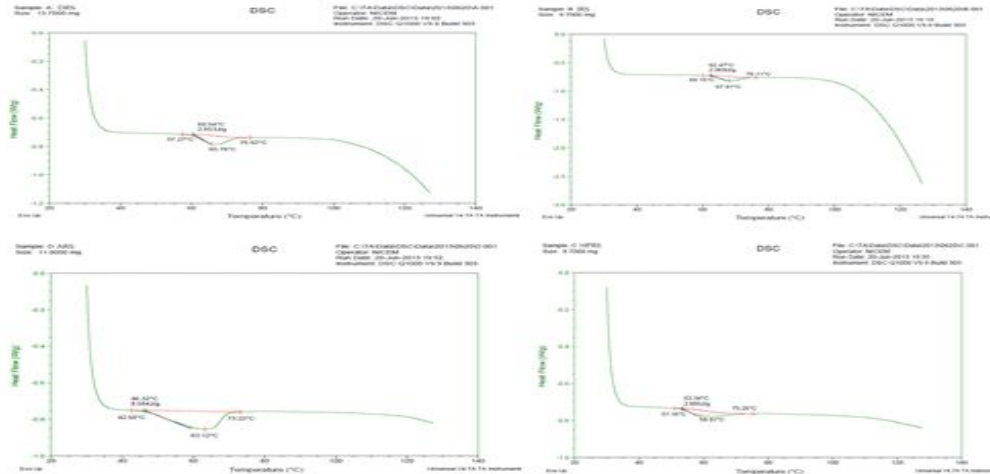


Fig. 9. DSC thermograms of rice starch samples. A, Domestic rice starch; B, Imported rice starch; C, Acetylated rice starch; D, Hydroxypropylated rice starch.

(마) 쌀 전분의 호화특성

쌀 전분의 호화양상을 신속점도측정기(Rapid Visco-Analyzer)를 사용하여 측정 한 결과는 Table 23과 같다. 국내산 쌀 전분은 수입산 쌀 전분에 비해 호화개시온도 낮고, 최고점도, breakdown이 높았으며 setback이 낮게 나타났다. 초산전분의 호화개시온도는 일반 생 쌀 전분에 비해 낮아졌고 최고점도와 breakdown은 약간 낮아졌으며 setback은 증가하였다. HP 쌀 전분은 생 쌀 전분에 비해 호화개시온도가 낮아졌고, 최고온도와 breakdown이 낮아졌으며 setback은 약간 증가하는 경향을 보여주었다.

Table 23. RVA pasting properties of rice starch samples

	Initial pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU) ¹⁾				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Rice starch (domestic)	70.69±0.48	317.19±2.46	80.15±1.18	237.04±2.98	192.50±4.93	-124.69±6.45
Rice starch (imported)	72.80±0.98	299.63±2.43	240.96±2.50	58.67±3.87	338.61±2.11	38.98±2.28
Acetylated RS	64.72±0.62	300.42±4.45	103.21±1.43	197.21±3.16	233.38±6.58	-67.04±5.11
Hydroxypropylated RS	64.66±0.40	264.12±1.39	80.94±1.39	183.19±2.90	201.67±2.96	-62.46±2.99

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

(2) 쌀 전분 소재의 베이커리 가공적성 검토

(가) 쌀 전분을 첨가한 머핀의 품질특성

머핀은 아침식사나 간식으로 이용되는 베이커리 제품으로 많은 양의 버터가 첨가되고 있으며 공기 혼입이 증가되어 부드러운 질감과 풍미를 가지게 된다. 머핀에 첨가되는 버터를 전분으로 대체하여 열량의 섭취를 줄일 수 있으며, 버터를 쌀 전분으로 0~30% 대체하여 머핀의 품질 특성을 조사한 결과는 Table 24와 같다. 쌀 전분을 버터에 0~30% 대체하여 제조한 머핀의 체적, 무게, 높이, 밀도를 측정된 결과 20% 수준까지 부피가 약간 증가하였고 30% 대체 수준에서 약간 감소하는 경향이였다. 20% 첨가수준까지 별 차이가 없었으며 20% 내외에서 품질에 크게 영향을 미치지 않았다. 쌀 전분 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 색도를 측정된 결과 Crust color(겉질색)와 Crumb color(내부색)의 L값이 약간 높아 색이 밝아지는 것으로 나타났다.

Table 24. Effect of fat replacement with rice starch on the physical characteristics of muffin¹⁾

	Control	Fat substituted with rice starch (%)		
		10	20	30
Volume (cc)	162.20±6.18	167.50±8.68	166.13±5.87	156.65±9.40
Weight (g)	62.60±0.44	64.20±1.98	59.40±3.07	62.70±0.20
Density (g/cc)	0.39±0.02	0.38±0.01	0.36±0.04	0.40±0.01
Height (cm)	6.04±0.14	6.20±0.14	6.00±0.24	6.05±0.21
Color (L value)				
Top crust	54.16±3.40	57.19±1.23	55.63±4.12	53.26±1.72
Crumb	75.96±1.71	78.05±0.27	76.12±2.63	77.12±3.85

¹⁾Values represent the means of four muffins.



Fig. 10. Internal appearance of muffins substituted with different levels of rice starch for butter.

쌀 전분의 첨가수준을 달리하여 제조한 머핀의 관능검사 결과는 Table 25와 같다. 머핀에 첨가되는 버터의 양을 30%까지 쌀 전분으로 대체하여 제조하여도 머핀의 품질에 별 영향을 주지 않으면서 지방과 열량이 감소된 머핀을 제조할 수 있을 것으로 조사되었다.

Table 25. Sensory scores of muffin substituted with different levels of rice starch for butter.

Starch	Appearance	Grain	Flavor	Texture	Overall acceptability
Control	7.00±0.58	6.43±0.53	6.86±0.90	7.29±0.95	6.86±0.69
Rice starch 10%	6.86±1.07	6.00±1.41	6.86±0.90	6.86±1.46	6.64±1.84
Rice starch 20%	6.43±1.51	6.86±0.38	7.14±0.38	7.29±1.11	7.57±0.53
Rice starch 30%	6.57±0.98	6.57±0.53	7.43±0.98	7.43±1.13	7.36±0.48

쌀 전분의 종류별 머티에 쌀 전분을 20% 대체하여 제조한 머핀의 체적, 무게, 높이를 측정 한 결과는 Table 26과 같다. 일반적으로 머핀의 체적이 높고 밀도가 낮을수록 좋은 것으로 평가되는데 국산쌀로부터 분리한 전분을 대체한 머핀은 대조구에 비해 체적이 약간 증가하고 밀도가 약간 감소한 반면 수입 쌀 전분을 대체한 머핀은 체적, 비체적, 높이가 약간 감소하여 국산쌀 전분의 머핀 제조적성이 보다 우수한 것으로 나타났다. 쌀 전분의 종류를 달리하여 제조한 머핀의 색도를 측정한 결과 쌀 전분의 첨가에 의해 내부색의 L값이 높아 밝아졌으며 초산 쌀 전분을 첨가한 머핀의 내부색이 가장 밝은 것으로 나타났다.

Table 26. Effect of fat replacement with native and modified rice starch on the physical characteristics of muffin¹⁾

	Control	Rice starch (domestic)	Rice starch (imported)	Acetylated RS	Hydroxypropylated RS
Volume (cc)	166.65±9.40	169.20±3.54	158.35±2.33	170.00±0.78	158.30±7.07
Weight (g)	62.50±0.57	62.90±0.42	62.80±0.57	63.00±0.28	63.50±0.57
Density (g/cc)	0.38±0.03	0.37±0.02	0.40±0.00	0.39±0.01	0.40±0.00
Height (cm)	6.10±0.14	6.25±0.07	5.82±0.45	5.70±0.42	5.74±0.47
Color (L value)					
Top crust	53.22±7.18	55.63±0.82	59.66±6.24	59.69±10.49	62.17±8.22
Crumb	74.33±2.26	76.12±2.43	76.50±1.58	77.13±0.22	75.42±1.14

¹⁾Values represent the means of four muffins.

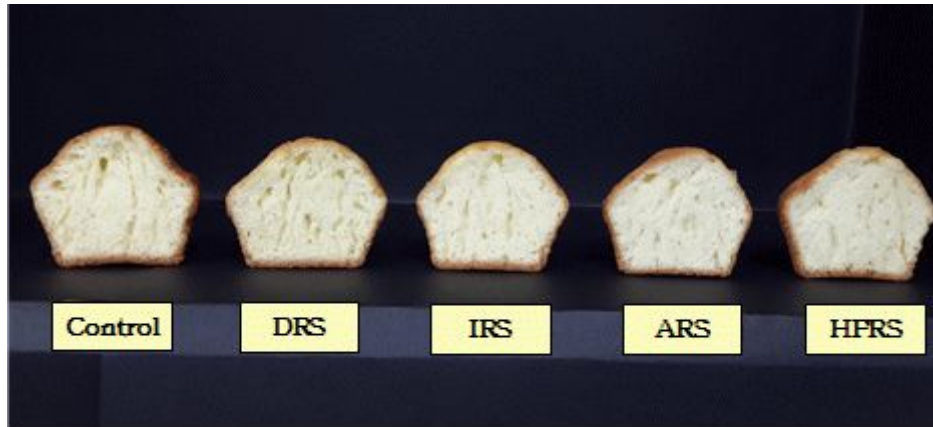


Fig. 11. Internal appearance of muffins substituted with native and modified rice starch for butter.

DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

쌀 전분의 종류별 버터에 20% 대체하여 제조한 머핀의 관능검사 결과는 Table 27과 같다. 쌀 전분을 첨가한 머핀 뿐 만 아니라 변성전분을 첨가한 머핀도 관능적인 특성에서 대조구와 큰 차이를 주지 않았다.

Table 27 . Sensory scores of reduced-fat muffin containing native and modified rice starch.

Starch	Appearance	Grain	Flavor	Texture	Overall acceptability
Control	7.29±0.76	6.71±0.49	6.86±1.07	6.86±1.21	6.86±0.38
Rice starch (domestic)	6.71±0.95	6.00±1.53	5.29±1.25	6.57±1.51	6.00±1.41
Rice starch (imported)	7.00±1.83	6.14±1.68	5.86±0.69	6.71±0.95	6.29±1.11
Acetylated RS	6.71±0.76	6.71±0.76	6.14±0.90	6.71±1.98	6.71±0.76
Hydroxypropylated RS	6.86±1.07	5.86±0.90	6.14±0.69	7.14±1.07	6.43±1.13

(나) 쌀 전분을 첨가한 쿠키의 품질특성

국산쌀로부터 분리한 전분을 쇼트닝에 대하여 0~30% 대체하여 만든 저지방 sugar-snap cookie의 외형 및 물리적 특성은 Fig. 12 및 Table 28과 같다. 일반적으로 cookie spread(쿠키 퍼짐성) 또는 직경은 중요한 품질의 지표로서 사용되며 퍼짐성 또는 직경이 큰 쿠키는 더욱 바람직한 것으로 인식되고 있다. 쌀 전분을 첨가한 쿠키의 spread ratio는 대조구의 7.57에 비

해 쌀 전분의 첨가량이 증가함에 따라 7.27~6.52로 약간 감소하였다. 한편 쌀 전분의 첨가량에 따른 쿠키의 체적, 중량 및 비중에는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

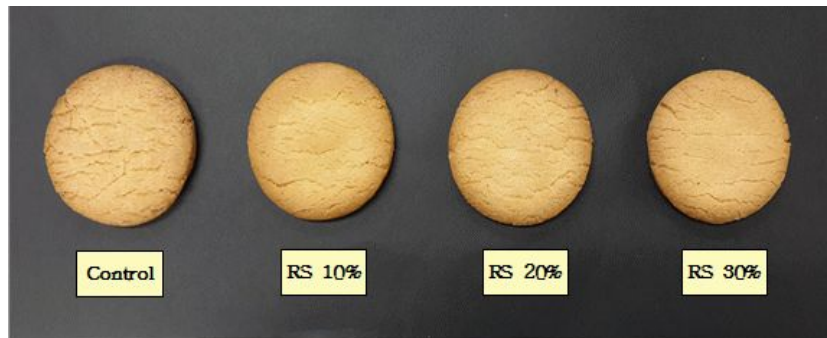


Fig. 12. Appearance of sugar-snap cookies substituted with different levels of rice starch for shortening.

Table 28. Effect of shortening replacement with rice starch on the physical characteristics of sugar-snap cookie

	Control	Fat replacement with rice starch (%)		
		10	20	30
Diameter (cm)	6.74 ¹⁾ ±0.17	6.69±0.23	6.68±0.13	6.46±0.04
Thickness (cm)	0.89±0.01	0.92±0.04	0.95±0.02	1.01±0.01
Spread ratio (D/T) ²⁾	7.57±0.23	7.27±0.57	7.03±0.21	6.52±0.01
Weight (g)	20.44±0.34	19.82±0.09	20.31±0.75	19.99±0.19
Volume (cc)	35.83±3.15	33.75±3.54	35.00±0.60	34.38±2.65
Specific gravity (g/cc) ³⁾	0.57±0.11	0.59±0.13	0.58±0.12	0.58±0.10

¹⁾Values represent the means of four cookies.

²⁾D/T = diameter/ thickness of cookies.

³⁾Weight/ volume of cookies.

쿠키 반죽과 최종 쿠키의 L, a, b값을 측정한 결과는 Table 29와 같다. 쌀 전분의 첨가에 따라 반죽의 색은 밝아지는 경향이었으며 b값은 점차 증가하였다. 한편 쌀 전분을 첨가하여 제조한 쿠키의 색은 대조구에 비해 L값이 증가하여 밝아졌으며 a값은 감소한 반면 b값은 증가하였다.

Table 29. Effect of shortening replacement with rice starch on the color of sugar-snap cookie

		Control	Fat replacement with rice starch (%)		
			10	20	30
Cookie dough	L	71.87±1.05	74.08±1.96	73.67±0.17	77.04±2.51
	a	-10.46±0.56	-10.54±0.18	-10.63±0.10	-10.54±0.05
	b	49.52±0.44	50.19±1.00	50.33±0.81	52.90±2.45
Baked cookie	L	57.46±2.65	59.87±2.29	62.69±1.81	63.30±0.66
	a	6.53±0.68	6.50±0.82	5.13±0.64	4.67±0.62
	b	51.28±1.84	52.97±1.15	53.97±1.11	53.57±1.02

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue).

* Values represent the means of four cookies.

쌀 전분을 첨가한 쿠키의 관능평가를 실시한 결과는 Fig. 13과 같다. 쿠키의 top grain은 표면에 얇고 좁은 균열 그리고 수많은 작은 섬이 형성된 것이 바람직하다. 10~20% 수준의 쌀 전분의 첨가는 쿠키의 풍미, 텍스처, 그리고 전반적인 기호도에서 대조구와 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다.

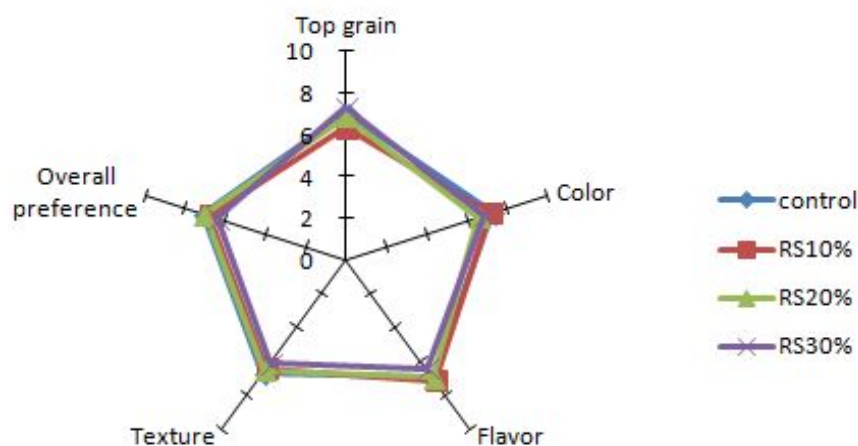


Fig. 13. Sensory scores of sugar-snap cookies substituted with different levels of rice starch for shortening.

쌀 전분의 종류를 달리하여 쇼트닝에 20% 대체하여 만든 쿠키의 외형 및 물리적 특성을 측정한 결과는 Fig. 14 및 Table 30과 같다. 쌀 전분을 첨가한 쿠키의 spread ratio는 대조구 쿠키에 비해 약간 낮았으며 국내산 쌀 전분 보다 수입산 쌀 전분으로 제조한 쿠키의 직경, 퍼짐성이 낮게 나타났다. 한편 변성전분인 초산 쌀 전분을 첨가한 쿠키는 쿠키의 직경, 두께, 퍼짐성 등 특성이 대조구와 유사하게 나타났다.



Fig. 14. Appearance of sugar-snap cookies substituted with native and modified rice starch for shortening.

DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

Table 30. Effect of shortening replacement with rice starch on the physical characteristics of sugar-snap cookie

	Control	Rice starch (domestic)	Rice starch (imported)	Acetylated RS	Hydroxypropylated RS
Diameter (cm)	6.77±0.23 ¹⁾	6.74±0.13	6.52±0.05	6.68±0.21	6.68±0.21
Thickness (cm)	0.89±0.01	0.96±0.02	1.01±0.04	0.91±0.00	0.98±0.06
Spread ratio (D/T) ²⁾	7.61±0.30	7.02±0.00	6.46±0.23	7.34±0.27	6.82±0.19
Weight (g)	20.27±0.22	20.47±0.99	19.99±0.93	20.31±0.27	20.99±0.49
Volume (cc)	34.38±2.65	35.00±0.60	34.38±0.88	33.75±1.77	36.25±3.54
Specific gravity (g/cc) ³⁾	0.59±0.02	0.58±0.08	0.58±0.11	0.60±0.06	0.58±0.03

¹⁾Values represent the means of four cookies.

²⁾D/T = diameter/ thickness of cookies.

³⁾Weight/ volume of cookies.

쌀 전분 종류별 쿠키 반죽과 최종 쿠키의 L, a, b값을 측정한 결과는 Table 31과 같다. 쌀 전분을 첨가한 쿠키 반죽의 색은 대조구보다 밝았으며 그 중 초산 쌀 전분에서 가장 밝게 나타났다. 쌀 전분을 첨가하여 제조한 쿠키의 색에서도 대조구 쿠키에 비해 L값이 높아 밝았으며 a값은 낮은 반면 b값은 높게 나타났다.

Table 31. Effect of shortening replacement with rice starch on the color value of sugar-snap cookie

		Control	Rice starch (domestic)	Rice starch (imported)	Acetylated RS	Hydroxypropylated RS
Cookie dough	L	71.72±1.44	73.69±0.23	72.89±1.44	74.25±0.08	72.20±3.83
	a	-10.36±0.74	-10.66±0.12	-10.14±0.21	-10.52±0.05	-10.41±0.39
	b	49.47±0.60	0.54±1.02	50.53±0.47	50.72±0.27	49.68±2.45
Baked cookie	L	57.64±3.72	63.70±0.67	61.91±4.98	61.58±0.76	59.79±2.62
	a	6.66±0.91	5.12±0.90	6.12±1.82	5.45±0.59	6.51±0.83
	b	51.65±2.44	54.60±0.24	54.26±2.69	53.65±0.23	52.79±1.05

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue). Values represent the means of four cookies.

쌀 전분의 첨가 수준을 달리하여 제조한 sugar-snap cookie의 관능검사 결과는 Fig. 15과 같다. 국내산 쌀 전분을 첨가한 쿠키는 풍미, 조직감, 전반적인 기호도 등에서 대조구 쿠키와 관능적인 기호도가 유사하였으며 변성 쌀 전분을 첨가한 쿠키는 대조구에 비해 관능적인 기호도가 약간 감소하는 것으로 조사되었다.

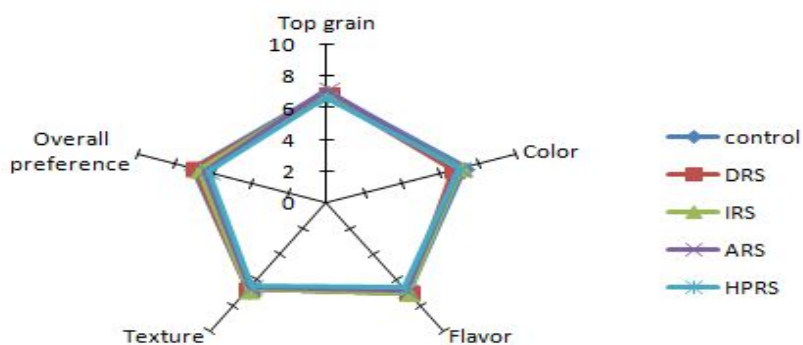


Fig. 15. Sensory scores of sugar-snap cookies substituted with native and modified rice starch. DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

(다) 쌀 전분을 첨가한 white layer cake의 품질특성

국산쌀로부터 분리한 전분을 쇼트닝에 0~30% 대체하여 만든 white layer cake의 외형 및 물리적 특성을 측정된 결과는 Fig. 16 및 Table 32와 같다. 쌀 전분의 첨가량이 증가함에 따라 cake의 부피는 대조구 cake에 비해 증가하여 비체적이 대조구 2.32 cc/g에 비해 2.66~3.06으로 상당히 증가함을 나타냈다. Volume index 측정은 종자치환법에 의해 측정된 cake의 부피와 유사한 결과를 보여주었고 symmetry index에서는 쌀 전분을 첨가한 cake에서 ‘-’값으로 cake의 중간부분이 약간 들어간 형태를 보여주었으나 uniformity index는 대조구와 별 차이를 보이지 않았다. 쌀 전분을 첨가한 cake의 crumb L값은 대조구 cake 보다 약간 높아 조금 밝게 나타났다.

Table 32. Effect of shortening replacement with rice starch on the properties of white layer cake

	Control	Fat replacement with rice starch (%)		
		10	20	30
Volume (cc)	850.0±43.41	1120.0±75.35	1015.0±21.10	1200.0±64.96
Weight (g)	367.0±4.24	387.0±8.41	381.0±2.83	392.0±6.49
Specific volume(cc/g)	2.32±0.02	2.89±0.27	2.66±0.02	3.06±0.21
Volume index	8.6±0.49	10.7±0.60	11.1±0.42	12.0±0.64
Symmetry index	0.3±0.14	-0.9±0.51	-0.3±0.07	-0.1±0.21
Uniformity index	-0.3±0.49	0.2±0.20	0.0±0.02	-0.2±0.07
Crumb Color(L)	81.31±1.61	82.91±1.13	81.33±1.39	82.43±0.04

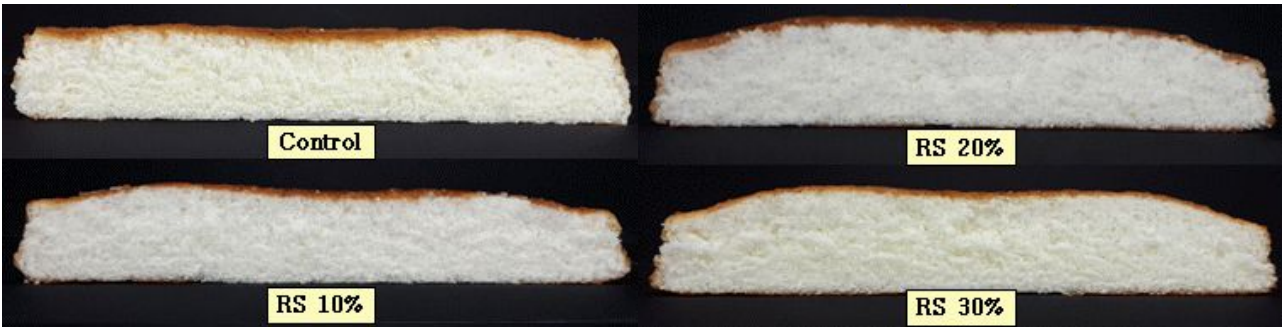


Fig. 16. Internal appearance of white layer cake substituted with different levels of rice starch for shortening.

쌀 전분의 첨가수준을 달리하여 제조한 white layer cake의 관능검사 결과는 Fig. 17과 같다. 쌀 전분의 첨가(10-30%)는 cake의 부피를 증가시킴에 따라 cake의 외형이 현저히 향상되고 grain, 향미, 텍스처가 대조구와 유사하게 나타나 전반적인 기호도가 대조구 cake에 비해 높게 평가되었다.

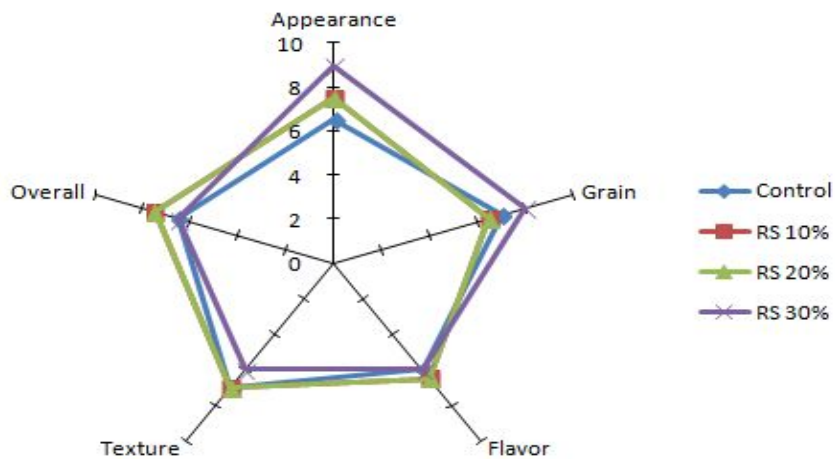


Fig. 17. Sensory scores of white layer cake substituted with different levels of rice starch for shortening.

쌀 전분의 종류별 shortening에 20% 대체하여 제조한 white layer cake의 외형 및 물리적 특성을 측정된 결과는 Table 33과 같다. 국산쌀 전분을 사용한 cake의 부피가 가장 높았고 수입산 쌀 전분과 변성 쌀 전분으로 초산 및 하이드록시프로필 쌀 전분을 사용한 cake에서도 대조구에 비해 높은 수치를 보여주었다. Volume index를 측정된 결과에서도 국산쌀 전분 cake이 가장 높았으며 변성 쌀 전분에서도 높은 수치를 나타내었다. Symmetry index에서는 쌀 전분을 첨가한 cake에서 국내산 쌀 전분과 초산쌀 전분에서 ‘-’값을 주었으며 uniformity index에서 약간 차이를 보여주었다. 쌀 전분을 첨가한 cake의 crumb L값은 대조구 cake 보다 약간 높아 조금 밝게 나타났으며 초산 쌀 전분을 첨가한 cake의 crumb가 가장 밝게 나타났다.

Table 33. Effect of shortening replacement with rice starch on the properties of white layer cake

	Control	Rice starch (domestic)	Rice starch (imported)	Acetylated RS	Hydroxypropylated RS
Volume (cc)	870.0±34.64	942.5±48.56	922.5±53.03	882.5±45.96	905.0±70.71
Weight (g)	365.7±4.16	378.5±5.56	378.0±7.90	379.0±5.66	365.5±3.54
Specific volume (cc/g)	2.38±0.08	2.49±0.13	2.45±0.21	2.33±0.08	2.46±0.17
Volume index	8.27±0.35	10.63±0.40	10.30±0.14	10.15±0.21	9.45±0.49
Symmetry index	0.10±0.53	-0.13±0.13	0.20±0.42	-0.10±0.42	0.25±0.07
Uniformity index	0.00±0.36	0.03±0.17	-0.20±0.00	-0.10±0.28	-0.10±0.00
Crumb Color(L)	81.14±2.04	81.54±1.52	81.53±1.16	82.73±1.05	82.35±0.73

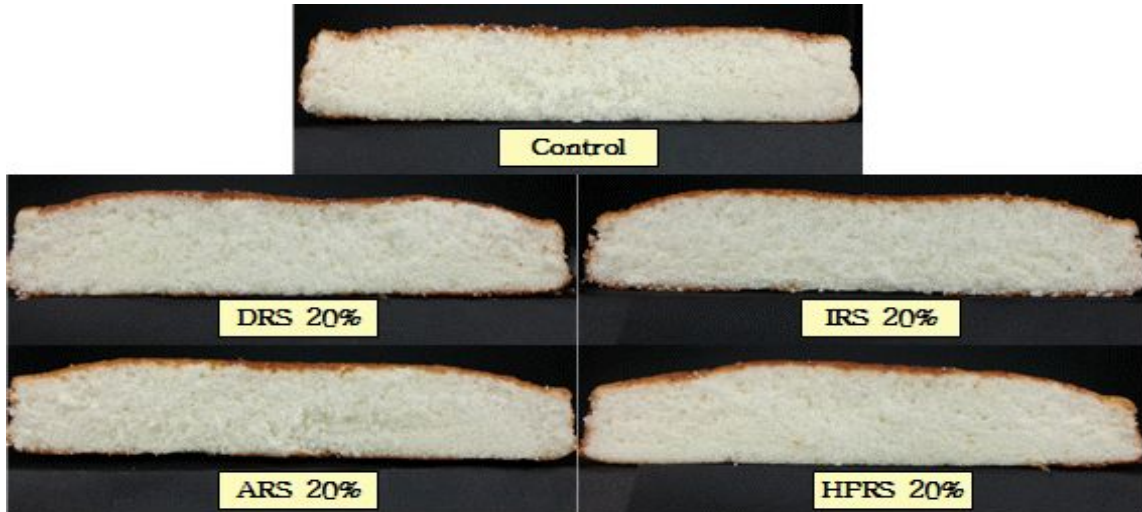


Fig. 18. Internal appearance of white layer cake substituted with native and modified rice starch for shortening.

DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

(3) 쌀 전분 소재의 면류 가공적성

(가) 쌀 전분을 첨가한 생면의 품질특성

전분은 일반적으로 밀가루 반죽의 수분흡수율, 점탄성, 가열시의 점도 등의 변화를 가져오게 하므로 면발의 외관, 표면의 점성 및 탄력성 등 기호도에 관련되는 많은 물리적 성질에 영향을 미친다. 전분의 종류를 달리하여 10%의 전분을 첨가한 복합분으로 제조한 국수(생면)의 품질 특성을 조사한 결과는 Table 34와 같다. 조리 후 전분을 첨가한 국수의 조리 후 중량, 부피, 함유율은 밀가루만으로 제조한 대조구와 유사하거나 높은 편이었다. 특히 쌀 전분의 첨가는 대조구에 비해 국수의 조리 후 중량, 부피, 함유율을 증가시켰으며 함유율의 증가는 국수의 조직감을 부드럽게 하는 요인으로 작용하였다. 조리중의 고형분의 손실 정도를 나타내는 국물의 탁도는 모든 전분을 첨가한 국수에서 높게 나타나 전분 첨가 국수에서 용출 성분의 양이 많은 것으로 나타났다. 100% 밀가루 국수와 전분을 첨가한 국수의 색도를 측정된 결과 밀가루 국수에 비해 전분 첨가국수의 조리전, 조리후 L값이 높아 밝은 색을 나타내는 경향이였다.

Table 34. Cooking properties of fresh noodles prepared from wheat flour containing various types of starch

Types of starch	Cooked Weight (g)	Cooked Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color(L value)	
					Raw	Cooked
Control (wheat flour)	81.09	73.0	60.93	0.17	78.13	64.97
Corn	80.61	70.0	59.29	0.23	78.94	63.86
Waxy corn	81.70	71.0	62.60	0.20	78.22	67.99
Potato	80.72	71.0	60.21	0.19	78.72	70.60
Sweet potato	80.87	74.0	60.40	0.19	77.26	71.57
Wheat	83.30	76.0	65.25	0.17	80.11	66.83
Tapioca	83.37	73.0	65.62	0.21	79.02	69.98
Normal rice	83.06	74.5	65.47	0.19	77.72	66.49
Waxy rice	83.66	76.0	66.39	0.17	78.34	67.88

밀가루에 대하여 쌀 전분의 종류를 달리하여 10%의 쌀 전분을 첨가한 복합분으로 제조한 국수의 품질특성을 조사한 결과는 Table 35와 같다. 국산쌀 전분을 첨가한 국수의 조리 후 중량, 부피는 대조구 국수에 비해 높았으나 변성전분을 첨가한 국수의 조리 후 중량, 부피, 함수율은 생 쌀 전분 첨가 국수에 비해 현저히 낮았고 국물의 탁도 역시 낮게 나타났다. 쌀 전분의 종류별 국수의 색도를 측정된 결과 수입산 쌀 전분 첨가면의 조리 전 L값이 가장 낮았으며 HP 쌀 전분의 L값이 가장 높게 나타났다.

Table 35. Cooking properties of fresh noodles prepared from wheat flour containing native and modified rice starches

Types of starch	Cooked Weight (g)	Cooked Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color(L value)	
					Raw	Cooked
Control	77.76±2.67	68.00±2.65	55.45±4.07	0.100±0.05	75.56±1.39	68.98±2.99
Rice starch(Domestic)	86.24±2.99	76.00±1.41	72.12±2.85	0.147±0.06	79.90±1.26	67.50±1.47
Rice starch(Imported)	86.83±5.57	78.50±5.19	72.40±6.46	0.135±0.05	75.80±2.79	68.52±2.12
Acetylated RS	80.95±2.89	72.75±4.42	60.51±4.52	0.101±0.01	75.90±2.75	70.79±1.45
Hydroxypropylated RS	80.21±0.19	70.25±3.89	59.10±1.14	0.103±0.02	80.70±2.58	66.91±2.97

(나) 쌀 전분을 첨가한 유당면의 품질특성

라면은 유당면의 일종으로 밀가루에 소금과 알칼리제를 넣고 물로 반죽하여 만든 국수를 기름에 튀긴 즉석면의 하나로서 편리하고 간편하게 조리하여 섭취할 수 있는 현대인들의 식사대용품이다. 좋은 라면의 조건은 낮은 온도에서 호화하는 전분, 즉 호화하는 속도가 빠르고 높은 점도와 탄력성을 유지하는 것이 물성을 좋게 하므로 라면의 주재료인 밀가루와 전분의 역할이 중요하다고 알려져 있다. 현재 라면 제조 시 밀가루 외의 전분원료로 감자, 옥수수, 타피오카 전분 등이 주로 사용되고 있다. 밀가루(중력분)에 쌀 전분을 종류별로 20% 대체한 복합분의 RVA 호화양상을 측정된 결과는 Table 36과 같다. 밀가루에 쌀 전분을 대체한 복합분의 호화개시온도는 75℃로 밀가루(70.48℃)에 비해 증가하였으며 최고점도가 증가한 반면 trough 점도는 감소하여 breakdown이 증가하였다. 밀가루에 초산 또는 하이드록시프로필화 쌀 전분을 대체한 복합분은 호화개시온도가 각각 67.54, 67.98℃로 밀가루만의 호화개시온도 보다 감소하였다. 초산 또는 하이드록시프로필 치환 전분과 같은 전분유도체의 호화온도가 낮아지는 것은 전분 입자내부에 치환된 아세틸기 또는 하이드록시프로필기 등의 치환체가 하이드록시 그룹과 대체되어 전분 입자 내부에 존재하는 수소결합을 방해하여 구조가 약해졌기 때문으로 보고된 바 있다. 또한 하이드록시프로필화에 의해 옥수수 전분의 결정화도가 감소된 것이 확인된 바와 같이 하이드록시프로필화 쌀 전분의 호화온도가 낮아진 것은 전분의 결정화도가 감소되었기 때문으로 판단되며 이는 팽윤력이 낮은 온도에서 증가하는 것과도 관련이 있는 것으로 사료되었다. 쌀 전분을 대체한 복합분의 최고점도는 217.85 RVU로 밀가루(207.56 RVU)에 비해 약간 증가한 반면 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필화 쌀 전분을 대체한 복합분의 최고점도는 각각 180.98, 168.60 RVU로 일반 쌀 전분 첨가에 비해 감소하였다. 최고점도와 holding strength간 차이를 나타내는 breakdown의 경우 일반 쌀 전분을 첨가한 복합분에서 85.02 RVU로 증가한 반면 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필화 쌀 전분 첨가 복합분에서는 모두 43-44 RVU로 낮은 수치를 나타내 변성된 쌀 전분이 내열성, 내전단성의 성질을 보여주는 것으로 생각되었다. 쌀 전분은 옥수수, 감자, 고구마전분에 비해 호화개시온도가 낮고 타 전분에 비해 페이스트 점도가 낮은 경향으로 조사된 바가 있으며, 본 실험을 통해 초산화나 하이드록시프로필화 변성 쌀 전분의 첨가는 호화속도를 더 낮추어주는 효과가 있는 것으로 확인되었다.

Table 36. RVA pasting properties of wheat flour substituted with native and modified rice starches

	Initial pasting temp.(°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Control (100% wheat flour)	70.48±0.45	207.56±4.37	147.88±8.06	59.69±3.88	247.36±3.47	39.79±1.32
Rice starch (domestic)	75.00±2.13	217.85±9.58	132.83±6.56	85.02±4.36	246.27±9.85	28.41±3.89
Rice starch (imported)	73.68±0.49	240.35±3.76	158.37±4.10	81.98±6.61	282.46±2.65	42.12±2.13
Acetylated RS	67.54±0.74	180.98±11.26	138.33±9.42	42.65±5.25	233.62±10.54	52.63±2.07
Hydroxypropylated RS	67.98±0.76	168.60±4.84	124.68±3.67	43.92±2.57	208.20±4.78	39.60±2.34

쌀 전분은 타 전분에 비해 전분의 소화속도가 빠르고 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필 쌀 전분과 같은 변성 쌀 전분은 소화속도를 더욱 빠르게 낮추어주는 효과가 있는 것으로 확인되었으며, 이러한 쌀 전분을 이용하여 즉석 유당면을 제조하여 이에 대한 품질특성을 조사하였다. 국산쌀로부터 분리한 천연 쌀 전분을 밀가루에 0~30% 대체하여 제조한 유당면의 조리특성을 나타내는 중량, 부피, 함수율, 색도, 그리고 조리액의 탁도를 측정된 결과는 Table 37과 같다. 조리 후 유당면의 중량, 부피, 함수율은 대조구(100% 밀가루)에 비해 쌀 전분을 첨가한 면에서 높았다. 면의 중량, 부피, 함수율은 쌀 전분 10% 첨가구에서 가장 높았으나 함수율을 제외하고 쌀 전분 첨가구간 유의적인 차이는 없는 것으로 분석되었다. 쌀 전분을 첨가한 유당면의 함수율이 높게 나타난 것은 전분의 수분흡수력이 높아 팽윤 정도가 증가하였기 때문이며 이로 인해 쌀 전분의 첨가는 함수율의 증가와 더불어 부피를 증가시키는 것으로 판단되었다. 조리 시 다량의 수분 흡수는 면의 조직감을 부드럽게 하고 탄력성을 감소시켜 면의 질감을 떨어뜨리는 원인이 된다. 쌀 전분의 첨가에 의해 유당면의 조리 후 국물의 탁도는 감소하는 경향을 나타내었고 유당면의 색도를 측정된 결과 밀가루 유당면과 조리전후 쌀 전분 첨가 유당면의 L값(명도)은 유사하였다.

Table 37. Cooking properties of instant fried noodles prepared from wheat flour containing different levels of native rice starch

Substitution level of rice starch	Cooked Weight (g)	Cooked Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color(L value)	
					Raw	Cooked
Control	41.29±2.81	37.33±2.52	105.43±11.40	0.08±0.10	80.20±1.39	66.71±2.13
10%	44.85±1.14	41.00±1.00	122.27±3.56	0.02±0.00	80.29±0.49	63.53±0.18
20%	41.57±3.30	38.00±3.46	106.85±12.94	0.05±0.01	79.46±1.72	66.67±2.28
30%	42.51±3.22	37.67±4.73	110.54±9.63	0.03±0.01	79.54±1.33	66.19±2.60

천연 쌀 전분과 변성 쌀 전분을 밀가루에 20% 대체하여 제조한 유탕면의 조리특성을 측정 한 결과는 Table 38과 같다. 초산 또는 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 유탕면은 천연 쌀 전분을 첨가한 유탕면에 비해 조리 후 무게, 부피, 그리고 함유율이 높게 나타났다. 초산 쌀 전분을 첨가한 유탕면의 무게, 부피, 함유율이 증가한 것은 초산 쌀 전분이 천연 쌀 전분에 비해 팽윤력이 증가하는 것과 관련이 있는 것으로 여겨지며 이는 친수성 acetyl 치환기의 도입으로 인하여 전분입자 내부에 수소결합이 형성되어 수분 보유력이 증가하기 때문으로 설명하였다. 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 유탕면의 무게, 부피, 함유율이 가장 높게 증가하였으며 이는 하이드록시프로필화 쌀 전분 역시 천연 쌀 전분 뿐 만 아니라 초산 쌀 전분 보다 높은 팽윤성과 재수화성 성질을 보이기 때문으로 사료되었다. 팽윤력의 차이는 전분 내부구조의 차이를 나타내며 팽윤력이 높다는 것은 전분입자내의 결합력이 약하다는 것을 보여준다. 하이드록시프로필화에 의해 쌀 전분 분자 내부의 일부 수소결합이 파괴되어 분자 내 결합이 약해지고 친수성기인 하이드록시 프로필기가 결합되어 전분 분자 내부의 공극현상을 만들어주어 팽윤력 및 용해도가 늘어나기 때문으로 생각된다. 유탕면의 조리 후 흡광도로 측정된 조리액의 탁도는 유탕면의 조리중 수용성 고형분의 손실 정도를 나타내며 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 경우 밀가루만으로 제조한 유탕면에 비해 유의적으로 증가하였다. 조리 전 유탕면의 색은 밀가루 유탕면과 쌀 전분을 첨가한 면에서 거의 차이가 없었으나 조리 후에는 초산 또는 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 유탕면이 천연 쌀 전분에 비해 조리후 L값이 증가하여 밝게 나타났다.

Table 38. Cooking properties of instant fried noodles prepared from wheat flour containing native and modified rice starches

Rice starch	Cooked Weight (g)	Cooked Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color(L value)	
					Before cooking	After cooking
Control	41.45±2.08	38.00±2.12	106.26±5.57	0.05±0.03	80.73±1.23	65.62±2.19
Rice starch (Domestic)	41.87±2.71	37.80±3.03	108.48±6.78	0.04±0.01	80.30±2.06	65.69±1.76
Rice starch (Imported)	43.50±3.14	40.83±3.33	116.97±8.13	0.03±0.01	80.96±0.54	67.09±2.10
Acetylated RS	42.61±1.68	39.67±1.53	112.02±3.50	0.05±0.02	80.85±0.90	67.99±1.93
Hydroxypropylated RS	44.02±2.46	39.83±2.75	119.24±6.01	0.11±0.05	80.51±0.58	67.12±2.17

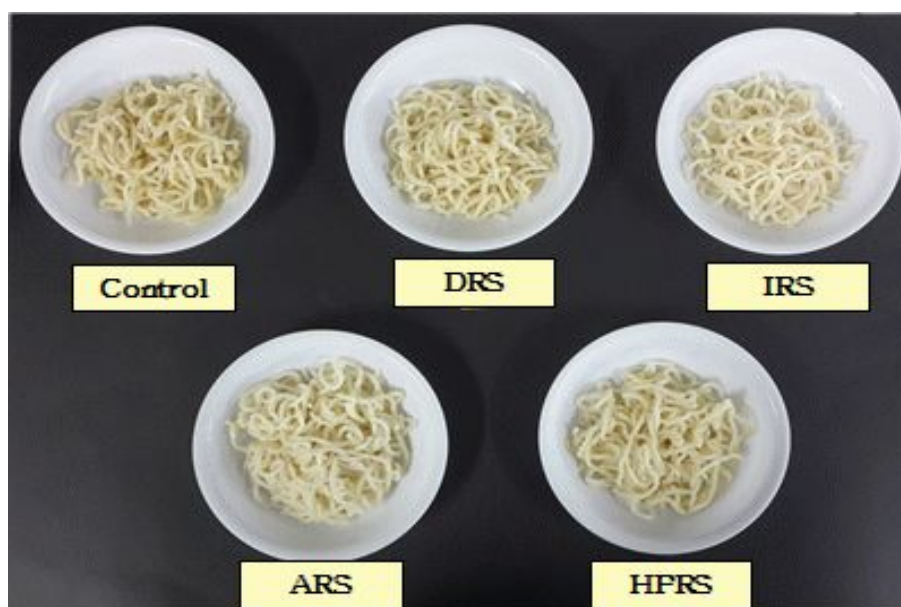


Fig. 19. appearance of cooked fried noodles prepared from wheat flour containing native and modified rice starches.

DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

밀가루만으로 만든 유탕면을 기준 시료로 하여 쌀 전분을 첨가한 유탕면의 조리 후 텍스처를 2회 반복 압착시험에 의해 측정된 결과는 Table 39와 같다. 밀가루 유탕면의 조리 후 경도는 3,864 g에서 쌀 전분을 첨가한 조리면에서 3,610 g으로 약간 감소하였으며 검성, 응집성, 씹힘성은 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 초산 쌀 전분을 첨가한 면의 경도는 2,355 g, 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 면은 2,693 g으로 천연 쌀 전분을 첨가한 면에 비해 유의적으로 감소하였다. 바람직한 조리면의 경도는 면의 종류와 소비자 기호에 따라 달라질 수 있으며, 일반적으로 전분의 첨가는 면의 식감을 부드럽게 만들어 준다. 특히 초산 쌀 전분 첨가는 면의 호화를 쉽게 하고 조리후 면의 경도 뿐 만 아니라, 탄력성, 검성, 씹힘성을 낮추게 하여 부드러운 식감을 부여해 주었다. 이는 초산화 감자 또는 고구마전분의 첨가가 면의 재수화 시간을 빠르게 하고 조리면을 더 부드럽게 하는 효과가 있다는 결과와 유사한 것으로 나타났다.

Table 39. Texture profiles of fried noodles prepared from wheat flour containing native and modified rice starches

	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness	Chewiness
Control	0.65	2290.91	0.59	-102.25	3864.02	1505.11
Rice starch (Domestic)	0.72	2121.57	0.59	-120.21	3610.40	1521.71
Rice starch (Imported)	0.64	1654.09	0.57	-96.10	2891.22	1058.16
Acetylated RS	0.62	1361.97	0.58	-84.26	2355.57	843.28
Hydroxypropylated RS	0.71	1541.42	0.58	-161.45	2683.69	1099.56

밀가루만으로 만든 유탕면을 기준 시료로 하여 쌀 전분을 첨가한 유탕면의 조리 후 관능적 특성인 외관, 색, 향, 맛, 텍스처를 검사한 결과는 Fig. 20에 나타나 있다. 천연 쌀 전분을 첨가한 유탕면은 밀가루로만 만든 유탕면에 비해 외관, 색, 향과 텍스처에서 약간 높은 관능점수를 얻었다. 인스턴트 라면의 맛을 결정하는 가장 중요한 요소로 면의 식감을 감안할 때 쌀 전분을 첨가한 유탕면이 면발이 부드러우면서 적당한 탄력성을 유지하여 기호성이 높게 나온 것으로 판단되었다. 라면에 감자 전분을 첨가 시에 면의 굳기가 감소하고 유연해지며 거친 정도가 감소하여 전체적인 조직감 기호도가 증가하는 것으로 보고된 바 있다. 초산 또는 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 유탕면의 외관, 향, 맛에서 밀가루 유탕면에 비해 관능적으로 기호성이 높게 나타났다. 특히 초산화 쌀 전분을 첨가한 유탕면의 경우 외관, 맛, 텍스처 점수가 가장 높아 기호성이 좋게 나타났으며 이는 호화온도가 낮아 조리가 빠르고 부드러운 조직감으로 기호성이 향상되기 때문으로 사료되었다.

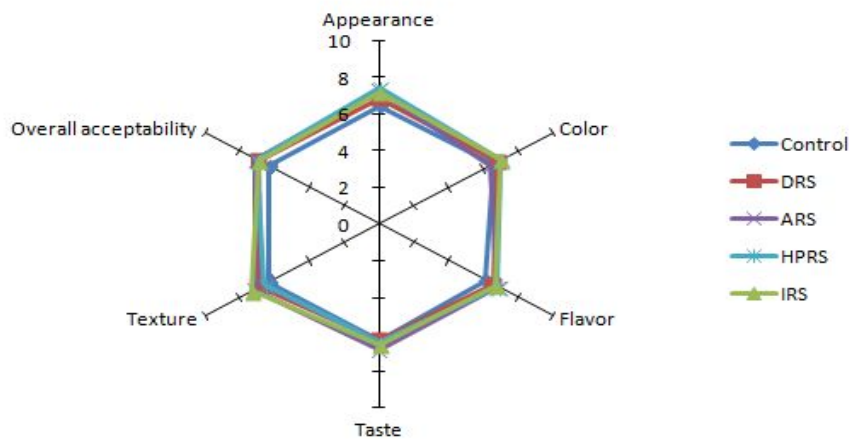


Fig. 20. Sensory scores of cooked fried noodles prepared from wheat flour containing native and modified rice starches.

DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

(4) 쌀 전분 소재의 떡류 가공적성

가래떡은 멥쌀가루를 찢 후 쳐서 만들어지는 둥글고 긴 모양의 떡으로 떡국과 떡볶이의 주 재료로서 대표적인 전통식품이다. 전분질 가래떡은 전분의 노화가 잘 일어나는 수분함량의 범위에 있어 저장유통 과정 중 호화된 전분의 재결정화에 의한 노화현상으로 조직감 경화, 소화성 및 식미 저하 등의 품질저하가 나타나게 된다. 가래떡에 쌀 전분(변성전분)을 첨가하여 가래떡의 품질특성을 조사하였다. 생 쌀 전분을 첨가한 가래떡의 수분함량은 대조구인 100% 쌀가루 가래떡에 비해 약간 낮았으나, 초산 쌀 전분을 첨가한 가래떡의 수분함량은 대조구에 비해 높게 나타났다. 쌀 전분을 쌀가루 기준으로 2% 농도로 첨가하여 제조한 가래떡의 조리특성을 조사한 결과는 Table 40과 같다. 대조구에 비해 쌀 전분을 첨가한 가래떡은 조리 후 중량, 부피, 수분흡수율, 고형분 용출량에 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 40. Cooking properties of *Garaedduk* containing native and modified rice starch

	Moisture content (%)	Cooking properties			
		Cooked weight (g)	Cooked volume (mL)	Water absorption (%)	Soluble solid (%)
Control	42.99±3.07	54.40±0.38	48.5±0.29	7.31±0.42	0.39±0.09
RS (Domestic)	42.06±2.79	51.82±1.81	45.0±2.89	2.81±1.48	0.44±0.06
RS (Imported)	43.56±2.83	51.21±1.77	45.0±2.00	2.39±0.71	0.29±0.07
Acetylated RS	45.61±2.13	52.61±0.85	47.5±0.76	3.83±1.92	0.39±0.04
Hydroxypropylated RS	41.43±2.54	53.30±0.29	47.5±0.87	4.96±1.47	0.40±0.11

쌀 전분 첨가 가래떡의 기호도 평가를 위해 외관, 맛, 향, 텍스처, 전반적 기호도에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Fig. 21과 같다. 쌀 전분 첨가 가래떡은 대조구와 별 차이가 없었으며 1일 저장 후 대조구 가래떡은 맛, 조직감 등 전반적인 기호도가 현저하게 떨어졌으며 24시간 경과한 쌀 전분(변성전분)을 첨가한 가래떡은 기호도 감소가 적게 나타났다.

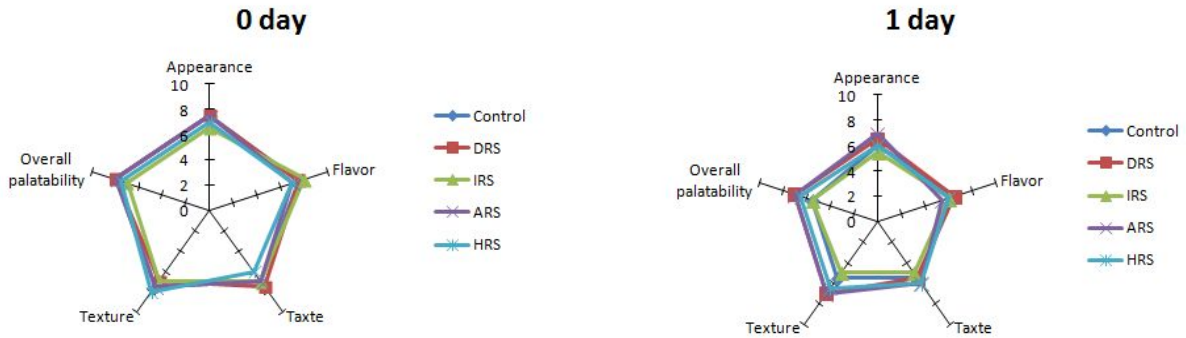


Fig. 21. Sensory scores of *Garaedduk* containing native and modified rice starch during storage.

DRS, domestic rice starch; IRS, imported rice starch; ARS, acetylated rice starch; HPRS, hydroxypropylated rice starch.

쌀가루만으로 만든 가래떡을 기준시료로 하여 쌀가루에 쌀 전분을 2% 첨가한 가래떡의 저장 중 텍스처를 측정된 결과는 Table 41과 같다. 국산쌀 전분을 첨가한 가래떡의 제조 직후 텍스처는 대조구에 비해 경도, 점성, 씹힘성이 낮아 부드러운 식감을 주었으며 저장 1일 후 경도의 증가가 낮게 나타났다. 쌀 변성전분을 첨가한 가래떡은 저장 1일후 경도의 증가가 현저히 낮아 쌀 전분의 노화지연 효과를 제시해 주었다.

Table 41. Texture profiles of *Garaedduk* containing rice starches during storage

	Strage (hr)	Springi ness	Gummi ness	Cohesive ness	Adhesive ness	Hard ness	Chewi ness
Control	0	1.18	466.61	0.92	-192.81	507.04	527.56
	24 hr	1.41	733.48	0.94	-30.77	777.95	1141.59
Rice starch (Domestic)	0	0.88	332.49	0.92	-141.35	361.63	292.12
	24 hr	1.24	404.98	0.91	-30.71	442.09	535.58
Rice starch (Imported)	0	0.92	751.63	0.93	-121.11	807.46	690.70
	24 hr	1.43	1397.28	0.96	-9.18	1458.03	1970.89
Acetylated RS	0	1.17	693.30	0.92	-96.32	756.39	718.40
	24 hr	2.12	779.42	0.96	-1.23	810.74	1704.93
Hydroxypropylated RS	0	1.23	541.17	0.93	-227.18	583.28	714.73
	24 hr	1.27	697.88	0.93	-12.94	748.92	824.55

* Values are means of five measurements.

(5) 쌀 전분을 이용한 크림수프의 제조특성

전분의 종류를 달리하여 제조한 크림수프의 품질특성을 분석한 결과는 Table 42와 같다. 전분의 종류별 크림수프의 수분함량은 90.81~91.15% 범위로 유사하였으며, 쌀(찹쌀), 찰옥수수과 같이 찰성 전분을 사용한 수프에서 보다 높은 수분함량을 가지는 것으로 나타났다. 전분의 종류별 크림수프의 pH는 6.25~6.37 범위로 유사하였다. 전분종류별 크림수프의 색도를 측정된 결과 L값(명도)는 70.75~71.62 범위로 유사하였다. 크림수프의 점도(60℃)는 옥수수, 감자, 고구마, 소맥, 타피오카, 쌀(멥쌀) 전분이 97.3~130.1 cP로 비슷하였으며 찰옥수수 전분 56.9, 쌀(찹쌀) 전분이 27.3%이 낮게 나타났다. 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필 쌀 전분을 첨가한 크림수프의 점도는 각각 114, 93 cP로 생 쌀 전분 보다는 약간 낮게 분석되었다.

Table 42. Characteristics of cream soup with various types of starch

	Moisture (%)	pH	Color			Viscosity (cP)	
			L	a	b	23℃	60℃
Corn	90.99	6.26	71.62	-14.12	37.23	154.7	107.5
Waxy corn	91.15	6.34	70.75	-13.97	36.93	97.3	56.9
Potato	90.92	6.37	71.48	-13.94	37.41	143.1	106.9
Sweet potato	90.99	6.22	71.18	-13.82	37.19	155.6	111.2
Wheat	90.94	6.36	71.54	-13.83	37.76	161.3	97.3
Tapioca	90.92	6.32	71.01	-14.03	37.05	157.3	111.8
Normal rice(Domestic)	90.81	6.29	71.07	-13.93	37.57	137.7	130.1
Waxy rice(Domestic)	91.15	6.33	71.55	-14.07	37.02	47.5	27.3
Rice(Imported)	91.13	6.25	71.49	-14.20	37.16	172.9	99.6
Acetylated RS	90.71	6.15	69.91	-13.82	36.39	161.3	113.5
Hydroxypropyl RS	91.10	6.23	70.40	-13.92	36.53	134.0	93.0

전분의 종류를 달리하여 제조한 크림수프의 관능검사 결과는 Table 43과 같다. 옥수수전분을 첨가한 크림수프는 외관, 향미, 맛, 입안의 감촉, 전반적 기호도가 약 6.0의 점수였으며 감자, 고구마, 밀, 타피오카전분은 6점 이상의 점수를 나타내었다. 생 쌀 전분의 경우 멥쌀 전분과 찹쌀 전분이 각각 6.4, 6.6으로 기호성이 높은 편으로 나타났으며 초산 쌀 전분과 하이드록시프로필 쌀 전분과 같은 변성 쌀 전분의 경우에도 약 6.0의 양호한 점수를 나타내었다.

Table 43. Sensory evaluation of cream soup with various types of starch

Starch	Appearance	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Corn	5.89±1.69	5.56±1.24	5.44±1.24	6.33±1.12	6.00±1.22
Waxy corn	6.44±1.33	5.67±1.32	6.11±0.93	5.44±1.42	5.89±0.78
Potato	6.78±1.48	6.33±1.66	6.33±1.80	6.89±1.69	6.78±1.39
Sweet potato	6.33±1.12	5.89±1.17	6.00±1.87	7.11±1.54	6.33±1.22
Wheat	6.33±1.00	6.33±2.00	6.00±2.65	6.89±0.78	6.78±1.39
Tapioca	6.11±1.05	5.56±1.67	6.78±1.30	6.67±1.41	6.89±0.78
Normal rice(Domestic)	6.11±1.05	6.11±1.05	5.67±1.41	5.67±1.66	6.44±1.01
Waxy rice(Domestic)	6.11±1.36	5.89±1.76	6.11±1.96	6.56±1.33	6.56±1.24
Rice(Imported)	6.89±1.54	5.67±1.32	6.22±1.56	6.67±1.12	6.33±0.87
Acetylated RS	6.44±1.59	6.22±1.39	6.11±1.76	6.33±1.66	6.22±1.09
Hydroxypropyl RS	6.22±1.79	5.67±1.32	5.67±1.12	6.44±1.24	5.89±1.17

다. 쌀 전분 소재를 활용한 다양한 응용기술을 개발

(1) 쌀 전분 소재의 이화학적 특성

(가) 일반성분

국내산 일반쌀로부터 분리한 쌀 전분과 이를 화학적 변성처리한 하이드록시프로필(HP) 쌀 전분과 가교화/하이드록시프로필(CLHP) 쌀 전분의 일반성분을 분석한 결과는 Table 44와 같다. 천연 쌀 전분에 비해 하이드록시프로필(HP) 쌀 전분과 가교화/하이드록시프로필(CLHP)의 단백질 함량은 감소한 반면 회분 함량은 다소 증가하였다.

Table 44. Proximate composition of rice starch samples

	Moisture	Crude protein ¹⁾	Crude fat	Ash	Amylose
Native RS	11.69±0.09	0.36±0.03	0.45±0.20	0.12±0.03	21.33±0.21
Hydroxypropylated RS	8.77±0.19	0.22±0.00	0.51±0.54	0.35±0.09	20.16±0.46
CLHP RS	11.62±0.06	0.31±0.04	0.79±0.02	0.32±0.01	20.46±0.36

²⁾Nitrogen × 5.95.

(나) 쌀 전분의 색, 형태 및 크기

쌀 전분의 색도를 측정된 결과 천연 쌀 전분에 비해 HP 쌀 전분은 유사하였으나 가교화/하이드록시프로필(CLHP)의 L값은 증가하여 좀 더 밝게 나타났다.

Table 45. Color and granule size of rice starch samples

	Color values		
	L	a	b
Native RS	93.79±0.05	0.01±0.03	0.75±0.04
Hydroxypropylated RS	93.98±0.14	-0.01±0.05	0.56±0.04
CLHP RS	96.13±0.08	0.01±0.10	0.84±0.10

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue). Values represent the means of six muffins.

(다) 팽윤력 및 용해도

천연 쌀 전분 및 변성 쌀 전분의 팽윤력 및 용해도를 55, 75, 95°C에서 측정된 결과는 Fig. 22에 나타나 있다. 쌀 전분의 팽윤력과 용해도는 측정온도가 높아짐에 따라 증가하여 95°C에서 가장 높게 나타났다. HP 쌀 전분의 팽윤력과 용해도는 천연 쌀 전분에 비해 각 온도에서 모두 높았으며 CLHP 쌀 전분의 경우 75°C까지는 천연 쌀 전분과 유사하였고 95°C에서는 약간 감소하는 경향을 나타내 주었다.

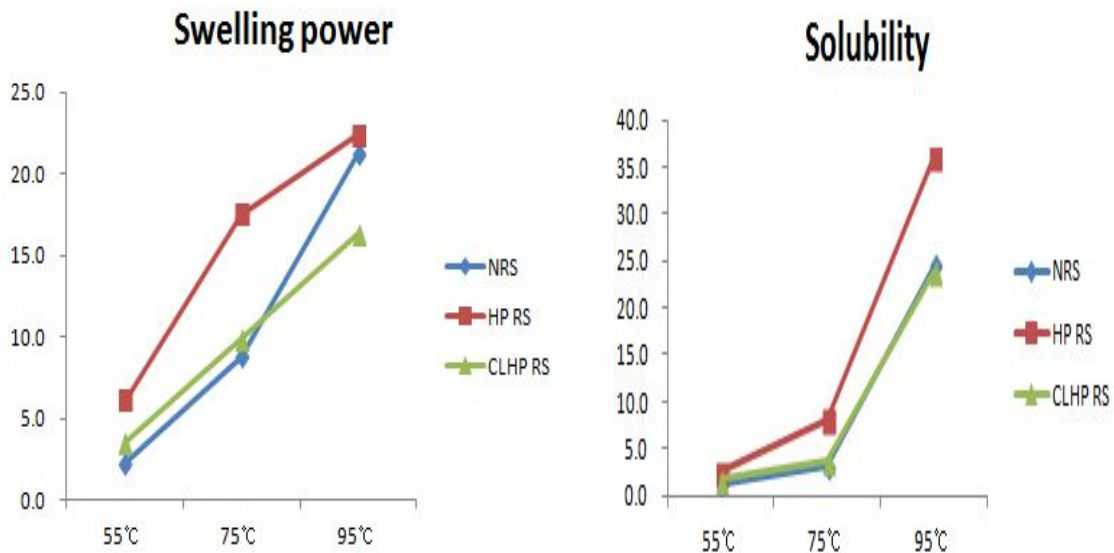


Fig. 22. Swelling power and solubility of rice starch samples. NRS, Native rice starch; HPRS, Hydroxypropylated rice starch, CLHP RS, Cross-linked/hydroxypropylated rice starch.

(라) 쌀 전분의 호화특성

쌀 전분의 호화양상을 신속점도측정기(Rapid Visco-Analyzer)를 사용하여 측정된 결과는 Table 46과 같다. 국내산 천연 쌀 전분에 비해 변성 쌀 전분은 호화개시온도가 낮아지고, 최고 점도가 약간 낮아지는 경향을 보였다. CLHP 쌀 전분은 유의적으로 trough 점도가 높아 breakdown이 현저히 낮았으며 setback은 증가하였다.

Table 46. RVA pasting properties of native and modified rice starches

	Initial pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Native RS	72.20±0.49	265.79±1.38	108.42±6.44	157.38±5.39	202.52±5.96	94.10±0.88
Hydroxypropylated RS	64.89±0.48	253.65±1.19	78.71±0.53	174.94±1.16	195.12±3.16	116.42±2.97
CLHP RS	69.15±0.77	251.69±4.86	191.65±2.20	60.05±3.04	523.42±9.32	331.77±8.55

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

(2) 쌀 전분 첨가 베이커리 제품의 응용기술 개발

(가) 머핀 프리믹스의 개발 및 품질 특성

① 머핀 프리믹스 배합 및 사용방법

머핀 제조 실험을 통해 확립된 쌀 전분 첨가 머핀 프리믹스의 기본 formula는 Table 47과 같다. 프리믹스 중 쌀 전분 함량은 8.7%이며 프리믹스 300 g 사용 시 머핀 제조에 첨가되는 버터, 달걀, 물의 비율과 프리믹스를 사용한 머핀의 제조 방법은 각각 Table 48과 Table 49에 나타내었다.

Table 47. Basic formula for muffin premix

Ingredients	Flour wt. basis(%)	Premix wt. basis(%)	Amount (g)
Wheat flour	100	55.6	166.7
Rice starch	8.7	4.8	14.5
Sugar	60	33.3	100
Salt	0.4	0.2	0.7
NFDM	7.4	4.1	12.3
Baking powder	3.5	1.9	5.8
Total	180.0	100.0	300.0

Table 48. Amount of added ingredients to muffin premix for muffin-making

Ingredient	Flour wt. basis(%)	Premix 300 g
Wheat flour	100	166.7
Butter	40 (32)	66.7 (53.4)
Whole egg	32	53.3 g (1 whole egg)
Water	60.07	100

Table 49. Cooking method of muffin premix

- 1) 반죽그릇에 계란 1개와 우유 또는 물 100 mL를 넣고 거품기로 가볍게 풀어준다.
- 2) 여기에 머핀믹스와 버터 66.7 g(대조구) 또는 53 g(전분 20% 대체)을 녹여 넣은 다음 거품기로 2~3분간 잘 저어준다.
- 3) 준비된 머핀 틀에 유산지를 깔고 반죽을 60 g 정도 분할하여 넣는다.
- 4) 미리 180~200℃로 예열된 오븐에서 약 20분간 구운 후 꺼낸다.

② 프리믹스 머핀의 품질특성

쌀 전분을 첨가하지 않은 대조구 머핀과 비교하여 쌀 전분을 첨가한 프리믹스의 머핀의 품질특성을 조사한 결과는 Table 50 및 Table 51과 같다. 대조구 밀가루 머핀의 제조에 사용하는 버터 배합비에 쌀 전분을 약 22% 대체하여 만든 프리믹스로 제조한 머핀의 체적, 무게, 높이, 밀도를 측정된 결과는 Table 50과 같다. 유지의 일부를 쌀 전분으로 대체한 프리믹스 머핀의 체적, 높이, 밀도는 유사하게 나타났다. 쌀 전분 첨가한 머핀의 색도를 측정된 결과 대조구에 비해 curst와 crumb의 L값이 높아 밝아지는 경향을 보여주었다.

Table 50. Effect of fat replacement with rice starch on the physical characteristics of muffin

	Control (Without starch)	+ Corn starch (20%)	+ Rice starch (20%)
Volume (cc)	133.89±4.59	134.25±1.77	136.67±2.89
Weight (g)	49.73±0.37	50.40±0.35	50.56±0.13
Density (g/cc)	0.37±0.02	0.38±0.00	0.37±0.01
Height (cm)	5.73±0.06	5.85±0.15	5.70±0.11

Table 51. Effect of fat replacement with rice starch on the color value of muffin

		Control (Without starch)	+ Corn starch (20%)	+ Rice starch (20%)
Top crust	L	51.91	54.48	57.77
	a	11.23	9.97	8.24
	b	25.61	25.64	26.68
Interior	L	61.79	65.79	65.51
	a	-1.82	-2.21	-2.32
	b	16.74	16.61	16.71

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue). Values represent the means of six muffins.

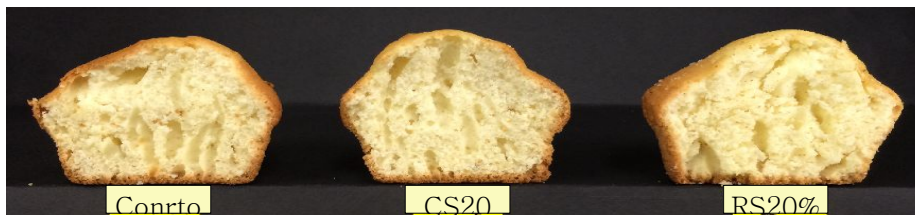


Fig. 23. Internal appearance of muffin prepared with muffin premix containing rice starch.

쌀 전분을 첨가한 머핀 프리믹스를 사용하여 제조한 머핀에 대하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 52와 같다. 쌀 전분을 첨가하여 만든 프리믹스 머핀의 외관, grain, 풍미, 텍스처 평가 항목에 있어서 관능점수가 대조구 머핀과 유사하여 머핀에 첨가되는 버터의 양을 20% 정도 쌀 전분으로 대체하여 제조한 프리믹스 머핀의 품질에 별다른 영향을 주지 않으면서 지방과 열량이 감소된 머핀을 제조할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 52. Sensory scores of muffin substituted with rice starch for butter.

Starch	Appearance	Grain	Flavor	Taste	Overall acceptability
Control	6.58±1.12	6.00±1.04	6.50±1.37	6.75±0.75	6.85±0.86
Corn starch 20%	6.90±0.93	6.42±1.39	6.63±1.02	6.86±1.46	7.09±0.69
Rice starch 20%	7.19±1.16	6.68±0.85	6.93±0.83	7.27±1.15	7.44±0.91

천연 쌀 전분과 변성 쌀분을 첨가한 머핀 프리믹스로 만든 머핀의 품질특성을 분석한 결과는 Table 53 및 Table 54와 같다. 천연 쌀 전분을 첨가한 컵케이크는 대조구에 비해 체적이 증가하고 밀도가 약간 감소하였으며 하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 머핀의 부피와 밀도가 또한 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 머핀의 색도는 대조구에 비해 천연 쌀 전분과 변성 쌀 전분을 첨가한 머핀에서 밝아졌다.

Table 53. Effect of fat replacement with native and modified rice starch on the physical characteristics of muffin

	Control (Without starch)	+ Rice starch (20%)	+ HP RS (20%)	+ CLHP RS (20%)
Volume (cc)	126.94±1.73	138.61±8.18	135.56±6.36	126.67±1.44
Weight (g)	51.05±0.45	51.40±0.06	50.92±0.20	52.24±0.67
Density (g/cc)	0.40±0.01	0.37±0.02	0.38±0.02	0.41±0.00
Height (cm)	5.51±0.25	5.70±0.06	5.45±0.09	5.58±0.08

Table 54. Effect of fat replacement with native and modified rice starch on the color value of muffin

		Control (Without starch)	+ Rice starch (20%)	+ HP RS (20%)	+ CLHP RS (20%)
Top crust	L	60.82±1.17	61.72±3.60	62.28±4.11	66.87±1.97
	a	6.02±1.14	4.80±1.90	5.80±1.80	2.52±0.11
	b	27.76±0.32	27.15±0.40	27.29±0.59	27.62±0.19
Interior	L	65.22±1.99	66.93±1.05	67.39±2.04	66.22±1.86
	a	-3.40±0.10	-4.50±1.91	-3.24±0.29	-3.41±0.12
	b	18.14±0.35	19.08±2.09	18.07±0.29	18.40±0.49

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue). Values represent the means of six muffins.

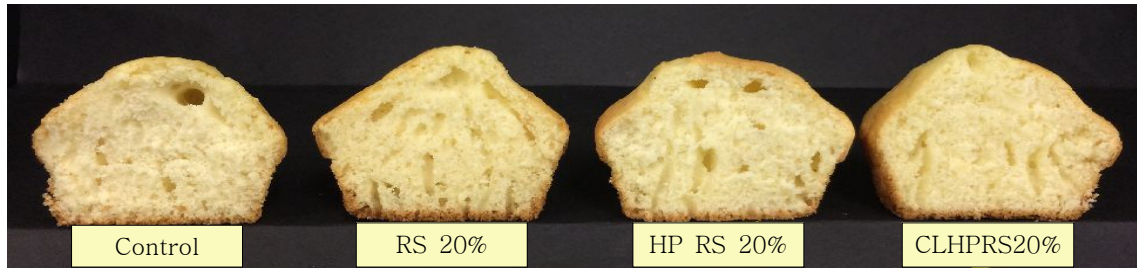


Fig. 24. Internal appearance of muffin substituted with native and modified rice starch for butter.

천연 쌀 전분, 하이드록시프로필화 쌀 전분, 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 머핀 프리믹스를 사용하여 제조한 머핀의 관능검사 결과는 Table 55와 같다. 쌀 전분을 첨가한 머핀 프리믹스 뿐 만 아니라 변성 전분을 버터에 22% 정도 대체하여 제조한 프리믹스 머핀은 대조구 머핀과 관능적인 특성에서 거의 차이를 나타내지 않았다.

Table 55. Sensory scores of muffin substituted with native and modified rice starch for butter.

Starch	Appearance	Grain	Flavor	Taste	Overall acceptability
Control	7.18±0.86	7.08±0.96	7.02±1.12	7.10±0.59	7.13±0.87
Rice starch 20%	7.20±0.89	7.12±1.03	7.17±0.83	7.22±1.26	7.21±0.69
HP RS 20%	7.53±1.02	6.75±0.86	7.00±0.69	7.27±0.90	7.12±0.71
CLHP RS 20%	7.12±0.83	6.93±0.70	7.08±0.94	7.35±0.67	7.23±0.67

(나) 쌀 전분을 첨가한 컵케이크의 개발 및 품질특성

① 컵케이크 프리믹스 배합 및 사용방법

컵케이크 제조 실험을 통해 확립된 쌀 전분 첨가 컵케이크 프리믹스의 기본 배합비는 Table 56과 같다. 프리믹스 중 쌀 전분 함량은 밀가루 대비 8.6%로 사용되는 유지의 약 22%를 쌀 전분으로 대체하여 쌀 전분을 함유하는 컵케이크 배합으로 사용하였다. 중량 40 g 컵케이크 분말 프리믹스 사용 시 컵케이크 프리믹스에 첨가되는 버터, 달걀, 물(또는 우유)의 비율은 Table 57과 같으며 프리믹스를 사용한 컵케이크의 제조 방법은 Table 58에 나타내었다.

Table 56. Basic formular for cup-cake premix (40 g premix)

Ingredients	Flour wt. basis (%)	Amount (g)
Wheat flour	100.0	22.2
Rice starch	8.7	1.9
Sugar	60	13.3
Salt	0.4	0.1
NFDM	7.4	1.6
Baking powder	3.5	0.8
Total	180.0	40

Table 57. Amount of added ingredients to cup-cake premix for cupcake-making

Ingredient	Flour wt. basis(%)	Premix 40 g
Premix	100	22.2
Butter	40(32)	8.9(7.1)
Whole egg	32	7.1
Water or milk	60.07	13.32

Table 58. Cooking method of cup-cake premix

- 1) 전자레인지용 컵에 달걀을 풀어 넣고 물 또는 우유를 섞어 넣은 후, 컵케익 프리믹스를 넣은 다음 부드러워질 때까지 잘 섞이도록 충분히 저어준다. 그리고 계량한 버터를 녹여서 넣어 잘 섞어준다.
- 2) 컵을 전자레인지에 넣고 500W 기준 1분 20초간 가열해 준다.

② 프리믹스 컵케이크의 품질특성

쌀 전분 첨가 컵케이크 프리믹스를 첨가하여 제조한 컵케이크를 전분을 첨가하지 않은 대조구와 옥수수 전분을 첨가한 컵케이크와 비교한 결과는 Table 59와 같다. 쌀 전분을 버터에 약 22% 대체한 프리믹스로 제조한 컵케이크의 체적은 대조구에 비해 증가하고 높이가 증가하여 밀도는 낮아졌다. 쌀 전분을 첨가한 컵케이크의 색도를 측정된 결과 대조구에 비해 L값이 높아 밝아지고 b값이 감소하여 황색도가 감소하였다.

Table 59. Effect of fat replacement with rice starch on the physical characteristics of cup cake

	Control (Without starch)	+ 20% Corn starch	+ 20% Rice starch
Volume (cc)	169.17±4.72	182.08±5.30	182.92±4.12
Weight (g)	56.31±0.33	54.51±0.78	54.43±0.08
Density (g/cc)	0.33±0.01	0.30±0.01	0.30±0.01
Height (cm)	5.25±0.07	5.50±0.14	5.55±0.07
Interior color	L	71.03±0.39	72.39±1.77
	a	-4.20±0.04	-4.32±0.06
	b	21.18±0.75	21.14±1.41

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue). Values represent the means of six muffins.



Fig. 25. Internal appearance of cup cakes substituted with rice starch for butter.

쌀 전분과 옥수수 전분을 첨가한 컵케이크를 제조하여 관능검사를 실시한 결과 Table 60과 같다. 쌀 전분을 첨가하여 만든 컵케이크의 외관, grain, 풍미, 텍스처, 기호도 평가항목에 있어서 관능점수가 대조구 컵케이크와 유사하여 컵케이크에 첨가되는 버터의 양을 20% 정도 쌀 전분으로 대체하여 제조하여도 컵케이크의 품질에는 별다른 영향을 주지 않았다. 따라서 지방과 열량이 감소된 컵케이크를 제조할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 60. Sensory scores of cup cake substituted with rice starch for butter.

Starch	Appearance	Grain	Flavor	Taste	Overall acceptability
Control	6.75±1.22	6.92±0.67	6.58±0.90	6.58±0.67	7.13±0.80
Corn starch 20%	6.75±0.62	7.00±0.85	6.67±0.78	6.75±0.87	7.25±0.87
Rice starch 20%	7.00±1.04	6.83±0.83	7.08±0.90	6.50±1.00	7.29±0.81

천연 쌀 전분과 변성 쌀 전분을 첨가한 컵케이크의 체적, 무게, 높이를 측정된 결과는 Table 61과 같다. 천연 쌀 전분을 첨가한 컵케이크는 대조구에 비해 체적이 증가하고 밀도가 약간 감소한 반면 하이드록시프로필 전분과 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분을 대체한 컵케이크는 부피가 약간 감소하여 천연 쌀 전분의 컵케이크 제조 적성이 변성 쌀 전분 보다 좋은 것으로 나타났다.

Table 61. Effect of fat replacement with native and modified rice starch on the physical characteristics of cup cake

	Control (Without starch)	+ Rice starch (20%)	+ HP RS (20%)	+ CLHP RS (20%)	
Volume (cc)	181.67±2.35	189.58±5.30	169.58±5.30	172.50±4.71	
Weight (g)	54.93±0.44	55.01±0.47	54.38±0.52	53.49±1.51	
Density (g/cc)	0.30±0.00	0.29±0.01	0.32±0.01	0.31±0.00	
Height (cm)	5.62±0.21	5.78±0.21	5.52±0.21	5.60±0.10	
Interior color	L	72.14±0.19	73.57±0.29	74.51±0.11	75.17±2.28
	a	-3.80±0.07	-3.80±0.08	-4.09±0.21	-3.83±0.14
	b	19.64±0.78	20.20±0.42	20.36±0.77	19.71±0.52

* L(100 white, 0 black); a(+red, -green); b(+yellow, -blue). Values represent the means of six muffins.

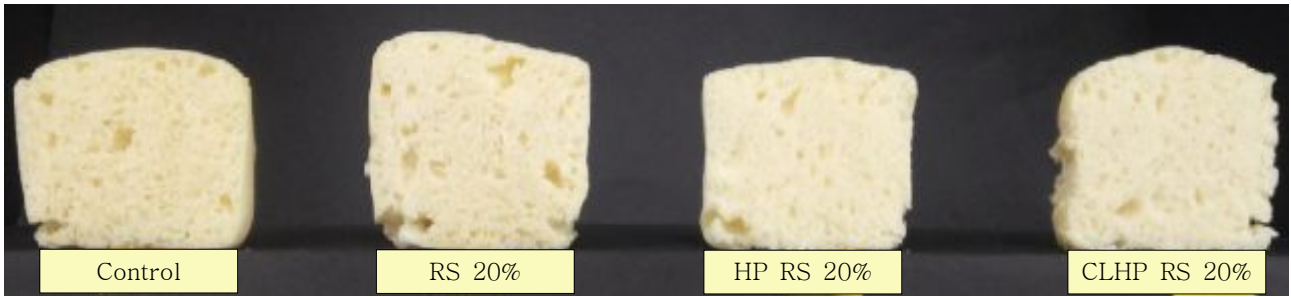


Fig. 26. Internal appearance of cup cakes substituted with native and modified rice starch for butter.

천연 쌀 전분, 하이드록시프로필화 쌀 전분, 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분을 첨가한 컵케이크를 제조하여 관능검사를 실시한 결과 Table 62와 같다. 쌀 전분을 첨가한 컵케이크 뿐 만 아니라 변성 전분을 버터에 22% 정도 대체하여 제조한 컵케이크는 대조구 컵케이크와 관능적인 특성에서 거의 차이를 나타내지 않았다.

Table 62. Sensory scores of cup cake substituted with rice starch for butter.

Starch	Appearance	Grain	Flavor	Taste	Overall acceptability
Control	7.60±0.70	7.50±0.85	6.60±0.52	7.20±0.79	7.05±0.69
Rice starch 20%	7.90±0.88	7.40±0.97	6.90±0.32	6.80±0.42	7.55±0.69
HP RS 20%	6.50±0.85	7.00±1.05	6.70±0.48	6.90±0.57	7.05±0.50
CLHP RS 20%	6.00±0.82	7.10±1.10	6.90±0.57	6.60±0.52	6.90±0.52

(3) 쌀 전분 첨가 면류 제품의 응용기술 개발

(가) 전분 첨가 유당면의 품질 특성

쌀, 옥수수, 감자 천연 전분과 초산전분을 밀가루에 20% 대체하여 유당면으로 제조 시에 면의 조리특성을 나타내는 품질 특성을 조사한 결과는 Table 63과 같다. 전분을 첨가한 유당면이 밀가루 면에 비해 조리 후 중량, 부피, 함수율이 높았으며 그 중 쌀 전분을 첨가한 유당면에서 가장 높게 나타났다. 국물의 탁도는 대조구에 비해 낮았으며 쌀 전분 첨가 유당면에서 가장 낮게 나타났다. 한편 옥수수, 감자 초산화 전분은 천연전분에 비해 조리 후 중량, 부피, 수분흡수율이 증가하여 초산 전분이 천연 전분에 비해 팽윤력이 증가하는 것과 관련이 있어 수분 보유력이 증가하기 때문으로 여겨졌다.

Table 63. Cooking properties of fried noodles prepared from wheat flour containing different starches

	Cooked Weight (g)	Cooked Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color(L value) Before cooking	Color(L value) After cooking
Control (100% wheat flour)	42.60±3.13	40.00±3.54	111.14±13.21	0.074±0.04	74.06±1.99	60.57±0.57
Corn	42.79±1.68	41.25±5.30	112.62±6.73	0.051±0.01	74.20±1.90	59.79±1.61
Potato	44.40±1.28	40.00±0.00	119.69±7.90	0.066±0.01	74.80±0.66	57.90±2.27
Rice	47.05±0.51	43.75±1.77	132.22±3.15	0.039±0.01	73.57±1.32	59.12±0.50
Acetylated corn	45.32±3.52	41.25±1.77	125.63±18.66	0.040±0.01	77.56±0.30	59.99±2.67
Acetylated potato	45.21±2.52	42.50±3.54	123.70±9.43	0.033±0.02	75.33±4.55	57.31±0.53
Acetylated rice	45.34±1.06	41.25±1.77	124.90±6.24	0.043±0.02	74.03±2.98	60.75±0.06

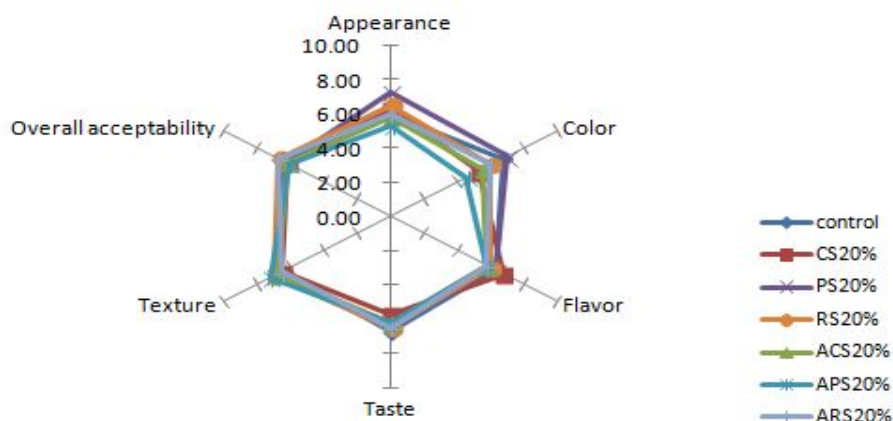


Fig. 27. Sensory scores of fried noodles prepared from wheat flour containing different starches.

(나) 검과 유화제 첨가에 의한 쌀 전분 유당면의 품질

구아검은 D-mannose와 D-galactose로 결합된 galactomannan인 수용성 식이섬유로 식품에서 증점제나 안정제로 사용되며 구아검과 같은 검류는 수용성이면서 용액상태에서 점도가 높아 식품용도에서 가공적성 향상에 널리 이용되고 있다.

쌀 전분을 밀가루에 20% 대체한 복합분에 guar gum과 유화제를 첨가하여 제조한 유당면의 품질특성을 분석한 결과는 Table 64와 같다.

Table 64. Effect of guar gum and emulsifier(SSL) on the cooking properties of fried noodles prepared from wheat flour containing rice starches

Emulsifier level	Cooked Weight (g)	Cooked Volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (OD 675 nm)	Color(L value)	
					Before cooking	After cooking
Control	42.64±1.81	40.63±2.39	111.75±7.71	0.058±0.03	76.28±3.02	61.12±0.85
쌀 전분 20%	45.91±1.40	41.25±1.77	129.01±6.97	0.055±0.00	76.45±2.23	60.53±2.12
쌀 전분 20% + Guar gum 0.3%	44.34±1.40	40.00±0.00	120.94±6.94	0.046±0.00	78.23±2.19	61.13±3.15
쌀 전분 20% + Guar gum 0.3% + SSL(0.5%)	45.95±2.74	43.75±1.77	129.07±14.06	0.052±0.02	77.26±1.22	62.63±2.24
쌀 전분 20% + Guar gum 0.6%	47.90±1.88	44.50±0.71	138.74±9.77	0.057±0.00	78.51±1.63	60.85±1.63
쌀 전분 20% + Guar gum 0.6% + SSL(0.5%)	44.75±2.37	42.50±3.54	122.93±12.11	0.045±0.01	78.26±2.66	63.29±0.12

쌀 초산전분을 밀가루에 20% 대체한 복합분에 guar gum과 유화제를 첨가하여 제조한 유당면의 품질특성을 분석한 결과는 Table 65와 같다.

Table 65. Effect of guar gum and emulsifier(SSL) on the cooking properties of fried noodles prepared from wheat flour containing acetylated rice starches

Emulsifier level	Cooked	Cooked	Water	Turbidity of	Color(L value)	
	Weight (g)	Volume (mL)	absorption (%)	of soup (OD 675 nm)	Before cooking	After cooking
Control	42.64±1.81	40.63±2.39	111.75±7.71	0.058±0.03	76.28±3.02	61.12±0.85
쌀초산전분 20%	43.70±0.22	40.00±0.00	118.11±1.15	0.022±0.00	77.25±1.80	62.62±1.02
쌀초산전분 20% + Guar gum 0.3%	45.20±0.80	43.75±1.77	125.16±4.10	0.042±0.01	77.95±2.02	63.63±1.10
쌀초산전분 20% + Guar gum 0.3% + SSL(0.5%)	44.57±2.36	41.25±1.77	122.41±12.40	0.058±0.04	77.96±0.21	64.02±0.44
쌀초산전분 20% + Guar gum 0.6%	42.95±1.51	41.25±1.77	113.87±7.66	0.071±0.03	77.59±2.47	63.18±0.08
쌀초산전분 20% + Guar gum 0.6% + SSL(0.5%)	47.04±0.14	45.00±0.00	134.51±0.70	0.059±0.00	77.99±2.43	64.68±1.23

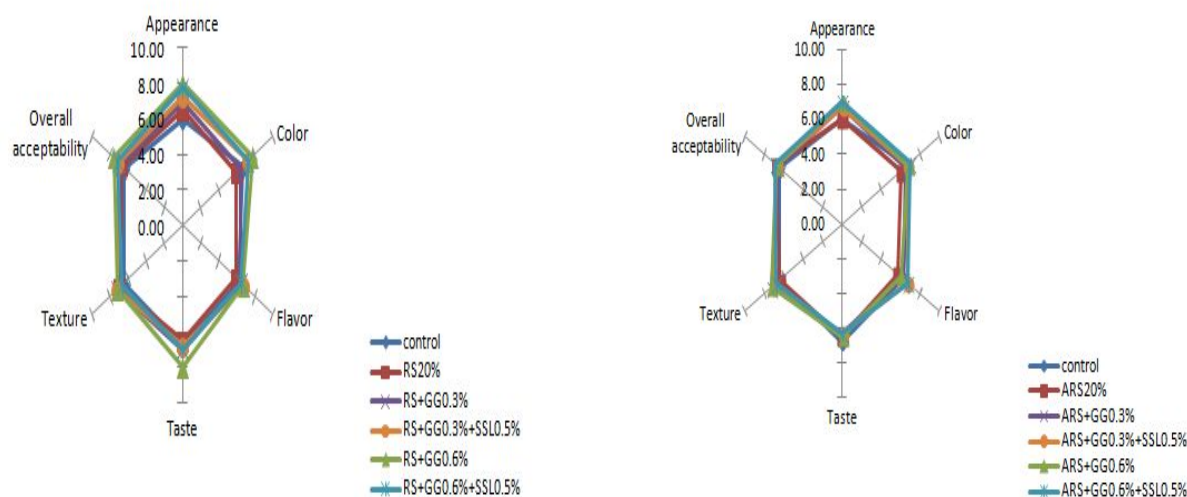


Fig. 28. Sensory scores of fried noodles containing rice starch, acetylated rice starch, guar gum and emulsifier(SSL)

(4) 쌀 전분의 마요네즈 지방대체재 응용기술 개발

마요네즈는 보통 식용유, 난황, 식초, 식염, 향신료를 혼합하여 만들어지며 보통 70~80% 지방을 함유한 반고체의 수중유적형(oil in water, O/W) 에멀전 드레싱이다. 마요네즈를 만드는데 사용하는 식용유는 식물성 기름으로 콩기름, 옥수수기름, 면실유, 유채유, 올리브유와 같은 정제 셀러드기름이며, 우리나라에서 시판되는 제품은 대부분 대두유를 가장 많이 사용하고 있다. 적정량의 유지는 많아질수록 고소한 맛이 더욱 좋아지며 조직감이 높아져 부드러운 식감을 가진다. 이러한 특성으로 인해 마요네즈의 지방 성분은 외관, 풍미, 맛, 식감 등 식품의 관능적인 면에서 중요한 요인으로 작용한다.

지방대체제란 식품 속 지방이 가지고 있는 본래의 특성을 유지하며 열량이 없거나 줄이는 물질을 말하고 적정 비율로 지방을 대체하여 저칼로리 식품을 만들 수 있다. 그 중 탄수화물계 지방대체물질은 많은 식이섬유를 포함한 다당류로 전분이나 검류, 텍스트린, 셀룰로오스, 펙틴 등이 있다. 이러한 탄수화물계 지방대체물질은 hydrocolloid성 물질로 수용액에서 점도를 증가시키거나 겔을 형성하는 긴 사슬의 고분자물질을 만들어 점성, 크림성, 유화성, 안정성 등을 높여준다. 이러한 지방대체제를 이용하여 고열량 식품인 마요네즈를 저칼로리 식품으로 만들 수 있다. 변성전분, 이눌린, 펙틴, 미결정 셀룰로오스, 카라기난, 일부 증점제 등 이와 같은 지방대체제는 일반적으로 유화성을 가져 에멀전 상태를 안정화 시키며 마요네즈의 점도를 증가시키기 위해 사용되었다. 현재 시판되고 있는 마요네즈의 유화안정제로는 텍스트린과 잔탄검을 사용하며 저칼로리 마요네즈로 판매되고 있는 마요네즈에는 타마린드검을 추가하여 사용되고 있다. 이러한 여러 탄수화물계 지방대체제를 이용하여 연구하고 개발되고 있는 가운데 쌀 전분을 이용한 연구는 현저히 적은 상황이다.

쌀 전분은 식품의 선명도를 높이고 부드러운 식감으로 관능적으로 색과 식감 등 외관을 향상시키며 타 전분들에 비해 낮은 호화 개시 온도와 노화되는 속도가 느리다. 전분이 호화온도에 가까워지면 전분 입자가 팽윤되어 입자의 크기가 커지므로 점도가 증가하는 특성을 가진다. 또한 노화되는 속도가 낮아 냉-해동에 안정성을 가진다. 따라서 지방을 대체하여 제품을 제조할 때 적정량 유지를 쌀 전분으로 대체하여 첨가한다면 열량은 낮추고 유화안정성과 물성이 개선될 수 있다.

(가) 전분의 식용유 대체가 마요네즈의 품질특성에 미치는 영향

쌀 전분을 15% 겔 상태로 제조하여 식용유지에 대하여 10~50% 대체하여 마요네즈를 제조한 후 마요네즈의 품질특성을 조사한 결과 Table 66과 같다. 마요네즈의 점도를 Brookfield viscometer로 측정한 결과 쌀 전분의 대체수준이 증가함에 따라 마요네즈의 점도는 감소하였다. 마요네즈의 색상은 쌀 전분의 첨가수준이 증가할수록 L값은 증가하여 색상이 밝아졌으며 b값은 감소하는 경향을 보였다.

Table 66. Physicochemical properties of low-fat mayonnaise substituted with rice starch gel(15% conc.) for oil

Rice starch substitution	pH	Viscosity (mPas)	Color values		
			L	a	b
0	3.67±0.03 ^{ab}	1994.89±254.64 ^a	76.24±0.84 ^c	-4.66±0.22 ^c	20.21±0.36 ^a
10	3.55±0.14 ^b	1767.96±474.05 ^a	80.86±0.87 ^b	-3.67±0.28 ^b	18.17±0.86 ^b
30	3.71±0.03 ^a	621.19±89.65 ^b	82.40±0.21 ^a	-3.26±0.12 ^a	17.39±0.76 ^b
50	3.69±0.07 ^{ab}	383.40±78.94 ^b	82.84±0.70 ^a	-3.22±0.16 ^a	17.36±0.74 ^b

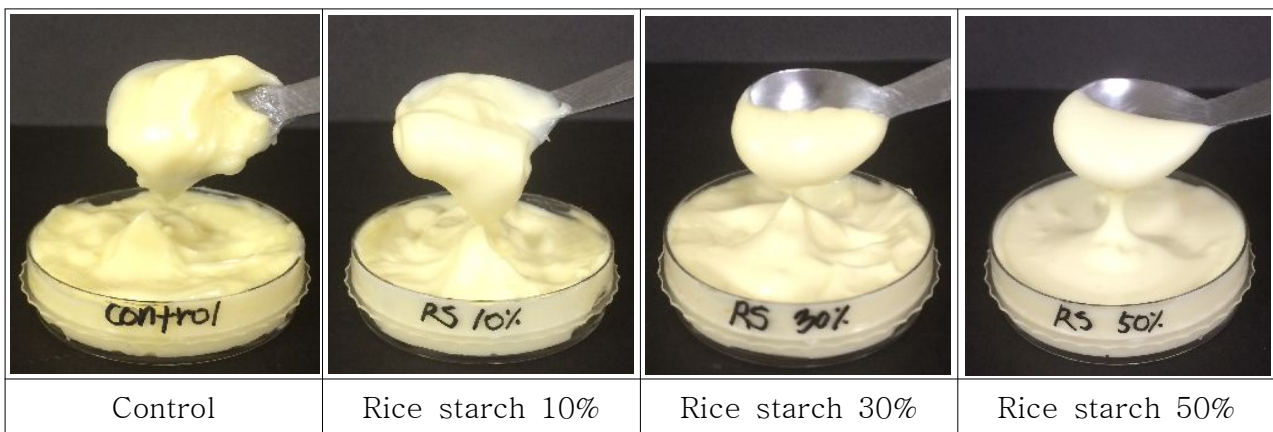


Fig. 29. Appearance of low-fat mayonnaise substituted with rice starch gel(15% conc.) for oil.

쌀 전분을 식용유지에 대해 10~50% 대체하여 제조한 마요네즈의 관능평가 결과는 Table 67 및 Fig. 30과 같다. 관능평가 결과 쌀 전분 함량 10~30% 대체수준에서 대조구 마요네즈 보다 외관, 색깔, 향미, 입안의 감촉 등 관능적 기호성이 유의적으로 높았으나 50% 대체수준에서는 대조구와 별 차이를 보이지 않았다.

Table 67. Sensory scores of mayonnaise substituted with rice starch gel(15% conc.) for oil.

Starch	Appearance	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	6.29±0.88 ^{ab}	6.21±1.05	5.36±1.77	6.17±1.17	6.19±0.96	6.21±0.96 ^b
Rice starch 10%	7.31±0.98 ^a	7.26±0.87	6.33±1.39	6.67±1.39	7.07±1.24	7.14±0.89 ^a
Rice starch 30%	7.38±1.40 ^a	7.19±1.43	6.60±1.13	6.40±1.13	6.88±1.31	7.17±1.15 ^a
Rice starch 50%	5.98±1.50 ^b	6.73±1.39	6.45±1.23	5.57±1.25	5.90±1.34	5.95±1.18 ^b

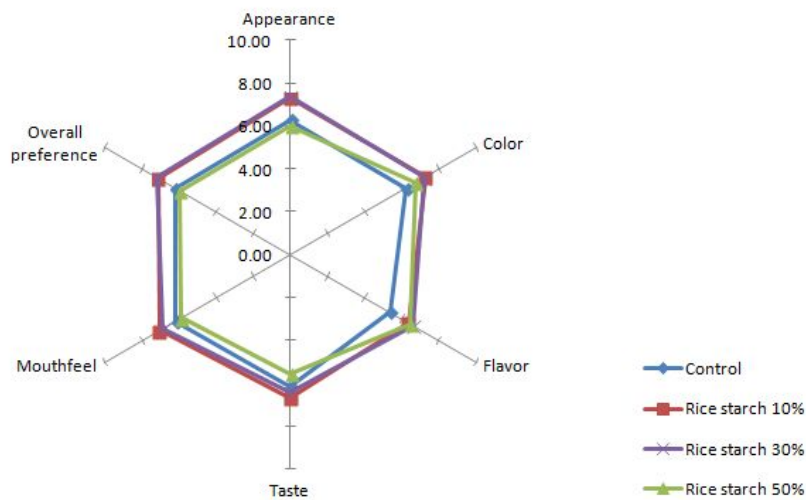


Fig. 30. Sensory scores of mayonnaise substituted with different levels of rice starch gel(15% conc.) for oil.

옥수수 전분을 15% gel 상태로 제조하여 식용유지에 대하여 10~50% 대체하여 마요네즈를 제조한 후 마요네즈의 품질특성을 조사한 결과 Table 68과 같다. 마요네즈의 점도는 옥수수 전분의 대체수준이 증가함에 따라 쌀 전분과 마찬가지로 감소하였고 색상은 밝아졌으며 b값은 감소하는 경향을 보였다.

Table 68. Physicochemical properties of low-fat mayonnaise substituted with corn starch gel(15% conc.) for oil

Corn starch substitution	pH	Viscosity	Color values		
			L	a	b
0	3.72±0.05	1614.17±26.16 ^a	75.95±0.71 ^c	-4.64±0.10 ^d	20.64±0.16 ^a
10	3.64±0.01	1548.84±159.73 ^a	79.50±0.57 ^b	-3.97±0.08 ^c	19.42±0.12 ^b
30	3.64±0.04	808.60±372.40 ^b	82.10±0.45 ^a	-3.54±0.06 ^b	18.25±0.17 ^c
50	3.67±0.12	773.41±51.59 ^b	82.55±0.14 ^a	-3.34±0.01 ^a	17.81±0.26 ^c

옥수수 전분을 식용유지에 대체하여 제조한 마요네즈의 관능평가 결과는 Table 69 및 Fig. 31과 같다. 대조구에 비해 옥수수 전분 10~30% 대체수준에서 외관, 색깔, 향미, 입안의 감촉 등 관능적 기호성이 높았으며 50% 대체수준에서는 기호성이 감소하였으나 대조구와 비교해서는 별 차이를 보이지 않았다.

Table 69. Sensory scores of mayonnaise substituted with corn starch(15% conc.) for oil

Starch	Appearance	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	6.59±0.67 ^b	6.29±0.93 ^c	5.65±1.15 ^b	6.18±1.07	6.29±0.87	6.12±0.74 ^b
Corn starch 10%	7.24±1.03 ^{ab}	7.24±0.91 ^{ab}	6.59±0.75 ^{ab}	6.82±1.34	7.00±1.20	7.21±0.83 ^{ab}
Corn starch 30%	7.76±0.71 ^a	7.53±0.75 ^a	7.24±0.85 ^a	7.06±0.85	7.06±0.91	7.35±0.81 ^a
Corn starch 50%	6.41±1.16 ^b	7.06±0.91 ^b	7.24±0.85 ^a	6.29±0.93	6.35±1.10	6.35±0.94 ^{ab}

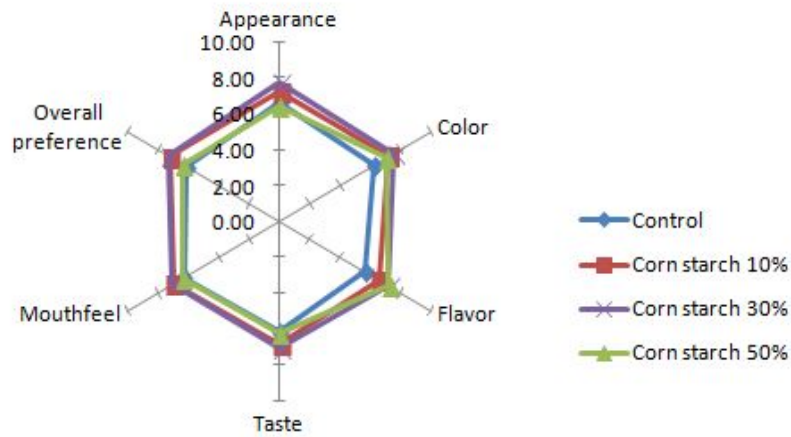


Fig. 31. Sensory scores of mayonnaise substituted with different levels of corn starch(15% conc.) for oil.

(나) 쌀 전분의 종류에 따른 마요네즈의 품질특성

옥수수 전분과 쌀 전분을 20% 대체하여 제조한 마요네즈의 품질특성을 분석한 결과 쌀 전분을 첨가한 마요네즈는 옥수수 전분 마요네즈와 점도가 비슷했으며 L값은 약간 높고 b값은 낮게 나타났다.

Table 70. Physicochemical properties of low-fat mayonnaise substituted with corn or ricestarch gel(15% conc.) for oil

	pH	Viscosity	Color values		
			L	a	b
Control	3.65±0.02	1729.34±218.11	76.57±0.38	-4.34±0.34	20.91±0.92
Corn starch 20%	3.66±0.06	1388.96±236.78	80.55±0.89	-3.58±0.10	18.70±0.89
Rice starch 20%	3.67±0.05	1408.28±387.84	80.84±0.91	-3.49±0.10	18.42±0.84

쌀 전분을 20% 대체한 마요네즈는 옥수수 전분을 대체한 마요네즈에 비해 외관, 색, 향미, 입안의 감촉, 전체적 기호도에서 약간 높은 점수를 얻었으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

Table 71. Sensory scores of mayonnaise substituted with for corn or rice starch gel for oil.

Starch	Appearance	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	6.55±0.75	6.18±0.69	5.82±0.80	6.00±0.91	6.64±0.74	6.09±0.76
Corn starch 20%	7.18±0.80	7.36±0.74	6.73±1.01	7.00±0.82	6.91±0.86	6.86±0.77
Rice starch 20%	7.18±0.37	7.64±0.62	6.82±0.90	7.27±0.59	7.27±0.59	7.36±0.62

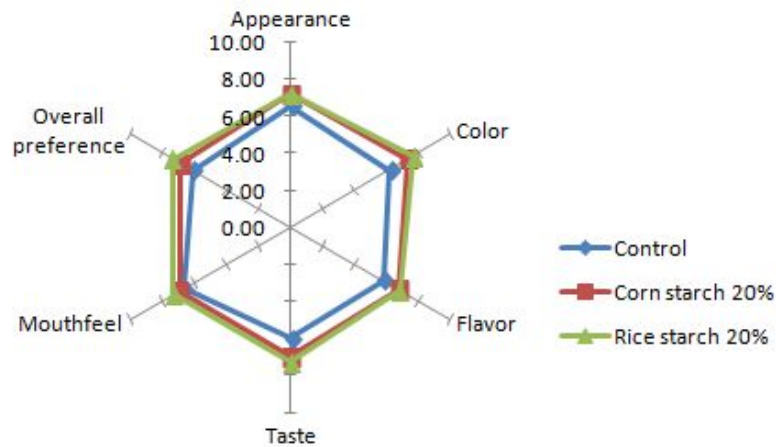


Fig. 32. Sensory scores of mayonnaise substituted with for corn or rice starch gel for oil.

쌀 전분과 쌀 변성전분으로 하이드록시프로필화(hydroxypropylated) 쌀 전분과 가교화/하이드록시프로필화(cross-linked and hydroxypropylated) 쌀 전분 겔을 사용하여(20% 첨가 수준) 마요네즈의 특성을 조사하였다. 변성전분 첨가 마요네즈는 점도, 색상에서 천연전분 첨가 마요네즈와 유사하게 나타났다.

Table 72. Physicochemical properties of low-fat mayonnaise substituted with native and modified rice starch gel(15% conc.) for oil

	pH	Viscosity	Color values		
			L	a	b
Control	3.80±0.04 ^a	2041.17±262.49 ^a	76.57±0.01 ^c	-4.56±0.11 ^b	20.03±0.65
Rice starch 20%	3.72±0.01 ^{ab}	921.82±155.85	82.37±0.26 ^b	-3.35±0.27	17.66±0.96
HP RS 20%	3.65±0.06 ^c	856.18±76.22	83.34±0.15 ^a	-3.27±0.28	17.60±1.33
CLHP RS 20%	3.67±0.01 ^c	1187.32±31.08	82.62±0.54 ^{ab}	-3.28±0.29	17.78±1.33

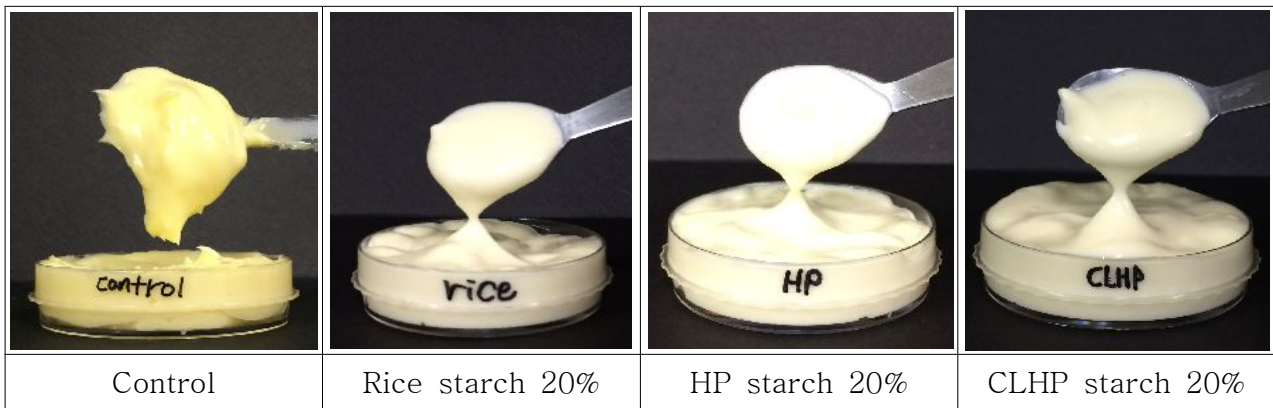


Fig. 33. Appearance of low-fat mayonnaise substituted with native and modified rice starch gel for oil.

쌀 전분과 변성 쌀 전분으로 유지를 대체하여 제조한 마요네즈의 냉해동 안정성을 측정한 결과 Fig. 34와 같다. 대조구 마요네즈와 비교하여 쌀 전분을 첨가한 마요네즈의 냉해동 안정성이 높았으며 특히 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분에서 냉해동 안정성이 높게 나타났다.

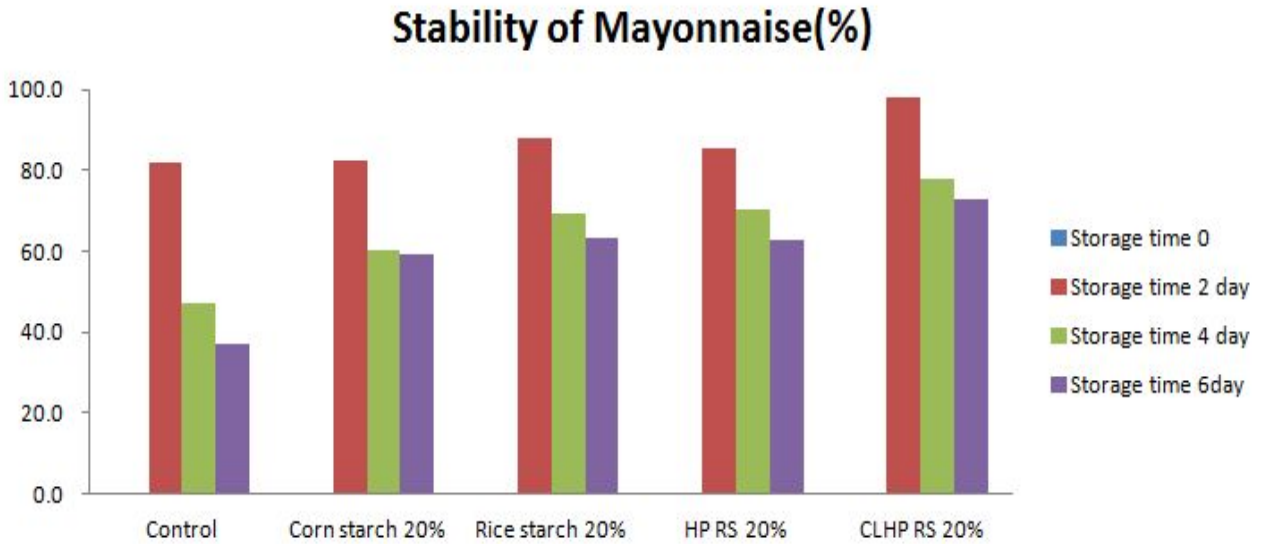


Fig. 34. Emulsion stability of low-fat mayonnaise substituted with native and modified rice starch gel(15% conc.) for oil

쌀 전분과 쌀 변성전분으로 제조한 마요네즈의 관능평가 결과 외관, 색, 향, 맛, 입안의 감촉, 전체적 기호도에서 하이드록시프로필화 쌀 전분 첨가 마요네즈가 가장 높은 점수를 나타냈으며 천연 쌀 전분과 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분이 대조구에 비해 전반적으로 높은 점수를 나타냈다.

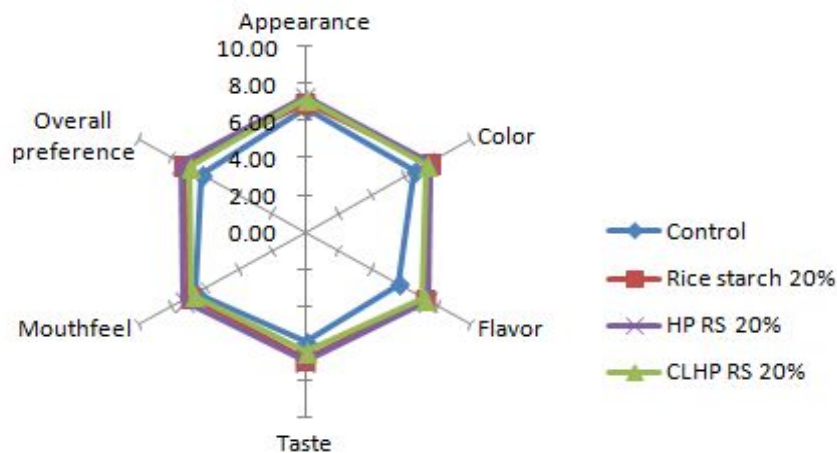


Fig. 35. Sensory scores of mayonnaise substituted with native and modified rice starch(15% conc.) for oil.

(다) 쌀 전분 및 검의 혼합 대체에 의한 마요네즈의 품질특성

펙틴, 구아검, 잔탄검 등 식이섬유를 포함하는 다당류 겔은 좋은 지방대체제로 사용된다. 잔탄검과 같은 검류는 상업적인 마요네즈에 단독으로 또는 전분과 함께 사용되어 소스, 드레싱류에 적절한 물성을 부여한다. 쌀 전분과 검류의 혼합사용 효과를 검토하기 위하여 검류(guar gum과 xanthan gum)를 식용유에 대해 10%씩 대체하고 쌀 전분 겔을 20~40% 대체하여 쌀 전분과 검류를 혼합 사용한 저지방 마요네즈의 품질특성을 조사하였다. 구아검과 잔탄검을 10% 대체하고 쌀 전분의 대체 수준을 증가시킬 경우 쌀 전분만을 대체한 경우에 비해 점도의 감소율을 낮추어 주는 효과를 보여주었다.

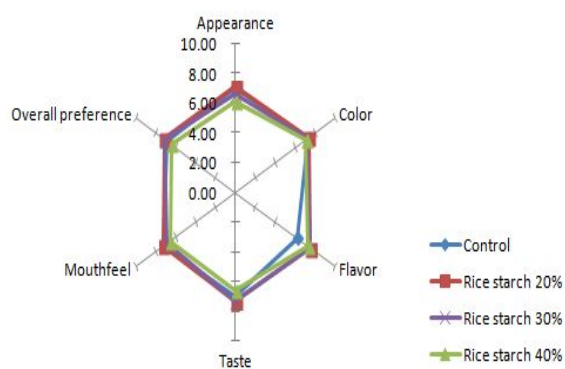
Table 73. Physicochemical properties of low-fat mayonnaise substituted with gums(guar gum, xanthan gum) and different levels of rice starch gel(15% conc.) for oil

	pH	Viscosity	Color values		
			L	a	b
Control	3.67±0.04	1937±244.10 ^a	76.27±0.87 ^b	-4.64±0.24 ^c	20.86±0.63 ^a
GG 10/RS 20	3.72±0.12	787.13±65.12 ^{bc}	83.27±0.55	-3.11±0.05 ^a	16.00±0.19 ^c
GG 10/RS 30	3.76±0.07	661.42±124.65 ^c	83.58±0.45	-3.12±0.06 ^a	16.17±0.32 ^c
GG 10/RS 40	3.71±0.08	603.46±197.25 ^c	83.78±0.49	-3.18±0.09 ^{ab}	16.21±0.37 ^c
XG 10/RS 20	3.71±0.04	1025.12±81.21 ^b	82.97±0.33	-3.34±0.11 ^{ab}	17.20±0.28 ^b
XG 10/RS 30	3.71±0.07	555.32±131.65 ^c	83.42±0.20	-3.30±0.19 ^{ab}	17.08±0.66 ^b
XG 10/RS 40	3.74±0.05	509.82±152.33 ^c	83.75±0.67	-3.42±0.13 ^b	17.57±0.66 ^b

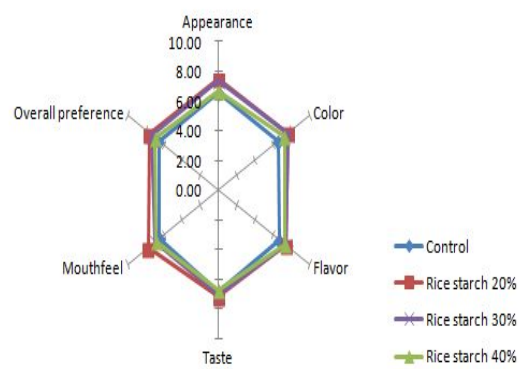
검류(guar gum과 xanthan gum)를 식용유에 대해 10%씩 대체하고 쌀 전분 겔을 20~40% 대체하여 쌀 전분과 검류를 혼합 사용한 저지방 마요네즈의 관능특성을 조사한 결과는 Table 74와 같다. 그 결과 대조구에 비해 gum 10%와 쌀 전분 30~40% 혼합첨가 수준까지 마요네즈의 관능적인 기호도가 높게 나타났다. 따라서 쌀 전분을 단독으로 대체 사용한 마요네즈에 비해 쌀 전분과 검류의 혼합 사용함에 의해 식용유지의 양을 40~50% 수준까지 줄일 수 있는 지방대체재료의 가능성을 제시하였다.

Table 74. Sensory scores of mayonnaise substituted with native rice starch(15% conc.) and gums for oil

Starch	Appearance	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	6.50±0.84 ^{ab}	6.50±0.84 ^c	6.67±1.21 ^b	6.83±1.47	6.50±0.84 ^b	6.58±0.80 ^{bc}
GG 10/RS 20	7.08±0.83 ^a	7.35±0.67 ^{ab}	7.55±0.52	7.32±1.10	7.20±0.98 ^{ab}	7.17±0.87 ^{ab}
GG 10/RS 30	6.60±0.81 ^{ab}	7.18±0.75 ^{ab}	7.47±0.65	7.28±0.65	6.93±0.80 ^b	7.09±0.30 ^{abc}
GG 10/RS 40	6.07±0.94 ^b	7.06±0.85 ^b	7.27±0.52	6.58±1.07	6.55±1.04 ^b	6.44±0.47 ^c
XG 10/RS 20	7.50±1.00 ^a	7.67±0.65 ^a	7.42±0.51	7.17±1.19	7.75±1.06 ^a	7.58±0.87 ^a
XG 10/RS 30	7.33±0.78 ^a	7.58±0.51 ^{ab}	7.33±0.75	7.08±1.16	7.00±0.60 ^b	7.38±0.61 ^a
XG 10/RS 40	6.63±1.07 ^{ab}	7.21±0.66 ^{ab}	7.25±0.66	6.75±1.14	6.92±0.79 ^b	7.00±0.60 ^{abc}



Guar gum 10%



Xanthan gum 10%

Fig. 36. Sensory scores of mayonnaise substituted with native rice starch(15% conc.) and gums for oil.

Table 75. Sensory scores of mayonnaise substituted with modified rice starch(15% conc.) and gums for oil.

Starch	Appearance	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	7.00±1.73	7.00±1.00	6.00±0.58 ^b	6.33±0.58 ^b	5.33±0.58 ^b	6.00±1.00 ^b
GG 10/HPRS 20	7.33±1.53	7.67±1.53	7.67±1.53 ^{ab}	7.67±1.15 ^{ab}	8.00±1.00 ^a	7.50±1.32 ^{ab}
GG 10/HPRS 30	8.00±0.00	8.00±1.00	7.67±0.58 ^{ab}	8.00±1.00 ^{ab}	7.67±0.58 ^a	8.17±0.76 ^a
GG 10/HPRS 40	8.00±0.00	8.00±0.00	7.67±0.58 ^a	8.33±0.58 ^a	7.33±1.53 ^a	8.17±0.76 ^a
Control	7.00±1.00	7.00±0.00	6.33±0.58 ^b	6.67±0.58 ^b	7.00±0.00	6.50±0.50 ^b
GG 10/CLHPRS 20	7.33±0.58	7.17±0.29	7.67±0.58 ^a	7.67±0.58 ^b	7.33±0.58	7.53±0.06 ^a
GG 10/CLHPRS 30	7.33±0.58	7.00±0.00	8.33±0.58 ^a	7.17±0.29 ^{ab}	7.33±0.58	7.17±0.29 ^{ab}
GG 10/CLHPRS 40	8.00±1.00	8.00±1.00	8.00±1.00 ^a	7.17±0.29 ^{ab}	8.00±1.00	7.47±0.81 ^{ab}

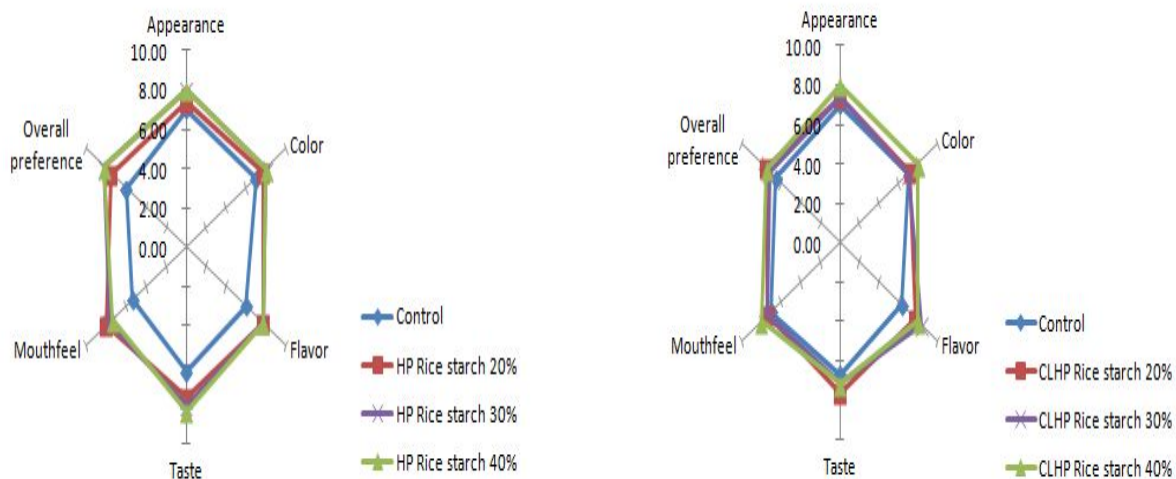


Fig. 37. Sensory scores of mayonnaise substituted with modified rice starch(15% conc.) and guar gum for oil.

(5) 쌀 전분 첨가 수프의 응용기술 개발

크림수프의 배합비에 사용하는 전분질 곡분으로 밀가루와 옥수수가루를 기본으로 하였으며 추가적인 농후제로 전분(옥수수, 감자, 고구마, 타피오카, 또는 밀 전분)을 배합비의 5%를 사용하여 크림수프를 제조하였다(Table 4). 사용한 전분의 종류에 따른 크림수프의 이화학적 품질 특성을 측정한 결과는 Table 76과 같다. 전분의 종류별 크림수프의 수분함량은 90.85~91.26% 범위로 약간의 차이를 보였으며 pH는 6.19~6.26 사이로 거의 차이가 없었다. 크림수프의 색도는 L값(명도)이 62.67~63.71 범위로 유사하였으나 b값(황색도)은 다소 차이를 보여 메옥수수 전분에서 황색도가 약간 높게 나타났다. 크림수프의 점도(23℃)는 200.17~234.40 cP 범위였는데 감자 전분에서 가장 높았으며, 다음으로 고구마, 찰옥수수, 밀, 타피오카, 메옥수수 전분의 순이었다. 크림수프에 사용한 전분의 농도가 높지 않아 전분별 수프의 점도에 큰 차이를 볼 수 없었으나 감자 전분의 경우에는 다른 전분에 비해 호화개시온도가 빠르고 같은 농도에서 점도가 매우 높아(Haase & Detmold, 1996) 크림수프의 점도에 상당한 영향을 주는 것으로 나타났다.

Table 76. Physicochemical and rheological properties of cream soups with different starches

Starch	Moisture (%)	pH	Color value			Viscosity (cP)
			L	a	b	
Corn	91.07 ^{ab1)}	6.19 ^a	63.71 ^a	-2.30 ^a	6.28 ^a	200.17 ^b
Waxy corn	91.24 ^a	6.24 ^a	63.67 ^a	-2.31 ^a	5.86 ^{ab}	227.67 ^{ab}
Potato	91.26 ^a	6.26 ^a	62.73 ^a	-2.27 ^a	5.74 ^{ab}	234.40 ^a
Sweet potato	91.00 ^{ab}	6.19 ^a	62.67 ^a	-2.23 ^a	5.65 ^b	227.93 ^{ab}
Tapioca	90.85 ^b	6.22 ^a	63.23 ^a	-2.31 ^a	5.81 ^{ab}	215.20 ^{ab}
Wheat	90.96 ^{ab}	6.23 ^a	63.47 ^a	-2.24 ^a	5.87 ^{ab}	217.40 ^{ab}

전분의 종류를 달리하여 제조한 크림수프의 관능적 기호도를 9점척도법으로 평가한 결과는 Table 77과 같다. 크림수프의 외관은 감자전분을 첨가한 수프가 6.9점으로 가장 높고 메옥수수 전분을 첨가한 수프에서 6.2점으로 가장 낮았는데 메옥수수 전분을 첨가한 수프가 좀 더 노란 빛을 띄고 외관상 점도가 다른 전분에 비해 낮았기 때문으로 판단되었다. 크림수프의 맛과 향은 다른 재료들이 주는 향미에 의해 좌우되어 전분 종류에 따른 차이는 크지 않았다. 입안의 감촉은 점도가 높은 감자와 고구마 전분을 첨가한 크림수프에서 가장 높게 나타났으며 찰옥수수 크림수프가 5.8점으로 가장 낮게 나타났다. 전반적인 기호도는 다른 전분들에 비해 높은 점도를 가지고 있고 외관, 입안의 감촉에서 높은 점수를 얻은 감자전분을 첨가한 크림수프가 6.9점으로 가장 높게 나타났으나 전분 종류별 통계처리에 의한 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

Table 77. Sensory characteristics of cream soups containing different starches

Starch	Appearance	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Corn	6.21 ^{a1)}	6.04 ^a	6.04 ^a	6.50 ^{ab}	6.36 ^a
Waxy corn	6.64 ^a	6.07 ^a	6.21 ^a	5.79 ^b	6.20 ^a
Potato	6.86 ^a	6.61 ^a	6.43 ^a	6.86 ^a	6.91 ^a
Sweet potato	6.46 ^a	6.14 ^a	6.11 ^a	6.93 ^a	6.43 ^a
Tapioca	6.29 ^a	6.00 ^a	6.61 ^a	6.68 ^{ab}	6.82 ^a
Wheat	6.43 ^a	6.21 ^a	5.79 ^a	6.57 ^{ab}	6.54 ^a

쌀 전분 페이스트 점도는 타 전분 페이스트보다 낮은 경향이 있으며(Lee & Lee, 2013) 전분만으로 부족한 레올로지 특성을 개선시키기 위해 쌀 전분에 친수성 콜로이드로서 구아검의 첨가가 쌀 전분과 쌀 전분을 포함하는 크림수프의 페이스트 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 쌀 전분에 구아검을 0~15% 대체한 후 신속점도측정기(RVA)를 사용하여 호화특성을 조사한 결과는 Table 78과 같다. RVA에 의해 점도가 증가하기 시작한 시점의 온도인 호화개시온도는 쌀 전분이 72.20℃였고, 구아검 5% 대체수준에서는 유사하였으나 10, 15% 대체 수준에서는 각각 61.26℃, 51.06℃로 현저하게 감소하였다. RVA 최고점도는 쌀 전분이 265.8 RVU였으며 구아검의 대체수준이 증가함에 따라 462.6~706.1 RVU로 급격히 증가하였다. 그러나 최고점도 이후 95℃에서 유지시킨 후의 점도인 trough는 그 증가폭이 작았으며 최고점도에서 trough 점도를 뺀 값으로 전분의 호화 중 열과 전단력에 대한 저항성을 나타내는 breakdown은 구아검의 대체수준이 증가함에 따라 증가하였다. 구아검의 대체수준이 증가함에 따라 최종점도 역시 증가하였다. 이는 구아검의 첨가가 쌀 전분의 점도를 증가시키는데, 구아검의 첨가수준이 증가함에 따라 쌀 전분의 RVA 호화개시온도(onset temp)를 낮추고 최고점도, breakdown, 최종점도를 증가시킨다는 결과(Rosell et al., 2011)와 일치하였다. 한편 쌀 전분과 친수성 콜로이드 혼합물의 호화특성은 사용하는 hydrocolloid의 종류(Rosell et al., 2011), 쌀 전분의 amylose-amylopectin 비율(Kim et al., 2013)에 따라 차이를 보이는 것으로 조사된 바 있다.

Table 78. Pasting properties of rice starch substituted with different levels of guar gum

Levels of guar gum(%)	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Control (100% rice starch)	72.20 ^{a1)}	265.79 ^c	108.42 ^b	157.38 ^c	202.52 ^d	94.10 ^{ab}
5%	72.61 ^a	462.58 ^b	194.35 ^a	268.23 ^b	239.33 ^c	44.98 ^b
10%	61.26 ^b	665.12 ^a	225.23 ^a	439.90 ^a	317.63 ^b	92.40 ^{ab}
15%	51.06 ^c	706.06 ^a	237.50 ^a	468.57 ^a	363.33 ^a	125.83 ^a

¹⁾Values with the same subscript within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

크림수프 배합에 사용한 쌀 전분(5%, w/w)에 대하여 구아검을 0~30% 대체하여 배합한 크림수프 배합에 대하여 크림수프의 페이스트 특성을 RVA로 측정된 결과는 Table 79와 같다. 쌀 전분만을 사용한 크림수프 배합의 RVA 페이스트 개시 온도는 84.5°C로 쌀 전분만의 호화 개시온도에 비해 12°C 이상 높아 크림수프의 다른 재료가 전분의 호화개시온도에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 쌀 전분에 구아검의 대체수준이 증가함에 따라 호화개시온도는 83.37~79.88°C로 감소하였다. 크림수프 시스템에서 쌀 전분만을 사용한 수프의 최고점도, trough 점도, 최종점도는 각각 128.5, 84.3, 179.8 RVU였으며, 쌀 전분에 구아검의 대체수준이 증가함에 따라 크림수프의 최고점도는 149.75~208.19 RVA로 증가하였으며 trough 점도, 최종점도가 상대적으로 증가 폭이 낮아 breakdown은 증가하였으며 setback은 다소 증가하는 경향이였다. 이는 옥수수 전분을 이용한 수프 시스템에서 hydrocolloid의 사용이 호화온도를 낮추고 페이스트 점도를 증가시킨 결과(Ravindran & Matia-Merino, 2009)와 유사하였다.

Table 79. Pasting properties of cream soup samples containing rice starch and guar gum

Ratio(%) ¹⁾	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
5.0 : 0	84.45 ^{a2)}	128.47 ^d	84.30 ^c	44.17 ^c	179.78 ^c	95.47 ^b
4.5 : 0.5	83.37 ^{ab}	149.75 ^c	93.25 ^c	56.50 ^b	190.25 ^c	97.00 ^b
4.0 : 1.0	81.00 ^{bc}	172.97 ^b	106.30 ^b	66.67 ^b	214.67 ^b	108.36 ^a
3.5 : 1.5	79.88 ^c	208.19 ^a	124.72 ^a	83.47 ^b	241.25 ^a	116.53 ^a

¹⁾The ratios of starch:guar gum in soup formulations.

²⁾Values with the same subscript within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

쌀 전분에 구아검을 대체하여 제조한 크림수프의 수분함량, pH 및 색도를 측정된 결과는 Table 80에 나타나 있다. 쌀 전분 크림수프의 수분함량은 91.27%였으며 쌀 전분의 일부를 구아검으로 대체하여(10, 20, 30%) 제조한 크림수프에서 91.4% 정도로 약간 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 쌀 전분 수프의 pH는 6.19~6.23의 범위로 별 차이가 없었다. 크림수프의 색도에서 구아검을 첨가하지 않고 쌀 전분만을 사용한 대조구에서 L값이 63.6이었으며 이는 타 전분 사용하여 제조한 크림수프의 L값인 62.67~63.71의 범위(Table 76)에 있어 크림수프의 명도가 유사하였으나 구아검의 대체량이 증가함에 따라 L값이 62.87~61.92 감소하는 경향이 나타났다. 쌀 전분에 구아검의 대체량이 증가함에 따라 크림수프의 b값은 약간 감소하여 황색도가 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이를 보이지 않았다.

쌀 전분에 구아검을 대체하여 제조한 크림수프의 점도를 Brookfield 점도계를 사용하여 측정된 결과는 Table 80에 나타나 있다. 쌀 전분을 사용한 크림수프의 점도는 구아검을 첨가하지 않은 대조구에서 206.97 cP이었으며, 이는 Table 76에 나타난 메옥수수 전분을 첨가한 크림수프보다 약간 높았으나 감자, 고구마, 밀, 타피오카 전분을 사용하여 제조한 크림수프의 점도에 비해서는 다소 낮게 나타났다. 쌀 전분 크림수프의 점도는 구아검의 대체량이 증가함에 따라 10% 대체수준에서 218.07 cP, 20% 246.0 cP, 30%에서 264.10 cP로 증가하였다. Brookfield 점도계에 의한 쌀 전분 크림수프의 점도는 RVA로 측정된 쌀 전분 크림수프 시스템에서 구아검의 대체수준이 증가함에 따라 크림수프의 페이스트 점도가 높게 증가함을 보여준 분석결과(Table 79)와도 일치하였다.

Table 80. Physicochemical and rheological properties of cream soups containing rice starch and guar gum

Ratio(%) ¹⁾	Moisture (%)	pH	Color value			Viscosity (cP)
			L	a	b	
5.0 : 0	91.27 ^{a2)}	6.22 ^a	63.36 ^a	-2.19 ^a	6.36 ^a	206.97 ^b
4.5 : 0.5	91.39 ^a	6.21 ^a	62.87 ^{ab}	-2.21 ^a	6.12 ^a	218.07 ^{ab}
4.0 : 1.0	91.38 ^a	6.22 ^a	62.16 ^{ab}	-2.17 ^a	6.11 ^a	246.40 ^{ab}
3.5 : 1.5	91.43 ^a	6.21 ^a	61.92 ^b	-2.17 ^a	6.02 ^a	264.10 ^a

¹⁾The ratios of starch:guar gum in soup formulations.

²⁾Values with the same subscript within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

크림수프의 배합에 사용한 쌀 전분에 구아검을 대체하여 제조한 크림수프의 관능평가 결과(Table 81), 쌀 전분을 첨가한 크림수프는 타 전분을 첨가한 수프(Table 77)와 견줄만한 점수를 얻었으며 쌀 전분을 첨가한 크림수프가 외관, 향, 맛, 입안의 감촉에 대한 관능점수가 상대적으로 높은 편으로 이는 쌀 전분 고유의 담백하고 부드러운 맛과 식감 때문인 것으로 여겨졌다. 쌀 전분 크림수프는 구아검의 부분적인 대체에 의해 관능적인 기호성이 전반적으로 향상되었다. 구아검을 대체한 쌀 전분 크림수프의 외관은 쌀 전분 크림수프에 비해 다소 높게 나타났으며 이는 구아검의 대체량이 증가함에 따라 크림수프의 색이 개선되고 점도가 증가하여 외관상 기호성이 높아졌기 때문으로 여겨졌다. 구아검은 크림수프의 향에 별 영향을 주지 않았으나, 맛에서는 점도가 증가할수록 좀 더 진한 맛을 나타내기에, 구아검의 첨가에 따라 크림수프의 맛 점수가 높게 나타났다. 구아검의 첨가가 맛에 직접적인 영향을 주기 보다는 점도의 차이에 따라 느껴지는 교질미가 기호성에 영향을 주는 것으로 사료되었다. 구아검을 첨가한 크림수프의 입안의 감촉은 10% 대체수준에서 가장 높았으며 그 이상에서 약간 감소하는 경향이 있어 점도가 어느 이상으로 높아지게 되면 입안에서의 감촉이 떨어질 수 있음을 암시해주었다. 크림수프의 종합적인 기호도는 쌀 전분 크림수프 대조구에 비해 구아검 30% 대체수준까지 높은 결과를 나타내었으나 통계처리에 의해 수프의 맛 외에는 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다.

따라서 크림수프 제조 시에 농후제로서 쌀 전분의 사용은 옥수수 전분을 비롯한 타 전분에 비해 품질이 떨어지지 않고 또한 쌀 전분에 구아검을 30%까지 대체함으로써 크림수프의 점도 개선 효과로 관능적인 기호성에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 제시해 주었다.

Table 81. Sensory characteristics of cream soups containing rice starch and guar gum

Ratio(%) ¹⁾	Appearance	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
5.0 : 0	6.76 ^{a2)}	6.75 ^a	6.43 ^b	7.01 ^a	6.70 ^a
4.5 : 0.5	6.88 ^a	6.88 ^a	6.81 ^{ab}	7.36 ^a	6.93 ^a
4.0 : 1.0	7.10 ^a	7.03 ^a	6.75 ^{ab}	7.14 ^a	7.11 ^a
3.5 : 1.5	7.17 ^a	6.76 ^a	7.17 ^a	7.23 ^a	7.17 ^a

¹⁾The ratios of starch:guar gum in soup formulations.

²⁾Values with the same subscript within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

(6) 쌀 전분의 베이비파우더 소재 활용성

미세한 분말을 이용한 제품에는 그 용도에 따라서 화장용 파우더와 베이비파우더로 크게 구분될 수 있다. 대부분의 베이비파우더는 주성분이 탈크(talc)파우더로서 활석을 분말화하여 만들어지는데 일부 부작용이 보고되어 있다. 최근 옥수수전분과 같은 전분을 이용한 베이비 파우더 제품이 개발되어 판매되고 있으나 쌀 전분을 이용한 베이비파우더에 관해서는 거의 없는 실정이다. 일반 쌀 전분과 변성 쌀 전분의 색도를 측정된 결과는 Table 82와 같다.

Table 82. 쌀 전분 종류별 색도

Starch	Color		
	L	a	b
Rice starch (domestic)	96.40±0.18	0.09±0.02	0.96±0.04
Rice starch (imported)	95.52±0.04	-0.01±0.01	1.59±0.01
Acetylated RS	94.98±0.03	0.15±0.01	1.04±0.00
Hydroxypropylated RS	94.60±0.12	0.04±0.03	0.73±0.04
CLHP RS	96.13±0.08	0.01±0.10	0.84±0.10
Pregelatinization RS	91.38±0.07	-0.13±0.02	3.40±0.11
HMT RS (20%)	94.59±0.25	0.03±0.01	1.35±0.05

전분의 수분흡수지수를 측정된 결과는 Table 83에 나타나 있다. 옥수수, 찰옥수수, 감자, 고구마, 밀, 타피오카 전분의 흡수지수는 1.54~1.91 g/g의 범위로 찰옥수수 전분에서 가장 높았고 감자, 고구마 전분에서 상대적으로 낮게 나타났다. 타 전분과 비교하여 천연 쌀 전분 및 변성쌀 전분의 수분흡수지수를 측정된 결과는 Table 84와 같다. 국산 및 수입산 천연 쌀 전분의 수분흡수지수는 각각 1.96, 1.90 g/g로 나타났다. 화학적 변성전분인 초산 쌀 전분, 하이드록시프로필화 쌀 전분, 가교화/하이드록시프로필화 쌀 전분이 각각 2.32, 2.43, 2.14 g/g으로 천연 쌀 전분 보다 높았으며 물리적 변성 처리한 습열처리 쌀 전분의 수분흡수지수는 2.68 g/g으로 가장 높게 나타났다. 쌀 전분은 타 전분에 비해 수분흡수율이 높고 특히 변성전분의 수분흡수율이 높게 나타나 베이비파우더로 사용 가능성을 제시해 주었다.

Table 83. Water absorption index of different starches

Types of starch	WAI (g/g)
Corn	1.62±0.14
Waxy corn	1.91±0.04
Potato	1.56±0.10
Sweet potato	1.54±0.08
Wheat	1.71±0.03
Tapioca	1.69±0.05

Table 84. Water absorption index of native and modified rice starches

Starch	수분흡수지수(WAI)
Rice starch (domestic)	1.96±0.04
Rice starch (imported)	1.90±0.05
Acetylated RS	2.32±0.06
Hydroxypropylated RS	2.43±0.04
CLHP RS	2.14±0.02
HMT RS (20%)	2.68±0.05

* HMT RS: heat/moisture treated rice starch

제 4 절

제 4 절 쌀 전분 대체 신가공 제품의 개발 및 산업화

Development and commercialization of new processed products
with rice starch

연구책임자

(주) 대상

진 중 현

목 차

1. 쌀 및 전분 이용 제품의 현황조사	349
가. 쌀 이용 제품의 현황조사	349
(1) 국내 쌀 가공식품 시장규모	349
(2) 국내 쌀 가공식품 주요 제품	350
(3) 한국과 일본 쌀 가공식품 시장전망	351
나. 전분 이용 제품의 현황조사	351
(1) 국내 전분 시장규모	351
(2) 국내 전분 가공식품 주요 제품	352
(3) 세계 전분시장 규모	354
(4) 쌀 전분 적용 주요 제품	355
2. 기존전분 대체 쌀 전분 적용제품의 제조	357
가. 연구대상제품 선정 및 시장조사	357
(1) 면류 시장현황조사	357
(2) 편의식(수프) 시장현황조사	358
나. 쌀 전분을 이용한 제품의 제조	358
(1) 쌀 전분 제조	358
(2) 쌀 전분을 이용한 당면의 제조	359
(3) 쌀 전분을 이용한 수프의 제조	363
3. 쌀 전분 적용 및 제품화 가능성 검토	368
가. 태국산 쌀 전분을 이용한 당면의 제품화 가능성 검토	368
(1) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 색도	369
(2) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면 반죽의 제면적성	369
(3) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 물성측정	370
(4) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 관능검사	371
나. 태국산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 제품화 가능성 검토	371

4. 국내산 쌀 전분 적용 proto type 제품개발 및 시제품 제조	372
가. 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 proto type 제품개발 및 시제품 제조	372
(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 시제품 제조	372
(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 색도	374
(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 건 당면의 물성측정	374
(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 관능검사	375
(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 건 당면의 유통기한 설정	375
나. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 proto type 제품개발 및 시제품 제조	376
(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 수프의 시제품 제조	376
(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 점도	377
(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 맛 테스터기 및 관능검사 결과	378
(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 유통기한 설정	379
다. 국내산 쌀 전분을 이용한 프리믹스 핫케익믹스의 proto type 제품개발 및 시제품 제조	380
(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 시제품 제조	380
(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 점도	383
(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 불림측정	383
(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 관능검사 결과	384
(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 유통기한 설정	385
 5. 국내산 쌀 전분 적용 제품 개발 및 시제품 제조	 386
가. 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈의 제품개발 및 시제품 제조	386
(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 proto type 제품 개발	386
(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 proto type의 가공적성 및 점도	387
(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 proto type 제품 칼로리	388
(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 제조	389
(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 관능검사	391
(6) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 영양성분 분석	392
(7) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 유통기한 설정실험	394
(8) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 안전성 실험	395
나. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 제품 개발 및 시제품 제조	396
(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 제조	396

(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 색도	398
(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 점도	398
(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 맛테스터 분석 및 관능검사	399
(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 영양성분 분석	402
(6) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 유통기한 설정실험	403
(7) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 안전성 실험	405

1. 쌀 및 전분 이용 제품의 현황조사

가. 쌀 이용 제품의 현황조사

(1) 국내 쌀 가공식품 시장규모

쌀은 세계적으로 중요한 곡식으로 현재 쌀을 소재로 한 가공식품 시장 규모는 약 1조원 수준으로 전체 식품 매출액의 2%수준으로 추정한다고 했으나, 세부 품목별로 조사한 결과 표 1와 같이 약 1조 8천억원으로 집계할 수 있다. 이 같은 시장은 떡류 1조 1천억원, 면류 1,165억 원, 주류 1,870억원으로 시장규모가 매우 큰 편이다. 최근 밥류 1,600억원, 죽류 1,440억원, 쌀과자 400억원, 쌀가루 500억원, 음료 380억원으로 시장이 다양화 되고 있으며 식품 가공업계에서 밀가루 소비 및 타 곡물의 대체성이 점차 커지고 있다.

특히 최근 국내에서도 쌀가루 가공 기술이 발전하면서 전문 제조업체 및 R&D가 활발히 이루어지고 있다. 기본 형태인 건식, 반습식, 습식 쌀가루를 생산하던 제조업체는 최근에 가정용, 업소용 프리믹스 제품으로 다양화에 성공하면서 급속한 매출 성장세를 나타내고 있다. 이와 같이 쌀가루의 제분특성, 제분방법의 표준화 및 기술개발을 위한 지속적인 노력을 바탕으로 쌀가공 식품의 시장규모는 점차적으로 커질 것으로 예상되고 있다.

표 1. 국내 쌀 가공식품 시장규모

제품군		시장규모(억원)
		'08년
총 시장규모		18,315
밥류	총규모	1,600
	무균밥	1,200
	냉동밥	400
떡류	총규모	11,000
	일반떡	8,738
	떡볶이떡, 떡국떡	2,262
면류	총규모	1,165
	생면	50
	건면(라면, 국수)	115
	베트남 국수	1,000
과자류		400
죽류		1,400
음료류		380
주류		1,870
쌀가루		500

(2) 국내 쌀 가공식품 주요 제품

쌀 가공식품의 가장 기초적인 소재인 쌀가루 제조 기술 분야가 해마다 꾸준히 발전되어 오면서 각 제품의 가공적성에 적합한 쌀가루를 원료소재로 사용한 제품의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 근래에 대형 식품회사들이 ‘쌀국수라면’ 관측에 대대적으로 나서고, ‘쌀가루 첨가 카레’ ‘쌀 고추장’등 쌀을 이용한 가공식품이 출시되고 있으며, 대중적인 소비기반과 유통망을 갖춘 새 제품들이 속속 시장에 선보일 전망으로 기대되고 있다.

쌀 가공 식품의 종류도 다양해져서 떡류에 뿐만 아니라 면류, 과자류, 빵류, 프리믹스류, 기타 가공품에 이르기까지 곡류가 및 밀가루가 사용되던 제품을 쌀로 대체하는 작업이 활발하게 이루어지고 있다.

표 2. 쌀 가공식품 주요 제품

분류	제품 예	비고
면류		쌀 함유로 건강 및 영양 우수성 소구, 쌀가루 사용
떡류		쌀 사용으로 건강지향 소구, 쌀가루 사용
프리믹스		쌀을 베이스로 하여 건강, 안심소구 제품, 쌀가루 사용
제과		밀가루 대체를 통한 알레르기 Free 및 영양적 측면소구, 쌀가루 및 쌀 사용
음료		쌀의 영양적 측면 강조, 쌀 추출물 사용
장류		밀쌀 대체로 건강지향 소구, 쌀 사용
편의식		밀가루 대체로 건강지향 소구, 쌀가루 및 팽화미 사용

(3) 한국과 일본 쌀 가공식품 시장전망

최근 생활습관이 변화되어 빠르고 손쉽게 마련할 수 있는 음식을 선호하게 되면서 쌀 소비는 지속적으로 감소하고 있지만 가공 소재로서의 쌀의 소비는 가공기술의 발전과 함께 점차 증가 추세를 보이고 있다. 한국과 일본은 예로부터 쌀을 중심으로 한 주식문화를 형성하고 있다. 이 두 나라의 쌀 가공식품의 시장현황을 비교해 보면 한국의 경우 무균포장밥을 중심으로 가공밥류가 증가 추세를 보이며 전반적인 쌀 가공식품 시장이 증가 추세를 보이고 있는 반면 일본의 경우 쌀가루와 가공밥이 정체를 보이며 시장의 증가가 주춤하는 경향을 보이고 있다. 쌀 소비 촉진을 위해서는 고품질의 쌀 생산도 중요하지만, 쌀 및 쌀의 원료를 이용한 ‘쌀빵’, ‘쌀국수’을 만드는 등 식문화 소비패턴 변화에 부응한 다양한 쌀 가공식품 연구개발이 절실하다.

표 3. 한국과 일본의 쌀 가공식품 시장현황 비교

구분	떡면류	쌀과자	가공밥류	즉석죽류	쌀가루	쌀음료	기타
한국	점차증가	증가추세	증가추세	증가추세	증가추세	정체	정체
일본	증가추세	증가추세	정체	증가추세	정체	정체	정체
비교	<ul style="list-style-type: none"> 한국: 프렌차이wm 일본: 찹쌀떡 	<ul style="list-style-type: none"> 일본: 쌀과자와 차의 문화 	<ul style="list-style-type: none"> 한국: 무균포장밥 일본: 냉동밥, 도시락 	<ul style="list-style-type: none"> 프랜차이즈 즉석죽 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 한국: 성장기 일본: 정체기 	<ul style="list-style-type: none"> 최근 히트 상품 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 전통식품 중 느리게 제품화 추세

나. 전분 이용 제품의 현황조사

(1) 국내 전분 시장규모

전분산업은 곡류로부터 전분을 얻어내고 이를 원료로 이용하는 산업으로 각종식품산업의 원료로 이용되는 특성 때문에 음료, 제빵, 제과의 식품 산업 경기에 많은 영향을 받는다. 국내의 전분 및 전분당 산업은 주로 옥수수, 타피오카, 감자, 고구마, 소맥, 쌀 등이며, 원료의 안정적 공급과 보관 등의 문제로 대부분 수입 옥수수가 사용되고 있고 최근 타피오카 전분의 사용도 증가하는 추세이다. 이 같은 전분의 원료의 경우 국내에서 생산되는 양이 절대적으로 부족해 대부분의 원료를 수입에 의존하고 있기 때문에 환율 및 유가의 급상승, 세계 곡물가격의 급등으로 인한 영향이 전분당 산업에 미치는 영향이 크다고 할 수 있다. 또한 국내의 GMO 농산물 사용 제한이 엄격해짐에 따라 옥수수 전분 시장이 상당한 타격을 받을 것으로 예상되며 이를 대체할 수 있는 기초적인 소재의 개발이 필요로 할 것으로 예상되어진다. 우리나라만 해도 10년 약 200만 톤의 옥수수를 수입하였고, 금액으로는 492백 달러에 이르고 있다(관세청, 전분당

협회). 전분 제품은 원료로부터 추출한 전분과 물리/화학적 변형을 통한 변성전분으로 분류되는데 국내에서 가공하고 있기는 하지만 그 사용량이 많아 10년 전분의 수입량이 무려 19.8만 톤에 이르는 실정이다.

표 4. 연도별 전분제품 수입실적

분류		10년수입량 (톤)
일반전분	소맥전분	711
	옥수수전분	15,768
	감자전분	48,760
	타피오카전분	9,243
	고구마전분	25,898
	기타전분	338
	소계	100,718
변성전분	텍스트린	11,879
	가용성전분	34
	프리젤라티나이드 또는 스웰링전분	6,485
	에테르화 또는 에스테르화 전분	50,574
	기타 변성전분	28,222
	전분글루우	-
	소계	97,194
계		197,912

표 5. 전분당업계의 원료 옥수수 전분 생산량(단위:톤)

연도	전분용 옥수수 사용량(톤)	전분 생산량(톤)
2007년	1,755,524	1,152,607
2008년	1,276,110	880,991
2009년	1,435,893	972,346
2010년	1,923,474	1,222,221

(2) 국내 전분 가공식품 주요 제품

국내의 전분은 식품공업, 발효공업, 제약용 및 공업용으로 폭넓게 사용되고 있다. 옥수수 전분의 경우 무미, 무취의 백색 분말로 물에 녹지 않고 가라앉지 않으며, 호화특성이 있어 식품공업, 발효공업, 제약용 및 기타 공업용의 용도로 널리 사용되고 있다. 찰옥수수 전분은 호액이 투명하고, 안정하며, 호화온도가 높고 전도가 높아 노화 지연 효과가 높으며 일반 전분에 비해

팽화력이 높다. 하여 주로 높은 점도를 줄 수 있는 제빵 및 제면에 주로 이용된다. 근래 타피오카 전분의 사용도 점차적으로 늘고 있는데, 타피오카 전분의 경우 카사바의 뿌리에서 채취한 식용 녹말로 천연 카사바 파우더를 위생적으로 처리한 천연전분이다. 이는 호액의 점성이 높고, 탄력감과 끈기가 있고, 호화개시온도가 낮고 겔화가 되지 않아 유동성이 있으며, 노화방지에 강하고 보존성이 뛰어나 식감개선 및 안정제 등으로 사용되어지고 있다.

표 6. 주요 전분의 특징 및 용도

구분	용도
옥수수 전분	식품공업- 제과, 제빵, 제면, 육/수산가공품 발효공업- 맥주 등 양조용. 제약용- 부형제, 증량제, 분산제. 공업용 및 기타- 제지 및 판지의 코팅, 접착제, 점결제, 주물용, 전분가공품 등
찰옥수수 전분	주로 제과 제빵, 제면 등 (높은 점도, 탄력, 팽화력이 요구된 각종 식품에 사용)
타피오카 전분	면류 및 육가공품- 식감개선 스프 및 이유식- 증량제 아이스크림, 베이킹파우더, 냉장식품- 안정제 스낵 및 과자류- 팽화성 개량 떡류- 노화방지

표 7. 전분 응용 주요 제품

분류	제품 예	비고
면류		고구마 전분 쫄깃한 식감을 줌 잡채, 전골 등 여러 요리에 사용가능
무가당 프리믹스		옥수수 전분 및 쌀 바삭한 식감을 주는 역할 튀김용 가루
가당 프리믹스		타피오카 전분, 옥수수 전분 전분이 쫄깃한 식감 및 반죽적성에 영향을 줌 가정에서 간편하게 만들 수 있는 간식거리
편의식		감자 전분, 옥수수 전분 전분이 물성을 잡아주는 역할로 사용 가정에서 간편하게 직접 만들 수 있는 짜장요리/ 수프요리 분말

(3) 세계 전분시장 규모

세계 전분시장 규모는 일반전분의 경우 2010년 9,727,000톤이며, 이중에 변성전분은 7,673,000톤으로 변성전분은 전체 전분 시장의 44%를 차지하는 것으로 나타났다.

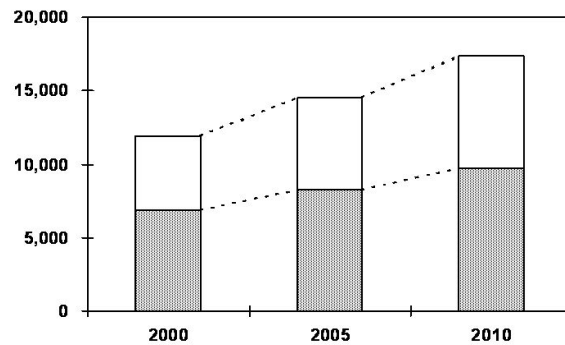


그림 1. 세계 전분 시장의 규모 (단위:천톤)

세계적인 전분시장은 옥수수 전분이 82.67%로 대부분을 차지하고 있으며, 소맥 전분 9.09%, 감자 전분 6.12%를 차지하고 있다. 그리고 쌀 전분 등 기타 전분은 2.18%로 사용 비율이 매우 낮은 실정이다.

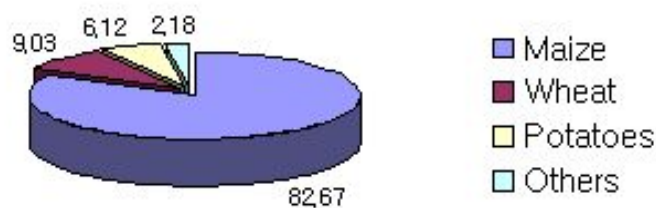


그림 2. 전분 종류별 세계 시장 이용률(%)

미국 내 전체 전분시장은 제지 공업에 62%로 가장 많이 이용되며, 그다음으로 32%가 식품 산업에 이용되는 것으로 나타난다. 식품 분야 중 전분이 많이 이용되는 베이커리 산업의 경우 높은 식이섬유 함량, 증가된 유통기한, 수분이동은 컨트롤, 조직감 개선, 낮은 칼로리 등이 요구되어지며 이 같은 요건을 충족할 수 있는 새로운 전분 생산품이 나타난다면 기존 전분의 활용 분야를 대체 할 수 있을 것으로 예상된다. 식품산업의 이용되는 전분 중 20%는 현재 사용하고 있는 전분 외 타 전분 예를 들어 타피오카 전분이나 발전된 새로운 생산품등으로 대체 될 수 있다.

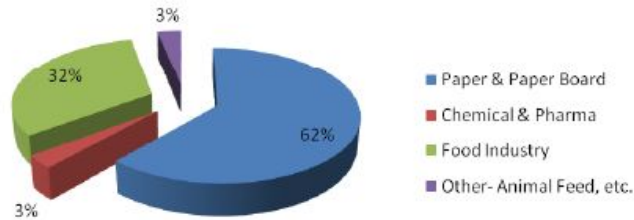


그림 3. 미국 시장 내 전분 사용 현황

전분을 소재로 이용하여 생산되고 있는 제품 중 대표적인 제품인 프리믹스의 경우 일본 내 시장 규모는 2002년 348,083 ton에서 2009년 366,839 ton으로 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 이같이 식품산업에 전분의 이용도는 가공적성의 연구 등 제품의 이용도가 높아짐에 따라 지속적 증가 할 수 있는 것으로 보인다.

표 8. 일본 프리믹스 연간 생산량

년도	가당프리믹스(t)	무당프리믹스(t)	합계(t)	전년대비(%)	기업수
2002	204,051	144,032	348,083	98.5	15
2003	207,739	145,543	353,282	101.5	16
2004	216,691	148,224	364,915	103.3	16
2005	215,055	142,388	357,433	98	16
2006	217,054	143,512	360,566	100.9	16
2007	218,726	146,957	365,683	101.4	15
2008	224,385	145,781	370,166	101.2	15
2009	224,189	142,650	366,839	99.1	15

(4) 쌀 전분 적용 주요 제품

현재 국내에서 쌀 전분 이외에 옥수수 전분, 감자전분, 타피오카 전분의 사용량은 크지만 쌀 전분을 이용한 제품은 찾아보기 어려운 실정이다. 세계적으로 쌀 전분의 사용은 타 전분에 비해 크지 않지만 국외에는 제과, 소스, 초콜릿, 간식류, 즉석조리식품, 수프, 프리믹스, 유제품 등 전반적인 가공식품에 쌀 전분을 적용한 제품의 예를 손쉽게 찾아 볼 수 있다. 쌀 전분은 무색 무취를 가지며 제품의 조직감과 식감을 부여하는 역할로 널리 사용되어진다. 쌀 전분을 적용한 주요 가공제품은 표 9에 나타낸 바와 같다.

표 9. 쌀 전분 적용 주요 가공제품

분류	제품 예	비고
제과	 	<p>스낵바, 씨리얼, 쿠키등 사용 대표 원재료: 펄핑곡류, 초코칩, 시럽, 쌀전분 등</p>
초콜릿/ 간식류	 	<p>초콜릿, 캔디, 카라멜 등 사용 대표 원재료: 설탕, 코코아 매스, 쌀전분, 유화제 등</p>
소스	 	<p>케찹, 드레싱, 소스등 사용 대표 원재료: 토마토, 설탕, 쌀전분, 식초, 소금 등</p>
수프	 	<p>야채수프, 코코넛수프, 크림수프등 사용 대표 원재료: 야채, 오일, 소금 등</p>
즉석조리 식품	 	<p>피자, 즉석조리식품 토핑등 사용 대표 원재료; 밀가루, 계란, 우유, 쌀전분 등</p>
프리믹스	 	<p>튀김가루, 케익믹스 등 사용 대표 원재료; 쌀전분, 타피오카 전분, 조미소재 등</p>
유제품	 	<p>요거트, 우유제품등 사용 대표 원재료; 설탕/ 과일과즙/쌀전분 등</p>

2. 기존전분 대체 쌀 전분 적용제품의 제조

가. 연구대상제품 선정 및 시장조사

기존전분 대체 쌀 전분 제품 제조 실험은 현재 전분을 사용하고 있는 제품의 기존전분을 쌀 전분으로 대체하였을 때 어떠한 특성을 나타내는지 알아보려고 하였다. 또한 이 실험을 통해 쌀 전분의 대체 가능성을 알아보려고 하였다. 제품의 선정기준은 소비자가 일상적으로 필요로 하거나 수요가 확대될 수 있는 제품군 중 기존 전분의 함유량이 많은 제품군으로 설정하였으며, 쌀 전분의 적용을 통해 품질과 이미지에서 높은 차별화를 줄 수 있는 제품군을 선정하고자 하였다.

- 선정제품

- 면류(당면) : 고구마 전분 약99% 사용 중
- 편의식(수프) : 조리용 수프 옥수수 전분 5-10% 사용 중
즉석 컵 수프 감자 전분 14-20% 사용 중

(1) 면류 시장현황조사

국내 면류의 시장의 경우 건면은 쌀 원료의 사용은 제한적으로 나타나는 반면 압출면의 경우 쌀가루의 사용 비율이 30~100%정도 수준으로 쌀가루의 사용이 매우 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 우리나라 면류 시장의 생산량은 약 66만톤으로 약 1조 7천억원의 시장규모를 형성하며 매년 5%이상의 성장률을 보이고 있다. 면류 시장은 생산량 기준으로 나누어 볼 때, 유당면 약 58%, 건면 약 16%, 그 외 생면/숙면/개량숙면 약 26%가 생산되어진다. 면류 시장 중 쌀을 소재로 한 면류 가공식품의 시장규모는 약 1,170억 수준에 이르고 있지만 대부분 쌀가루를 이용한 제품으로 쌀 전분을 이용한 제품은 전무한 상황이며, 쌀 전분 활용을 통해 기존 전분 사용 제품의 식감과 가공적성의 개선을 이룰 수 있을 것으로 보인다.

표 10. 품목별 국내 면류 시장현황

품목	생산량(TON)	금액(백만원)
국수(건면)	103,746	158,732
국수(숙면)	51,587	80,260
국수(생면)	31,246	58,027
국수(개량숙면)	30,452	66,788
냉면(건면)	5,853	20,757
냉면(숙면)	41,476	68,214
냉면(생면)	5,418	6,871
냉면(개량숙면)	5,749	6,286
당면(건면)	14,455	47,271
당면(생면)	7	2,100
유탕면류(봉지라면)	351,697	1,090,452
유탕면류(용기면)	90,146	503,936
파스타류	9,699	17,702
계	741,531	2,125,297

(2) 편의식(수프) 시장현황조사

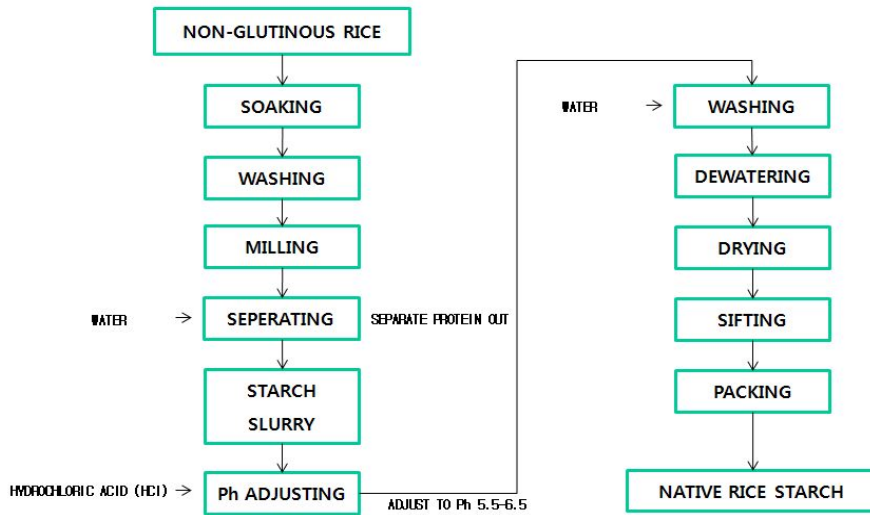
편의식 시장규모는 약 3100억으로 그 중 죽/수프류 시장규모는 약 590억 수준에 이르고 있다. 편의식 및 죽/수프류의 경우 쌀을 주원료로 하는 가공밥, 죽류 이외에 전체적인 부분에서 쌀 이용 시도가 확대되고 있는 상황이며 쌀에 대한 수용도 매우 적극적인 분야이다. 특히 수프 및 카레류는 밀가루 루(Roux)와 타 전분 및 변성전분의 사용량이 매우 높은 부분으로 식감 및 점도상승효과를 줄 수 있는 쌀 전분의 적용이 매우 긍정적으로 보여 지고 있다.

나. 쌀 전분을 이용한 제품의 제조

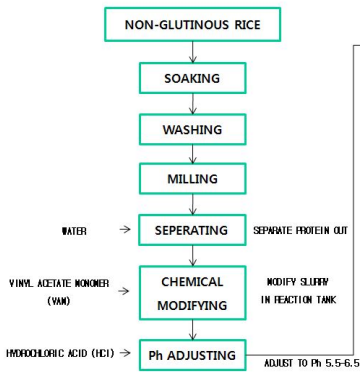
(1) 쌀 전분 제조

쌀 전분을 이용한 제품의 제조에 앞서 쌀 전분 원료를 검토한 후 적용 실험이 진행 되었다. 쌀 전분의 경우 현재 국내 제조가 다소 힘든 것으로 확인하여 외국 쌀 전분 제조업체 (GENERAL FOOD PRODUCTS CO., LTD , 태국산)를 통해 원료를 확보 Proto-Type 샘플을 제조하였다. 실험에 쓰인 쌀 전분의 제조방법은 그림 4. 와 같다.

전분 제조 공정 (NATIVE RICE STARCH)



전분 제조 공정 (MODIFIED RICE STARCH, ACETYLATED)



전분 제조 공정 (MODIFIED RICE STARCH, CROSS-LINKED)

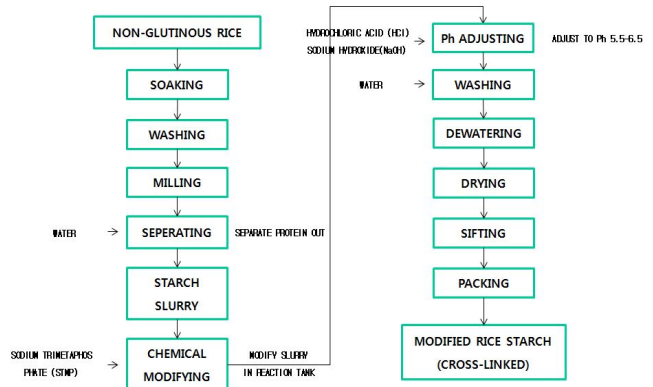


그림 4. 쌀 전분의 제조방법

(2) 쌀 전분을 이용한 당면의 제조

(가) 당면 샘플의 제조

기존 고구마 전분으로 제조하던 당면에 쌀 전분 및 변성 쌀 전분을 이용하여 쌀 당면을 제조하여 그 특성을 확인해 보았다. 실험에 사용된 고구마 전분 당면의 경우 전분 100%로 제조하였으며 다른 첨가물은 사용하지 않다. 쌀 전분 샘플 또한 쌀 전분, 가공 쌀 전분, 초산 쌀 전분 100%로 당면을 제조하였다.



그림 5. Pilot 제조설비 및 제조 공정

당면의 제조 시, 농도 3% 전분 페이스트를 제조한 후 전분에 만들어진 페이스트를 혼합하여, 당면 반죽을 만들었다. 진공 반죽을 통해, 반죽 내부의 기포를 제거한 후 Pilot 설비를 이용하여 당면을 제조한다. 성형기를 통과해 만들어진 당면은 10℃ 이하의 냉수에서 냉각 후 이형유를 첨가하여 파우치에 포장한다. 전분과 3% 전분 페이스트를 배합/ 반죽한 다음 면을 성형하는 당면 제조의 제조공정은 그림 5. 와 같다.

(나) 당면 특성 실험결과

① 반죽의 색도

당면의 제조 시 원료를 혼합하여 반죽을 형성하게 되는데, 이때 반죽의 색상은 최종 제품의 색상에도 영향을 주게 된다. 각 전분에 특성에 따라 색도가 다르게 나타나며 L값이 높을수록 백색도가 더 높은 것으로 판단한다. 고구마 전분 당면의 경우 L값이 74.16으로 나타나며 쌀 전분 당면 81.66, 초산 쌀 전분 당면 81.49, 가교 쌀 전분 당면 81.65으로 전체적인 백색도는 고구마 전분에 비해 쌀 전분이 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

표 11. 당면 반죽의 색도

	L	a	b
고구마전분 당면	74.16	-0.68	+3.5
쌀 전분 당면	81.66	-0.52	+1.57
초산 쌀 전분 당면	81.49	-0.57	+1.90
가교 쌀 전분 당면	81.65	-0.56	+1.83



그림 6. 당면샘플 반죽

② 반죽의 제면적성

당면은 반죽을 형성한 다음 일정 틀에 통과 시켜 호화 시키고 냉각수에 냉각하는 공정을 거쳐 반죽이 면으로 형성하게 된다. 이때 전분의 호화가 제대로 이루어지지 않을 경우 반죽이 형성되지 않고 풀어지거나 탕탕한 면발의 반죽이 나오지 않는 경우가 생긴다. 고구마 전분 및 쌀 전분을 사용하여 당면을 제조할 때, 가교 쌀 전분의 경우 반죽에 가수를 높여도 반죽의 흐름성이 좋지 않아 면이 형성되지 않는 것을 볼 수 있었다. 그 외 쌀 전분 및 초산 쌀 변성전분을 사용한 당면의 경우 면의 형성이 잘 이루어지는 것을 볼 수 있었다. 제면 형성 이후 당면 샘플의 형태는 그림 7. 과 같다.



그림 7. 생 당면 샘플

③ 생당면의 물성측정

생당면의 물성측정은 TA (Texture Analyzer)를 통해서 실시하였다. 앞서 실시한 제면적성 실험 시 가교 쌀 전분 당면의 경우 면대 형성이 되지 않아 샘플제조를 진행하지 못하였다. 당면의 물성을 측정 시 품질을 확인할 수 있는 Hardness, Springness, Chewiness를 중점적으로 살펴보았다. 고구마 전분으로 제조한 당면의 경우 쌀 전분 및 초산 쌀 전분으로 제조한 샘플에

비해 높은 Hardness, Springness, Chewiness를 나타내었다. 이는 고구마 전분과 쌀 전분의 원초적인 차이에서 오는 결과로 쌀 전분 및 초산 쌀 전분의 샘플 제조 시 가수량이 고구마 전분의 샘플보다 더 많이 들어가야 반죽이 형성되는 데서 기인한 것으로 판단된다. 이는 생당면 형태에서의 나타난 현상으로 건조 공정을 거친 후 가열 처리에 의해 복원된 당면의 경우 또 다른 경향이 나타날 수 있을 것으로 판단하며 차후 건조 당면의 실험을 통해 결과를 확인해봐야 할 것으로 생각된다.

표 12. 생당면 물성측정 결과

	Hardness	Springness	Chewiness
고구마전분 당면	1,140	0.98	784
쌀 전분 당면	455	0.55	321
초산 쌀 전분 당면	487	0.62	334
가교 쌀 전분 당면	제면 적성 불량으로, Sample 제조 안 됨.		

④ 당면의 관능검사

고구마 전분, 쌀 전분, 초산 쌀 전분으로 제조한 당면으로 관능검사를 실시하였다. 결과는 표 13. 과 같다. 면의 색상을 제외한 모든 항목에서 고구마 전분 당면 제품이 좋은 결과는 나타낸 것으로 보인다. 관능검사 결과를 통해 기존 당면의 쫄깃하고 단단한 식감을 주는 쪽에서는 다소 낮은 점수를 받았지만, 면의 색상 등에서는 높은 점수를 얻어 프리미엄급 쌀 적용 당면으로 가능성을 확인 할 수 있었다. 관능검사 결과를 토대로 추후에는 쌀 전분의 함량을 다소 줄여 식감은 유지하고 색상을 좋게 할 수 있는 당면에 대한 연구를 진행해야 할 것으로 판단된다.

표 13. 당면 관능검사 결과

	면의쫄깃함	면의단단함	면의색상	쫄깃함적당도	전체기호도
고구마 전분 당면	6.8	5.5	4.3	4.1	5.6
쌀 전분 당면	2.2	1.5	5.5	1.4	2.3
초산 쌀 전분 당면	2.6	1.9	5.7	1.5	2.5
가교 쌀 전분 당면	제면적성불량으로,Sample제조안됨.				

(3) 쌀 전분을 이용한 수프의 제조

(가) 수프 샘플의 제조

기존 옥수수 전분을 사용하던 조리용 수프와 감자전분을 사용하던 즉석 컵 수프에 쌀 전분을 적용하여 수프 샘플을 제조하였다. 제조 시 아래의 원료를 배합하였고, 조리용 수프의 경우 옥수수 전분 8.2%를 쌀 전분으로 대체하였으며, 즉석 컵 수프의 경우 감자 전분 14.3%를 쌀 전분으로 대체하여 샘플을 제조하였다. 조리용 크림수프 및 즉석 컵 콘크림 수프의 배합은 표 14. 와 같다.

표 14. 조리용 크림수프 및 즉석 컵 콘크림 수프의 배합

● 조리용 크림수프 배합

번호	원료명
1	함수결정포도당
2	옥수수전분
3	백설탕
4	부울온후레바
5	양파분
6	유정분말
7	정제염
8	파분
9	FCBLACKPEPPER
10	GROUNDTURMERIC
11	Beef Stock
12	우유향분말
13	수프베이스
14	코코넛크림분
15	효모분말
16	코지원
17	분말유크림(국산)
18	쌀루

8.2 %

● 즉석 컵 콘크림수프 배합

번호	원료명
1	글리신
2	말트린-100
3	감자전분
4	백설탕
5	백후추분
6	분말유크림
7	정제염
8	해조칼슘
9	GROUNDTURMERIC
10	폴리덱스트로스
11	sweet Corn FLV
12	수프베이스
13	효모분말)
14	콘과립
15	호화 쌀가루 국산
16	까망베르치즈분말

14.3 %

(나) 수프 특성 실험결과

① 전분의 색도

쌀 전분, 변성 쌀 전분(초산 쌀 전분, 가교 쌀 전분), 조리용 수프의 사용되는 옥수수 전분과 즉석 컵수프에 사용되는 감자전분의 색도를 측정하였다. 쌀 전분과 변성 쌀 전분 사이에는 색도에서 큰 차이를 나타내지는 않았으며, 쌀 전분의 L값이 97.14로 L값이 95.91로 측정된 옥수수 전분이나 94.77로 측정된 감자 전분에 비해 높은 백색도를 보인다는 것을 알 수 있었다.

표 15. 전분의 색도 측정 결과

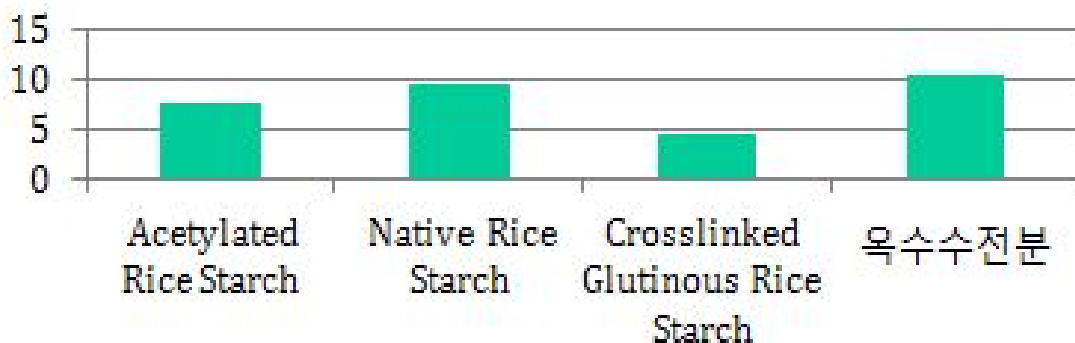
	L	a	b
초산 쌀 전분	97.14	0.28	1.38
쌀 전분	97.14	0.36	1.00
옥수수 전분	95.91	-0.98	5.26
감자 전분	94.77	0.25	1.30
가교 쌀 전분	97.10	0.21	1.77

② 수프 조리 후 점도

㉞ 조리용 수프의 점도

조리용 크림수프에 전분을(8.2%) 각각 초산 쌀 전분, 쌀 전분, 가교 쌀 전분 그리고 옥수수 전분으로 다르게 하여 수프를 제조한 후 조리하여 그 점도를 측정하여 보았다. 조리용 수프는 분말 20 g에 물 200 ml를 넣고 3분간 끓여주어 제조하였다. 조리용 수프의 제조 후 bostwick 점도계를 통해 점도를 측정하였으며, 점도는 bostwick 점도의 이동거리로 측정하였으며 이때 측정조건은 액상의 온도 60℃, 이동시간 20초로 동일하게 측정하였다. 점도가 가장 낮게 측정된 샘플은 옥수수 전분 수프이며 그 이동거리는 10.5 cm로 측정되었다. 쌀 전분을 첨가한 수프의 이동거리는 쌀 전분 수프 9.5 cm, 초산 쌀 전분수프 7.5 cm, 가교 쌀 전분 수프 4.5 cm으로 옥수수 전분을 첨가한 수프에 비해 높은 점도를 나타내었다. 위의 결과를 종합해볼 때 조리 후 점도에서 쌀 전분이 높은 점도를 보임으로써 옥수수 전분을 대체하여 수프의 점도를 높여 줄 수 있는 데는 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다.

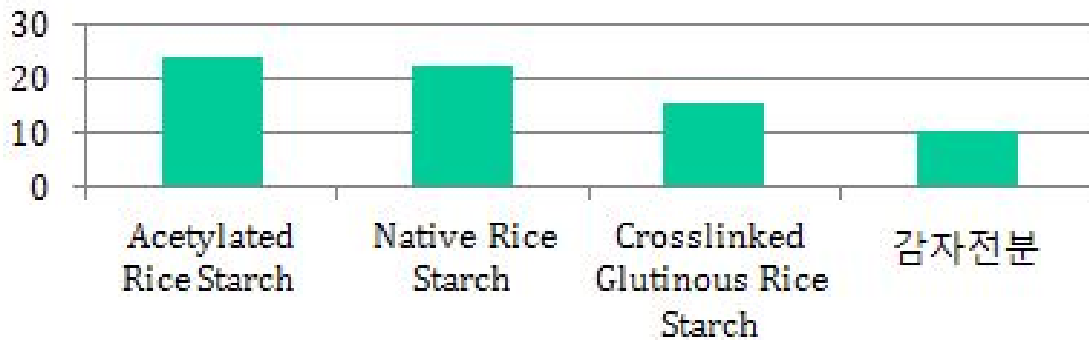
표 16. 조리용 수프의 점도 측정 결과



㉔ 즉석 컵 수프의 점도

즉석 컵 수프의 전분을(14.3%) 각각 초산 쌀 전분, 쌀 전분, 가교 쌀 전분 그리고 감자 전분으로 다르게 하여 수프를 제조한 후 조리하여 그 점도를 측정하여 보았다. 즉석 컵 수프는 분말 20 g에 물 150 ml를 가한 후 별도의 열처리는 하지 않고 제조 하였다. 즉석 컵 수프의 제조 후 bostwick 점도계를 통해 점도를 측정하였으며, 점도는 bostwick 점도의 이동거리로 측정하였으며 이때 측정조건은 액상의 온도 60℃, 이동시간 20초로 동일하게 측정하였다. 점도가 가장 높게 측정된 샘플은 감자 전분 수프이며 그 이동거리는 10 cm로 측정되었다. 쌀 전분을 첨가한 수프의 이동거리는 쌀 전분 수프 22 cm, 초산 쌀 전분수프 24 cm, 가교 쌀 전분 수프 15.4 cm으로 모든 샘플에서 감자 전분에 비해 낮은 점도를 나타내었다. 별도의 열처리 과정이 들어가지 않는 즉석 컵 수프의 경우 짧은 시간에 호화하여 점도를 높여줄 수 있는 전분의 사용이 중요시되어야 할 것으로 생각되어진다. 위의 결과를 바탕으로 즉석 컵 수프에 감자 전분을 대체하여 쌀 전분을 사용하는 것은 다소 어려울 것으로 사료된다. 위의 결과를 바탕으로 향후 호화온도를 낮춘 쌀 변성전분을 즉석 컵 수프에 적용 한다면 점도를 높여주는데 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 보인다.

표 17. 즉석 컵 수프의 점도 측정 결과



③ 조리용 수프 맛테스터 및 관능검사 결과

조리용 수프의 맛에 대한 특성은 맛테스터기를 통한 기기적인 방법과 관능검사를 통해 확인해 보았다. 조리용 수프에 전분을 대체하여 조리한 후 맛에 대해 조사한 결과 맛에서는 큰 차이를 보이지 않았으며 맛테스터기를 통해 본 옥수수 전분, 쌀 전분 그리고 쌀 변성전분 사이의 차이는 값의 차이가 1이상이 나지 않아 유의적인 차이가 난다고는 볼 수 없는 결과였다. 관능검사 결과 또한 맛의 차이는 크지 않은 것으로 보였으며 전체적으로 쌀 전분을 이용한 수프의 경우 옥수수 전분으로 제조한 수프의 비해 다소 부드럽고 점도가 높아 전체적인 기호도에서 높은 점수를 나타내었다.

표 18. 조리용 수프의 맛테스터 결과

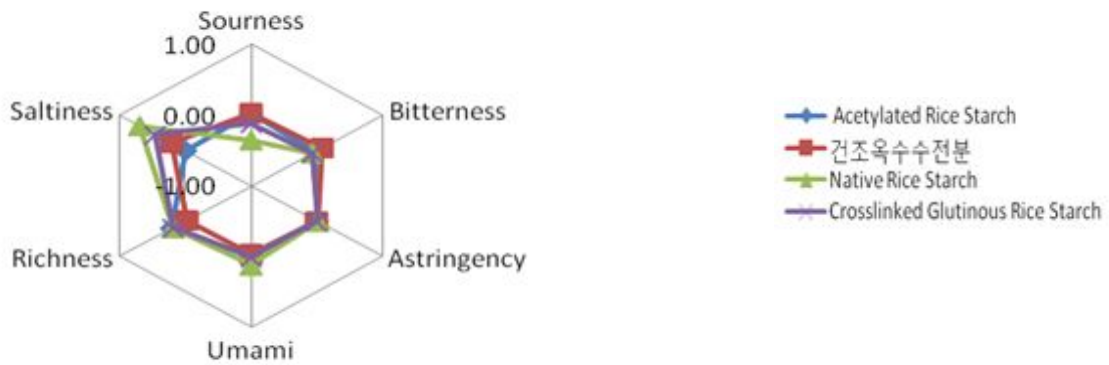


표 19. 조리용 수프의 관능검사 결과

관능검사(7점 척도)	전체기호도	외관	맛	색상	점도
초산 쌀 전분 수프	4.8	4.5	4.8	5.0	4.7
쌀 전분 수프	4.6	4.0	4.1	4.4	4.6
옥수수 전분 수프	4.3	4.6	3.8	4.8	4.4
가교 쌀 전분 수프	4.3	4.9	3.8	4.6	4.6

④ 즉석 컵 수프 맛테스터 및 관능검사 결과

즉석 컵 수프의 맛에 대한 특성은 맛테스터기를 통한 기기적인 방법과 관능검사를 통해 확인해 보았다. 앞에서 말한바와 같이 즉석 컵 수프의 경우 열처리 과정이 없으므로 전분의 대체에 따른 풍미 및 점도 기호도가 큰 차이를 나타낼 것으로 예상되었다. 맛테스터기 측정결과 값의 차이가 1이상이 나지 않아 유의적인 차이가 난다고는 볼 수 없는 결과를 얻었다. 관능검사 결과 전체적으로 쌀 전분을 이용한 수프에 비해 감자 전분을 사용한 수프에서 높은 전체 기호도를 보였으며 이는 짧은 시간에 열처리 없이 뜨거운 물로 높은 점도를 줄 수 있는 전분에 차이에서 오는 것으로 사료된다. 이를 통해 점도 및 소화시간의 개선이 이루어지지 않는다면 즉석 컵 수프에서 감자 전분을 대체한 쌀 전분의 이용은 다소 어려울 것으로 보인다.

표 20. 즉석 컵 수프의 맛테스터 결과

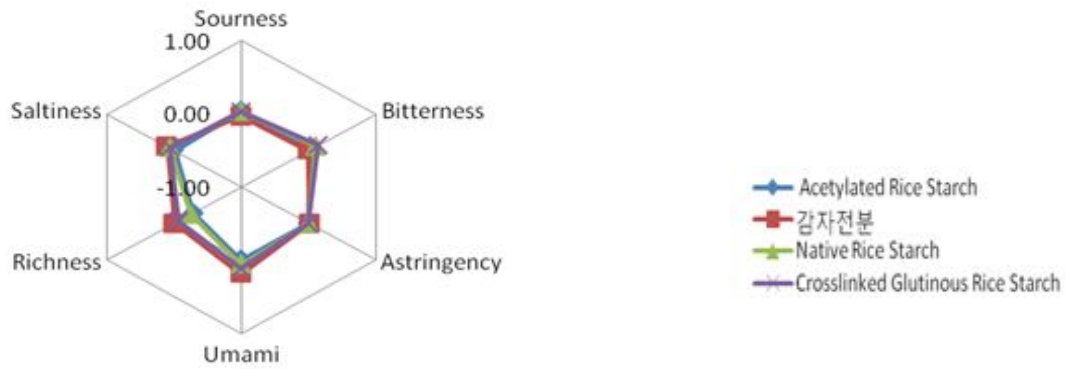


표 21. 즉석 컵 수프의 관능검사 결과

관능검사(7점 척도)	전체기호도	외관	맛	색상	점도
초산 쌀 전분 수프	3.4	3.7	3.9	3.7	4.0
쌀 전분 수프	3.9	4.0	4.3	4.0	3.9
감자 전분 수프	4.4	4.7	4.0	4.7	4.6
가교 쌀 전분 수프	4.0	4.1	4.0	4.1	3.6

3. 쌀 전분 적용 및 제품화 가능성 검토

국내산 쌀 전분을 이용한 제품의 제조에 앞서 기존에 이미 생산되어 판매되고 있는 태국산 쌀 전분을 이용하여 쌀 전분 적용 및 제품화 가능성에 대한 사전 검토 실험을 진행하였다. 국내산 쌀 전분 제품의 생산 공정 및 생산설비가 갖추어져 제품 생산이 가능하게 되면 기존 태국산 적용 데이터를 활용하여 제품화를 더욱 빠르게 진행할 수 있을 것으로 사료된다. 사전 가능성 검토 테스트 시 사용한 쌀 전분의 경우 태국 쌀 전분 제조업체(GENERAL FOOD PRODUCTS CO., LTD, 태국산)를 통해 원료를 확보 proto type 샘플을 제조하였다. 실험에 쓰인 쌀 전분의 제조방법은 그림 8. 과 같다.

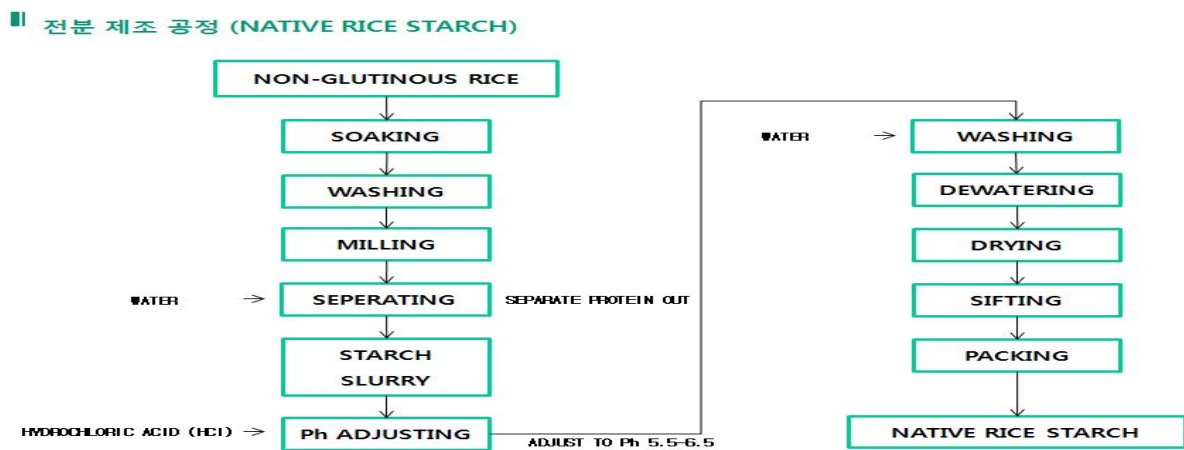


그림 8. 태국산 쌀 전분의 제조방법

가. 태국산 쌀 전분을 이용한 당면의 제품화 가능성 검토

1차년도 쌀 전분을 이용한 당면의 제품화 가능성 검토 시 기존 고구마 전분으로 제조하던 당면에 쌀 전분, 가교 쌀 전분, 초산 쌀 전분 등 쌀 전분을 100% 대체하여 쌀 당면을 제조하여 그 특성을 확인해 보았다. 그 결과 기존 당면에 비해 쫄깃하고 단단한 식감을 주는 쪽에서는 다소 낮은 점수를 받았지만, 면의 색상 등에서는 높은 점수를 얻어 프리미엄급 쌀 전분 당면의 가능성을 확인 할 수 있었다. 1차년도 결과를 바탕으로 쌀 전분 함량을 달리한 당면의 proto type 개발 실험을 진행하였다. 당면의 식감 및 최적화된 배합량 확인을 위해 기존 고구마 전분 25%, 50%, 100%를 쌀 전분으로 대체하여 당면을 제조하였다.

당면의 제조 시, 농도 3% 전분 페이스트를 제조한 후 전분에 만들어진 페이스트를 혼합하여, 당면 반죽을 만들었다. 진공 반죽을 통해, 반죽 내부의 기포를 제거한 후 Pilot 설비를 이용하여 당면을 제조한 후 성형기를 통과해 제면을 형성한 당면은 10℃ 이하의 냉수에서 냉각 후 이형유를 첨가하여 파우치에 포장하였다. 이렇게 제조된 태국산 쌀 전분 적용 생 당면 샘플로 색도, 제면적성, 물성, 관능검사 등 당면의 주요 품질요소에 대한 테스트를 진행하였다.

(1) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 색도

당면의 제조 시 원료를 혼합하여 반죽을 형성한 후 성형기를 통과해 만들어진 생 당면의 경우 최종적으로 제품화될 당면의 색상에도 영향을 주게 된다. 각 전분에 특성에 따라 색도가 다르게 나타나며 L값이 높을수록 백색도가 더 높은 것으로 판단한다. 생 당면의 색도 측정 시 샘플을 그림 9. 와 같이 으깨어 색도를 측정하였다. 고구마 전분 생 당면의 경우 L값이 40.03으로 나타나며 쌀 전분 25% 당면 41.73, 쌀 전분 50% 당면 43.82 그리고 쌀전분 100% 당면 48.00으로 전체적인 백색도는 고구마 전분 당면에 비해 쌀 전분 당면이 높게 나타나는 것을 볼 수 있으며, 당면의 전분 중 쌀 전분 함량이 증가할수록 높아지는 L값을 확인할 수 있었다. 이는 쌀 전분이 가지는 희고 밝은 색상특성이 면에 그대로 적용되는 것으로 사료된다.

표 22. 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 색도 측정 결과

	L	a	b
고구마전분 100% 당면	40.03	-0.80	-0.51
쌀 전분 25%, 고구마전분 75% 당면	41.73	-0.81	-1.22
쌀 전분 50%, 고구마전분 50% 당면	43.82	-0.80	-2.11
쌀 전분 100% 당면	48.00	-0.85	-2.87



그림 9. 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면 색도 측정 샘플

(2) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면 반죽의 제면적성

당면은 반죽 페이스트를 형성한 다음 일정 틀에 통과시켜 면의 형태를 만들고 뜨거운 물로 호화 시킨 후 냉각수에 냉각하는 공정을 거쳐 반죽을 면으로 형성하게 된다. 이때 전분의 호화가 제대로 이루어지지 않을 경우 반죽이 형성되지 않고 풀어지거나 탱탱한 면발의 반죽이 나오지 않는 경우가 생긴다. 쌀 전분을 사용하여 당면을 제조할 때, 쌀 전분의 함량이 높아질수록 반죽에 첨가되는 가수량이 점차 증가되는 것을 볼 수 있었다. 이는 제면 시 일정 점도 이상

의 반죽물성이 나와야만 틀에 통과하여 면을 형성할 수 있기 때문이라 사료된다. 쌀 전분 50% 이상의 당면에서는 반죽에 가수를 높여도 반죽의 흐름성이 좋지 않아 제면이 다소 어려운 것을 볼 수 있었으며, 그 외 쌀 전분 25% 및 고구마 전분 적용 당면의 경우 아주 우수한 제면적성을 나타내었다. 제면 형성 이후 쌀 전분 적용 생 당면은 그림 10. 와 같다.

표 23. 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면 반죽의 제면적성

	제면 적성	비고
고구마전분 100% 당면	○	○: 좋음, △: 보통, X: 나쁨
쌀 전분 25%, 고구마전분 75% 당면	○	
쌀 전분 50%, 고구마전분 50% 당면	△	
쌀 전분 100% 당면	△	



그림 10. 태국산 쌀 전분 적용 생 당면 제품

(3) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 물성측정

생 당면의 물성측정은 TA(Texture Analyzer)를 통해서 실시하였다. 당면의 물성을 측정 시 품질을 확인할 수 있는 중요 지표가 되는 Hardness, Springness, Chewiness를 중점적으로 살펴해보았다. 샘플 제조 24시간 경과 후 끓는 물 500 ml에 제조한 4종의 생 당면 150 g을 2분간 삶아 면의 TA를 측정하였다. 25, 50 그리고 100% 고구마 전분을 쌀 전분으로 대체하여 제조한 당면의 경우 고구마 전분 100%로 제조한 당면에 비해 낮은 Hardness, Springness, Chewiness를 나타내었다. 이 같은 결과는 제면 시 일정한 제면 틀을 통과하기 위한 반죽을 물성을 만들기 위해 고구마 전분의 샘플 제조 시보다 쌀 전분반죽 제조 시 더 많은 양을 수분을 가수함으로써 발생하는 것으로 사료된다. 이는 생 당면 형태에서의 나타난 현상으로 건조 공정을 거친 후 가열 처리에 의해 복원된 당면의 경우 또 다른 경향이 나타날 수 있을 것으로 판단하며 차후 건조 당면의 실험을 통해 결과를 확인해야 할 것으로 생각된다.

표 24. 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 물성측정 결과

	Hardness	Springness	Chewiness
고구마전분 100% 당면	1010.0	0.980	784.0
쌀 전분 25%, 고구마전분 75% 당면	810.4	0.974	688.6
쌀 전분 50%, 고구마전분 50% 당면	672.3	0.962	523.8
쌀 전분 100% 당면	558.8	0.954	438.8

(4) 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 관능검사

기존의 고구마 전분 당면과 태국산 쌀 전분을 25, 50 그리고 100%적용하여 제조한 당면으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사는 7점 척도로 진행되었다. 결과는 표 4. 와 같다. 태국산 쌀 전분으로 제조한 당면의 경우 고구마 전분으로 제조한 당면에 비해 색상 면에서 다소 높은 점수를 받았지만 당면의 식감을 나타내는 쫄깃함과 단단함에서 모두 낮은 점수를 받아 전체적으로 고구마 전분으로 제조한 당면에 비해 낮은 점수를 나타냈다. 관능검사 결과를 토대로 추후에는 쌀 전분을 줄여 식감은 유지하고 색상을 좋게 할 수 있는 당면에 배합비율 및 제조공정에 대한 연구를 진행해야 할 것으로 판단된다.

표 25. 태국산 쌀 전분을 이용한 생 당면의 관능검사 결과

	면의 쫄깃함	면의 단단함	면의 색상	쫄깃함적당도	전체기호도	선호도
고구마전분 당면(control)	6	6.5	5.3	4.1	5.6	76%
쌀 전분 25% 첨가	5.5	4.9	5.5	3.4	5.3	21%
쌀 전분 50% 첨가	4.2	4.9	5.7	3.1	4.3	3%
쌀 전분 100% 첨가	3.8	3.8	5.9	2.9	2.5	0%

나. 태국산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 제품화 가능성 검토

1차년도 쌀 전분을 이용한 수프의 제품화 가능성 검토를 통해 기존 옥수수 전분을 사용하던 조리용 수프에 쌀 전분을 적용하여 수프 샘플을 제조 시 기존제품에 비해 물성을 높고 관능은 유사한 수프를 제조 할 수 있는 가능성을 확인하였다. 2차년에는 국내산 쌀 전분을 적용한 조리용 수프의 제품화 가능성 검토를 진행하였다.

4. 국내산 쌀 전분 적용 proto type 제품개발 및 시제품 제조

전분을 사용하는 당면, 수프 그리고 프리믹스 핫케익믹스에 기존 고구마 전분, 옥수수 전분 대신 국내산 쌀에서 추출한 쌀 전분을 적용하여 제품을 개발하기 위한 proto type 제품개발 테스트를 진행하였다. 실험에 사용된 쌀 전분은 국내산 쌀가루(태평양물산, 추청)를 이용하여 서 룡산업식품의 제조설비를 통해 생산하였다.

가. 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 proto type 제품개발 및 시제품 제조

태국산 쌀 전분을 이용하여 쌀 전분 적용 당면의 제품화 가능성 검토를 진행한 결과, 쌀 전분 함량이 높아짐에 따라 반죽 시 가수량이 늘어나며 제면적성에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다는 점을 확인했다. 이 같은 결과를 바탕으로 국내산 쌀 전분의 함량을 달리한 당면의 proto type 개발 실험을 진행하였다. 당면의 식감 및 최적화된 배합량 확인을 위해 기존 고구마 전분 5%, 10%, 15%를 쌀 전분으로 대체하여 건 당면을 제조하였다.

(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 시제품 제조

당면의 제조 시, 쌀 전분 적용 당면은 한발식품의 당면 제조 설비를 이용해 제조하였다. 전 분 3% 현탁액을 호화시킨 페이스트를 배합수로 사용하였으며, 분체(고구마 전분+쌀 전분) 대 비 배합수를 60% 투입 하여, 진공 Mixer에서 약 20분간 Mixing하여 반죽을 혼합하였다. 혼합 된 반죽은 진공기를 거쳐 성형기에서 성형구를 통과시켜 면을 형성하고 끓는 물에 입수시켜 약 15초간 호화시키면서 성형하였다. 성형이 완료된 면은 10℃ 미만의 냉장조에 옮겨져 약 1분 간 냉장시킨 후 약 90 cm로 절단하여 봉에 건 후 대차에 적재하여 약 25℃에서 12시간 숙성 을 진행하였다. 이렇게 숙성된 면은 -10℃에서 24시간 냉장시키고 -25℃에서 24시간 냉동하였 다. 냉동된 면은 해동시킨 후 35℃에서 24시간 건조하여 건 당면 샘플을 제조하였다. 건당면의 제조방법은 표 26. 과 같다.

표 26. 건당면의 제조공정

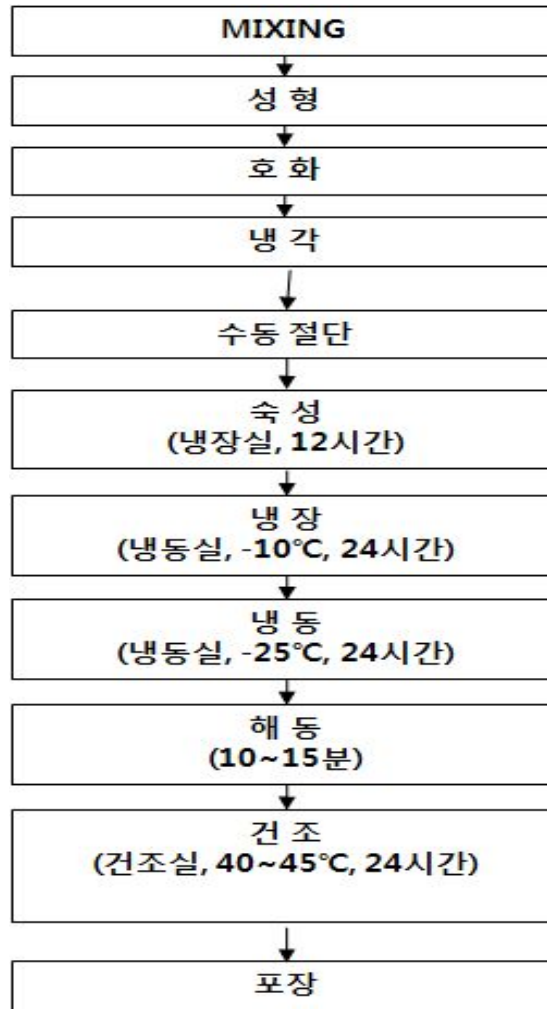


그림 11. 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 시제품

(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 색도

건 당면을 제조한 후 이를 그대로 분쇄하여 건조 상태의 당면의 색도를 측정하였다. 건 당면의 색도는 당면의 조리 후 색도에도 크게 영향을 미치며 소비자가 당면을 구매 시 가장 먼저 확인할 수 있는 가장 중요한 요소로 평가받고 있다. 고구마 전분 건당면의 경우 L값이 31.99로 가장 낮게 나타났으며 쌀 전분 5% 건 당면 32.95, 쌀 전분 10% 건 당면 33.26 그리고 쌀 전분 15% 건 당면 34.58로 쌀 전분의 함량이 증가함에 따라 L값도 같이 증가하는 경향을 보였다.

표 27. 국내산 쌀 전분 적용 건당면의 색도

	L	a	b
고구마전분 당면(control)	31.99	-0.69	-2.97
쌀 전분 5% 첨가	32.95	-0.72	-3.16
쌀 전분 10% 첨가	33.26	-0.74	-3.61
쌀 전분 15% 첨가	34.58	-0.77	-3.88

(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 건 당면의 물성측정

국내산 쌀 전분을 이용하여 생산한 건 당면의 물성측정은 TA (Texture Analyzer)를 통해서 실시하였다. 당면의 물성을 측정 시 품질을 확인할 수 있는 Hardness, Springness, Chewiness를 중점적으로 살펴보았다. 샘플은 끓는 물 1,000 ml에 건 당면 100 g을 7분간 조리 한 후 체에 거르고 냉수로 10초간 냉각하여 제조하였다. 건 당면의 물성 측정 결과 5, 10 그리고 15% 고구마 전분을 쌀 전분으로 대체하여 제조한 당면의 경우 고구마 전분 100%로 제조한 당면에 비해 낮은 Hardness, Springness, Chewiness를 나타내었다. 이 같은 결과는 생 당면에서 나타난 결과와 유사한 경향을 보이고 있는데, 이는 각 전분에 특성 차이에 기인한 것으로 보인다.

표 28. 국내산 쌀 전분 적용 건당면의 색도

	Hardness	Chewiness	Springness
고구마전분 100% 당면 (Control)	1,045.80	871.9	0.991
쌀 전분 5% 첨가 당면	729.2	668.3	0.989
쌀 전분 10% 첨가 당면	666.6	608.2	0.988
쌀 전분 15% 첨가 당면	644.6	578.7	0.986

(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 건당면의 관능검사

국내산 쌀 전분을 이용하여 생산한 건 당면의 소비자 관능검사를 실시하였다. 조사시료는 고구마 전분 100% 당면과 고구마 당면과 가장 물성이 유사한 당면인 국내산 쌀 전분 5% 첨가 당면으로 진행하였다. 고구마 전분 100% 당면과 비교하여 소비자 조사를 진행한 결과 전체적 기호도에서 고구마 전분 100%당면 4.4점, 쌀 전분 5%적용 당면의 경우 4.0점으로 쌀 전분 적용 당면이 낮은 기호도를 보였지만 유의적이 차이를 보이진 않았다. 또한 삶은 당면의 외관에서 고구마 전분 100%당면 4.3점, 쌀 전분 5%적용 당면의 경우 4.5점으로 고구마 쌀 전분 5% 적용 당면이 높은 점수를 보임으로써 프리미엄급 당면으로써의 가능성을 확인 하였다.

- 목적 : 당면에 쌀 전분을 적용하여 식감에 미치는 영향을 검토함.
- 조사시료 : 기존 (고구마 전분 100%) vs 변경 (쌀 전분 5%+고구마 전분 95%)
- 조사날짜 : 2013년 05월 22일
- 조사인원 : 33명 (30대 52%, 40대 48%)
- 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test
(하나씩 순차제공)
- 시료제시 : 건 당면을 끓은 물에 6분 삶은 후
외관평가 - 삶은 당면 70 g 분단별 제시.
식감평가 - 삶은 당면에 양념장(간장, 설탕, 참기름)를 넣고, 섞어 제시.

표 29. 국내산 쌀 전분 적용 건당면의 소비자 관능검사

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)		적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)		
			외관 (삶은당면)	면 식감	색상	면 굵기	쫄깃함
고구마전분 100% 당면	4.4 (63점)	55% (18명)	4.3	4.3	4.3 [4=적당]	3.9 [4=적당]	4.5 [4<강함]
쌀전분5% 고구마전분 95%	4.0 (57점)	39% (13명)	4.5	3.9	4.0 [4=적당]	3.8 [4>약함]	4.3 [4<강함]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.220 차이없음	0.609 차이없음	0.592 차이없음	0.108 차이없음	0.278 차이없음	0.456 차이없음	0.672 차이없음

(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 건 당면의 유통기한 설정

국내산 쌀 전분을 이용한 건 당면의 유통기한 설정은 식품 유통기한 설정기준 일부개정고시 (식품의약품안전청 고시)에 따라 설정하였다. 식품 유통기한 설정기준 일부개정고시에 따르면 비교적 품질 변화가 적은 식품인 당면에 대한 권장 유통기간을 2년으로 제시하고 있다. 따라서 국내산 쌀 전분을 이용한 개발한 건 당면의 유통기한을 2년으로 설정하였다.

나. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 proto type 제품개발 및 시제품 제조

태국산 쌀 전분을 이용하여 쌀 전분 적용 조리용 수프의 제품화 가능성 검토를 진행한 결과, 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 경우 옥수수 전분으로 제조한 수프의 비해 부드럽고 점도가 높아 전체적인 기호도에서 높은 점수를 보이는 것으로 확인되었다. 이 같은 결과를 바탕으로 조리용 수프에 옥수수 전분을 100% 대체하여 국내산 쌀 전분의 적용한 조리용 수프 proto type 개발 실험을 진행하였다. 조리용 크림수프의 배합은 표 30. 과 같으며, 기존 조리용 수프의 옥수수 전분 8.2 %를 전량 쌀 전분 8.2 %로 대체하여 쌀 전분 조리용 수프의 배합을 설정하였다.

표 30. 국내산 쌀 전분 적용 조리용수프 배합

번호	원료명
1	함수결정포도당
2	옥수수전분8.2% / 쌀전분 8.2%
3	백설탕
4	부울윤후레바
5	양파분
6	유청분말
7	정제염
8	파분
9	FCBLACKPEPPER
10	GROUNDTURMERIC
11	Beef Stock
12	우유향분말
13	수프베이스
14	코코넛크림분
15	효모분말
16	코지원
17	분말유크림(국산)
18	쌀루

(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 수프의 시제품 제조

수프의 시제품 제조는 기존 당사의 수프를 생산하고 있는 (주)선제의 설비를 이용하여 진행하였다. 수프의 제조 시 수프의 각 원료에 대한 확인 및 검수를 진행한 후, 각 원료를 배합에 맞춰 계량하였다. 계량이 끝난 원료들은 리본믹서를 통해 20분간 교반하여 혼합하고 제품의 관능 및 이화학적 분석을 통해 규격을 확인한 후 포장을 진행하였다. 수프의 제조공정은 표 31. 과 같으며, 이 같은 공정으로 제조된 쌀 전분 수프의 시제품은 그림 12. 과 같다.

표 31. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용수프 제조과정

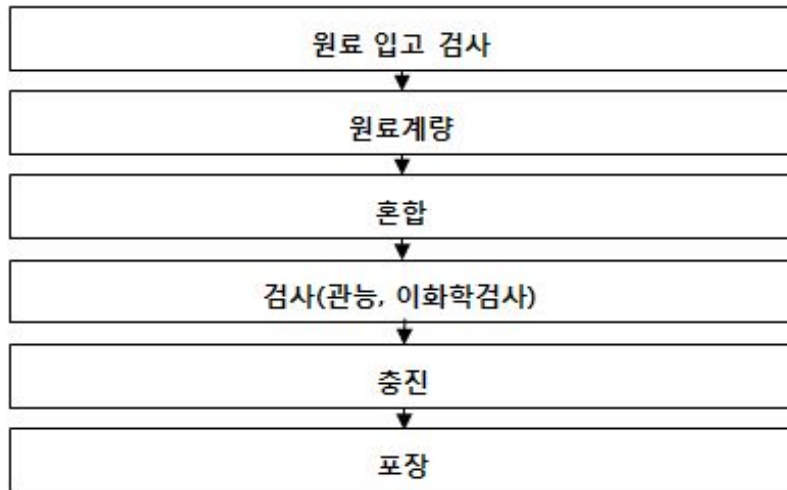


그림 12. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용크림수프의 시제품

(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 점도

국내산 쌀 전분을 이용하여 조리용 수프를 제조한 후 점도를 측정하였다. 샘플은 물 500 ml 에 수프 50 g을 넣고 저어준 후 불에 올려놓고 저으면서 끓기 시작하면 불을 약하게 줄여 3분 간 끓여 제조하였다. 이 같이 제조된 수프는 보스트윅(Bostwick) 점도계를 이용하여 수프의 온 도는 60℃, 시간은 20초에서 점도를 측정하였다. 국내산 쌀 전분으로 제조한 크림수프의 경우 점도가 13.9 cm, 옥수수 전분으로 제조한 크림수프의 경우 점도가 15 cm로 측정되어 쌀 전분 으로 제조한 크림수프가 옥수수 전분으로 제조한 크림수프에 비해 높은 점도를 보이는 것으로 나타났다.

표 32. 국내산 쌀 전분 적용 조리용수프 점도

SAMPLE	점도
쌀전분 크림수프	13.9cm / 20s, 60℃
옥수수전분 크림수프	15cm / 20s, 60℃

(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 맛 테스터기 및 관능검사 결과

조리용 수프의 맛에 대한 특성은 맛 테스터기를 통한 기기적인 방법과 소비자 관능검사를 통해 확인해 보았다. 기기적인 관능의 차이를 측정하는 맛 테스터기의 경우, 각 항목의 값의 차이가 1이상일 때 유의적인 차이를 갖는다. 맛 테스터기를 통해 본 옥수수 전분, 쌀 전분 수프의 값의 차이는 모든 항목에서 유의차를 볼 수 있는 결과가 나타나지 않았다.

표 33. 국내산 쌀 전분 적용 조리용수프 맛 테스터 측정 결과

Sample	Sourness	Bitterness	Astringency	Aftertaste-B	Aftertaste-A	Umami	Richness	Saltiness
쌀전분크림수프	0	0	0	0	0	0	0	0
옥수수전분 크림수프	-0.86	0.36	-0.14	-0.06	-0.02	-0.66	0.05	-0.44

기기적인 맛 측정 이외 소비자를 대상으로 직접 조리용 수프의 맛에 대한 소비자 관능검사를 실시하였다. 조사 시료는 옥수수 전분 8.2%가 첨가된 조리용 크림수프와 쌀 전분 8.2%가 첨가된 조리용 크림수프로 진행하였다. 소비자 관능검사를 진행한 결과 기존 당사의 수프인 옥수수 전분 함유 조리용 크림수프에 비해 국내산 쌀 전분함유 조리용 크림수프가 수프의 부드러운 특성을 주며 높은 점도를 보여 전체적 기호도에서 높은 점수를 받았지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이 같은 결과는 기기적인 맛 측정 결과와 유사한 경향을 보이는 것으로 기존 수프의 맛을 그대로 유지하면서 부드러운 특성과 높은 점도를 보일 수 있는 긍정적 영향을 줄 것으로 사료된다.

- 목적 : 수프에 쌀 전분을 적용하여 식감에 미치는 영향을 검토함.
- 조사시료 : 기존 (옥수수 전분 8.2%) vs 변경 (쌀 전분 8.2%)
- 조사날짜 : 2013년 05월 20일
- 조사인원 : 60명 (20대 2%, 30대 42%, 40대 57%)

- 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test
(하나씩 순차제공), '조리용 수프로 분말형태이며, 크림수프'라고 언급함.
- 시료제시 : 1봉지(2~3인분) : 분말60 g + 물600 g
조리방법 - 분말수프를 찬물에 넣고 잘 저으면서 5분 끓이되,
끓기 시작하면 불을 약하게 해서 3분 동안 눌지 않도록 저으면서 끓임.
- 가정내 수프 취식 빈도 : ① 자주 먹음(1개월에 1회 이상) - 15%
② 가끔 먹음 (6개월에 2~3회) - 60%
③ 거의 안 먹음(1년 1~2회 이하) - 25%

표 34. 국내산 쌀 전분 적용 조리용 크림수프의 소비자 관능검사

제 품	전 체 적 기 호 도	선 호 도 ¹⁾	기 호 도 (점 수가 높을 수)		적 당 도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)			
			외 관	맛	색 상	점 도	크 림 맛	짠 맛
옥수수전분 수프	4.1 (59점)	38% (23명)	4.1	4.2	3.9 [4=적당]	3.4 [4>묽음]	3.8 [4=적당]	4.1 [4=적당]
쌀전분 수프	4.2 (60점)	43% (26명)	4.2	4.1	4.0 [4=적당]	3.6 [4>묽음]	3.9 [4=적당]	4.1 [4=적당]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	차이없음	차이없음	차이없음	차이없음	차이없음	차이없음	차이없음	차이없음

(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 유통기한 설정

국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 유통기한 설정에 대한 실험을 진행하였다. 유통기한 설정 실험 시 제조방법을 기준으로 제조된 샘플을 가혹 실험하여 그 안전성을 확인하였다. 가혹테스트 진행 결과, 쌀 전분을 이용한 조리용 수프는 50℃ 16일, 60℃ 8일부터 관능 및 색도 변화가 진행되었다. 즉, 온도에 상관없이 12개월까지 관능수준은 유지된다고 판단되어 쌀 전분 쌀 수프의 유통기한을 12개월로 설정하였다.

- 1) 식품의 유형 : 즉석조리식품
- 2) 조사시료 : 쌀 전분 8.2% 적용 크림수프
- 3) 포장 재질(내면) 및 포장방법 : PE재질 파우치형 포장
- 4) 보존 및 유통온도 : 실온 보관 및 실온 유통
- 5) 관능변화 : 맛, 향, 색상
- 6) 색도 : UV Spectrophotometer 480 nm에서 일정배수 희석 후 측정
- 7) 실험 시 저장 조건: 50℃, 60℃ 인큐베이터 보관
- 8) 품질한계 : 제품 고유의 관능이 유지되며 색도 변화 등 품질에 영향이 없는 것을 한계로 한다.

표 35. 국내산 쌀 전분 적용 수프의 유통기한 설정실험 결과

50℃(일차)	관능	60℃(일차)	관능
0	○	0	○
2	○	2	○
4	○	4	○
6	○	6	○
8	○	8	X
10	○	10	X
12	○		
14	○		
16	X		

50℃(일차)	UV값	60℃(일차)	UV값
0	0.531	0	0.531
2	0.551	2	0.614
4	0.571	4	0.710
6	0.604	6	0.768
8	0.629	8	0.798
10	0.631	10	0.836
12	0.645		
14	0.652		
16	0.685		

다. 국내산 쌀 전분을 이용한 프리믹스 핫케익믹스의 proto type 제품개발 및 시제품 제조

국내산 쌀 전분을 이용하여 제빵프리믹스인 핫케익믹스의 proto type 개발 실험을 진행하였다. 가정용 제빵 프리믹스 제품의 경우 손쉽게 집에서 전문점의 제품을 만들어 먹을 수 있는 제품으로 소비자들의 관심이 높은 제품 중 하나이다. 핫케익믹스의 proto type 제품개발 선정 시 제빵 프리믹스의 제품 중 기존에 타 전분이 사용되며, 가정에서 오븐 없이 손쉽게 만들어 먹을 수 있는 접근성이 높은 제품으로 핫케익믹스를 선정하여 제품개발을 진행하였다. 기존 핫케익믹스의 옥수수 전분 8.0%를 전량 쌀 전분 8.0%로 대체하여 쌀 전분 핫케익믹스의 배합을 설정하였다.

(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 시제품 제조



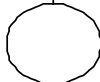
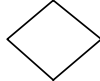
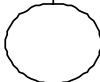

핫케익믹스의 제조는 기존 당사의 제빵프리믹스를 생산하고 있는 (주)태평양물산의 설비를 이용하여 진행하였다. 핫케익믹스의 제조 시 핫케익믹스의 각 원료에 대한 확인 및 검수를 진행한 후, 각 원료를 배합에 맞춰 계량하였다. 계량이 끝난 원료들은 무중력혼합기를 통해 저속

에서 3분 교반 후 액상 원료 분사 하고 고속에서 12분 교반하여 혼합을 하고 제품의 관능 및 이화학적 분석을 통해 규격을 확인한 후 포장을 진행하였다. 핫케익믹스의 배합은 표 36. 과 같으며, 핫케익믹스의 제조공정은 표 37. 과 같다. 이 같은 공정으로 제조된 쌀 전분 핫케익믹스의 시제품은 그림 13. 과 같다.

표 36. 국내산 쌀 전분 적용 핫케익믹스 배합

NO	원재료명
1	쌀가루
2	정백당
3	무농약우리밀
4	함수포도당
5	베이킹파우더
6	덱스트린
7	정제염
8	S니
9	에멀스폰지5500
10	구아검
11	바닐라향코튼분말
12	치자황색소
13	옥수수전분8% / 쌀전분 8%
14	GDL
15	이멘트 마아가린

표 37. 국내산 쌀 전분 핫케익믹스 제조공정

공정명	공정흐름도	공정내용/검사기준	관리항목/설비명
1. 원료입고검사		- 원재료 입고 검사 : 검사규격 적용	- 원료입고검사
2. 원료계량		- 모든 원료 계량	- 메쉬망(#10)
3. 혼합		- 원료혼합 / 유지코팅	- 무중력 믹서
4. 검사		- 관능 및 이화학검사 ? 관능평가: 한도대비 유의차없음 ? 이화학검사: 수분 규격 내	- 규격의 적합여부 : 수분 검사
5. 충전		- 제품충전	- 공급실 제품공급 관 청결상태 확인 요
6. 포장		- 포장단위에 의해 포장	

k



그림 13. 국내산 쌀 전분 핫케익믹스 시제품

(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 점도

국내산 쌀 전분을 이용하여 핫케익믹스를 제조한 후 점도를 측정하였다. 점도 측정을 위한 샘플은 핫케익믹스의 반죽을 이용하였다. 반죽 샘플은 핫케익믹스 300 g, 계란 2개(100 g), 물 100 ml을 넣고 거품기로 고르게 혼합하여 제조하였다. 이 같이 제조된 핫케익믹스 반죽을 보스트윅(Bostwick) 점도계를 이용하여 핫케익믹스의 온도 25 ℃, 시간 20초에서 점도를 측정하였다. 국내산 쌀 전분으로 제조한 핫케익믹스의 경우 점도가 9.4 cm, 옥수수 전분으로 제조한 핫케익믹스의 경우 점도가 10.1 cm로 측정되어 쌀 전분으로 제조한 핫케익에서 높은 점도의 반죽을 확인할 수 있었다.

표 38. 국내산 쌀 전분 적용 핫케익믹스 점도

SAMPLE	점도
쌀전분 핫케익믹스	9.4cm / 20s, 25℃
옥수수전분 핫케익믹스	10.1cm / 20s, 25℃

(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 볼륨측정

국내산 쌀 전분을 이용하여 핫케익믹스를 제조한 후 핫케익믹스의 조리 후 볼륨을 측정하였다. 기존 핫케익믹스의 제조 시 1 cm로 반죽을 얇게 펼쳐 제조하므로 볼륨 측정이 어려움이 있어 볼륨 측정은 반죽을 일정 틀에 넣어 오븐으로 가열한 후 최대 볼륨을 측정하는 방법으로 실험을 진행하였다. 핫케익믹스의 볼륨 측정을 위해 핫케익믹스 150 g, 계란 1개(50 g), 물 50 ml을 넣고 거품기로 고르게 혼합하여 반죽을 제조한 후 150 X 70의 틀에 부어 170℃ 오븐에 20분 가열하여 샘플을 제조하였다. 국내산 쌀 전분 핫케익믹스의 볼륨은 7.5 cm, 옥수수 전분 핫케익믹스의 볼륨은 6.9 cm로 쌀 전분 핫케익믹스의 볼륨이 높게 측정되었다. 쌀 전분은 옥수수 전분에 비해 부드럽고 높은 점성을 보임으로써 핫케익믹스의 조리 후 최종제품 볼륨에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다.

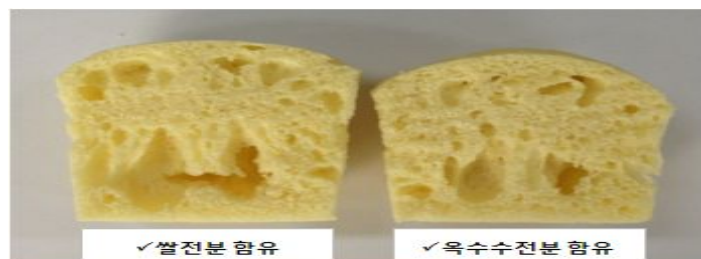


그림 14. 핫케익믹스의 볼륨측정결과

(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 관능검사 결과

국내산 쌀 전분을 이용하여 생산한 핫케익믹스의 소비자 관능검사를 실시하였다. 조사시료는 옥수수 전분 8.0 % 핫케익믹스와 국내산 쌀 전분 8.0 % 핫케익믹스로 진행하였다. 기존의 생산중인 옥수수 전분 8.0% 핫케익믹스와 비교하여 소비자 조사를 진행한 결과 전체적 기호도에서 옥수수 전분 8.0% 핫케익믹스에 비해 외관 및 부드러운 정도에서 높은 점수를 보였으며 선호도 또한 높게 나타났다. 전체적인 기호도에서는 옥수수 전분 핫케익 3.9, 쌀전분 핫케익 3.9로 유의적 차이 없는 동일한 값을 보였다.

- 목적 : 핫케익믹스에 쌀 전분을 적용하여 관능에 미치는 영향을 검토함.
- 조사시료 : 기존(옥수수 전분 8.0% 핫케익믹스) vs 변경(쌀 전분 8.0% 핫케익믹스)
- 조사날짜 : 2013년 05월 22일
- 조사인원 : 33명 (30대 58%, 40대 39%, 50대3%)
- 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test (하나씩 순차제공)
- 시료제시 ①계란물 : 둥근 그릇에 계란 1개를 넣고 거품기를 이용 충분히 거품을 낸 후,
우유 140 ml를 넣고 저어준다.
- ②반죽하기 : 계란에 믹스를 넣고 거품기로 덩어리가 없도록 반죽을 만든다.
- ③예열 : 약한 불에 프라이팬을 골고루 예열시키고,
프라이팬에 식용유를 살짝 바른 후 깨끗이 닦아낸다.
- ④굽기 : 믹스를 국자로 떠서 약한 불에서 약 1~2분간 굽고,
표면에 기포가 생기면 뒤집어 약1분간 굽는다.
- 사용형태 ①거의안함(1년에 1회 이하) 30% - 10명
- ②가끔씩 해서 먹음(6개월에 1~2회) 36% - 12명
- ③자주해서 먹음 (3개월에 1회 이상) 33% - 11명

표 39. 국내산 쌀 전분 적용 핫케익믹스의 소비자 관능검사

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)			적당도 (4점에 가까울수록 좋음)
			외관	식감	맛	부드러운 정도
옥수수전분 핫케익	3.9 (56점)	33% (11명)	4.2	3.9	4.0	3.2* [4>약함]
쌀전분 핫케익	3.9 (56점)	46% (15명)	4.5	3.9	4.1	3.9* [4=적당]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	1.000 차이없음	0.441 차이없음	0.162 차이없음	0.884 차이없음	0.623 차이없음	0.002 차이있음

(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 핫케익믹스의 유통기한 설정

국내산 쌀 전분을 적용하여 개발한 쌀 전분 핫케익믹스의 유통기한 설정시험을 진행하였다. 유통기한 설정 실험 시 제조방법을 기준으로 제조된 샘플을 가혹 실험하여 그 안전성을 확인하였다. 유통기한 설정 실험 시 보존성 실험은 제품을 50℃, 60℃ Incubator에 보관하면서 관능, 풍미, 색도의 변화를 관찰하였다. 실험결과 가혹테스트 중 50℃ 13일부터, 60℃ 4일부터 관능 및 색도의 변화가 진행되었다. 즉, 품질과 보존기간과는 어느 정도 비례관계를 가지므로 비효 소적 갈변반응을 주로 하는 0차 반응이라고 할 수 있다. 저장기간과 품질은 비례관계이므로 보존일수로 계산하면 442.9일 약 14.7개월의 품질보존기간 확인된다. 따라서 쌀 전분 핫케익믹스의 유통기한을 1년을 설정하였다.

- 식품의 유형 : 기타가공품
- 조사시료 : 쌀 전분 8.0% 적용 핫케익믹스
- 포장 재질(내면) 및 포장방법 : PE재질 파우치형 포장 + 외박스
- 보존 및 유통온도 : 실온 보관 및 실온 유통
- 관능변화 : 맛, 향, 색상
- 색도 : L, A, B 값
- 실험 시 저장 조건 : 50℃, 60℃ 인큐베이터 보관
- 품질한계 : 제품 고유의 관능이 유지되며 색도 변화 등 품질에 영향이 없는 것을 한계로 한다.

표40. 국내산 쌀 전분 적용 핫케익믹스의 유통기한 설정실험 결과

50℃		실험항목	STD	3일차	6일차	9일차	13일차	17일차
핫케익 믹스	관능	관능		○	○	○	○	×
		풍미		○	○	○	×	×
	색도	ΔL값	90.78	12.51	15.45	16.96	18.50	19.55
		ΔA값	-0.57	-5.04	-9.07	-11.71	-14.66	-16.38
		ΔB값	8.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΔE값		13.49	17.92	20.61	23.61	25.51	
60℃		실험항목	STD	1일차	2일차	3일차	4일차	5일차
핫케익 믹스	관능	관능		○	○	○	×	×
		풍미		○	○	○	×	×
	색도	ΔL값	90.78	78.27	75.33	73.82	72.28	71.23
		ΔA값	-0.57	4.47	8.50	11.14	14.09	15.81
		ΔB값	8.56	8.56	8.56	8.56	8.56	8.56
	ΔE값		78.86	76.29	75.14	74.14	73.46	

5. 국내산 쌀 전분 적용 제품 개발 및 시제품 제조

2차 년도에는 국내산 쌀 전분을 이용한 수프, 당면 및 프리믹스 제품을 통해 기존 옥수수 전분, 고구마 전분을 사용하던 제품에 쌀 전분의 적용 가능성을 확인하였다. 3차 년도에는 쌀 전분을 적용하여 마요네즈 및 수프류 제품을 제조함으로써 쌀 전분의 적용 가능성을 확인하고 제품화를 위한 공정을 확립하였다. 실험에 사용된 쌀 전분은 국내산 쌀가루(태평양물산, 추청)를 이용하여 우승코리아의 제조설비를 통해 생산된 제품을 사용하였다.


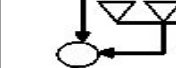
가. 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈의 제품개발 및 시제품 제조

국내산 쌀 전분을 이용하여 칼로리컷 마요네즈 제품 개발 실험을 진행하였다. 마요네즈 제품의 경우 높은 유지 함량으로 인해 고칼로리 제품으로 소비자들에게 인식되어 다이어트 및 미용에 다소 부정적인 제품으로 인식되어왔다. 마요네즈 제품의 선정당시 쌀 전분을 적용함으로써 칼로리가 다운된 칼로리컷 제품을 개발하여 소비자들에게 새로운 needs를 부여하고 제품의 물성 및 관능에도 긍정적이 효과를 줄 것으로 판단하여 마요네즈 제품 개발을 진행하게 되었다.

(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 proto type 제품 개발

국내산 쌀 전분을 이용하여 마요네즈 proto type제품 개발을 진행하였다. 쌀 전분을 적용한 마요네즈 제품은 기존 당사의 마요네즈 제조 방법에 의해 제조 하였으며, 제조 방법은 표 41. 과 같다.

표 41. 마요네즈 제조 방법

	세부공정	제조설비	비고
원료투입	 정제수, 난황 투입 후 분말프리믹스 투입	교반탱크	교반시간 : 5분
교반	교반		
검사	교반 후 열도검사		
예비유화	 콩기름, ESM, 식초 투입	교반탱크	교반시간 : 5분
검사			
균질	균질	Colloid mill	Gap size : 18~20
검사	규격검사		
충진			
셀링			
포장			

마요네즈의 제조를 위해 콩기름, ESM, 쌀 전분 베이스의 원재료가 필요로 하며 이때 ESM은 난황액, 마요골드 프리믹스, 향오일, 효모분말, 잔탄검, EDTA 및 정제수를 혼합하여 제조한다. 또한 쌀 전분 베이스는 쌀 전분, 백설탕, 정제염, 화이트 식초 및 정제수를 혼합하여 제조한다. 마요네즈 제품의 배합은 표 42. 와 같다.

표 42. 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 배합

원재료명		
최종반제품	콩기름+ 발효식초+ 1혼합물+ 2혼합물	콩기름
		발효식초
		ESM
		쌀 전분Base
ESM	1혼합물	난황액
		마요골드 프리믹스
		향오일
		효모분말
		잔탄검
		정제수
쌀 전분Base	2혼합물	쌀 전분
		백설탕
		정제염
		정제수

마요네즈 제조 방법에 따라 쌀 전분의 함량을 0, 0.5, 1, 2, 4% 첨가하여 5가지 샘플을 제조하였다. 이때 쌀 전분의 함량이 높아질수록 대두유의 함량은 각각 70, 55, 55, 62, 35%를 첨가하였다.

(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 proto type의 가공적성 및 점도

국내산 쌀 전분을 이용하여 위와 같은 방법으로 제조 된 마요네즈 제품은 총 5가지이며, 표 43. 과 같다.

표 43. 쌀 전분을 이용한 마요네즈 제품의 가공적성 및 점도

No.	쌀 전분 적용 함량	대두유 함량	가공적성	점도
기존 마요네즈	-	70.00%	분리발생x	15000~16000cp
1.쌀 전분 마요네즈 (lab test)	0.50%	62.00%	분리발생x	15000~16000cp
2.쌀 전분 마요네즈 (lab test)	1.00%	55.00%	분리현상발생	8400~9200cp
3.쌀 전분 마요네즈 (lab test)	2.00%	55.00%	분리현상발생	10500~11200cp
4.쌀 전분 마요네즈 (lab test)	4.00%	35.00%	분리발생x	17500~18000cp

쌀 전분을 적용하여 마요네즈 제품의 제조한 결과 2번, 3번 쌀 전분 마요네즈 제품의 경우 제품의 가공적성이 좋지 않아 분리현상이 발생하였다. 쌀 전분을 0.5% 첨가한 1번 쌀 전분 마요네즈 제품의 경우 기존 마요네즈 대비 유사한 점도 특성을 보여 가공적성이 우수하였으나, 기존제품 대비 대두유 함량 절감량이 8%로 적게 나타났다. 쌀 전분을 4% 첨가한 4번 쌀 전분 마요네즈 제품의 경우 점도가 17500~18000cp로 기존 마요네즈 제품 대비 높은 점도 특성을 보였으며 분리 현상도 발생하지 않아 가공적성도 우수하게 나타났다. 또한 기존 마요네즈의 대두유 함량의 1/2인 35%의 대두유 함량으로 제품을 가공하여 칼로리컷 제품의 개발에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 proto type 제품 칼로리

국내산 쌀 전분을 적용하여 제조한 마요네즈 제품 lab test 결과 쌀 전분이 1-2% 첨가되고 대두유 함량을 기존제품대비 15%줄인 제품의 경우 물성이 확보되지 않고 분리 현상이 발생하여 제품에 적용하기 어려운 것을 확인하였다. 또한 쌀 전분을 0.5%적용한 마요네즈 제품의 경우 대두유 함량을 8%만 줄여 기존제품의 물성을 확보할 수 있었으나, 칼로리컷 마요네즈 제품의 개발에 있어 효과가 미비하게 나타났다. 쌀 전분을 4%적용하고, 대두유 함량을 기존마요네즈 대비 35%줄인 마요네즈 제품의 경우 기존제품보다 높은 수준의 물성이 확보됨과 동시에 대두유 함량이 현저하게 줄어들어 제품의 칼로리를 낮출 수 있는 것으로 나타났다. 식약처 영양성분산출프로그램 FANTASY 근거로 칼로리를 확인해 본 결과, 쌀 전분을 4%적용한 마요네즈 제품의 경우 칼로리가 399.3 kcal/100g로 기존 마요네즈 제품 651.7 kcal/100g 대비 38.7%의 칼로리 감소 효과를 볼 수 있었다. 식약처 영양성분 산출 프로그램 자료는 그림 15. 와 같다.

간편검색

식품기술

식품코드	100124009100000001		
식품명(한글)	식물성 기름, 대두유 레시틴		
식품명(영어)	Vegetable oil, soybean lecithin		
식품명(이명)	식물성 기름, 대두유 레시틴		
동/식물성 구분	식물성	식품군	Fats and Oils

전체 영양소 함량 정보 (총 47건)

번호	영양성분 코드	약어	영양성분설명	자료원	구축년도	단위	함량 (100g당)
47	10100	Eng	열량	미국 USDA 영양성분 DB	2011	kcal	763.00
46	10200	Moi	수분	미국 USDA 영양성분 DB	2011	g	0.00

간편검색

식품기술

식품코드	100102000900400004		
식품명(한글)	전분, 쌀전분		
식품명(영어)	Starches, Rice		
식품명(이명)	전분, 쌀전분		
동/식물성 구분	식물성	식품군	감자 및 전분류

전체 영양소 함량 정보 (총 22건)

번호	영양성분 코드	약어	영양성분설명	자료원	구축년도	단위	함량 (100g당)
22	10100	Eng	열량	농촌진흥청 식품성분표 DB	2011	kcal	366.00
21	10200	Moi	수분	농촌진흥청 식품성분표 DB	2011	g	9.70

그림 15. 식약처 전체 영양소 함량기준

위의 산출 근거를 바탕으로 대두유 함량 35% 저감 시 267.05 kcal/100g이 감소하며, 쌀가루 4%투입 시 칼로리가 약 14.64 kcal/100g이 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 기존 마요네즈 대비 총 252.41 kcal/100g 열량이 감소하는 것을 확인하였다.

(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 제조

국내산 쌀 전분을 이용하여 마요네즈 lab test를 진행하여 쌀 전분이 4% 첨가되어 있는 칼로리컷 마요네즈 proto type 제품을 개발 하였으며, 이를 통해 쌀 전분의 적용 가능성을 확인할 수 있었다. 마요네즈 proto type 제품을 생산 현장에 적용하여 쌀 전분 현장 적용 가능성을 확인 및 공정 확립을 하고자 마요네즈 시제품 제조를 진행하였다. 시제품 제조는 삼진식품에서 진행되었으며, 공정은 표 44. 와 같다.

표 44. 마요네즈 시제품 제조공정도

		세부공정	제조설비	사진
쌀전분 BASE 제조	원료투입	 정제수, 쌀전분 및 기타분말원료 투입	스팀탱크	
	교반 및 가열	 교반 60rpm/5min 및 60~65°C 까지 승온		
	냉각 및 식초투입	 60°C 도달후 스팀 OFF 40°C 까지 냉각 후 식초 투입		
ESM 제조	원료투입	 정제수, 난황 및 기타 분말원료 투입	교반탱크 및 이동식 호모믹서	
	교반 및 균질(호모믹서)	 균질 1500rpm/10min		
최종반제품 제조	이송 및 교반	 ESM 스팀탱크 이송 및 교반 (60rpm/10min)	스팀탱크	
	원료투입	 대두유 투입	스팀탱크	-
	검사	 규격검사(균질 전 염도측정)		-
	균질	 콜로이드밀	콜로이드밀	
	충진 및 캡핑	 충전기	충진기	
	포장	 포장		



마요네즈 시제품 제조 시 Lab test와 같이 반제품 제조 후 유화하는 형태로 제품을 생산하였으며, ESM은 난황액, 마요콜드 프리믹스, 향오일, 효모분말, 잔탄검, EDTA 및 정제수를 혼합하여 제조한다. 또한 쌀 전분 베이스는 쌀 전분, 백설탕, 정제염, 화이트 식초 및 정제수를 혼합하여 제조한다. 마요네즈 제품의 배합은 위의 표 42. 와 같다.

위와 같은 방법으로 제조된 마요네즈 제품은 그림 16. 과 같으며, 제품의 점도 및 물성 특성은 lab test시에 측정함 값과 차이를 보이지 않았다.



그림 16. 쌀 전분 적용 마요네즈 시제품 (가정용 및 업소용)

쌀 전분 적용 마요네즈 시제품의 경우 200 g 가정용 제품과 2000 g 업소용 제품으로 생산하였으며 각각 용기와 파우치 포장을 이원화하여 제품을 생산 하였다.

(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 관능검사

국내산 쌀 전분을 이용하여 생산한 마요네즈 시제품의 소비자 관능검사를 실시하였다. 조사 시료는 기존 당사 마요네즈인 고소한 마요네즈 골드 제품과 쌀 전분을 4% 적용한 마요네즈 시제품으로 진행하였다. 조사결과 쌀 전분 적용 제품은 짝어먹기에 점도가 약간 되직하지만 외관이 우수하며 전반적으로 느끼한 맛이 적어 뒷맛이 깔끔하다는 의견이 있었다. 기존 고소한 마요네즈 골드 제품의 경우 점도가 묽고 색상이 진하여 인위적인 느낌이 나며 전반적으로 느끼한 맛이 강해 기호도에서 쌀 전분 적용제품에 비해 다소 낮은 점수를 나타냈다. 쌀 전분 적용 시제품의 전체적인 기호도는 4.4점 선호도는 60%로 당사 고소한 마요네즈 골드의 점수(전체적인 기호도 4.2, 선호도 40%)보다 높은 점수를 나타냈다. 쌀 전분 적용 시제품과 당사 고소한 마요네즈 골드의 소비자 관능검사 결과는 표 45. 와 같다.

- 목적 : 쌀 전분적용 시제품과 기존 고소한 마요네즈골드 제품의 관능에 미치는 영향을 검토함.
- 조사시료 : 쌀 전분적용 시제품 vs 당사 고소한 마요네즈골드
- 조사날짜 : 2014년 6월 09일

- 조사인원 : 15명
- 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test
(하나씩 순차제공)
- 시료제시 : 오이를 제공하여 마요네즈에 찍어서 먹도록 함.

표 45. 국내산 쌀 전분 적용 마요네즈 소비자 관능검사

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)			적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)				
			외관	맛	뒷맛	색상	점도	고소한맛	신맛	짠맛
쌀전분사용 제품	4.4 (63점)	60% (9명)	4.6	4.4	4.4	3.9* [4<연함]	4.4* [4<되직함]	3.8* [4>약함]	4.0* [4=적당]	4.2 [4<강함]
업소용	4.2 (60점)	40% (6명)	4.5	4.1	4.2	4.2* [4>진함]	3.9* [4>묽음]	3.5* [4>약함]	4.3* [4<강함]	4.3 [4<강함]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.171 차이없음	0.358 차이없음	0.379 차이없음	0.083 차이없음	0.286 차이없음	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.000 차이있음	0.017 차이있음	0.254 차이없음

(6) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 영양성분 분석

국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 영양성분 분석을 진행하였다. 쌀 전분 적용 마요네즈의 영양성분 분석은 (주)에코바이오 코리아에서 진행하였으며, 쌀 전분이 적용되지 않은 기존 당사의 마요네즈 제품은 당사 식품 안전센터에서 영양성분 분석을 진행하였다.

영양성분 분석 결과는 표 46. 과 같다. 식약처 영양성분산출프로그램 FANTASY 근거로 이론적 칼로리를 확인해 본 결과, 쌀 전분을 4%적용한 마요네즈 제품의 경우 칼로리가 399.3 kcal/100g 기존 마요네즈 제품 651.7 kcal/100g 대비 38.7%의 칼로리 감소 효과를 볼 수 있었다. 4% 쌀 전분을 적용한 마요네즈 시제품의 영양성분 값을 실험적으로 분석해 본 결과 기존 이론적 수치보다 더 낮게 측정값을 보였다. 시제품의 칼로리 측정결과 총 칼로리는 351.1 kcal/100g으로 기존 당사 마요네즈 제품대비 300.6 kcal/100g의 칼로리 저감을 보였다. 마요네즈 제품에 쌀 전분을 적용하여 생산한 시제품이 기존 당사 제품 대비 46.1%의 칼로리 저감효과를 보임으로써 칼로리컷 마요네즈 제품의 쌀 전분의 적용 가능성을 확인하였다. 쌀 전분 적용 시제품 지방함량은 33.38 g/100 g으로 기존 마요네즈 제품의 지방 함량 69.8 g/100 g에 비해 52.2%의 지방함량 감소를 보였으며, 탄수화물은 12.39 g/100 g으로 기존 마요네즈 제품의 탄수화물 함량 5.6 g/100 g에 비해 121.3%의 탄수화물 함량 증가를 보였다.

표 46. 기존 당사 마요네즈 제품(고소한 마요네즈폴드) 및 쌀 전분 적용 시제품(마요네즈) 영양성분 성적서

대상㈜ 식품안전센터 주소: 경기도 이천시 마장면 표교리 125-8 (031) 639-2411-20 FAX: (031) 639-2410 http://www.daesang.co.kr				
시험 성적서(TEST REPORT)				
접수번호 : TN11-0019 대표자(신청자) : 이수진 회사(사업부서명) : 식품 1팀 접수일자 : 2011년 01월 06일 시료명 : 고소한 마요네즈 폴드(업소용) 성적서구분 : <input checked="" type="checkbox"/> 국문 <input type="checkbox"/> 영문	전화번호 : 031-639-2172 FAX 번호 : 031-639-2177 주 소 : 경기도 이천시 마장면 표교리 125-8 의뢰목적 : 영양성분검토용 시험완료일 : 2011년 01월 28일			
시험 결과				
번호	시험항목	단위	결과치	시험방법
1	열량	kcal / 100g	651.7	식품광전
2	탄수화물	g / 100g	5.6	
3	단백질	g / 100g	0.4	
4	당류	g / 100g	3.3	
5	지방	g / 100g	69.8	
6	포화지방	g / 100g	11.3	
7	트랜스지방	g / 100g	0.8	
8	콜레스테롤	mg / 100g	5.3	
9	나트륨	mg / 100g	572.2	
10	비타민 A	ug / 100g	0.0	
11	비타민 C	mg / 100g	0.0	
12	칼슘	mg / 100g	4.4	
13	철	mg / 100g	0.0	
※ 참고사항 용도 : 영양성분 표시용 비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료량으로 시험한 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 당 센터의 사전 서명동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 별도 이외의 사용을 금합니다.				
시험자 :		기술책임자 :		
2011년 01월 28일 대상㈜ 식품안전센터장 (인)				

DFSC-P 양식 24-01 REV.00

1/1 페이지

2005.03.02.

		검사 성적서		접수번호 20140520-2003
업 제 명	대상주식회사	검사목적	광고용	
제 품 명	마요네즈	제품유형		
소 재 지	서울특별시 용산구 천호대로 26 (신설동)			
의뢰인	영양성	제조일자	유통기한	
접수일자	2014-05-20	검사완료일	2014-06-02	
시험 항목 및 결과				
시험항목	기 준	단위	결과	항목명칭
열량	-	kcal/100g	651.12	-
탄수화물	-	g/100g	12.39	-
당류	-	g/100g	1.49	-
단백질	-	g/100g	0.41	-
지방	-	g/100g	33.38	-
포화지방	-	g/100g	23.39	-
트랜스지방	-	g/100g	0.00	-
콜레스테롤	-	mg/100g	15.77	-
나트륨	-	mg/100g	489.48	-
식이섬유	-	g/100g	0.25	-
Vitamin A	-	ug/100g	13.58	-
Vitamin C	-	mg/100g	불검출	-
철	-	mg/100g	4.80	-
칼슘	-	mg/100g	3.06	-
판 정 : - 검사자 : 김지희 김민수 김상용 김지용 김태훈 문이슬 양병석 윤영이 책임자 : 이영한				
비 고 : ※ 상기판정은 의뢰된 시험항목에 한함				
(주)에코바이오크리아				2014년 06월 02일

경기도 부천시 현미구 광천로850번길 20 신일빌딩 3층

TEL : 032-715-5100

FAX : 032-715-5115

(7) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 유통기한 설정실험

국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 유통기한 설정 실험을 진행하였다. 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 유통기한 설정 실험 시 control은 가혹조건에서 보관을 진행하지 않은 제품으로 실험을 진행하였으며, 실험군의 경우 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품을 제조한 직후 37℃와 50℃ 항온기에서 제품을 2일~8주까지 보관하여 샘플을 제조한 후 실험을 진행하였다. 시간의 변화에 따른 실험군의 관능, 색상, 물리적 변화에 대하여 관능 검사원 15명이 검사를 실시 5점 대비표 중 3.0 이상 품질변화를 보였을 때 소비자에게 만족도를 줄 수 있고, 상품성이 있는 제품으로 판단하고 실험을 진행하였다. 마요네즈 제품의 품질척도는 시간경과에 따른 갈변이나 pH 등의 변화가 없어 품질 VOC의 risk 가 높은 물리적 변화(유수분리)와 관능변화(유지 산패취)를 기준으로 산출하였다.

관능한계점을 이용하여 Q₁₀값을 구하였고, 그 값으로 상온(25℃)에서 유통기한을 예측한 결과 9.5개월 설정이 가능하였다. 제품의 신선도 유지를 위하여 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 유통기한은 8개월로 설정하였다. 쌀 전분을 적용한 마요네즈 시제품의 유통기한 설정 기준은 표 47. 와 같으며, 기존 당사의 고소한 마요네즈 제품의 유통시간 설정기준 및 유통기한과 큰 차이를 보이지 않았다.

표 47. 쌀 전분 적용 마요네즈 유통기한 설정 기준

저장기간	control	2 주	4 주	6 주	8 주
관능	4.82	4.50	4.10	3.80	3.50
색깔	4.62	4.54	4.10	3.94	3.32
유수분리유무	x	x	x	x	x

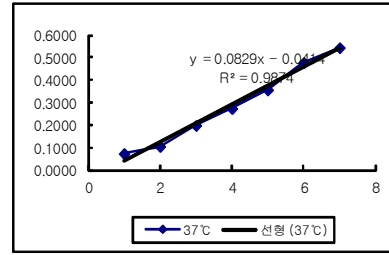
- 37℃ 보관

저장기간	control	2 일	4 일	6 일	8 일
관능	4.70	4.45	4.2	3.8	3.50
색깔	4.54	4.36	4.01	3.88	3.24
유수분리유무	x	x	x	x	x

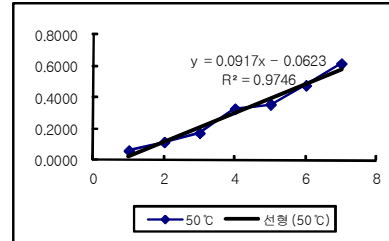
- 50℃ 보관

1) Data(인큐베이터 보관시 시간경과에 따른 관능변화)

항목	A0	A	lnA0	lnA	lnA0-lnA	
보존온도						
보존일수						
37℃	Control	5.00	4.65	1.6094	1.5369	0.0726
	2	5.00	4.5	1.6094	1.5041	0.1054
	4	5.00	4.1	1.6094	1.4110	0.1985
	6	5.00	3.8	1.6094	1.3350	0.2744
	8	5.00	3.50	1.6094	1.2528	0.3567
	10	5.00	3.1	1.6094	1.1314	0.4780
	12	5.00	2.90	1.6094	1.0647	0.5447
	기준	5.00	3.00	1.6094	1.0986	0.5108



항목	A0	A	lnA0	lnA	lnA0-lnA	
보존온도						
보존일수						
50℃	Control	5.00	4.7	1.6094	1.5476	0.0619
	2	5.00	4.45	1.6094	1.4929	0.1165
	4	5.00	4.2	1.6094	1.4351	0.1744
	6	5.00	3.6	1.6094	1.2809	0.3285
	8	5.00	3.50	1.6094	1.2528	0.3567
	10	5.00	3.1	1.6094	1.1314	0.4780
	12	5.00	2.70	1.6094	0.9933	0.6162
	기준	5.00	3.00	1.6094	1.0986	0.5108



2) 수식

K37 값

$$kt = \ln A_0 / A = \ln A_0 - \ln A$$

$$k = \frac{0.0829}{\text{주}} = 0.0118429 / \text{일}$$

$$\ln 5 - \ln 0.01184 * t$$

$$t = 43.1336 \text{ 일}$$

K50 값

$$kt = \ln A_0 / A = \ln A_0 - \ln A$$

$$k = \frac{0.092}{\text{일}}$$

$$\ln 5 - \ln 3 = 0.0917 * t$$

$$t = 5.5706 \text{ 일}$$

Q10값

$$Q_{10}^{\Delta/10} = K_{50}/K_{37} = 7.7430639$$

$$\log Q_{10} / \log 7.74 = 1.3$$

$$= 0.88891 / 1.3$$

$$= 0.68378$$

$$Q_{10} = 4.82813$$

3) 25℃ 유통기한 산정

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \Theta_s(25) / \Theta_s(37)$$

$$4.82813^{1.2} = \Theta_s(25) / 43.133647$$

$$\Theta_s(25) 6.61508 * 43.133647$$

$$= 285.332 \text{ 일}$$

$$= 9.51108 \text{ 월}$$

* 실험결과 상품성이 있는 품질유지 기간이 9.5 개월로 나타나고 있으나, 유통기한을 8 개월로 정하여 품질의 신선도를 유지하고자 함.

(8) 국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 안전성 실험

국내산 쌀 전분을 이용한 마요네즈 시제품의 안전성 실험을 진행하였다. 당사에서 생산중인 기존 마요네즈 제품의 규격을 토대로 쌀 전분을 적용한 마요네즈 시제품의 안전성을 확인 하였다. 당사 기존 제품 규격 중 미생물 규격은 기존 규격서와 같으며, 쌀 전분 적용에 따른 지방함량 감소에 따라 조지방 함량은 기존 규격과 다르게 나타났다. 쌀 전분을 적용함에 따라 낮아진 대두유 함량 등 배합비의 변경에 의해 조지방 함량은 36.5%로 측정되었다. 미생물 규격의 경우 일반세균 수치는 규격치(1000이하)보다 낮은 10이하로 측정되었으며, 그 외 대장균군 및 살모넬라 등 기존 규격치와 동일하게 음성으로 관리되는 것을 확인하였다. 당사 기존 마요네즈 제품 규격서 및 쌀 전분을 적용한 시제품의 안전성 시험성적서는 표 48. 과 같다.

표 48. 기존 마요네즈 제품 규격서 및 쌀 전분 적용 시제품 안전성 시험성적서

대 상		완제품 검사규격		문서 번호	
		고소한 마요네즈골드		개별 일자	
1. 적용범위 당사에서 제조하는 고소한 마요네즈골드의 완제품 검사에 적용함.					
2. 제품명 정제된, 정백알 등의 분말전분이 섞인 계란 혼합물에 발효식초, 대두유 등을 혼합하여 유화, 균질화시킨 반고체상 제품					
3. 검사기준					
개별 규격	개별 규격	크 지 발(%)	65.0 이상	제품 시험포장 (DSK-P-7000)에 따름	1회/월
		대알곡분	불검		
		살모넬라	불검		
		금속성염색 젓가루(Kg당)	10mg 미만		
		금속성염색 2mm이상	불검출		
		성상	미백색의 반고체상		
		이물	불검출		
		산도(%)	0.33 ~ 0.37		
		염도(%)	1.40 ~ 1.70 ESM 7.15 ~ 7.45		
		클러빙(m/24℃)	특시 4.50 ~ 5.50		
참고규격	참고규격	pH	3.80 ~ 3.80	제품 시험포장 (DSK-P-7000)에 따름	1회/월
		수분(%)	30.0 이하		
		저온실온 9℃, 20hr	기름분리현상이 없음		
		Y & M, g당	1.0 × 10 ⁴ 이하		
		TPC, g당	1.0 × 10 ⁴ 이하		
		내산성균, g당	1.0 × 10 ⁴ 이하		
		비고	* 위의 사항 외 식품안전 관리관리 기준에 준하여 관리 하며, 규격이 정해지지 않은 항목의 경우 필요 시 유관 부서의 협의를 통하여 규격을 결정함.		

대상㈜ 식품안전센터		DAESANG 大東洋		
주소 : 경기도 이천시 마장면 풍부대로 697 TEL : 031) 639-2411-20 FAX : 031) 639-2416		Daesang Corporation Food Safety Center http://www.daesang.co.kr		
시험 성적서 (TEST REPORT)				
접수 번호 : TG14-0314	전화번호 : 031-639-2171	대표지(인성) : 정예희	FAX 번호 : 031-639-2177	
회사(사업부서명) : 식품 1팀	주 소 : 경기도 이천시 마장면 풍부대로 697	접수 일자 : 2014년 07월 02일	시행일자 : 2014년 07월 24일	
시 료 명 : 유제품 마요네즈성	시험목적 : 참고용	영양성분표 : <input checked="" type="checkbox"/> 육균 <input type="checkbox"/> 영균	시행완료일 : 2014년 07월 24일	
시험 결과 (참고용)				
번호	시험항목	단위	결과치	시험방법
1	말분세균수	CFU/g	10 이하	식품안전
2	대장균군	-	불검	
3	<i>B. cereus</i>	CFU/g	10 이하	
4	효모소곰팡이	CFU/g	10 이하	
5	<i>L. monocytogenes</i>	-	불검	
6	<i>Salmonella</i> spp.	-	불검	
7	장출혈성 대장균	-	불검	
8	<i>S. aureus</i>	-	불검	
9	<i>C. jejuni</i>	-	불검	
10	<i>E. faecium</i>	-	불검	
11	<i>C. jejuni</i>	-	불검	
12	내산성균	CFU/g	10 이하	
13	조리방	%	36.5	
참고사항 :				
비고 : 1. 위 항목은 정제된 쌀 전분 및 시료첨입 시 사용한 용기에서 잔류균에 대한 검증된 검출치는 없습니다. 2. 위 항목은 정제된 쌀 전분 사용 제품의 경우, 안전, 품질 및 소비자보호를 위해, 별도 미생물 시험을 실시합니다.				
담당자 : 김민서 부장		기술책임자 : 김민서 부장		
2014년 07월 24일				
대상㈜ 식품안전센터장 (인)				
DFSC-P.형식 24-01 REV.01				
2011.09.23				

나. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 제품 개발 및 시제품 제조

국내산 쌀 전분을 이용하여 조리용 수프의 제품 개발 실험을 진행하였다. 분말 조리용 수프의 경우 제조 공정상 분상 및 포장에 원재료가 미치는 영향이 매우 크다. 1, 2차 년도에 국내산 쌀 전분 및 태국산 쌀 전분을 이용하여 수프를 제조 시 수프의 부드러운 특성 및 외관에 긍정적인 효과를 가져와 소비자들에게 새로운 소구점으로 제품을 판매 할 수 있다는 가능성을 확인하였다. 우송코리아에서 제조한 국내산 쌀 전분을 기존 수프의 제조 공정에 적용하여 수프의 시제품을 제조함으로써 수프의 생산 공정을 확인하고 완제품 시제품의 유통 안전성을 확인하고자 하였다. 또한 크림수프 외 당사 조리용 수프인 쇠고기, 양송이, 야채, 마늘 수프에 쌀 전분을 적용하여 실험을 진행함으로써 폭넓은 제품에 적용 가능성을 확인하였다.

(1) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 제조

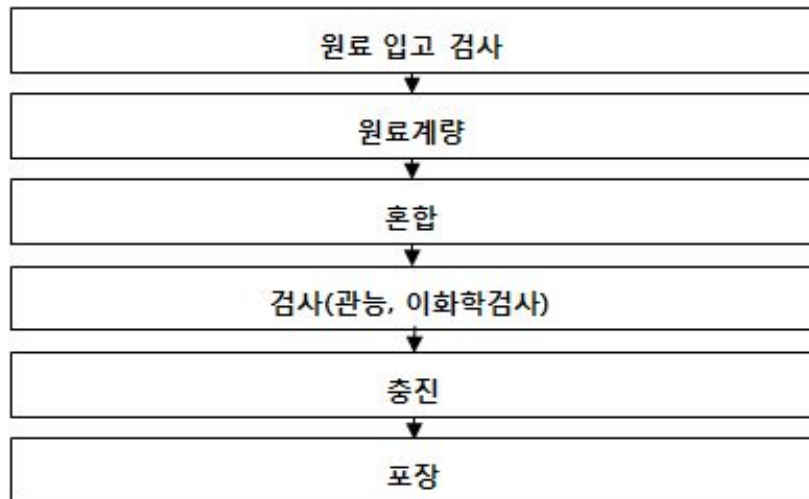
국내산 쌀 전분을 이용하여 조리용 수프 시제품을 제조하였다. 쌀 전분을 적용한 조리용 수프는 총 5종이며 크림수프, 야채수프, 양송이수프, 쇠고기수프, 구운마늘수프 이다. 조리용 수프의 배합은 표 49. 와 같으며, 기존 당사의 수프를 배합 시 옥수수 전분의 사용량을 전량 쌀 전분으로 대체하여 시제품을 생산하였다. 시제품의 생산은 (주)선제에서 기존 당사 수프 제조 공정으로 진행하였다. 조리용 수프 배합 내 옥수수 전분 (기존 당사 수프) 및 쌀 전분(쌀 전분

적용 수프)의 전분 함량은 각각 크림수프 8.2%, 야채수프 8.61%, 양송이 수프 17.0 %, 쇠고기 수프 8.61%, 마늘수프 11.02%이었다. 쌀 전분을 적용한 조리용 수프 제품의 제조는 원료 입고 검사, 배합에 맞춰 원료 계량, 리본믹서를 통한 원료 혼합, 규격 및 관능검사, 충전 및 포장의 순서대로 진행이 되며 자세한 제조 공정은 표 50. 과 같다.

표 49. 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 배합

제품명			제품명			제품명			제품명			제품명		
크림수프			야채수프			양송이수프			쇠고기수프			마늘수프		
NO.	원재료명	함량 (%)	NO.	원재료명	함량 (%)	NO.	원재료명	함량 (%)	NO.	원재료명	함량 (%)	NO.	원재료명	함량 (%)
1	쌀루		1	쌀루		1	쌀루		1	쌀루		1	쌀루	
2	분말유크림		2	분말유크림		2	쌀전분	17.00	2	분말유크림		2	분말유크림	
3	쌀전분	8.20	3	쌀전분	8.61	3	유정분말		3	쌀전분	8.61	3	쌀전분	11.02
4	유정분말		4	유정분말		4	함수결정포도당		4	유정분말		4	구운마늘혼합분	
5	함수결정포도당		5	함수결정포도당		5	분말유크림		5	함수결정포도당		5	함수결정포도당	
6	정제염		6	정제염		6	정제염		6	정제염		6	유정분말	
7	수프베이스		7	백설탕		7	수프베이스		7	백설탕		7	정제염	
8	백설탕		8	수프베이스		8	건조양송이조각		8	수프베이스		8	수프베이스	
9	코지원KP2000		9	건조당근		9	백설탕		9	건조당근		9	양파분	
10	양파분		10	볶음양파조각		10	코지원KP2000		10	볶음양파조각		10	코지원KP2000	
11	효모분말		11	코지원KP2000		11	양파분		11	코지원KP2000		11	효모역기스분말	
12	코코넛크림분		12	건양배추		12	효모역기스분말		12	건양배추		12	효모분말	
13	파분		13	파분		13	크래커씨닝		13	파분		13	백설탕	
14	우유향분말		14	케일		14	효모분말		14	케일		14	파슬리	
15	BLACKPEPPER		15	양파분		15	파분		15	양파분		15	파분	
16	강황분		16	효모역기스분말		16	버섯향		16	효모역기스분말		16	우유향분말	
17	Beef Stock		17	효모분말		17	우유향분말		17	효모분말		17	BLACKPEPPER	
18	부울온후레바		18	건조파조각		18	Beef Stock		18	건조파조각		18	강황분	
19	지미베이스		19	우유향분말		19	부울온후레바		19	우유향분말		19	갈릭써머름	
			20	Beef Stock		20	BLACKPEPPER		20	Beef Stock		20	지미베이스	
			21	부울온후레바		21	지미베이스		21	부울온후레바				
			22	BLACKPEPPER					22	BLACKPEPPER				
			23	지미베이스					23	지미베이스				

표 50. 조리용 수프 제조 공정



(2) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 색도

국내산 쌀 전분을 이용하여 제조한 조리용 수프 시제품은 크림수프, 야채수프, 양송이수프, 쇠고기수프, 구운마늘수프 총 5가지이며, 기존 옥수수 전분으로 제조된 조리용 수프 또한 같은 배합비를 이용하여 크림수프, 야채수프, 양송이수프, 쇠고기수프, 구운마늘수프 총 5가지 제품에 대한 색도를 측정하여 쌀 전분 적용 시 색도에 미치는 영향에 대해 확인하였다. 모든 실험군에서 쌀 전분을 적용한 수프의 L값이 모두 높게 나타나 옥수수 전분을 대체하여 쌀 전분 투입 시 백색도가 증가하는 것으로 나타났다. 전분이 가장 많이 첨가된 양송이 수프에서는 쌀 전분 적용 수프의 L값이 52.53으로 나타났고, 옥수수 전분 적용 양송이 수프의 L값이 51.02로 나타나 전분을 변경한 제품 간 L값의 차이가 1.51로 나타났다. 쌀 전분 및 옥수수 전분은 이용한 조리용 수프 시제품의 색도는 표 51. 과 같다.

표 51. 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 색도

SAMPLE	색도		
	L	a	b
1-1 크림수프 옥수수전분 적용	60.02	-4.78	12.14
1-2 크림수프 쌀전분 적용	60.10	-4.97	12.90
2-1 야채수프 옥수수전분 적용	49.14	-3.93	8.67
2-2 야채수프 쌀전분 적용	50.80	-4.01	7.96
3-1 양송이수프 옥수수전분 적용	51.02	-2.81	7.22
3-2 양송이수프 쌀전분 적용	52.53	-2.82	7.16
4-1 쇠고기수프 옥수수전분 적용	53.01	-2.09	9.50
4-2 쇠고기수프 쌀전분 적용	53.97	-3.11	7.88
5-1 구운마늘수프 옥수수전분 적용	57.00	-3.65	12.78
5-2 구운마늘수프 쌀전분 적용	57.23	-4.14	12.55

(3) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 점도

국내산 쌀 전분을 이용하여 조리용 수프를 제조한 후 점도를 측정하였다. 샘플은 물 500 ml 에 수프 분말 50 g을 넣고 저어준 후 불에 올려놓고 저으면서 끓기 시작하면 불을 약하게 줄여 3분간 끓여 제조하였다. 이 같이 제조된 수프는 보스트윅(Bostwick) 점도계를 이용하여 수프의 온도는 60℃, 시간은 20초에서 점도를 측정하였다. 국내산 쌀 전분으로 제조한 크림수프의 경우 점도가 13.0 cm, 옥수수 전분으로 제조한 크림수프의 경우 점도가 14.7 cm로 측정되어 쌀 전분으로 제조한 크림수프가 옥수수 전분으로 제조한 크림수프에 비해 높은 점도를 보이는 것으로 나타났다. 전분이 가장 많이 적용된 양송이 수프의 경우 국내산 쌀 전분으로 제조한 양송이 수프의 점도가 11.0 cm, 옥수수 전분으로 제조한 양송이 수프의 경우 점도가 13.5

cm로 측정되어 쌀 전분으로 제조한 양송이 수프가 옥수수 전분으로 제조한 양송이 수프에 비해 높은 점도를 보이는 것으로 나타났다. 또한 쌀 전분의 함량이 높은 양송이 수프가 크림수프에 비해 높은 점도 값을 보임으로써 전분을 함량이 높아짐에 따라 높은 점도 값을 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 국내산 쌀 전분을 이용하여 제조한 조리용 수프 시제품은 점도값은 표 52. 와 같다.

표 52. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 점도

SAMPLE	점도
1-1 크림수프 옥수수전분 적용	14.7cm / 20s, 60°C
1-2 크림수프 쌀전분 적용	13.0cm / 20s, 60°C
2-1 야채수프 옥수수전분 적용	14.3cm / 20s, 60°C
2-2 야채수프 쌀전분 적용	12.0cm / 20s, 60°C
3-1 양송이수프 옥수수전분 적용	13.5cm / 20s, 60°C
3-2 양송이수프 쌀전분 적용	11.0cm / 20s, 60°C
4-1 쇠고기수프 옥수수전분 적용	13.0cm / 20s, 60°C
4-2 쇠고기수프 쌀전분 적용	10.5cm / 20s, 60°C
5-1 구운마늘수프 옥수수전분 적용	14.6cm / 20s, 60°C
5-2 구운마늘수프 쌀전분 적용	13.5cm / 20s, 60°C

(4) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 맛테스터 분석 및 관능검사

국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 맛테스터 분석 및 관능검사를 진행하였다. 조리용 수프의 맛에 대한 특성은 맛 테스터기를 통한 기기적인 방법과 소비자 관능검사를 통해 확인해 보았다. 기기적인 관능의 차이를 측정하는 맛 테스터기의 경우, 각 항목의 값의 차이가 1이상일 때 유의적인 차이를 갖는다. 맛 테스터기를 통해 본 옥수수 전분, 쌀 전분 수프의 값의 차이는 모든 항목에서 유의차를 볼 수 있는 결과가 나타나지 않았다. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 맛테스터 분석결과는 표 53. 과 같다.

표 53. 국내산 이용한 조리용 수프 시제품의 맛테스터 분석 결과

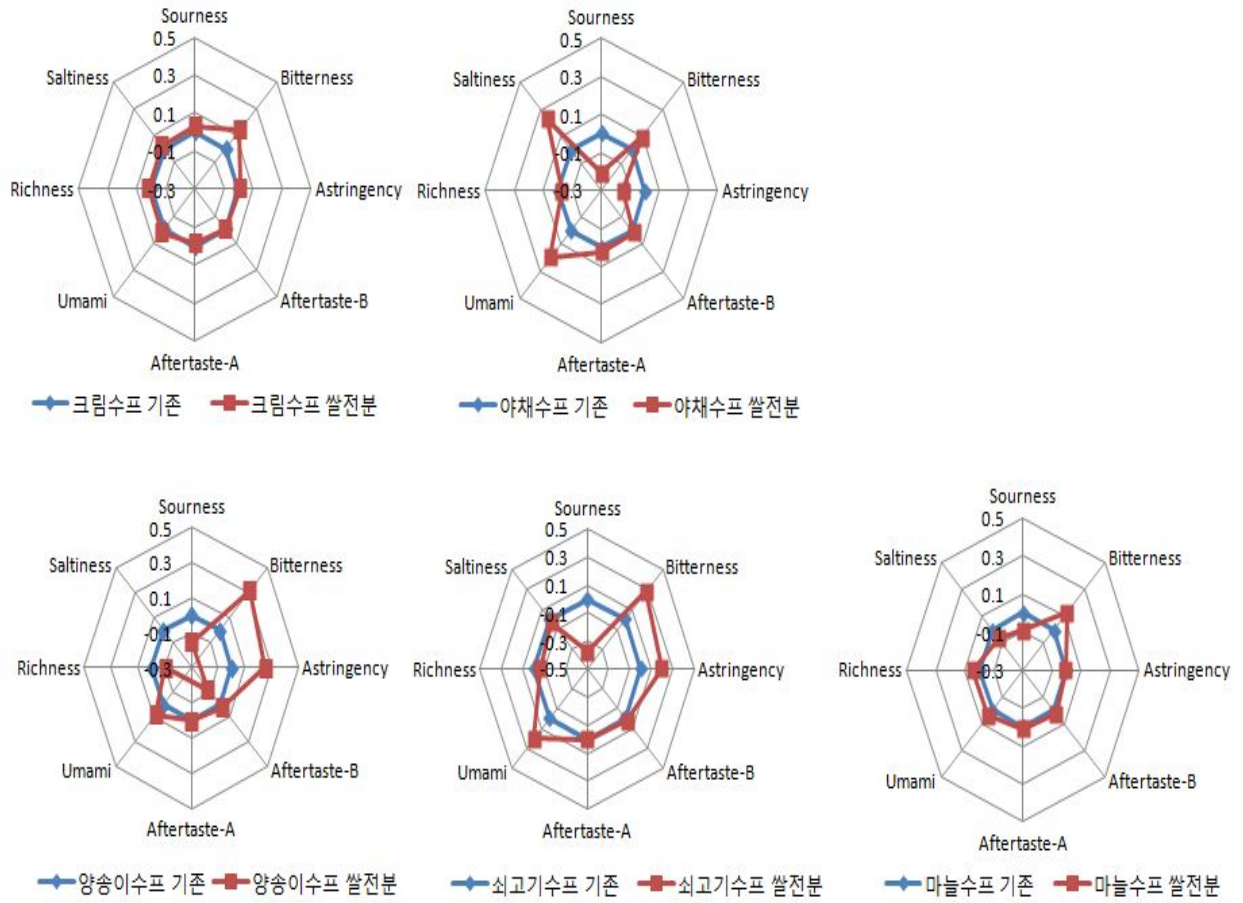


표 54. 국내산 쌀 전분 적용 조리용 수프의 소비자 관능검사

a. 크림수프

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)		적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)	
			외관	맛	색상	점도
쌀전분 사용제품 (71점)	5.0*	90%* (18명)	4.4	5.0*	4.0* [4<연합]	4.0 [4<되직함]
옥수수전분 사용제품 (61점)	4.3*	10%* (2명)	4.0	4.0*	5.3* [4<진함]	3.7 [4>묽음]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.013 차이있음	0.003 차이있음	0.079 차이없음	0.009 차이있음	0.007 차이있음	0.109 차이없음

b. 야채수프

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)		적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)	
			외관	맛	색상	점도
쌀전분 사용제품 (79점)	5.5*	65%* (13명)	5.3	5.5*	4.0* [4<연합]	4.2* [4<되직함]
옥수수전분 사용제품 (64점)	4.5*	35%* (7명)	4.6	4.8*	4.8* [4<진함]	3.8* [4>묽음]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.038 차이있음	0.130 차이없음	0.078 차이없음	0.034 차이있음	0.025 차이있음	0.045 차이있음

c. 양송이수프

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)		적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)	
			외관	맛	색상	점도
쌀전분 사용제품 (82점)	5.8*	85%* (17명)	5.3*	5.8*	3.8* [4<연합]	3.9 [4<되직함]
옥수수전분 사용제품 (54점)	3.8*	15%* (3명)	4.3*	3.6*	4.3* [4<진함]	3.7 [4>묽음]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.001 차이있음	0.002 차이있음	0.005 차이있음	0.004 차이있음	0.021 차이있음	0.799 차이없음

d. 쇠고기수프

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)		적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)	
			외관	맛	색상	점도
쌀전분 사용제품 (75점)	5.3*	65%* (13명)	4.8	5.0*	4.3 [4<연합]	3.8 [4<되직함]
옥수수전분 사용제품 (61점)	4.3*	35%* (7명)	4.3	4.3*	4.3 [4<진함]	3.5 [4>묽음]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.014 차이있음	0.658 차이없음	0.793 차이없음	0.030 차이있음	0.810 차이없음	0.563 차이없음

e. 구운마늘수프

제품	전체적 기호도	선호도 ¹⁾	기호도 (점수가 높을수록 좋음)		적당도 ²⁾ (4점에 가까울수록 좋음)	
			외관	맛	색상	점도
쌀전분 사용제품 (79점)	5.5*	50%* (10명)	5.3*	5.5*	4.0* [4<연합]	4.1 [4<되직함]
옥수수전분 사용제품 (69점)	4.8*	50%* (10명)	3.8*	4.5*	5.1* [4<진함]	3.8 [4>묽음]
유의수준 $\alpha=0.05$ 기준	0.019 차이있음	0.823 차이없음	0.004 차이있음	0.015 차이있음	0.029 차이있음	0.520 차이없음

기기적인 맛 측정이의 소비자를 대상으로 직접 조리용 수프의 맛에 대한 소비자 관능검사를 실시하였다. 조사 시료는 기존 당사 조리용 수프 5종 (크림수프, 야채수프, 양송이수프, 쇠고기수프, 구운마늘수프)과 기존 당사 수프의 옥수수 전분을 쌀 전분으로 대체한 조리용 수프 시제품 5종(크림수프, 야채수프, 양송이수프, 쇠고기수프, 구운마늘수프)으로 소비자 관능검사를 진행하였다. 국내산 쌀 전분 적용 조리용 수프의 소비자 관능검사 결과는 표 54와 같다.

- 목적 : 쌀 전분 사용제품과 옥수수 전분 사용제품간의 기호차이를 확인하고자 함
- 조사시료 : 쌀 전분 사용 분말수프 5종 vs 옥수수 전분 사용 분말수프 5종
- 조사날짜 : 2014년 5월 14일
- 조사인원 : 20명 (20대 10%, 30대 80%, 40대 10%)
- 조사방법 : Blind test, Paired comparison test, Sequential monadic test
(하나씩 순차제공)
- 시료제시 : 분말수프 5종 각각 1봉지(2~3인분) : 분말 60 g + 물 600 g,
조리방법 - 수프를 찬물에 넣고 잘 저으면서 끓이되,
끓기 시작하면 불을 약하게 해서 3분 동안 눌지 않도록 저으면서 끓임.

소비자 관능검사를 진행한 결과 기존 당사의 수프인 옥수수 전분 함유 조리용 크림수프에 비해 국내산 쌀 전분 함유 조리용 크림수프가 맛이 깔끔하고 담백하게 나타났으며, 기존 옥수수 전분 사용제품은 맛이 약간 텁텁하게 나타나 전체적으로 쌀 전분 함유 조리용 수프의 기호도가 높은 것으로 나타났다. 또한 쌀 전분 사용제품은 옥수수 전분 사용제품에 비해 점도가 높고, 밝게 나타났다.

(5) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 영양성분 분석

국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 영양성분 분석을 진행하였다. 쌀 전분 적용 조리용 수프의 영양성분 분석은 크림수프를 대표 제품으로 진행하였으며 (주)에코바이오 코리아에서 분석하였다. 쌀 전분이 적용되지 않은 기존 당사의 조리용 수프 제품은 당사 식품 안전 센터에서 영양성분 분석을 진행하였다. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 영양성분 분석 결과는 표 55. 와 같다. 크림수프 시제품의 칼로리 측정결과 총 칼로리는 416.83 kcal/100g으로 기존 당사 옥수수 전분 적용 크림수프 제품 칼로리 416.5 kcal/100g 와 유사한 값을 보였으며, 배합상 전분의 변경에 따른 칼로리 차이는 크게 나타나지 않았다. 또한 탄수화물 함량에서는 쌀 전분 적용 크림수프 시제품의 경우 78.47 g/100 g으로 기존 크림수프 제품의 탄수화물 함량 74.40 g/100 g에 비해 약 4g의 탄수화물 함량이 높게 나타났으며, 그 차이는 크지 않게 나타났다. 이 같은 결과는 9대 영양소 기준치에서 동일하게 나타났다.

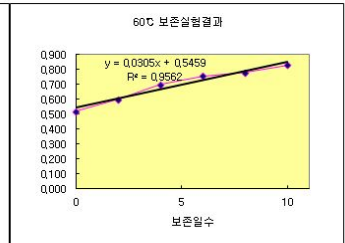
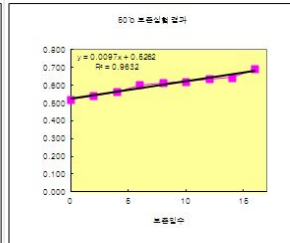
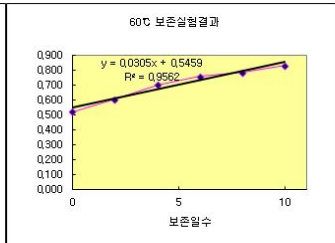
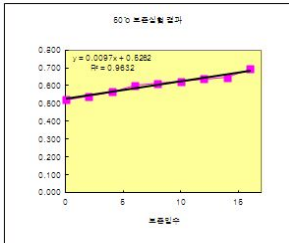
표 56. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 유통기한 설정 기준

크림 쌀 수프 (100배 희석)

보존온도	항 목		관능여부	보존온도	항 목		관능여부
	보존일수	UV값			보존일수	UV값	
50℃	0	0.521	○	60℃	0	0.521	○
	2	0.540	○		2	0.602	○
	4	0.564	○		4	0.701	○
	6	0.601	○		6	0.756	○
	8	0.613	○		8	0.781	×
	10	0.623	○		10	0.830	×
	12	0.636	○				
	14	0.645	○				
16	0.692	×					

야채 쌀 수프 (100배 희석)

보존온도	항 목		관능여부	보존온도	항 목		관능여부
	보존일수	UV값			보존일수	UV값	
50℃	0	0.239	○	60℃	0	0.239	○
	2	0.259	○		2	0.276	○
	4	0.266	○		4	0.322	○
	6	0.278	○		6	0.346	○
	8	0.281	○		8	0.378	×
	10	0.285	○		10	0.394	×
	12	0.290	○				
	14	0.295	○				
16	0.313	×					



가. 1차 반응으로 간주하여 보존기간 계산

- D-Value : $\log(N_0/N_f) = (T_m - T_0) / DT$
 $D_{50} = -172.5588479$
 $D_{60} = -46.55482838$
- Z-Value : $\log(D_{60}/D_{50}) = (50-60) / Z$
 $Z = 17.5755418$
- Q10 Value = $1010/Z = 3.706572527$
- 50℃ 보존실험 결과 상온(25℃) 보존일수
 $= 50℃ \text{ 보존일수} \times Q10^r [r = \Delta T/10 = (50-25)/10]$
 $= 529.0067967 \text{ 일}$ (약 17.63355989 개월)

가. 1차 반응으로 간주하여 보존기간 계산

- D-Value : $\log(N_0/N_f) = (T_m - T_0) / DT$
 $D_{50} = -175.0085302$
 $D_{60} = -46.34708829$
- Z-Value : $\log(D_{60}/D_{50}) = (50-60) / Z$
 $Z = 17.32931839$
- Q10 Value = $1010/Z = 3.776041531$
- 50℃ 보존실험 결과 상온(25℃) 보존일수
 $= 50℃ \text{ 보존일수} \times Q10^r [r = \Delta T/10 = (50-25)/10]$
 $= 554.1430637 \text{ 일}$ (약 18.47143546 개월)

나. 결 과

50℃, 60℃ 가혹보존 실험결과 제품의 관능평가 및 색도 측정치를 근거로 하여 크림 쌀 수프의 유통기한을 상온 12개월로 선정함

나. 결 과

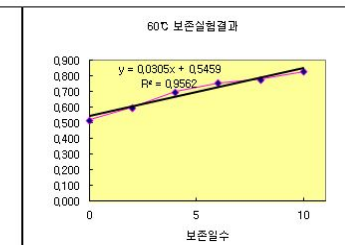
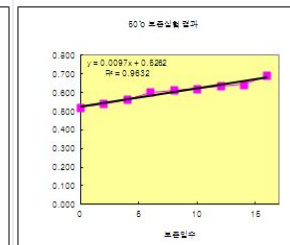
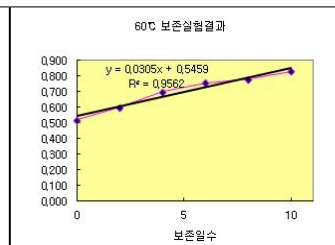
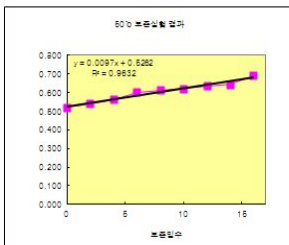
50℃, 60℃ 가혹보존 실험결과 제품의 관능평가 및 색도 측정치를 근거로 하여 야채 쌀 수프의 유통기한을 상온 12개월로 선정함

양송이 쌀 수프 (100배 희석)

보존온도	항 목		관능여부	보존온도	항 목		관능여부
	보존일수	UV값			보존일수	UV값	
50℃	0	0.244	○	60℃	0	0.244	○
	2	0.251	○		2	0.289	○
	4	0.253	○		4	0.317	○
	6	0.262	○		6	0.336	○
	8	0.281	○		8	0.368	×
	10	0.282	○		10	0.379	×
	12	0.284	○				
	14	0.294	○				
16	0.295	×					

쇠고기 쌀 수프 (100배 희석)

보존온도	항 목		관능여부	보존온도	항 목		관능여부
	보존일수	UV값			보존일수	UV값	
50℃	0	0.306	○	60℃	0	0.306	○
	2	0.325	○		2	0.355	○
	4	0.339	○		4	0.407	○
	6	0.346	○		6	0.429	○
	8	0.351	○		8	0.451	×
	10	0.356	○		10	0.489	×
	12	0.368	○				
	14	0.374	○				
16	0.399	×					



가. 1차 반응으로 간주하여 보존기간 계산

- D-Value : $\log(N_0/N_f) = (T_m - T_0) / DT$
 $D_{50} = -197.6345514$
 $D_{60} = -52.78463778$
- Z-Value : $\log(D_{60}/D_{50}) = (50-60) / Z$
 $Z = 17.44119142$
- Q10 Value = $1010/Z = 3.744167995$
- 50℃ 보존실험 결과 상온(25℃) 보존일수
 $= 50℃ \text{ 보존일수} \times Q10^r [r = \Delta T/10 = (50-25)/10]$
 $= 542.5231967 \text{ 일}$ (약 18.08410656 개월)

가. 1차 반응으로 간주하여 보존기간 계산

- D-Value : $\log(N_0/N_f) = (T_m - T_0) / DT$
 $D_{50} = -183.5911387$
 $D_{60} = -48.43671208$
- Z-Value : $\log(D_{60}/D_{50}) = (50-60) / Z$
 $Z = 17.28079396$
- Q10 Value = $1010/Z = 3.790330326$
- 50℃ 보존실험 결과 상온(25℃) 보존일수
 $= 50℃ \text{ 보존일수} \times Q10^r [r = \Delta T/10 = (50-25)/10]$
 $= 559.4002374 \text{ 일}$ (약 18.64667458 개월)

나. 결 과

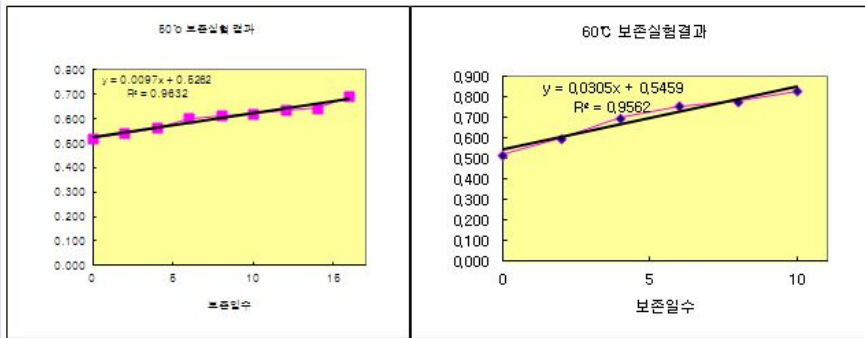
50℃, 60℃ 가혹보존 실험결과 제품의 관능평가 및 색도 측정치를 근거로 하여 양송이 쌀 수프의 유통기한을 상온 12개월로 선정함

나. 결 과

50℃, 60℃ 가혹보존 실험결과 제품의 관능평가 및 색도 측정치를 근거로 하여 쇠고기 쌀 수프의 유통기한을 상온 12개월로 선정함

마늘 쌀 수프 (100배 희석)

항 목		UV값	관능여부	항 목		UV값	관능여부
보존온도	보존일수			보존온도	보존일수		
50℃	0	0.337	○	60℃	0	0.337	○
	2	0.363	○		2	0.412	○
	4	0.381	○		4	0.498	○
	6	0.407	○		6	0.497	○
	8	0.421	○		8	0.502	×
	10	0.430	○		10	0.522	×
	12	0.438	○				
	14	0.450	○				
	16	0.461	×				



가. 1차 반응으로 간주하여 보존기간 계산

- $D\text{-Value} : \log(N_0/N_m) = (T_m - T_0) / DT$
 $D_{50} = -127.4061722$
 $D_{60} = -35.37747491$
- $Z\text{-Value} : \log(D_{60}/D_{50}) = (50-60) / Z$
 $Z = 17.9706262$
- $Q_{10} \text{ Value} = 10^{10/Z} = 3.601335949$
- 50°C 보존실험 결과 상온(25°C) 보존일수
 $= 50^\circ\text{C}$ 보존일수 $\times Q_{10}^r$ [$r = \Delta T/10 = (50-25)/10$]
 $= 492.2538099$ 일 (약 16.40846033 개월)

나. 결 과

50℃, 60℃ 가혹보존 실험결과 제품의 관능평가 및 색도 측정치를 근거로 하여 마늘 쌀 수프의 유통기한을 상온 12개월로 산정함

(7) 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 안전성 실험

국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 안전성 실험을 진행하였다. 안전성에 대한 실험은 조리용 수프 시제품 5종 중 크림수프를 바탕으로 진행하였으며, 기존 당사에서 생산중인 조리용 수프의 규격을 기준으로 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 안전성을 확인하였다. 조리용 수프의 경우 식품 규격은 즉석조리식품으로 일반세균 규격은 1×10^5 이며, 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프의 시제품은 8×10^2 으로 일반세균 규격은 적합하게 나타났다. 또한 장출혈성 대장균 및 대장균은 음성으로 관리되는 것으로 확인됐다. 그 외 기타 미생물에 관련된 안전성 실험은 모두 규격 내 적합한 것으로 나타났다. 국내산 쌀 전분을 이용한 조리용 수프 시제품의 안전성 실험 성적서는 표 57. 와 같다.

표 57. 당사 조리용 크림수프 규격서 및 국내산 쌀 전분 적용 시제품 안전성 시험성적서

대 상 주식회사	원제품 검사규격	문서 번호	
	크림 쌀 수 프	제정 일자	
		개정 일자	
		페이지	

1. 적용범위
이 규격은 당사의 제품인 크림쌀수프에 대하여 규정한다.

2. 제품설명
크림쌀수프라 함은 등,식물성 원료를 식품이나 식품 첨가물을 가하여 제조, 가공한 것으로서 단순 가열등의 조리과정을 거치지거나 이와 동등한 방법을 거쳐 섭취 할 수 있는 식품을 말한다.
식품유형 : 즉석조리식품

3. 원재료명
쌀류, 분말유크림, 건조옥수수 전분, 유청분, 함유결정도도당, 정제염, 수프베이스, 백설탕, 중단백발효물, 양파분, 효모분말, 코코넛크림분, 파분, 우유향분말, FC Black Pepper, Bouillon flavor, 심황분, Beef Stock, 지미베이스, 식물성유산균발효분말

4. 제품규격기준

항 목	규 격	검사방식	조건	시험 및 검사방법	검사주기
성 상	미황색의 분말상	체크검사	N=1	식품안전 시험방법에 따른다	1회/LOT
관 능	고유의 향미를 가지며 이미-이취가 없어야 한다				
이 들	검출되어서는 아니된다				
염도(w/w%)	5.7±0.6				
수 분(%)	6.0 이하				
세균수(g당)	1.0 X 10 ⁵ 이하				
대장균(g당)	음 성				
황색포도상구균	1 × 10 ² 이하				
살모넬라	음 성				
1회/월					

5. 포장 및 포장단위
- 품목제조보고서합법경보고서 포장단위에 적합하도록 포장한다.
- 식품위생법 표시사항(제품명,내용량,업소명 및 소재지,유통기한,영업허가번호,원료명,포장재질 등)이 올바르게 표시되어져 있어야 한다.

6. 보관 및 보존기간
직사광선이 없는 건조하고 서늘하며 통풍이 잘 되는 곳에 밀봉보관시 12개월

대상(주) 식품안전센터		BAESANG 大興우				
주소 : 경기도 이천시 마장면 중부대로 697 TEL : (031) 639-2411~20 FAX : (031) 639-2410		Daesang Corporation Food Safety Center http://www.daesang.co.kr				
시험 성적서 (TEST REPORT)						
검 수 번 호	TG14-0250	전화번호	031-639-2166			
대표자(신청자)	김보름	FAX 번호	031-639-2177			
회사(시험부서명)	식품 1팀	주 소	경기도 이천시 마장면 중부대로 697			
검 수 일 자	2014년 05월 15일					
시 료 명	우희쌀 크림수프 (제조일자 : 2014.05.09 제조)	의뢰목적	참고용			
실험서구분	<input checked="" type="checkbox"/> 국문 <input type="checkbox"/> 영문	시험완료일	2014년 05월 21일			
시 험 결 과 (참고용)						
구분	시험항목	단위	결과치	규격	적부	시험방법
일반 규격	성상	-	고유의 색택을 가지고 이미-이취가 없음.	고유의 색택을 가지고 이미-이취가 없음.	적합	적합
	일반세균수	CFU/g	8.0 × 10 ²	1.0 × 10 ⁵ 이하	적합	
	<i>S. aureus</i>	-	음성	음성	적합	
공통 규격	<i>Salmonella</i> spp.	-	n1=음성, n2=음성, n3=음성, n4=음성, n5=음성	n=5, c=0, m=0/25g	적합	식품안전
	<i>V. parahaemolyticus</i>	-	음성	음성	적합	
	장출혈성 대장균	-	음성	음성	적합	
	<i>C. perfringens</i>	-	음성	음성	적합	
지체 규격	<i>L. monocytogenes</i>	-	음성	음성	적합	적합
	대장균군	-	양성	-	-	
	대장균	-	음성	음성	적합	
	<i>B. cereus</i>	CFU/g	2.0 × 10 ¹	-	-	

참고사항 :
1. 참고용
2. 이 성적서는 원료가 취제한 서류 및 서류만으로 시험한 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
3. 이 성적서는 당 센터의 사전 서명등의 없이 홍보, 광고 및 소송등으로 사용될 수 없으며, 온도 이외의 사용을 금합니다.

실험자 : 김보름 기술팀장 : 김보름

2014년 05월 21일

대상(주) 식품안전센터장 (인)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구분	연구개발 목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 및 기여도
1차년도 (2010)	쌀 전분 제조방법별 수율, 순도 및 특성 조사	쌀 전분 제조방법의 최적화 달성 정도(수율과 순도 향상)	100
	쌀 전분 및 응용제품의 품질현황 조사	전분 가공업체의 품질관리실태 및 쌀 전분 제품의 품질관리 현황 조사	100
	쌀 전분의 이화학적 특성 규명	쌀 전분 이화학적 특성분석을 통한 쌀 전분 고유의 특성 발굴	100
	쌀 전분 소재의 기능적 특성 차이를 조사함	쌀 종류에 따른 쌀 전분의 특성 조사 및 타 전분 소재와의 기능적 특성 차이 조사	100
	쌀 전분 이용 및 타 원료의 대체가능 현황 조사	제품개발을 위한 적용가능 소재 류 파악 및 타 전분 원료 대체 가능성 검토	100
2차년도 (2011)	새로운 친환경 쌀 전분 제조기술 개발 및 최적화	기존의 화학적 처리방법에 비하여 친환경성 및 수율과 순도향상 정도	100
	쌀 전분과 및 응용 제품의 가공기준 및 품질기준 초안 설정	개발된 쌀 전분과 응용 제품의 품질기준 초안 설정 여부	100
	쌀 전분의 화학적 변성개발	기존 타 전분과의 변성 효과 및 경제성 비교 분석	100
	전분 소재의 베이커리, 면류, 떡류 가공적성 조사	전분 소재의 베이커리, 면류 및 떡류 가공적성을 조사	100
	쌀 전분 및 변성전분을 이용한 제품 prototype 개발 및 시제품 제조	3종 이상 시제품 개발	100

구분	연구개발 목표	평가의 착안점 및 기준	달성도 및 기여도
3차년도 (2012)	산업적 쌀 전분 제조공정 확립 및 시제품 제조	산업적 쌀 전분 제조공정 확립 정도 및 시제품 생산 유무	100
	쌀 전분 및 응용 제품의 기준 규격(안) 보완 후 도출	쌀 전분 및 응용 제품의 기준규격 도출 여부	100
	쌀 전분의 물리적 변성 개발	물리적 변성 방법을 통한 변성전분의 개발 및 효용성 검토	100
	쌀 전분 소재를 활용한 다양한 응용기술을 개발	쌀 전분 소재의 응용기술 개발 여부 및 제품화를 위한 기반 기술 제공	100
	쌀 전분 및 변성전분을 이용한 제품개발 및 상품화	3종 이상 상품화	100
	쌀 전분 적용확대를 위한 상품 개발	1종 이상 시제품 개발	100

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절. 연구개발 성과

○ 특허: 3건 출원, 2건 출원중

- 쌀 전분 제조방법. 10-2012-0123764 (2013)
- 쌀 전분이 첨가된 유탕면 및 그 제조방법. 10-2013-0086372 (2013)
- 효소처리에 의한 친환경적 쌀 전분 제조기술 (2014)
- 쌀 전분과 검을 첨가한 저지방 마요네즈의 제조방법 (출원중)
- 호화와 건식처리를 이용한 변성전분의 제조 방법 (출원중)

○ 논문게재: 국내외 전문 학술지에 6편 게재, 4편 투고

- 한정아, 임승택. Impact of single and dual modifications on physicochemical properties of *japonica* and *indica* rice starches Carbohydrate Polymers 90(4) (2012)
- Xing, Zhou, 임승택, 정현정, 김종예. Impact of single and dual modifications on physicochemical properties of *japonica* and *indica* rice starches. International Journal of Biological Macromolecules 55 (2013)
- 이수진, 임승택, 정현정, 홍주연, 이은정. Impact of single and dual modifications on physicochemical properties of *japonica* and *indica* rice starches. Carbohydrate Polymers 122 (2015)
- 이향미, 이영택. 쌀 전분 첨가 옥수수, 감자, 고구마 전분 및 밀가루의 RVA 호화특성. 산업식품공학 17(3): 238-345 (2013)
- 조용화, 임승택, 이영택. 2014. 쌀 전분의 첨가가 즉석 유탕면의 품질특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 43(8): 1264-1269 (2014)
- 조용화, 이영택. 쌀 전분과 구아검의 첨가가 크림수프의 품질에 미치는 영향. 산업식품공학 18(3): 229-234 (2014)
- Lee YT et al. Physicochemical and sensory properties of low-fat mayonnaise formulations prepared with rice starch and starch-gum mixtures Food Sci. Biotechnol. (투고)
- Lee YT et al. Physicochemical properties of acetylated and hydroxypropylated rice starches and their application to reduced-fat muffin. Food Sci. Biotechnol. (투고)

○ 학회 발표: 국내외 학술대회에 참여하여 9편의 연구결과 발표

- Lee SJ, Hong JY, Lim ST. Physicochemical and textural properties of rice starches separated from different cultivars. UKC 2012. LA, USA. 2012. 8. 8.
- 이수진, 홍주연, 임승택. Morphological, thermal, and pasting properties of rice starches with different amylose contents. IBS 2012. 대구 EXCO. 2012. 9. 16.
- 이향미, 이영택. 쌀 전분의 대체가 타 전분의 호화양상에 미치는 영향. 한국식품영양과학회. ICC 제주, 2012. 11. 1.
- 홍주연, 임승택, 이수진. 전분 출처가 다른 초산전분의 페이스트 특성. 한국산업식품공학회. 일산 KINTEX, 2013. 5. 16.
- Lee SJ, Hong JY, Lim ST. Physicochemical properties of acetylated starches from different plant source. UKC 2013. NY, USA. 2013. 8. 7.
- Lee YT. Application of rice starch as a partial substitute for cereal-based food products. 한국식품과학회. Cheonan Arts Center, 2013. 8. 28.
- 조용화, 이슬기, 이영택. 쌀 전분 첨가 유당면의 호화 및 품질특성. 한국식품영양과학회. KCC 광주, 2013. 11. 15.
- Jo YH, Kim MA, Lee HM, Shim MJ, Lee YT. Quality characteristics of cream soup containing rice starch and guar gum mixtures. 한국식품과학회. KCC 광주, 2014. 8. 27.
- 쌀 전분과 검류를 첨가한 저지방 마요네즈의 품질특성. 한국식품영양과학회. DCC 대전, 2014. 10. 28

○ 산업화(상품화) 기반을 확립: 쌀 전분 및 변성전분을 이용한 제품개발

- 스프 5종(크림, 야채, 양송이, 쇠고기, 마늘 수프), 컵수프 2종, 프리믹스 1종, 당면 3종, 마요네즈 1종(칼로리컷 마요네즈) proto type 개발
- 제품 별 최적 공정 확립 후 생산 현장에 적용 완료하여 산업화를 위한 여건을 확립
- 당면 1종, 프리믹스 1종, 수프 5종, 마요네즈 1종 총 8종의 산업화를 위한 시제품을 생산함

○ 홍보

- Application of rice starch as a partial substitute for cereal-based food products. 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기학술대회 (2013)

제 2 절. 성과활용 계획

- 본 연구과제의 수행으로 얻은 기초적인 연구결과는 국내·외 유명 학술회의에 발표하고 전문 학술지에 논문으로 게재함
- 본 연구결과 개발된 새로운 쌀 전분의 제조기술은 특허로 출원하며, 개발된 기술을 참여기업에 기술이전 함으로써 관련제품의 생산 및 상품화에 적극 활용할 계획임
 - 기술실시계약을 체결하고 기술을 사업화함
- 쌀 전분 제품의 상품화 및 품질 기준(안)은 쌀 수요확대를 위한 정책자료로 활용하도록 함
- 다양한 물성을 지닌 쌀 전분 및 변성 쌀 전분류 연구를 통해 타 전분 대체 가능성을 제시하여 쌀 전분 활용 가능성을 확대하도록 함
- 조리용 분말 수프 및 마요네즈의 경우 참여기업(대상주식회사) 매출 기준으로 220억(수프 70억, 마요네즈 150억), 생산량으로는 6800ton (수프 약 800ton, 마요네즈 약 6000ton)으로 생산량 및 매출을 보이는 사업군임. 현재 우리쌀 수프에 사용하는 옥수수 전분을 쌀 전분으로 대체하여 우선적으로 상품화를 계획함. 두 제품군 내 쌀 전분 약 4% 적용 시, 쌀 전분의 신규 사용량은 270 ton에 달하며 프리믹스, 당면 및 타 전분 사용 제품에 쌀 전분을 적용 시 그 사용량은 기하급수적으로 늘어날 것으로 보임. 또한 타 전분에 비해 외관 및 관능이 우수한 쌀 전분을 제품에 적용시 프리미엄으로 소비자들의 호응을 얻을 수 있으며, 향후 추가적인 쌀 적용 제품 출시에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상됨.
- 개발된 가공제품은 향후 홍보매체를 통하여 전파함으로써 쌀 전분가공식품의 소비확대에 기여할 계획임
- 대학원생들의 연구 참여를 제공함으로 석박사 학위논문과의 연계를 통해 연구 활동에 깊이를 더하며 더 나아가 본 연구 참여 학생의 동종업계로의 취업을 장려할 수 있는 계기를 마련

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

○ 쌀 전분 관련된 해외 특허출원은 미국과 일본에서 많았으며 많은 우선주장권을 가지고 있음. 일본은 1990년대부터 연구 성과를 내고 있고 중국은 2000년 대 후반부터 많은 특허를 출원하였으며 최근 아시아 지역이 다른 지역에 비해 쌀 전분에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있음.

○ 주요 피인용 해외특허로 콩단백 포함 포장재 관련, probiotics, 전분 snacks, 지방 대체제 등에 대해 많이 피인용 되었음. 최근 5년간 베이커리 반죽, 전분 분말, 지방대체제 등과 관련하여 연구된 사례가 보다 많이 나타나고 있음. 쌀 전분을 이용한 쌀가공 제품 기술의 산업화는 국내 보다 해외에서 활발히 이루어지고 있음.

○ 쌀 전분 관련 논문은 Starch저널에서 가장 많이 게재되었으며 Carbohydrate Polymer, Cereal Chemistry, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Food Chemistry 순으로 많이 게재되었음. 다양한 전분에 대한 열적, 리올로지 특성 및 팽윤력간의 관련성에 관한 연구논문이 가장 많이 인용되었으며 전분의 구조적, 물리화학적 특성에 관한 논문들이 주로 많이 인용되고 있음.

○ 쌀 전분의 변성에서 관한 연구에서는 쌀 전분의 가교 및 인산화하여 물성을 개선하고자 하는 연구가 보고되었으나 아직 다양한 변성방법을 적용하는데 미흡하고 변성 이후의 응용방안에 대한 탐색한 연구개발 기술은 아직 미미한 것으로 나타남. 쌀 전분을 활용한 가공기술에 관한 기존의 논문은 제한적으로 보다 다양한 제품으로의 가공적성 및 응용기술을 개발하는 방향으로 연구개발이 이루어져야 함

○ 국내 및 국외시장 분석결과 쌀을 함유한 제품이 다양한 품목군에서 생산 및 판매가 이루어지고 있으나 쌀가루 및 팽화미, 추출물 정도로 소재의 다양성이 현저히 낮은 수준이며, 쌀을 적용한 가공식품 확대를 위해서는 용도에 따른 소재류 개발이 시급한 상황임. 또한 업계에서도 소재개발에 따른 가공식품으로의 적용과 응용부분에 대한 연구개발이 미비하여 향후 쌀 소비 확대를 위해서는 다양한 제품에 대한 적용과 제품화가 절실한 상황임. 쌀 전분과 이를 바탕으로 한 변성전분류의 가공식품 적용 연구를 면류, 프리믹스, 죽/수프류 및 편의식, 소스류 등을 위주로 진행하여 제품화하고, 이를 국내 및 해외에 판매할 수 있는 기틀을 마련해야 함.

제 7 장 연구시설·장비 현황

- 해당사항 없음

제 8 장 참고문헌

AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

AOAC. Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Baek MH, Cha DS, Park HJ, Lim ST. 2000. Physicochemical properties of commercial sweet potato starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 755-762.

BeMiller JN. 2011. Pasting, paste, and gel properties of starch-hydrocolloid combinations. *Carbohydr. Polym.* 86: 386-423.

Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J. Food Sci.* 45: 1669 (1980)

Champagne ET. 1996. Rice starch composition and characteristics. *Cereal Foods World* 41: 833-838.

Champagne ET, Wood DF, Juliano BO, Bechtel DB. 2004. The rice grain and its gross composition. In: *Rice Chemistry and Technology*. Juliano BO (ed). AACC, Inc., St. Paul, MN, USA, pp. 93-94.

Chen Z, Schols HA, Voragen AGJ. 2003. The use of potato and sweet potato starches affects white salted noodle quality. *J Food Sci* 68: 2630-2637.

Chiou H, Martin Margrit, Fitzgerald. Effect of purification methods on rice starch structure. *Starch/starke*, 54: 415-420 (2002)

Chiu C, Solarek D. 2009. Modification of starches. In *Starch Chemistry and Technology*. BeMiller J, Whistler R, eds. Academic Press, London, UK, p 629-655.

- Choi HW, Koo HJ, Kim CT, Hwang SY, Kim DS, Choi SW, Hur NY, Baik MY. 2005. Physicochemical properties of hydroxypropylated rice starches. *Korean J Food Sci Technol* 37: 44-49.
- Choy A, May BK, Small DM. 2012. The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles. *Food Hydrocolloids* 26: 2-8.
- Chun SY, Yoo BS. 2007. Effect of molar substitution on rheological properties of hydroxypropylated rice starch pastes. *Starch/Stärke* 59: 334-341.
- C. Yook, U. -H. Pek, K. -H. Park. (1991). Physicochemical Properties of Hydroxypropylated Corn Starches, *Korean J. Food Sci. Technol*, 23(2), 175-182.
- Deffenbaugh LB, Walker CE. 1989. Comparison of starch pasting properties in the Brabender Viscoamylograph and the Rapid Visco-Analyzer. *Cereal Chem.* 66: 493-499.
- Fan Zhong, Yue Li, Ana Maria Ibanez, Moon Hun Oh, Kent S. McKenzie, Charles Shoemaker. The Effect of rice variety and starch isolation method on the pasting and rheological properties of rice starch pastes. *Food Hydrocolloids* 23, 406-414 (2009)
- F. Nakazawa, S. Noguchi, J. Takahashi, M. Takada. (1984). Gelatinization and Retrogradation of Rice Starch Studied by Differential Scanning Calorimetry. *Agric. Biol, Chem.*, 48(1), 201-203.
- González Z, Pérez E. 2002. Effect of acetylation on some properties of rice starch. *Starch/Stärke* 54: 148-154.
- Grommers HE, Krogt DA. 2009. Potato starch: Production, modificationa and uses. In *Starch Chemistry and Technology*. BeMiller J, Whistler R (ed). Academic Press, London, UK, pp. 511-537.
- Haase N, Detmold JP. 1996. Properties of potato starch in relation to varieties and environmental factors. *Starch* 48: 167-170.

H. -J. Chung, D. Min, J. -Y. Kim, S. -T. Lim. (2007). Effect of Minor Addition of Xanhan on Cross-Linking of Rice Starches by Dry Heating with Phosphate Salts, *J. Application Polymer Science*, 195(4), 2280-2286.

Hou GG. 2010. Laboratory pilot-scale Asian noodle manufacturing and evaluation protocols. In *Asian Noodles: Science, Technology, and Processing*. Hou GG, ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, Jew Jersey, USA, p 214-217.

H. S. Lim, J.-A. Han, J. N. BeMiller, S. -T. Lim. (2006). Physical modification of waxy maize starch by dry heating with ionic gums, *J. Appl. Glycosic.*, 53, 281-286.

Hwang EH, Kim KH. 2008. A study on the quality of Ramyon made from Korean wheat and arrowroot starch. *Koean J Human Ecology* 17: 151-158.

H. -W. Choi, S. -H. Hong, S. -W. Choi, C. -N. Kim, S. -S. Yoo, B. -Y. Kim, M. -Y. Baik. (2011). Physiochemical Properties of Dual-Modified (Cross-linked and Hydroxypropylated) Rice Starches, *Food Engineering Progress*, 15(4), 382-387.

J. N. BeMiller, R. Whistler. (2009). Modification of Starches. In *Starch:Chemistry and Technology*, 3rd edition, 629-656.

Juliano BO, Perez CM, Blakeney AB, Castillo DT, Kongseree N, Laignelet B, Lapis ET, Murty VVS, Paule CM, Webb BB. 1981. International cooperative testing on the amylose content of milled rice. *Starch* 33: 157-163.

Jung SH, Shing GJ, Choi CU. 1991. Comparison of physicochemical properties of corn, sweet corn, potato, wheat and mungbean starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 272-275.

Kang MY, Lee YR, Koh HJ, Nam SH. 2003. Some physical properties of starch granules from giant embryonic rice endosperm. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46: 17-122.

Kim DS. 2012. The quality characteristics of powder pumpkin soup by different varieties of pumpkins and addition ratios. *The Korean J. Culinary Res.* 18: 65-76.

Kim HS, Patel B, BeMiller JN. 2013. Effects of the amylose-amylopectin ratio on starch-hydrocolloid interactions. *Carbohydr. Polym.* 98: 1438-1448.

Kim JM, Rho YH, Yoo YJ. 2004. Quality properties of cream soup added with chungdong pumpkin and sweet pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1028-1033.

Kim SK. 1996. Instant noodles. In *Pasta and Noodle Technology*. Kruger JE, Matsuo RB, Dick JW, eds. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA, p 195-225.

Kim WS, Shin M. 2007. The properties of rice flours prepared by dry- and wet-milling of soaked glutinous and normal grains. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 908-918.

Lawal OS, Lapasin R, Bellich B, Olayiwol TO, Cesàro A, Yoshimura M, Nishinari K. Rheology and functional properties of starches isolated from five improved rice varieties from West Africa. *Food Hydrocolloids*, 24: 1785-1792 (2011)

Lia Y, Shoemakerb CF, Maa J, Luoc C, Zhong F. Effects of Alcalase/Protease N treatments on rice starch isolation and their effects on its properties. *Food Chemistry*, 114(3): 821 - 828 (2009)

Lii CY, Tsai ML, Tseng KH. 1996. Effect of amylose content on the rheological properties of rice starch. *Cereal Chem.* 73: 415-420.

Lee HM, Lee YT. 2013. Pasting properties of corn, potato, sweet potato starches and wheat flours with partial rice starch substitution. *Food Eng Prog* 17: 238-244.

Lee NY. 2012. Starch and pasting characteristics of various rice flour collected from markets. *Korean J. Food Preserv.* 2012: 257-262.

Lee SH, Han O, Lee HY, Kim SS, Chung DH. 1989. Physicochemical properties of rice starch by amylose content. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 766-771.

Lee SY, Jung CS, Yoon HH. 2003. Sensory characteristics of cream soup prepared with rice flour. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19: 723-728.

Lumdubwong N, Seib, PA. 2000. Rice starch isolation by alkaline protease digestion of wet-milled rice flour. *J. Cereal Sci.* 31: 63-74.

Mason WR. Starch use in foods. In *Starch Chemistry and Technology*. BeMiller J, Whistler R (ed). Academic Press, London, UK, pp. 773-782.

Melissa Fitzgerald. (2004). Starch. In *Rice: Chemistry and Technology*, 3rd edition, 109-141.

Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31 : 426-428(1959)

Mitchell CR. 2009. Rice starches: Production and properties. In *Starch Chemistry and Technology*. BeMiller J, Whistler R (eds). Academic Press, London, UK, pp. 569-577.

Mudgil D, Barak S. 2013. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *Int. J. Bio. Macromolecules* 61: 1-6.

OB. Wurzzburg. (1964). Acetylation. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Whistler RL, ed. Academic press, New York, USA, Vol.4, 286.

Oh YS, Choi SK, Rha YA. 2007. Quality characteristics of pumpkin cream soup adding rice powder as a thickening agent. *The Korean J. Culinary Res.* 13: 44-53.

Oh YS. 2007. Quality characteristics of snow crab cream soup with yam and potato as a thickening agent. *The Korean J. Culinary Res.* 13: 112-118.

Olyayide S. Lawal, Romano Lapasin, Barbara Bellich, Tajudeen O. Olayiwola, Attilio Cesaro, Miki Yoshimura, Katsuyoshi Nishinari. Rheology and functional properties of starches isolated from five improved rice varieties from West Africa. *Food Hydrocolloids* 25, 1785~1792 (2011)

Park IM, Ibanex AM, Zhong F, Shoemaker CF. 2007. Gelatinization and pasting properties of waxy and non-waxy rice starches. *Starch* 59: 388-396.

Park SH, Lee JH. 2007. The quality characteristics of cream soup prepared with mulberry leaf powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 601-608.

Park SY, Pyo SJ, Joo NM. 2010. Optimization of mixing condition of cabbage cream soup. *Korean J. Food Culture* 25: 54-60.

Ramesh M, Ali SZ, Bhattacharya KR. 1999. Structure of rice starch and its relation to cooked-rice texture. *Carbohyd. Polym.* 38: 337-347.

Ravindran G, Matia-Merino L. 2009. Starch-fenugreek(*Trigonella foenum-graecum L.*) polysaccharide interactions in pure and soup systems. *Food Hydrocolloids* 23: 1047-1053.

Rosell CM, Yokoyama W, Shoemaker C. 2011. Rheology of different hydrocolloids-rice starch blends. Effect of successive heating-cooling cycles. *Carbohyd. Polym.* 84: 373-382.

R. Parker, S. G. Ring. (2001). Aspects of the Physical Chemistry of Starch. *J. Cereal Science*, 34, 1-17.

Samutsri W, Suphantharika M. 2012. Effect of salts on pasting, thermal, and rheological properties of rice starch in the presence of non-ionic and ionic hydrocolloids. *Carbohyd. Polym.* 87: 1559-1568.

Schoch TJ. Sweling power and solubility of granular starch. Vol. 4, p. 106. In: *Method carbohydrate chemistry*. Whistler RL (ed). Academic press, New York, USA (1964)

Shi X, BeMiller JN. 2002. Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting. *Carbohyd. Polym.* 50: 7-18.

Shon KJ, Yoo BS. 2006. Effect of acetylation on rheological properties of rice starch. *Starch/Stärke* 58: 177-185.

Singh J, Kaur L, McCarthy OJ. 2007. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications - A review. *Food Hydrocolloids* 21: 1-22.

- Singh N, Singh J, Kaur L, Sodhi NS, Gill BS. 2003. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem.* 81: 219-231.
- Sodhi NS, Singh N. 2005. Characteristics of acetylated starches prepared using starches separated from different rice cultivars. *J Food Engineering* 70: 117-127.
- Song J, Kim JH, Kim DS, Lee CK, Youn JT, Kim SL, Suh SJ. 2008. Physicochemical properties of starches in Japonica rices of different amylose content. *Korean J. Crop Sci.* 53: 285-291.
- Song JY, Kwon JY, Choi J, Kim YC, Shin MS. 2006. Pasting properties of non-waxy rice starch-hydrocolloid mixtures. *Starch* 58: 223-230.
- Song JM, Shin SN, Park HR, Yoo BS. 2001. Effect of potato starch content on physical properties of *Ramyon*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 450-454.
- S. -T. Lim, E. -H. Chang, H. -J. Chung. (2001). Thermal transition characteristics of heat-moisture treated corn and potato starches. *Carbohydrate Polymers*, 107-115.
- S. -T. Lim, J. -A. Han, H. S. Lim, J. N. BeMiller. (2002). Modification of starch by dry heating with ionic gums, *Cereal Chemistry*, 79(5), 601-606.
- Tsai ML, Li CF, Lii CY. 1997. Effects of granular structures on the pasting behaviors of starches. *Cereal Chem.* 74: 750-757.
- Vandeputte GE, Derycke V, Geeroms J, Delcour JA. 2003. Rice starches. II. Structural aspects provide insight into swelling and pasting properties. *J. Cereal Sci.* 38: 53-59.
- Wang L, Hou GG, Hsu Y, Zhou L. 2011. Effect of phosphate salts on the Korean non-fried instant noodle quality. *J Cereal Sci* 54: 506-512.
- Wang L, Wang YJ. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. *Journal of Cereal Science*, 39:291-296 (2004)

- Wani AA, Singh P, Shah MA, Schweiggert-Weisz U, Gul K, Wani IA. 2012. Rice starch diversity: Effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties - A review. *Comprehensive Rev Food Sci Technol* 11: 417-436.
- Wongsagonsup R, Pujchakarn T, Jitrakbumrung S, Chaiwat W, Fuongfuchat A, Varavinit S, Dangtip S, Suphantharika M. 2014. Effect of cross-linking on physicochemical properties of tapioca starch and its application in soup product. *Carbohydr. Polym.* 101: 656-665.
- Wootton M, Manatsathit A. 1984. The influence of molar substitution on the gelatinization of hydroxypropyl maize starches. *Starch* 36: 207-212.
- Wurzburg OB. 1964. Acetylation. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Whistler RL, ed. Academic Press, New York, USA. 4: 286-288.
- Yamamoto K, Sawada, S, Onogaki T. 1973. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku* 20: 99-104.
- Yoo D, Kim C, Yoo B. 2005. Steady and dynamic shear rheology of rice starch-galactomannan mixtures. *Starch* 57: 310-318.
- Yook C, Pek UH, Park KH. 1991. Physicochemical properties of hydroxypropylated corn starches. *Korean J Food Sci Technol* 23: 175-182.
- Yu C, Choi HW, Kim CT, Kim DS, Choi SW, Park YJ, Baik MY. 2006. Physicochemical properties of hydroxypropylated waxy rice starches and its application to Yukwa. *Korean J Food Sci Technol* 38: 385-391.
- Yue Li, Charles F. Shoemaker, Jianguo Ma, Changrong Luo, Fang Zhong. Effects of Alcalase N treatments on rice starch isolation and their effects on its properties. *Food chemistry* 114, 821-828, (2009)
- Zaidul ISM, Norulaini NAN, Omar AKM, Yamauchi H, Noda T. 2007. RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, yam, and cassava starches. *Carbohydr. Polym.* 69: 784-791

Zhonga F, Lia Y, Ibáñezb AM, Ohc MH, McKenzied KS, Shoemaker C. The effect of rice variety and starch isolation method on the pasting and rheological properties of rice starch pastes. *Food Hydrocolloids*, 23(2): 406 - 414 (2009)

장대일, 나명옥, 이지현 외. 식품유통연감. 377-386, (2011)

김기종, 홍하철, 정영평, 김태영, 손종록, 황홍구, 최해춘, 민용규. 입형이 다른 벼 품종의 도정 특성 및 쌀품위. *J. Korean Soc. Chem. Biotechnol.*, 46(1): 46-49 (2003)

김병삼, 박무현, 남궁배, 김동철. 전분당의 저장 중 품질 변화. *한국식품과학회지*, 27(5): 729-735 (1995)

김성란, 안지윤, 이현유, 하태열. 품종 및 도정도별 백미와 미강의 특성 및 페놀산 함량. *한국식품과학회지*, 36(6): 930-936 (2004)

김수경, 신말식. 수분-열처리한 쌀 전분의 이화학적 특성. *한국농화학학회지*, 33(1): 1-7 (1990)

김완수, 쌀의 저장기간에 따른 쌀가루와 생전분의 특성, *한국생활과학회지*, 제 14권 6호 (2005)

김영배, 하덕모, 김창식. 우리나라 쌀의 도정 및 품위특성. *한국식품과학회지*, 22(2): 199-205 (1990)

김의웅, 김훈, 이세은. 도정도에 따른 쌀의 칼라 모델링. *한국식품저장유통학회지*, 12(2): 141-145 (2005)

김철암, 오덕환, 이종욱, 정동욱, 은종방. 전해수 처리한 생식 원료 곡류의 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화. *한국식품과학회지*, 38(4): 506-512 (2006)

김춘송, 이종희, 광도연, 전명기, 강종래, 여운상, 신문식, 오병근. 영남평야지에서 벼 이앙시기에 따른 도정특성 변화와 도정특성 유망 유전자원 탐색. *한국작물학회지*, 53(S): 1-8 (2008)

김태형. 쌀가공 산업과 쌀가공 제품 현황. *식품저장과 가공산업*, 12월호(2010년)

박경열, 강창성, 조영철, 이용선, 이영현, 이영상. 도정율에 따른 미강의 tocotrienol과 tocopherol 함량. *한국작물학회지*, 49(6): 468-471 (2004)

박양균, 김성곤, 이신영, 김관. 가열 및 알칼리 호화에 의한 쌀 전분의 리올로지 특성. 한국식품과학회지, 23(1): 57-61 (1991)

백만희, 신말식. 쌀 전분으로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴 혼합겔의 형태학적 구조. 한국식품과학회지, 31(5): 1171-1177 (1999)

송대빈, 김성태, 한구연. 도정수율 비교를 통한 연속식 현미조질기의 성능 평가. 한국농업기계학회지, 28(2): 137-142 (2003)

이춘기, 김정태, 최윤희, 이재은, 서종호, 김미정, 정응기, 김정곤. 도정효율 증진을 위한 벼 품종특성별 현미선별체 적정크기. 한국작물학회지, 54(4): 357-365 (2009)

이신영, 변유량, 조형용, 유주현, 이상규. 한국식품과학회지, 16(29) (1984)

이영택, 유문식, 이보람, 박종현, 장학길. Annealing 수침처리에 따른 습식제분 쌀 가루의 전분 특성. 한국식품과학회지, 36(3): 393-397 (2004)

장학길, 이영택. 냉동가공학. 신광출판사, 96~101 (2004)

정재홍, 이미현, 오만진. 인산 쌀 전분의 이화학적 특성. 한국식품영양과학회지, 23(2): 244-250 (1994)

채규수, 식품분석학, 지구문화사, 410-412 (2000)

최현욱, 구혜진, 김종태, 황성연, 김동섭, 최성원, 허남윤, 백무열. 하이드록시프로필화 쌀 전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 37(1): 44-49 (2005)

한국식품정보원. 식품세계. VOL. 4. 53-92, (2003)

