

116028-3

보안 과제( ), 일반 과제( o ) / 공개( o ), 비공개( )발간등록번호( )

고부가가치기술개발사업 제3차 연도 최종보고서

11-1543000-002772-01

# 유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품개발

2019.02.14.

(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)

주관연구기관 / 강화드림  
협동연구기관 / 중앙대학교

유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품개발

2018

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

농림축산식품부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품 개발”(개발기간 : 2016. 07. 07 ~ 2018. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 02. 14.

주관연구기관명 : 강화드림	한성희	(인)
협동연구기관명 : 중앙대학교	어중혁	(인)
중앙대학교	박기환	(인)
참여기관명 : (주)홀그레인 (대표자)	정민균	(인)

주관연구책임자 : 한성희  
협동연구책임자 : 어중혁  
박기환  
참여기관책임자 : 정민균

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	116028-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2016.07.07 ~ 2018.12.31	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치기술개발사업사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품 개발			
연구책임자	한성희	해당단계 참여연구원 수	총: 22명 내부: 22명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:400,000천원 민간:100,000천원 계:500,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 22명 내부: 22명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:400,000천원 민간:100,000천원 계:500,000천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인(주)강화드림			참여기업명 (주)홀그레인	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		P20170 299									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

○ 초록통곡물 재배 매뉴얼 개발	71
○ 기능성강화 초록통곡물 품종선발 및 재배 매뉴얼개발	73
○ 초록통곡물을 이용한 죽 제품화 24종	57
○ 초록통곡물을 밥 시제품 개발	63
○ 초록통쌀을 이용한 막걸리 제조실험 및 식음료 2종 개발 상품화	65
○ 초록통곡물 유래 탄수화물 소재 특성 규명	83
○ 초록통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진	87
○ 초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구	95
○ 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석	104
○ Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석	109
○ 물성조절 초록통곡물을 이용한 잡곡밥 개발 및 제품화	118
○ 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공	142
○ 초록통죽의 제품화 사업 유통기한 실험	145

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발</li> <li>○ 초록통곡물 유래 탄수화물의 2차 가공용 식품 소재화 기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 확립</li> <li>- 초록통곡물 미강을 이용한 green fiber 식품 소재화 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 물성조질 초록 통곡 잡곡밥 가공기술 개발 및 제품화</li> </ul>				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>제1세부연구기관(강화드립) : 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록 통곡물을 이용한 고부가 가치 식품 3종 개발</li> <li>- 초록 통쌀, 통보리 영양성분 분석</li> <li>- 증숙 건조 조건에 따른 초록 통쌀, 통보리 가공적성 평가</li> <li>- 유기농초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산메뉴얼 개발</li> <li>- 기능성 강화를 위한 유기농초록통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발</li> <li>- 유기농 초록통쌀의 기능성 강화를 위한 품종별 시기 정립</li> </ul> </li> <li>○ <b>제1협동연구기관(중앙대학교) : 초록통곡물 이용 2차 가공용 식품 소재화</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록통곡물 유래 탄수화물 구조 분석 및 특성 비교</li> <li>- 초록통곡물 유래 탄수화물의 소화율 증진 기술 개발</li> <li>- 초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 기반 마련</li> <li>- 초록통곡물 미강을 이용한 Green fiber 식품소재화                 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 초록통쌀 미강 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조법 확립 (제조된 초미세 그린 화이버의 평균입도 5.6 μm 로 정량적 목표값 (평균입도 10 μm 이하)을 초과 달성함)</li> <li>● 초록통쌀 미강을 이용한 그린화이버 제조법의 특허 출원</li> <li>● 초록통쌀 미강을 이용한 그린화이버의 기술이전(실시)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ <b>제2협동연구기관(중앙대학교) : 초록통곡물 물성조질 기술 개발 및 제품화</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록 통곡 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발</li> <li>- 최적의 초록통곡 물성(경도) 조절 가공기술조건 확립 및 물성분석</li> <li>- 경도 조절된 초록 통곡을 이용한 잡곡밥 시제품 개발 및 적합성 평가</li> </ul> </li> </ul>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기능성 건강식에 대한 소비자 선호도 높아지는 현실에서 초록통곡물과 식품소재를 이용한 다양한 식품개발 국내시장확보와 해외시장개척</li> <li>○ 초록 통곡물을 대상으로 가장 적합한 물성 조절 기술을 적용하여 섭취 기능 저하 고령자 및 환자를 위한 간식 등 식품개발에 활용</li> <li>○ 물성 변형 고령자용 식품개발로 식품 업계에 실버 타겟 브랜드를 형성하여 미래 사회를 대비한 새로운 시장 형성</li> <li>○ 초록통쌀 미강을 이용한 그린화이버의 기술실시를 통해 귀리, 호밀 등을 이용하는 통곡유래 화이버의 수입 대체 효과</li> </ul>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	유기농 초록통곡물	가공기술	식품소재	부드러운 현미밥	식음료
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	Organic green wholegrain	Processing technology	Food ingredients	Soft brown rice	food and beverage

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	6
제 1 절 연구개발 목적 .....	6
제 2 절 연구개발의 필요성 .....	6
제 3 절 연구개발 범위 .....	19
제 2 장 연구수행 내용 및 결과 .....	23
제 1 절 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계 .....	23
제 2 절 연구방법 .....	31
제 3 절 연구결과 .....	56
제 3 장 목표 달성도 및 관련분야 기여도 .....	160
제 4 장 연구 결과의 활용 계획 .....	163
붙임. 참고 문헌 .....	164
<별첨1> 연구개발보고서 초록 .....	167
<별첨2> 자체평가의견서 .....	168
<별첨3> 연구성과 활용계획서 .....	172

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발 목적

- 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발
- 초록통곡물 유래 탄수화물의 2차 가공용 식품 소재화 기술 개발
  - 초록탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 확립
  - 초록통곡물 미강을 이용한 green fiber 식품 소재화 기술 개발
- 물성조절 초록 통곡 잡곡밥 가공기술 개발 및 제품화

## 제 2 절 연구개발의 필요성

### 1-1. 연구개발의 개요

- 최근 웰빙(well-being)붐에 따라 Whole Grain(이하 WG)에 대한 관심이 높아지고 있으며 이들 가공제품 섭취는 성인병의 예방 등에 효과를 제공하는 이점으로 인하여 점차 소비가 증가하고 있음
- 또한 근래에는 식생활의 고급, 다양화로 인하여 소비자들은 식상품의 가격보다는 맛과 영양적 가치에 보다 많은 관심을 두고 있음
- WG은 곱게 정제된 곡물이 아니라 식용이 불가능한 부분만 제거한 거친 상태의 곡물을 말함. 통밀, 전곡보리, 현미 등이 주로 소비되고 있으며 벼의 겉겨만 제거하고 도정하지 않아 쌀겨 또는 밀기울 등의 외피와 배유, 배아가 그대로 남아 있고, 단백질, 필수지방산, 각종 비타민이 풍부하고 식이섬유함량이 도정미에 비하여 2배 정도 많음
- 미강에는 기능성 다당체 및 생리활성물질이 풍부하고, 항산화, 면역증진, 정장작용 등 다양한 생리 활성 효능이 알려지면서 이를 활용한 기능성 소재화에 대한 관심이 높아지고 있음
- 우리나라의 주식인 쌀의 경우 WG와 같은 현미는 영양분이 배아(쌀눈)에 66%, 겨층·호분층·내피에 29%, 배유에 5%로 분포되어 있음. 영양분이 가장 많은 배아가 현미 상태로 있을 때에는 섭취할 수 있지만, 백미 상태에서는 떨어져나가기 때문에 현미 상태로 먹는 영양가가 높음. 외국의 추세에 비추어 우리나라는 현미의 식용을 권장하나 적극적이지 못하고 가루로 가공하여 음식을 섭취하는 외국인들에 비해 WG을 이용한 먹거리의 종류도 다양하지 못한 형편임

- 특히 곡류는 도정하는 과정에 대부분의 겨와 배아가 탈락되거나 중요 영양소가 제거되어 버리게 되어 영양적 가치가 떨어지게 됨. 일반 WG는 섬유소, 비타민 B, 비타민 E, 철분, 마그네슘 등을 함유하고 있음. 특히 곡류의 호숙기는 초록을 띄고 있고 상대적으로 수분과 각종 비타민 그리고 영양소를 골고루 함유하고 있으며 전분함량은 도정 곡물과 비교하여 적고 반대로 환원당은 상대적으로 높으며 섬유소, 회분 등은 월등히 높아 영양학적으로 매우 우수한 것으로 알려지고 있음. 하지만 WG는 식감이 떨어지는 단점이 있음. 주로 현미, 통밀, 보리, 귀리, 기장, 메밀 등을 가루로 만들어 식품재료로 이용하는 경우가 많음
- Whole grain식품은 곡류 전체가 대상이 될 수 있지만 주로 현미, 통밀, 보리, 귀리, 기장, 메밀 등을 가루로 만들어 식품재료로 이용하는 경우가 많음. 우리나라의 경우 곡식을 주식으로 하지만 whole grain을 먹는 방법으로는 현미와 기타의 잡곡이 이용되고 있으나 많은 양이 소비되고 있지는 않은 실정임
- 또한 미강은 벼 도정시 발생하는 부산물로, 소화가 잘 안되어 식품소재로서의 활용도가 낮았으며, 거의 대부분이 미강유 제조에 이용되고 나머지는 동물의 사료로 이용되거나 폐기되었음
- WG내에 존재하는 Phytic acid는 inositol의 여섯 개의 히드록시기에 각각 하나의 인산이 에스터 결합을 한 화합물(myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakisphosphate)로써 씨앗(곡물) 내에서 생리적으로 중요한 무기물, 즉, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 철, 아연 등과 결합되어 염의 형태인 phytin으로 저장되어있음. 식품 영양학적으로 phytate의 미량원소와 chelate를 만드는 성질은, 종자 중 존재하는 미네랄뿐만 아니라 다른 식품에 존재하는 칼슘, 철, 아연과 같은 무기물과 chelate를 형성하여 불용성인 phytate-mineral complex를 형성하므로 장관에서 미네랄의 흡수가 저해되어 특히 골다공증 및 빈혈을 유발하는 간접적인 원인이 될 수 있음
- 이러한 단점들을 해결하기 위한 수단으로 개발된 초록 WG는 곡물을 호숙기에 수확하여 blanching한 후 건조 후 또는 습식으로 탈부하여 정선된 곡물임. 초록 WG는 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡이므로 도정을 거치지 않고 바로 식용하여도 식감이 부드러운 특징을 가지고 있어 밥을 위주로 하는 우리나라 국민의 식성에 아주 적합한 것으로 인정된 새로운 개념의 곡물임
- 호숙기의 수확은 쌀보리와 밀에 있어서는 내영과 외영의 탈부가 문제되지 않을 뿐만 아니라 도정과정을 거치지 않아도 곡물의 낱알이 견고하지 않고 부드러운 상태를 유지하기 때문에 직접 사용하거나 다른 가공식품의 재료로 이용할 수 있는 이점이 있음
- 초록보리쌀 및 밀쌀의 개발은 기존에 보리쌀과 밀가루를 주로 식용하던 방법을 바꾸어 맛이 있고 먹기에 편리한 새로운 개념의 whole grain으로 개발하려는 시도이며 이는 소비 수요를 촉진시켜 농가의 생산기반을 살리고 소득을 증대시킬 수 있는 계기를 만들



수 있을 것으로 판단됨

- 이에 초록 WG 유래 탄수화물 소재의 특성(전분 특성, phytate 함량)을 규명하고 미강을 이용한 초록 fiber를 개발하여, 초록 WG을 이용한 2차 가공용 식품 소재화를 통해 고부가가치식품을 개발할 필요가 있음
- 또한 이번 연구를 통해 1차 산업인 농산물의 생산에 국한하지 않고 2차 산업인 식품가공은 물론 유통산업과 연결될 수 있도록 하기 위한 기초연구로 활용될 수 있음
- 초록 WG의 상품화 및 대량생산이 가능해지면 휴경지로 전환해야하는 전국 논 면적의 30%에 해당하는 논이 초록 WG 생산 용도로 전환하게 되며, 국내소비 창출은 물론 이미 시장이 형성되어 있는 구미지역으로의 수출도 가능하여 농가 경영소득을 증대시킬 수 있을 것으로 보임
- 또한 쌀 생산 과잉과 밀, 맥류산업의 쇠퇴라는 국내 미곡생산의 불균형을 해소하여 안정적인 식량자원을 확보하고, 이들 작물의 고부가가치화로 농촌경제를 살려 국제경쟁력을 강화할 것으로 보임

## 1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

### 1-2-1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

#### ○ 기술현황

- 기존에 행해져온 초록 WG쌀의 제조방법으로는 초록성분을 추출하여 쌀에 착색시키는 방법(특허출원번호 10-1999-0032395)으로 쌀에 추출물을 흡수시켜 자체성분을 보존하는 방법이 아니라, 다른 성분을 흡수시켜 품질을 향상시키는 방법임
- 착색법과는 다른 형태의 초록 WG와 관련된 국내 기술은 국내 기술은 충남대학교 (2004)가 개발한 바 있음
- 초록 WG보리의 생산방법으로 호숙기의 보리이삭을 채취하여 뜨거운 물에 90초 정도 데친(blanching)후 50℃의 열풍기에서 건조시켜 초록의 상태를 유지시키는 방법(특허출원번호 10-2000-0032833)이 있음
- 유사한 방법으로 초록 WG밀의 제조방법도 고안되었음. Blanching에 의하여 제조된 초록 WG보리 및 WG밀의 생산방법은 호숙기에 채취하여 씨눈이 그대로 포함되어 있기 때문에 각종 영양성분의 함유량이 기존의 보리 및 밀에 비해 다량 함유되어 있으나 뜨거운 물에 데치는 동안 엽록소가 파괴되고 추출되어 초록이 선명치 못한 단점이 있는 것으로 알려졌다음

- 초록보리와 밀을 생산하기 위한 수확시기는 초록정도와 수량을 동시에 고려할 경우(당해연도 기상에 따라 다름) 대체로 보리는 5월 20일, 밀은 5월 27일을 기준하여 전후 2일로 판단하였음
- 이 시기는 황숙기에 돌입하기 직전인 호숙기로 초록도가 높으며 많은 수량성을 나타내 황색의 낱알이 혼합되지 않은 적절한 수확기로 판단하면서 수확기간이 4-5일로 단기간임을 지적하였음
- 초록 WG보리용 품종은 새쌀보리, 흰쌀보리, 강호쌀보리, 재강쌀보리, 남호쌀보리, 동호쌀보리 등을, 초록 WG밀 품종은 남해밀, 새올밀, 조은밀, 조품밀, 안백밀 등을 선발하였음
- Blanching 방법에서도 스팀(수증기)처리에 비해 끓는 물을 이용하여 blanching하는 경우에 초록이 더욱 선명하고 작업도 편리하다고 판단하였음. Blanching 시간은 90초 이상이 되어야 초록을 고정하는데 유리하고 30초와 60초 동안 처리하는 것은 엽록소 고정이 잘 일어나지 않아 건조 후에 갈색으로 변하는 경향이 많다고 하였음
- 초록 WG보리의 수확기간을 연장할 수 있는 방안으로 파종기를 늦추거나 춘파를 이용하여 10일정도 수확을 지연시켰음. 그러나 답리작 재배단지에서는 벼 이앙시기와 중복되면서 큰 의미가 없음을 지적하였음
- 수확물에 대한 blanching 전 저장방법에서는 4℃에서 10일 이상, 10℃에서 5일 이상 저장할 경우 알곡이 갈색으로 변하였고, 15℃이상에서는 수확 후 2-3일부터 황변하는 현상을 보여 저온저장에 의한 가공처리시간 연장의 가능성을 확인하였고 경제적인 측면에서의 재검토를 지적하였음
- 초록 곡물의 영양성분은 황숙기의 알곡에 비하여 섬유소, 환원당, 회분 등이 월등히 많았고 호숙기간 중에 수확시기가 빠를수록 blanching 시간이 경과할수록 단백질, 지방질, SOD활성은 감소하였음
- 수확이 늦어질수록 보리는  $\beta$ -glucan 함량이 낮아지고 밀은  $\alpha$ -tocopherol의 함량이 증가하였으나 파종기에 따른 성분 함량의 변화는 크지 않다고 보고하면서 수확시기에 따라 초록 곡물의 일부 성분의 함량이 변화됨을 밝혔음
- 초록으로 제조된 보리와 밀을 상온에서 저장하거나 광 조건하에서 냉장 저장한 경우 퇴색이 빠르게 진행되었고 냉암소에 저장하면 1년이상 저장이 가능하다고 판단하였음
- Blanching 시간이 60초 이하에는 저장기간 1-2개월, 10℃의 광 조건에서 갈변한다고

하였음. Blanching을 90초 이상하고, 4℃의 냉암소에 보관하면 1년동안 초록이 유지된다고 하였음. 또한 초록 곡물은 혼반용으로 이용하고 가루형태로 다른 식품재료와 혼합하여 이용이 가능하나 가열, 제분 등의 가공과정에서 초록이 퇴색되는 경향을 보인다고 지적하였음

- WG을 이용한 연구는 유제품 중 곡류를 이용한 연구보고가 있으며 보리당화액과 탈지유와 혼합 발효에 의한 유산균 음료 개발(Yu와 Lee, 1982), 보리 당화액, 젖산균 음료 개발 및 발효유 제품에 관한 식품제조 분야에 대한 연구가 대부분으로 WG으로 적합한 품종 선발 및 재배 방법에 대한 연구는 전무한 실정임

### ○ 시장현황

- WG의 원료인 맥류 및 벼 생산량 대비 국내 총 시장규모는 2007년 벼는 87,393억, 맥류는 약 1,372억원(농림부 홈페이지)에 이르고 있으나 대부분 정곡으로 이용되고 있으며 이들 일부분은 잡곡이나 두류 등을 혼합한 건강 선식은 2002년 약 2000억원으로 추정하고 있음(유시민의원 국정보고자료, 2004)
- 또한 2006년도 1인당 1일 한국인 추천 곡물량은 약 401g(한국농촌경제연구원, 2007)으로 이들 중 약 10%를 WG으로 이용할 경우 1년 소비량이 약 14.6kg이 소비될 것으로 추정되며 이를 금액으로 추정할 경우 1인당 소비금액은 116천원을 소비되어 전체시장 규모는 5,800억원대로 추정할 수 있을 것으로 예상되지만 아직까지는 국내 시장은 전무한 실정임

### ○ 지식재산권현황

- 초록 WG의 생산기술이나 가공식품개발에 관련된 지식재산권은 아직 기초적인 수준임
- 외국에 비해 우리나라는 전통적으로 곡물을 먹어왔지만 whole grain 식품에 대한 생산 및 연구지원, 홍보 등을 아직 미미한 단계임

기존특허명, 특허번호, 등록년도	특허내용
초록 풋 보리짚의 가공 생산법, 2003-1003723490000	초록 풋 보리짚의 가공 생산법에 관한 것으로서, 보리 이삭을 초록 상태로 지속적으로 유지할 수 있고, 밥을 할 때 있어서도 별도의 도정과정을 하지 않아도 되며 아울러 밥을 짓기 전에 별도의 삶는 과정이 제거됨으로서 간편하며, 밥을 지은 후에도 맛과 감촉의 부드러움을 우수하게 유지할 수 있는 효과가 있다.
곡물 겨를 이용한 고섬유소 누룽지 및 그 제조방법 2013-1013090410000	곡물 겨를 이용한 고섬유소 누룽지 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명의 목적은 곡물 겨를 식품 소재로 전환시키고, 이를 누룽지에 접목하여 겨가 지닌 우수한 기능성을 갖춰시킨 곡류 식품(즉, 누룽지)을 제조할 수 있으며 특히 소비자가 겨의 거친 식간에 거부감을 갖지 않고 겨에 포함된 생리활성물질을 손쉽게 섭취할 수 있도록 하는 것이다.
초록통곡물 가공을 위한 연속수화식 건조 시스템 및 그 건조방법 2011-1020110048280	초록 통곡물 가공을 위한 연속 수화식 건조시스템 및 그 건조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 곡물이 역급기전 호숙기에 수화하여 섬유 메쉬 콘베어에 소정의 두께로 펼쳐 수화시키면서 저온 열풍기에 제습 가능하도록 건조시켜 변패방지와

기존특허명, 특허번호, 등록년도	특허내용
	곡물의 특성에 따라 기능성을 갖는 색소의 변색이 없이 시식함을 유지할 수 있도록 하는 초록 통곡물 가공을 위한 연속 순환식 건조시스템 및 그 건조방법에 관한 것이다.
초록 통곡물의 가공 및 대량생산 방법 2013-1012310000000	초록 통곡물의 가공 및 대량생산 방법에 관한 것으로서, 보 발명의 목적은 식감이 부드럽고 쫄깃하여 먹기 편하고, 색깔은 초록을 선명하게 띠고 있어 시각적으로 시식함을 제공할 수 있으며, 영양소는 매우 풍부하여 건강증진과 성인병 예방에 좋은 초록 통곡물을 대량으로 가공 생산할 수 있는 초록 통곡물의 가공 및 대량생산 방법을 제공하는 것이다.
[미국]METHOD OF PROCESSING AND MASS-PRODUCING GREEN WHOLE GRAINS (푸른 정백하지 않은 곡물을 처리하고 대량 생산하는 방법) 2012-13/425885	The cold air dehumidifying step to dry the green whole grains.

### ○ 연구기관현황

연구수행기관	연구개발내용	연구개발성과
충남대학교	초록 보리쌀 및 밀쌀의 생산기술 개발에 관한 연구	초록보리쌀과 밀쌀의 생산기술 개발을 위해 쌀보리 품종과 밀 품종에 재배적 특성 조사하고, 적정blanching 처리. 초록곡물의 영양가, 저장조건, 1차사물의 식미특성 및 이용방안 특성 조사
충남대학교	초록 Whole Grain의 대량생산 및 가공 유통에 관한 연구	초록 WG 적합하 벼, 보리, 밀 품종을 선발하고, 초록 WG 생산시스템개발 및 가공식품 개발

### 1-2-2. 국외 기술 수준 및 시장 현황

#### ○ 기술현황

- 미국 식품의약국(FDA)는 WG에 대하여 가공을 거치지 않은 자연 그대로의 성분이 존재하는 곡물이라고 정의 하고 있음. 1999년부터 WG이 51% 이상 함유된 식품에 대하여 심장병과 일부 암의 위험을 줄일 수 있다는 표시(건강기능성마크)를 할 수 있도록 허용하고 있으며 다국적 곡물회사인 General Mills는 아침 식사용 곡물을 모두 WG으로 바꾸어 생산하겠다는 방침을 2004년에 발표하기도 하였음
- 미국 농무성과 FDA(2005)의 발표에 의하면 성인 1인당 추천 WG 약 48-90g을 섭취해야 각종 성인병 예방 및 건강증진, 유지할 수 있을 것으로 공시했으며, WG은 밀, 벼, 콩, 귀리 등 다양한 상품으로 출시되고 있음
- 서구에서 whole grain food의 건강증진 효과에 관심이 크게 증대되는 추세로써 곡류에

포함되어 있는 수용성 식이섬유 및 phenolics, 다당류, 비타민, 미네랄, phytic acid등은 물론 lignan과 sterol과 같은 식물성 에스트로젠들이 복합적으로 작용하여 콜레스테롤, 인슐린 및 혈압 등을 조절하여 암, 당뇨, 심장병 등에 내병성을 증진시켜주는 것이 알려져 있음

### ○ 시장현황

- 연도별 WG 생산량은 해마다 20%이상의 증가율을 보이고 있으므로 그 수요량은 향후 폭발적으로 증가할 것으로 예측되며, 정확한 시장 규모는 확인되지 않고 있지만 생산량 대비 WG의 시장 규모도 폭발적으로 증가할 것으로 예측됨

표. 연도별 미국의 WG 생산량과 증가율

연도	생산량(만톤)	증가율
2003	3,231	---
2004	3,877	20%
2005	4,459	15%
2006	5,610	26%
2007(추정치)	7,013	25%

[자료출처: Mintel Global New Products Database, 2006]

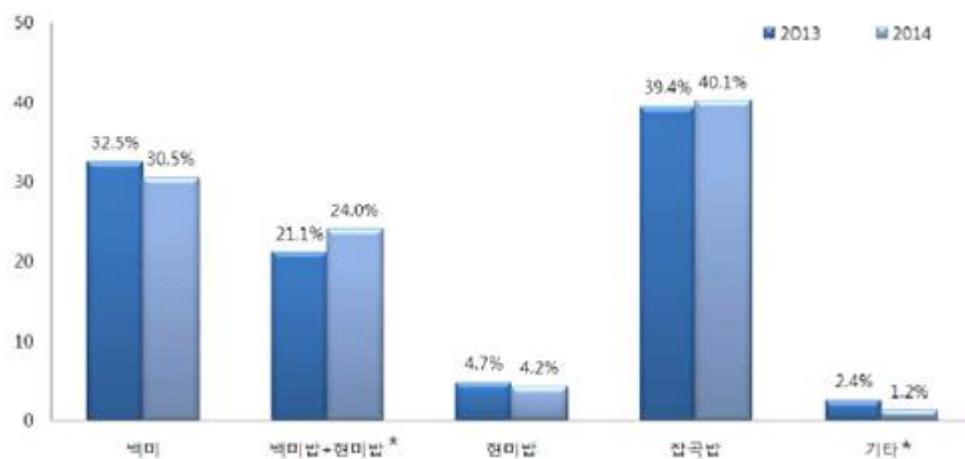
## 1-3. 연구개발의 중요성

### 1-3-1. 사회·문화적 측면

- 국내 뿐만 아니라 건강 기능성 식품의 소비 추세는 세계적으로 크게 성장하고 있으며 더불어 WG에 관한 관심이 높아지고 있음. WG 식품의 섭취는 암, 당뇨, 심장질환, 뇌졸중 등의 성인병 예방에 좋은 효과(20-40%의 경감)를 제공하기 때문에, 구미 선진국은 자국민의 건강증진을 위해 적극적으로 WG 소비를 권장하고 있음(하루 48-90g의 소비 권장)
- 최근 질병의 원인 중 많은 부분이 식생활과 상호 밀접한 관련이 있는 것으로 밝혀져, 식생활과 건강과의 관계에 대한 관심이 날로 높아지고 있음. 이로 인해 자연건강식의 개발과 질병예방에 대한 기능성을 갖는 식품 등에 대한 수요가 증가하고 있음
- 현대인의 식생활이 인스턴트화 되어 비만과 성인병의 문제가 대두되고 있고 이를 예방하기 위하여 식이섬유의 섭취에 대한 관심이 날로 증대되고 있으므로 영양과 기능성을 함유한 WG에 대한 다양한 식품의 연구와 개발이 필요함
- 또한 과거 식량부족으로 혼분식이 장려되는 시기가 있었으나, 최근에는 다양한 곡류의

영양적, 기능적 우수성 등이 알려지면서 백미 중심의 쌀밥에서 현미류, 두류, 잡곡류 등을 혼합하여 섭취하는 비율이 증가하고 있고 이는 고령화 사회로 진입하면서 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등과 같은 대사성 질환 등의 발병률이 증가함으로써 건강식 또는 질병치료와 예방을 목적으로 잡곡밥을 찾고 있음

- 건강에 대한 관심이 증가하여 가장 선호도가 높은 탄수화물 식품인 밥에 있어서도 쌀밥 위주에서 곡류 혹은 두류를 혼합한 잡곡밥의 섭취량이 늘고 있는 추세임. 2014 식품 소비행태 조사 중 자주 먹는 밥의 종류를 조사한 결과 응답자의 40.1%는 ‘잡곡밥’을 주로 먹으며, 다음으로는 ‘백미밥’ 30.5%, ‘백미밥+현미밥’ 24.0%로 조사되었음



[그림] 밥의 섭취 형태

- 우리나라는 Whole Grain의 건강적 효과에 대한 인식은 높은 편이지만 생활에서 자주 먹는 곡류 이외의 초록 Whole Grain에 대한 정보는 미미한 수준임. 따라서 초록 Whole Grain의 일반 영양성분 및 생리활성 성분을 규명하고, 이를 이용한 각종 제품의 개발을 통하여 섭취를 권장하고 홍보를 확대할 필요가 있음

- 이에 초록 WG 유래 탄수화물 소재의 특성을 규명하고 미강을 이용한 초록 fiber를 개발하여, 초록 WG을 이용한 2차 가공용 식품 소재화를 통해 고부가가치식품을 개발할 필요가 있음

### 1-3-2. 경제·산업적 측면

- 최근 웰빙(well-being)붐에 따라 잡곡 중에서도 기능성 유색미와 WG에 관한 관심이 높아지고 있으며 이들 가공제품 섭취는 성인병의 예방 등에 효과를 제공하는 이점으로 인하여 점차 소비가 증가하고 있음

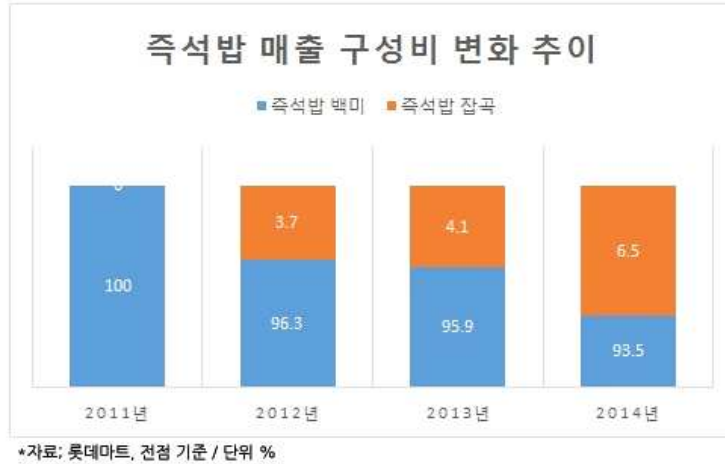
- 최근 ‘건강’에 대한 관심이 높아지면서 잡곡에 대한 주목도도 해가 갈수록 높아지고 있는데, 그냥 ‘흰 쌀밥’ 보기가 더욱 어려울 정도이며 다행히 쌀 소비량이 감소하는 와중에도 쌀 외의 잡곡류의 소비는 꾸준히 늘어나는 추세임

- 소비트렌드에 민감한 오픈 마켓에서도 쌀을 제외한 잡곡류의 판매가 눈에 띄게 늘었으며 G마켓에 따르면 2014년 9월 기준으로 콩을 포함한 잡곡/혼합곡은 지난해 같은 기간과 비교해 30% 가량 판매가 늘었는데, 그 중에서도 지난해 첫 선을 보인 퀴노아의 경우 1년 새 판매가 545% 증가함 이외에도 팥은 366%, 약콩/취눈이콩은 379%, 강낭콩/완두콩은 262% 증가했고, 현미의 경우, 지난 2013년 7% 판매율이 역신장한데 반해 지난 9월에는 전년 동기 대비 22% 늘었음
- 최근 “잡곡밥 전성시대가 열렸다“ 할 정도로 잡곡류가 일반 백미에 비해 가격이 비싸지만 건강에 대한 관심이 높아지면서 ‘잡곡’ 소비가 증가하고 있기 때문. 이에 따라 백미 위주의 국내 즉석밥 시장도 현미·흑미 등 잡곡밥 위주로 빠르게 재편되고 있음
- 업체들은 웰빙 트렌드에 발맞춰 다양한 즉석 잡곡밥 제품을 선보이며, 매년 증가하고 있는 즉석밥 시장 공략에 나서고 있음. 업계는 잡곡밥으로 즉석밥 시장 공략에 한층 박차를 가하고 있음. CJ제일제당은 최근 100% 현미만으로 새롭게 선보인 ‘100% 현미로 지은 밥’은 찰현미와 현미 중 찰기가 좋은 품종을 엄선한 백진주 현미로 최적의 배합비를 맞춰 찰지고 부드러운 식감을 살림. 이처럼 업계에서는 잡곡의 거친 식감을 한층 부드럽게 만들어 소비자의 기호도를 맞추어가고 있음을 알 수 있음



[그림] 잡곡밥 시장 현황

- 2014년도 롯데마트 매출을 보면 본지가 최근 3년간 양곡류 및 잡곡류의 소비 트렌드를 분석한 결과, 찰쌀과 콩 등 개별 잡곡의 매출이 크게 늘어난 것으로 나타남. 지난 2011년 찰쌀과 콩이 전체 잡곡류에서 차지하던 비중이 각각 16.6%, 9.7%에 그쳤던 것이 올해엔 각각 31.0%, 17.0%로 크게 늘어남. 반면 과거 잡곡의 대명사로 통했던 혼합잡곡 비중은 19.4%에서 8.9%로 딱 떨어졌음. 특히 찰쌀과 현미 찰쌀의 선전은 현미만으로 밥을 지었을 때보다 식감이 더 좋다는 것 때문에 최근 들어 수요가 크게 늘고 있는 것으로 나타남



[그림] 즉석밥 매출 구성비 변화 추이

- 실제 통계청의 ‘2013양곡년도 양곡소비량조사’에 따르면 2013년 1인당 쌀 소비량은 67.2kg 으로 2012년 57만 712톤에서 1년 새 약 7.8% 감소한 반면, 1인당 연간 기타 양곡 소비량(잡곡, 두류, 서류)은 8.1kg로 2012년 대비 11% 증가했음. 잡곡은 33.3%, 두류는 10.5%, 그리고 고구마, 감자 등 서류는 22.7% 소비가 늘어난 것으로 나타남
- [쌀 소비 ‘잡곡밥’ 40%, ‘백미밥+현미밥’ 24%] 한국농업신문에 의하면 ‘잡곡밥’ 40.1%로 가장 많이 선호하였음. 또한 가구에서는 ‘잡곡밥’을 40.1%로 가장 많이 먹으며 그 뒤로 ‘백미밥+현미밥’이 24%이고 가장 많이 구입하는 잡곡도 현미(30.5%), 혼합잡곡(16.2%), 서리태(15.4%), 흑미(10.2%)로 나타나 잡곡과 현미에 대한 선호도가 증가했음을 알 수 있음
- 이처럼 잡곡 구매의 소비자의 인식은 매우 긍정적이며 잡곡시장의 재편은 건강에 대한 관심의 질(質)과 높은 상관관계가 있는 것으로 분석됨. 하지만 찰쌀 구매량을 높아짐을 보아 소비자들은 곡류의 거친 식감보단 부드러운 식감을 선호하고 있다는 걸 알 수 있음
- 과거 보리와 밀은 쌀 다음으로 주요한 곡물의 위치를 차지하고 있었음. 그러나 영양측면으로는 우수하여 소비를 많이 하나 거친 식감으로 인상을 찌푸리는 경우가 흔함. 그 원인은 쌀에 비해 맛이 뒤지고 소비가 적어 농가의 소득원으로 큰 가치를 인정할 수 없기 때문임. 그러나 보리와 밀은 나름대로 쌀만으로는 충족할 수 없는 영양적 가치를 지니고 있기 때문에 지금까지 주로 보리쌀과 밀가루의 형태로써 식품재료로 이용하던 방법을 달리하여 소비자의 기호에 맞는 제품을 개발할 필요성이 큰 작물이라 할 수 있음
- 이에 영양분이 풍부한 초록 Whole Grain을 이용한 잡곡밥 및 식음료 등의 개발은 새로운 개념의 WG으로 개발하려는 시도이며, 이는 소비 수요를 촉진시켜 농가의 생산기반을 살리고 소득을 증대시킬 수 있는 계기임



### 1-3-3. 기술적 측면

- 최근에 들어 선진국에서는 비정백 식품인 WG식품의 건강증진 효과에 대한 다각적인 연구가 활발히 진행되고 있으며, 자국의 국민들에게 성인병 예방을 위해 매일 일정량의 현미, 통밀, 통보리, 귀리 등 도정하지 않은 곡물(whole grain)을 먹을 것을 권장하고 있음
- 외국의 소비 추세에 비추어 우리나라는 현미나 두류의 식용을 권장하나 적극적이지 못하고 가루로 가공하여 음식을 섭취하는 외국인들에 비해 WG을 이용한 식품의 종류도 다양하지 못한 형편임
- 이러한 WG을 섭취하고자 하는 추세는 우리나라에서도 곧바로 퍼져나갈 것으로 전망되며 따라서 이에 적합한 상품의 개발이 시급한 실정이라고 할 수 있음
- WG을 이용한 연구는 유제품 중 곡류를 이용한 연구보고가 있으며 보리당화액과 탈지유와 혼합 발효에 의한 유산균 음료 개발(Yu와 Lee, 1982), 보리 당화액, 젖산균 음료 개발 및 발효유 제품에 관한 식품제조 분야에 대한 연구가 대부분으로 WG으로 적합한 품종 선발 및 재배 방법에 대한 연구는 전무한 실정임
- 잡곡의 경우 보리나 밀은 도정하는 과정에 대부분의 겨와 배아가 탈락되거나 중요 영양소가 제거되어 버리게 됨. 밀의 경우는 고추장 등의 가공재료로 이용하기 위해 씨눈의 탈립을 방지하면서 사용할 수 있도록 특수도정을 통해 제품을 생산하는 경우는 있으나 고추장등의 가공용으로 대부분이 이용되며 우리가 매일 먹는 밥의 재료로는 극히 일부가 이용되고 있을 뿐임. 따라서 곡식 낱알 전체를 식용하는 분량은 매우 적은 상태라 할 수 있음
- 혼합 잡곡의 장점으로는 효소, 비타민, 미네랄, 섬유질 등의 영양소가 풍부하여 신진대사를 촉진시켜 체지방이 연소되도록 도우며, 영양부족으로 인한 부작용이 없이 지방과 노폐물을 동시에 배출하므로 다이어트에 이중효과 있음. 또한 암 유발의 위협적인 원인인 비만으로부터 해방시켜 주며, 원활한 신진대사가 이루어지므로 혈액 순환의 정체를 막을 수 있음
- 곡물의 영양분은 반드시 인체에 필요한데도 불구하고 쌀밥의 편식에 따른 곡물 영양분을 고루 섭취하지 못하는 문제점이 있어서, 다양한 곡물을 혼합하여 밥을 지어 먹음으로써 인체에 필요한 영양분을 고루 섭취할 수 있도록 하는 것이 혼합 잡곡의 특징임
- 잡곡이 영양측면에서 우수하나 거친 식감과 소화 잘 안 되는 특징이 있어 섭취하는데 불편함을 호소하는 경우가 있음. 그리하여 최근 마이산현미발효밥 제품이 출시됨. 효소를 이용해 먹기 편하고 소화 잘 되는 현미를 생산하여 잡곡에 유산균과 효모, 바실러스종균 등을 혼합해 72시간 발효시켜 만듦. 건강에 좋지만 거친 식감과 소화가 잘 안되는 기존 현미의 단점을 크게 보완한 제품임. 이처럼 잡곡밥을 선호하는 상황에서 이러한 제품은 소비자의 만족도를 높일 수 있고 앞으로 더욱더 잡곡에 관한 다양한 연구가 필요

## 합

- 이에 섭취를 용이하게 하기 위한 잡곡을 연하시키는 기술로서 동결함침법 식물조직 붕괴효소 급속 도입기술은 동결감압에 의하여 식품의 형상과 영양성분은 손상하지 않고, 저작 연하 곤란자에게 적합한 경도를 비교적 낮은 코스트로 제조하는 기술임
- 효소나 조미료 등의 함침의 경우, 소재표면 세포 내외부 함침부위에 따라 가압법과 감압법이 있으며 Trehaloham침에 의한 침지냉동내성의 부가기술, 저염 우메보시의 가공, 압력과 진공을 병용하여 식재내부에 조미액이나 초콜릿의 함침 등이 있음
- 동결함침법은 고속함침법으로서 세포간격뿐만 아니라 세포내부에 물질주입이 가능하므로 응용범위가 넓고, 전용 가공장치를 필요치 않아 원가 절감과 기술도입이 쉬운 장점이 존재함. 효소함침은 pectinase나 cellulase를 이용하여 강도 개선을 진행할 수 있음
- WG 식품에 대한 관심은 선진국을 중심으로 세계적으로 확산되고 있는 추세이며 섭취량은 일정하지 않지만, 미국의 경우 통밀가루로 만들어진 빵이나 30g 정도의 홀그레인을 1일 6-11 servings(시리얼 30g, 1 serving = 70cal)를 섭취할 것을 권장하고 있음
- WG을 섭취할 경우 심장병, 뇌졸중 등 혈관질환뿐 만 아니라, 당뇨병, 비만, 암 등의 발병위험을 크게 감소한다는 연구결과들이 잇따라 발표되고 있음
- 호주에서는 식품 포장이나 광고에 있어서 건강 기능성 마크 사용을 허용하지 않지만 공식 지침이 존재하지 않는 경우에는 곡물의 포장에 소비자들을 위하여 WG의 매일 최소 섭취량(슬라이스 형태의 곡물(WG) 빵을 1 serving 당 2개씩 4회)을 권장량을 표시하도록 하고 있음(Griffiths, 2010)
- 미국 내 일부 청소년과 젊은 성인을 대상으로 WG 섭취 패턴을 조사한 결과 외식을 자주 접하는 나이의 청소년과 젊은 성인들은 WG를 접하는 빈도수가 적었으며 먹는 경우에도 맛이 없어 선호하지 않는 것으로 나타났음. 즉, 가정뿐만 아니라 레스토랑 등에서 WG 식품을 사용량을 늘리고 WG 제품을 소비촉진 등을 위해서는 맛 등을 개선해야 한다고 보고했음(Larson외 3인, 2010)
- 미국의 경우 1999년부터 WG이 51% 이상 함유된 식품에 대하여 심장병과 일부 암의 위험을 줄일 수 있다는 표시를 할 수 있도록 허용하고 있음
- 하지만, 정부차원의 권장에도 불구하고 WG는 거친 식미 때문에 소비가 크게 늘어나지 않고 있는 있으며, 더욱이 우리나라의 경우는 WG에 관한 인식마저도 아주 미미한 실정으로 WG산업의 개발, 확산이 매우 절실한 시점임
- 국내의 경우 아직 WG에 대한 분류기준이 없지만, 한국영양학회에서는 WG에 대한 권장

가이드라인을 30-49세 남성은 하루에 29g, 여성은 23g으로 정하고 있음. 하지만, WG은 식감과 맛이 떨어지고, 노인이나 어린이 등이 섭취 시 소화력이 떨어질 수 있기 때문에, 일반 소비자들의 섭취 선호도는 매우 낮은 상황임. 현재 WG은 식빵, 시리얼, 시리얼바 등에 제한적으로 이용될 뿐 매우 낮은 응용성을 보여주고 있음

- 초록 WG은 호숙기에 수확하여 겨층의 조직이 경화되지 않은 알곡으로 식감이 부드러워 기존 WG의 단점을 보완할 수 있는 새로운 개념의 곡물임. 초록 WG은 전분함량은 도정 곡물과 비교하여 적고 반대로 환원당은 상대적으로 높으며 조지방과 지방산이 높으며  $\beta$ -carotene을 함유하여 영양학적으로 우수함. 개발된 초록 WG의 일반영양성분 및 생리활성 성분의 작용특성을 구명하고 이를 기반으로 기능성 식품을 개발하는 것은 수요증대를 위해 매우 중요함. 추가적으로 초록 WG의 탄수화물 특성을 규명하여 이를 기반으로 기존 WG의 단점을 보완하는 2차 가공용 식품 소재화 연구가 필요함
  
- 초록 WG 생산을 위해서는 쌀, 보리, 밀을 초록의 상태가 유지되는 호숙기에 수확하여야 하며 호숙기는 일주일 정도로 기간이 짧음. 따라서 좋은 품질의 초록 WG를 생산하기 위해서는 노동시간을 분산하기 위해 초록기간을 오랫동안 유지시킬 수 있는 재배법의 개발과 가공제품의 적성에 맞는 작물의 품종 선발이 우선되어야 함. 또한 생산물의 초록도, 수량, 초록기간의 장단, 품질 등에 대한 평가가 이루어져야 함

### 제 3 절 연구개발 범위

#### 1. 연구개발의 최종 목표 및 주요 내용

##### 1-1. 연구개발의 최종목표

구분	내용
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발</li> <li>○ 초록통곡물 유래 탄수화물의 2차 가공용 식품 소재화 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 확립</li> <li>- 초록통곡물 미강을 이용한 green fiber 식품 소재화 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 물성조절 초록 통곡 잡곡밥 가공기술 개발 및 제품화</li> </ul>
세부 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>제1세부연구기관(강화드림) : 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록 통곡물을 이용한 고부가 가치 식품 3종 개발</li> <li>- 초록 통쌀, 통보리 영양성분 분석</li> <li>- 증숙 건조 조건에 따른 초록 통쌀, 통보리 가공적성 평가</li> <li>- 유기농초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산메뉴얼 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립</li> </ul> </li> <li>- 기능성 강화를 위한 유기농초록통곡물의 각 품종별 생산 메뉴얼 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 곡물품종별 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립</li> </ul> </li> <li>- 유기농 초록통쌀의 기능성 강화를 위한 품종별 시기 정립               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 기능성강화를 위한 생산시기분석 정립</li> <li>● 생산품종별 시기 분석 정립</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ <u>제1협동연구기관(중앙대학교) : 초록통곡물 이용 2차 가공용 식품 소재화</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록통곡물 함유 탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 연구               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 초록통곡물 유래 탄수화물 구조 분석 및 특성 비교</li> <li>● 초록통곡물 유래 탄수화물의 소화율 증진 기술 개발</li> <li>● 초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구</li> </ul> </li> <li>- 초록통곡물 미강을 이용한 Green fiber 식품소재화               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 초록통곡물 미강분리 및 전처리 기술 확립</li> <li>● 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석 (정량적 목표: Fiber 평균입도 10 μm 이하)</li> <li>● Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석 (정량적 목표: 기존기술 대비 현탁 안정성 200% 달성)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ <u>제2협동연구기관(중앙대학교) : 초록통곡물 물성조절 기술 개발 및 제품화</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물성조절 초록통곡물을 이용한 잡곡밥 개발 및 제품화               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 초록 통곡 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발</li> <li>● 최적의 초록통곡 물성(경도) 조절 가공기술조건 확립 및 물성분석</li> <li>● 경도 조절된 초록 통곡을 이용한 잡곡밥 시제품 개발 및 적합성 평가</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

1-2. 연차별 개발목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2016	<p>[제1세부연구기관 : 강화드림] 초록 통곡을 이용한 고부가 가치 식품(죽) 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통쌀 영양성분 분석 (제1협동 연계)</li> <li>○ 증숙 건조 조건에 따른 초록 통쌀 가공적성 평가 (제2협동 연계)</li> <li>○ 초록 통쌀을 이용한 고부가 가치 식품(죽) 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록통곡을 이용한 시제품에 대한 선호도 평가</li> <li>- 상호보완적인 영양균형 모델 개발</li> </ul> </li> <li>○ 유기농 초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 메뉴얼 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립</li> </ul> </li> </ul>
		<p>[제1협동연구기관 : 중앙대학교] 초록 통곡물 함유 탄수화물 특성 분석화</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡물 유래 탄수화물 소재 특성 규명               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전분 granule 입도 분포 분석, 비교</li> <li>- 전분 구조적 특성 분석, 비교</li> <li>- 수확 및 1차 가공에 따른 전분 구조 변이 규명</li> </ul> </li> <li>○ 초록통곡물 미강분리 및 전처리 기술 확립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통곡물유래 화이버 시장 및 사례조사</li> <li>- 초록통곡물 Blanching 여부에 따른 미강의 분리 및 특성분석</li> <li>- 초록통곡물 미강의 일반성분 및 화이버 분석</li> </ul> </li> </ul>
		<p>[제2협동연구기관 : 중앙대학교] 초록 통쌀 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발 및 경도조절 기술 탐색</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡 잡곡에 대한 물성 특성 분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수확시기 및 품종에 따른 초록통쌀의 물성 측정</li> </ul> </li> <li>○ 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록 통곡(현미)의 경도 조절을 위한 가공기술 조사</li> <li>- 초록 통곡(현미)의 경도 조절 가공기술 적용</li> <li>- 경도 조절 된 초록 통곡에 대한 물성 특성 분석</li> </ul> </li> </ul>

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
2 차 년 도	2017	<p>[제1세부연구기관 : 강화드림]</p> <p>초록 통보리 영양성분 분석 및 가공적성 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통보리 영양성분 분석 (제1협동 연계)</li> <li>○ 증숙 건조 조건에 따른 초록 통보리 가공적성 평가 (제2협동 연계)</li> <li>○ 초록통곡물 잡곡밥 시제품개발</li> <li>○ 유기농 초록통보리의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립</li> </ul> </li> </ul>
		<p>[제1협동연구기관 : 중앙대학교]</p> <p>초록 통곡물 함유 탄수화물 가공 조건 확립</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄수화물 소재 분획 및 특성 분석</li> <li>- 탄수화물 분회별 소화율 분석</li> <li>- 효소처리를 이용한 소화율 및 무기질 영양성 개선 조건 확립</li> </ul> </li> <li>○ 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초미세 Green fiber의 제조 및 입도분석</li> <li>- 초미세 Green fiber의 물리·화학적 특성분석</li> <li>- 초미세 Green fiber의 관능적 특성분석</li> <li>- 초미세 Green fiber의 함량규격 설정</li> </ul> </li> </ul>
		<p>[제2협동연구기관 : 중앙대학교]</p> <p>경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡 잡곡에 대한 물성 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수확시기 및 품종에 따른 초록통보리의 물성 측정</li> </ul> </li> <li>○ 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록 통곡(보리)의 경도 조절을 위한 가공기술 조사</li> <li>- 초록 통곡(보리)의 경도 조절 가공기술 적용</li> <li>- 경도 조절 된 초록 통곡에 대한 물성 특성 분석</li> </ul> </li> <li>○ 경도 조절 가공기술이 적용된 초록 통곡에 대한 적합성 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경도 조절 된 다양한 초록 통곡에 대한 맛, 외관, 냄새 등에 대한 관능 평가</li> <li>: 고령자 대상 기호도 및 만족도 조사</li> <li>- 저작 및 삼킴에 대한 용이성 평가</li> </ul> </li> <li>○ 경도 조절된 초록 통곡(현미, 보리)을 이용한 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선정된 초록 통곡의 경도 조절 가공기술을 이용하여 초록 통곡 잡곡밥 가공조건 확립</li> <li>- 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 물성 특성 분석</li> </ul> </li> </ul>

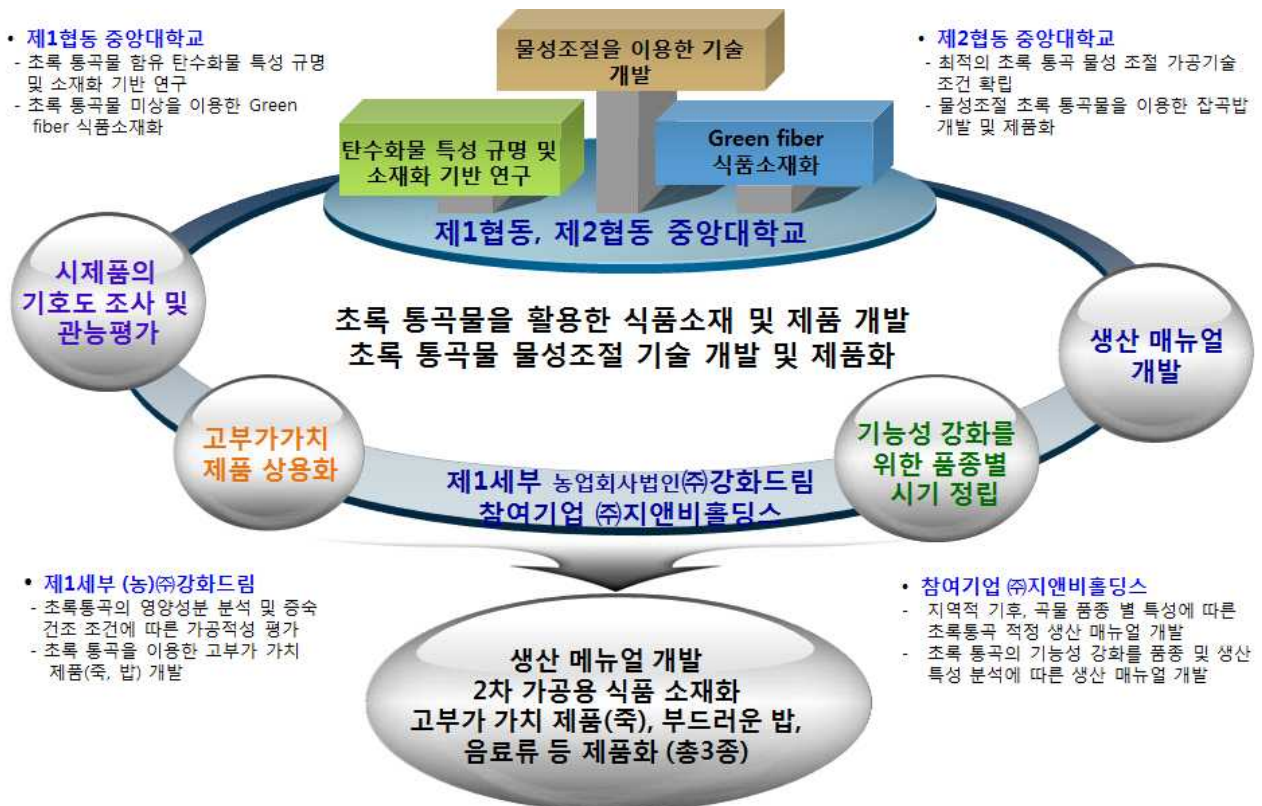
구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
3 차 년 도	2018	<p>[제1세부연구기관 : 강화드림]</p> <p>초록 통곡물 소재를 이용한 음료 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Green fiber를 이용한 막걸리 등 식음료 개발 (제1협동 연계) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록통곡물과 소재를 이용한 발효주 개발</li> <li>- 유기농초록통곡물 식음료개발</li> </ul> </li> <li>○ Green fiber를 이용한 다양한 제품개발 방향 모색</li> <li>○ 원가분석 및 타겟소비자 대상 구매선호도 분석</li> <li>○ 기능성 강화를 위한 초록 통곡물의 각 품종 별 생산 매뉴얼 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기능성강화를 위한 생산시기분석 정립</li> <li>- 생산품종별 시기 분석 정립</li> </ul> </li> </ul>
		<p>[제1협동연구기관 : 중앙대학교]</p> <p>초록 통곡물 탄수화물의 소재화 및 제품 적용성 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 난소화성 분획물을 이용한 기능성 소재화 조건 확립</li> <li>- 세포기반 in vitro 활성 비교(항당뇨, 지질대사개선) 및 기전 규명</li> </ul> </li> <li>○ Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Green fiber 음료의 조제 및 살균</li> <li>- Green fiber 음료의 관능적 특성분석</li> <li>- Green fiber 음료의 현탁 안정성 및 유통기한 설정</li> </ul> </li> </ul>
		<p>[제2협동연구기관 : 중앙대학교]</p> <p>고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 초록 통곡 잡곡밥 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 적합성 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경도 조절 된 다양한 초록 통곡 잡곡밥에 대한 맛, 외관, 냄새 등에 대한 관능 평가</li> <li>: 고령자 대상 기호도 및 만족도 조사</li> <li>- 저작 및 삼킴에 대한 용이성 평가</li> </ul> </li> <li>○ 고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥의 물성 특성 평가 및 적합성 평가 분석</li> <li>- 연구진 회의 및 자문위원 의견 수렴</li> <li>- 소재/기술 적용 가공조건 확립</li> </ul> </li> </ul>

## 제 2 장 연구수행 내용 및 결과

### 제 1 절 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계

#### 1-1. 연구개발 추진전략·방법

##### 1-1-1. 총괄 추진전략





1-1-2. 제1세부 연구기관[농업회사법인(주)강화드림] 연차별 추진전략 및 방법

[참여기업 : ㈜홀그레인]



[1차년도 제1세부 연구기관 연구과제 추진 전략 및 방법]

1) 초록 통쌀 영양성분 분석 및 가공적성 평가

- 초록 통쌀 영양성분 분석[제1협동 연계]
  - 수확시기 및 증숙시간, 온도에 따라 초록 통쌀의 영양분석
  - 기능성 식품 생산기술을 개발하기 위한 생리활성성분 및 이화학적 성분 분석
- 증숙 건조 조건에 따른 초록 통쌀 가공적성 평가[제2협동 연계]
  - 수확시기 초록 통쌀의 수확시기 및 Blanching조건(온도, 시간) 에 따른 초록 통쌀의 가공적성 평가
  - 1차생산품(초록 통쌀)의 식미 특성, 녹색도 및 2차 생산품인 분말의 이용방안 검토

<가공단계>

호숙기 수확 → 증숙기 (Blanching)통과 → 냉각 → 1차 건조(회전식) → 2차 건조(싸이로식)  
 → 탈부 → 정선 → 색체선별 → 포장

## 2) 초록 통곡을 이용한 고부가 가치 식품(죽) 개발

- 초록통곡을 이용한 시제품에 대한 선호도 평가
- 상호보완적인 영양균형 모델 개발

## 3) 초록 통곡을 이용한 고부가 가치 식품의 산업화 및 마케팅

- 시제품 출시 시장성 검토와 진입 시도
- 최적 생산을 위한 공정 설계

## 4) 지역적 기후 특성에 따른 초록통쌀 생산 매뉴얼 개발

- 유기농 초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발
  - 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립

### [2차년도 제1세부 연구기관 연구과제 추진 전략 및 방법]

#### 1) 초록 통보리 영양성분 분석 및 가공적성 평가

- 초록 통보리 영양성분 분석[제1협동 연계]
  - 수확시기 및 중숙시간, 온도에 따라 초록 통보리의 영양분석
  - 기능성 식품 생산기술을 개발하기 위한 생리활성성분 및 이화학적 성분 분석
- 중숙 건조 조건에 따른 초록 통보리 가공적성 평가[제2협동 연계]
  - 수확시기 초록 통보리의 수확시기 및 Blanching조건(온도, 시간) 에 따른 초록 통보리의 가공적성 평가
  - 1차생산품(초록 통보리)의 식미 특성, 녹색도 및 2차 생산품인 분말의 이용방안 검토
- 초록통곡물 이용 잡곡밥 개발

#### 2) 초록 통곡을 이용한 고부가 가치 식품의 산업화 및 마케팅

- 본격적인 시장 진입 전략 수립
- 소비 제품용 prototype 완성 및 시제품 생산

#### 3) 지역적 기후 특성에 따른 초록통보리 생산 매뉴얼 개발

- 유기농 초록통보리의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발
  - 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립

### [3차년도 제1세부 연구기관 연구과제 추진 전략 및 방법]

#### 1) 초록 통곡물 소재를 이용한 음료 개발

- Green fiber를 이용한 막걸리 등 식음료 개발[제1협동 연계]
  - 초록통곡물과 소재를 이용한 발효주 개발
  - 유기농초록통곡물 식음료개발

- Green fiber를 이용한 다양한 제품개발 방향 모색

2) 월가분석 및 타겟소비자 대상 구매선호도 분석

3) 초록 통곡을 이용한 고부가 가치 식품의 산업화 및 마케팅

- 롯데슈퍼 등 일반유통시장 진입
- 개발 제품의 기술 영업 자료 및 홍보물 제작
- 국내외 전시회 및 해외 전시회를 통한 기술 평가와 국내외 바이어 소싱

4) 곡물 품종별 특성에 따른 생산시기 및 생산매뉴얼 개발

- 기능성 강화를 위한 초록 통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발
  - 기능성강화를 위한 생산시기분석 정립
  - 생산품종별 시기 분석 정립

1-1-3. 제1협동 연구기관[중앙대학교] 연차별 추진전략 및 방법



[1차년도 제1협동 연구기관 연구과제 추진 전략 및 방법]

1) 초록 통곡물 함유 탄수화물 특성 분석

- 초록 통곡물 유래 탄수화물 구조 분석 및 특성 비교
  - 전분 granule의 입도 분포 분석, 비교
  - 전분의 구조적 특성 분석, 비교(AM/AP 함량, side chain 분포 비교)

- 수확 및 1차 가공에 따른 전분 구조 변이 규명

□ 초록 통곡물 미강 분리 및 전처리 기술 확립

- 통곡물유래 화이버 시장 및 사례조사
- 초록 통곡물 Blanching 여부에 따른 미강의 분리 및 특성분석
- 초록 통곡물 미강의 일반성분 및 화이버 분석

**[2차년도 제1협동 연구기관 연구과제 추진 전략 및 방법]**

**1) 초록 통곡물 함유 탄수화물 가공 조건 확립**

□ 초록통곡물 유래 탄수화물의 소화율 증진 기술 개발

- 탄수화물 소재 분획 및 특성 분석
- 탄수화물 분획별 소화율 및 항당뇨 특성 분석
- 효소 처리를 이용한 소화율 및 무기질 영양성 개선 조건 확립(amylase, phytase 등)

□ 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성 분석

- 초미세 Green fiber의 제조 및 입도분석
- 초미세 Green fiber의 물리·화학적 특성분석
- 초미세 Green fiber의 관능적 특성분석
- 초미세 Green fiber의 함량규격 설정

**[3차년도 제1협동 연구기관 연구과제 추진 전략 및 방법]**

**1) 초록 통곡물 탄수화물의 소재화 및 제품 적용성 평가**

□ 초록 통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성연구

- 난소화성 분획물을 이용한 기능성 소재화 조건 확립
- 세포 기반 활성 비교(항당뇨, 지질대사개선) 및 기전 규명

□ Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석

- Green fiber 음료의 조제 및 살균
- Green fiber 음료의 관능적 특성분석
- Green fiber 음료의 현탁 안정성 및 유통기한 설정

1-1-4. 제2협동 연구기관[중앙대학교] 연차별 추진전략 및 방법



[1차년도 제2협동 연구기관 추진 전략 및 방법]

1) 초록 통곡 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발

- 물성조절 잡곡밥 개발을 위한 적정 초록 통쌀 품종의 선발
  - 초록 통쌀의 수확시기 및 품종에 따른 물성 측정
    - Texture analyzer를 이용한 물성 측정

2) 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용

- 초록 통쌀의 경도 조절을 위한 가공기술 조사
  - 경도 조절에 필요한 다양한 가공기술 자료 조사
- 초록 통쌀의 경도 조절 가공기술 적용
  - 효소처리 농도 및 시간, 동결함침 등의 다양한 기술 적용을 통한 경도 조절
- 경도 조절 된 초록 통쌀에 대한 물성 특성 분석
  - Texture analyzer를 이용한 물성 측정

[2차년도 제2협동 연구기관 추진 전략 및 방법]

1) 초록 통곡 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발

- 물성조절 잡곡밥 개발을 위한 적정 초록 통보리 품종의 선발
  - 초록 통보리의 수확시기 및 품종에 따른 물성 측정

- Texture analyzer를 이용한 물성 측정

**2) 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용**

- 초록 통보리의 경도 조절을 위한 가공기술 조사
  - 경도 조절에 필요한 다양한 가공기술 자료 조사
- 초록 통보리의 경도 조절 가공기술 적용
  - 효소처리 농도 및 시간, 동결함침 등의 다양한 기술 적용을 통한 경도 조절
- 경도 조절 된 초록 통보리에 대한 물성 특성 분석
  - Texture analyzer를 이용한 물성 측정

**3) 경도 조절된 초록 통곡(현미, 보리)을 이용한 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발**

- 초록 통곡의 경도 조절 가공기술을 이용하여 초록 통곡 잡곡밥 가공조건 확립
  - 초록 통곡(현미, 보리)을 섞어 밥을 제조하기 위한 가공기술 적용 조건 탐색
  - 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발을 위한 가공조건 선정
- 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 물성 특성 분석
  - Texture analyzer를 이용한 물성 측정

**[3차년도 제2협동 연구기관 추진 전략 및 방법]**

**1) 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 적합성 평가**

- 평가대상자 : 저작 및 삼킴 기능이 저하된 65세 이상 고령자 20명 내외
- 대상식품(현미, 보리 포함된 잡곡밥)
  - 일반 잡곡밥, 초록 통곡 잡곡밥, 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 비교
- 실험방법
  - 경도 조절 된 다양한 초록 통곡 잡곡밥에 대한 맛, 외관, 냄새 등에 대한 관능 평가
  - 저작 및 삼킴에 대한 용이성 평가

**2) 고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 개발**

- 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥의 물성 특성 평가 및 적합성 평가 분석
- 연구진 회의 및 자문위원 의견 수렴
- 소재/기술 적용 가공조건 확립

**3) 초록통쌀을 활용한 라이스칩 개발 및 적합성 평가**

- 초록통쌀의 비율을 달리한 라이스칩의 물성, 향, 당 분석
- 평가대상자: 대학원생 14명, 65세 이상 고령자 30명 내외
- 대상식품 (백미, 초록통쌀 비율을 달리한 라이스칩)
- 실험방법
  - 비율을 달리한 라이스칩에 대한 맛, 향, 외관, 식감 등에 대한 관능 평가
  - 저작 및 삼킴에 대한 용이성 평가

4) 초록통죽 유통기한 실험

- 초록통죽 살균 공정에 따른 미생물 제어 효과 및 저장기간 중 미생물 변화 분석
- 실험 방법
  - 초록통죽 생산과정 중 여러 가지 냉각 조건, 살균조건 및 원료 소독처리 과정을 거친 완제품을 5℃, 15℃에서 저장하며 저장기간 중 미생물 변화 분석

1-2. 연구개발 추진체계



## 제 2 절 연구방법

### 2-1. 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발

#### 1. 초록통곡물을 이용한 고부가 가치 식품 3종 개발

##### 가. 유기농초록통쌀을 이용한 죽제품개발

(1) 곡물의 혼합비율, 불림시간, 가열온도, 분쇄 등 조리방법을 달리한 죽의 식감과 맛 등을 비교 분석



그림. 죽 제품 원료

- 가열온도는 우선 초록통쌀을 초기 고온에서 가열한 후(20분정도) 초록통쌀이 어느 정도 익은 후 불린 백미를 넣고 조리함. 백미를 넣은 후에는 중간불로 낮춰 조리함.
- 초록통쌀은 쉽게 퍼지지 않으므로 2시간 정도 불린 후 분쇄기로 거칠게 분쇄한 후 조리함.



그림. 초록통쌀 분쇄사진, 죽 제조사진, 죽제품사진



나. 잡곡밥

(1) 초록통곡물의 침지시간 변화에 따른 잡곡밥 식감분석

- 초록통쌀과 초록통보리, 백미, 찹쌀 혼합잡곡밥의 시제품 개발 시행 초록통쌀과 초록통보리의 침지시간 변화에 따른 잡곡밥의 식감분석

(2) 초록통쌀과 초록통보리의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 식감분석

- 초록통곡물 잡곡밥 시제품 개발을 위해 유기농 백미, 찹쌀, 초록통쌀, 초록통보리의 4가지를 혼합하여 잡곡밥을 만들어 식감 등을 분석하였음.

다. 식음료

(1) 막걸리

(가) 밀술 담그기

- 전통적인 방법으로 쌀을 12시간 불린 후 밥을 찜통에 찐 후 밥을 식혀 고두밥을 만들고, 이 고두밥을 누룩과 물을 섞어 누룩과 고두밥이 고루 섞이도록 30분정도 비벼 준 후 준비된 항아리에 넣은 후 25℃ 정도로 온도를 맞춘 후 항아리 입구를 천으로 덮어 통기가 가능하도록 한 후 15일 발효시킴.

표. 밀술 담그기 실험군

성분명	실험1	실험2	실험3	실험4
초록통쌀	1000g	0g	500g	200g
찹쌀백미	0g	1000g	500g	800g
누룩	200g	200g	200g	200g
물	2000g	2000g	2000g	2000g

(나) 덧술 담그기

- 밀술이 익은 각 실험군에 따라 2000g의 쌀로 12시간 불린 후 찜통을 이용하여 고두밥을 만든 후 식혀 30분간 밀술과 혼합하여 항아리에 부은 후 15일 간 더 발효시킴.

표. 덧술 담그기 실험군

성분명	실험1	실험2	실험3	실험4
초록통쌀	2000g	0g	1000g	400g
찹쌀백미	0g	2000g	1000g	1600g
밀술	3000g	3000g	3000g	3000g



그림. 덧술 담그기 과정

(다) 술 거르기

- 덧술을 담금 후 15일 후 발효가 완료된 후 맑은술을 떠낸 후 베 보자기를 이용하여 술을 걸러냄.

(2) 볶음가루

(가) 가열온도

- 150, 180, 200℃ 3가지 조건에서 실험하였음.

(나) 가열온도에 따른 초록통쌀 볶음시간 분배

- 150℃ : 30분, 45분, 50분
- 180℃ : 30분, 40분
- 200℃ : 20분, 30분, 40분

## 2. 초록통쌀, 초록통보리 영양성분 분석

- 제1협동에서 이론적 연구성과를 바탕으로 초록 통곡물의 영양성분의 장점을 파악하여 제품의 장점을 홍보하는데 활용함. 초록통쌀과 초록통보리의 특성을 비교하였음.

### □초록통곡물( Green whole grain )영양분석

%/100g

영 양 소	현 미	녹색 통현미	보 리	녹 색 통보리	녹 색 통 밀	green whole grain의 효능
단 백 질	7.2	8.52	9.13	14.07	14.21	기초체력, 체조직구성 일반보리보다 54%증가
지질(지방)	2.5	3.2	0.99	1.57	2.03	성인병 예방 일반보리보다 59%증가
당질(당분)	76.8	59.4	2.09	8.25	3.51	인체 요구량 충분 일반보리보다 약4배증가
회 분	1.2	1.1	0.99	1.89	1.68	피부를 탄탄하게 한다 일반보리보다 약2배증가
섬 유	1.3	2.5	1.12	2.66	2.63	소화 및 대장에 유익하다 일반보리보다 약2.5배증가
아밀로스	22	16.35		8.80	15.91	특히 보리식감을 좋게한다. 소화흡수율을 높여준다..
베타글루칸	-	0.14	0.02	1.90	0.88	암세포를 억제하는 수용성 식이섬유, 콜레스테롤 억제
클로로필 a / b	-	0.22 / 0.4	-	0.65 / 0.33	1.81 / 1.76	특히 녹색곡물에만 있는 엽 록소, 항산화방지, 노화방지, 혈액순환 (일반미는 극히미량함유)
비타민C		1.66		1.18	-	
나이아신		0.22		0.28	0.88	
비타민B1		0.23		0.34	1.04	당질대사

●초록 통곡물(green whole grain)의 특징은 상기표와 같이

1. 클로로필 물질함량이 일반곡물에는 거의 없으며, 녹색 통곡물에만 식물성 엽록소가 함유되어 있는것이 특징
2. 녹색곡물은 아밀로스의 적정함유로 인한 식감(맛)이 우수하며, 호화전분 함량이 매우 높아 혼식 즉석 취반할 경우에도 부드럽게 씹히는 질감이 있다. (통보리

## 를 혼식가능하게 한것이 획기적이다)

### ● 녹색 통곡물의 영양학적 특징

1. 베타글루칸, 클로로필, 폴리페놀 등 각종 항산화물질 덕분에 대장암, 위암 등 각종 암 예방에도 좋으며 장에 음식 찌꺼기나 유해물질이 오래남아 있는 것을 방지해줘 변비, 계실염, 과민성 대장증상 등 장 질환에도 도움이 된다.

2. 녹색 통곡물은 아밀로스의 함유로 인한 식감(맛)이 우수하며, 소화전분 함량이 매우 높아 혼식 즉석 취반할 경우에도 부드럽게 씹히는 질감이 있다. 일반 현미나 통보리가 기능이 뛰어난 반면 맛이 떨어지고 질감이 거칠며 무엇보다 소화가 잘 안되는 단점이 있는 것을 완전히 해결한 것이 바로 녹색 통곡물(Green whole grain)인 것이다.

3. 특히 심장병, 뇌졸중, 고혈압, 동맥경화 등 혈관 질환 예방에 좋은 것으로 알려져 있다. 함유하고 있는 식이섬유가 혈중 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮추는데 도움을 준다.

또한 혈당 조절에 도움이 되는 마그네슘, 크롬, 식이섬유가 풍부하기 때문에 성인병인 당뇨병의 예방 및 치료에 좋다는 것이 장점이다. 당지수(GI)가 낮아 혈당을 천천히 올리는 복합 탄수화물이라는 것도 당뇨병 환자에게 권장할만한 것이다.

4. 비타민, 미네랄, 아미노산, 식이섬유 등 필수 영양소가 고스란히 남아 있다. 특히 항산화물질 등 생리 활성물질의 70~80%는 알곡을 싸고 있는 껍질 부위에 몰려 있다. [비타민 B1(티아민), 비타민 B2(리보플라빈), 비타민 B3(나이아신), 비타민 B6(피리독신), 비타민E, 칼슘, 철분, 마그네슘, 포타슘, 아연 등 백미와 일반 도정보리에 비해 훨씬 풍부하다.]

### 3. 증숙 건조 조건에 따른 초록통쌀, 초록통보리 가공적성 평가

- 초록통벼를 수확 후 증숙온도 및 시간 조절 건조 시 온도 조절을 통해 가공 적정온도와 시간을 정립하였음. 초록통쌀을 이용한 고부가가치 식품(죽)개발을 위해 초록통쌀을 이용한 시제품에 대한 선호도를 평가 하고, 상호보완적인 영양균형 모델개발하기 위해 초록통쌀과 유기농 쌀만을 이용한 죽과 백합 등 부재료를 사용한 죽의 영양분석을 통해 영양 균형을 맞춘 죽제품의 개발 하여 출시 가능한 제품을 개발하였음. 유기농 초록통쌀의 지역의 기후에 따른 적정생산 매뉴얼 개발을 위해 유기농 초록통쌀 3품종을 수확시기를 달리하여 초록통쌀의 최종 수확량을 비교하였음.

### 4. 유기농 초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발

가. 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립

## 5. 기능성 강화를 위한 유기농 초록통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발

가. 기능성 강화를 위한 생산시기분석 정립

나. 생산품종별 시기 분석 정립

### 2-2. 초록통곡물 이용 2차 가공용 식품 소재화

#### 1. 초록통곡물 함유 탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 연구

가. 초록통쌀 유래 탄수화물 소재 특성 분석

##### (1) 전분 분리

- 초록통쌀의 전분 분석을 위해 마쇄 후 알칼리 침지 법을 이용하여 전분을 분리하였음. 쌀가루 21 g 당 0.05 M Sodium hydroxide(NaOH) 용액 126 ml를 가하여 교반기를 이용하여 상온에서 3 시간동안 교반하였음. 3 시간 교반 후, 1 M HCl로 pH 7을 맞춘 후 4,000 rpm으로 20 분 간 원심 분리하여 상등액을 제거함. 침전물을 증류수로 4,000 rpm으로 20 분간 원심 분리하는 과정을 3회 반복하여 세척 후 40 °C Dry oven에서 건조, 분쇄하였음.

##### (2) 전분의 분자량 분포

- 초록통쌀에 함유된 전분의 분자량 분포는 High Performance size exclusion chromatography (HPLC-RI-MALS system, HPLC-Agilent 1100, USA)로 분석하였음. HPLC 분석은 Shodex SB- 806 HQ and SB-804 HQ OHPak Column을 연결하여 사용하였고, 표준물질로는 Pullulan(MW 9600, 21100, 107000, 200000, 344000, 708000) Shodex standard P-82 (Showa Denko, Japan)을 사용하였음. 이동상은 18.2 MΩ cm의 증류수를 0.6 ml/min의 유속으로 시료 100 µl, Column 온도 55 °C에서 측정하였음.

##### (3) 쌀 전분의 Amylopectin 측쇄 사슬 길이 분포 분석

- 쌀 전분 Amylopectin의 측쇄 사슬 길이의 분포는 High performance anion exchange chromatography(HPAEC; ICS-3000 series chromatography system, Dionex, USA)를 사용하여 측정하였음. 전분을 90% Dimethyl sulfoxide(DMSO)로 10 분간 용해시킨 후 100 rpm, 50 °C의 Shaking incubator에서 24 시간 교반함. 95 % Methanol(MeOH)로 4 °C에서 2 시간 식힌 후, 0.05 M Sodium acetate buffer(pH 3.5) with 0.02 % sodium azide 10 ml 넣어 10분 간 끓이고 10 분 동안 식힘. 100 units/mg of substrate의 isoamylase(Sigma-Aldrich, 08124)를 가해 40°C에서 72 시간 반응시킨 후 10분간 끓여서 효소 반응을 중지시킨 후, 2500 xg로 20분간 원심 분리시킴. 0.45 µm PTFE filter로 여과 후 분석에 사용하였음. 분석에 사용된 Column은 Dioex CarboPac™ PA-1(250 mm X 4 mm)이었으며, 이동상은 150 mM sodium hydroxide와 400 mM sodium acetate in 150 mM sodium hydroxide를 1.0 ml/min의 유속으로 시료 20 µl, 70 분 간 아래 Table 1의 용매 비율로 분석

하였음.

Time (min)	A (%)	B (%)
0	100	0
70	0	100
71	100	0
80	100	0

(A) 150 mM sodium hydroxide (NaOH),

(B) 400 mM sodium acetate (NaOAc) in 150 mM sodium hydroxide (NaOH)

**그림. 이동상 용매 비율 조건**

**나. 품종 별 초록통쌀 소화율 분석**

(1) 취사

- 초록통쌀의 소화율 분석을 위해 쌀 85g을 증류수 1 L로 1 분간, 3번 세척한 후, 3배 물을 가한 후(255 ml) 전기밥솥으로 취사하였음. 이후, 상온에서 30분 간 식힌 후 실험에 사용하였음.

(2) 수분함량 측정

- 수분은 소화율에 큰 영향을 줄 수 있는 요인으로, 소화율 측정을 위해 수분 함량을 측정함. 밥 5g을 50 ml tube에 담은 후 80 °C Dry oven에서 48 시간 건조하여 아래와 같이 계산하였음.

$$\text{수분함량 (\%)} = \frac{\text{건조 전 밥 무게 (5g)} - \text{건조된 밥과 Falcon 무게 (g)}}{\text{건조 전 밥 무게 (5g)}} \times 100$$

(3) *in vitro* digestibility(소화율)

- 선행 연구에 확립되어 있는 *in vitro* 소화율 측정법을 이용하여 아래와 같이 소화율을 측정, 비교하였음. 밥 5g을 취한 후 증류수 20ml과 1M HCl(pH 1.7) 0.5ml, 그리고 Pepsin(Sigma-Aldrich, P7000) 용액 1 ml을 가한 후, Shaking incubator 37°C에서 30 분간 반응시킴. 이후 1 M NaHCO<sub>3</sub> 1.3ml을 사용하여 중화시킨 후 Amyloglucosidase (Sigma-Aldrich, A9913) 0.1ml, Pancreatin(Sigma-Aldrich, P7545) 5ml, 증류수 29ml을 넣고 Shaking incubator 37°C에서 120 분간 반응을 진행하였음. 그리고 용액 부피의 4배에 달하는 Cold Ethanol(EtOH)을 가하고 4°C에서 2 시간 반응 후, 10,000 rpm으로 10분간 원심 분리한 침전물을 95% Ethanol로 3회 washing 후, 10,000 rpm으로 10분간 원심분리한 후, 80°C Dry oven에서 48 시간 건조한 잔량의 무게를 측정하여 아래와 같이 소화율을 계산하였음.

$$\text{소화율 (\%)} = \frac{\text{수분함량 뺀 밥 무게 (g)} - \text{건조된 밥 무게 (g)}}{\text{수분함량 뺀 밥 무게 (g)}} \times 100$$

(4) Total starch assay(총 전분 함량) & damaged starch assay(손상 전분 함량)

- 초록통쌀의 총전분 함량과, 손상전분 함량은 assay kit (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Ireland)를 사용하여 측정하였음.

다. 효소처리를 이용한 초록통쌀의 소화율 및 무기질 영양성 개선 조건 확립

(1) 효소 처리

- 앞에 기술한 방법으로 취사를 진행한 후, 희석된 효소액 15mL을 가하여 섞어준 후, 보온 상태(약 70℃)에서 2시간동안 효소반응을 진행하였다. 연구에 사용한 효소는 cellulase 계열의 활성을 나타내는 식용 상업용 효소인 Viscozyme L과 Viscozyme HT(Novozymes, Denmark)로서 기초 특성은 아래 표와 같았음.

효소	Type	최적 조건	Activity	Dosage
Viscozyme L (Novozyme)	Endo	pH 3.3~5.5, 온도: 25~55 °C	β-glucanase (endo-1,3(4)-) : 100 FBG/g (Fungal Beta-Glucanase unit)	2 kg/t (0.2 FBG/g) (Recommended : 0.2 ~ 1 kg/t (0.02 ~ 0.1 FBG/g))
			Side activities : Xylanase, Cellulase, Hemicellulase	
Viscozyme HT FG (Novozyme)	Endo	pH 5.0~6.5, 온도: 70~85 °C	Xylanase (endo-1,4-) : 1760 FXU-S2/g	0.3 kg/t (0.528 FXU-S2/g) Recommended : 0.05 ~ 0.15 kg/t (0.088~ 0.264 FXU-S2/g)

그림. 소화율 증진용 처리 효소 정보

(2) 효소 처리시간에 따른 in vitro 소화율 비교

- 효소 처리 시료들 간의 in vitro 소화율의 비교는, 앞에 기술한 in vitro 시스템에서 소화 효소들에 의해 생성된 환원당 생성량을 기준으로 비교, 분석하였음. 환원당은 DNS법을 이용하여 측정하였고, maltose를 기준으로 정량하여 비교하였음.

(3) 효소 처리에 따른 초록통쌀의 물성 측정

- 효소 처리 시료들 간의 물성 변이는 texture analyzer를 이용하여 아래와 같은 조건에 측정, 비교하였음. 각 시료들은 최소 6번 반복 측정하여 평균값을 비교에 사용하였음.

Condition of Texture Analyzer	
Parameters	Conditions
Probe	20 mm
Pre-Test speed	1 mm/sec
Test Speed	10 mm/sec
Post-Test Speed	5 mm/sec
Strain	70 %
Time	5 sec
Trigger Type	Auto
Trigger Force	5 g

그림. Texture analyzer 측정 조건

#### (4) Phytase 처리를 이용한 무기질 이용성 증진

- 초록통쌀에 함유된 난소화성 섬유소의 하나인 phytate는 무기질들의 chelation으로 이들의 생체 이용성은 낮추는 주요 인자로 작용함. 본 연구에서는 효소제인 phytase를 처리에 의한 phytate 저감화를 통한 무기질 이용성 증진 조건을 확립하고자 연구를 수행하였음
- 초록통쌀과 일반쌀에 함유된 phytate 함량은 wade reagent를 이용한 발색법을 이용하여 효소 처리 및 취사 전후의 함량 변화를 측정하였음. 또한 phytate 분해에 의한 phosphorus 농도를 함께 측정하여 phytate 저감화를 비교 분석하였음.
- Ion chromatography를 이용해 효소 처리에 의한 초록통쌀밥의 phytate 함량 변화를 측정하였음. 측정에는 AS11 column과 Conductivity detector가 사용되었음. 또한 유도결합 플라즈마 분광분석기(ICP-OES) 측정을 통해 효소 처리에 의한 무기질 함량 변화를 비교 분석하였음. 비교 분석을 위한 무기질로는 P, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn이 사용되었음.

#### 라. 난소화성 분획물을 이용한 기능성 소재화 조건 확립

##### (1) 난소화성 분획물(수용성 식이섬유) 분리

- AOAC의 991.43 방법을 참고하여 수용성 식이섬유를 분리함. 시료 10g을 300mL의 sodium phosphate buffer (0.08M, pH 6.0)에 녹인 후 0.75mL의 Termamyl 120L(Novozymes, Denmark)을 첨가하여 끓는 항온 수조에 5분 간격으로 흔들며 20분간 반응시켰음. 그 후 60 ml의 0.275M NaOH를 첨가하여 pH 7.5를 맞춘 후 0.3mL의 Alcalase 2.4L(Novozymes, Denmark)을 첨가하여 60℃ 항온수조에 30분간 반응시켰음. 이 후 60mL의 0.325M HCl을 첨가하여 pH 4.5를 맞춘 후 0.35mL의 AMG 300L(Novozymes, Denmark)을 첨가하여 60℃ 항온수조에 30분간 반응시켰음. 반응이 끝난 후 12,000rpm으로 10 분간 원심 분리 후 상등액을 Whatman No.1 여과지로 여과시켰음. 여과액 부피의 4배 만큼 60℃의 95% 에탄올을 첨가하여 상온에서 24시간 침전시켰음. 24시간 침전 후, Whatman No.1 여과지를 이용하여 여과시킨 후 여과된 고형물을 78% 에탄올, 95% 에탄올과 아세톤으로 세척 후 60℃에서 건조시킨 후 실험에 사용하였음.

##### (2) *In vitro* 항당뇨 효과

- 난소화성 분획물을 이용한 *in vitro*상의 항당뇨 효과를 알아보기 위해 CHO-IR/IRS1 cell과 인슐린 저항성 HepG2 cell을 이용하여 실험을 진행하였음. CHO-IR/IRS1 cell의 경우 제1형 당뇨병을 모델링하였고, HepG2 cell은 제 2형 당뇨병을 모델링하였음. Insulin signaling pathway에서 AKT의 phosphorylation의 유무가 가장 중요한 요소인데, phospho-AKT의 형성유무를 확인하기 위해 phospho-AKT serine 473과 phospho-AKT threonine 308을 western blotting으로 확인하였음. positive control로는 chlorogenic acid와 metformin을 사용하였고, 시중에 상용화되어 있는 수용성 식이섬유 polydextrose도 함께 실험하여 비교, 분석하였음.

##### (3) 지질대사 개선 효과

- 난소화성 분획물의 지질대사 개선 효과를 알아보기 위해 지방을 분해하는 lipase를 억제하는 실험을 진행하였음. 기질로는 4-methylumbelliferyl oleate(4-MU oleate)를 사용하였



음. 수용성 식이섬유를 13mM Tris-HCl(with 150mM NaCl, 1.3mM CaCl<sub>2</sub>, pH 8.0)에 녹인 후 96-well plate에 0.1mL의 식이섬유 solution과 0.05mL의 lipase solution(200U/mL)을 첨가하였음. 그 후 0.05 mL의 0.1mM 4-MU oleate를 첨가하여 37°C에서 20분간 반응하였음. 그 후 0.1mL 0.1M sodium citrate(pH 4.2)을 첨가하여 반응을 멈춘 후, fluorometrical microplate reader(excitation wavelength: 360nm, emission wavelength: 460nm)로 측정하였음. lipase 억제효과정도는 수용성 식이섬유를 첨가하지 않은 control과 수용성 식이섬유를 첨가하였을 때의 효소 반응 비율을 계산하여 측정하였음.

## 2. 초록통곡물 미강을 이용한 Green fiber 식품 소재화

### 가. 초록통곡물 미강분리 및 전처리 기술 확립

- (1) 식이섬유 소재의 시장 및 사례조사
- (2) 초록 통곡물 미강 소재화를 위한 전처리 기술 확립

### 나. 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성 분석

#### (1) Green fiber의 제조

##### ○ 초록통쌀 미강의 탈지공정

- 2016년도 1차년도 연구보고서에서 초록 통쌀 미강의 초미세 분쇄를 위해서는 쌀겨(rice bran)층에 포함되어 있는 지방의 제거가 필요함을 확인함. 따라서 초미세 Green fiber 제조를 위한 2차년도 연구에서는 초록 통쌀 미강의 탈지 공정이 필수 전처리 공정으로 적용되었음.
- 초미세 Green fiber 제조를 위한 초록 통쌀 미강의 탈지 전처리 공정은 2016년도 1차년도 연구보고서에서 기술된 방법에 따랐으며 구체적인 방법은 아래와 같음.
  - (1) 초록통쌀 미강 일정량에 5배 무게의 n-hexane(특급시약)을 첨가.
  - (2) 30분간 교반한 후 헥산 층을 제거.
  - (3) 헥산을 제거한 잔유물에 처음 미강 무게의 3배량 n-hexane을 첨가.
  - (4) 30분 동안 교반한 후 헥산층을 제거하고, 이 과정을 3회 반복.
  - (5) 탈지된 미강 중에 남아있는 헥산을 제거하기 위해 후드 안에서 24시간 동안 방치.

##### ○ 채 분리에 의한 초록통쌀 탈지미강의 입도별 분리

- 탈지가 완료된 초록통쌀 미강은 150 μm 와 63 μm 의 체눈 크기를 갖는 체를 이용하여 입도별로 분리 하였음 (Figure 11).
- 150 μm의 체를 통과하지 못한 탈지미강은 가장 큰 입도를 갖으며 GWG-150 으로 명명되었음. 150 μm의 체를 통과하나 63 μm의 체를 통과하지 못한 탈지미강은 중간 정도의 입도를 가지며 GWG-63 으로 명명되었음.
- 예비실험에서 GWG-150 과 GWG-63 각각을 모두 초미세 탈지미강의 제조를 위한 원료로 사용하였음. 초미세 분쇄와 입도분석 결과, GWG-150 혹은 GWG-63의 사용에 따른

분쇄물의 입도 차이는 미미하였음. 생산수율에서는 GWG-150을 사용하는 것이 GWG-63을 사용하는 것에 비해 유리함. 따라서 이후의 실험에서는 GWG-150을 초미세 분쇄의 원료로 사용하였음.

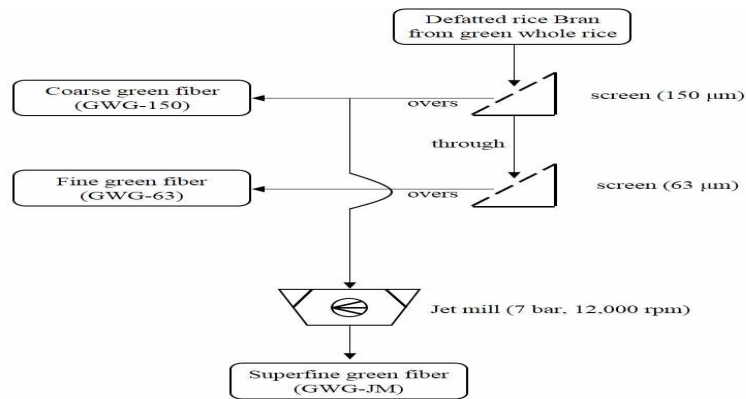


그림. 초록통쌀 탈지미강을 이용한 Green fiber 제조 흐름도

○ 채 분리에 의한 초록통쌀 탈지미강의 입도별 분리

- 초록통쌀 탈지미강의 초미세화를 위해서는 고압고속의 기류를 이용하여 입자를 분쇄하는 Jet-mill을 사용하였음 (Figure 24). Jet-mill은 압축공기로 제트기류를 형성하여 원형의 분쇄실 안에서 입자간의 충돌에 의해 분쇄가 되는 원리를 가지고 있음. Jet-mill은 제트기류에 둘러싸여 분쇄되므로 분쇄도중 발열이 적으며 마이크로 단위의 초미세 분쇄에 적합함.
- 본 실험에서는 초록통쌀의 탈지미강인 GWG-150을 원료로 투입하였으며 Jet-mill 내부의 압력은 7 기압으로 처리되었음. 처리 이후 초미세 입자의 분리를 위한 분급기의 조건은 12,000 rpm으로 조정되었음.
- Jet-mill을 이용해 분쇄된 탈지미강은 가장 미세한 입도를 가지며 GWG-JM으로 명명되었음.



그림. Green fiber 초미세화 공정에 사용된 Jet Mill (CGS 10, NETZSCH, Germany)

(2) Green fiber의 특성분석

○ 입도분석

- 초록통쌀 탈지 미강에 대한 입도분석이 이루어졌음. 분석을 위해 사용된 시료는 탈지 후 연속적인 채 분리를 통해 분리된 GWG-150, GWG-63과 Jet-mill 처리를 통해 초미세화 된 GWG-JM 입.
- 시료의 입도분석은 Laser diffraction을 이용한 입도 측정기(Mastersizer 3000, Malvern Instruments, UK)를 이용하여 측정됨. Mastersizer를 이용한 입도 측정은 습식방법과 건식방법이 있으며 본 실험에서는 건식방법을 이용하여 측정함.

○ 일반 성분분석

- Green fiber 제조에 앞서 초록통쌀 탈지미강과 일반통쌀 탈지미강에 대한 일반 성분 분석이 이루어졌음. 일반성분은 입도의 종류와 상관없을 것으로 판단되어 탈지미강에 대해서만 이루어 졌음.
- 초록통쌀 탈지미강 및 일반통쌀 탈지미강의 일반성분 분석은 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 당류, 포화지방, 트랜스지방, 콜레스테롤, 나트륨, 식이섬유 등 10 종의 항목에 대해 수행되었음.

○ 색도 분석

- 초록통쌀 탈지 미강에 대한 색도 분석이 이루어졌음. 분석을 위해 사용된 시료는 탈지 후 연속적인 채 분리를 통해 분리된 GWG-150, GWG-63 과 Jet-mill 처리를 통해 초미세화 된 GWG-JM 입.
- 초록통쌀 탈지미강의 색도는 색차계 (UltraScan Pro, HunterLab, USA)를 이용하여 측정 하였으며 측정값은 CIE  $L^*$  (lightness),  $a^*$  (redness/greenness), and  $b^*$  (yellowness/blue

ness) 값으로 표시됨. 색도 측정 시 표준색도 판 ( $L^* = 97.49$ ,  $a^* = 0.13$ ,  $b^* = 0.04$ )를 이용하여 기기를 보정한 후 측정하였음.

○ 부피밀도 (Bulk density), 가공밀도 (Tap density) 측정 및 유동성 (Carr index) 계산

- 초록통쌀 탈지 미강에 대한 부피밀도, 가공밀도의 측정이 이루어 졌으며 측정된 값을 이용해 분말의 유동성을 알 수 있는 Carr index 값이 계산되었음. 분석을 위해 사용된 시료는 탈지 후 연속적인 채 분리를 통해 분리된 GWG-150, GWG-63 과 Jet-mill 처리를 통해 초미세화 된 GWG-JM 임.
- 부피밀도 (Bulk density) 란 어떤 용기에 충전하였을 때, 입자 간에 생기는 공극을 포함한 체적을 기준으로 한 밀도를 뜻함. 부피 밀도의 측정은 분말 시료를 미리 무게가 측정된 100 ml 매스실린더에 채운 후 채워진 실린더의 무게를 측정하고 측정된 시료의 무게를 시료의 부피(100ml)로 나누어서 계산함.
- 가공밀도 (Tap density) 란 분말을 일정 부피를 갖는 용기에 넣고, 진동을 가하면서 입자간의 공극이 최소가 되었을 때 측정된 밀도를 뜻 함. 가공밀도의 측정은 일정 무게의 분말 시료를 매스실린더에 투입하고 연속적으로 진동을 가해서 시료의 부피가 더 이상 줄어들지 않는 시점에 부피를 측정하여 계산함.
- 분말의 유동성 (flowability) 이란 분말이 얼마나 수월하게 흐를 수 있는가를 나타내며 아래에 나타난 Carr index 값으로 나타낼 수 있음.

$$\text{Carr Index (\%)} = \frac{\text{Tap density} - \text{Bulk density}}{\text{Tap density}} \times 100$$

- Carr index 가 0-15% 일 경우 분말의 유동성은 우수하며, 15-25% 의 경우 일반적인 유동성, 25-30%는 좋지 않은 유동성, 30% 이상은 매우 좋지 않은 유동성을 뜻함.

○ 수용성지수 (Water solubility), 팽윤력 (Swelling capacity), 지방결합력 (Fat binding capacity) 측정

- 초록통쌀 탈지 미강의 식품 가공적성 확인을 위해 용해도, 팽윤력, 및 지방결합력을 측정하였음.
- 수용성지수 (Water solubility) 는 일정한 온도에서 일정한 양의 물에 녹을 수 있는 용질의 최대의 양을 측정하는 실험으로 다음의 식에 의해 계산됨.

$$\text{WSI (\%)} = \frac{W3 - W2}{W1} \times 100$$

W1 : Sample lg  
 W2 : Pre-weighed aluminum dish  
 W3 : The dried residue

- 팽윤력 (Swelling capacity) 는 일정한 온도에서 일정한 양의 시료가 물을 얼마나 흡수하여 팽창할 수 있는가를 확인하는 실험으로 다음의 식에 의해 계산됨.

$$\text{Swelling} = \frac{\text{Volume occupied by sample}}{\text{Original sample dry weight}}$$

- 지방결합력 (Fat binding capacity) 는 일정한 온도에서 일정한 양의 시료가 지방과 얼마

나 결합할 수 있는지를 확인하는 실험으로 다음의 식에 의해 계산됨.

$$\text{FBC (g/g)} = \frac{\text{Precipitation weight (g)} - \text{Dry weight (g)}}{\text{Dry weight (g)}}$$

- 정량적묘사분석법 (Quantitative descriptive analysis, QDA)에 의한 관능검사
  - 제조된 Green fiber 의 관능적 특징을 확인하기 위해 정량적 묘사분석법을 이용한 관능 시험을 수행함.
  - 관능평가를 위해 중앙대학교 식품공학과 학부 및 대학원생으로 구성된 10명의 평가요원을 선발 하였으며 단맛 (Sweetness), 쓴맛 (Bitterness), 거친 느낌 (Roughness), 입자감 (Particle size) 에 대한 충분한 훈련을 실시하였음. 훈련에 사용된 표준물질과 농도는 아래의 표에 제시함 (Table 6).

**표. 정량적묘사분석 (QDA) 기법을 이용하기 위한 관능 특성의 정의 및 표준물질**

Descriptors	Definition	References
Sweetness	Characteristic taste of the sucrose solution	Weak: 0.1% sucrose in drinking water Strong: 1% sucrose in drinking water
Bitterness	Characteristic bitter taste of the cocoa powder solution	Weak: 0.01% cocoa powder in drinking water Strong: 1% cocoa powder in drinking water
Roughness	Amount of irregularities in the surface of the product	Weak: surface of chocolate (Ghana) Strong: surface of potato chips (Pringles)
Particle size	The mouthfeel of the particles	Small: plain yogurt (Yoplait) Big: perilla seed powder

### 3. Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석

가. 초록통곡 탈지 미강의 green fiber를 이용한 식이섬유 음료 제조

(1) 식이섬유 음료 제조

- 시중에 판매되는 모델 음료와 비슷하게 제조함.
- 설탕, 비타민 C, 잔탄검을 증류수 100mL에 첨가해 기본 음료를 제조함. 시중에서 일반적으로 사용되는 수용성 식이섬유인 폴리덱스트로스라 크기가 다른 초록통곡 탈지 미강을 첨가하여 식이섬유 음료를 제조함 (Table 22).
- 각각 control, fiber beverage-PD, fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM으로 명명함.
- 모든 시료를 유리 보틀에 넣고 균질기 (T18 digital ultra-turrax, IKA, Germany)를 사용하여 10,000 rpm으로 1분 간 균질화 시켜 음료 제조.

표. 식이섬유 음료 제조 formulation

Samples	Water (mL)	Sugar (g)	Vit C (g)	Xanthan gum (g)	Poly dextrose (g)	GWG-150 (g)	GWG-63 (g)	GWG-JM (g)
Control	100	12	1	0.1	-	-	-	-
Fiber beverage-PD	100	12	1	0.1	1.5	-	-	-
Fiber beverage-150	100	12	1	0.1	-	1.5	-	-
Fiber beverage-63	100	12	1	0.1	-	-	1.5	-
Fiber beverage-JM	100	12	1	0.1	-	-	-	1.5

(2) 식이섬유 음료의 가열살균

- 식이섬유 음료는 항온수조 (WB-11, Daihan, Korea)에서 95℃에서 30초 간 열처리 함. 열처리 된 식이섬유 음료는 즉시 얼음에 넣어 냉각시킴.

(3) 식이섬유 음료의 물리적 특성 분석

○ pH, Brix 측정

- pH란 물의 산성이나 알칼리성의 정도를 나타내는 수치를 뜻함.
- Brix란 100g의 물에 녹아 있는 설탕의 g수를 뜻함.
- 식이섬유 음료의 pH 값은 pH Meter (Seven East, Mettler Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정함. pH 4, 7, 10 용액으로 칼리브레이션 후 측정함.
- 식이섬유 음료의 Brix는 refractometer (ATAGO, Japan)를 사용하여 측정함. 증류수로 칼리브레이션 후 측정함.

○ Browning index 측정

- Browning index란 시료의 갈색도를 뜻함.
- 식이섬유 음료의 browning index 값은 샘플 10mL을 원심 분리 (3,000 rpm, 10분) 하고 UV-vis (Spectramax 190, Molecular Device, U.S.A.)를 사용하여 420nm에서 흡광도로 측정함.

○ Turbidity 측정

- Turbidity란 혼탁도로써 입자를 포함하는 액체를 빛에 쬐일 때, 산란되는 빛의 세기 또는 산란광의 세기와 입사광의 세기의 비를 뜻함.
- 식이섬유 음료의 turbidity는 샘플을 원심 분리 (1,200 x g, 30분) 하고 UV-vis (Spectramax 190, Molecular Device, U.S.A.)를 사용하여 660nm에서 흡광도로 측정함.

○ Viscosity 측정

- Viscosity란 유체의 흐름에 대한 저항을 뜻함.
- 식이섬유 음료의 viscosity는 점도계 (SV-10, A & D company, Japan)를 사용하여 측정함. 샘플 45mL을 큐벳에 넣고 진동 점도계를 이용하여 측정함. 모든 샘플은 실온에서 측정하였고 증류수로 calibration 후 측정함.

○ 색도 측정

- 식이섬유 음료의 색도는  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값을 사용하여 색차계 (Ultrascan pro, Hunter Lab, U.S.A.)로 측정함. 샘플을 큐벳에 넣고 증류수 및 블랙 보드로 calibration 후 측정함 ( $L^* = 99.98$ ,  $a^* = 0.23$ ,  $b^* = -0.07$ ). 음료간의 색차는  $\Delta E$ 로 표현함.  $\Delta E$  값은 다음의 식을 사용하여 계산함.

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

○ 현탁안정성 측정

- 식이섬유 음료의 현탁안정성은 dispersion analyzer (LUMiSizer, LUM GmbH, Germany)를 사용하여 측정함. Dispersion analyzer는 일정 시간마다 빛을 쏘아 빛의 투과도를 이용하여 분산성을 측정하는 원리임 (Figure. 42). 샘플 2mL을 큐벳에 넣고 200 rpm의 원심력을 가해주며 130분 동안 10초마다 측정해 모든 측정값을 겹쳐서 그래프를 그렸음. 빨간색이 최초 그래프이고 점점 초록색으로 변함.

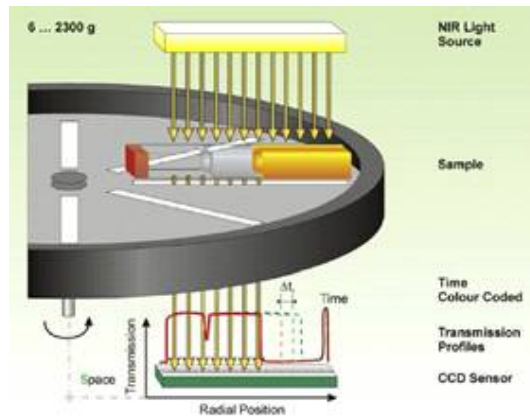


그림. LUMiSizer의 모식도 (after LUM GmbH)

나. Green fiber가 적용된 기능성 젤리의 특성분석

(1) 초록통곡 탈지 미강의 green fiber를 이용한 식이섬유 젤리 제조

○ 식이섬유 젤리 제조

- 시중에 판매되는 젤리와 비슷하게 제조함.
- 설탕, 올리고당, 젤라틴, 펙틴을 증류수 100mL에 첨가해 기본 젤리를 제조함. 시중에서 일반적으로 사용되는 수용성 식이섬유인 폴리덱스트로스과 크기가 다른 초록통곡 탈지 미강을 첨가하여 식이섬유 젤리를 제조함 (Table ).
- 각각 control, fiber jelly-PD, fiber jelly-150, fiber jelly-63, fiber jelly-JM으로 명명함.

표. 식이섬유 젤리 제조 formulation

Samples	Water (mL)	Sugar (g)	Gelatin (g)	pectin (g)	Oligosaccharide (g)	Polydextrose (g)	GWG-150 (g)	GWG-63 (g)	GWG-JM (g)
Control	100	5	8	2	15	-	-	-	-
Fiber jelly-PD	100	5	8	2	15	1.5	-	-	-
Fiber jelly-150	100	5	8	2	15	-	1.5	-	-
Fiber jelly-63	100	5	8	2	15	-	-	1.5	-
Fiber jelly-JM	100	5	8	2	15	-	-	-	1.5

(2) 식이섬유 젤리의 특성 분석

○ Moisture content 측정

- Moisture content란 시료의 수분함량을 뜻함.
- 식이섬유 젤리의 수분함량을 측정하기 위해 105°C에서 상압 건조시켜 그 감소되는 양을 수분량으로 하는 상압가열건조법을 사용함.
- 미리 가열하여 항량한 칭량접시에 시료 1g을 정밀히 달아, 드라이오븐 105°C에서 3~5 시간 건조한 후 데시케이터에서 약 20분간 식히고 무게를 항량이 될 때 까지 건조시킨 후 측정함.

○ Brix 측정

- 3-2, 나, (3) 방법과 동일함.

○ pH 측정

- 식이섬유 젤리의 pH는 샘플 10g에 90mL 증류수를 넣어 균질기(T18 digital ultra-turrax, IKA, Germany)를 사용하여 12,000 rpm으로 1분 간 균질화 시킨 후, 상등액을 pH Meter (Seven East, Mettler Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정함.

○ Turbidity 측정

- 식이섬유 젤리의 turbidity는 샘플 10g에 90mL 증류수를 넣어 균질기(T18 digital ultra-turrax, IKA, Germany)를 사용하여 12,000 rpm으로 1분 간 균질화 시킨 후, 상등액을 UV-vis (Spectramax 190, Molecular Device, U.S.A.)를 사용하여 550nm에서 흡광도로 측정함.

○ 색도 측정

- 식이섬유 젤리의 색도는  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값을 사용하여 색차계 (Ultrascan pro, Hunter Lab, U.S.A.)로 측정함. 샘플은 블랙 보드로 calibration 후 측정함 ( $L^* = 97.49$ ,  $a^* = -0.22$ ,  $b^* = 0.04$ ). 젤리 시료간의 색차는  $\Delta E$ 로 표현함.  $\Delta E$  값은 다음의 식을 사용하여 계산함.



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

○ 물성 측정

- 시료들 간의 물성 변이는 texture analyzer(TA-XT2i)을 이용하여 아래와 같은 조건에 측정, 비교하였음.

표. Texture analyzer 측정 조건

Test type	TPA
Measuring type	Two bite compression
Pre-test speed	2 (mm/s)
Test speed	1 (mm/s)
Post-test speed	2 (mm/s)
Distance	10.0 (mm)
Probe force	3.0 (g)

- 젤리시료 간 물성 비교는 경도(Hardness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)을 비교하였음.

○ 식이섬유 젤리의 관능평가

- Green fiber를 첨가한 젤리의 관능적 특징을 확인하기 위해 관능평가를 수행함.
- 관능적 특성 분석을 위해 중앙대학교 식품공학과 대학원생으로 구성된 20명의 평가요원을 선발 하였으며 외관 (Appearance), 단맛 (sweetness), 입자감 (Particle size), 전체적인 기호도 (Overall acceptability) 에 대한 충분한 설명 및 훈련을 실시하였음.
- 모든 시료는 임의의 3자리 숫자로 번호를 매겼고, 9점 만점(1: 매우 싫음, 5: 보통, 9: 매우 좋음)으로 젤리에 대한 선호도를 평가하였음.

## 2-3. 초록통곡물 물성조절 기술 개발 및 제품화

### 1. 초록통곡 잡곡밥 개발을 위한 초록통쌀 품종 선발

(1) 초록통쌀의 수분함량 측정

- 초록통쌀 삼광, 추청, 조평 3가지 품종의 수분함량을 측정하기 위해 105℃에서 상압건조시켜 그 감소되는 양을 수분량으로 하는 상압가열건조법을 사용함
- 미리 가열하여 향량으로 한 칭량접시에 검체 3~5g을 정밀히 달아, 뚜껑을 약간 열어 놓고 건조기에 넣어 3~5시간 건조한 후 데시케이터 중에서 약 30분간 식히고 무게를 향량이 될 때까지 건조시킨 후 측정함.

$$\text{수분(\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100$$

- a: 칭량접시의 무게(g)
- b: 칭량접시와 검체의 무게(g)
- c: 건조 후 함량이 되었을 때의 무게(g)

(2) 초록통곡의 최적 취사조건 선정

- 초록통곡 200g을 증류수에 흐르는 물에 3회 Washing을 한 후 1, 2, 4, 8시간 및 보온(70℃)1시간 동안 물에 침지시켜 침지시간에 따른 흡습량을 측정함.
- 세척한 초록통쌀에 2, 3, 4배의 물을 가하여 1시간 침지 시킨 후 취반하여 Texture analyzer를 이용하여 물성을 측정함.
- 선정된 가수비율로 물을 가한 후 1, 2, 4, 8, 보온 1시간의 5가지 침지시간에 따른 경도 차이를 Texture analyzer를 이용하여 측정함.

(3) 초록통쌀의 경도측정

- 조건에 따라 전기밥솥(CRP-HNXT1020FB, Cuckoo, Korea)을 사용하여 취반하여 냉각(18℃, 1시간) 시킨 다음 20℃ 1시간 방치 후 17g을 steel dish(지름 40mm, 높이 15mm)에 담아 20mm steel stainless steel plunger를 이용하여 TA를 이용하여 경도, 응집성, 점착성을 측정함.
- TA 측정방법은 Universal Design Food의 실험방법을 따랐으며, 실온에서 2번의 교합분석을 통하여 측정하였음. 측정조건은 Test Speed 10mm/s, distance 70%로 설정한 후 결과는 10개의 시료를 측정하여 최대값과 최소값을 뺀 8개의 결과값의 평균으로 나타내었음.



그림 . Texture analyzer



그림 . IH 쿠쿠밥솥 (HNXT1020FB)

2. 최적의 초록통곡 물성(경도) 조절 가공기술조건 확립 및 물성분석

(1) 초록통곡의 최적 취사조건 선정 및 효소처리

- 초록통곡에 6가지 효소를 활성온도(70℃)에서 1시간 동안 침지시킨 후 Texture analyzer를 통하여 물성을 측정함.

○ 선정된 효소는 농도(0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7%)에 따른 물성(경도, 응집성, 점착성)의 변화를 측정하였음.

(2) 효소 처리한 초록통쌀의 경도 측정

○ 흐르는 물에 깨끗이 3회 Washing을 한 후 70°C에서 각 6종의 효소액에 1시간동안 침지시킨 후 취반하여 경도를 분석하였음.

(3) 효소 처리한 초록통쌀의 전자현미경 분석

○ 취반한 밥을 -70°C, 3일간 급속냉동 시킨 후 동결건조기를 통해 건조시킨 후 건조된 시료를 곱게 간 뒤 주사전자현미경(SEM)을 통하여 분석하였음.

(4) 보리 품종별 경도측정

○ 보리의 물리적 특성과 가공기술 탐색을 위해서 시중에 유통되고 있는 쌀보리, 겉보리, 찰보리 3가지 시료의 가수비율, 침지시간, 최적효소, 최적효소의 최적농도를 물성변화를 측정 후 초록통보리에 적용하였음.

(5) 초록통쌀 잡곡밥 개발

○ 백미와 현미에 초록통쌀과 초록통보리를 10 ~ 50%까지 각각 혼합하여 혼합비율에 따른 물성변화를 확인하였고, 효소농도와 혼합비율에 따른 잡곡밥의 물성변화에 대해서 측정하였음.

3. 경도 조절된 초록 통곡을 이용한 잡곡밥 시제품 개발 및 적합성 평가

(1) 초록통곡 잡곡밥의 영양분석

○ 경도연화 백미-초록통쌀 잡곡밥(mix 30%), 효소처리 백미-초록통보리 잡곡밥(mix 30%)의 열량, 탄수화물, 단백질, 지방과 당류, 포화지방, 트랜스지방, 콜레스테롤, 나트륨, 수분, 회분, 식이섬유, 베타카로틴 총 9가지 영양성분을 SGS코리아에 분석 의뢰하였음.

(2) 초록통곡 잡곡밥의 관능검사

○ 개발한 경도연화 초록통곡 잡곡밥의 적합성을 평가하고자 중앙대학교 병원과 연계되어 있는 노인정에 방문하여 65세 이상 노인분 30명에게 외관, 맛, 향, 씹힘성, 삼킴성, 종합적인 선호도 총 6가지 항목으로 관능평가를 시행하였음.

관능평가지

1. 평가일자:	2. 성별: 남/ 여	3. 연령:
----------	-------------	--------

주어진 시료를 시식하면서 각 시료의 외관, 냄새, 맛, 묵넘김, 씹힘성, 기호도를 1에서 9점의 점수로 기재해 주십시오.

A.

수준	점수	외관	향	맛	묵넘김	씹힘성	종합적인 기호도
아주 좋음	9						
좋음	7						
보통	5						
나쁨	3						
아주 나쁨	1						

B.

수준	점수	외관	향	맛	묵넘김	씹힘성	종합적인 기호도
아주 좋음	9						
좋음	7						
보통	5						
나쁨	3						
아주 나쁨	1						

C.

수준	점수	외관	향	맛	묵넘김	씹힘성	종합적인 기호도
아주 좋음	9						
좋음	7						
보통	5						
나쁨	3						
아주 나쁨	1						

D.

수준	점수	외관	향	맛	묵넘김	씹힘성	종합적인 기호도
아주 좋음	9						
좋음	7						
보통	5						
나쁨	3						
아주 나쁨	1						

figure. 관능평가지

4. 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공

(1) 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공

- 라이스팝 기계(SYP 8501, 신영메카닉스)를 사용하여 백미, 초록통쌀 혼합 10%, 초록통쌀 혼합 20%, 초록통쌀 혼합 30%, 초록통쌀 라이스칩을 제작하였음. Texture analyzer를 이용하여 혼합비율에 따른 경도변화를 측정하였음.

표. Texture analyzer 측정 조건

Parameters	Conditions
Probe	Blade
Pre-test speed	2.00 mm/sec
Test Speed	1.00 mm/sec
Post-Test Speed	10.00 mm/sec
Distance	5.000 mm



그림. 라이스팝 설비

(2) 초록통쌀 라이스칩의 향 분석

- 초록통쌀 라이스칩의 향 분석은 Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)와 Solid phase microextraction(SPME)를 사용하여 분석하였음. 막자사발을 이용하여 샘플을 잘게 부순 후 1.8g을 정량하여 넣고 헤드스페이스 유리병을 40℃ 조건에서 30분간 평형상태를 만든 후, 유리병에 SPME fiber needle을 넣고 30분 동안 휘발성 향기성분을 흡착시키고 GC-MS 주입구에 1분간 탈착하여 분석하였음.
- SPME를 통해 얻은 향기성분은 GC-MS로 분석하였으며 실험에 사용한 column은 DB-wax (60m x 0.25mm, 0.25µm film thickness)를 사용하였음. 오븐 온도는 40℃에서 5분간 유지한 후, 200℃까지 5℃/min의 속도로 상승시킨 후 20분간 유지하였음. 주입구의 온도는 200℃로 설정하였고 splitless mode에서 분석하였음. 분리된 peak 성분은 질량스펙트럼과 비교하여 동정하였음.



그림. Solid phase microextraction (SPME)

(3) 초록통쌀 라이스칩의 당 분석

- Ion chromatography (IC)를 사용하여 초록통쌀 라이스칩의 당 분석을 하였으며 라이스칩 1g을 D.W 10ml와 20분동안 교반하였음. 4°C에서 10분 동안 12,000rpm으로 원심분리 후 D.W와 1:3의 비율로 희석하여 0.45µm 필터기에 여과하여 IC 분석을 진행하였음. column 은 Dionex CarboPac™ PA-1 column (250 mm × 4 mm), Dionex CarboPac™ PA-1 guard column을 사용하였으며, 이동상 용매는 150mM NaOH와 150mM NaOH + 200mM NaOAc를 사용하였음. 총 분석시간은 50분이었으며, 30분까지 150mM NaOH로, 40분 부터 150mM NaOH + 200mM NaOAc gradient를 두고 분석하였음. 유속은 1.0 ml/min이었으며, injection volume은 10µl/min으로 분석하였음.

표. IC 처리 조건

A- 150mM NaOH

B- 150mM NaOH + 200mM NaOAc

시간	A(%)	B(%)
0.0	100	0
30.0	100	0
40.0	0	100
41.0	100	0
50.0	100	0

(4) 초록통쌀 라이스칩의 관능평가

- 대학원생을 대상으로 총 5가지 시료의 향, 맛, 식감, 외관, 종합적인 선호도 총 5가지 항목으로 관능평가를 시행하였음.
- 대학원생을 대상으로 한 결과를 바탕으로 65세 이상의 노인 분들을 대상으로 총 3가지 시료의 외관, 맛, 씹힘성, 삼킴성, 종합적인 선호도 총 5가지 항목으로 관능평가를 시행하

였음.

- 1차년 개발 제품인 초록 통죽 판매에 있어 냉장유통을 함에도 유통기한내에 변질이 되는 문제가 발생함. 이에 따라 주관기관과 협의하여 유통기한 연장을 위한 살균조건 확립을 위한 실험을 진행하였음.

## 5. 초록통죽의 제품화 사업 유통기한 실험

### (1) 초록통죽 원료의 소독 및 제품 열처리

- 살균 후 깨어나는 포자균을 제어하기 위하여 초록통죽을 조리 및 포장 후 일정시간동안 냉각하여 포자균을 깨운 후 살균하는 과정을 거쳐 최종제품의 미생물수를 제어하여 유통기한을 늘리고자 하였음.
- 최종제품은 5℃와 15℃에서 보관하며, 4주 동안 미생물(TAB, Colifrom, *Bacillus* spp.)을 분석하였음.

표. 초록통죽 처리 조건

샘플	소독 조건	cooling 조건	살균 조건
원료, 소고기죽, 백합죽	-	5℃ 2, 4, 24시간	80℃, 30분
원료, 소고기죽, 백합죽	-	5℃, 4시간	
원료, 소고기죽, 바지락죽	-	5℃, 2시간 실온, 1시간	
원료, 소고기죽, 바지락죽, 새우죽, 닭죽	-	5℃, 4시간	85℃, 35분
원료, 소고기죽	20% EtOH + 10% NaCl 소독수에 10분간 침지	5℃, 24시간	
원료, 소고기죽	30% EtOH 소독수에 24시간 침지	5℃, 24시간	

### (2) 미생물 실험

- 일반세균 측정은 식품공전의 건조필름법을 이용하였으며 제조법에 따른 시험용액 1 mL와 각 10배 단계 희석액 1 mL를 세균수 건조필름 배지(배지 53 또는 69)에 각 2매 이상씩 접종한 후 잘 흡수시키고 35±1℃에서 48±2시간 배양한 후 생성된 붉은 집락수를 계산하고 그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 일반세균수로 하였음.
- 대장균군은 제조법에 따른 시험용액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL를 2매 이상씩 대장균 건조필름배지 I(배지 55) 또는 대장균 건조필름배지 II(배지 71)에 접종한 후, 35±1℃에서 24~48시간 배양한다. 대장균 건조필름배지 I에서는 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계산하고, 대장균 건조필름배지 II에서는 남색 및 보라색의 집락수를 계산하여

그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 대장균 수를 산출하였음.

- 바실러스는 정량실험을 진행하였으며 검체 25 g 또는 25 mL를 취한 후, 225 mL의 희석액을 가하여 2분간 고속으로 균질화하여 시험용액으로 하였음. 희석액을 사용하여 10배 단계 희석액을 만든 후, MYP 한천평판배지 (배지 46)에 단계별 희석용액 0.2 mL씩 5장을 도말하여 총 접종액이 1 mL이 되게 한 후 30°C에서 24±2시간 배양한 후 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였음. 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지(배지 8)에 접종하고 30°C에서 18~24 배양한 후 확인시험을 실시하였음. 균수계산은 확인 동정된 균수에 희석배수를 곱하여 계산하였음.



### 제 3 절 연구결과

#### 3-1. 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발

##### 1. 초록통곡물을 이용한 고부가가치식품 3종 개발

가. 죽

(1) 곡물의 혼합비율, 불림시간, 가열온도, 분쇄 등 조리방법을 달리한 죽의 식감과 맛 등을 비교 분석

표. 초록통쌀과 백미의 혼합비율

초록통쌀과 유기농백미의 혼합비율			
100	7:3	5:5	3:7
퍼짐 적고 식감이 거침 조리시간이 김	퍼짐 적고 식감이 거침 조리시간이 김	퍼짐과 식감, 맛 그리고 조리시간이 적절함	초록통쌀 죽 고유의 풍미가 부족함

- 유기농 초록통쌀과 백미의 혼합비율은 50:50 비율이 맛과 식감과 제조비용 원가를 고려할 때 가장 적절한 비율로 판단하였음.
- 불림시간은 초록통쌀은 2시간, 백미는 한 시간을 불리는 것이 죽의 식감을 높이는데 가장 적합한 불림시간으로 판단하였음.
- 가열온도는 우선 초록통쌀을 초기 고온에서 가열한 후(20분정도) 초록통쌀이 어느 정도 익은 후 불린 백미를 넣고 조리함. 백미를 넣은 후에는 중간불로 낮춰 조리함. 식감과 맛이 우수함.
- 초록통쌀은 쉽게 퍼지지 않으므로 2시간 정도 불린 후 분쇄기로 거칠게 분쇄한 후 조리함.

표 [첨죽] 제품 리스트

번호	구분	브랜드	제품명
1	첨죽 성인용	초록눈	소고기야채죽
2			새우들깨죽
3			닭녹두죽
4			바지락미역죽
5			백합죽
6			전복죽
7			삼계녹두죽
8			강화한방장어죽
9			단호박죽
10			단팥죽
11			속노랑고구마죽
12			백합취나물죽

번호	구분	브랜드	제품명
13	섬죽 키즈		낙지죽
14			문어죽
15			쭈구미죽
16			인삼타락жат죽
17			소고기야채죽
18			새우들깨죽
19			닭녹두죽
20			바지락미역죽
21			전복죽
22			삼계녹두죽
23			단호박죽
24			속노랑고구마죽

[섬죽] 제품 사진



[섬죽] 초록눈 : 새우들깨죽, 바지락미역죽, 닭녹두죽, 소고기야채죽



[섬죽] 초록눈 : 전복죽 , 삼계녹두죽



[섬죽] 초록눈 : 단호박죽, 강화속노랑고구마죽, 단팥죽

그림. 초록통쌀 분쇄사진, 죽 제조사진, 죽제품사진

- 초록통쌀 죽의 영양균형 모델을 개발하기 위해 초록통쌀과 백미(50:50)을 사용해 요리한 죽과 백합과 야채 등 부재료를 첨가하여 조리한 죽을 영양분석을 통해 비교분석한 결과는 다음과 같음.



**시험성적서** 번호 F690101/LF-CTSAYFN16-31542      발행일: 2016. 10. 24      페이지 : 1 / 1

고객명 : 농업회사법인(주) 강화드림 식품가공공장  
주소 : 인천광역시 강화군 불은면 불은남로224번길 55

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.  
SGS 파일 번호 : AYFN16-31542  
제품명 : 불은도백합죽  
시험기간 : 2016. 10. 14 ~ 2016. 10. 24  
시험성적서의 용도 : 참고용  
시험결과

시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과
열량	kcal/100g	식품공전	-	53.2
탄수화물	g/100g	식품공전	-	9.89
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	1.97
지방	g/100g	식품공전	-	0.642
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	0.1	불검출
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	0.01	0.172
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	0.01	불검출
클레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	불검출
니트롬	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	127

주) (1) 불검출 = 정량한계 이하  
(2) g/100g = %(w/w)  
(3) - = No Regulation  
(4) \*\* = 단위없음

\*\*\* 끝 \*\*\*

한국에스지에스(주)  
*Stephen Min*  
민지홍 / 팀장

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/iv/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at [http://www.sgs.com/terms\\_e-document.htm](http://www.sgs.com/terms_e-document.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s).



**시험성적서** 번호 F690101/LF-CTSAYFN16-31552      발행일: 2016. 10. 25      페이지 : 1 / 1

고객명 : 농업회사법인(주) 강화드림 식품가공공장  
주소 : 인천광역시 강화군 불은면 불은남로224번길 55

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.  
SGS 파일 번호 : AYFN16-31552  
제품명 : 초록통쌀죽  
시험기간 : 2016. 10. 17 ~ 2016. 10. 25  
시험성적서의 용도 : 참고용  
시험결과

시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과
열량	kcal/100g	식품공전	-	64.9
탄수화물	g/100g	식품공전	-	14.2
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	1.06
지방	g/100g	식품공전	-	0.432
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	0.1	불검출
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	0.01	0.120
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	0.01	불검출
클레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	불검출
니트롬	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	94.1

주) (1) 불검출 = 정량한계 이하  
(2) g/100g = %(w/w)  
(3) - = No Regulation  
(4) \*\* = 단위없음

\*\*\* 끝 \*\*\*

한국에스지에스(주)  
*Stephen Min*  
민지홍 / 팀장

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/iv/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at [http://www.sgs.com/terms\\_e-document.htm](http://www.sgs.com/terms_e-document.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s).

그림. 영양성분 분석 시험성적서

표. 영양분석결과

시험항목	단위	일반죽	부재료 첨가죽	비고
열량	kcal/100g	64.9	53.2	

시험항목	단위	일반죽	부재료 첨가죽	비고
탄수화물	g/100g	14.2	9.89	
단백질	g/100g	1.06	1.97	
지방	g/100g	0.432	0.642	
당류	g/100g	불검출	불검출	
포화지방	g/100g	0.120	0.172	
트랜스지방	g/100g	불검출	불검출	
콜레스테롤	mg/100g	불검출	불검출	
나트륨	mg/100g	94.1	127	

- 표를 보면 백합과부재료를 첨가한 죽이 열량이 낮고 단백질과 지방함량이 높아 영양상 균형 있는 식품으로 맛과 식감도 우수한 것으로 확인되었음. 따라서 부재료를 첨가한 백합죽 또는 소고기야채죽 등을 제품화하기로 하였음.
- 소비자 선호도 조사를 위해 2016년 10월8일 인천 송도 센트럴 파크에서 진행된 인천 로컬 푸드 한마당 행사에 참여하여 죽 시식회를 진행하였음.

**표. 선호도조사표**

	죽 종류			비고
	백합죽	소고기야채죽	들깨새우죽	
선호도(인원수)	67	41	17	

- 선호도 조사결과 백합죽리 소비자 선호도 조사에서 가장 많은 선택을 받았으며, 그다음 소고기야채죽으로 선호도 순위가 결정됨, 따라서 2016년도 초기 제품화는 백합죽과 소고기야채죽등 1종을 원료 수급 등을 고려하여 제품화하기로 결정하였음.

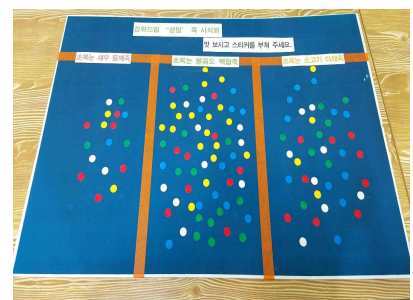
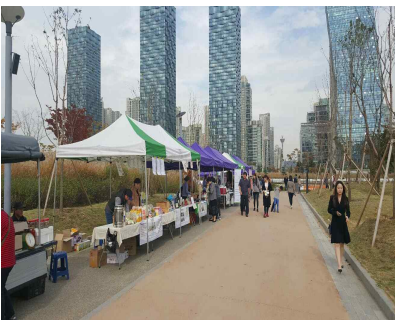


그림. 로컬 푸드 한마당, 죽 시식, 선호도조사 판넬

나. 잠곡밥

(1) 초록통곡물의 침지시간 변화에 따른 잠곡밥 식감분석

- 초록통쌀과 초록통보리, 백미, 찰쌀 혼합잠곡밥의 시제품 개발 시행 초록통쌀과 초록통보리의 침지시간 변화에 따른 잠곡밥의 식감분석

(2) 초록통쌀과 초록통보리의 혼합비율에 따른 잡곡밥의 식감분석

- 초록통곡물 잡곡밥 시제품 개발을 위해 유기농 백미, 찰쌀, 초록통쌀, 초록통보리의 4가지를 혼합하여 잡곡밥을 만들어 식감 등을 분석하였음.

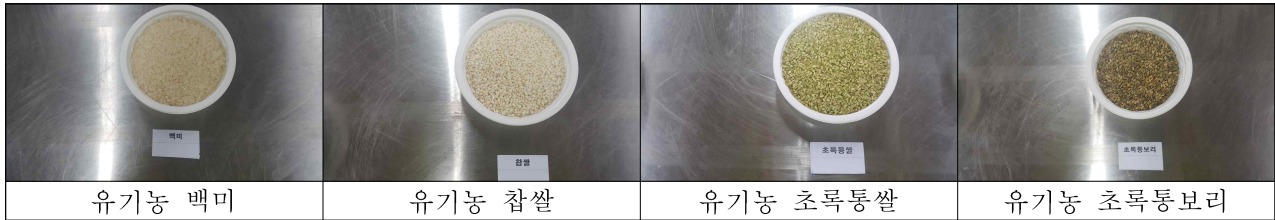


그림. 초록통곡물 잡곡밥 혼합 곡물사진

- 초록통쌀의 침지 시간에 따른 잡곡밥의 성상과 식감 분석에 따르면 초록통쌀은 120분 침지가 가장 적당한 것으로 판단됨(Figure 2).



그림. 초록통쌀 침지시간 분석사진

- 초록통보리 침지 시간 분석에 따르면 초록통보리는 30분 침지가 가장 잡곡밥의 형상과 식감이 우수한 것으로 판단됨.(Figure 3)

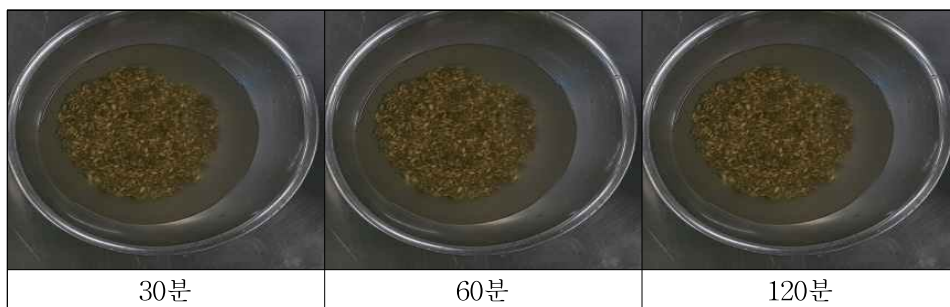


그림. 초록통보리 침지 시간 분석 사진

- 유기농백미와 유기농 찰쌀은 침지하지 않고 바로 세척 후 바로 혼합하여 침지한 초록통쌀과 초록통보리와 혼합하여 취사하는 것이 가장 좋음.(Figure 4)



그림. 초록통보리 침지시간 분석 사진

- 유기농백미와 찹쌀의 혼합비율은 백미 80%, 찹쌀 20%로 고정하고 유기농 백미와 찹쌀의 혼합미와 초록통쌀과 초록통보리의 혼합비율을 50% : 50%로 하여 혼합하고 유기농 백미 찹쌀 혼합곡과 초록통쌀 초록통보리 혼합곡의 비율을 각각 20%, 30%, 40%, 50%로 하려 잡곡밥을 취사하여 모양, 색감 식감 등을 분석하였음.
- 그리고 각 곡물의 침지 시간은 1차 침지 시간 분석에 따라 가장 적절한 침지시간으로 판단 된 초록통쌀은 120분 침지, 초록통보리는 30분 침지하고 백미와 찹쌀은 바로 세척 후 혼합하여 취사하여 분석하였음.



그림 통록통곡물 20% 사진

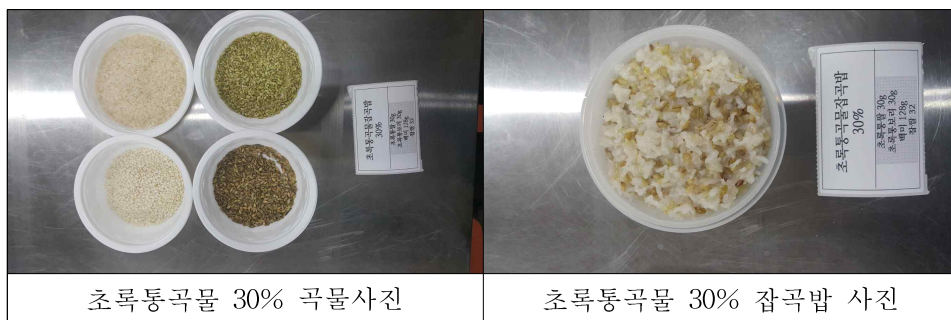


그림. 초록통곡물 30% 사진



그림. 초록통곡물 40% 사진



그림. 초록통곡물 50%사진

- 초록통곡물과 백미 찹쌀의 혼합 비율을 달리하여 취사하여 밥의 색감, 형상을 분석하고 식감을 분석해본 결과 유기농백미 8: 찹쌀 2로 한 혼합곡에 초록통곡물 (초록통쌀 1; 초록통보리1)로 한 혼합곡을 40%로 혼합하여 취사한 잡곡밥이 색감이나 형상 식감에서 가장 우수 한 것으로 판단됨.(Figure 9)

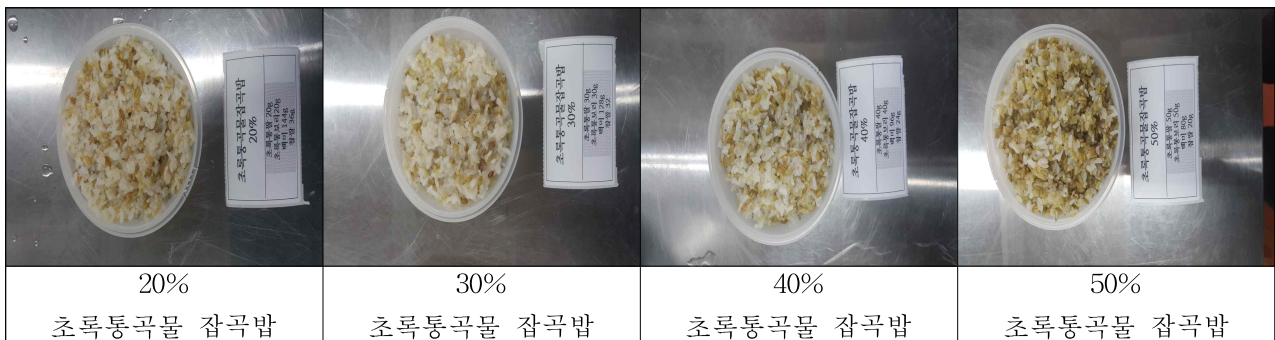


그림. 초록통곡물 혼합 비율에 따른 잡곡밥 비교사진

- 침지시간은 초록통쌀은 120분 침지, 초록통보리는 30분 침지 유기농 백미와 찹쌀은 세척 후 바로 취사하고 백미 혼합곡과 초록 통곡물의 혼합 비율은 40%로 하여 사진 9 취사기를 이용하여 시제품(Figure 11)을 생산하였음.



취사기 사진

그림10. 취사기 사진



그림11. 시제품 사진

- 초록통곡물과 초록통곡물을 이용한 죽, 밥 홍보를 위해 2017년 10월26일부터 11월 5일 까지 진행된 나주 국제농업박람회 참석하였음.



그림. 나주 국제농업 박람회 참석 사진



- 초록통곡물과 초록통곡물을 이용한 죽, 밥 홍보를 위해 2018년 08월04일부터 08월 05일 까지 진행된 강화갯벌&저어새축제에 참석하였음.



그림. 강화갯벌&저어새축제 참석 사진

- 초록통곡물과 초록통곡물을 이용한 죽,밥 홍보를 위해 2018년 10월11일 인천 계양구어린이급식지원센터에서 홍보 강의 발표를 함 .



그림. 인천 계양구어린이급식지원센터에서 홍보 강의

다. 식음료

- 유기농 초록통쌀을 이용한 막걸리 제조평가
  - 4개의 실험군 100% 초록통쌀과 100% 찹쌀백미, 50% 초록통쌀과 20% 초록통쌀을 찹쌀백미와 혼합하여 막걸리를 제조해본 결과 100% 초록통쌀은 막걸리 발효가 제대로 진행되지 않음. 이는 초록통쌀의 탄력이 있는 표면층이 효소의 침투를 방해하고, 특히 누룩이나 밑술과 혼합할 때도 100% 찹쌀백미에 비해 쌀이 으깨져 혼합되는 것이 제대로 되지 않는 것이 확인되었음.

- 초록통쌀에는 효모의 먹이가 되는 전분량이 찹쌀 백미에 비해 적어 막걸리 발효가 제대로 진행되지 않는 것으로 판단됨.
- 50%초록통쌀을 사용한 막걸리도 100% 초록통쌀에 비해서는 상대적으로 발효가 잘되는 편이나 막걸리 품질에 있어서는 매우 부족한 결과를 나타냄.



**그림. 초록통쌀 막걸리**

**라. 볶음가루**

**(1) 유기농 초록통쌀 중량 감소량**

- 150℃ : 원료8kg투입 볶음 7kg (40분소요) 13.5% 감소
- 180℃ : 원료10kg투입 볶음 8.5kg (40분소요) 15% 감소
- 200℃ : 원료10kg투입 볶음 7.5kg (40분소요) 25% 감소
- 위실험결과를 통해 볼 때 볶는 온도는 180℃로 40분간 볶는 것이 제품화의 적정온도와 시간으로 결정 하였으며, 제분 시 추가로 10%의 중량감소가 발생하였음.

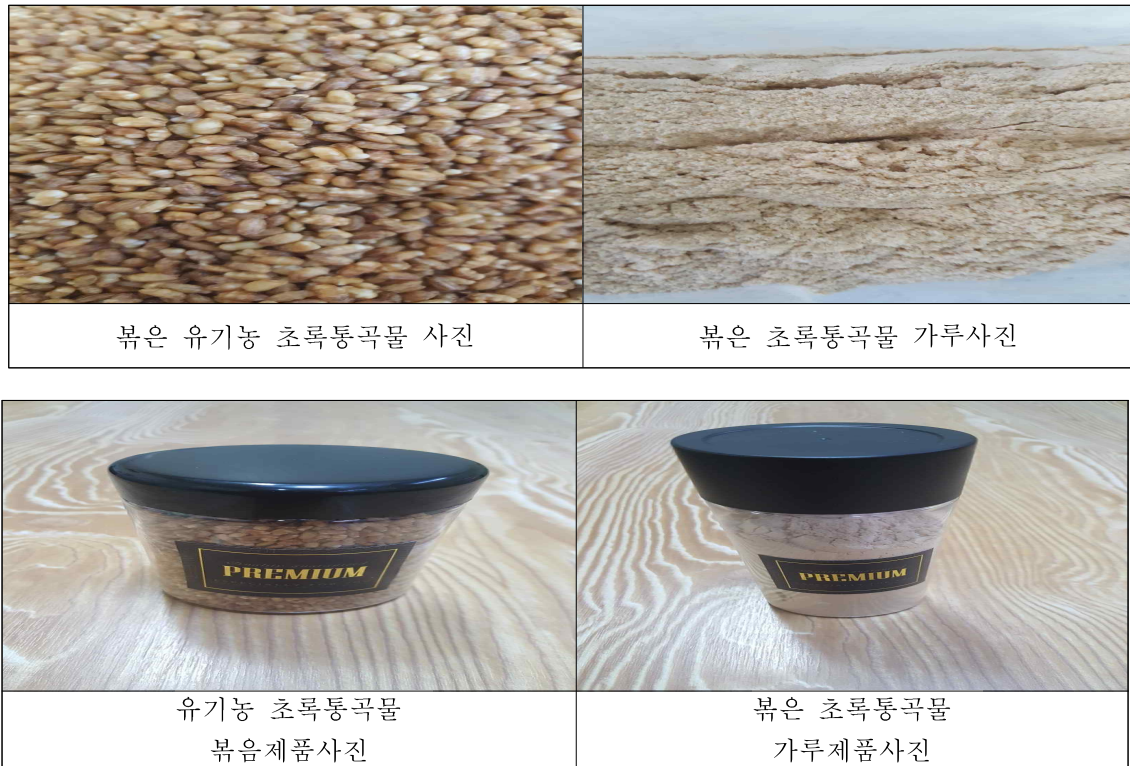
**(2) 색 변화**

- 150℃ (40분) : 색이연함
- 180℃ (40분) : 색이중간
- 200℃ (40분) : 색이 짙음



그림. 볶음가루 제조과정

(3) 완성제품



## 2. 초록통쌀, 초록통보리 영양성분 분석

### 가. 초록통쌀 영양성분분석

- 녹색 엽록소(클로로필)는 자연 그대로 있는 상태에서 수확하여 알알이 영양은 그대로 다양한 영양소와 함께 특히나 제7의 영양소 식이섬유가 풍부하여 소화가 잘 되는 곡물이며 클로로스(녹색) + 필론(잎)에서 유래되었고, 엽록소에는 각종효소와 무기질이 들어있어 체내의 각종 신진대사가 원활하게 이루어지도록 도움을 주는 물질임.



그림. 초록통곡물의 구조

- 면역성을 길러주는 엽록소 : 클로로필 안에는 비타민의 모든 종류, 무기질, 단백질, 섬유질 등으로 복잡한 구조로 여러 성분들이 들어 있어 식물이 자라는 데 중요한 역할을 함.
- 자생능력 : 자신의 성장점을 극대화하여 성장하고 여러 가지 해로운 물질(곰팡이, 세균, 바이러스, 해충)들을 방어하게 하여 최상의 컨디션을 유지시켜 주는 데 바로 우리가 자주 듣는 면역기능이 강화됨.
- 전화의 결정체인 초록식물(초록통곡물)은 초록상태에의 겉껍질(왕겨)만 벗겨냈기 때문에 영양 손실을 최소화 시킨 통곡물.
- 통곡물의 껍질에 있는 좋은 탄수화물인 복합당, 즉 식이섬유가 포함되어 있어서 우리 몸에 이로우며, 흰쌀밥 위주의 주식은 겉껍질을 벗겨낸 백미를 말하는데 백미는 나쁜 탄수화물인 단순당으로 구성되어 있어서 통곡물과 섞어 먹어야지 좋은 탄수화물을 섭취 할 수 있음.

표. Green whole grain 영양분석 (시험성적:중부대학교 생명과학연구센터 %/100g)

영양소	현미	녹색통현미	보리	녹색통보리	녹색통밀	green whole grain의 효능
단백질	7.2	8.52	9.13	14.07	14.21	기초체력, 체조직구성 일반보리보다 54%증가
지질(지방)	2.5	3.2	0.99	1.57	2.03	성인병 예방 일반보리보다 59%증가
당질(당분)	76.8	59.4	2.09	8.25	3.51	인체 요구량 충분 일반보리보다 약4배증가
회분	1.2	1.1	0.99	1.89	1.68	피부를 탄탄하게 한다 일반보리보다 약2배증가
섬유	1.3	2.5	1.12	2.66	2.63	소화 및 대장에 유익하다 일반보리보다 약2.5배증가
아밀로스	22	16.35	-	8.80	15.91	특히 보리식감을 좋게한다. 소화흡수율을 높여준다..
베타글루칸	-	0.14	0.02	1.90	0.88	암세포를 억제하는 수용성 식이섬유, 콜레스테롤 억제
클로로필	-	0.22 / 0.4	-	0.65 / 0.33	1.81 / 1.76	특히 녹색곡물에만 있는 엽록소,

a / b						항산화방지, 노화방지, 혈액순환 (일반미는 극히미량함유)
비타민C		1.66		1.18	-	
나이아신		0.22		0.28	0.88	
비타민B1		0.23		0.34	1.04	당질대사

나. 녹색 통곡물(green whole grain)의 특징

- 클로로필 물질함량이 일반 곡물에는 거의 없으며, 녹색 통곡물에만 식물성 엽록소가 함유되어 있는 것이 특징
- 녹색곡물은 아밀로스의 적정함유로 인한 식감(맛)이 우수하며, 호화전분 함량이 매우 높아 혼식 즉석 취반할 경우에도 부드럽게 씹히는 질감이 있음. (통보리를 혼식가능하게 한 것이 획기적)

다. 녹색 통곡물의 영양학적 특징

- 베타글루칸, 클로로필, 폴리페놀 등 각종 항산화물질 덕분에 대장암, 위암 등 각종 암 예방에도 좋으며 장에 음식 찌꺼기나 유해물질이 오래남아 있는 것을 방지해줘 변비, 계실염, 과민성 대장증상 등 장 질환에도 도움이 됨.
- 녹색 통곡물은 아밀로스의 함유로 인한 식감(맛)이 우수하며, 호화전분 함량이 매우 높아 혼식 즉석 취반할 경우에도 부드럽게 씹히는 질감이 있음. 일반 현미나 통보리가 기능이 뛰어난 반면 맛이 떨어지고 질감이 거칠며 무엇보다 소화가 잘 안 되는 단점이 있는 것을 완전히 해결한 것이 바로 녹색 통곡물(Green whole grain)인 것임.
- 특히 심장병, 뇌졸중, 고혈압, 동맥경화 등 혈관 질환 예방에 좋은 것으로 알려져 있음. 함유하고 있는 식이섬유가 혈중 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮추는데 도움을 줌. 또한 혈당 조절에 도움이 되는 마그네슘, 크롬, 식이섬유가 풍부하기 때문에 성인병인 당뇨병의 예방 및 치료에 좋다는 것이 장점임. 당지수(GI)가 낮아 혈당을 천천히 올리는 복합 탄수화물이라는 것도 당뇨병 환자에게 권장할만함.
- 비타민, 미네랄, 아미노산, 식이섬유 등 필수 영양소가 고스란히 남아 있음. 특히 항산화물질 등 생리 활성물질의 70~80%는 알곡을 싸고 있는 껍질 부위에 몰려 있음. 비타민 B1(티아민), 비타민 B2(리보플라빈), 비타민 B3(나이아신), 비타민 B6(피리독신), 비타민E, 칼슘, 철분, 마그네슘, 포타슘, 아연 등 백미와 일반 도정보리에 비해 훨씬 풍부함.

라. 통곡물의 장점

- 통곡물중에서 현미, 보리, 메밀, 호밀, 통밀 등에는 식이섬유가 풍부하게 들어있고, 특히 통곡물에 포함된 피토케미컬(phytochemicals)이란 식물의 뿌리나 잎에서 만들어지는 화학물질을 통틀어서 일컫는데 왕겨만 제거해 속껍질과 호분층이 그대로 남아 있는 현미의 경우, 백미보다 식이섬유가 9배 이상 많음.
- 피토케미컬은 70~80%가 곡물의 알곡을 둘러싸고 있는 껍질 부위에 몰려있으며, 또 하나의 주요 성분인 베타글루칸은 항암 효과뿐만 아니라 면역세포 반응을 활성화시켜 백혈세포 생산을 자극해 면역 기능을 높임.

마. 초록통보리 영양성분분석

- 초록통보리를 생산하여 영양성분분석을 진행하였음. 3대 영양소인 탄수화물, 단백질, 지방은 100g당 72.7, 12.6, 2.81g 으로 나타났으며, 당류, 포화지방 및 트랜스지방은 100g당 7.62, 0.659, 0.005g으로 나타났음. 콜레스테롤, 나트륨, 칼슘, 철, 칼륨은 100g당 1.04, 17.7, 39.1, 9.02mg으로 나타났으며, 식이섬유는 10g을 나타냈고 비타민 D는 함유되어 있지 않은 것을 확인하였음.

<p><b>SGS</b></p> <p>시험성적서 번호 F690101/LF-CTSAYFN17-28998      발행일: 2017. 10. 30      페이지 : 1 / 2</p> <p>고객명 : 농협회사법인 (주) 경화드림 주소 : 인천광역시 강화군 불은남로 224번길 55 1동</p> <p>고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.</p> <p>SGS 파일 번호 : AYFN17-28998 제품명 : 초록통보리 아이템 번호 : 입고일 2017.10.19 시험기간 : 2017. 10. 20 ~ 2017. 10. 30 시험성적서의 용도 : 참고용</p> <p>시험결과</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시험항목</th> <th>단위</th> <th>시험방법</th> <th>정량한계</th> <th>결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>열량</td> <td>kcal/100g</td> <td>식품공전</td> <td>-</td> <td>346</td> </tr> <tr> <td>탄수화물</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전</td> <td>-</td> <td>72.7</td> </tr> <tr> <td>단백질</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전, Protein Analyzer</td> <td>-</td> <td>12.6</td> </tr> <tr> <td>지방</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전</td> <td>-</td> <td>2.81</td> </tr> <tr> <td>당류</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전, HPLC/RI</td> <td>0.1</td> <td>7.62</td> </tr> <tr> <td>포화지방</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전, GC/FID</td> <td>-</td> <td>0.659</td> </tr> <tr> <td>트랜스지방</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전, GC/FID</td> <td>-</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>콜레스테롤</td> <td>mg/100g</td> <td>식품공전, GC/FID</td> <td>1</td> <td>1.04</td> </tr> <tr> <td>나트륨</td> <td>mg/100g</td> <td>식품공전, ICP/OES</td> <td>1</td> <td>17.7</td> </tr> <tr> <td>칼슘</td> <td>mg/100g</td> <td>식품공전, ICP/OES</td> <td>0.5</td> <td>39.1</td> </tr> <tr> <td>철</td> <td>mg/100g</td> <td>식품공전, ICP/OES</td> <td>0.06</td> <td>9.02</td> </tr> <tr> <td>칼륨</td> <td>mg/100g</td> <td>식품공전, ICP/OES</td> <td>0.05</td> <td>613</td> </tr> <tr> <td>식이섬유</td> <td>g/100g</td> <td>식품공전</td> <td>-</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>비타민 D</td> <td>µg/100g</td> <td>식품공전, LC-MS/MS</td> <td>0.3</td> <td>불검출</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">한국에스지에스 (주) <i>Stephen Kim</i> 인 지 출 / 퇴 장</p>	시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과	열량	kcal/100g	식품공전	-	346	탄수화물	g/100g	식품공전	-	72.7	단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	12.6	지방	g/100g	식품공전	-	2.81	당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	0.1	7.62	포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.659	트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.005	콜레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	1.04	나트륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	17.7	칼슘	mg/100g	식품공전, ICP/OES	0.5	39.1	철	mg/100g	식품공전, ICP/OES	0.06	9.02	칼륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	0.05	613	식이섬유	g/100g	식품공전	-	10.0	비타민 D	µg/100g	식품공전, LC-MS/MS	0.3	불검출	<p><b>SGS</b></p> <p>시험성적서 번호 F690101/LF-CTSAYFN17-28998      발행일: 2017. 10. 30      페이지 : 2 / 2</p> <p>고객명 : 농협회사법인 (주) 경화드림 주소 : 인천광역시 강화군 불은남로 224번길 55 1동</p> <p>고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.</p> <p>SGS 파일 번호 : AYFN17-28998 제품명 : 초록통보리</p> <p>주) (1) 불검출 = 정량한계 이하 (2) g/100g = %(w/w) (3) - = No Regulation (4) ** = 단위없음</p> <p style="text-align: right;">*** 끝 ***</p>
시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과																																																																								
열량	kcal/100g	식품공전	-	346																																																																								
탄수화물	g/100g	식품공전	-	72.7																																																																								
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	12.6																																																																								
지방	g/100g	식품공전	-	2.81																																																																								
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	0.1	7.62																																																																								
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.659																																																																								
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.005																																																																								
콜레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	1.04																																																																								
나트륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	17.7																																																																								
칼슘	mg/100g	식품공전, ICP/OES	0.5	39.1																																																																								
철	mg/100g	식품공전, ICP/OES	0.06	9.02																																																																								
칼륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	0.05	613																																																																								
식이섬유	g/100g	식품공전	-	10.0																																																																								
비타민 D	µg/100g	식품공전, LC-MS/MS	0.3	불검출																																																																								

3. 증숙 건조 조건에 따른 초록통쌀, 통보리 가공적성 평가

가. 증숙 건조 조건에 따른 초록통쌀의 가공적성 평가

- 초록통벼를 수확 후 증숙 시 증숙온도와 시간을 달리하여 가공한 후 일반건조기에서 건조 시 적정온도를 찾기 위한 연구를 진행하였음.



그림. 증숙 냉각장치 사진, 회전식 건조기 사진

- 초록통쌀은 증숙온도를 85℃에서90℃에서 가열시간을 10-15초사이로 하는 것이 적정한 것으로 결정함. 온도와 시간에 따라 탈부과정의 가공성에는 별 차이가 없으나 온도와 시간을 너무 길게 하며 증숙과정에서 왕겨층과 표피가열을 넘어 쌀 전체가 익어버리는 찌쌀 형태가 될 수 있는 문제가 있음. 회전식 건조기를 거친후 수분은 50% 정도임 일반 곡물 건조기에서 처음 3시간 정도는 60℃ 정도에서 고온 건조하여 표피 수분층을 건조한 후 이후 온도를 낮춰 45℃정도로 24시간 정도 건하여 수분 13% 정도를 건조하는 것이 이후 탈부 과정에서의 용이함과 쌀의 품질에 적합한 방식으로 판단하였음.

나. 초록통곡물 증숙건조 조건에 따른 초록통보리 가공적성 평가

(1) 초록통보리수확 방법:

- 완전 미숙기인 호숙기에 수확하고 청태보리 짚에서 나락을 훑게 되므로 콤바인 기계속도를 한 단계 늦춤. 또한 보리 이삭은 나락끝술이 길어 콤바인 곡물 수확통에 평소의 1/2량으로 채우고 톨백에 이송함. 논바닥 상태는 콤바인 기계가 작업이 용이하도록 일반 가을 벼 수확 때처럼 논바닥 물을 미리 방출시킴.
- 톨백에 수확한 초록통보리는 즉시 가공공장에 도착시켜 가공할수 있도록 하며, 가공공장의 블렌칭 투입구 가까운 그늘진 곳에 착지함.
- 블렌칭과 회전 연속식 건조기의 시간당 처리량을 감안하여 수확하되 1시간당 2톤 처리할 경우 가공처리 전 3톤씩을 항상 대비하고 가공생산이 차질이 없도록 시차별 대기하여 수확함. 즉, 가공생산량의 시간에 맞추어 수확량을 확보하여야 하며 최소한 수확한 곡물은 3시간 전에 처리되는 것을 원칙으로 함.(미리 수확해놓을 경우는 효소작용으로 산패하기 쉽기 때문임.)

(2) 블렌칭(증숙)

- 블렌칭기 라인의 이송벨트 전면에 약 1톤 용량의 호퍼 설치에 곡물 투입.
- 블렌칭과 냉각과 1차 건조는 일체형 연속식 가공생산으로 운용하되 블렌칭의 컨트롤 박스와 건조기의 컨트롤박스가 별개로 운용됨.
- 블렌칭 설비의 스팀 온도계기는 95~100℃로 고정하고 60~ 90초 동안 블렌칭 함.

- 블랜칭 벨트위에 3cm두께로 수확곡물이 펼쳐지도록 가이드로 고정함.

### (3) 1차 회전식 건조

- 블랜칭이 끝난 곡물은 냉각 시스템을 거친 후 대용량 건조 시스템으로 곧 바로 이송되는 일관기계 시스템으로 연결된 회전식 원형 투입구 호퍼에 투입되는 블랜칭 된 초록 통곡물은 35~80℃의 열과 부로어로 곡물표면의 수분을 완전히 제거되도록 컨트롤 박스에서 조절함. 건조된 곡물은 배출구에서 톤백에이송하고 톤백에 이송된 곡물은 곧바로 2차 순환식 건조기에 투입되도록 함.

### (4) 2차 순환식 싸일로 최종 건조

- 2차 공정으로 도정 할 수 있는 수준(함수율 14%)으로 건조시킴. 1차 건조한 곡물을 지체 없이 연속적으로 최종 대용량에 건조하기 위하여 10ton 규모로 5대 설치함으로써 녹색 WG의 연속식 대량건조 기반을 확보함. 정선 시스템은 원료가 순환식 강제 온풍·송풍 건조 시스템을 통하여 건조 공정까지 마친 후 도정이나 저장고 보관이 가능하게 함.

정적으로 표면곡물의 수분을 제거시키기 위하여 회전식강제 온풍·송풍 건조 시스템을 적용함. 1차 건조 시 blanching 과정에 원료표면에 포함된 수분제거는 물론 지푸라기, 검불, 미세먼지를 80-90%이상 제거함 으로서 2차 완전건조공정에서 사용하고 있는 순환식 건조기의 건조기 내부에 일부 부착되는 장해 곡물을 방지하고 건조소요 시간을 감소시킬 수 있음. 이 시스템은 blanching 시간과 연속식 같은 시간으로 1차 건조를 수행할 수 있음.

### (5) 건조 보리, 밀 WG의 저장·유통조건

- 저장기간 경과에 따른 녹색도는 60초간 blanching을 하였을 때 비하여 90초 간 처리 시 변화량이 적은 것으로 밝혀졌으며 냉암소( 4 ℃)에 보관할 경우에는 1년이 경과 되어도 상품성이 크게 훼손되지 않는 결과를 갖게 됨.

## 4. 유기농 초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발

### 가. 지역적 기후 특성에 따른 생산시기 및 생산방법 정립

#### (1) 유기농 초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발

- 조평은 극조생종벼로 5월25일 이앙하여 7월28일 출수하였으며 8월16일 수확하였음 900평에서 벼 910kg 생산에 초록통쌀 323kg 생산하여 수율이 매우 낮음. 만생종인 삼광과 추청은 5월25일 이앙하여 8월17일 출수함 수확은 출수 후 23일인 9월9일 수확함, 벼 수확량과 탈부 시 초록통쌀 생산량은 많으나 완숙미 혼합 비율이 높음 대략 출수 후 20일 정도가 정당한 수확시기로 판단되나 수확기 기후에 따라 수확시기가 결정 될 것으로 판단됨. 2016년 올해는 출수 후 가을 가뭄이 심해 완숙미 비율이 많음. 따라서 기후조건에 따라



출수 벼 상태를 고려하여 수확시기를 조정할 필요가 있음. 그리고 품종은 쌀알 크기가 큰 삼광이 적합한 품종으로 판단됨.



그림. 벼 이삭, 논, 수확장면

(2) 초록통쌀의 적정 수확시기 결정 및 수확매뉴얼

○ 영농단지별 수확시기 및 수확량 확정

- ① 종자별 파종시기를 역산하여 조기 수확시기를 조정.
- ② 수확 시기는 작물별 호숙기에 출수후 20일에서 25일 적기이나 수확 시기는 적기 10일 전부터 작물관찰 수확시기 결정함 기후에 따라 달라짐 2016년은 가을 가뭄으로 20일 정도가 적절함 .
- ③ 수확시기 10일전 일기예보 관측 수확가능 확인 필요함.
- ④ 단지별 생산예상량 산정 (호숙기 조기수확 시기조절로 생산가공 일자를 차별화하여 가공시간 일자를 늘릴 수 있음.

○ 가공일자별 영농단지별 수확 후 가공공장 운송도착 계획수립

- ① 수확기 콤바인 운영방식
- ② 1일 가공생산 Capa량에 의한 원료곡 수확 및 공장도착 계획수립
- ③ 1일 2차 건조 최종Capa량에 의한 가공생산량 계획

(3) 녹색통곡물 가공 생산 매뉴얼

○ 조기 수확 된 곡물의 증숙

- ① 가스연료 확보 확인
- ② 보일러 스팀 시스템 확인
- ③ 곡물 투입구 정량투입 조정
- ④ 스팀 온도 Setting
- ⑤ 곡물 품종별 시간당 처리용량 조절
- ⑥ 증숙 후 1차건조기에 투입라인 연계
- ⑦ 24시간 운용체계 확립

○ 증숙 된 곡물의 1차 건조(습기제거)

- ① 시간당 처리용량 조절

- ② 곡물 표면 건조 확인 조정
- ③ 습기제거 후 2차건조기에 투입라인 연계
- ④ 24시간 운용 체계

- 1차 습기제거 후 2차의 건조 완결
  - 대형건조기 2,400평물량(65석용) 1석=100Kg
  - 건조기 Capa 75석용 6m 높이
  - ① 건조기 Capa 처리용량 의 50% 투입
  - ② 곡물별 건조 온도 설정
  - ③ 곡물 적정 습도 시 배출 전 Blower 작동
  - ④ 톤백 배출 후 저온저장고 혹은 RPC 공정에 이송
- 전 공정 과정의 변색, 산패 방지 해결책
  - ① 수확 후 가공공장에 이송시간 지체해결
  - ② 가공공장에 이송된 원곡의 사용 시간 지체해결
  - ③ 증숙 과정의 온도와 증숙 Time
  - ④ 증숙 후 지체 없이 1차건조기에 이송
  - ⑤ 1차건조후 지체 없이 2차건조기에 이송
  - ⑥ 최종 건조 후 저온저장고 이송

## 5. 기능성 강화를 위한 유기농 초록통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발

가. 기능성 강화를 위한 생산시기분석 및 생산품종별 시기 분석 정립

- (현미)에 비해 녹색 통쌀에는 중요한 성분들이 다량 포함된 반면 대표적으로 식감이 뛰어나고 수용성 식이섬유질의 변형으로 포만감을 주는 동시에 비만 요인을 해결하는 대표적인 효능의 성분들이 초록통곡물에서 발견되고 있음.
- 그러나 다량의 중요성분이 포함된 초록통곡물의 가공생산을 위해서는 곡물의 수확시기가 매우 중요함. 이는 실험 "예" 와 같이 벼는 출수 후 20일~25일에 수확하는 것이 최적기임을 확인하게 되었음. 즉 다량의 중요성분들이 포함되는 초록통곡물은 수확시기의 결정에 달려 있음

표. 출수시기에 따른 영양 성분

평가항목	출수 후 15일			출수 후 25일			성숙기		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
색도	41.81±0.22	-8.83±0.30	28.02±0.16	48.57±0.07	-5.69±0.37	26.96±0.15	57.11±0.25	2.05±0.27	22.75±0.08
수분함량	Moisture contents								

평가항목	출수 후 15일	출수 후 25일	성숙기
	13.68±0.17	11.87±0.28	14.28±0.61
조지방함량	crude fat contents		
	3.58±0.42	3.16±0.24	1.80±0.00
β-carotene	β-carotene (µg/100g)		
	99.89±4.98	58.60±7.81	N.D
식이섬유	Fiber (g/100g)		
	3.77±0.40	3.63±0.29	3.62±0.33
비타민b1	mg/100		
	0.71	0.68	0.64
비타민c	mg/100		
	1.78	1.71	ND
나이아신	mg/100		
	2.77	2.59	1.02
칼륨	mg/100		
	320.73	212.83	196.90

- 우리나라의 2010년도 국민의료비지출이 73조원에 난하고 있으며 이러한 지출의 증가를 막기 위해서는 국민건강 증진이 필수적임. 미국과 유럽 등의 선진국에서는 식품의 개선으로 20-30%의 성인병 발생을 감소시킬 수 있다는 연구결과를 근거로 WG 제품을 권장하고 있음.
- 국내의 식단이 서구화됨에 따라 고혈압, 당뇨, 심혈관 질환을 앓고 있는 성인병 환자들이 2005년 737만여 명에서 2009년 923만여 명으로 약 25.3%로 급격히 증가되고 있으며 이로 인한 의료비 지출도 늘어나고 있음. 따라서 우리나라에서도 의료비지출 감소방안의 하나로 WG의 보급은 미국의 경우와 같이 필수사항이 될 것이 분명함. 국내에는 WG 제품이 현미를 제외하면 거의 없고 WG 이용 과자류도 외국에서 수입되고 있는 실정임. 따라서 이에 대비한 제품의 개발의 필요성이 있으며 녹색 WG을 이용한 상품은 세계에서 최초로 개발되는 새로운 식품이기 때문에 녹색 WG와 더불어 유망할 것으로 예상 됨.
- 쌀의 조단백질 함량은 쌀의 식미를 결정하는 중요한 성분으로 함량이 높을 경우 쌀의 경도가 높아지고 점도가 낮아지고 식미가 떨어지는 것으로 보고된 바 있음. 호품벼에서 조단백질 함량은 7.41 ~ 9.42%이었고, 신선찰벼에서는 7.30 ~ 9.68%를 보였으며 호품벼는 5월 30일 이앙에서 신선찰벼는 6월20일 이앙에서 높은 조단백질 함량을 보였음.
- 또한, 조단백질 함량은 두 품종 모두 출수 후 성분함량이 더 크게 증가하는 경향을 보이고 있음. 조섬유 함량은 두 품종 모두 출수 후 벼가 등숙 기간이 점차 경과함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있음. 호품 벼에서 1.32 ~ 2.61%의 성분함량의 수치를 보였으며 신선찰벼에서 1.46~ 2.41%의 성분함량이 조사되었음.

표. 이양시기와 질소처리 수준에 따른 벼 품종들의 출수 후 일수에 따른 조단백질 함량과 가용무질소물 함량 변화

이양시기	질소처리	품종	조단백질						가용무질소물					
			잎			줄기			잎			줄기		
			15일	25일	40일	15일	25일	40일	15일	25일	40일	15일	25일	40일
5.30	9kg/10a	호품	9.88	7.57	4.96	2.46	2.02	2.96	38.68	40.40	45.38	40.86	43.01	51.47
		운광	15.82	8.55	5.10	5.79	2.65	2.54	36.64	39.85	44.42	40.47	38.45	39.11
		신선찰	9.54	8.94	4.27	3.0	2.98	2.49	37.36	40.83	42.27	40.62	40.69	50.85
		백옥찰	16.52	7.99	4.57	2.67	2.13	2.18	38.62	42.20	42.95	46.53	52.70	51.56
		평균	12.94	8.26	4.72	3.48	2.44	2.54	37.83	40.82	43.76	42.12	43.74	48.25
	18kg/10a	호품	10.21	16.13	6.47	5.02	3.02	2.57	44.01	34.29	42.82	43.53	40.49	42.18
		운광	15.89	9.03	4.20	5.30	2.86	2.88	32.48	42.21	42.83	35.61	41.85	45.15
		신선찰	24.44	10.84	6.29	2.97	3.62	3.95	41.49	43.05	44.10	39.62	40.99	49.88
		백옥찰	14.09	10.32	7.04	4.87	3.41	3.51	37.00	41.96	46.31	46.74	53.30	53.42
		평균	16.16	11.58	6.00	4.54	3.23	3.23	38.74	40.38	44.02	41.38	44.16	47.66
6.20	9kg/10a	호품	13.12	6.62	9.90	3.07	2.54	2.87	36.74	45.20	38.78	44.68	51.60	51.85
		운광	12.55	8.06	6.11	3.20	3.01	3.12	39.73	44.09	44.10	44.11	45.16	47.98
		신선찰	10.67	8.04	5.33	3.09	2.83	2.84	40.28	42.31	44.27	39.98	47.19	50.53
		백옥찰	9.39	6.46	6.36	3.62	4.77	2.27	38.38	16.31	43.75	47.95	47.76	53.35
		평균	11.43	7.30	6.93	3.25	3.29	2.78	38.78	44.48	42.73	44.18	47.93	50.93
	18kg/10a	호품	16.72	7.92	13.64	4.56	3.98	3.02	37.62	46.26	37.74	46.00	45.95	53.69
		운광	11.26	9.46	7.93	2.42	3.95	3.72	45.34	40.44	43.54	48.71	45.91	49.74
		신선찰	16.06	9.63	6.29	5.52	3.63	3.62	35.55	46.66	46.70	42.56	51.20	53.61
		백옥찰	12.47	12.12	10.50	2.91	2.75	3.53	39.25	39.44	43.51	51.69	49.52	49.41
		평균	14.13	9.81	9.59	3.85	3.58	3.48	39.44	43.20	42.87	47.24	48.15	51.61

표. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 잎 성분 분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	물 (%)	조단백질 (%)	조지방 (%)	조섬유 (%)	조회분 (%)	NDF (%)	ADF (%)
호품벼	5.30	9	15	8.3	14.3	2.5	29.7	11.5	64.3	41.9
			20	8.3	13.4	2.3	29.8	11.5	65.4	42.8
			25	8.5	12.5	2.2	30.0	11.7	66.3	43.3
			30	8.5	10.7	1.7	29.4	12.8	63.1	43.8
			40	8.7	7.9	1.2	28.5	14.7	61.2	44.1
		18	15	6.6	14.9	2.3	28.0	14.4	66.4	40.5
			20	6.7	14.6	2.2	28.5	14.5	65.1	41.2
			25	6.7	14.3	2.2	28.7	14.7	63.6	41.9
			30	6.9	11.1	2.2	28.2	15.2	63.5	43.5
			40	7.1	8.8	2.2	28.1	17.9	63.4	44.4
	6.20	9	15	6.4	15.6	2.1	27.0	11.2	62.4	38.2
			20	6.6	14.8	2.1	27.4	11.8	66.9	38.5
			25	6.9	11.38	2.0	27.8	12.3	67.2	38.7
			30	7.3	11.3	2.0	27.6	14.3	62.4	38.1
			40	7.7	10.1	1.9	27.1	16.3	59.8	37.8
		18	15	6.6	16.4	2.6	28.4	10.2	64.9	38.1
			20	6.6	14.1	2.5	28.1	11.4	63.4	42.6
			25	6.7	14.0	2.5	27.5	12.6	62.9	45.6
			30	7.2	12.1	2.1	27.5	12.8	62.5	42.1
			40	7.7	10.9	1.7	26.5	12.9	62.2	40.8
신선찰벼	5.30	9	15	7.7	13.8	4.0	28.2	11.3	69.2	37.0
			20	7.7	12.9	3.2	29.1	11.9	67.5	44.9
			25	7.7	12.0	3.1	29.5	12.6	66.5	55.4
			30	7.9	8.8	2.6	29.8	12.9	63.4	47.2
			40	8.0	5.5	2.5	30.8	13.3	60.7	44.8
		18	15	6.9	14.2	3.0	25.3	13.5	65.8	39.2
			20	7.5	13.7	2.7	26.7	13.9	66.0	45.2
			25	8.2	13.2	2.5	28.5	14.4	66.5	50.8
			30	8.5	10.4	2.1	29.2	15.3	65.7	43.2
			40	8.6	7.5	2.0	30.4	16.7	65.5	40.9
	6.20	9	15	5.4	14.2	3.7	26.8	12.7	67.1	38.0
			20	6.8	13.7	3.2	28.1	12.8	64.9	41.9
			25	6.7	13.2	3.0	30.7	13.0	62.6	45.0
			30	7.3	10.1	2.6	28.9	13.2	62.5	41.9
			40	7.6	7.0	1.9	29.9	13.8	62.5	39.6
		18	15	6.8	17.4	2.9	28.4	11.7	61.6	37.2
			20	6.9	15.6	2.5	27.7	11.9	60.8	38.9
			25	7.0	13.8	2.4	27.4	12.0	59.7	39.8
			30	7.4	10.9	2.3	26.2	13.5	59.5	41.8
			40	7.7	8.0	2.3	26.4	13.9	59.2	42.6

표. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 잎 성분분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	물 (%)	조단 백질( %)	조지방 (%)	조섬유 (%)	조회분 (%)	NDF (%)	ADF (%)		
호품벼	5.30	9	15	15	8.3	14.3	2.5	29.7	11.5	64.3		
			20	20	8.3	13.4	2.3	29.8	11.5	65.4		
			25	25	8.5	12.5	2.2	30.0	11.7	66.3		
			30	30	8.5	10.7	1.7	29.4	12.8	63.1		
			40	40	8.7	7.9	1.2	28.5	14.7	61.2		
		18	15	15	6.6	14.9	2.3	28.0	14.4	66.4		
			20	20	6.7	14.6	2.2	28.5	14.5	65.1		
			25	25	6.7	14.3	2.2	28.7	14.7	63.6		
			30	30	6.9	11.1	2.2	28.2	15.2	63.5		
			40	40	7.1	8.8	2.2	28.1	17.9	63.4		
		6.20	9	15	15	6.4	15.6	2.1	27.0	11.2	62.4	
				20	20	6.6	14.8	2.1	27.4	11.8	66.9	
	25			25	6.9	11.38	2.0	27.8	12.3	67.2		
	30			30	7.3	11.3	2.0	27.6	14.3	62.4		
	40			40	7.7	10.1	1.9	27.1	16.3	59.8		
	18		15	15	6.6	16.4	2.6	28.4	10.2	64.9		
			20	20	6.6	14.1	2.5	28.1	11.4	63.4		
			25	25	6.7	14.0	2.5	27.5	12.6	62.9		
			30	30	7.2	12.1	2.1	27.5	12.8	62.5		
			40	40	7.7	10.9	1.7	26.5	12.9	62.2		
	신선찰 벼		5.30	9	15	15	7.7	13.8	4.0	28.2	11.3	69.2
					20	20	7.7	12.9	3.2	29.1	11.9	67.5
		25			25	7.7	12.0	3.1	29.5	12.6	66.5	
		30			30	7.9	8.8	2.6	29.8	12.9	63.4	
40		40			8.0	5.5	2.5	30.8	13.3	60.7		
18		15		15	6.9	14.2	3.0	25.3	13.5	65.8		
		20		20	7.5	13.7	2.7	26.7	13.9	66.0		
		25		25	8.2	13.2	2.5	28.5	14.4	66.5		
		30		30	8.5	10.4	2.1	29.2	15.3	65.7		
		40		40	8.6	7.5	2.0	30.4	16.7	65.5		
6.20		9		15	15	5.4	14.2	3.7	26.8	12.7	67.1	
				20	20	6.8	13.7	3.2	28.1	12.8	64.9	
			25	25	6.7	13.2	3.0	30.7	13.0	62.6		
			30	30	7.3	10.1	2.6	28.9	13.2	62.5		
			40	40	7.6	7.0	1.9	29.9	13.8	62.5		
		18	15	15	6.8	17.4	2.9	28.4	11.7	61.6		
			20	20	6.9	15.6	2.5	27.7	11.9	60.8		
			25	25	7.0	13.8	2.4	27.4	12.0	59.7		
			30	30	7.4	10.9	2.3	26.2	13.5	59.5		
			40	40	7.7	8.0	2.3	26.4	13.9	59.2		

표. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 줄기 성분분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	물 (%)	조단 백질 (%)	조지방 (%)	조섬유 (%)	조회분 (%)	NDF (%)	ADF (%)
호품벼	5.30	9	15	7.5	5.4	1.4	36.7	12.9	66.8	49.1
			20	7.7	5.4	1.1	36.7	13.5	67.5	48.2
			25	8.1	5.1	0.8	36.7	13.8	68.9	47.1
			30	8.1	5.1	0.7	33.1	14.9	59.2	45.6
			40	8.3	4.9	0.3	29.6	16.0	59.7	40.2
		18	15	6.4	5.9	1.6	35.4	16.7	66.9	47.7
			20	6.8	5.0	1.3	38.1	16.9	68.1	48.9
			25	7.1	4.2	0.9	41.2	17.0	69.3	51.2
			30	7.3	4.1	0.9	37.7	17.5	64.1	50.8
			40	7.4	4.1	.09	35.5	17.9	62.8	49.9
	6.20	9	15	7.3	6.9	0.8	33.8	10.2	63.7	44.6
			20	7.4	5.4	0.8	35.1	12.1	64.1	45.6
			25	7.6	4.4	0.8	36.5	13.7	66.9	49.5
			30	8.1	4.1	0.6	32.1	13.8	57.3	16.2
		18	15	6.3	5.4	1.2	36.8	11.4	65.7	46.3
			20	6.8	5.3	1.1	36.5	12.4	66.2	48.2
25			7.2	5.1	1.0	36.4	13.4	67.2	50.7	
30			7.5	4.6	1.0	33.3	14.7	62.1	47.9	
40	8.3	4.2	1.0	30.2	16.3	57.1	44.7			
신선찰벼	5.30	9	15	7.0	3.9	2.1	35.8	10.1	68.0	46.8
			20	7.4	3.6	1.3	36.7	10.9	69.2	49.5
			25	7.8	3.2	1.2	39.3	11.8	70.2	55.7
			30	8.3	3.3	1.1	35.4	12.8	64.8	44.1
			40	8.9	3.4	1.0	32.0	13.0	62.3	39.9
		18	15	8.1	.48	1.0	37.6	11.3	67.8	49.7
			20	8.3	.48	0.9	37.6	12.1	68.9	52.2
			25	8.4	4.5	0.8	37.8	13.6	71.7	57.0
			30	8.4	4.4	0.8	32.8	14.2	59.8	46.2
			40	8.8	3.5	0.8	29.7	14.9	56.4	39.1
	6.20	9	15	6.4	5.5	1.8	40.0	13.1	70.5	52.5
			20	6.4	5.4	.15	39.9	13.5	70.5	51.2
			25	6.7	5.2	1.0	38.8	14.1	70.5	50.1
			30	7.3	4.8	0.8	33.3	14.8	67.4	47.5
		18	15	8.0	4.1	0.6	34.3	15.4	62.0	42.5
			20	6.0	6.1	0.9	38.9	11.9	71.6	54.1
			25	6.2	5.5	0.8	38.5	13.1	70.8	52.9
			30	6.3	5.0	0.8	37.4	14.9	68.2	49.0
40	7.9	4.5	0.7	35.7	15.9	60.7	45.7			
40	8.6	4.0	0.7	29.6	16.4	53.4	37.5			

- 아밀로오스의 함량은 쌀의 식미를 결정하는 요인으로 아밀로스 함량이 적정 수준 이상으로 높을 경우 쌀의 점도와 응집력이 떨어져 찰기가 없음.
- 아밀로오스 함량은 두 품종 모두 출수 후 벼가 성숙함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며 호품벼에서 15.40 ~ 22.74%이었고 신선찰벼에서는 85.8 ~ 18.13%를 보였다. 아밀로펙틴 함량은 두 품종 모두 출수 후 벼가 성숙함에 따라 증가하는 경향을 보이고 있으며 호품벼에서 77.52 ~ 85.41%이었고 신선찰벼에서는 80.74 ~ 91.42%를 보였다(표 2-5)

표. 출수 후 일수에 따른 벼 품종들의 이삭 성분분석

품종	이앙시기	질소처리 (kg/10a)	출수 후 일수	단백질 (%)	Amylose (%)	Amylopectin (%)	조섬유(%)
호품벼	5.30	9	15	8.6	20.7	79.3	2.0
			20	8.6	20.2	79.7	1.9
			25	8.6	19.9	80.1	1.8
			30	8.8	16.8	82.3	1.5
			40	9.2	15.4	86.8	1.3
		18	15	8.4	21.6	78.4	2.6
			20	8.6	21.2	79.1	2.4
			25	8.7	20.2	79.8	2.0
			30	9.2	18.3	80.4	1.8
			40	9.4	18.3	81.7	1.6
	6.20	9	15	7.4	22.7	77.5	1.8
			20	7.7	22.5	79.1	1.7
			25	7.9	22.5	80.4	1.5
			30	8.2	21.9	81.3	1.4
			40	8.3	20.7	85.4	1.4
		18	15	7.4	22.3	77.7	2.5
			20	7.5	21.9	78.0	2.2
			25	7.7	21.5	78.5	1.9
			30	8.2	19.5	79.0	1.7
			40	8.4	17.3	79.3	1.5
신선찰벼	5.30	9	15	7.7	18.1	81.9	1.9
			20	7.8	17.9	81.3	1.8
			25	7.8	14.3	82.2	1.8
			30	8.1	12.4	85.4	1.5
			40	8.5	11.6	88.4	1.5
		18	15	7.3	17.3	80.7	1.7
			20	8.2	16.5	84.4	1.7
			25	8.5	11.2	89.8	1.6
			30	8.7	11.0	90.3	1.6
			40	9.2	9.9	90.7	1.6
	6.20	9	15	8.2	15.4	84.6	2.4
			20	8.5	14.7	85.2	2.2
			25	8.6	12.8	87.2	2.1
			30	8.7	11.6	89.5	1.6
			40	9.3	11.1	91.4	1.3
		18	15	8.5	15.2	84.8	2.2
			20	8.5	14.3	86.9	2.1
			25	8.6	11.8	87.8	2.1
			30	8.9	11.2	88.3	1.7
			40	9.7	8.6	89.2	1.3

- 녹색 WG쌀을 생산하기 위한 벼 품종들의 적정 수확 시기는 일반적으로 출수 후 15~25일 경이 가장 적당함
- 벼 품종별 녹색 WG쌀의 한계 수확시기인 출수 후 25일경 수량은 찰벼 품종으로는 신선찰벼가 가장 많았으며 메벼 품종은 칠보벼가 가장 많았음.
- 이앙시기별 녹색 WG쌀(현미)의 수량은 일반적으로는 5월30일 이앙이 6월20일 이앙보다 많았으며 수확시기인 출수 15~25일 수량은 품종에 따라 다양하였음.



- 녹색 WG쌀에 적합한 벼 품종은 찰벼는 5월30일 이앙재배일 경우 동진찰벼, 생동찰벼, 보석찰벼, 신선찰벼가 적합하고 6월20일 이앙재배는 보석차렵, 백옥찰벼, 신선찰벼가 적합. 메벼일 경우 5월30일 이앙재배는 삼광벼, 눈보라, 칠보벼가 적합하고 6월20일 이앙재배일 경우 황금노들, 호품벼, 칠보벼가 적합.
- 품종별 적정 수확 시기는 다음과 같다.
  - ① 동진찰벼 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15일-20일경이 수확적기임.
  - ② 생동찰벼 : 5월 30일 이앙일 중우 추수 후 20~25일 이 적합함.
  - ③ 보석찰벼 : 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15-20일 경이 적당하며 6월 20일 이앙은 출수 20~25일경이 수확 적기임.
  - ④ 녹원찰벼 : 5월 30일 이앙할 경우 출수 후 15~25일경이 수확적기임.
  - ⑤ 백옥찰벼 : 5월 30일 이앙할 경우 출수 후 15-20일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 15~25일 이 수확적기임
  - ⑥ 신선찰벼 : 5월 30일 및 6월 20일 이앙 모두 출수 후 15~20일경 수확이 적합함.
  - ⑦ 삼광벼 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일 경이 수확 적기임.
  - ⑧ 눈보라 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일경이 수확 적기임.
  - ⑨ 황금노들 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 20~25일 경이 수확적기임.
  - ⑩ 추청벼 : 이앙시기에 관계없이 출수 후 15~20일경이 수확적기임.
  - ⑪ 호품벼 : 5월 30일 이앙일 경우 추수 후 15~20일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수후 20~25일이 수확적기임.
  - ⑫ 칠보벼 : 5월 30일 이앙일 경우 출수 후 15~25일경이 수확적기이며 6월 20일 이앙은 출수 후 15~20일경이 수확적기임.
- 질소함량에 따른 이삭수 변화는 질소함량이 2배일 경우 호품벼가 증가를 볼 수 있고 신선찰벼는 감소를 보였다. 운광벼와 백옥찰벼는 큰 변화를 보이지 않았음.
- 이앙시기에 따른 이삭수 변화는 백옥찰벼는 이앙시기가 늦어짐에 따라 변화를 보이지 않지만 운광벼는 이삭수가 감소되었고 호품벼와 신선찰벼는 증가하였음.
- 단위 변적당 벼알 수 역시 질소함량이 2배 일 경우에는 호품벼는 다소 증가하고 운광벼와 신선찰벼는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이앙시기가 늦어짐에 따라 벼알수는 호품벼는 증가하고 운광벼는 다소 감소.
- 수량은 질소함량이 많을 때 호품벼는 수량의 증가를 볼 수 있었고 운광벼, 신선찰벼는 감소하는 경향을 보였음. 이앙시기가 늦어 짐에 따라서 호품벼와 신선찰벼는 수량이 증가되었지만 운광벼는 감소하였음.
- 질소함량에 따라 질소시비를 2배 하였을 경우 호품벼, 신선찰벼, 백옥찰벼가 잎 면적이 넓었으며 운광벼는 질소시비량에 따라 잎 면적 변화를 보이지 않았음. 이앙이 늦어짐에 따라서 신선찰벼는 잎면적, 잎건물중, 줄기건물중이 증가하는 변화를 보였고 운광벼는 잎면적은 증가 되었지만 잎건물중과 줄기건물중에는 큰 변화가 없었음.
- 잎과 줄기의 조단백질 함량을 살펴보면 이앙시기가 5월 30일 일 때 출수 후 15일째에 질소시비량이 9kg 일 경우 평균 12.94%를 보였으며 18kg을 시비는 16.16%를 보였음. 그 이후는 점차 감소되어 출수 후 25일째는 8.26%와 11.58%을 보였고 출수 후 40일째는 4.72%와 6.00%을 보였음.
- 이앙시기와 질소시비향을 달리 했을 때 녹색 WG쌀의 색상을 살펴보면 호품벼는 6월 20

- 일의 만식재배보다 5월 30일 적기재배가 출수 후 15~25일의 녹색이 더 선명하게 나타났고 표준 시비량의 질소 시비보다는 18kg의 시비량 조건에 녹색이 더 선명하게 나타남
- 만식재배에 적절한 품종은 호품벼, 운광벼, 신선찰벼가 적절하였고, 녹색 WG쌀로 이용하고자 할 때는 질소시비 수준을 높게 하여 재배해야 할 것으로 사료됨.
  - 메벼에서는 호품벼, 찰벼에서는 신선찰벼가 만기 이상의 재배에 용이하고 질소시비를 많이 할 경우 높은 수량을 나타냄.
  - 백옥찰벼는 6월 20일 이상의 호숙기 때의 수량은 5월 30일 이상의 수량에 비교하여 낮은 수량을 보였으며 이러한 점을 미루어 보았을 때 만식재배를 하여 호숙기 때의 수확으로 녹색 WG쌀을 재배하기 위한 품종으로는 적합하지 않은 것으로 보였음
  - 호숙기의 현미수량과 색도를 보았을 때, 출수 후 25-30일 경우 녹색 WG쌀로의 사용이 적합.
  - 성분분석을 통해 호품벼에서 잎 조단백질 성분함량은 7.9~ 16.4 %를 나타내었고, 신선찰벼는 5.5 ~ 17.4 %를 나타내었다. 잎에서 높은 조단백질 함량을 볼 수 있었음.
  - 이삭의 성분분석 에서 출수 후 시간이 지남에 따라서 단백질함량은 증가하고 아밀로오스와 조섬유 함량은 감소하는 경향을 보였음. 호품벼는 5월 30일 이상이 단백질이 높고 아밀로오스 함량이 낮음을 볼 수 있었고, 질소시비량이 18kg/10a일 때 단백질함량이 높고 아밀로오스 함량이 낮은 것으로 조사되었음.
  - 5월 30일 이상하여 출수 후 25~30일 수확하여 사용할 경우 재배기간을 2주 정도 단축시킬 수 있고 6월 20일 이상하여 수확하여 사용할 경우 재배기간을 5주 정도 단축시켜 농경지 활용에 적합.

표. 잡곡밥과 녹색 WG 성분비교

항목	녹색WG(30%)	증감	잡곡밥
에너지	318.6	13.96▼	332.32
탄수화물	68.95	2.12▼	71.07
단백질	7.00	0.15▼	7.15
지질	0.85	0.32▼	1.17
칼슘	13.86	2.13▲	11.73
철	1.06	0.01▲	1.05
총 식이섬유	3.51	2.04▲	1.47
비타민 C	0.32	0.32▲	NA
비타민 B1	0.16	0.04▲	0.12
비타민 B2	0.05	0.01▲	0.04
비타민 E	0.	0.59▲	0.25
칼륨	246.13	47.46▲	198.67
β카로틴	0.12	0.12▲	NA
나이아신	1.53	0.18▲	1.35

표. 녹색WG쌀과 밥의 구성아미노산 함량

시료명		Amino acids (mg/100g)																
		Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Total
추청	출수 15일 쌀	824.2	299.1	419.1	1477.0	344.7	394.7	505.0	504.8	169.5	299.1	678.4	128.4	419.5	358.8	203.8	575.8	7639.6
	출수 25일 쌀	739.45	267.48	399.50	1475.2 6	332.24	372.27	463.24	482.03	149.28	280.64	668.90	110.60	414.21	292.76	198.41	577.12	7261.21
	성숙기 쌀	695.0	251.7	371.3	1374.0	315.6	358.2	437.6	456.4	147.0	263.5	621.4	109.9	387.2	274.3	192.8	571.0	6865.3
	출수 15일 밥 <sup>1)</sup>	341.4	124.0	177.5	639.5	151.9	167.2	215.1	191.5	74.4	130.2	269.6	107.7	176.8	147.1	90.0	260.6	3264.5
삼광	출수 15일 쌀	762.5	278.6	403.5	1433.1	333.5	376.4	474.8	486.0	160.7	285.4	648.9	115.8	407.3	324.2	197.1	560.3	7287.7
	출수 25일 쌀	774.7	280.8	423.3	1542.6	354.5	389.3	479.7	508.2	162.2	297.0	697.9	123.2	437.2	301.5	207.9	616.6	7645.3
	성숙기 쌀	662.5	239.7	352.9	1284.8	300.4	339.2	409.5	426.8	141.5	247.0	583.2	95.3	366.2	262.1	179.9	523.0	6454.1
	출수 15일 밥	275.9	101.4	145.1	525.6	126.7	138.8	174.8	161.0	66.2	108.3	220.1	92.2	147.8	118.6	76.1	220.6	2,699.2

1) 출수 15일 후 시료로 지은 밥(cooked rice)

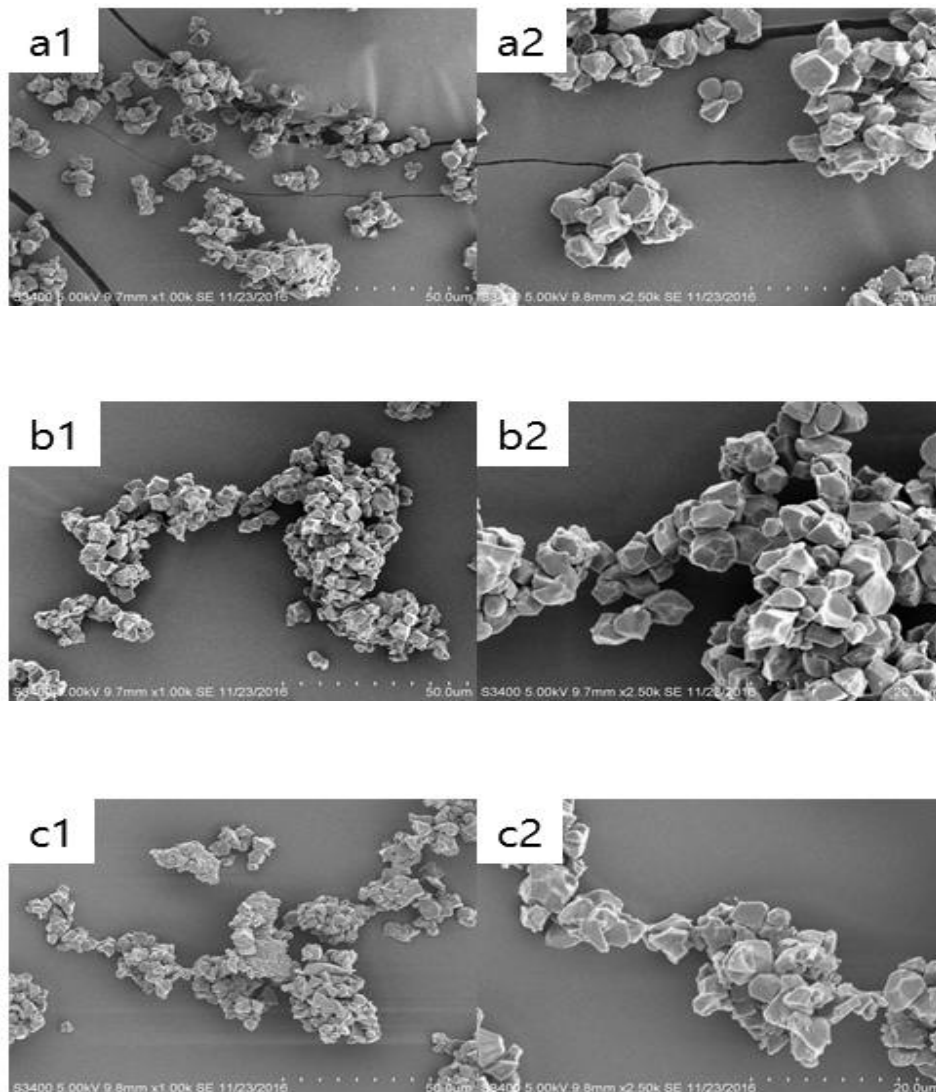
### 3-2. 초록통곡물 이용 2차 가공용 식품 소재화

#### 1. 초록통곡물 함유 탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 연구

##### 가. 초록통곡물 유래 탄수화물의 구조 분석 및 특성 비교

###### (1) 쌀 전분의 형태관찰

- 주사전자현미경을 사용하여 쌀 전분의 입자 형태 미세구조를 관찰한 결과는 Figure 1에 정리하였음. 3종의 일반쌀 품종과, 조립 품종의 초록통곡쌀의 전분 입자를 각 1000배율, 2500배율에서 관찰하였음. 품종과, 초록통곡의 전처리 조건 (dehulling 및 증숙)과 관계없이, 전분 입자들은 전형적인 쌀전분 입자의 모양과 크기를 나타내는 것을 확인할 수 있었음.



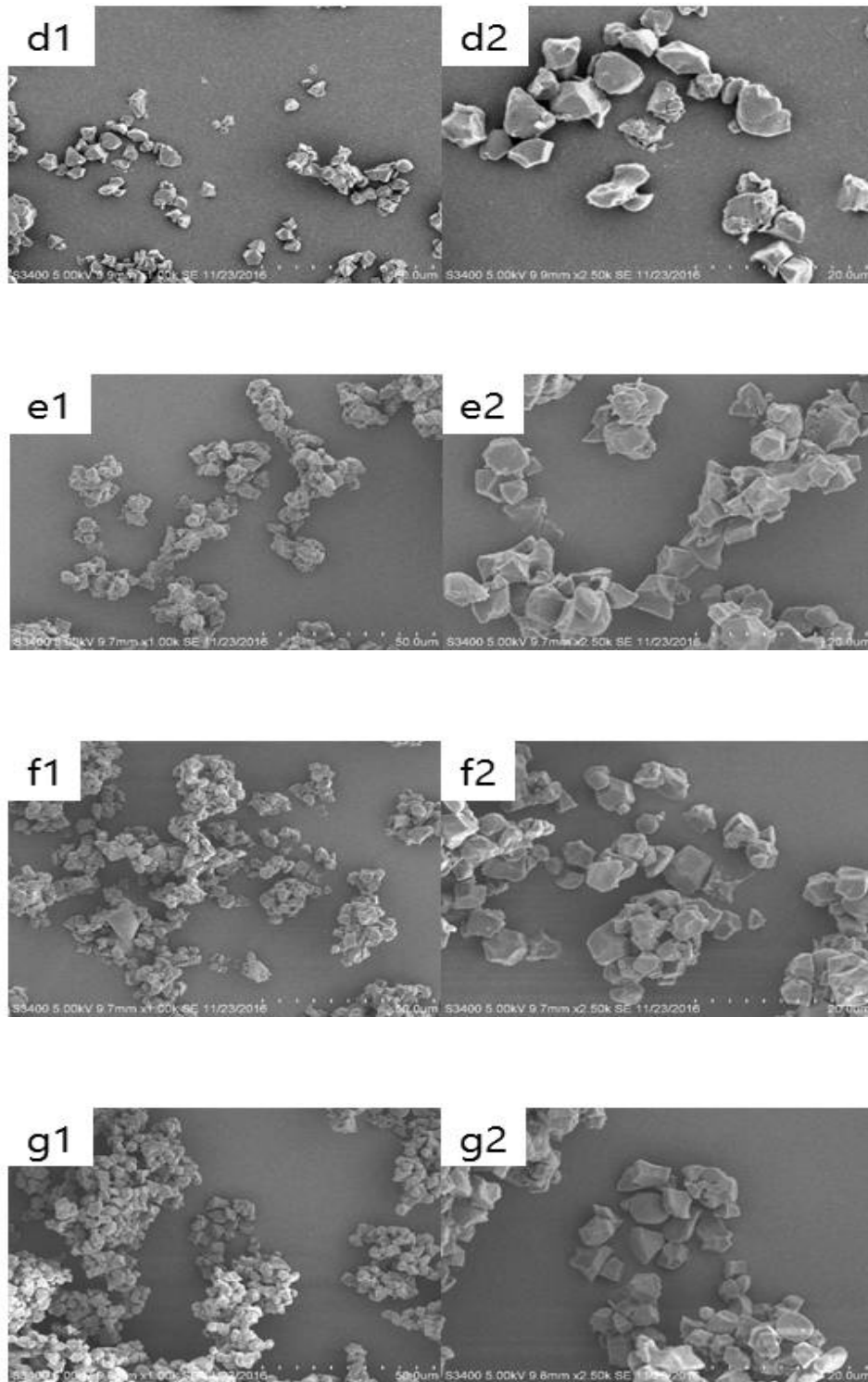


그림. 전분 입자들의 주사전자현미경 관찰 사진.

(a) 조평, (b) 추청, (c) 삼광, (d) Dehusled whole grain green rice, (e) Dehusled green rice grain, (f) Non-dehusled steamed green rice, (g) Non-dehusled non-steamed green rice.

(2) 전분의 분자량 분포

○ 고분자 물질인 전분 입자의 분자량 측정을 위해, Pullulan standard를 기준으로 분자량을 비교하였고, MALS detector를 이용해 절대 분자량의 변화를 함께 분석하였음. 초록통쌀

의 전분에서도 큰 분자량의 Amylopectin과 저분자의 Amylose 분포가 유사하게 존재함을 확인할 수 있었고, 각 분자들의 Mw (weight-average molecular weight)를 기준으로 특성을 비교하였음.

- 조평 품종의 경우, 초록통쌀 아밀로펙틴의 Mw는  $4.61 \times 10^7$ 로 일반쌀의  $8.62 \times 10^7$  보다 유의적으로 낮았으나, 아밀로스 분자의 경우는 약  $1.9 \times 10^5$ 로 일반쌀과 차이가 없는 것으로 나타남.
- 삼광 품종의 초록통쌀은 아밀로펙틴의 Mw가  $9.23 \times 10^7$ 로 동일 품종의 일반쌀의  $7.26 \times 10^7$ 에 비해 크게 나타남. 그러나 아밀로스 분자의 Mw는  $2.89 \times 10^5$ 로 일반쌀의  $3.45 \times 10^5$ 에 비해 낮게 나타남.
- 추청 품종은 초록통쌀 아밀로펙틴의 Mw가  $7.6 \times 10^7$ 로 일반쌀과 차이가 없었으나, 아밀로스 분자의 Mw는  $2.54 \times 10^5$ 로 일반쌀의  $5.65 \times 10^5$ 에 비해 낮게 확인되었음.
- 이상과 같이 초록통쌀 유래 전분의 분자량 분포는 일반쌀과 일부 유의적인 차이를 나타내었고, 이러한 변이는 품종별로 상이하게 나타남을 확인할 수 있었음.

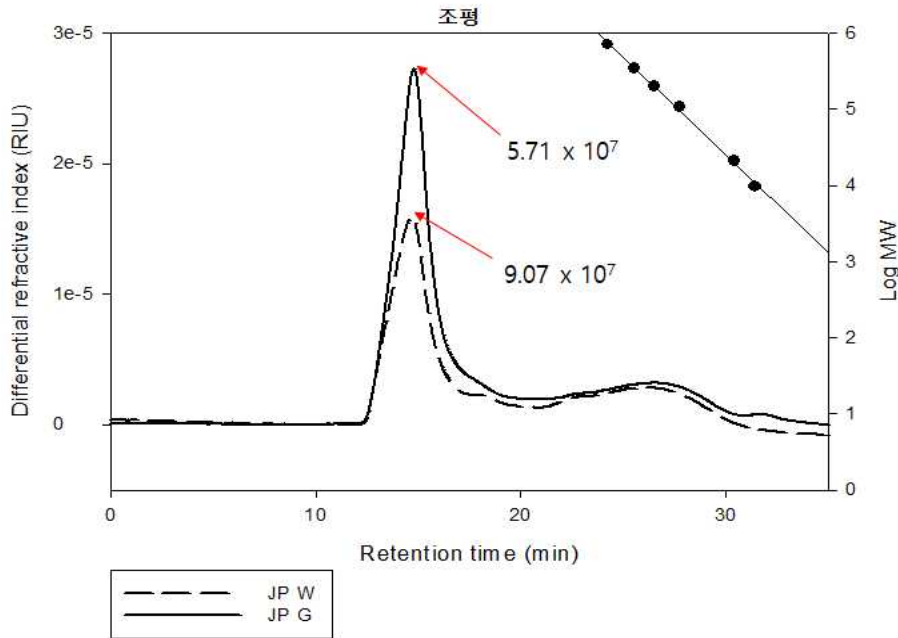


그림 . HPSEC-RI-MALS를 이용한 조평 쌀 전분의 분자량 분포

JP: 조평, W: White(일반), G: Green(초록).

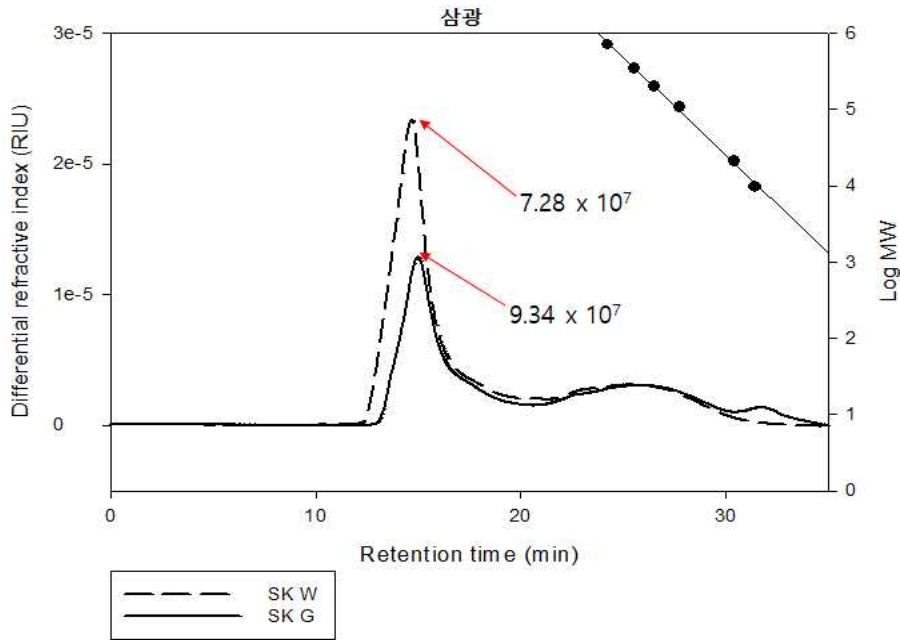


그림 . HPSEC-RI-MALS를 이용한 삼광 쌀 전분의 분자량 분포  
SK: 삼광, W: White(일반), G: Green(초록).

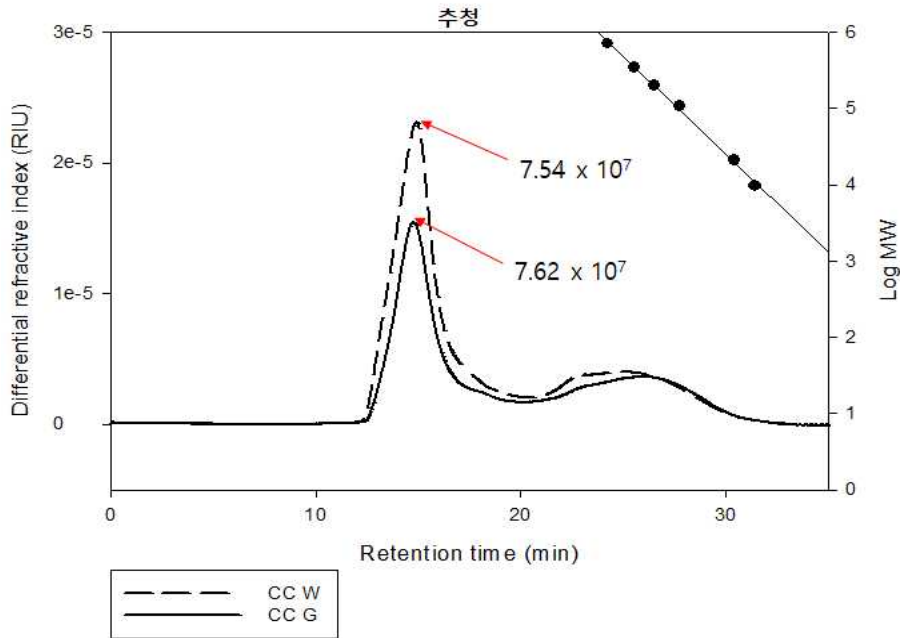


그림 . HPSEC-RI-MALS를 이용한 추청 쌀 전분의 분자량 분포  
CC: 추청, W: White(일반), G: Green(초록).

(3) 아밀로펙틴 측쇄 사슬 길이 분포 분석

- 초록통쌀 전분의 Amylopectin 측쇄 사슬의 분포는 High performance anion exchange chromatography (HPAEC; ICS-3000 series chromatography system, Dionex, USA)를 사용하여 측정하였음.

○ 아래 그림과 테이블에 나타난 바와 같이, 같은 품종 내의 일반쌀과 초록통쌀의 비교에서는 아밀로펙틴 측쇄 사슬 길이 분포에는 유의적인 차이를 확인할 수 없었음.

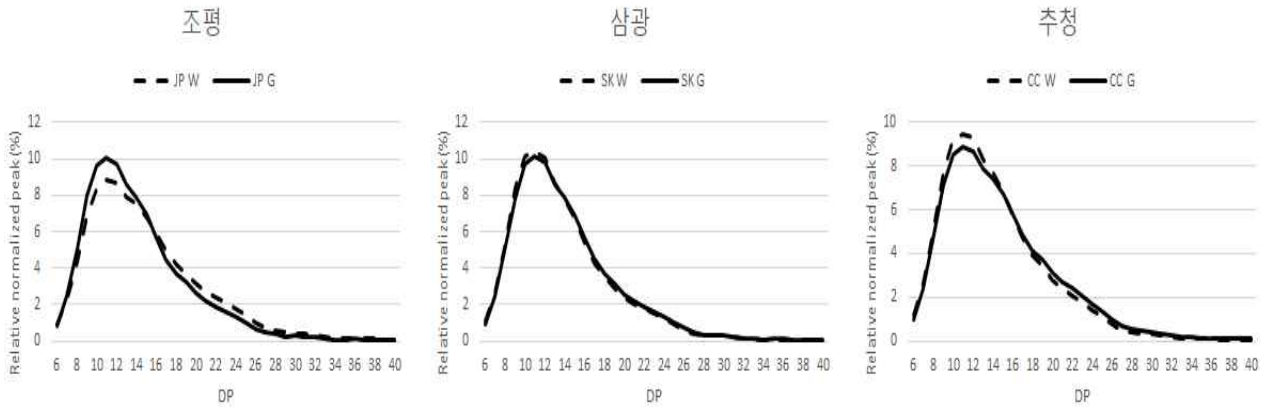


그림16. HPAEC-PAD를 이용한 Amylopectin 측쇄 길이 분포  
 JP: 조평, SK: 삼광, CC: 추청, W: White(일반), G: Green(초록)

표 . Summary of amylopectin side chain distributions in green whole rice

Rice variety <sup>1)</sup>	Distribution (%) <sup>2)</sup>						Average DP <sup>2)</sup>
	DP 6 ~ 11	DP 12 ~ 17	DP 18 ~ 23	DP 24 ~ 29	DP 30 ~ 35	DP > 36	
JP W	31.53 ± 2.93	41.80 ± 1.45	18.33 ± 2.49	6.08 ± 1.27	1.67 ± 0.42	0.60 ± 0.19	14.93 ± 0.59
JP G	35.92 ± 0.34	43.32 ± 0.32	15.18 ± 0.54	4.12 ± 0.10	1.09 ± 0.19	0.37 ± 0.03	14.09 ± 0.06
SK W	37.81 ± 3.58	42.96 ± 0.22	14.18 ± 2.51	3.78 ± 0.94	0.97 ± 0.19	0.31 ± 0.05	13.83 ± 0.52
SK G	35.96 ± 1.71	43.35 ± 0.06	15.06 ± 1.11	4.21 ± 0.47	1.05 ± 0.08	0.37 ± 0.02	14.08 ± 0.23
CC W	35.11 ± 0.74	42.53 ± 0.20	16.38 ± 0.39	4.57 ± 0.21	1.08 ± 0.07	0.33 ± 0.03	14.23 ± 0.11
CC G	32.57 ± 1.81	41.32 ± 0.89	18.13 ± 1.34	5.80 ± 0.89	1.60 ± 0.33	0.57 ± 0.14	14.79 ± 0.39

1) JP: 조평, SK: 삼광, CC: 추청, W: White(일반), G: Green(초록)

2) Least significant difference at P<0.05.

#### 나. 초록통곡물 유래 탄수화물의 소화율 증진

##### (1) 품종 별 소화율 측정

○ 세 가지 품종 별 일반쌀밥과 초록통쌀밥의 소화율 측정을 위해 *in vitro* 소화율을 측정하였음. 아래 Figure 3에 나타난 바와 같이 모든 품종에서 초록통쌀밥의 소화율이 일반쌀밥에 비해 약 1.5~2배 낮은 것을 확인할 수 있었음. 이는 도정을 거치지 않은 조생종인 초록통쌀의 높은 섬유소 함량에 의한 영향으로 판단되었음.



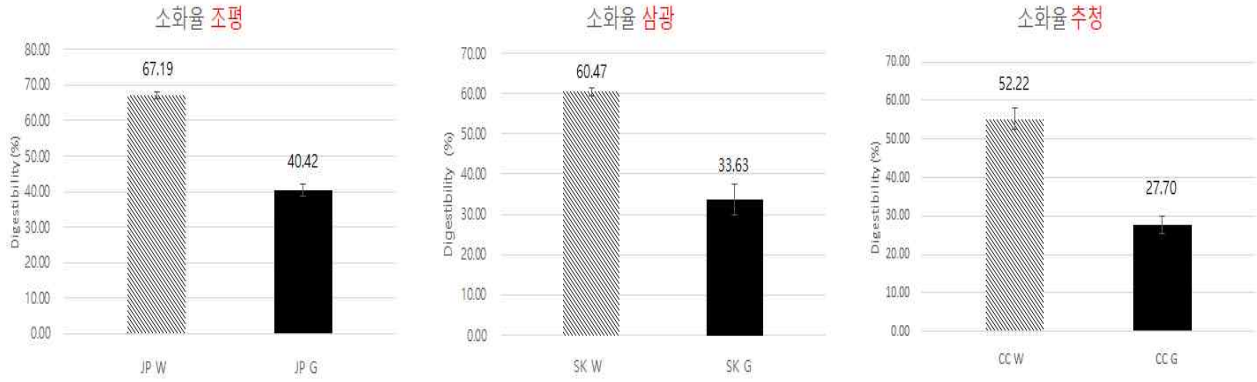


그림 . 각 품종 별 일반쌀밥과 초록통쌀밥의 소화율

JP W: 조평 일반쌀밥, JP G: 조평 초록통쌀밥, SK W: 삼광 일반쌀밥, SK G: 삼광 초록통쌀밥, CC W: 추청 일반쌀밥, CC G: 추청 초록통쌀밥.

Moisture contents (%)		Moisture contents (%)		Moisture contents (%)	
JP White rice	JP Green rice	SK White rice	SK Green rice	CC White rice	CC Green rice
61.62 ± 0.35	53.01 ± 1.30	58.08 ± 0.84	51.56 ± 0.08	58.18 ± 0.67	60.47 ± 0.35

JP: 조평, SK: 삼광, CC: 추청, White rice(일반쌀밥), Green rice(초록통쌀밥).

(2) Total starch & Damaged starch 함량

- 초록통쌀의 총 전분함량과 손상전분 함량을 측정한 결과, 모든 품종에서 일반쌀의 총 전분함량 및 손상전분 함량이 높았음. 이는 숙성 기간의 차이와 수확 후 도정 등의 공정 적 용에 따른 차이로 판단되었음.

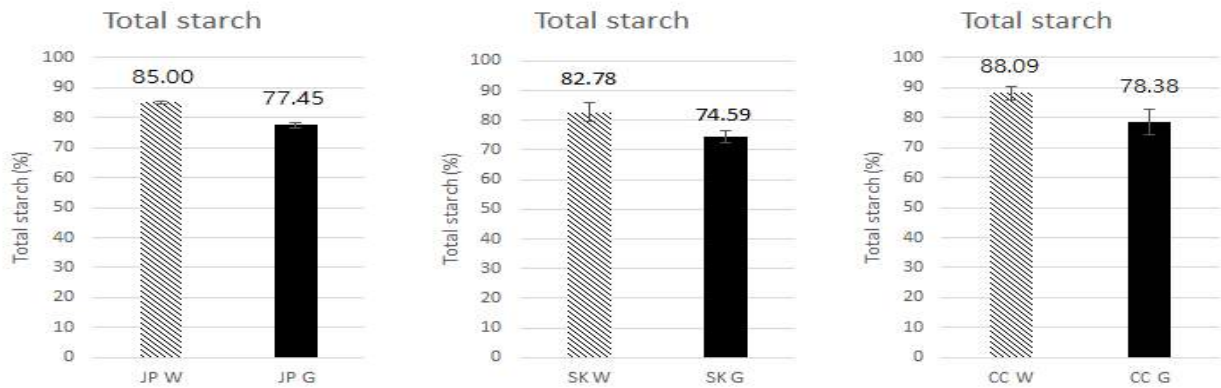


그림18. 각 품종 별 일반쌀밥과 초록쌀밥의 총 전분 함량

JP: 조평, SK: 삼광, CC: 추청, W: White(일반), G: Green(초록)

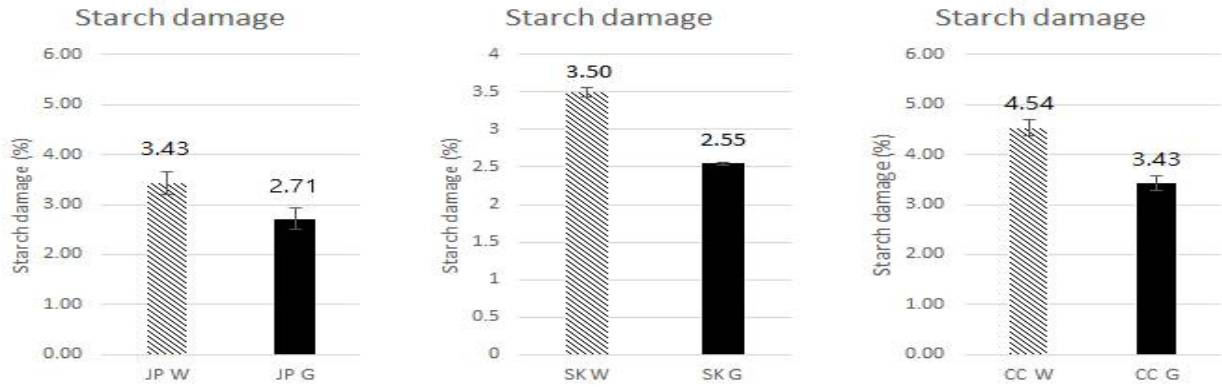


그림 . 각 품종 별 일반쌀밥과 초록쌀밥의 손상전분 함량  
 JP: 조평, SK: 삼광, CC: 추청, W: White(일반), G: Green(초록)

(3) 효소처리를 이용한 초록통쌀의 소화율 비교

○ 효소 처리에 따른 초록통쌀밥의 소화율은 in vitro 소화 과정에서 생성되는 환원당 농도를 RDS, SDS, RS 세 부분으로 나누어서 비교하였음. 소화되는 부분인 RDS와 SDS에서는 현미밥과 초록통쌀밥간의 큰 차이를 보이지 않았지만, 초록통쌀밥에 효소처리에 따라서 저항전분이 유의적으로 감소하는 것을 알 수 있었음. 이는 소화되는 전분의 양이 늘어났다는 것을 의미함. 일반쌀에 비해 높은 섬유소를 함유하고 있는 초록통쌀은 효소처리에 의해 향상된 소화율을 보이는 것을 확인할 수 있었음. 또한 Viscozyme HT가 소화율 향상에 좀 더 효율적인 것으로 나타남.

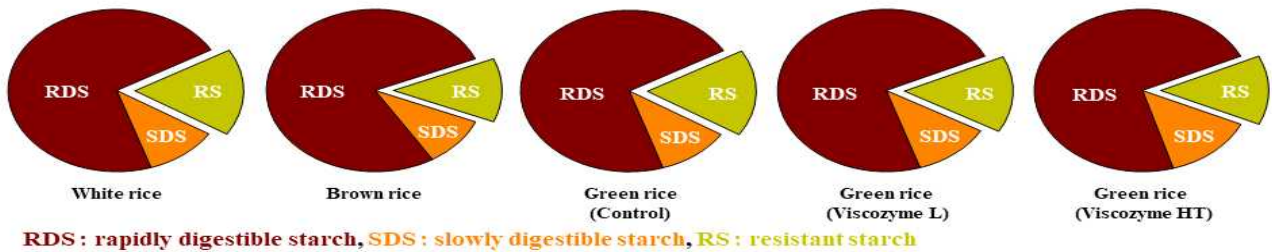


그림. 효소 처리에 따른 소화율 변화

표. 효소 처리에 따른 소화율 변화

Samples(SK, 삼광)	RDS(%)	SDS(%)	RS(%)
White rice	76.29 ± 1.39 <sup>b</sup>	15.48 ± 2.23 <sup>a</sup>	8.24 ± 1.80 <sup>a</sup>
Brown rice	75.15 ± 1.82 <sup>ab</sup>	11.44 ± 3.09 <sup>a</sup>	13.40 ± 2.54 <sup>b</sup>
Green rice (Control)	71.76 ± 1.72 <sup>a</sup>	10.92 ± 1.39 <sup>a</sup>	17.32 ± 0.32 <sup>c</sup>
Green rice (Viscozyme L)	73.09 ± 0.93 <sup>ab</sup>	11.68 ± 0.24 <sup>a</sup>	15.23 ± 0.81 <sup>bc</sup>
Green rice (Viscozyme HI)	72.66 ± 1.26 <sup>a</sup>	13.56 ± 1.39 <sup>a</sup>	13.78 ± 0.95 <sup>b</sup>

(4) 효소 처리에 따른 초록통쌀의 물성 변화

- 섬유소 분해 효소를 처리한 초록통쌀밥의 물성 측정 결과, 효소처리 군에서 경도, 부착성, 및 씹힘성의 유의적인 감소를 확인할 수 있었음. 이는 초록통쌀의 섬유소 분해에 따른 변화로 판단되며, 앞에 기술된 소화율의 향상과 동일한 변화로 해석할 수 있었음.



그림 효소 처리된 초록통쌀밥의 형태

표. 효소 처리에 따른 초록통쌀밥의 물성 변화

Green Whole Rice (SK)				
Enzyme	Hardness (g)	Adhesiveness (N*s)	Chewiness	Springiness
Control	2957.71 ± 122.33 <sup>c</sup>	-233.69 ± 27.01 <sup>a</sup>	1027.17 ± 68.89 <sup>c</sup>	0.97 ± 0.04 <sup>ab</sup>
Viscozyme L	2530.21 ± 223.04 <sup>b</sup>	-138.23 ± 27.21 <sup>c</sup>	844.45 ± 78.33 <sup>b</sup>	0.99 ± 0.01 <sup>b</sup>
Viscozyme HT	2173.39 ± 154.73 <sup>a</sup>	-110.88 ± 6.46 <sup>c</sup>	654.77 ± 90.91 <sup>a</sup>	0.91 ± 0.07 <sup>a</sup>

a-c Letters in the same column indicate significant difference (p<0.05)

(5) Phytase 처리를 이용한 무기질 이용성 증진

- 초록통쌀은 백미보다 많은 양의 Phytate를 함유하고 있었으며, 효소 처리에 의해 분해되어 효율적인 저감화가 가능하였음. 효소 처리에 의한 phytate 저감에 의해 분리된 phosphorous의 유의적 증가를 확인할 수 있었음.

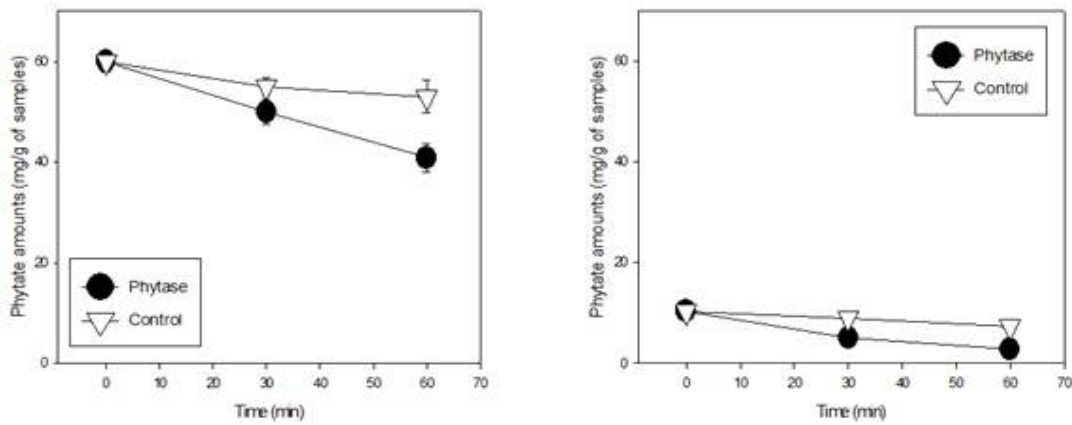


그림. Phytase 처리 시간에 따른 초록통쌀(좌)과 백미(우)의 Phytate 함량 변화

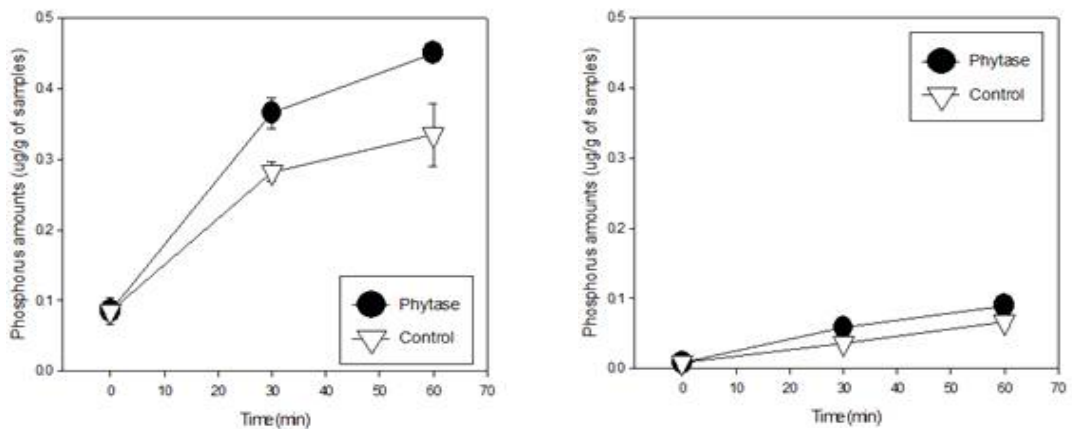


그림. Phytase 처리 시간에 따른 초록통쌀(좌)과 백미(우)의 Phosphorus 생성량

○ Ion chromatography 측정 결과, 초록통쌀밥의 Phytate 함량이 효소 처리에 의해 분해되었음을 확인. phytate 저감에 의해 분리된 phosphorous의 유의적 증가를 확인할 수 있었음.

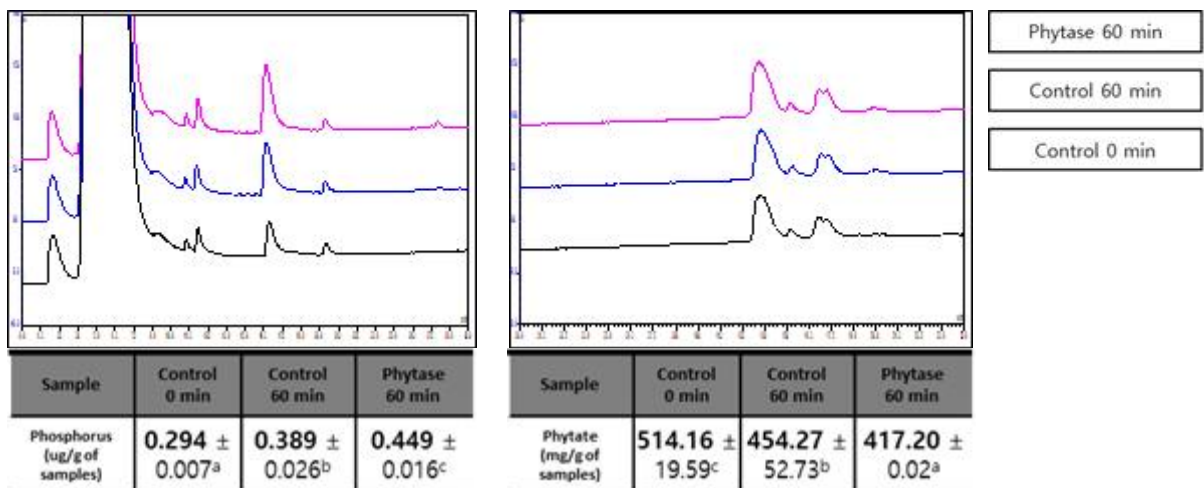


그림. Phytase 처리 시간에 따른 초록통쌀(좌)과 백미(우)의 Phosphorus 생성량

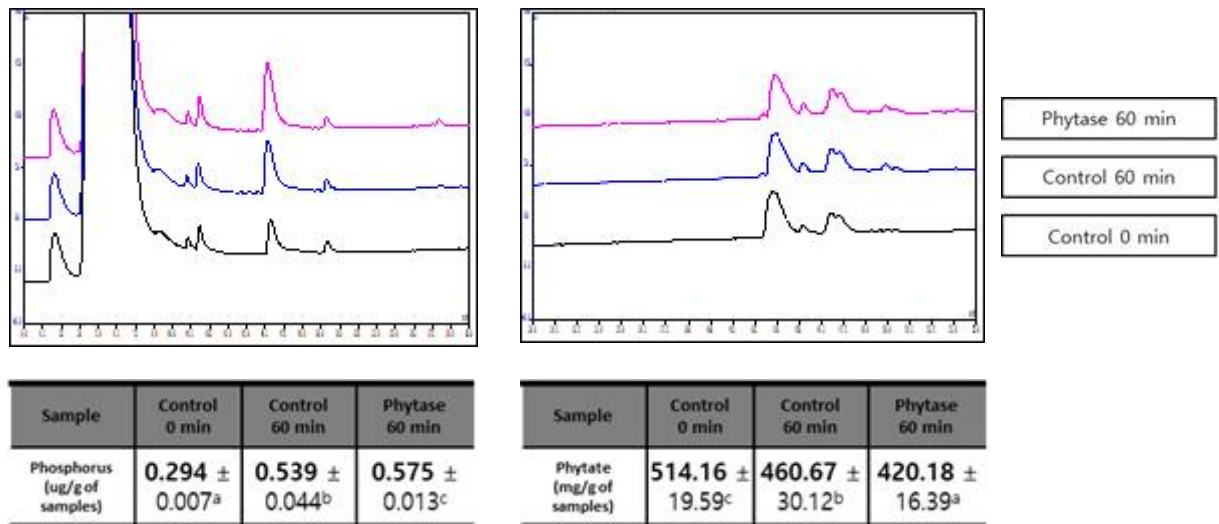


그림. Phytase 처리 시간에 따른 초록통쌀(좌)과 백미(우)의 Phosphorus 생성량

- 유도결합 플라즈마 분광분석기(ICP-OES) 측정 결과, 대조군과 비교하여 두 가지 온도 조건 모두 대조군과 유의적인 차이를 보이며 무기질의 함량이 증가함. 그 중에서도 칼슘과 망간이 대조군보다 19.9%, 22.2%로 크게 증가한 것을 확인함.

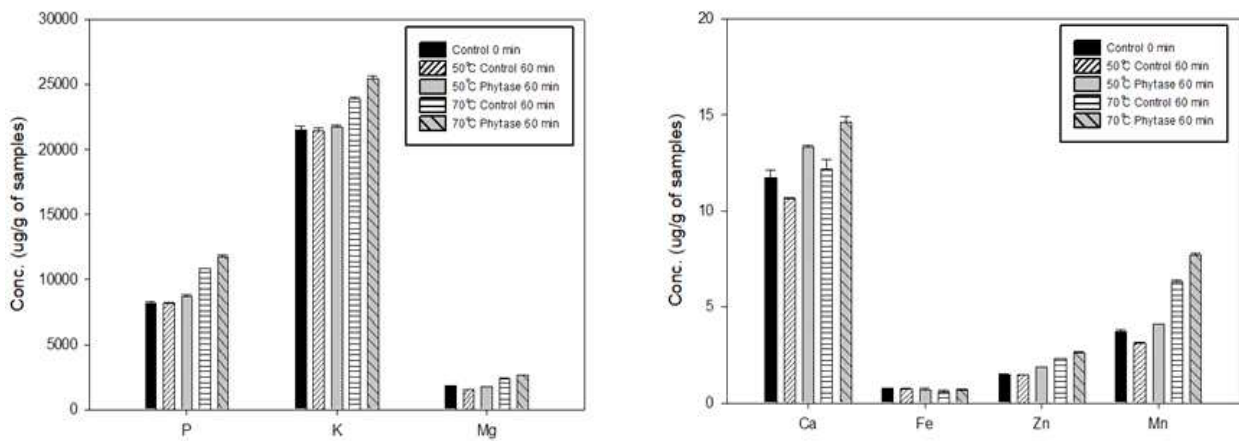


그림. 효소 처리에 따른 초록통쌀의 미네랄 함량 변화

표 효소 처리에 의한 초록통쌀밥의 미네랄 함량 변화

		Minerals(μg/g)						
		Pi	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn
Total contents		23346.67 ± 612.73 <sup>f</sup>	26196.67 ± 1128.1 <sup>c</sup>	9072.67 ± 300.50 <sup>f</sup>	218.00 ± 13.08 <sup>f</sup>	66.33 ± 2.31 <sup>f</sup>	16.33 ± 0.58 <sup>e</sup>	36.00 ± 1.00 <sup>f</sup>
Control 0 min		8204.33 ± 83.43 <sup>c</sup>	22486.67 ± 293.66 <sup>b</sup>	1800.87 ± 27.14 <sup>c</sup>	13.73 ± 0.40 <sup>e</sup>	0.80 ± 0.00 <sup>e</sup>	1.87 ± 0.06 <sup>b</sup>	4.10 ± 0.10 <sup>c</sup>
50°C	Control 60 min	8158.00 ± 122.20 <sup>a</sup>	21420.00 ± 200.75 <sup>a</sup>	1514.67 ± 4.16 <sup>a</sup>	10.63 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.06 <sup>bc</sup>	1.50 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.10 ± 0.06 <sup>a</sup>
	Phytase 60 min	8701.33 ± 144.08 <sup>b</sup>	21743.33 ± 176.16 <sup>a</sup>	1774.00 ± 16.70 <sup>b</sup>	13.33 ± 0.12 <sup>c</sup>	0.70 ± 0.06 <sup>bcd</sup>	1.90 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.13 ± 0.00 <sup>b</sup>
70°C	Control 60 min	10830.00 ± 43.59 <sup>d</sup>	23926.67 ± 102.63 <sup>b</sup>	2379.67 ± 25.42 <sup>d</sup>	12.20 ± 0.49 <sup>b</sup>	0.60 ± 0.06 <sup>a</sup>	2.33 ± 0.00 <sup>c</sup>	6.30 ± 0.10 <sup>d</sup>
	Phytase 60 min	11723.33 ± 185.8 <sup>e</sup>	25490.00 ± 215.1 <sup>c</sup>	2670.67 ± 19.86 <sup>e</sup>	14.63 ± 0.30 <sup>d</sup>	0.67 ± 0.06 <sup>ab</sup>	2.60 ± 0.06 <sup>d</sup>	7.70 ± 0.10 <sup>e</sup>

Different Letters in a row indicate significant difference (p<0.05)

다. 초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구

(1) 난소화성 분획물(수용성 식이섬유)의 수율

- 초록통곡물의 난소화성 분획물을 이용한 기능적 특성 연구를 위해 수용성 식이섬유를 분리하였음. 흰쌀에서 가장 낮은 수용성 식이섬유 수율을 보였고, 초미쇄 미강에서 가장 높은 수율을 나타내었음.

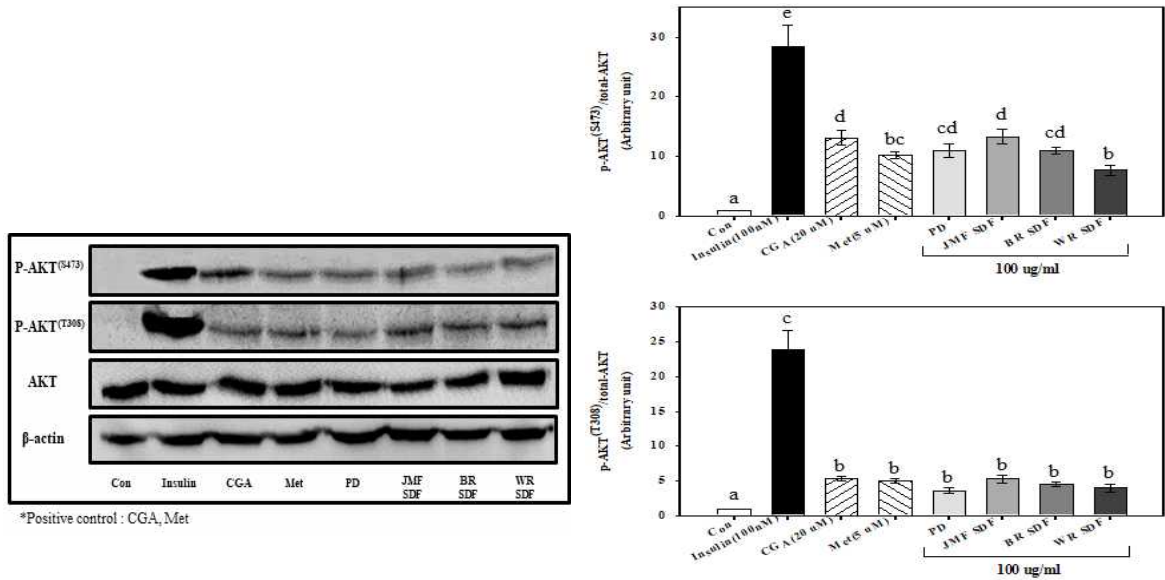
표. 각 시료 별 수용성 식이섬유 수율

시료	수용성 식이섬유 수율
흰쌀 (White rice)	0.16 mg of soluble dietary fiber/g of rice flour
현미 (Brown rice)	3.142 mg of soluble dietary fiber/g of rice flour
초록 통쌀 (Green whole rice)	6.66 mg of soluble dietary fiber/g of rice flour
초미쇄 미강 (Jet milled green fiber)	11.66 mg of soluble dietary fiber/g of rice flour

(2) *In vitro* 항당뇨 효과

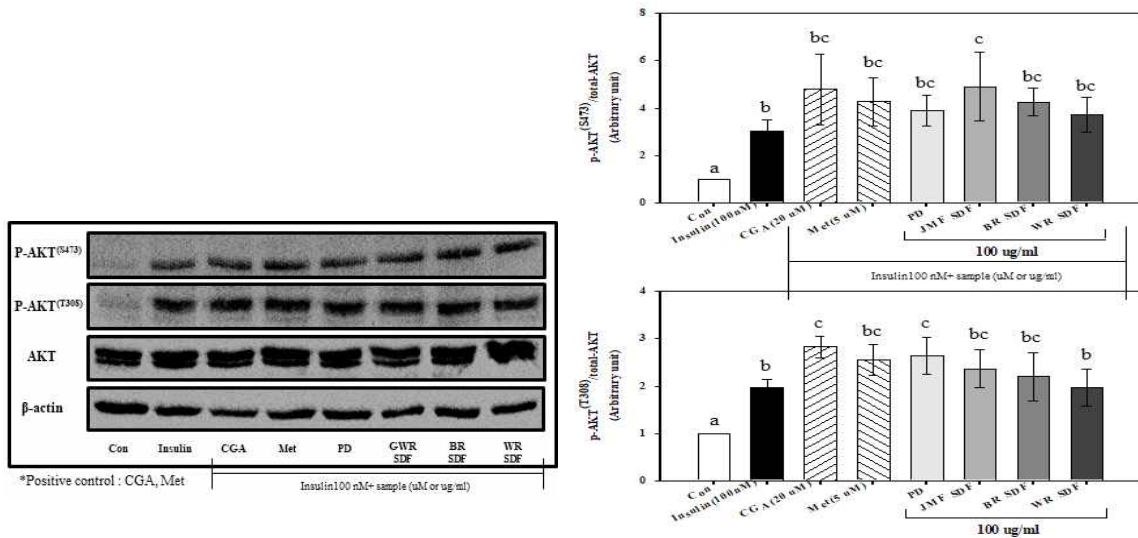
- 초록통곡물 유래 난소화성 분획물의 항당뇨 효과를 테스트하기 위해 CHO-IR/IRS1 cell 과 HepG2 cell을 이용하여 phospho-AKT의 형성 유무를 확인하였음. CHO-IR/IRS1 cell 은 인슐린을 생성하지 못하는 제 1형 당뇨병을 모델링하였고, HepG2 cell은 인슐린을 생

성하지만 인슐린 저항성을 가지는 제 2형 당뇨병을 모델링하였음. 두 모델링 실험에서 모두 초미쇄미강 유래 수용성 식이섬유를 첨가하였을 때 상용화되어 있는 수용성 식이섬유인 polydextrose와 비슷하거나 그 이상의 phospho-AKT 형성을 나타내었음.



Insulin: 100 nM; CGA: Chlorogenic acid(20 uM); Met: Metformin(5 uM);  
 PD: Polydextrose(100ug/ml); GWR SDF: Soluble dietary fiber from Green whole rice(100 ug/ml);  
 BR SDF: Soluble dietary fiber from Brown Rice(100 ug/ml); WR SDF: Soluble dietary fiber from White Rice(100 ug/ml).  
 Different letters were significantly different at the level  $p < 0.05$ .

그림. CHO-IR/IRS1 cell을 이용한 수용성 식이섬유의 항당뇨 효과



Insulin: 100 nM; CGA: Chlorogenic acid(20 uM); Met: Metformin(5 uM);  
 PD: Polydextrose(100ug/ml); GWR SDF: Soluble dietary fiber from Green whole rice(100 ug/ml);  
 BR SDF: Soluble dietary fiber from Brown Rice(100 ug/ml); WR SDF: Soluble dietary fiber from White Rice(100 ug/ml).  
 Different letters were significantly different at the level  $p < 0.05$ .

그림. HepG2 cell을 이용한 수용성 식이섬유의 항당뇨 효과

(3) 지질대사 개선 효과

- 지방을 분해하는 lipase를 얼마나 효과적으로 억제하는지 알아보기 위해 4-MU oleate를 기질로 사용하여 실험을 진행하였음. 수용성 식이섬유의 농도가 증가함에 따라 lipase 억제 효과도 증가하는 경향을 확인 할 수 있었고, 모든 농도 구간에서 초미쇄미강 유래 수용성 식이섬유가 가장 높은 lipase 억제 효과를 나타내었음.

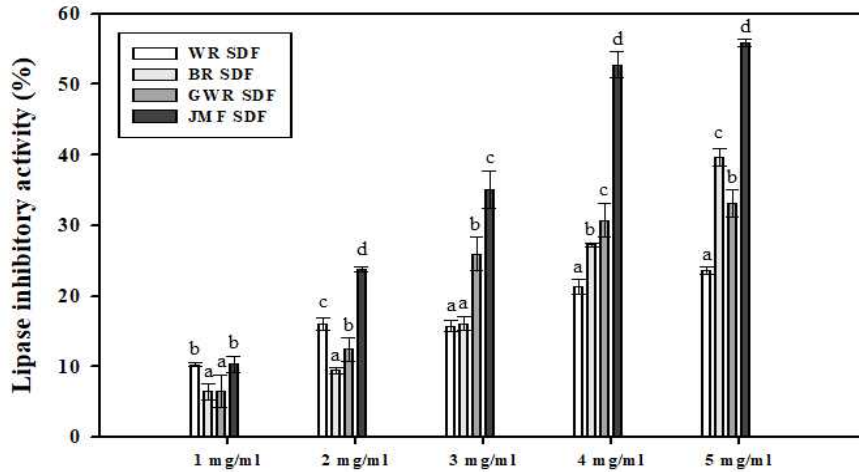


그림. 각 시료 유래 수용성 식이섬유의 lipase 억제 효과

## 2. 초록통곡물 미강을 이용한 Green fiber 식품 소재화

### 가 초록통곡물 미강분리 및 전처리 기술 확립

#### (1) 식이섬유 소재의 시장 및 사례조사

##### ○ 식이섬유 강화식품의 시장규모

- 식이섬유는 식품 탄수화물 중 인체에서 분해 또는 소화흡수가 불가능한 탄수화물 집합으로 셀룰로오스, 펙틴, 검류, 저항전분, 이눌린 등을 포함함.
- 식이섬유는 용해도에 따라 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber)와 불용성 식이섬유(insoluble dietary fiber)로 나뉘며, 수용성 식이섬유에는 펙틴질, 검류, mucilage, 일부의 헤미셀룰로오스가 포함되며, 불용성 식이섬유에는 셀룰로오스, 저항전분, 일부의 헤미셀룰로오스, 리그닌 등을 포함함.
- 식이섬유를 물에 대한 용해도로 나누는 이유는 이에 따른 장관 내에서의 기능이 서로 다르기 때문인데, 수용성 식이섬유는 장내 점성을 높이고 혈당지수와 혈액 내 콜레스테롤 수치를 낮게 해주며, 불용성 식이섬유는 변의 부피를 증가시키며 장내 음식물의 이동을 늦추고 포만감을 주고 장의 운동성을 향상시킴. 이외에도 식이섬유는 관상동맥 질환 예방 및 치료, 고혈압, 당뇨에 효과가 있는 것으로 보고됨.
- 식품이 가진 생체 조절기능을 과학적으로 평가하고 보건효과 표시를 인정받은 「특정 보건용 식품」은 세계적으로도 앞선 제도라고 평가받고 있는데, 그 중에서도 올리고당과 함께 중심적 소재가 되고 있는 것이 식이섬유로 2001년 12월말 현재 허가 받은 특



정 보건용식품 288품목(이밖에 승인은 1품목) 중, 식이섬유를 관여성분으로 하는 상품은 78품목에 이르고 있고 이것은 특정 보건용 식품 전체의 약 27%에 해당하며 지난해 같은 시기의(209품목 중 식이섬유 관련 상품 49품목) 23.4%보다도 증가한 것.

- 개개의 관여성분을 살펴보면 난소화성 텍스트린이 32품목(식이섬유 관련 제품 중 41%), 사이리움 종피가 21품목, 저분자화 알긴산나트륨이 13품목, 구아검 분해물이 4품목, 폴리텍스트로오스가 3품목, 소맥밀기울이 2품목, 한천(寒天)유래의 식이섬유가 2품목, 맥주효모 유래의 식이섬유가 1품목이며, 기대되고 있는 작용으로서는, 지금 단계에서는 정장작용, 콜레스테롤 흡수억제, 혈당치 상승억제를 들 수 있는데, 그 밖의 기능성에 대해서도 식이섬유의 연구는 진행되고 있어서 앞으로 보건기능표시의 다양화도 예상된다.
- 한편, 식이섬유는 영양표시의 한가지라고 하는 의견도 있어서 영양기능식품의 규격기준이 만들어질 움직임도 있는데, 개별심사를 하는 특정 보건용 식품보다 비용적으로 부담이 적은 후자의 규격기준을 희망하는 목소리도 있음.
- 특정 보건용 식품 이외의 일반상품에서도 식이섬유 강화식품의 시판은 다수 이뤄지고 있는데 최근에는 식이섬유 단독을 강조하기보다 영유(永油)밸런스나 다이어트, 장내 환경개선이라는 콘셉트 속에서 몇 가지의 소재와 함께 이용하는 「복합소재」로서의 이용이 늘고 있으며 앞으로도 더욱 그 비율이 높아질 것으로 예측됨.

#### ○ 일본의 식이섬유 시장

- 일본 시장에 따르면, 소재의 기능성을 강조할 수 있는 특정 보건용 식품 분야에서는 개개의 식이섬유 소재의 명칭을 전면에 내세워 기능성을 강조하고 있으며, 현재 일본에서 허가되어 있는 전체 특정 보건용 식품 209제품 중, 식이섬유 소재를 관여성분으로 하는 제품은 49품목(23.4%)으로 올리고당과 함께 특정보건용 식품의 주요 소재가 되고 있음.
- 매출 규모는 2000년 일본 건강·영양식품 협회 조사 결과 약 115억 엔에 이르고 있으며 최근 기린 베버리지 「사프리」, 모리나가 제과 「우이다 인 젤리 파이버 인」 등 신규 제품이 추가됨에 따라 200억 엔을 넘을 것으로 예상되고 있음.
- 한편 일반 가공식품 시장에서의 섬유강화식품은 富士경제가 정리한 「2000년 기능성 식품 기장」에서 2001년도 시장 규모를 약 66억 엔으로 예측되며, 이것은 오츠카 베버리지 「화이브미니」와 같은 식이섬유를 강조한 식품을 계산한 숫자로, 영양 밸런스식품(오츠카제약 「칼로리메이트」)등이나 기능성 음료(산토리 「DAKARA」 등), 다이어트 지향식품(각종 서플리먼트 포함) 등 복합소재로 사용된 것은 포함시키지 않았기 때문에 실제 포장에 어떤 형태로든 「식이섬유 사용」을 주장하고 있는 제품까지 포함시키면 300억엔 전후의 시장이 될 것이라는 전망.
- 이와 같이 일본의 식이섬유 강화식품은 특정 보건용 식품과 일반 가공식품을 포함해 약 500억엔 시장을 형성하고 있는 것으로 추산되며, 다만 이전처럼 식이섬유 단독으로의 강조 상품이 적어지고 영양 밸런스나 다이어트, 장내 환경개선 등 다른 소재와 함께 이용되는 「복합소재」로서의 이용 비중이 앞으로 더욱 높아질 것으로 보임.

#### ○ 해외 식이섬유 시장의 동향

- “과학이 식이섬유와 건강 사이의 관계를 더 밝혀 주므로 생리학적으로 유익한 식품과 음료에 대한 소비자의 관심이 동시에 진전되어 식이섬유시장의 가치사슬 전반에 걸쳐 혁신을 촉진함.”
- 오늘날 시장에서 섬유 함유 제품의 범위를 살펴보면, 섬유가 셀룰로오스 또는 “식이 섬유”로 간단히 설명되는 것에서 1953년 이래로 먼 길을 왔다는 것이 분명하며, 1953년 영국의학 저널의 한 기사에서, 저자 인 E.H.Hipsley는 1904년에 “Breakfast Foods”라는 제목의 셀룰로오스라는 용어를 사용하여 섬유소라는 용어를 부각시켰고, 소화율이 낮으면 소화기관에서 “buoyancy and bulk”를 줄일 수 있다고 언급함.
- Hugh Trowell에 따르면 식이섬유라는 용어는 섬유질의 생리학적 정의가 확립된 1972년에 마침내 채택됨.
- Hipsely의 1953년 논문은 또한 일부 아시아계 및 호주계 인구 중 식이섬유를 포함한 식이요법과 자간증 감소율 간의 상관관계를 조사했음. 몇 년 후 Trowell은 식이섬유 섭취량과 특정 인구 집단의 다양한 식이요법과 관련된 질환 발병률 감소 사이의 관계를 인용하여 “식이 섬유 가설”을 제안함.
- 식이섬유의 성질, 구성 및 생리학에 대한 초기 연구는 섬유질의 과학에 대해 거의 알려지지 않았더라도 영양, 건강 및 질병에서 식이섬유의 역할에 대한 관심을 보였으며, 지난 수십 년 동안 과학적인 증거의 증가는 식이섬유와 건강 및 질병 예방과의 연관성을 밝히는 데 도움이 됨.



Figure . 식이섬유 함유 제품 예.

- 많은 소비자들이 식이섬유 섭취량을 늘리려고 시도하고 있으며 점점 더 많은 사람들이 즐기는 다양한 제품에서 식이섬유를 얻을 수 있다는 것을 인식. Figure 5처럼 왼쪽부터 시리얼, 초코바, 요거트, 식빵, 파스타 등 다양하게 구입(Fiber Photo courtesy of General mills).

○ 식이섬유의 범위

- 기능성 측면 : 수용성, 불용성, 점성, 비점성, 발효성, 비발효성, 팽창 작용, 입도 분석
- 구조와 근원의 측면 : Arabinoxylans, Arabinogalactans, Beta-glucans, Fructans, Sugar polymers, Brans and cellulose, Resistant starches, Non-digestible oligosacchride, Pectins, Galacto and glucomannans
- 생리학적인 이득의 측면 : Laxation, Prebiotic 6, Digestive health, Glycemic benefits, Metabolic benefits, Cholesterol reduction, Immune support, Safety, Weight management

○ 영양 및 건강의 이점

- 식품의 영양 및 건강에 대한 관심과 인식은 미국 소비자들 사이에서 매우 높으며, 국제 식품 정보위원회(International Food Information Council)에 의한 2011년 전국 소비자 조사에서, 미국 소비자들이 식품을 사기 전에 라벨의 영양 표시를 확인하는 비율이 점점 더 증가하는 추세이며, 특히 식이섬유에 대한 관심이 점차 증가됨.
- 2012년에 IFIC 설문 조사에서 식이섬유는 소비자가 포장 식품 또는 음료 구입에 대한 구매 결정을 내릴 때 고려하는 핵심 구성 요소 중 칼로리 함유량 및 전체 곡물의 비율을 따지고, 특히 가공 식품을 구입할 때는 식이섬유의 함량을 고려했다고 보고되며. 실제로 식이섬유는 단백질과 칼슘과 같이 건강과 관련된 다른 영양소보다 높게 평가됨.
- 소비자 관심사는 식이섬유가 다양한 건강상의 이점과 점점 더 관련이 있기 때문에 식이섬유의 특정된 이점을 더 면밀히 확인하고 있고, 2011 IFIC 소비자 조사에 따르면, 소비자는 상위 10가지 기능성 식품 중 식이섬유를 선정하였고, 식이섬유의 건강 이점을 알고 있던 대다수의 사람들은 이미 식이섬유를 섭취하고 있다고 했으며, 심장의 위험, 소화기관의 건강 및 혈당을 줄이기 위해 이미 식이섬유를 섭취하고 있다고 보고됨.

○ 식이섬유를 알리기 위한 선택

- 미국 소비자들은 식이섬유 섭취량을 늘리려고 적극적으로 노력하는 중이며, 2012년 IFIC설문 조사에서 56 %의 소비자가 식이섬유를 더 많이 섭취하려고 보고되는데, 이는 통곡물에 비해 2위를 차지했지만, 식이요법에서 칼슘이나 오메가 3를 더 많이 섭취하려고 한다는 소비자의 비율보다 상당히 높음.
- 지난 몇 년 동안 식이섬유 성분 및 제품 개발의 혁신으로 빵과 곡물과 같은 일반적인 저수분 제품 범주에서 유제품 및 음료와 같은 제품으로도 식이섬유를 활용, 적용할 수 있는 범위가 크게 확대되어 우리가 편이 접할 수 있는 가공식품에도 식이섬유를 쉽게 찾을 수가 있음.
- 이제는 편리한 식품 및 음료 배송 형식에서 실제로 보이지 않는 식이섬유를 얻을 수 있어서 이는 다양한 성능, 특성 및 이점을 지닌 여러 가지 뛰어난 식이섬유의 개발을 가능하게 하는 과학적 및 기술적 진보로 연결됨.

○ 각 식이섬유소재의 동향

- 식이섬유 강화목적의 이용은 수요 전체에 해당하는 것은 아니며 소재에 따라서는 보수·보형성, 분산안전성 등의 물성을 살린 첨가제적인 이용이 대부분을 차지하며 최근 이용 동향에 대해서 수용성, 불용성으로 나뉘게 됨.

○ 호밀의 식이섬유 특성 및 생리활성

① 호밀의 재배와 소비

- 호밀은 토양이나 토질의 영향을 많이 받지 않고, 겨울의 추운 온도에서도 잘 자라는 곡류로서 전 세계적으로는 유럽 국가와 러시아 지역에서 주로 많이 생산됨.

- 현재 호밀을 이용하여 생산하는 각종 식품제품들은 대표적으로 whole grain rye, whole grain rye flour, rye bran, rye flakes, breakfast cereals, sourdough rye bread mix 등이 존재하며, 검은 빛깔의 시큼한 전통 호밀빵은 핀란드, 발트 해역, 폴란드, 러시아 등지에서 잘 알려진 빵으로서 이는 sourdough 방법을 이용하여 만든 전곡립 호밀빵(whole grain rye bread)임.
- 전곡립 호밀빵은 전곡립 호밀가루, 물, 발효제 등의 주재료를 혼합하고 8~18시간 동안 발효하여 제조하며, 발효시간 동안 유산균과 sourdough 효모가 자라게 되고, 미생물의 활성화 효소 반응으로 인해 맛을 내는 화합물이 생성됨.
- 호밀빵은 신맛을 내고 통호밀가루를 사용한다는 것을 가장 큰 특징으로 하며, 호밀빵은 소금함량이 적고 식이섬유가 많이 포함되어 있어 건강에 매우 유익하다는 측면에서 많은 주목을 받고, 그 외에도 호밀가루를 이용한 다양한 전통 제품들과 호밀 플레이크(flake) 아침식사용 시리얼(cereal)등도 많이 생산됨.

② 호밀의 구성성분과 특징

- 곡류의 낱알(kernel)은 매우 잘 조직화된 영양소의 저장고이며, 곡류낱알의 주된 구성은 외피, 브랜(bran), 배유, 배아로 이루어짐.
- 호밀은 일반 밀과는 달리 빵이나 다른 식품들을 제조할 때 대부분 전곡가루(whole grain flour)로 소비되어 외피가 제거된 후에 전곡상태, 낱알을 얇게 으갠 플레이크(flake), 분말 등의 상태로 이용되고, 배유는 낱알전체 무게의 약 80~85%, 배아는 2~3%, 외층은 10~15%로 구성되며, 낱알은 제분과정에서 분쇄되어 호밀가루(rye flour)와 호밀겨(rye bran)로 분리됨.
- 곡류는 식이섬유의 가장 중요한 공급원 중의 하나로서 낱알의 브랜층(bran layer)에 특히 많이 존재하며, 밀과 호밀의 브랜층의 함량은 유사함. 그러나 호밀은 밀에 비해 배유 내에 더 많은 세포벽을 함유하고 있는데, 이 세포벽에 식이섬유가 많이 분포하기 때문에 호밀은 밀보다 식이섬유 함량이 더 높음. 특히 밀은 주로 밀가루의 형태로 많이 소비되는데 반하여, 호밀은 전곡의 형태로 이용되기 때문에 식이섬유의 중요한 공급원임.

표. 호밀, 밀, 귀리의 화학적 구성성분 비교.

성분	% of dry matter			
	rye 100*	wheat 100	wheat 66	oat groat
단백질	10-15	12-14	13	13-16
지방	2-3	3	1	6-7
전분	55-65	67-70	84	54-64
회분	2	2	0.5	2
총 식이섬유	15-17	10-13	3	11-13
(수용성 식이섬유)	(3-4)	(1-2)	(0.9-2.0)	(3-5)

\* 곡물의 이름 다음에 오는 숫자는 추출 속도를 나타냄. 추출 속도는 알려진 양의 곡물에서 유래된 밀가루의 비율임.

Extraction rate 100 = whole grain flour.

Extraction rate 66 = 66% of grain is milled in this flour

- Table은 호밀, 밀 및 귀리의 화학적 구성성분을 비교한 것인데, 호밀 내에 전분, 식이섬유소, 단백질 등의 주요 영양소는 다른 곡류와 비슷한 양으로 함유됨. 호밀은 밀에 비해서 일반적으로 전분과 조단백질(crude protein)의 함량은 낮으나, 식이섬유는 밀에 비해 더 많이 함유되어 있음.

### ③ 호밀 구성성분의 생리작용 (식이섬유)

- 식이섬유는 식물성 식품의 가장 중요한 부분으로서 인간의 위장관상부에서는 소화 흡수되지 않으며, 식이섬유는 비전분성 다당류(non-starch polysaccharide), 저항전분(resistant starch), 리그닌(lignin)을 포함하고, 주로 식물의 세포벽에 분포함.
- 식품과학자들은 식생활에서 식이섬유가 건강유지에 매우 중요한 요소라는 사실에 의견을 일치하였고, 보다 많은 식이섬유를 섭취함으로써 많은 만성질환을 예방하거나 치료하는데 기여할 수 있음. 일반적으로 식이섬유의 일일 섭취량은 25-35g으로 권장되고 있으며, 대부분의 국가에서 권장량보다 낮은 식이섬유를 섭취하고 있기 때문에 건강유지를 위해서 보다 많은 식이섬유를 섭취하는 것이 중요함.
- 곡류, 특히 호밀은 식이섬유질을 공급하는 가장 중요한 원료이며, 식이섬유는 곡류 낱알의 외층, 특히 브랜층(bran layer)에 주로 존재하고, 대부분 브랜층이 포함된 전곡의 상태로 소비되기 때문에 식이섬유의 역할이 매우 중요함.
- 식이섬유는 대부분 대장에서 분해가 되는데, 수백 종의 박테리아로 구성되어져있는 장내세균의 기질로서 작용함. 인간의 장내 균총에 대한 식이섬유의 장기간 섭취 효과가 완벽하게 규명되지는 않았지만, 식이섬유의 섭취를 증가시킨 경우, 2주후에 대장 내장내 균총이 상당히 변화하였다는 보고됨.
- 식이섬유의 섭취를 증가시키면 장의 기능에 많은 영향을 주는데, 이는 장내 세균의 증식에 따라 단쇄지방산(short chain fatty acid)의 생산을 촉진시킴으로서 장내의 pH를 낮게 유지시켜 유해세균의 생육을 억제하고, 장의 연동작용을 촉진시킴. 또한 불용성 식이섬유는 수분을 흡수하는 작용을 하는데, 이러한 기능성은 대장에서 변의 부피를 증가시키고, 변의 통과시간을 단축시키는 작용을 함으로서 모든 긍정적인 생리활성은 호밀빵의 섭취를 증가시켜 얻을 수 있음.

### ④ 전곡립 원료로서 호밀의 중요성

- 전곡립(whole grain)은 통상적인 식사에서 꼭 필요한 식품으로서 중요한 영양소의 공급원이고, 탄수화물, 식이섬유, 저항전분(resistant starch), 미량 무기질, 비타민류를 공급함. 전곡립을 포함하는 식품을 섭취한 사람들의 사망률이 현저히 낮은 것은 주목할 만한 사실임.
- 호밀은 통호밀의 형태로서 이용되기 때문에 전곡립의 생리활성을 기대할 수 있으며, 호밀 식이의 생리활성에 대해서는 식이섬유의 작용에 의한 변비예방, 에너지 배출증가

에 의한 비만 감소, 인슐린 분비감소 및 당뇨예방, 심장혈관질환의 위험성 감소, 혈청 콜레스테롤의 감소, 혈전 형성 예방, 암(유방암, 직장암 등) 예방 효과 등에 대한 많은 연구결과가 보고됨.

(2) 쌀 가공식품의 동향

- 쌀은 세계적으로 주요한 곡식으로서 벼의 알곡이며, 도정 정도에 따라 불리는 이름과 영양이 각각 다름. 볏씨에서 왕겨를 제거하면 「현미」가 되며, 일반적으로 도정도가 92% 이상인 경우를 「백미」라고 함. 세계에서 쌀의 최대 수입국은 인도네시아이며, 최대 수출국은 태국인데, 세계에서 쌀 거래량은 6~7% 정도로 아주 미미한 것으로 알려짐.
- 국내에서도 모든 지방에서 벼농사를 짓고 있지만, 그 재배면적은 지속적으로 감소하고 있으며, 최근 곡물 가격의 지속적인 상승으로 식량위기론이 대두됨. 국내에서의 쌀에 대한 관심은 과거에는 생산량 증가를 위한 정책에서 친환경적인 생산과 고품질의 쌀을 생산하려는 노력으로 변화되고 있으며, 최근에는 쌀 면 생산들을 위한 가공용 다수확 품종을 재배하려는 방향으로 진행됨.
- 통계청 자료에 의하면, 지난 2000년도부터 「가구부문 1인당 연간 쌀 소비량」은 지속적으로 감소하는 추세이며, 이는 식생활 패턴의 서구화에 따른 결과로서 「밥을 해 먹은 양」을 의미하고, 떡·한과·막걸리 등 가공용으로 소비된 쌀은 「가구부문 1인당 연간 쌀 소비량」에서 제외되는 반면, 식품업계에서는 쌀 소비량에 호조를 보여서 최근 업계에서 아이디어를 활용한 이색 「쌀 제품」들을 출시해 소비자 호응을 얻고 있기 때문에 원재료로 사용되는 쌀 소비량도 늘어나는 추세임.

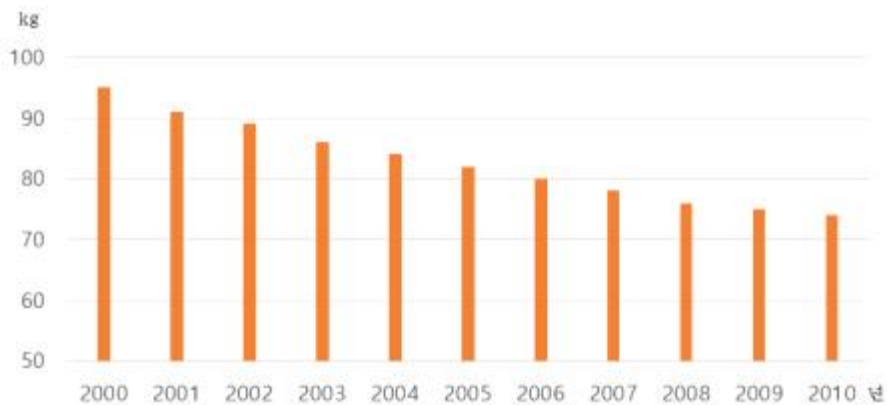


그림. 1인당 연간 쌀 소비량(통계청).

(3) 2010 국내 쌀 가공식품산업 동향

- 지난 2010년, 국내 쌀 가공식품산업은 쌀 가공제품의 소비확대를 통해 새로운 쌀 수요를 창출한다는 목표 아래 전년도 대비 30%대의 높은 쌀 소비증가율을 기록하며 마무리함. 쌀 가공식품 활성화를 위한 정부의 정책지원과 전략적인 홍보활동은 성장을 견인하는 바탕이 돼 수입쌀과 정부보유 재고미를 처분하는데 기여하여 쌀 소비를 늘리자는 공감대가 형성된 사회분위기로 인해, 쌀 가공식품 생산에 참여하는 기업들이 늘어나는 등 전반적으로 쌀 소비촉진 분위기가 확산됨.

(4) 쌀 가공식품산업 활성화 정책 실시

- 농·식품부는 지난 2009년 8월 「쌀 가공산업 활성화 방안」을 발표한데 이어 「쌀 소비촉진 방안」을 발표함. 구곡재고를 특별처분하고 쌀 소비를 촉진하며 2011년 이후 쌀 생산량을 감축한다는 내용을 담은 2010년 대책은 쌀의 과잉생산이 전망되는 가운데 적정 비축량이 초과함에 따라 하락하는 쌀값을 안정시키기 위해 취한 조치를 취함.

(5) 쌀 소비촉진을 위한 홍보활동 강화

- 2010년, 한국쌀가공식품협회에서는 밥쌀용 쌀 소비확대와 함께 쌀가루 등 가공품 소비확대를 위한 홍보활동을 체계적으로 추진함. 지난 2012년까지 쌀 생산량의 10% 수준인 47만 톤까지 가공용 쌀 소비확대를 홍보목표로 삼고 홍보대상을 세분화하며 타깃별 홍보수단을 모두 동원해 추진했음.
- 전국 소비자단체들과 함께 「쌀과 함께 건강생활 운동본부」를 결성하고, 전국에서 발대식과 교육 및 캠페인을 진행했으며, 2008년부터 「우수 쌀 가공제품 TOP10」을 선정해 발표하는 등 쌀 가공제품을 소비자에게 알리는데 주력했음.

(6) 쌀 가공업체 및 신제품 증가

- 쌀 가공식품산업은 지난 2009년부터 적극적으로 실시한 활성화 정책 시행과 홍보마케팅 활동 결과, 2009년 1분기 이후 쌀 소비 증가세로 전환해 2010년 양곡년도말 기준 정부가 공급한 가공용 쌀은 약 18만 톤으로 전년 대비 30% 증가율을 기록했음.
- 쌀 가공식품은 이제 가정에서 소비되는 유통매장용 상품에서 벗어나 쌀 가공식품군으로 변모하고 있으며, 쌀 가공식품 사업 형태 또한 식품제조에서 프랜차이즈와 외식 산업으로 발전하고 있음.
- 「장류」는 고추장의 주원료인 밀가루를 쌀로 전환하여 저렴한 가격을 강점으로 내세웠으며, 「막걸리」는 20~30대 젊은 층까지 소비계층이 확대되는 열풍에 힘입어 「쌀 막걸리」가 시장을 차지하였고, 「빵류」 또한 정부가 추진하는 「쌀과 함께하는 건강생활 R10프로젝트(밀가루 10% 대체운동)」와 연계해 새롭게 개발된 쌀 빵들이 출시되고 있으며, 쌀국수와 쌀라면 등 밀가루를 대신한 「쌀면」 제품들이 출시되는 등 건강을 콘셉트로 한 쌀 가공제품이 다양하게 개발돼 소비자에게 선보였음.

(7) 쌀 가공식품산업에 대한 전망

- 쌀 가공식품산업은 향후에도 성장세가 유지될 것으로 전망됨. 최근 건강에 대한 소비자 관심이 높아졌고, 국산 쌀 원료에 대한 소비자 니즈(needs)가 매우 커지고 있기 때문에 맛과 제품력만 받쳐 준다면 더욱 많은 쌀 가공식품이 나올 것으로 보이며, 정부에서 쌀 가공 사업을 적극 장려하는데다 국제 밀 가격 급등으로 인해 시간이 지날수록 쌀 가공제품이 붐물을 이룰 것으로 내다봄.
- 대부분의 식품 대기업들이 올해 쌀 가공을 늘리거나 쌀을 주원료로 한 신제품 개발에 적극 나선다는 계획이어서 쌀 소비촉진에 상당한 기여를 할 것으로 기대되고 있지만 현재의 쌀 소비증가율이 유지되고 정부의 정책목표가 달성 될 경우에는 앞으로 가공용 쌀 공급부족 사태가 발생할 수도 있음.
- 식생활 패턴이 서구화, 다양화, 고급화 되어가고 핵가족화 및 싱글족의 증가와 더불어

소득이 높아짐에 따라 외식 빈도가 잦아지면서 외식산업이 급성장함.

- 1986년 4조6천억 원에서 근래에는 20조원을 넘는 거대한 시장규모를 형성하고 있기 때문에 쌀 가공식품 개발 방향도 이러한 외식산업에 편승하는 것이 바람직하다고 보이며, 이를 활성화할 수 있는 방안이 제시되어야 함.
- 쌀이 건강식품으로 인식되면서 외국에서도 쌀 수요가 증가하기 시작했으며, 특히 쌀을 수입하고 있는 현실에서는 쌀의 기능성 및 다이어트 식품으로서의 구체적인 방안들이 지속적으로 연구되어 부가가치를 높인 쌀 가공제품이 역수출 될 수 있는 실질적인 효과를 얻어야 한다고 봄.
- 쌀 가공기술 개발의 지속적이고 장기적이며 규모화 된 R&D 지원을 통하여 쌀 가공식품의 수요를 확대하고, 세계 시장에서 쌀 가공식품이 경쟁력을 확보할 수 있어야 함.

(8) 초록통곡물 미강 소재화를 위한 전처리 기술 확립

(JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE Vol. 37, No. 1, pp.61-68)

	미강	탈지미강	초미세 탈지미강
일반 통곡물			
초록 통곡물			

그림. 일반통곡물과 초록통곡물 처리 조건에 따른 표면 색 차이

- 미강 식이석유 초미세화를 위한 탈지미강 제조
  - 1) 미강(300g)에 5배 무게의 n-hexane(특급시약) 1500g을 첨가.
  - 2) 30분간 교반한 후 헥산 층을 제거.
  - 3) 잔유물에 처음 미강 무게의 3배량 n-hexane을 첨가.
  - 4) 30분 동안 교반한 후 헥산층을 제거하고, 이 과정을 3회 반복.
  - 5) 탈지된 미강 중에 남아있는 헥산을 제거하기 위해 후드(Hood)안에서 24시간 동안 방치.

- Figure처럼 미강을 탈지하였을 시, 기존 미강이랑 색의 차이를 확인할 수 있었고, 초미



세분쇄를 하였을 때도 색이 다르다는 점을 알 수가 있었음.

○ 탈지여부에 의한 초미세화 공정

- 일반통곡물과 초록통곡물을 초미세분쇄하기 위해서 Jet-Mill(Fluidized Bed Jet Mill, NETZSCH / Germany)을 이용하여 분쇄를 하였는데, 일반적인 통곡물에는 지방이 포함되어 있어서 지방을 제거해야하는 작업에 들어갔음. 그러기 위해서 탈지미강을 만들어서 진행을 함.

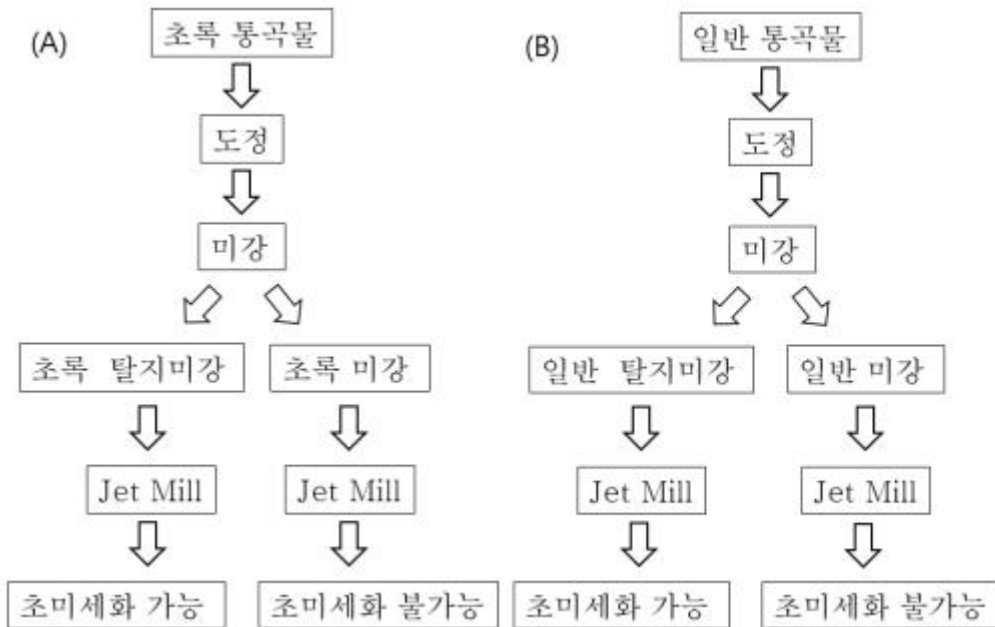


그림. 탈지여부에 의한 초미세화 공정 도식화. (A)는 초록통곡물, (B)는 일반통곡물

- 초미세분쇄를 할 때는 기존에 식품이 가지고 있는 기본 영양소들은 제거가 되지 않고 그대로 존재되어 섭취 시에 전혀 문제가 없고, 오히려 입자들이 작아 소화흡수가 더 잘되고, 소비자들에게 쉽게 다가가기 쉬움. 앞으로 초록 통곡물의 연구와 실험이 계속 진행이 될 것이고 일반통곡물과는 다른 차별성을 찾아서 요즘 시대의 식생활 변화를 개선하기 위해 한 발짝 앞으로 다가갈 것으로 전망됨.

나. 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성 분석

(1) 초록통쌀 탈지미강과 일반 탈지미강의 일반 성분분석

- Green fiber 제조에 앞서 초록통쌀 탈지미강과 일반 탈지미강에 대한 성분분석을 수행하였음.
- 일반성분 분석결과에서 열량, 탄수화물, 단백질, 지방의 함량은 두 시료 모두 비슷한 함량을 나타냄. 당류의 경우, 일반 탈지미강이 초록통쌀 탈지미강에 비해 높은 값을 보여주는 데 이는 쌀의 성숙에 따라 유리당의 함량이 다소 늘어나는 것에 기인한 것으로 판단 됨.
- 초록통쌀 탈지미강의 나트륨 함량은 5.0 mg/100g 이나 일반 탈지미강의 나트륨 함량은 19.0 mg/100g 인 것으로 확인됨.

- 식이섬유 함량의 경우, 초록통쌀 탈지미강이 일반 탈지미강에 비해 14% 가량 함량이 높은 것으로 분석되었음.

**표. 초록통쌀 탈지미강에 대한 일반성분 분석.**

시험항목	단위	결과
열량	kcal/100g	317
탄수화물	g/100g	66.8
단백질	g/100g	14.1
지방	g/100g	1.62
당류	g/100g	3.58
포화지방	g/100g	0.466
트랜스지방	g/100g	불검출
콜레스테롤	mg/100g	불검출
나트륨	mg/100g	5.00
식이섬유	g/100g	10.4

**표. 일반 쌀 탈지미강에 대한 일반성분 분석.**

시험항목	단위	결과
열량	kcal/100g	301
탄수화물	g/100g	61.1
단백질	g/100g	14.1
지방	g/100g	2.04
당류	g/100g	7.60
포화지방	g/100g	0.528
트랜스지방	g/100g	불검출
콜레스테롤	mg/100g	불검출
나트륨	mg/100g	19.0
식이섬유	g/100g	9.09

(2) 초미세 Green fiber 의 제조 및 입도분석

- 탈지가 완료된 초록통쌀 미강을 이용하여 Fig.1에서 제안된 공정에 따라 세 종류의 입도를 갖는 Green fiber 분획을 제조하였으며 각각의 분획을 GWG-150, GWG-63, GWG-JM 로 정의하였음.
- GWG-150, GWG-63, GWG-JM 분획의 평균입도와 입도분포는 laser diffraction을 이용한 입도분석장치로 측정되었음. Figure 25의 입도분포도에 따르면 GWG-150, GWG-63, GWG-JM 시료 모두 평균 입도를 중심으로 정규분포를 이루며 입도의 분산정도가 크지 않음을 확인하였음.

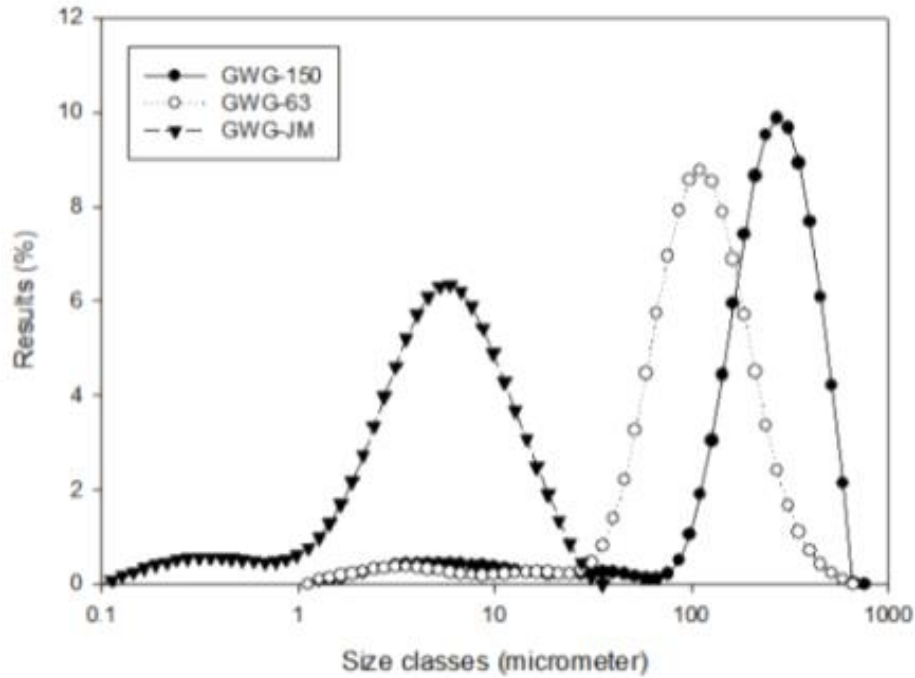


그림. 초록통쌀 탈지미강을 이용하제 제조된 Green fiber의 분획별 입도분포

- GWG-150, GWG-63, GWG-JM 분획의 평균입도, 입도분포도, 그리고 표면적은 Table 10에 나타내었음. 시료의 평균입도는  $D_{x(50)}$  이나  $D_{[4.3]}$  값으로 확인할 수 있음.
- 가장 입도가 큰 GWG-150의 경우, 평균입도는 267  $\mu\text{m}$  수준으로 비교적 입자의 크기가 큰 것을 확인할 수 있음. 채 분리에 의해 분획된 시료인 GWG-63 시료의 경우, 평균입도가 115  $\mu\text{m}$  정도로 GWG-150에 비해 입도가 감소하는 것을 확인할 수 있음. Jet-mill 처리 분획인 GWG-JM의 경우 평균입도 5.6  $\mu\text{m}$  수준으로 앞의 두 시료군에 비해 평균입도가 매우 적음을 확인할 수 있음.
- 제조된 Green fiber 분획의 입도분포는 Span 값으로 추정할 수 있으며, 세 시료 모두 비교적 적은 Span 값을 보여주어 입도의 분포가 분산되지 않고 평균값을 중심으로 조밀하게 분포되어 있음을 확인할 수 있음. 이러한 결과는 Figure 25의 그래프와 비교하여 재확인 가능함.
- GWG-JM의 입도 분석 결과, Jet-mill을 이용하여 제조된 Green fiber가 초미세 분체영역에 해당되는 것을 확인함. 우리나라에서 산업적으로 생산되는 밀가루의 입도 기준이 200  $\mu\text{m}$  이하이고 실제 업체에서 생산되는 기준이 50  $\mu\text{m}$  수준임을 감안할 때 GWG-JM 입도는 밀가루 분말 크기의 1/10 정도 수준에 도달한 것으로 판단됨.
- 초록통쌀의 미강으로부터 제조된 GWG-JM의 평균입도는 5.6  $\mu\text{m}$  수준으로 확인되어 2차년도 연구계획의 정량적 목표로 제시되었던 화이버 평균입도 10  $\mu\text{m}$  이하의 소재개발 목표를 달성하였음.
- 입자의 크기가 작아질수록, 분말 시료의 비표면적 값 (Specific surface area,  $\text{m}^2/\text{kg}$ )은 극적으로 커지게 되며 이에 따른 초미세 Green fiber의 물리·화학적 특성변화가 기대됨.

표. 초록통쌀 탈지미강을 이용하제 제조된 Green fiber 의 분획별 평균입도

Samples	Dx(10) ( $\mu\text{m}$ )	Dx(50) ( $\mu\text{m}$ )	Dx(90) ( $\mu\text{m}$ )	D <sub>[4,3]</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Span	Specific Surface Area ( $\text{m}^2/\text{kg}$ )
GWG-150	103.67±0.58 <sup>a</sup>	267.00±0.00 <sup>a</sup>	478.00±0.00 <sup>a</sup>	277.00±0.00 <sup>a</sup>	1.40±0.00 <sup>c</sup>	382.00±4.71 <sup>b</sup>
GWG-63	49.00±0.00 <sup>b</sup>	115.00±0.00 <sup>b</sup>	240.00±1.73 <sup>b</sup>	132.33±0.58 <sup>b</sup>	1.66±0.01 <sup>b</sup>	444.57±2.95 <sup>b</sup>
GWG-JM	1.46±0.01 <sup>c</sup>	5.55±0.04 <sup>c</sup>	14.60±0.10 <sup>c</sup>	7.00±0.05 <sup>c</sup>	2.37±0.01 <sup>a</sup>	8588.67±72.73 <sup>a</sup>

(3) Green fiber 의 물리적 특성

○ 색도 분석

- 초록통쌀의 탈지미강을 이용해 제조된 Green fiber 분획인 GWG-150, GWG-63, GWG-JM 의 색도분석 결과는 아래의 표에 제시되어 있음 (Table 11).
- Green fiber의 색도측정 결과 입도가 작아질수록 백색도 (lightness) 가 증가하는 것을 확인하였음. 적색/녹색을 나타내는  $a^*$  값의 경우, 0.0 부근의 값을 나타내고 있으며 값의 변화도 미미해 입도에 따른 색상의 변화는 없는 것으로 판단됨. 황색을 나타내는  $b^*$  값은 GWG-63 분획이 가장 높은 값을 보이나 절대적인 값이 크지가 않아 실제 분말의 색상은 연한 크림색 계열의 색상을 나타냄.
- 초미세 Green fiber 인 GWG-JM 시료가 세 종류의 분획 중 가장 밝은 색상을 보이는데 이는 식품원료 적용 시 최종제품의 색상에 가장 적은 영향을 주므로 바람직한 색도 특성으로 판단됨. 초록통쌀은 수확 시 연한 초록색을 가지고 있지만 제조된 Green fiber는 녹색이라기보다는 흐린 크림색에 가까움. 이는 증숙과 탈지과정 중 초록통곡 표면에 존재하던 클로로필이 파괴 혹은 분리된 데 따르는 결과로 판단됨.

표. 제조된 Green fiber 분획의 색도

Samples	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
GWG-150	79.00±0.32 <sup>c</sup>	0.56±0.06 <sup>b</sup>	13.45±0.14 <sup>b</sup>	-
GWG-63	81.18±0.55 <sup>b</sup>	0.86±0.09 <sup>a</sup>	14.23±0.39 <sup>a</sup>	2.34
GWG-JM	86.32±0.10 <sup>a</sup>	-0.87±0.03 <sup>c</sup>	11.87±0.11 <sup>c</sup>	7.63

○ 물리적 특성분석

- Green fiber 분획인 GWG-150, GWG-63, GWG-JM의 물리적 특성분석을 위해 부피밀도 (Bulk density), 가공밀도 (Tap density), 유동성 (Carr index)을 측정하였으며 식품 가공적성 확인을 위해 수용성지수 (Water solubility), 팽윤력 (Swelling capacity), 지방결합력 (Fat binding capacity)을 측정하였음 (Table 12).

표. 제조된 Green fiber 물리적 특성분석

Samples	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Tap density (g/cm <sup>3</sup> )	Carr Index (%)	Water solubility (%)	Swelling capacity (ml/g)	Fat-binding capacity (ml/g)
GWG-150	0.33±0.00 <sup>b</sup>	0.47±0.00 <sup>b</sup>	28.88±0.74 <sup>b</sup>	7.67±0.58 <sup>c</sup>	2.07±0.04 <sup>a</sup>	5.57±0.06 <sup>a</sup>
GWG-63	0.43±0.00 <sup>a</sup>	0.56±0.00 <sup>a</sup>	23.44±0.35 <sup>c</sup>	9.00±0.00 <sup>b</sup>	1.61±0.09 <sup>b</sup>	4.92±0.11 <sup>b</sup>
GWG-JM	0.24±0.01 <sup>c</sup>	0.43±0.00 <sup>c</sup>	42.76±2.17 <sup>a</sup>	11.67±0.58 <sup>a</sup>	1.29±0.02 <sup>c</sup>	5.43±0.02 <sup>a</sup>

- 부피밀도의 경우, 초미세 분획인 GWG-JM이 가장 적은 수치를 보여주었는데 이는 표면적 증가에 따른 입자간 공극의 증가 때문으로 판단되었음. 가공밀도의 측정은 tapping을 통해 입자간의 공극을 최소화 하는 과정이 포함되는데 그에 따라 분획간의 밀도 차이가 줄어드는 것을 확인함.
- Carr index 는 분체가 얼마나 수월하게 흐를 수 있는가를 나타내는 지표로 관내부로 진공을 걸어 물질을 이동시키는 pneumatic transfer 등의 적합성을 판단할 수 있는 지수임. Carr index 가 0-15% 일 경우 분말의 유동성은 우수하며, 15-25% 의 경우 일반적인 유동성, 25-30%는 좋지 않은 유동성, 30% 이상은 매우 좋지 않은 유동성을 뜻함.
- 초미세화 Green fiber의 경우, Carr index 가 43 정도로 GWG-160 이나 GWG-63 에 비해 열악한 특성을 보여줌. 이는 표면적 증가로 인한 결과로 판단되며 향후 산업화 적용 시 공장에서의 생산 적합도가 문제될 경우 Granulation 등의 추가 공정이 필요할 수 있음.
- 초미세화 Green fiber의 경우, 수용성지수가 GWG-160 이나 GWG-63 에 비해 유의적으로 증가하였음. 탈지미강의 경우 기본적으로 물에 불용성 이지만 초미세화에 따라 수용성 특성이 어느 정도 부여되는 것으로 판단됨. 이러한 특성은 초미세 Green fiber 를 액상제품이나 수분함량이 높은 식품에 원료로 첨가할 때 장점으로 작용함.
- Green fiber의 입도가 감소함에 따라 팽윤력 또한 감소함. 팽윤력은 물을 흡수하며 부풀어 오르는 특성으로 팽윤력이 큰 소재를 식품원료로 사용할 경우 식후 팽윤에 의한 포만감을 유도하여 다이어트 식품소재로 사용될 수 있음. 또한 대장에서 물을 흡수하여 팽윤할 경우 배변활동에 도움을 줄 수 있으므로 기능성 소재로 활용할 수 있음.
- 제조된 Green fiber의 경우 입도가 증가할수록 팽윤력이 커지므로 팽윤력을 목적으로 하는 소재로 사용할 경우 GWG-160 이 가장 적합한 분획임을 보여줌

○ Green fiber 의 관능적 특성분석

- 제조된 Green fiber 의 관능적 특징을 확인하기 위해 정량적 묘사분석법을 이용한 관능시험을 수행함 (Table 13).
- 관능평가를 위해 중앙대학교 식품공학과 학부 및 대학원생으로 구성된 10명의 평가요원을 선발 하였으며 단맛 (Sweetness), 쓴맛 (Bitterness), 거친 느낌 (Roughness), 입자감 (Particle size)의 4종류 감각 특성 변수를 사용하였음.
- 단맛의 경우 Green fiber 의 입도감소에 따라 유의적으로 강도가 증가하는 것을 확인

할 수 있었음. GWG-150의 단맛은 3.2 정도로 측정되었으나 GWG-JM의 단맛은 6.0 정도로 명확한 차이를 보임.

- 이러한 단맛의 증가는 미강에 존재하는 일부 유리당이 초미세화 공정도중 노출되어 단맛의 증가로 이어지는 것으로 여겨짐. GWG-JM을 식품원료로 사용 시 단맛의 증가는 최종 제품의 기호도 상승시킬 수 있으므로 바람직한 특성으로 판단됨.
- 탈지미강은 고유의 쓴맛을 함유하고 있어 식품 원료로 사용하는데 걸림돌이 되어왔음. 초미세 Green fiber인 GWG-JM은 GWG-150, GWG-63에 비해 쓴맛이 감소하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었음.
- 쓴맛의 경우 다른 관능적 특성에 비해 최초 쓴맛을 인지하는 역가 (Threshold level) 가 극도로 낮고 다른 감각 특성에 비해 측정치의 표준편차가 큼. 따라서 시험에서 통계적 유의성을 확인할 수는 없었으나 초미세화에 의해 쓴맛이 감소하는 경향은 있는 것으로 판단됨.
- 초미세화에 따른 Green fiber 쓴맛의 감소는 초미세화 공정도중 쓴맛 물질이 기화하거나, 아니면 증가된 단맛 성분으로 인한 masking 효과를 원인으로 생각할 수 있음.

표. 제조된 Green fiber의 관능적 특성분석

Samples	Sweetness	Bitterness	Roughness	Particle size
GWG-150	3.21±1.47 <sup>c</sup>	5.57±2.23 <sup>a</sup>	7.50±0.76 <sup>a</sup>	7.71±0.95 <sup>a</sup>
GWG-63	5.00±1.98 <sup>ab</sup>	4.50±0.82 <sup>a</sup>	3.71±0.49 <sup>b</sup>	4.43±0.53 <sup>b</sup>
GWG-JM	6.00±2.00 <sup>a</sup>	4.43±2.23 <sup>a</sup>	1.57±0.79 <sup>c</sup>	1.86±0.69 <sup>c</sup>

- 쓴맛과 더불어 탈지미강의 식품 소재화를 막는 주요한 원인으로서는 깔깔하게 느껴지는 거친 식감이 있음. 거침느낌 (Roughness) 과 입자의 크기감 (Particle size) 은 제조된 Green fiber 의 평균 입도와 직접 관련되는 감각 특성임.
- 초미세화 Green fiber인 GWG-JM은 GWG-150 이나 GWG-63과 비교할 때 거친 느낌과 입자감이 크게 줄어들었음. GWG-150의 거친 느낌은 9.0 점을 최고점으로 할 때 7.5 점에 도달하였으나 GWG-JM의 거침느낌은 1.6 점에 불과하였음. 입자감에서도 GWG-150의 입자감은 7.7 점이었으나 GWG-JM 의 입자감은 1.9 점에 불과해 거의 액체와 유사한 느낌을 받는 것으로 판단되었음.
- 초미세화 Green fiber는 탈지미강의 문제점으로 지적된 거친 식감과 쓴맛을 효과적으로 감소시켰음. 이러한 특성부여는 초미세화 Green fiber를 액상식품, 혹은 부드러운 식감이 요구되는 고체 식품에 식이섬유를 증강할 수 있는 것으로 Green fiber의 기능성 소재화가 가능할 것으로 판단됨.

### 3. Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석

#### 가. 식이섬유 음료의 물리적 특성 분석

##### (1) 식이섬유 음료의 pH와 Brix의 변화

- 식이섬유 음료의 pH와 Brix 값은 다음과 같음 (Table 24)
- Control 및 fiber beverage-PD의 pH 값은 2.73~2.78 이고 fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM의 pH 값은 3.01~3.30으로 측정됨.
- 모든 식이섬유 음료는 산성 식품 (pH < 4.6) 범주에 속함.
- 초록통쌀겨가 첨가되면 pH가 유의적으로 증가하는 것을 볼 수 있음.
- 열처리에 의한 pH의 유의적인 차이가 관찰됨.
- 식이섬유 음료의 Brix 값은 11.4~12.8로 측정됨.
- Fiber beverage-PD에서 Brix 가 유의적으로 증가함을 확인되었는데 Brix가 단순히 당 농도 뿐만이 아닌 수용성 고체의 함량이어서 수용성 식이섬유인 폴리덱스트로스가 첨가된 음료에서 유의적으로 증가한 것으로 판단됨.

표 . 식이섬유 음료의 pH와 Brix

Samples	Types	pH	Brix
Control	Untreated	2.78±0.00 <sup>dA</sup>	11.6±0.1 <sup>cB</sup>
Fiber beverage-PD		2.78±0.01 <sup>dA</sup>	12.7±0.0 <sup>aB</sup>
Fiber beverage-150		3.07±0.01 <sup>cA</sup>	11.6±0.0 <sup>cA</sup>
Fiber beverage-63		3.30±0.01 <sup>aA</sup>	11.6±0.0 <sup>cC</sup>
Fiber beverage-JM		3.20±0.00 <sup>bA</sup>	11.7±0.0 <sup>bB</sup>
Control	Heat	2.74±0.02 <sup>dB</sup>	11.8±0.0 <sup>bA</sup>
Fiber beverage-PD		2.73±0.01 <sup>dC</sup>	12.8±0.0 <sup>aA</sup>
Fiber beverage-150		3.01±0.02 <sup>cB</sup>	11.4±0.0 <sup>cB</sup>
Fiber beverage-63		3.21±0.00 <sup>aC</sup>	11.8±0.0 <sup>bA</sup>
Fiber beverage-JM		3.11±0.01 <sup>bC</sup>	11.8±0.0 <sup>bA</sup>

(2) 식이섬유 음료의 browning index, turbidity의 값

- 식이섬유 음료의 browning index, turbidity의 값은 다음과 같음 (Table 25).
- Untreated한 control과 fiber beverage-PD의 browning index 값은 0.141~0.146 이고 열처리한 control과 fiber beverage-PD의 browning index 값은 0.135로 측정됨.
- Control과 fiber beverage-PD는 투명할 색을 띄므로 browning index 값이 다른 식이섬유 음료들에 비해 낮은 것으로 판단됨.
- Untreated한 fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM의 browning index 값은 0.181~0.282 이고 열처리한 fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM의 browning index 값은 0.239~0.347로 측정됨.
- 크기가 작은 초록통쌀겨가 첨가된 식이섬유 음료의 browning index 값이 커지는 것을 확인할 수 있음.
- 열처리한 식이섬유 음료는 유의적으로 크게 증가한 것을 확인할 수 있음.
- 열처리가 기본적인 물성에 영향을 주는 것을 확인 할 수 있음.
- 모든 control과 fiber beverage-PD의 turbidity 값은 0.076~0.081 으로 측정됨.
- 위에서 언급한 것처럼 control과 fiber beverage-PD는 투명하므로 turbidity가 다른 식이섬유 음료들에 비해 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있음.

- fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM의 turbidity 값은 0.097~0.167으로 측정됨.
- 크기가 작은 초록통곡 탈지 미강이 첨가된 식이섬유 음료의 turbidity가 높은 것을 확인하였는데 이것은 식이섬유 음료에 첨가된 초록통곡 탈지 미강의 크기가 작을수록 가라앉지 않고 골고루 떠 있어서 그런 것으로 판단.
- 열처리한 식이섬유 음료의 turbidity 값은 아무 처리하지 않은 대조군과 비교해 유의적인 차이를 보이지 않았음. 이것은 열처리가 turbidity에는 영향을 끼치지 않은 것이라고 판단됨.
- 앞에서 봤던 browning index와 turbidity를 같이 설명하면 크기가 작은 분말이 첨가된 식이섬유 음료 내부의 초록통곡 탈지 미강이 침전되지 않아 골고루 분포되어 있고 그로 인해 뿌연 부분 없이 선명한 갈색도를 띄고 있다고 설명할 수 있음.

표. 식이섬유 음료의 Browning index와 turbidity

Samples	Types	Browning index (Abs)	Turbidity (Abs)
Control	Untreated	0.141±0.001 <sup>eA</sup>	0.078±0.001 <sup>eB</sup>
Fiber beverage-PD		0.146±0.002 <sup>dA</sup>	0.081±0.002 <sup>dA</sup>
Fiber beverage-150		0.181±0.001 <sup>cB</sup>	0.097±0.001 <sup>cB</sup>
Fiber beverage-63		0.214±0.001 <sup>bC</sup>	0.108±0.001 <sup>bB</sup>
Fiber beverage-JM		0.282±0.003 <sup>aB</sup>	0.167±0.002 <sup>aA</sup>
Control	Heat	0.135±0.003 <sup>dB</sup>	0.076±0.001 <sup>dC</sup>
Fiber beverage-PD		0.135±0.002 <sup>dB</sup>	0.076±0.005 <sup>dA</sup>
Fiber beverage-150		0.239±0.008 <sup>cA</sup>	0.117±0.003 <sup>cA</sup>
Fiber beverage-63		0.338±0.003 <sup>bA</sup>	0.152±0.003 <sup>bA</sup>
Fiber beverage-JM		0.347±0.004 <sup>aA</sup>	0.167±0.002 <sup>aA</sup>

(3) 식이섬유 음료의 viscosity의 값

- 식이섬유 음료의 viscosity의 값은 다음과 같음 (Table 26).
- Untreated한 모든 식이섬유 음료의 viscosity의 값은 5.65~5.91 이고 열처리한 모든 식이섬유 음료의 viscosity의 값은 5.66~7.35로 측정됨.
- 초록통쌀겨의 첨가가 점도에는 영향을 주지 않는 것으로 확인.
- 열처리한 식이섬유 음료의 점도가 증가하는 경향을 보였는데 이것은 초록통쌀겨 속에 남아있는 전분이 뜨거운 열에 의해 호화돼서 점도에 영향을 준 것으로 판단됨.

표 식이섬유 음료의 viscosity

Samples	Types	Viscosity (mPa·s)
Control	Untreated	5.83±0.01bA
Fiber beverage-PD		5.91±0.02aB
Fiber beverage-150		5.65±0.17bB
Fiber beverage-63		5.89±0.01aB
Fiber beverage-JM		5.65±0.03bB



Samples	Types	Viscosity (mPa·s)
Control	Heat	5.66±0.02cB
Fiber beverage-PD		6.21±0.01bA
Fiber beverage-150		6.29±0.01bA
Fiber beverage-63		6.25±0.09bA
Fiber beverage-JM		7.35±0.05aA

(4) 식이섬유 음료의 색도 분석

- 식이섬유 음료의 색도 분석 결과는 다음과 같음 (Table 27).
- 모든 식이섬유의  $L^*$  값은 감소하는 경향을 보임. 이것은 식이섬유 음료가 초록통쌀겨 첨가로 인해 탁해져서 그런 것으로 판단됨.  $a^*$  값은 감소하고  $b^*$  값은 증가하는 경향을 보였는데 초록통쌀겨의 첨가로 식이섬유 음료가 미세하게 초록색을 띄었고 browning index가 증가한 것과 같이 황색도가 증가한 것을 알 수 있음.
- 색의 차이를 알 수 있는  $\Delta E$  값은 아주 조금 차이남 ( $\Delta E < 1.5$ ), 차이를 확인할 수 있음 ( $1.5 < \Delta E < 3$ ), 매우 차이남 ( $\Delta E > 3$ ) 으로 나눌 수 있음.
- 열처리한 식이섬유 음료를 대조군과 비교한  $\Delta E$  값은 0.10~20.09로 계산됨. Control과 fiber beverage-PD의  $\Delta E$  값은 0.10~0.39로 유의적인 차이가 없는 것을 알 수 있음.
- 열처리한 fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM의  $\Delta E$  값은 7.24~20.09로 대조군과 비교해 모두 매우 차이가 난다는 것을 확인할 수 있음.
- 열처리는 색도에 변화를 준다는 것으로 판단됨.

표 . 식이섬유 음료의 색도 분석

Samples	Types	Color			
		$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
Control	Untreated	101.09±0.06 <sup>aB</sup>	0.48±0.07 <sup>aA</sup>	-5.15±0.07 <sup>dB</sup>	-
Fiber beverage-PD		101.11±0.17 <sup>aA</sup>	0.37±0.04 <sup>aA</sup>	-4.86±0.05 <sup>dB</sup>	-
Fiber beverage-150		82.36±2.22 <sup>bA</sup>	-0.43±0.19 <sup>bB</sup>	4.29±0.89 <sup>cB</sup>	-
Fiber beverage-63		60.65±0.47 <sup>cB</sup>	-1.34±0.05 <sup>cC</sup>	16.38±0.26 <sup>bC</sup>	-
Fiber beverage-JM		52.09±0.06 <sup>dC</sup>	-2.53±0.16 <sup>dB</sup>	20.20±0.22 <sup>aA</sup>	-
Control	Heat	101.44±0.23 <sup>aA</sup>	0.45±0.08 <sup>aA</sup>	-4.96±0.06 <sup>dA</sup>	0.39
Fiber beverage-PD		101.19±0.20 <sup>aA</sup>	0.35±0.03 <sup>aA</sup>	-4.71±0.11 <sup>dA</sup>	0.10
Fiber beverage-150		79.19±2.50 <sup>bA</sup>	0.02±0.15 <sup>bA</sup>	7.22±0.70 <sup>dA</sup>	11.96
Fiber beverage-63		64.19±0.35 <sup>cA</sup>	-0.54±0.10 <sup>cA</sup>	18.13±0.12 <sup>aA</sup>	7.24
Fiber beverage-JM		62.21±0.10 <sup>dA</sup>	-1.88±0.15 <sup>dA</sup>	17.11±0.10 <sup>bC</sup>	20.09

(5) 식이섬유 음료의 현탁 안정성 측정

- 아무 처리하지 않은 식이섬유 음료의 현탁 안정성은 다음과 같음 (Figure 18).
- Fiber beverage-150의 그래프를 보면 투과도가 처음부터 마지막까지 60% 이상으로 높은 것을 확인할 수 있음. 이것은 200 rpm의 원심력이 가해지자마자 입자들이 큐벳 아래로 침전되어 상층액 부분은 입자가 많이 분포되어 있지 않다는 것을 의미함.
- Fiber beverage-63의 그래프를 보면 최초 투과도는 약 20% 정도인데 원심력이 가해질수

록 투과도가 점점 증가하여 마지막 투과도는 약 50~60% 정도인 것을 확인할 수 있음. 이것은 초록통쌀겨 입자들이 처음에는 시료에 골고루 분포되어 있었으나 원심력에 의해 점점 밑으로 침전됐고 상층액 부분에 입자들이 많이 분포되어 있지 않다는 것을 의미함.

- Fiber beverage-JM의 그래프를 보면 최초 투과도는 10% 이하이고 마지막 투과도도 크게 차이나지 않는 것을 확인할 수 있음. 이것은 최초에도 초록통쌀겨 입자들이 골고루 분포되어 있음을 뜻하고 원심력이 가해져도 침전되지 않고 지속적으로 골고루 떠있었다는 것을 의미함.
- 열처리한 식이섬유 음료의 현탁 안정성은 다음과 같음 (Figure 19).
- 전체적인 경향은 아무 처리하지 않은 식이섬유 음료와 같음. 다음의 그래프만으로는 열처리가 현탁 안정성에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 판단됨.

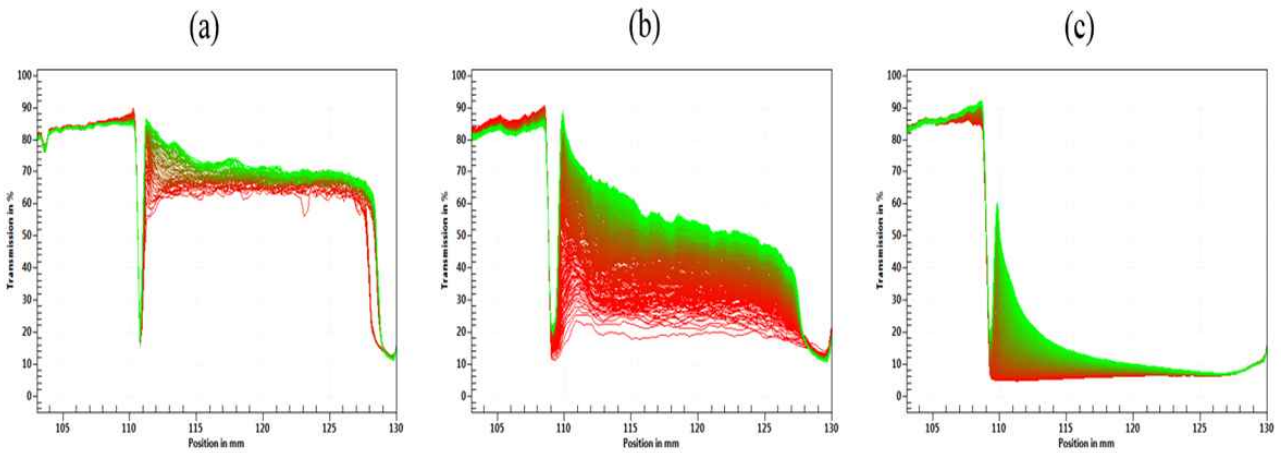


그림.. 무처리 식이섬유 음료의 현탁 안정성;

(a) Fiber beverage-150; (b) Fiber beverage-63; (c) Fiber beverage-JM;

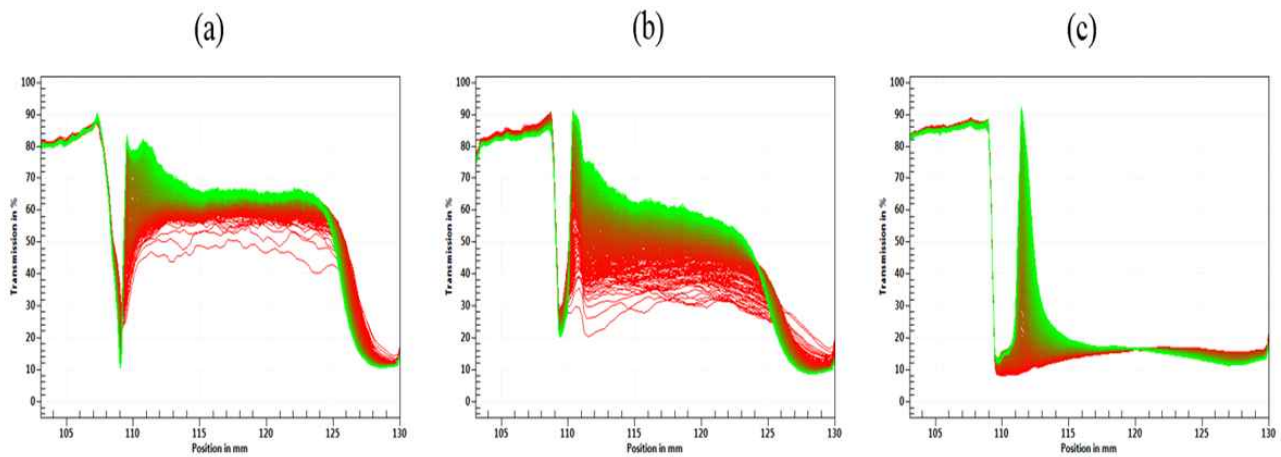


그림. 열처리 식이섬유 음료의 현탁 안정성;

(a) Fiber beverage-150; (b) Fiber beverage-63; (c) Fiber beverage-JM;

(6) 자연 침강 사진 촬영

- 아무 처리하지 않은 식이섬유 음료의 자연 침강 사진은 다음과 같음 (Figure 20).

- 최초 혼든 직후 30분 후 fiber beverage-150은 이미 침전되었고 fiber beverage-63은 침전이 시작됨을 확인. fiber beverage-JM은 72시간 후 침전이 시작됨을 확인.
- 열처리한 식이섬유 음료의 자연 침강 사진은 다음과 같음 (Figure 21).
- 열처리한 식이섬유 음료의 경우 fiber beverage-150은 혼든지 30분 후 이미 침전됨을 확인. Fiber beverage-63은 앞의 두 처리군과 달리 8시간 후 침전을 확인할 수 있음. Fiber beverage-JM은 마찬가지로 72시간 후 침전이 시작됨을 확인.
- 열처리한 식이섬유 음료 속의 초록통쌀겨는 뜨거운 열로 인해 다른 처리군에 비해 부피가 많이 커진 것을 확인할 수 있음.
- Fiber beverage-150에 비해 fiber beverage-JM의 현탁 안정성이 매우 우수함을 확인.

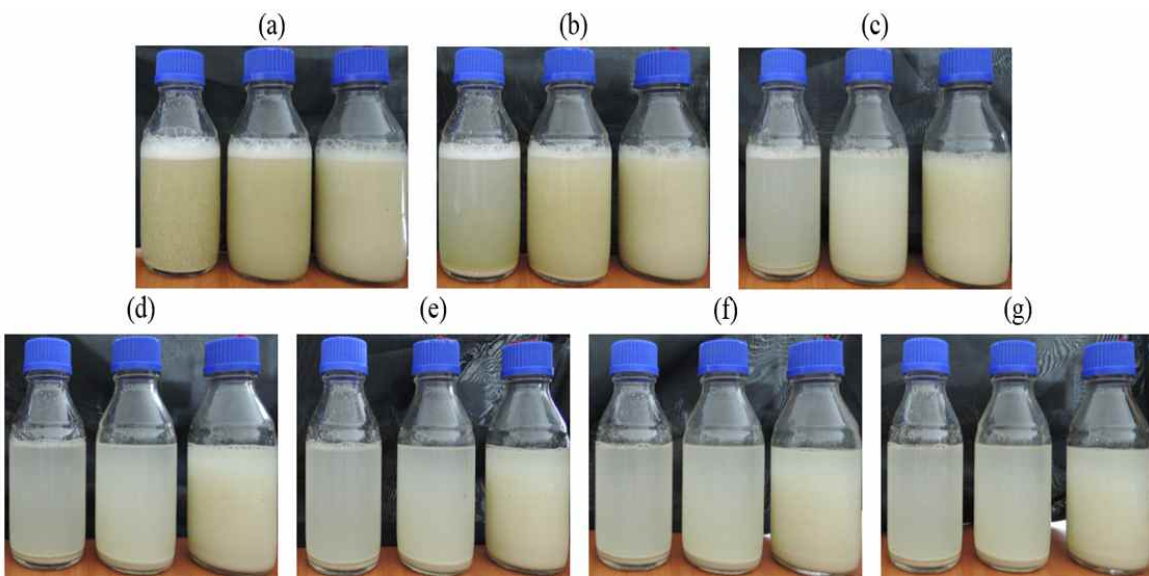


그림. 무처리 식이섬유 음료의 자연 침강 사진 촬영;

(a) 혼든 직후; (b) 30분 후; (c) 8시간 후; (d) 24시간 후; (e) 48시간 후; (f) 72시간 후; (g) 96시간 후

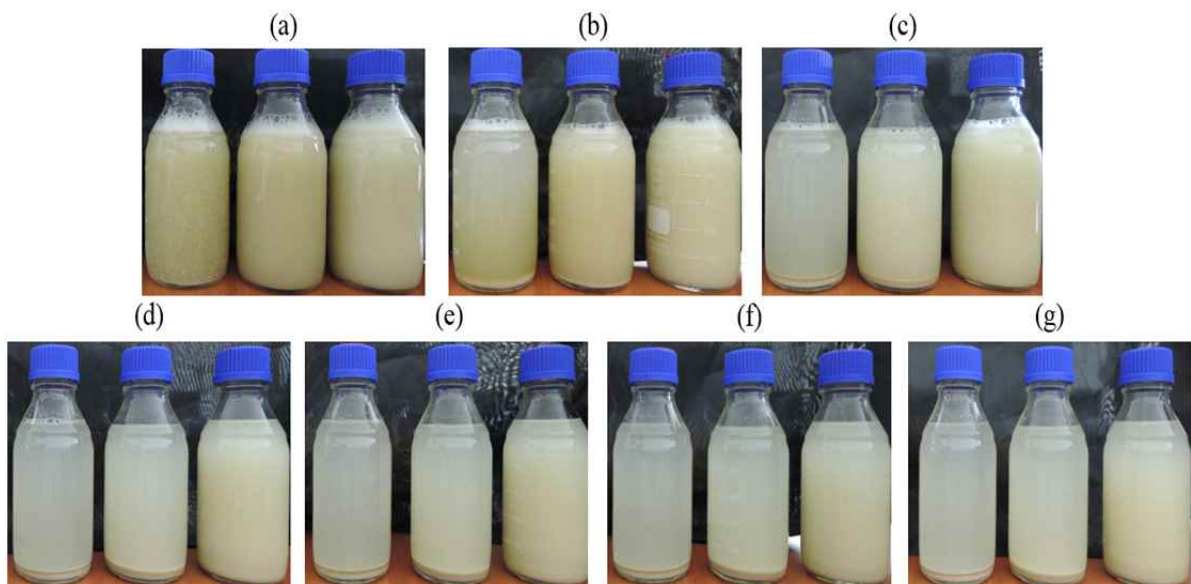


그림. 열처리 식이섬유 음료의 자연 침강 사진 촬영;

(a) 혼든 직후; (b) 30분 후; (c) 8시간 후; (d) 24시간 후; (e) 48시간 후; (f) 72시간 후; (g) 96시간 후;

나. Green fiber가 적용된 기능성젤리의 특성분석

(1) Green fiber의 기능성젤리의 물리적 특성

○ 젤리의 외관 및 색도

- 식이섬유 젤리의 외관과 색도 분석 결과는 다음과 같음 (Figure, Table).
- 식이섬유 젤리들은 control, fiber jelly-PD와 비교했을 때  $L^*$  값은 증가하는 경향을 보임. 이것은 식이섬유 음료가 초록통곡 탈지 미강의 첨가로 인해 탁해져서 그런 것으로 판단됨.  $b^*$  값 또한 증가하는 경향을 보였는데 초록통곡 탈지 미강의 첨가로 식이섬유 음료가 미세하게 초록색을 띄어 황색도가 증가한 것을 알 수 있음.
- 색의 차이를 알 수 있는  $\Delta E$  값은 아주 조금 차이남 ( $\Delta E < 1.5$ ), 차이를 확인할 수 있음 ( $1.5 < \Delta E < 3$ ), 매우 차이남 ( $\Delta E > 3$ ) 으로 나눌 수 있음.
- Control과 fiber jelly-PD, fiber jelly-150, fiber jelly-63, fiber jelly-JM는  $\Delta E$ 값이 20이상으로 뚜렷한 차이를 확인 할 수 있었음.

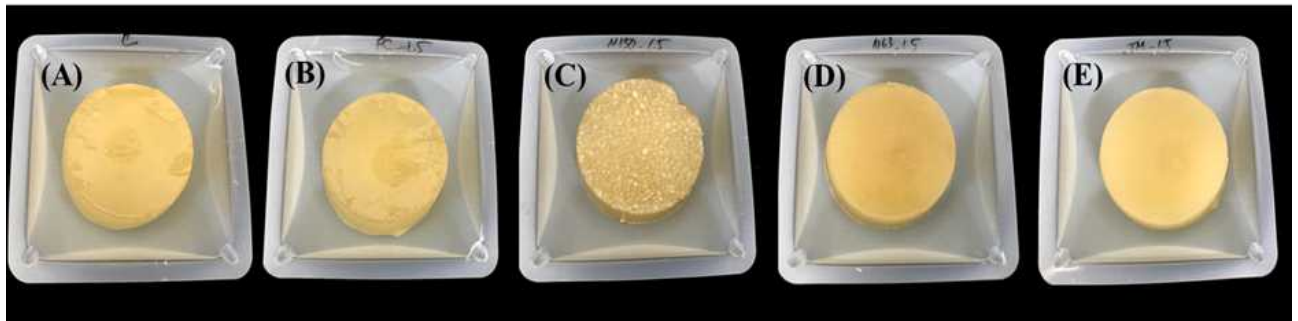


그림. 식이섬유 젤리의 외관;

(A) Control; (B) Fiber jelly-PD; (C) Fiber jelly-150; (D) Fiber jelly-63; (E) Fiber jelly-JM

표. 식이섬유 젤리의 색도 분석

Samples	Color			
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
Control	34.49±0.16 <sup>c</sup>	0.83±0.12 <sup>a</sup>	8.32±0.23 <sup>c</sup>	-
Fiber jelly-PD	35.10±0.18 <sup>d</sup>	0.67±0.06 <sup>b</sup>	7.80±0.15 <sup>d</sup>	0.92±0.09
Fiber jelly-150	46.39±0.04 <sup>a</sup>	-1.33±0.05 <sup>d</sup>	6.17±0.15 <sup>e</sup>	21.19±0.84
Fiber jelly-63	43.66±0.05 <sup>c</sup>	-0.93±0.04 <sup>c</sup>	11.63±0.14 <sup>a</sup>	23.26±0.79
Fiber jelly-JM	43.36±0.37 <sup>b</sup>	-1.24±0.01 <sup>d</sup>	10.84±0.20 <sup>b</sup>	20.54±1.33

○ Moisture content, pH, Brix, Turbidity의 값

- 식이섬유 젤리의 Moisture content, pH, Brix, turbidity의 값은 다음과 같음 (Table 00)
- Control 및 모든 fiber jelly의 moisture content 값은 74.10~77.96으로 측정됨.
- Control과 fiber jelly-PD의 pH 값은 5.00~5.06 이고 fiber beverage-150, fiber beverage-63, fiber beverage-JM의 pH 값은 5.02~5.15로 측정됨.
- 초록통곡 탈지 미강이 첨가되면 pH가 유의적으로 증가하는 것을 볼 수 있음.
- 식이섬유 젤리의 Brix 값은 22.73~25.65로 측정됨.
- 초록통곡 탈지 미강이 첨가되면 Brix가 유의적으로 감소하는 것을 볼 수 있음.
- Control과 fiber jelly-PD의 turbidity의 값은 1.06~2.02로 측정됨.
- Control과 fiber jelly-PD는 투명하므로 turbidity가 다른 식이섬유 젤리들에 비해 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있음.
- fiber jelly-150, fiber jelly-63, fiber jelly-JM의 turbidity 값은 1.49~2.02로 측정됨.
- 크기가 작은 초록통곡 탈지 미강이 첨가된 식이섬유 젤리의 turbidity가 높은 것을 확인하였는데 이것은 식이섬유 젤리에 첨가된 초록통곡 탈지 미강의 크기가 작을수록 젤리를 굳히는 과정에서 가라앉지 않고 골고루 분포되어있어서 판단됨.
- 균질성의 측면으로 보면 젤리에 초미세 fiber를 첨가하는 것이 적합하다고 예상됨.

표. 식이섬유 젤리의 물리적 특징

Samples	Moisture content(%)	pH	Brix	Turbidity
Control	77.96±3.74 <sup>a</sup>	5.00±0.06 <sup>b</sup>	25.65±1.15 <sup>a</sup>	1.06±0.01 <sup>c</sup>
Fiber jelly-PD	74.35±0.46 <sup>ab</sup>	5.06±0.06 <sup>ab</sup>	25.25±0.69 <sup>a</sup>	1.28±0.09 <sup>d</sup>
Fiber jelly-150	74.10±0.36 <sup>a</sup>	5.02±0.02 <sup>b</sup>	23.13±1.16 <sup>b</sup>	1.49±0.02 <sup>c</sup>
Fiber jelly-63	75.42±0.09 <sup>ab</sup>	5.13±0.04 <sup>a</sup>	22.78±0.69 <sup>c</sup>	1.70±0.09 <sup>b</sup>
Fiber jelly-JM	76.70±1.69 <sup>ab</sup>	5.15±0.62 <sup>a</sup>	22.73±0.15 <sup>c</sup>	2.02±0.00 <sup>a</sup>

○ 물성측정

- 식이섬유 젤리의 물성 측정 결과는 다음과 같음. (Table 00).
- fiber jelly의 hardness값은 588.92~717.14로 측정됨
- 크기가 작은 초록통곡 탈지 미강이 첨가된 식이섬유 젤리의 hardness 측정값이 control과 비슷함.
- Springiness값은 0.95~0.96으로 변화가 없음.
- Cohesiveness값은 0.78~0.93으로 측정되었는데, 초록통쌀겨의 크기가 작아질수록 control의 값과 비슷해짐.
- Gumminess값은 596.85~542.20으로 측정됨.
- 초록통곡 탈지 미강의 크기가 작아질수록 식이섬유 젤리의 gumminess값이 유의적으로 작아짐.
- Chewiness값은 515.49~568.64로 측정되었고, 유의적으로 차이가 없음.

- 크기가 작은 초록통곡 탈지 미강이 첨가된 식이섬유의 젤리는 hardness와 cohesiveness 값이 식이섬유를 첨가했음에도 불구하고 control과 비슷한 것을 알 수 있음.
- Jet mill 처리한 fiber를 첨가했을 때 젤리의 물성 변화가 적어 긍정적인 효과를 기대함.

표. 식이섬유 젤리의 물성측정 결과

Samples	Hardness[N]	Springiness	Cohesiveness	Gumminess[N]	Chewiness[J]
Control	619.44±53.12 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	0.93±0.01 <sup>a</sup>	574.28±50.86 <sup>e</sup>	549.00±47.27 <sup>a</sup>
Fiber jelly-PD	650.55±91.63 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>a</sup>	0.92±0.01 <sup>a</sup>	596.85±83.18 <sup>d</sup>	568.64±77.17 <sup>a</sup>
Fiber jelly-150	717.14±72.28 <sup>a</sup>	0.95±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.04 <sup>b</sup>	558.84±60.06 <sup>c</sup>	529.15±55.85 <sup>a</sup>
Fiber jelly-63	614.95±63.31 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	0.89±0.02 <sup>a</sup>	548.16±49.74 <sup>b</sup>	523.90±43.68 <sup>a</sup>
Fiber jelly-JM	588.92±33.03 <sup>b</sup>	0.95±0.01 <sup>a</sup>	0.92±0.02 <sup>a</sup>	542.20±21.98 <sup>a</sup>	515.49±22.83 <sup>a</sup>

(2) Green fiber의 기능성젤리의 관능평가

○ 식이섬유 젤리의 관능평가

- 제조된 Green fiber의 관능적 특징을 확인하기 위해 관능평가를 수행함 (Table 00).
- 관능평가를 위해 중앙대학교 식품공학과 학부 및 대학원생으로 구성된 20명의 평가요원을 선발 하였으며 외관 (Appearance), 단맛 (Sweetness), 입자감 (Particle size), Overall acceptability (총체적 기호도)의 4종류 감각 특성 변수를 사용하였음.
- 외관의 경우 입자가 큰 green fiber가 들어간 젤리에서 2.77~3.23 정도로 낮게 측정되었음. fiber jelly-150, fiber jelly-63를 제조할 때 굳히는 과정에서 입자들이 가라앉아 균질성이 좋지 않아 낮게 측정 된 것으로 예상됨.
- 단맛의 경우 fiber jelly-150을 제외한 다른 식이섬유 젤리들은 5.19~6.00으로 측정됨. 하지만, fiber jelly-150은 3.29정도로 낮게 측정됨.
- 그 이유는 외관적으로 점수를 낮게 평가함으로써, 평가요원들이 객관적으로 평가하지 않음이 예상됨.
- 초록통쌀겨의 입자가 작아질수록 입자감은 감소하는 경향을 보였으나, fiber jelly-63, fiber jelly-JM경우 통계적 유의성은 없었음.
- 총체적 기호도에 fiber jelly-150이 3.50으로 제일 낮게 측정되었고, fiber jelly-PD가 5.93으로 제일 높게 측정되었음. 또한, fiber jelly-JM이 5.50으로 초록통쌀겨를 넣었음에 불구하고 control과 fiber jelly-PD와 유의성 없이 측정됨.
- 이는 Jet mill 처리한 fiber를 첨가했을 때 젤리의 관능적 특성변화가 적어 긍정적인 효과를 기대함.

표 식이섬유 젤리의 관능적 특성분석

Samples	Appearance	Sweetness	Particle size	Oveall acceptability
Control	6.29±1.44 <sup>a</sup>	5.19±1.22 <sup>a</sup>	5.36±1.01 <sup>a</sup>	5.57±1.28 <sup>a</sup>
Fiber jelly-PD	6.88±1.26 <sup>a</sup>	5.654±1.39 <sup>a</sup>	5.91±1.45 <sup>a</sup>	5.93±1.54 <sup>a</sup>
Fiber jelly-150	2.77±1.09 <sup>b</sup>	3.29±1.20 <sup>b</sup>	3.00±0.85 <sup>b</sup>	3.50±1.37 <sup>b</sup>
Fiber jelly-63	3.23±1.24 <sup>b</sup>	6.00±1.10 <sup>a</sup>	5.23±1.30 <sup>a</sup>	4.91±1.45 <sup>a</sup>
Fiber jelly-JM	6.08±1.32 <sup>a</sup>	6.00±1.20 <sup>a</sup>	5.67±1.44 <sup>a</sup>	5.50±1.21 <sup>a</sup>

### 3-3. 초록통곡물 물성조절 기술 개발 및 제품화

#### 1. 물성조절 초록통곡물을 이용한 잡곡밥 개발 및 제품화

가. 초록통곡의 경도조절을 위한 가공기술 조사

- 곡류, 두류, 야채류 등에 많이 사용되는 물성조절 기술 중 하나인 동결함침법은 고속함침법으로 세포 간격뿐만 아니라 세포내부에 물질주입이 가능하므로 응용범위가 넓고, 전용 가공장치를 필요치 않아 원가절감과 기술도입이 쉬운 장점이 있으며, 동결함침법의 기본 공정은, 가열 - 냉동 - 해동 - 감압 - 냉장 - 가열살균임.

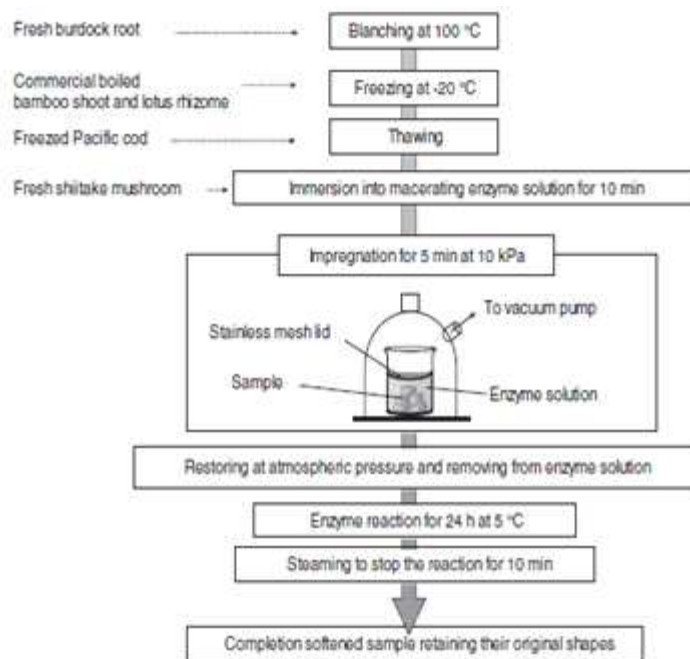


그림. 동결함침기술 공정도

- 조직의 연화는 동결-해동-감압처리를 병용 하는 것이 효과적이며, 동결함침과정에서 조직 내부에서 격렬한 기포 생성으로 세포간극의 일부 손상과 연화를 일으켜 기체의 출구통로를 통하여 조직내부에 효소가 침투되기 쉬운 것으로 보임. 또한 가열시간이 짧아 영양성

분이나 색소가 파괴되지 않으며 연화와 조미가 동시에 가능하다는 장점이 있음.

- 일본에서는 이러한 기술을 표피가 있는 대두 등에 적용한 결과 경도가 40%까지 연화되었고, 그 외에 서류인 감자, 뿌리채소인 당근 등에도 적용한 결과 영양성분을 손상하지 않고, 세포벽을 잔존시킨 식품 제조가 가능하다고 보고하였음. 또한 우영과 죽순 등에 적용한 결과 일본 유니버설디자인푸드(UDF)의 2단계 경도 기준인  $5.0 \times 10^4 \text{N/m}^2$  이하까지 연화 가능하였음.
- 곡류에는 일반적으로 효소에 침지 후 경도를 연화시켜 다양한 제품을 개발하였는데, 중국에서는  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase 등의 효소와 열풍건조, 동결건조, 냉동건조방법을 적용하여 즉석 죽을 개발하였음.



그림. 동결함침기술이 적용된 식품

- 일본의 한 제약회사에서는 백미를, hemicellulase, papain 등을 포함한 효소액에 침지하여 시중에 판매되는 즉석밥과 비슷한 외관을 가지며, 죽보다 향상된 소화율, 탄수화물 흡수율을 가질 뿐만 아니라, 2배 높은 영양성분을 가진 부드러운 쌀밥을 개발하였음.
- 개발된 쌀밥은 시중에 판매되는 즉석밥보다 2배 이상 낮은 경도와, 점착성, 응집성을 가지고 있었음. 일반적으로 음식을 섭취하고 저작할 때는 입안에서 덩어리를 형성하기 위해 혀의 힘이 많이 필요하지만, 개발된 밥은 낮은 경도, 응집성 및 점착성으로 인해 혀의 힘이 적게 들어 입에서 쉽게 녹여 삼킬 수 있을 것임.

나. 물성 조절 식품의 적합성 평가를 위한 인체적용 test 관련 평가 기술 관련 연구현황

- 지금까지 국외에서 연구된 저작 능력 평가방법으로는 최대 씹는 힘을 측정하는 교합력 검사, 음식의 분쇄율을 측정하는 저작효율 검사, 음식의 저작 횟수를 평가 하는 연하(삼킴) 경계점 검사, 저작근의 세기와 활성화도 측정 등이 있음.
- 다양한 저작 능력 평가 방법 중 최근 가장 많이 이용되는 연구 방법은 저작근의 근전도를 기록하는 방법 즉, electromyogram은 저작 중의 개별 저작근의 활동전위를 기록하여 재현하는 전자적인 방법으로 시간과 주파수 영역에서 각각 분석하여 근육의 활동을 정량적, 정성적으로 분석할 수 있어 편리하고 유용한 방법임.



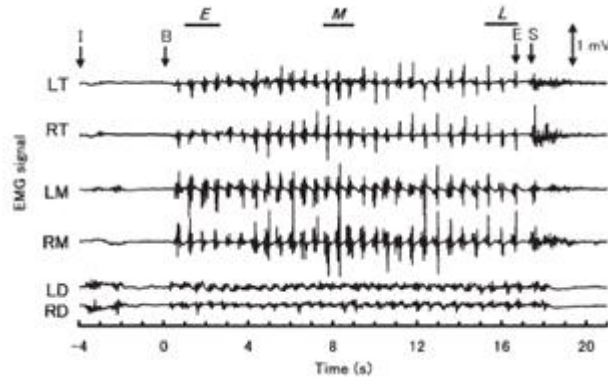


그림 . 근전도 평가방법 예시(LT, RT, LM, RM 등 저작 관련 근육(좌, 우))

- 삼킴 기능을 파악하기 위한 평가 연구는 의료 장비를 이용하는 비디오 투시 연하검사(VFSS), 비디오 연하 조영 촬영(FESS), 내시경적 연하검사, 컴퓨터 단층촬영, 초음파, 압력검사 등이 있음. 이 중 대표적으로 많이 사용되는 방법은 VFSS와 FESS임.



그림 . VFSS 방법 예시

- VFSS 및 FESS 평가에서는 시공간적 분석 지표를 많이 이용하는데, 대표적으로 액상식품을 평가 할 경우에는 구강통과시간(oral transit time), 인두통과시간(pharyngeal transit time), 인두지연시간(pharyngeal delay time) 등의 지표를 이용하고, 반고상, 고상식품을 평가할 경우에는 stage II transport를 고려하여 oral processing time, PFAT(post-faucial aggregation time), VAT(valleculae aggregation time), HTT (hypopharyngeal transit time) 등의 지표를 이용함. 공간적 지표로는 설골(hyoid bone) 및 후두 용기(laryngeal prominence)의 움직임, 연두개(epiglottis)의 움직임 등이 있음. 이전 연구들은 액상 식품을 이용하여 환자를 중심으로 많이 진행 되었으나, 최근에는 식품 섭취과정을 분석하고자 고상 식품을 이용하여 정상인과 고령자 등을 대상으로 다수의 연구가 진행되고 있음.
- 고령자용 식품이 가장 많이 개발되어 있는 일본의 경우, 이러한 평가방법을 이용하여 다양한 물성조절 가공기술 적용 식품 개발 시 적합성 평가를 수행하고 있음. 특히 texture modified foods의 경우 저작 능력을 중심으로 개발 하고 있기 때문에, 근전도 평가 방법을 많이 이용하고 있음.
- 근전도 및 VFSS 평가 기술 적용에 대한 주요 연구는 근전도 평가 방법을 이용한 효소처리 전 후의 육류에 대한 저작 후 변화, 동결함침 식품에 대하여 VFSS를 이용한 저작 및

삼킴 과정 평가, 근전도를 이용한 물성조절 한 떡에 대한 저작 근육 및 삼킴 근육 움직임 평가, 식품의 물성 특성 분석을 위하여 근전도를 이용한 떡의 움직임 및 저작 관련 근육 변화 분석, 근전도 평가를 이용한 근채류, 버섯류 등의 식품에 동결함침 기술 적용 시 저작 근육의 변화 분석, 근전도를 이용한 물의 함량을 다르게 하여 제조한 밥에 대한 저작 효율 평가, 재료가 다른 떡에 대하여 VFSS를 이용한 삼킴 과정 평가 등 다수가 있음.

- 또한 근전도 및 VFSS 평가 방법 외에 동결함침 기술 등을 이용하여 물성을 변형 시킨 근채류, 버섯류 등에 대한 저작 후 물성특성 분석(체분석법 이용), 물성 특성이 다른 육류에서 다양한 횡수의 저작 후 bolus의 특성 변화 분석, 삼킴 장애를 가진 노인에서 물성 조절한 육류 및 당근 제품에 대한 섭취 능력 설문 조사를 이용하여 적합성 평가를 수행함.
- 일본뿐만 아니라, 호주, 캐나다, 미국 등에서도 식품 섭취과정 분석의 중요성을 인지하여, 식품 물성이 식품 섭취에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구를 활발하게 진행하고 있음.

#### 다. 초록통쌀에 대한 물성 특성 분석

##### (1) 초록통쌀 수분함량 측정

- 초록통쌀의 2가지 품종인 삼광, 추청은 14.66, 15.19%의 수분함량을 나타냈음. 같은 품종의 완숙현미는 각각 14.2, 8.85%의 수분함량을 보였음.
- 초록통쌀간의 수분함량은 큰 차이가 없었으나 추정품종의 완숙현미는 초록통쌀에 비해서 수분함량이 약 5%이상 차이가 나타남.

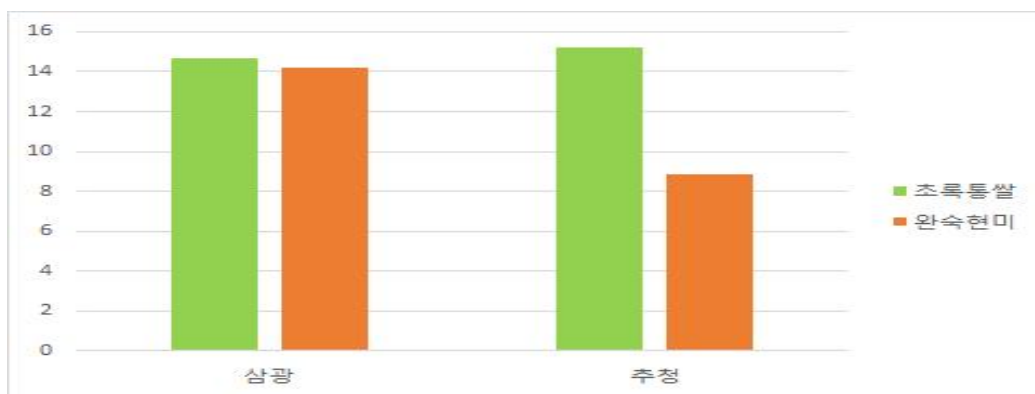


그림. 초록통쌀과 완숙현미의 수분함량

- 초록통쌀 삼광, 추청의 경우 1시간 흡습 시 200g에서 276.51, 254.71g으로 증가하였고, 8시간 흡습 시 각각 291.64, 269.84g으로 나타남. 두 품종 모두 1시간 침지 이후의 흡습량의 변화는 크지 않은 것으로 나타남. 두 품종 중에서는 추청의 수분함량이 많았음에도 침지 시 삼광의 흡수량이 더 많은 것으로 나타남.
- 완숙현미 삼광, 추청의 경우 1시간 흡수 시 253.21, 255.83g, 8시간 흡습 시 267.96, 272.25g으로 증가하였음. 2품종 모두 1시간 이후의 흡수량의 증가는 크지 않은 것으로 나타남.
- 보온 70°C 1시간 조건에서는 완숙삼광 289.24g, 완숙추청 262.53g으로 30.1, 23.9%의 흡습률을 보여 실온보다 더 빠른 흡수율을 보였음.



그림. 삼광품종의 초록통쌀과 완속현미의 침지시간에 따른 흡수량

(2) 초록통쌀의 침지시간에 따른 경도 변화 측정

- 초록통쌀 삼광의 경우 침지시간의 따른 경도 변화를 측정 한 결과 0, 2, 4, 8, 보은 1시간에서 각각  $8.7 \times 10^4$ ,  $6.1 \times 10^4$ ,  $5.9 \times 10^4$ ,  $7.0 \times 10^4$ ,  $5.9 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도 값을 나타내었음.
- 초록통쌀 추청의 경우 0, 2, 4, 8, 보은 1시간에서 각각  $8.3 \times 10^4$ ,  $6.7 \times 10^4$ ,  $6.2 \times 10^4$ ,  $6.8 \times 10^4$ ,  $6.7 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 경도가 감소하는 것을 확인 함.
- 보은 1시간의 경우 각각 침지시간에 따른 경도 값 중 가장 낮은 경도 값과 비슷한 효과를 나타내었음.



그림. 침지시간에 따른 초록통쌀의 경도 변화

(3) 초록통쌀의 물 비율에 따른 경도 변화 측정

- 물과 쌀 각각 2:1, 3:1, 4:1 비율에서 삼광은  $1.37 \times 10^5$ ,  $5.4 \times 10^4$ ,  $4.7 \times 10^4 \text{N/m}^2$ , 추청은  $1.29 \times 10^5$ ,  $5.8 \times 10^4$ ,  $4.7 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도값을 보였음. 두 품종 모두 4:1 비율이 가장 경도 값이 낮았으나 초록통쌀이 죽 형태가 되어 가수비율이 적절하지 않은 것으로 나타났으며, 3가지 조건 중 3:1이 밥의 형태를 유지하는 가장 낮은 경도를 나타내었음.

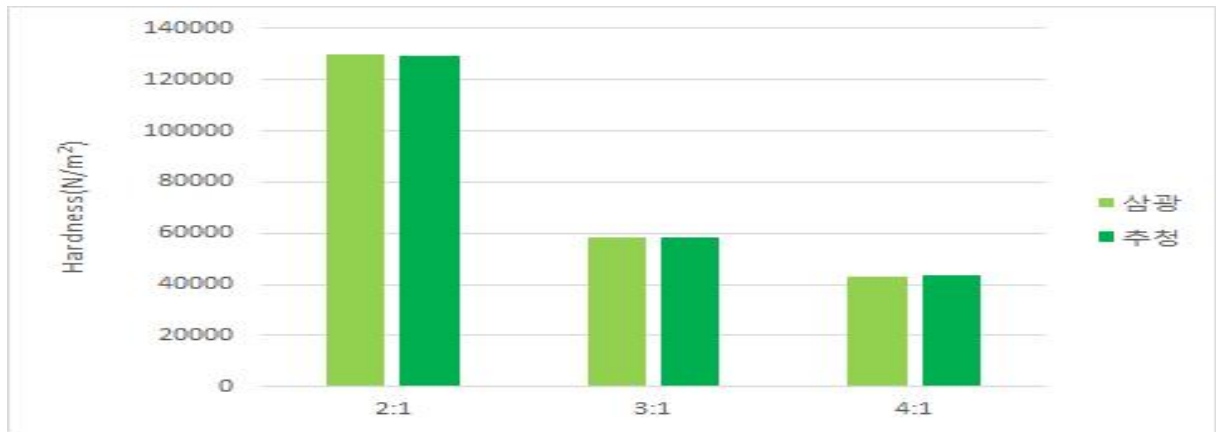


그림 초록통쌀의 가수비율에 따른 경도 변화

(4) 보리 수분함량 측정

- 3가지 품종은 각각 8.94, 9.44, 10.13%의 수분함량을 나타냈음. 쌀보리가 가장 많은 수분함량을 가지고 있었으며 곶보리가 가장 적은 수분함량을 가지고 있었음(Figure ).

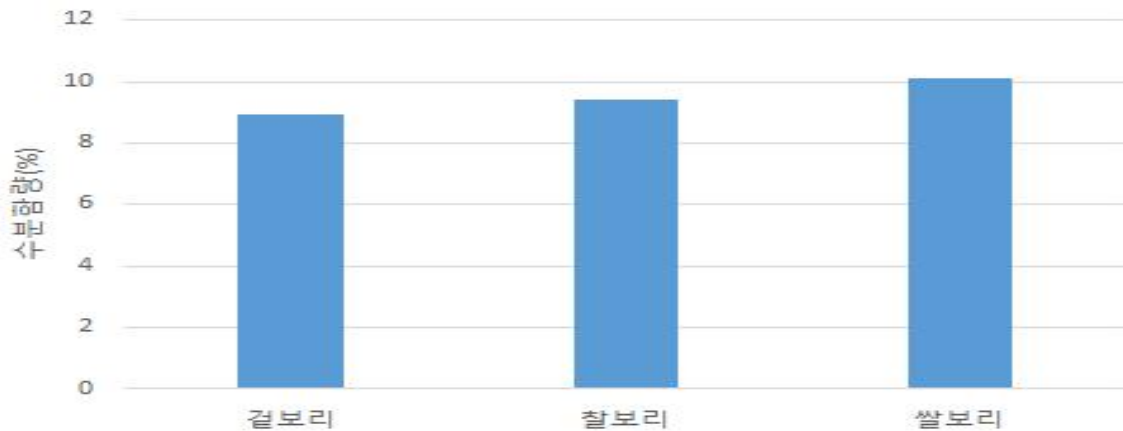


그림 3가지 품종 보리의 수분함량

(5) 3품종 보리의 수분 흡수율

- 곶보리, 찰보리, 쌀보리 3품종의 시간에 따른 흡수율을 측정한 결과, 3품종 모두 시간이 지날수록 흡수율이 올라가는 경향을 보였으며, 8시간 침지 시 곶보리, 찰보리, 쌀보리는 45, 50, 47.5%의 흡수율을 보임으로써 찰보리가 가장 많은 물을 흡수하는 것으로 나타남. 보온1시간에서는 36.8, 40.6, 40.5%의 흡수율을 보임.
- 곶보리는 수분함량이 가장 적었으나 가장 작은 흡수율을 보였고, 찰보리와 쌀보리는 비슷한 흡수율을 보였음.

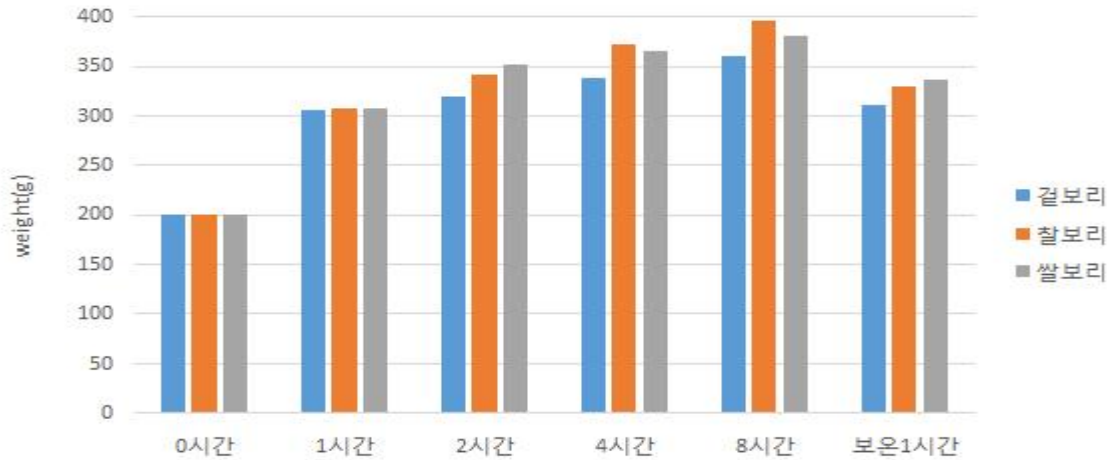


그림 . 3품종 보리의 시간에 따른 흡수량

- 보리 3품종 각각 0시간 침지 후 취반하였을 때  $12.6 \times 10^5$ ,  $4.8 \times 10^4$ ,  $5.8 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 가장 높은 경도를 보였음. 1, 2, 4, 8, 보은 1시간에 따라 겉보리는  $1.13 \times 10^5$ ,  $1.08 \times 10^5$ ,  $9.3 \times 10^4$ ,  $1.06 \times 10^5 \text{N/m}^2$  쌀보리는  $4.2 \times 10^4$ ,  $4.5 \times 10^4$ ,  $4.1 \times 10^4$ ,  $3.4 \times 10^4$ ,  $4.4 \times 10^4 \text{N/m}^2$ , 찰보리는  $4.9 \times 10^4$ ,  $4.6 \times 10^4$ ,  $4.4 \times 10^4$ ,  $4.7 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 나타나 겉보리가 모든 침지시간에 가장 높은 경도를 나타내었다. 효소 활성화 온도에서 보은1시간 침지 하였을 때,  $10.6 \times 10^5$ ,  $4.4 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도 값을 나타냄.

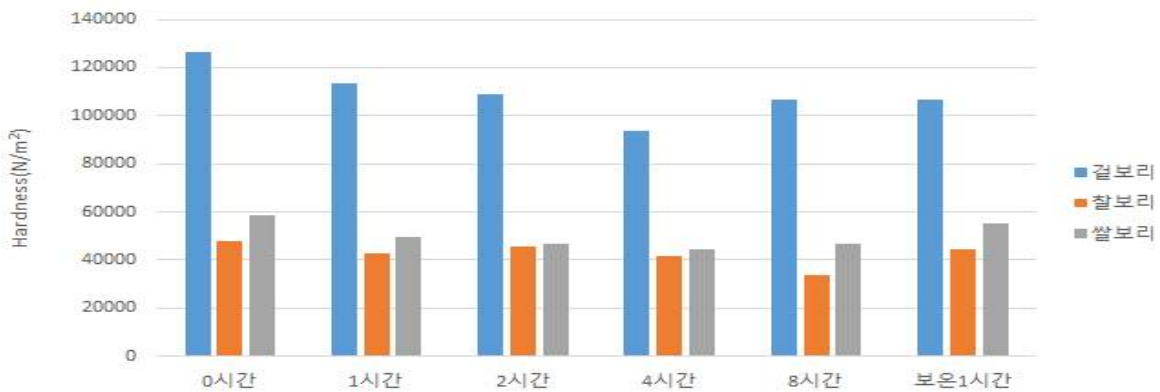


그림 3품종 보리의 침지시간에 따른 경도 변화

(6) 보리의 물 비율에 따른 경도 변화 측정

- 찰보리와 쌀보리는 4:1의 가수비율이 가장 낮은 경도를 보였지만 죽 형태로 나타나 밥으로 보기 어려운 외관으로 적합하지 않았음. 겉보리의 경우 4:1의 가수비율이 가장 낮은 경도를 보였지만 여전히 다른 품종에 비해서 높은 경도 값을 나타냈음.

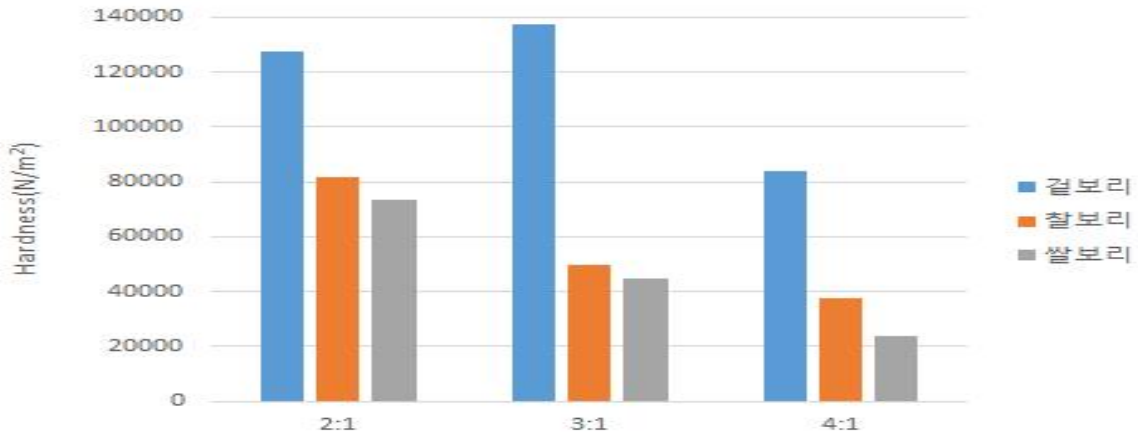


그림 3. 품종 보리의 가수비율에 따른 경도 변화

다. 최적의 초록통곡 물성(경도) 조절 가공기술조건 확립 및 물성분석

(1) 효소 처리한 초록통쌀의 경도 변화 측정

- 효소처리하지 않은 초록통쌀 삼광은 경도가  $5.4 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 나타났으며, A, B, C, D, E, F 총 6가지 효소 (0.3%농도)를 각각 처리한 결과  $5.2 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4$ ,  $5.7 \times 10^4$ ,  $4.2 \times 10^4$ ,  $5.7 \times 10^4$ ,  $5.2 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도 값을 보였음. 삼광 초록통쌀의 경우 효소D(0.3%)로 처리하였을 때 경도가 가장 낮아지는 사실을 확인함.
- 효소처리하지 않은 삼광현미는 경도가  $5.9 \times 10^4 \text{N/m}^2$ , 효소 A, B, C, D, E, F 처리시 각각  $5.7 \times 10^4$ ,  $5.1 \times 10^4$ ,  $5.6 \times 10^4$ ,  $5.2 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도가 나타나, 효소 B가 가장 효과적인 것을 확인함.
- 초록통쌀은 셀룰라아제 계열 효소D에서 경도가 가장 많이 감소하였고, 완속현미는 아밀라아제 계열 효소B에서 경도가 가장 많이 감소한 것을 확인하였음.
- 효소처리를 통하여 경도는 낮아졌으나 외형적인 형태는 효소처리 전·후에 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타남 (Figure).

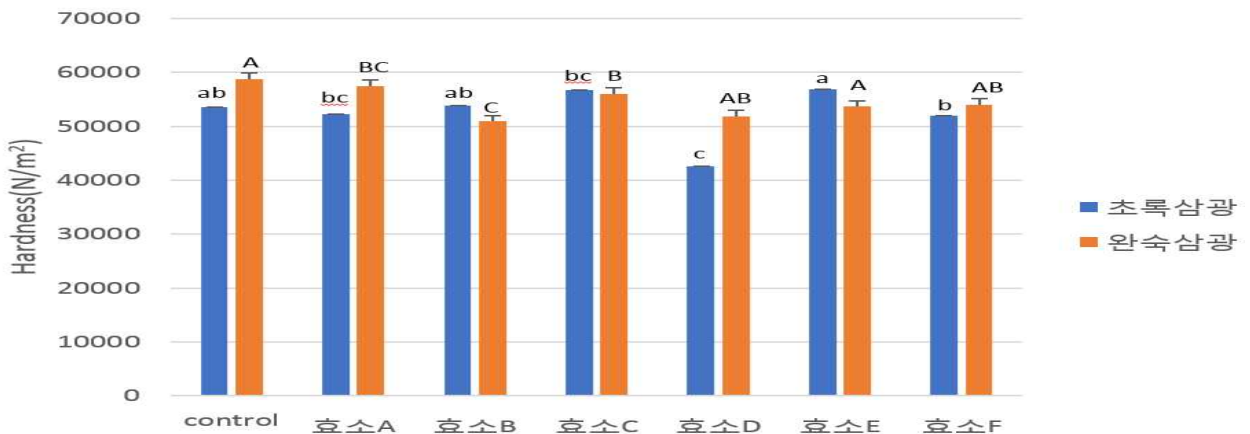


그림 4. 효소 처리한 삼광의 경도 변화 측정



(a)



(b)

그림 . 효소처리 전(a)과 효소D(b)를 처리한 초록통쌀 삼광

- 효소처리하지 않은 초록통쌀 추청은  $5.8 \times 10^4 \text{N/m}^2$ , 효소 A, B, C, D, E, F 총 6가지 효소를 각각 처리한 결과  $5.2 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4$ ,  $5.3 \times 10^4$ ,  $5.2 \times 10^4$ ,  $5.0 \times 10^4$ ,  $5.7 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도 값을 나타냈음. 효소D (0.3%)로 처리하였을 때 경도가 가장 낮아지는 사실을 확인함.
- 효소처리하지 않은 완숙현미 삼광은 취반 시  $5.9 \times 10^4$ 의 경도 값을 보였으며, 효소 A, B, C, D, E, F 처리 시 각각  $5.7 \times 10^4$ ,  $5.1 \times 10^4$ ,  $5.6 \times 10^4$ ,  $5.2 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 의 경도를 보여, 효소 B가 가장 효과적인 것을 확인함.
- 추청품종 역시 삼광과 마찬가지로 초록통쌀은 효소D에서 가장 경도가 감소하였고, 완숙현미는 효소B에서 경도가 가장 많이 감소한 것을 확인하였음.
- 6종 효소처리결과 경도는 감소하였으나 외관은 효소처리 전·후 차이가 없는 것으로 나타남(Figure ).

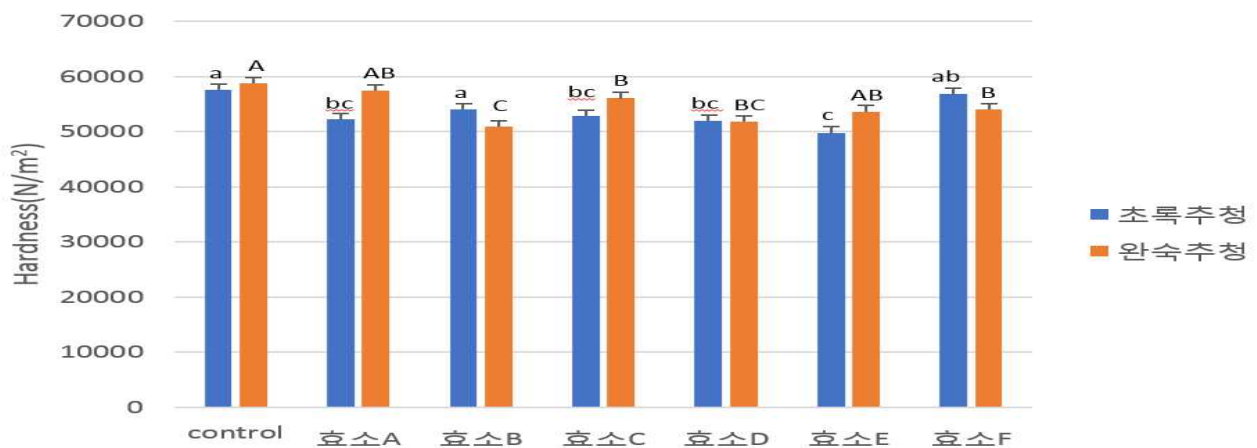


그림 . 효소 처리한 추청의 경도 변화 측정



(a)



(b)

그림 효소처리 전과 효소D를 처리한 초록통쌀 삼광

## (2) 효소 처리한 초록통쌀의 응집성과 점착성 측정

표 . 초록통쌀 삼광, 추청의 응집성과 점착성

	초록삼광		초록추청	
	응집성	점착성	응집성	점착성
Control	0.39±0.027	-240.98±62.4	0.40±0.03	-311.302±109.8
효소A	0.37±0.065	-221.34±52.3	0.41±0.04	-280.813±64.7
효소B	0.38±0.024	-250.91±37.9	0.43±0.03	-315.33±87.8
효소C	0.37±0.012	-208.99±43.4	0.38±0.024	-213.018±68.3
효소D	0.39±0.045	-166.43±38.4	0.39±0.03	-244.137±66.0
효소E	0.39±0.031	-151.03±61.2	0.42±0.02	-325.543±77.9
효소F	0.37±0.071	-237.21 ±49.8	0.40±0.02	-284.819±61.5

○ 효소처리 하지 않은 초록통쌀(Control)의 응집성은 0.39, A ~ F 6종 효소처리 시 각각 0.39, 0.38, 0.37, 0.37, 0.37, 0.37로 큰 차이를 나타내지 않았다. 점착성은 Control은 -240.98, 311.30을 보였고, 효소처리 시 삼광 -166.43, -151.03, -250.81, -237.21, -221.34, -208.89, 추청 -244.13, -325.54, -315.33, -284.81, -280.81, -213.01을 나타냈음. 효소 A를 처리하였을 때, control에 비해서 점착성이 감소하는 결과를 나타냄.

표. 완숙현미 삼광, 추청의 응집성과 점착성

	완숙삼광		완숙추청	
	응집성	점착성	응집성	점착성
Control	0.38±0.024	-202.24±29.33	0.41±0.02	-269.56±52.2
효소A	0.38±0.035	-200.93±9.12	0.45±0.02	-276.11±68.3
효소B	0.38±0.011	-195.22±16.06	0.42±0.02	-320.21±89.3
효소C	0.36±0.018	-155.23±8.54	0.42±0.022	-225.51±63.7
효소D	0.38±0.016	-199.98±24.27	0.42±0.02	-243.58±49.6
효소E	0.38±0.019	-218.43±35.07	0.40±0.80	-254.91±47.2
효소F	0.38±0.021	-210.78±33.56	0.43±0.05	-342.21±76.2



- 완숙현미의 Control의 응집성은 0.38를 나타냈고, A ~ F 6종 효소처리시 각각 0.38, 0.38, 0.38, 0.38, 0.36로 큰 차이를 나타내지 않았다. 점착성은 Control은 -202.24, 269.56 g.sec을 보였고, 효소처리 시 삼광 -199.98, -218.43, -195.22, -210.78, -200.93, -155.23 g. sec, 추청 -229.56, -243.58, -254.91, -320.21, -342.21, -225.51 g.sec 을 나타냈음. 효소 F를 처리하였을 때, Control에 비해서 점착성이 감소하는 결과를 나타냄.

(3) 효소 D 농도별 초록통쌀(추청) 경도변화 측정

- 초록통쌀(추청)을 한 시간 보온 후 취반(Control)하였을 때  $5.7 \times 10^4 \text{N/m}^2$ , 효소 A를 각 0.1, 0.2, 0.3, 0.6, 0.9% 농도로 처리하였을 때  $5.1 \times 10^4$ ,  $5.0 \times 10^4$ ,  $4.8 \times 10^4$ ,  $5.1 \times 10^4$ ,  $5.0 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 농도가 올라갈수록 점점 감소하는 것을 확인 할 수 있었으나 0.3%이상의 농도에서는 유의적인 차이가 없었으며, 이 결과를 바탕으로 0.3%의 농도가 가정 적정 농도로 선정하여 실험을 진행하였음.

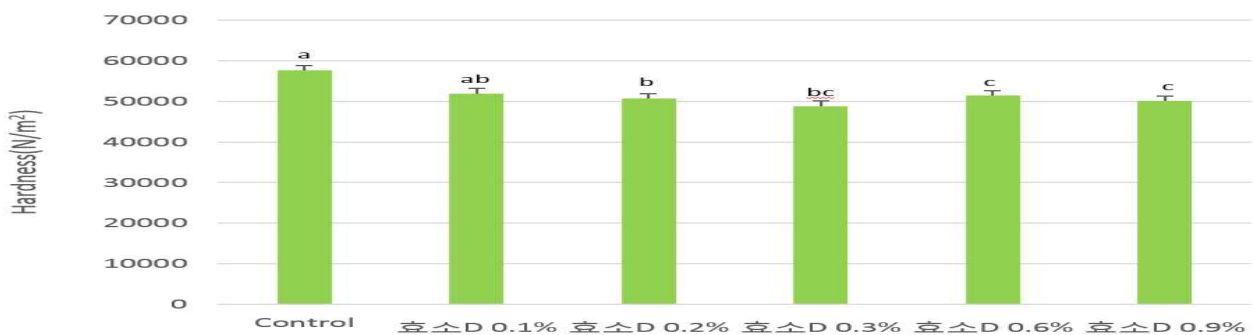
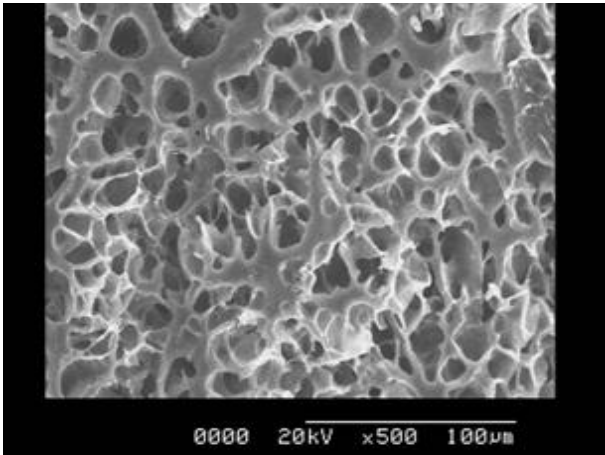


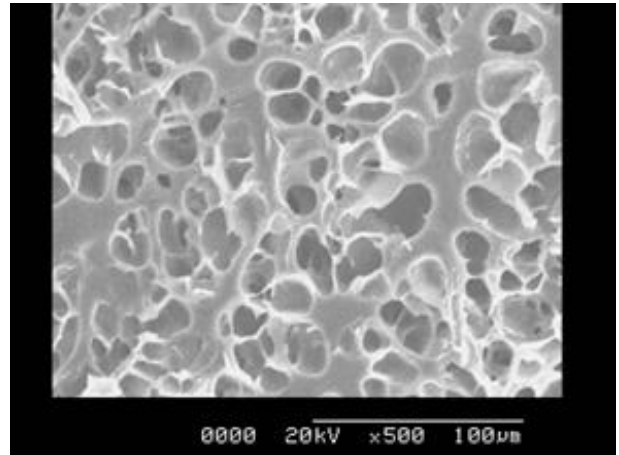
그림. 효소 D의 농도에 따른 추청의 경도 변화

(4) 효소처리 전·후 초록통쌀의 구조 변화

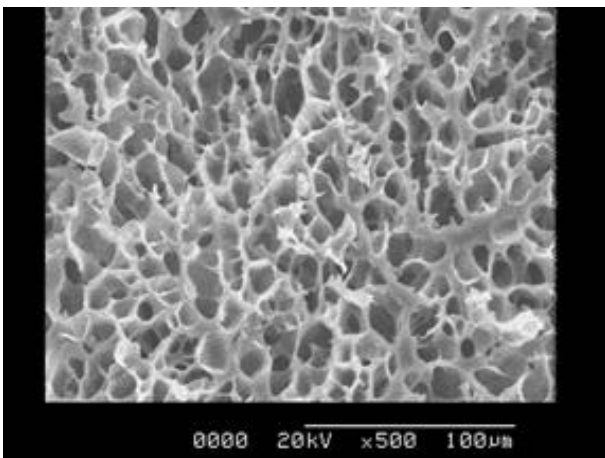
- 효소처리 전 초록통쌀 삼광(a)에 비해서 효소를 처리 후의 초록통쌀(b)가 더 입자간 간격이 커진 것을 확인하였음. 이와 같은 현상은 완숙현미 삼광(c)와 (d)에서도 확인 할 수 있었음(Figure 34).
- 효소 D는 셀룰라아제 계열로서 초록통쌀에서 경도를 많이 낮추는 결과를 보였음. 그러나 완숙현미의 경우 아밀라아제 효소 B를 처리하였을 때 가장 경도를 많이 낮추었고, 전자현미경을 통해서 촬영했을 때에도 같은 결과를 확인함. 이러한 사실을 바탕으로 효소 D를 통해 초록통쌀 제품에 활용 할 수 있을 것으로 예상됨.



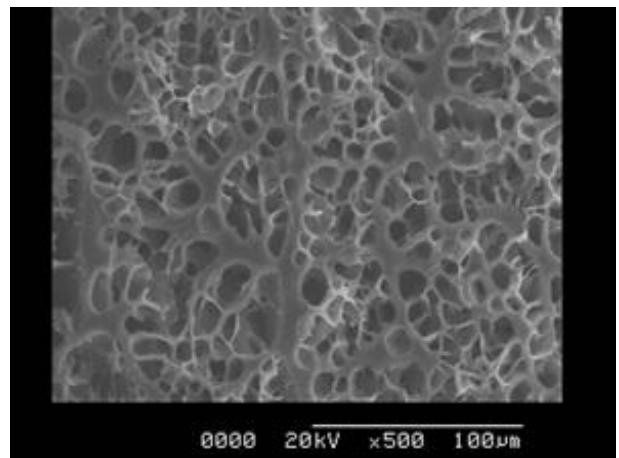
(a)



(b)



(c)



(d)

그림. 초록통쌀의 SEM 촬영사진.

(a) 효소D 처리 전 초록삼광, (b) 효소D 처리 후 초록삼광, (c) 효소B 처리 전 완속삼광, (d) 효소B 처리 후 완속삼광

(5) 효소 처리한 초록통보리의 경도변화 측정

- 효소처리하지 않은 초록통보리는 경도가  $4.9 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ 로 나타났으며, A, B, C, D, E 총 5가지 효소 (0.3%농도)를 각각 처리한 결과  $5.1 \times 10^4$ ,  $4.2 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4$ ,  $4.5 \times 10^4$ ,  $5.0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ 의 경도 값을 보였음. 초록통보리의 경우 효소D (0.3%)로 처리하였을 때 경도가 가장 낮아지는 사실을 확인함.
- 초록통보리는 아밀레이즈 계열 효소B와 셀룰라아제 계열 효소D와 에서 경도가 가장 많이 감소함을 확인하였음.

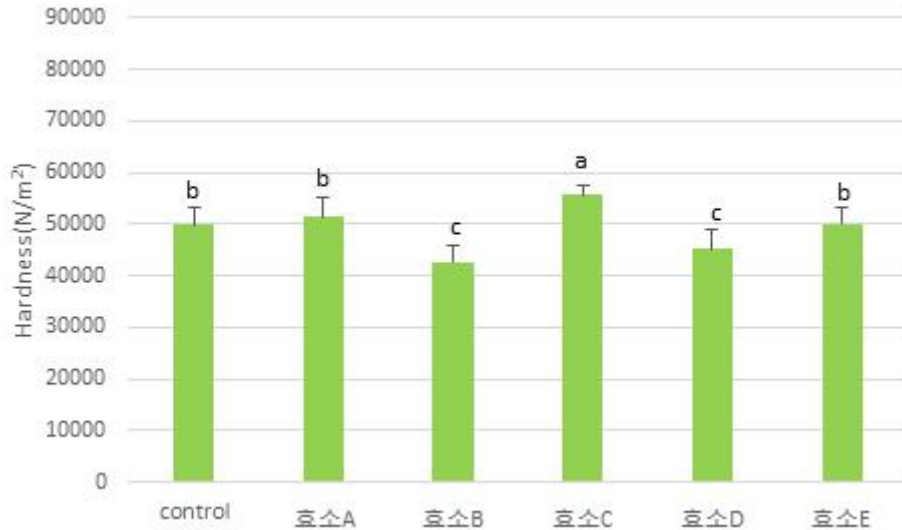


그림. 효소 처리한 초록통보리의 경도 변화

(6) 효소 처리한 초록통쌀의 응집성과 점착성 측정

표. 초록통보리의 응집성과 점착성

	초록통보리	
	응집성	점착성
Control	0.35 ± 0.01	69.35 ± 6.10
효소A	0.34 ± 0.01	71.64 ± 7.63
효소B	0.38 ± 0.01	95.81 ± 15.85
효소C	0.29 ± 0.01	50.04 ± 4.60
효소D	0.36 ± 0.01	85.80 ± 11.45
효소E	0.36 ± 0.02	80.96 ± 20.95

○ 초록통보리의 Control의 응집성은 0.35를 나타냈고, A ~ E 5종 효소처리 시 각각 0.34, 0.38, 0.29, 0.36로 큰 차이를 나타내지 않았다. 점착성은 Control은 69.35를 나타냈고, 효소처리 시 71.64, 95.81, 50.04, 85.80, 80.96을 나타냈음. 효소 C를 처리하였을 때, Control에 비해서 점착성이 감소하는 결과를 나타냄.

(7) 효소 D의 농도별 초록통보리의 경도변화 측정

○ 초록통보리를 한 시간 보온 후 취반 (Control)하였을 때  $4.9 \times 10^4 \text{N/m}^2$ , 효소 D를 각 0.1, 0.3, 0.5, 0.7% 농도로 처리하였을 때  $5.0 \times 10^4$ ,  $4.5 \times 10^4$ ,  $4.9 \times 10^4$ ,  $4.9 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 0.3%의 농도에서 가장 많은 경도연화가 일어난 것을 확인함.

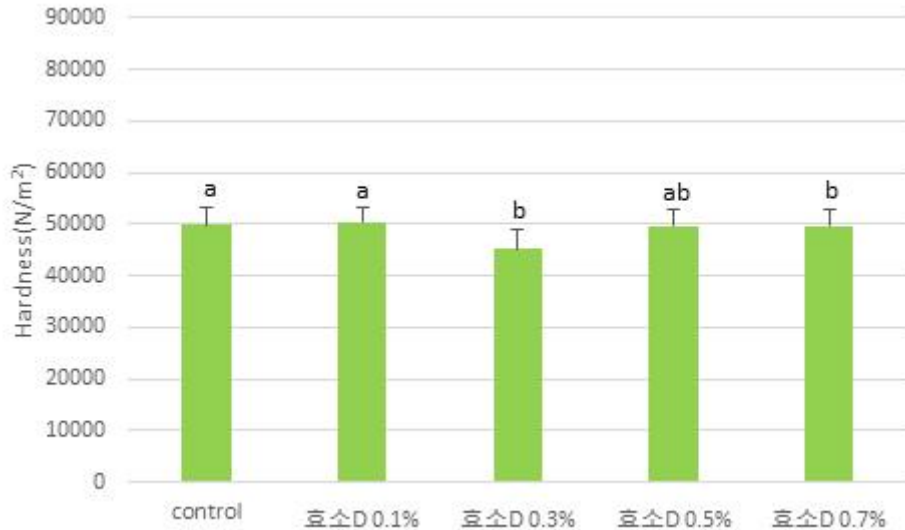


그림. 효소 D의 농도에 따른 초록통보리의 경도 변화

라. 경도 조절된 초록 통곡을 이용한 잡곡밥 시제품 개발 및 적합성 평가

(1) 혼합비율에 따른 경도조절 백미-초록통쌀 잡곡밥의 경도변화

- 백미의 최적효소인 효소 C와 초록통쌀의 최적효소인 효소 D 2가지 효소를 사용(0.3%)하여 백미와 초록통쌀의 혼합비율을 달리하여 (10 ~ 50%) 혼합비율에 따른 경도 변화를 측정하였음.
- 효소C를 처리하였을 때 백미-초록통쌀 혼합밥의 경도는 혼합비율에 따라,  $4.8 \times 10^4$ ,  $4.8 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4$ ,  $6.3 \times 10^4$ ,  $6.9 \times 10^4$   $N/m^2$ 로 초록통쌀의 비율이 증가할수록 경도가 증가하였음. 30% 이상의 혼합비율에서는 경도연화가 나타나지 않았으며, 10 ~ 20%의 혼합비율이  $5.0 \times 10^4$   $N/m^2$ 이하의 경도를 보여 적합하였음.
- 효소D를 처리하였을 때(0.3%) 백미-초록통쌀 혼합밥의 경도는 혼합비율에 따라  $3.6 \times 10^4$ ,  $4.3 \times 10^4$ ,  $4.2 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4$ ,  $5.8 \times 10^4$   $N/m^2$ 로 초록통쌀의 비율이 증가할수록 경도가 증가하였음. 40% 이상의 혼합비율에서는 적절한 경도연화가 나타나지 않았음., 10%의 혼합비율의 경우 과도한 경도연화가 일어나 죽의형태를 띠어 적합하지 않았으며, 20 ~ 30%의 혼합비율이 적합하였음.

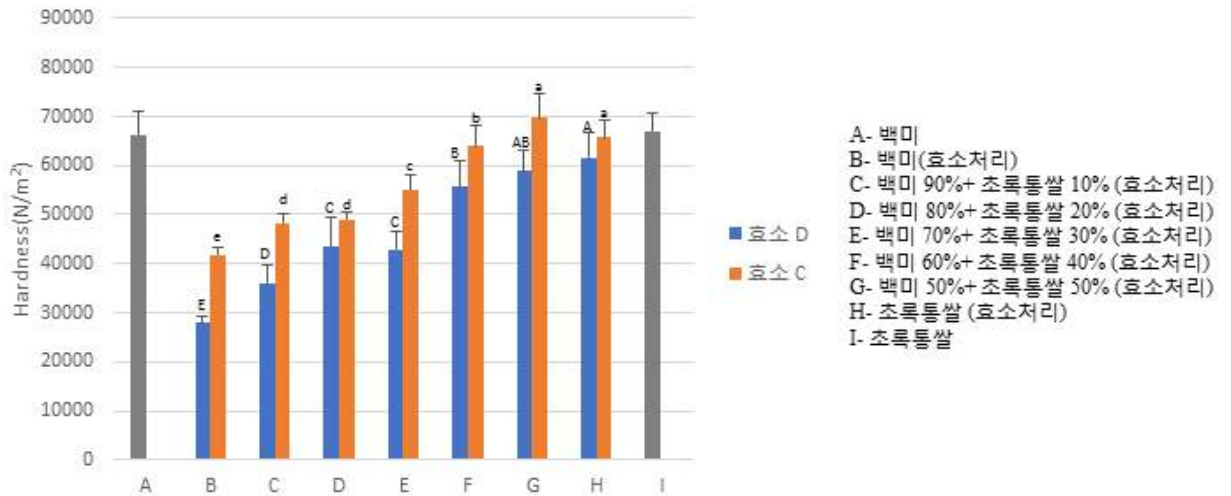


그림. 혼합비율에 따른 경도조절 백미-초록통곡 잡곡밥의 경도 변화

(2) 혼합비율에 따른 경도조절 백미-초록통쌀 잡곡밥의 응집성과 점착성 측정

표. 혼합비율에 따른 경도조절 초록통쌀 잡곡밥의 응집성과 점착성

혼합비율	효소 C		효소 D	
	응집성	점착성	응집성	점착성
백미 90% 초록통쌀 10%	0.412±0.02	-262.85±62.29	0.581±0.06	-315.60±78.79
백미 80% 초록통쌀 20%	0.378±0.02	-192.73±39.10	0.570±0.02	-365.02±51.48
백미 70% 초록통쌀 30%	0.347±0.01	-167.78±13.21	0.497±0.02	-359.60±68.78
백미 60% 초록통쌀 40%	0.337±0.02	-190.22±39.62	0.356±0.01	-368.03±110.94
백미 50% 초록통쌀 50%	0.369±0.01	-163.12±31.86	0.435±0.01	-325.26±85.20

- 효소 C 처리 시 경도연화 초록통쌀 잡곡밥의 응집성은 혼합비율에 따라 0.412, 0.378, 0.347, 0.337, 0.369으로 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈고, 점착성은 -262.85, -192.73, -167.78, -190.22, -163.12로 10% 혼합비율에서 가장 크게 측정되었음.
- 효소 D 처리 시 응집성은 혼합비율에 따라 0.581, 0.570, 0.497, 0.356, 0.435로 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고 전체적으로 효소 C를 처리하였을 때보다 높게 측정된 것을 확인 할 수 있음. 점착성은 -315.60, -365.02, -359.60, -368.03, -325.26로 10% 혼합비율에서 가장 크게 측정되었음.

(3) 혼합비율에 따른 경도조절 백미-초록통보리 잡곡밥의 경도변화

- 백미의 최적효소인 효소 C와 초록통보리의 최적효소인 효소 D 2가지 효소를 사용하여

백미와 초록통보리의 혼합비율을 달리하여 (10 ~ 50%) 혼합비율에 따른 경도 변화를 측정하였음.

- 효소C를 처리하였을 때 백미-초록통보리 혼합밥의 경도는 혼합비율에 따라,  $3.7 \times 10^4$ ,  $4.8 \times 10^4$ ,  $5.3 \times 10^4$ ,  $6.1 \times 10^4$ ,  $6.5 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 초록통보리의 비율이 증가할수록 경도가 증가하였음. 40, 50%의 혼합비율에서는 적절한 경도연화가 나타나지 않았으며, 10%의 혼합비율은 죽의 형태를 띠어 적합하지 않았음. 20%의 혼합비율이 적절한 경도연화가 일어난 것으로 확인하였음.
- 효소D를 처리하였을 때 백미-초록통쌀 혼합밥의 경도는 혼합비율에 따라  $2.7 \times 10^4$ ,  $3.3 \times 10^4$ ,  $3.6 \times 10^4$ ,  $4.6 \times 10^4$ ,  $5.7 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 초록통보리의 비율이 증가할수록 경도가 증가하였음. 50%의 혼합비율에서는 적절한 경도연화가 나타나지 않았음. 30% 이하의 혼합비율의 경우 과도한 경도연화가 일어나 죽의 형태를 띠어 적합하지 않았으며, 40%의 혼합비율이 가장 적합하였음.

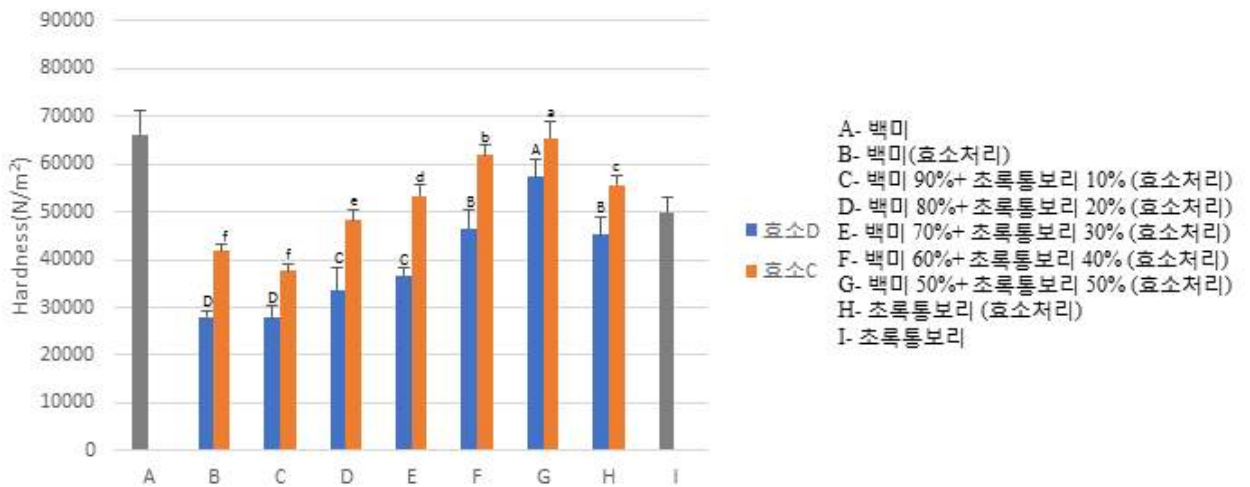


그림 혼합비율에 따른 경도조절 백미-초록통곡 잡곡밥의 경도 변화

(4) 혼합비율에 따른 경도조절 백미-초록통보리 잡곡밥의 응집성과 점착성 측정

표 혼합비율에 따른 경도조절 초록통보리 잡곡밥의 응집성과 점착성

혼합비율	효소 C		효소 D	
	응집성	점착성	응집성	점착성
백미 90% 초록통보리 10%	0.335±0.01	-107.25±10.96	0.577±0.02	-244.71±65.91
백미 80% 초록통보리 20%	0.363±0.01	-157.62±14.34	0.514±0.02	-274.10±69.87
백미 70% 초록통보리 30%	0.323±0.01	-128.10±11.01	0.497±0.04	-282.73±48.18
백미 60% 초록통보리 40%	0.344±0.02	-149.26±15.76	0.422±0.02	-271.65±111.68

백미 50% 초록통보리 50%	0.322±0.01	-117.81±14.05	0.449±0.02	-294.52±49.45
---------------------	------------	---------------	------------	---------------

- 효소 C 처리 시 경도연화 초록통쌀 잡곡밥의 응집성은 혼합비율에 따라 0.335, 0.363, 0.323, 0.344, 0.322으로 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈고, 점착성은 -107.25, -157.62, -128.10, -149.26, -117.81로 20% 혼합비율에서 가장 낮게 측정되었음.
- 효소 D 처리 시 응집성은 혼합비율에 따라 0.577, 0.514, 0.497, 0.422, 0.449로 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고 전체적으로 효소 C를 처리하였을 때보다 높게 측정된 것을 확인 할 수 있음. 점착성은 -244.71, -274.10, -282.73, -271.65, -294.52로 혼합비율이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였음.

(5) 혼합비율에 따른 경도조절 현미-초록통쌀, 현미-초록보리, 초록통쌀-통보리 잡곡밥의 경도 변화

- 현미의 최적효소인 효소 C와 초록통쌀과 초록통보리의 최적효소인 효소 D 2가지 효소를 사용하여 현미와 초록통쌀 그리고 현미와 초록통보리의 혼합비율을 달리하여 (10 ~ 50%) 혼합비율에 따른 경도 변화를 측정하였음. 초록통쌀-통보리 잡곡밥의 경우 효소 D를 사용하여 통보리의 혼합비율을 달리하여 (10 ~ 50%) 혼합비율에 따른 경도 변화를 측정하였음.
- 효소C를 처리하였을 때 현미-초록통쌀 혼합밥의 경도는 혼합비율에 따라,  $6.5 \times 10^4$ ,  $6.2 \times 10^4$ ,  $5.8 \times 10^4$ ,  $6.4 \times 10^4$ ,  $6.5 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 나타났고, 효소D를 처리하였을 때 경도는 혼합비율에 따라  $6.3 \times 10^4$ ,  $6.2 \times 10^4$ ,  $6.6 \times 10^4$ ,  $6.5 \times 10^4$ ,  $6.3 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 2가지 효소 모두 경도조절 잡곡밥으로서 적절한 경도연화를 보이지 못하였음.

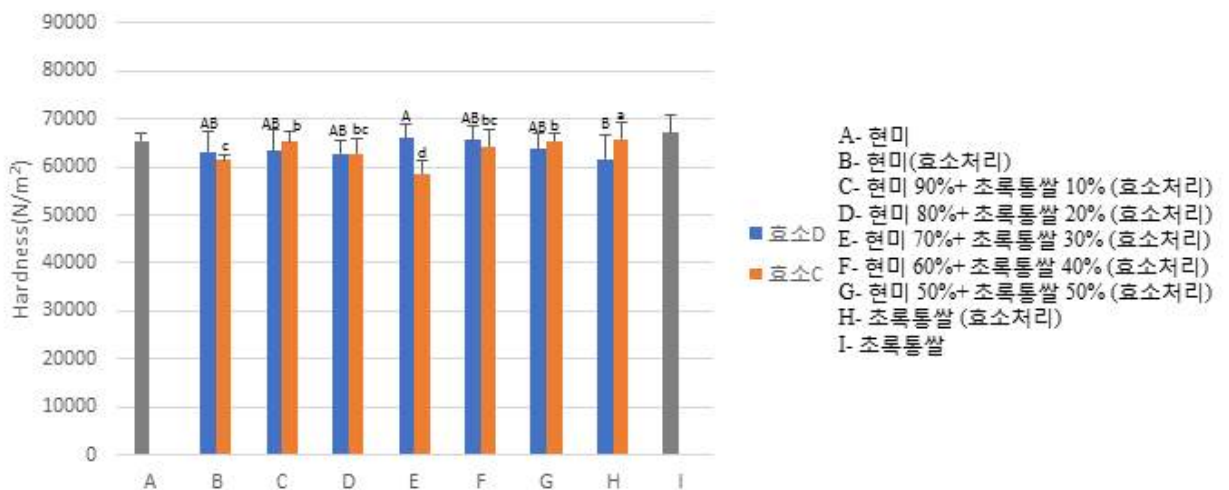


그림. 혼합비율에 따른 경도조절 현미-초록통쌀 잡곡밥의 경도 변화

- 현미-초록통보리 혼합밥의 경우 효소 C를 처리하였을 때 혼합비율에 따라  $6.2 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4$ ,  $6.3 \times 10^4$ ,  $6.6 \times 10^4$ ,  $6.2 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 나타났고, 효소D를 처리하였을 때 경도는 혼합비율에 따라  $6.8 \times 10^4$ ,  $6.9 \times 10^4$ ,  $6.1 \times 10^4$ ,  $5.3 \times 10^4$ ,  $5.2 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 2가지 효소

모두 경도조절 잡곡밥으로서 적절한 경도연화를 보이지 않았음.

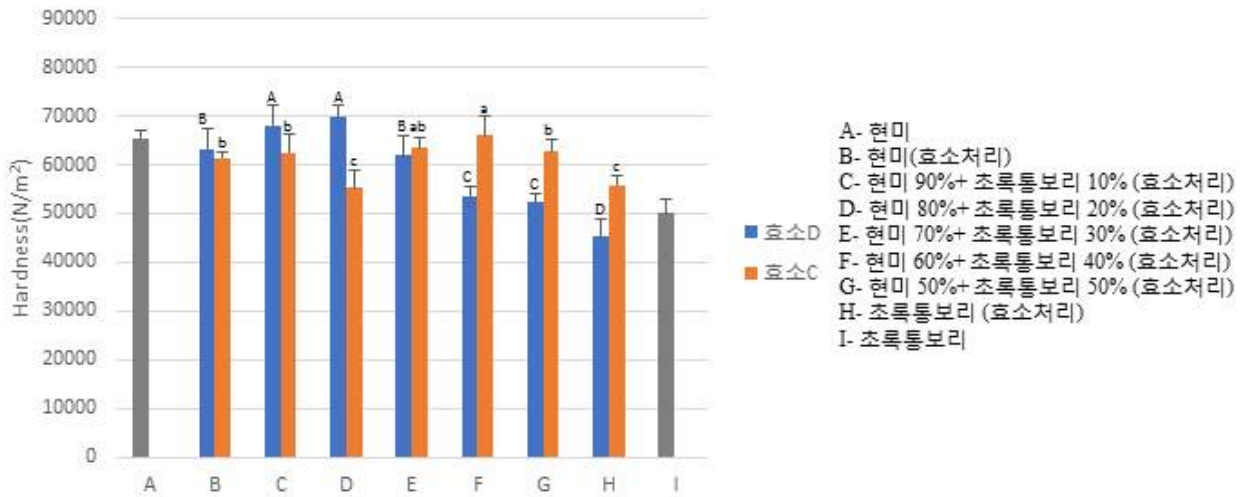


그림 혼합비율에 따른 경도조절 현미-조록통보리 잡곡밥의 경도 변화

- 조록통쌀-통보리 잡곡밥의 경우 효소 D를 처리하였을 때 혼합비율에 따라  $6.4 \times 10^4$ ,  $5.8 \times 10^4$ ,  $5.5 \times 10^4$ ,  $5.3 \times 10^4$ ,  $5.4 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 모든 비율에서 적절한 경도연화를 보이지 않았음.

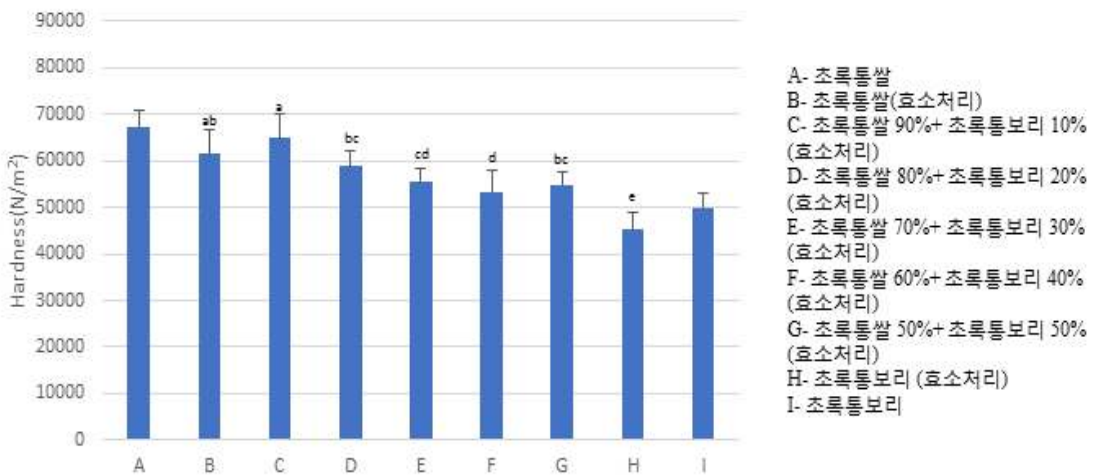


그림 혼합비율에 따른 경도조절 조록통쌀-통보리 잡곡밥의 경도 변화

(6) 효소 처리한 백미의 경도변화 측정

- 혼합비율에 따른 경도조절 백미-조록통곡 잡곡밥의 연구과정에서 효소 D 처리 시 경도연화가 과도하여 기존 선행연구의 결과인 효소 C와 경도연화를 비교하였음.
- 효소처리하지 않은 control과 효소 C 그리고 효소 D를 처리한 백미의 경도는 각각  $6.6 \times 10^4$ ,  $4.1 \times 10^4$ ,  $2.7 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 백미 역시 효소 D가 경도연화에 더 효과적임을 확인함.



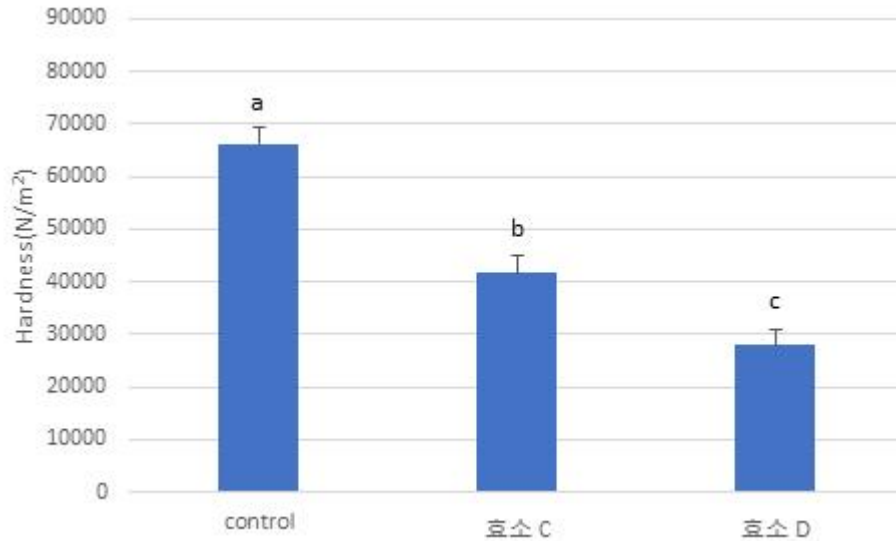


그림 효소 처리한 백미의 경도변화

(7) 효소 D의 농도별 백미의 경도변화 측정

○ 백미의 경도는 효소처리하지 않은 control의 경우  $6.6 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 으로 나타났으며, 효소 D를 각 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7% 농도로 처리하였을 때  $4.6 \times 10^4$ ,  $3.6 \times 10^4$ ,  $2.7 \times 10^4$ ,  $2.8 \times 10^4$ ,  $2.8 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 로 농도가 올라갈수록 점점 감소하는 것을 확인 할 수 있었으나 0.3%이상의 농도에서는 유의적인 차이가 없었으며, 이 결과를 바탕으로 0.3%의 농도가 가장 적절한 농도임을 확인하였음.

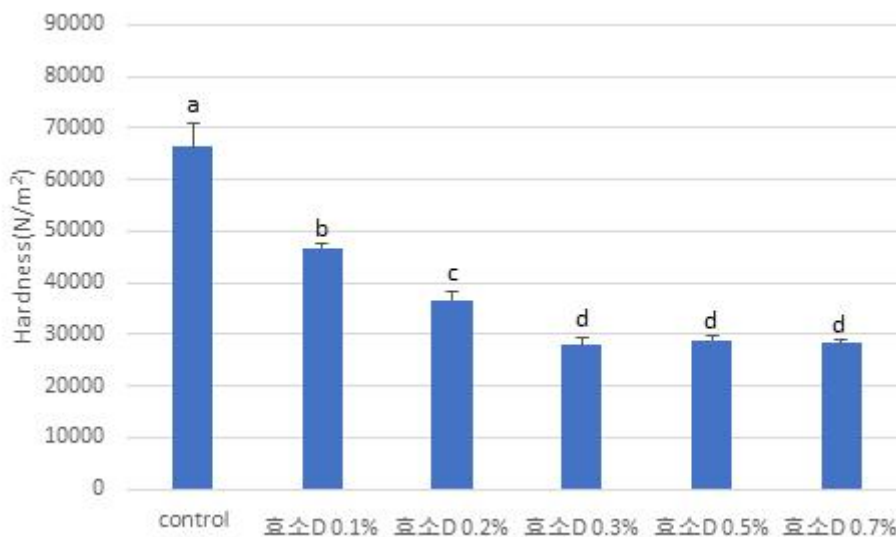


그림 효소 D의 농도별 백미의 경도변화 측정

(8) 효소 D의 농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통쌀 잡곡밥의 경도변화 측정

○ 초록통쌀과 마찬가지로 백미의 경도연화에 효소 D가 가장 효과적인 것을 확인하였음. 초록통쌀에 최적농도인 0.3%를 처리한 경우 백미의 경도연화가 과도하여 0.3%의 농도에서

적합하지 못하였던 40, 50%의 혼합비율을 제외한 나머지 혼합비율과 효소농도에 따른 혼합밥의 경도변화를 실험하였음.

- 혼합 10%의 잡곡밥은 0.1, 0.2, 0.3% 효소농도에 따라  $4.8 \times 10^4$ ,  $3.8 \times 10^4$ ,  $3.6 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup> 로 나타났음. 혼합 20%의 잡곡밥은 각각 효소농도에 따라  $4.9 \times 10^4$ ,  $4.0 \times 10^4$ ,  $4.3 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>, 혼합 30%의 잡곡밥은 각각 효소농도에 따라  $5.4 \times 10^4$ ,  $4.9 \times 10^4$ ,  $4.2 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup> 의 경도연화를 보였음.
- 위와 같은 결과로 백미-초록통쌀 잡곡밥은 효소농도 0.2 ~ 0.3%의 혼합비율 20 ~ 30%의 잡곡밥이  $4.0 \sim 5.0 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>사이의 경도를 보여 경도조절 잡곡밥으로써 가장 적합하다고 판단하였음.

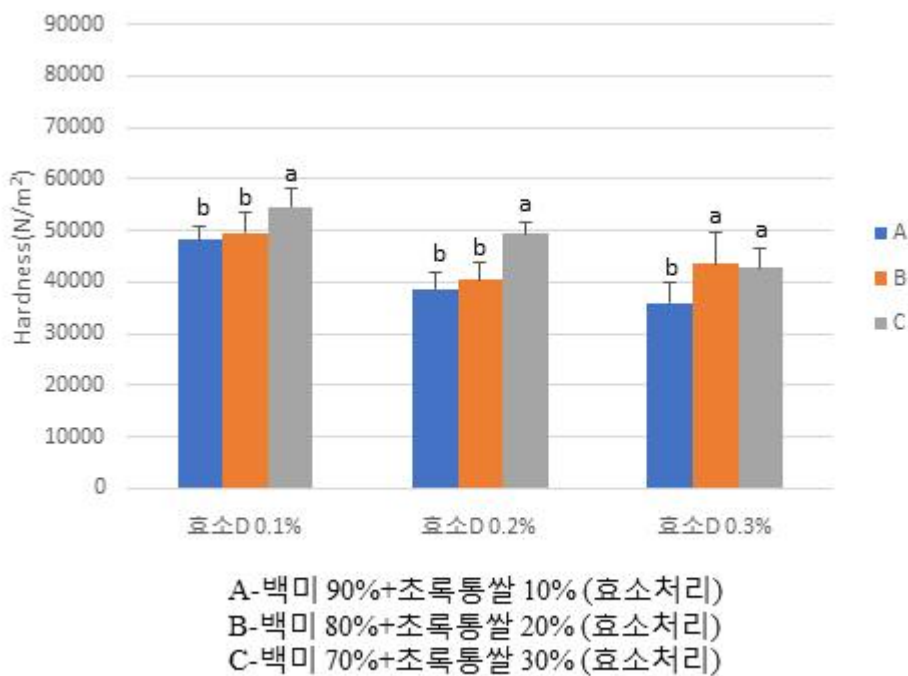


그림 효소농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통곡 잡곡밥의 경도 변화

(9) 효소 D의 농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통쌀 잡곡밥의 응집성과 점착성 측정

표. 효소농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통쌀 잡곡밥의 응집성과 점착성

효소농도 (%)	백미90% 초록통쌀10%		백미80% 초록통쌀20%		백미70% 초록통쌀30%	
	응집성	점착성	응집성	점착성	응집성	점착성
0.1	0.61±0.03	-476.54 ±47.72	0.56±0.02	-493.20 ±93.97	0.54±0.02	-451.65 ±48.62
0.2	0.58±0.03	-370.95 ±17.13	0.51±0.03	-304.34 ±38.44	0.58±0.03	-321.13 ±83.81
0.3	0.58±0.06	-315.60 ±78.79	0.57±0.02	-365.02 ±51.48	0.49±0.02	-359.60 ±68.07

- 혼합 10%의 잡곡밥의 응집성과 점착성은 효소농도에 따라 각각 0.61, 0.58, 0.58과 476.54, 370.95, 345.60으로 측정되었음. 20%의 경우 0.56, 0.51, 0.57과 493.20, 304.34, 365.02로 측정되었으며, 30%의 경우 0.54, 0.58, 0.49와 451.65, 321.13, 359.60으로 측정되었음
- 0.2% 효소농도의 혼합비율 20%를 제외하고 응집성은 효소농도와 상관없이 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였음. 반면에 점착성의 경우 전체적으로 효소농도와 혼합비율과 상관없이 변화하지 않는 경향을 보였음.

(10) 효소 D의 농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통보리 잡곡밥의 경도변화 측정

- 백미-초록통보리 잡곡밥의 경우 0.3%의 농도에서 적합하지 못하였던 50%의 혼합비율을 제외한 나머지 혼합비율과 효소농도에 따른 혼합밥의 경도변화를 실험하였음.
- 혼합 10%의 잡곡밥은 0.1, 0.2, 0.3, 0.4% 효소농도에 따라  $4.6 \times 10^4$ ,  $3.5 \times 10^4$ ,  $2.7 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>로 나타났음. 혼합 20%의 잡곡밥은 각각 효소농도에 따라  $4.7 \times 10^4$ ,  $3.6 \times 10^4$ ,  $3.3 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>, 혼합 30%의 잡곡밥은 각각 효소농도에 따라  $4.7 \times 10^4$ ,  $4.1 \times 10^4$ ,  $3.6 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>, 혼합 40%의 잡곡밥은 각각 효소농도에 따라  $5.3 \times 10^4$ ,  $5.0 \times 10^4$ ,  $4.6 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>의 경도연화를 보였음.
- 위와 같은 결과로 백미-초록통쌀 잡곡밥은 효소농도 0.1 ~ 0.2%의 혼합비율 10 ~ 30%의 잡곡밥이  $4.0 \sim 5.0 \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>사이의 경도를 보여 경도조절 잡곡밥으로써 가장 적합하다고 판단하였음.

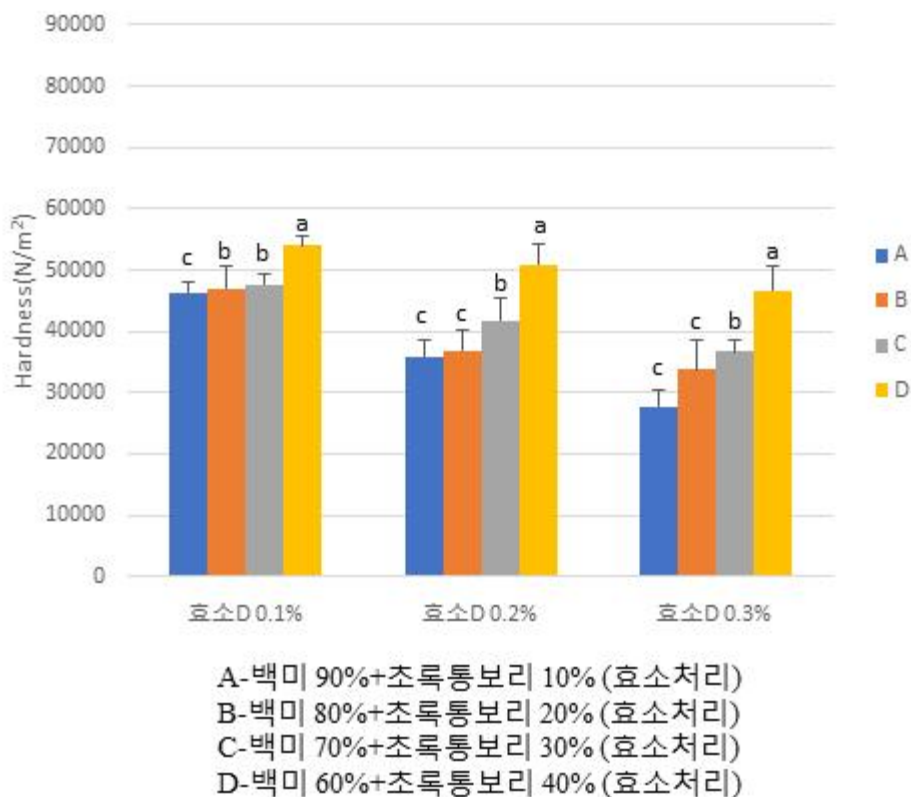


그림 혼합비율과 효소농도에 따른 백미-초록통보리 잡곡밥의 경도 변화

(11) 효소 D의 농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통보리 잡곡밥의 응집성과 점착성 측정

표 효소농도와 혼합비율에 따른 백미-초록통보리 잡곡밥의 응집성과 점착성

효소농도(%)	백미90%		백미80%		백미70%		백미60%	
	초록통보리10%		초록통보리20%		초록통보리30%		초록통보리40%	
	응집성	점착성	응집성	점착성	응집성	점착성	응집성	점착성
0.1	0.62±0.0 3	-455.65 ±47.24	0.57±0.0 2	-387.20 ±59.38	0.49±0.0 3	-353.65 ±71.62	0.49±0.0 3	-376.26 ±62.86
0.2	0.56±0.0 3	-319.14 ±65.78	0.54±0.0 1	-313.62 ±52.04	0.49±0.0 2	-275.18 ±49.68	0.45±0.0 2	-292.21 ±81.90
0.3	0.57±0.0 2	-244.71 ±65.91	0.51±0.0 2	-274.10 ±69.87	0.49±0.0 4	-282.73 ±48.18	0.42±0.0 2	-271.65 ±111.68

- 혼합 10%의 잡곡밥의 응집성과 점착성은 효소농도에 따라 각각 0.62, 0.56, 0.57과 -455.65, -319.14, -244.71으로 측정되었음. 20%의 경우 0.57, 0.54, 0.51과 -387.20, -313.62, -274.10로, 30%의 경우 0.49, 0.49, 0.49와 353.65, 275.18, 282.73으로, 40%의 경우 0.49, 0.45, 0.42와 -372.26, -292.21, -271.65로 측정되었음.
- 응집성은 효소농도와 상관없이 혼합비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였음. 반면에 점착성의 경우 0.1% 효소농도를 제외하고 효소농도와 혼합비율과 상관없이 변화하지 않는 경향을 보였음.

마. 경도 조절된 초록 통곡을 이용한 잡곡밥 시제품 개발 및 적합성 평가

(1) 경도 조절된 초록통쌀 잡곡밥의 관능평가

- 초록통쌀 잡곡밥(혼합 30%), 0.2% 효소처리 초록통쌀 잡곡밥(혼합 20, 30%) 총 3가지 샘플을 관능검사를 하였음. 외관 항목에서 각각 6.47, 6.07, 6.27점, 맛 항목에서는 6.27, 6.20, 6.27점, 그리고 향 항목에서는 6.20, 5.80, 5.67점으로 효소처리 초록통쌀 잡곡밥보다 효소처리하지 않은 초록통쌀 잡곡밥이 높은 점수를 받았으나, 유의적인 차이를 보이지 않았음. 반면 삼킴성 항목은 5.87, 7.00, 7.07점, 씹힘성 항목은 5.80, 6.60, 6.80점, 그리고 종합적인 기호도는 6.00, 6.53, 6.67점으로 효소처리한 초록통쌀 잡곡밥이 일반 초록통곡 잡곡밥보다 높은 점수를 받았음. 그러나 효소처리 잡곡밥의 혼합비율에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았음.

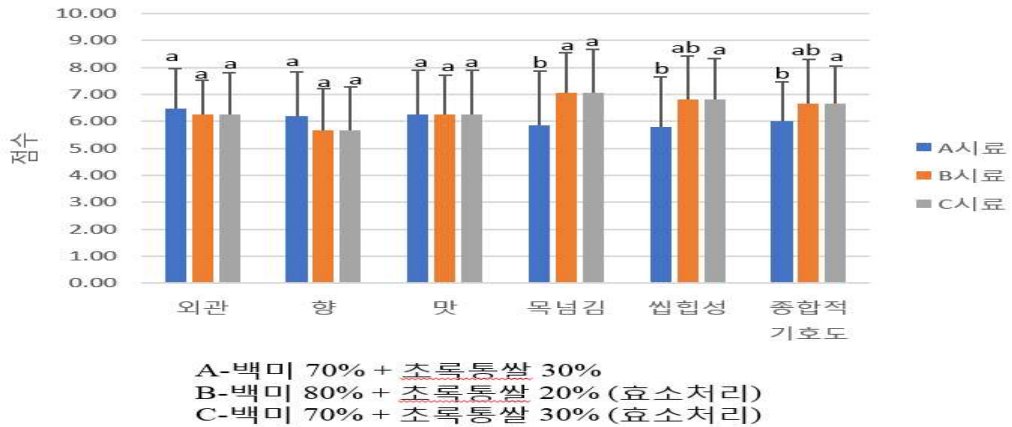


그림 초록통곡 잡곡밥의 관능평가

(2) 경도 조절된 초록통보리 잡곡밥의 관능평가

- 초록통보리 잡곡밥도 같은 대상에게 관능평가를 하였으며, 초록통쌀 잡곡밥(혼합 30%), 0.1% 효소처리 초록통쌀 잡곡밥(혼합 20, 30%)을 관능검사를 하였음.
- 향에서는 6.87, 6.27, 5.80으로 효소처리 초록통쌀 잡곡밥보다 효소처리하지 않은 초록통쌀 잡곡밥이 높은 점수를 받았으나, 20% 혼합비율의 효소처리 초록통보리 잡곡밥과는 유의적인 차이를 보이지 않았음. 반면 묵넘김은 5.87, 6.33, 7.00, 씹힘성은 5.80, 6.27, 6.87, 그리고 종합적인 기호도는 5.73, 6.53, 6.80으로 효소처리한 초록통보리 잡곡밥이 일반 초록통보리 잡곡밥보다 높은 점수를 받았음. 그러나 효소처리 잡곡밥의 혼합비율에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았음. 백미-초록통쌀, 초록통보리 2가지 잡곡밥 모두 효소처리한 잡곡밥이 관능적으로도 우수함을 확인하였음.

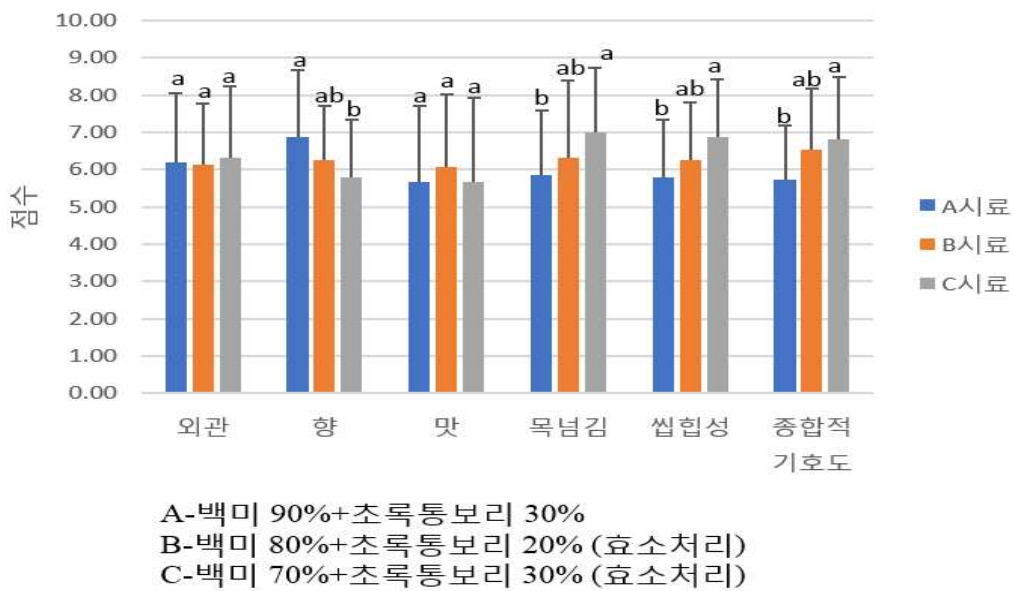


그림 초록통보리 잡곡밥의 관능평가

(2) 경도 조절된 초록통곡 잡곡밥의 영양분석

- 경도연화 백미-초록통쌀 잡곡밥(mix 30%)와 경도연화 백미-초록통보리 잡곡밥(mix30%)의 영양분석을 하였음.
- 경도연화 백미-초록통쌀 잡곡밥의 열량은 149kcal/100g이었으며, 탄수화물, 단백질, 지방, 당류, 포화지방, 트랜스지방, 수분, 회분, 식이섬유의 함량은 34.9, 2.52, 0.438, 0.101, 0.214, 0.010, 61.9, 0.242, 2.32g/100g이었으며, 나트륨은 3.63mg/100g이 검출되었고 콜레스테롤과 베타카로틴은 검출되지 않았음.
- 경도연화 백미-초록통보리 잡곡밥의 열량은 131kcal/100g이었으며, 탄수화물, 단백질, 지방, 당류, 포화지방, 트랜스지방, 수분, 회분, 식이섬유의 함량은 29.6, 2.93, 0.614, 0.537, 0.256, 0.007, 66.6, 0.238, 2.19g/100g이었으며, 나트륨은 2.92mg/100g이 검출되었고 백미-초록통보리밥 역시 콜레스테롤과 베타카로틴은 검출되지 않았음.

**SGS**

시험성적서 번호 F680101/LF-CT8AYFN18-36843 발행일: 2018. 12. 03 페이지: 1 / 1

고객명 : 중앙대학교 산학협력단  
주소 : 경기도 안성시 대덕면 서동대로 4726 중앙대학교 809관 4102

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.  
SGS 파일 번호 : AYFN18-36843  
제품명 : 현미밥  
아이템 번호 : 시료일일 2018.11.20  
시험기간 : 2018. 11. 20 ~ 2018. 11. 28  
시험성적서의 용도 : 참고용  
시험결과

시험항목	단위	시험방법	경량한계	결과
열량	kcal/100g	식품공전	-	149
탄수화물	g/100g	식품공전	-	34.9
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	2.52
지방	g/100g	식품공전	-	0.438
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	-	0.101
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.214
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.010
콜레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	불검출
나트륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	3.63
수분	g/100g	식품공전	-	61.9
회분	g/100g	식품공전	-	0.242
식이섬유	g/100g	식품공전	-	2.32
베타카로틴	mg/100g	전량기능식품의 기준 및 규격, HPLC/DAD	0.01	불검출

주) (1) 불검출 = 경량한계 이하  
(2) g/100g = % (w/w)  
(3) - = No Regulation  
(4) \*\* = 단위없음

**SGS**

시험성적서 번호 F680101/LF-CT8AYFN18-36844 발행일: 2018. 12. 03 페이지: 1 / 1

고객명 : 중앙대학교 산학협력단  
주소 : 경기도 안성시 대덕면 서동대로 4726 중앙대학교 809관 4102

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.  
SGS 파일 번호 : AYFN18-36844  
제품명 : 보리밥  
아이템 번호 : 시료일일 2018.11.20  
시험기간 : 2018. 11. 20 ~ 2018. 11. 28  
시험성적서의 용도 : 참고용  
시험결과

시험항목	단위	시험방법	경량한계	결과
열량	kcal/100g	식품공전	-	131
탄수화물	g/100g	식품공전	-	29.6
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	2.93
지방	g/100g	식품공전	-	0.614
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	-	0.537
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.256
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.007
콜레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	불검출
나트륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	2.92
수분	g/100g	식품공전	-	66.6
회분	g/100g	식품공전	-	0.238
식이섬유	g/100g	식품공전	-	2.19
베타카로틴	mg/100g	전량기능식품의 기준 및 규격, HPLC/DAD	0.01	불검출

주) (1) 불검출 = 경량한계 이하  
(2) g/100g = % (w/w)  
(3) - = No Regulation  
(4) \*\* = 단위없음

\*\*\*

  
Kangjae  
Technical Manager / SGS KOREA

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at [www.sgs.com/e-documentation](http://www.sgs.com/e-documentation). Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its issuance only and within the limits of Client's instructions. If any of the Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a transaction from accepting all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced, stored in a retrieval system, or used in any way without the prior written approval of the Company. Any unauthorised alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the samples.

FORN-P1 (2)

SGS Korea Co., Ltd. | K31, 47, Mijangmae-gil, Ulsan-gu, Ulsan 41067 | +82 (0)11 969 9932 | +82 (0)11 4322 1055 | <http://www.sgs.com>  
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

\*\*\*

  
Kangjae  
Technical Manager / SGS KOREA

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at [www.sgs.com/e-documentation](http://www.sgs.com/e-documentation). Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the Company's findings at the time of its issuance only and within the limits of Client's instructions. If any of the Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a transaction from accepting all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced, stored in a retrieval system, or used in any way without the prior written approval of the Company. Any unauthorised alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the samples.

FORN-P1 (2)

SGS Korea Co., Ltd. | K31, 47, Mijangmae-gil, Ulsan-gu, Ulsan 41067 | +82 (0)11 969 9932 | +82 (0)11 4322 1055 | <http://www.sgs.com>  
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

그림 경도연화 초록통곡 잡곡밥의 영양분석 (백미-초록통쌀 잡곡밥, 백미-초록통보리 잡곡밥)

## 2. 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공

### 가. 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공

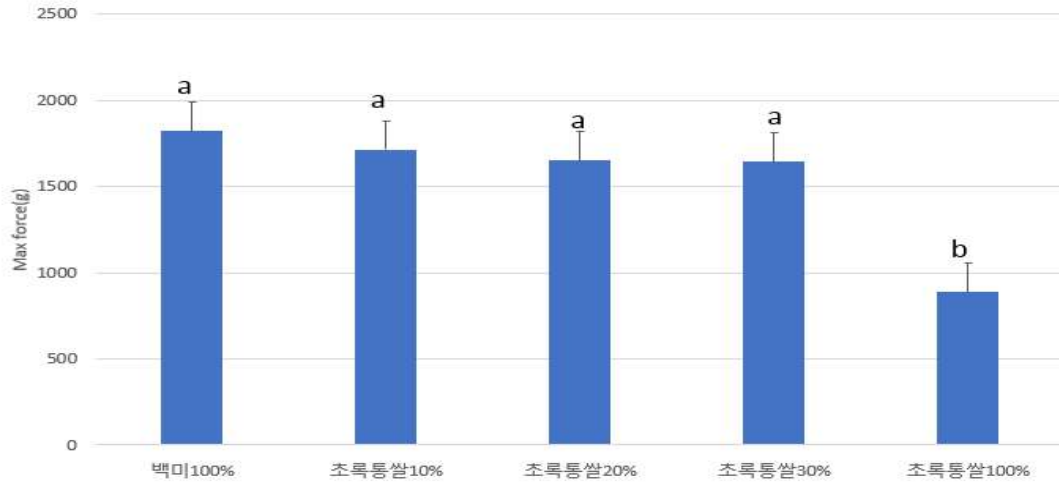


그림 초록통쌀 라이스칩의 물성측정

- 백미 100% 라이스칩의 경도는 1820.45g로 가장 단단하게 측정되었고 초록통쌀의 비율에 따라 1715.73, 1651.50, 1644.64, 887.88g으로 초록통쌀이 첨가될수록 경도가 낮아지는 것을 확인하였음. 그러나 초록통쌀 100%를 제외하고는 백미 100% 라이스칩과 유의적인 차이를 보이지 않았음.



그림 라이스칩 (백미, 초록통쌀10%, 초록통쌀20%, 초록통쌀30%, 초록통쌀100%)

나. 초록통쌀 라이스칩의 향 분석

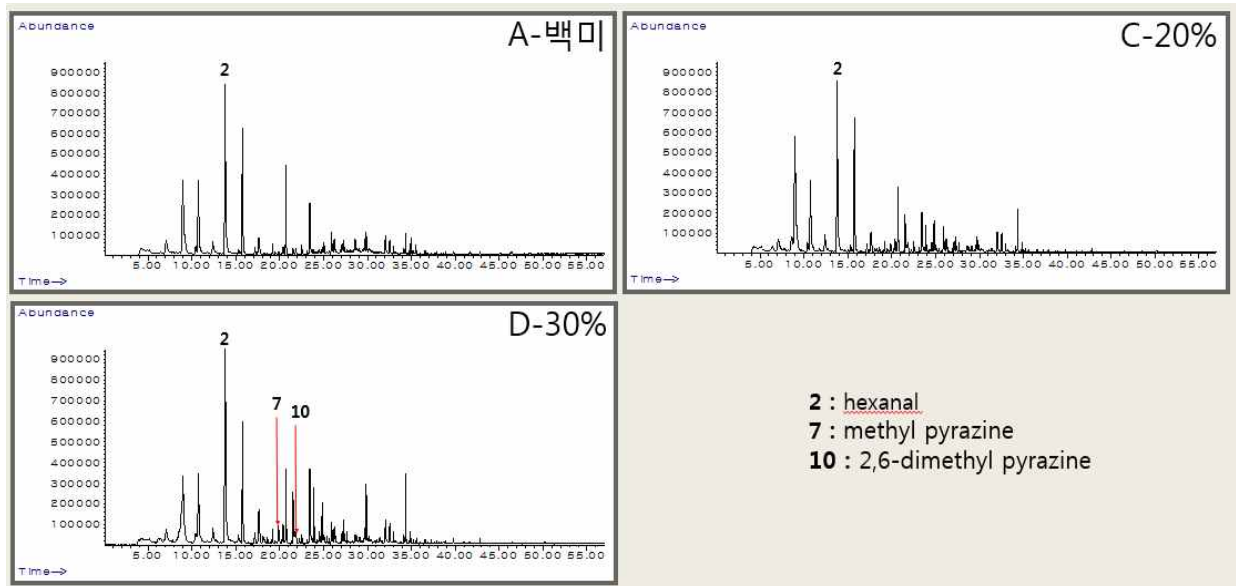


그림 초록통쌀 라이스칩의 향 분석 결과

표. 초록통쌀 라이스칩의 향기성분

No	RI <sup>a</sup>	Compound name	Peak area(×106) <sup>b</sup>		
			A-백미	C-20%	D-30%
1	<1000	pentanal	39.87±3.99	29.6±11.37	44.95±0.34
2	1063	hexanal	712.42±52.71	492.44±182.77	922.01±52.79
3	1174	heptanal	31.36±1.97	30.12±6.67	40.7±6.52
4	1188	limonene	98.29±25.22	60.42±22.47	88.14±44.87
5	1203	pyrazine	NDC	ND	7.87±0.51
6	1239	1-pentanol	24.95±0.65	20.36±3.78	27.19±3.77
7	1260	methylpyrazine	ND	ND	63.94±5.38
8	1279	octanal	23.29±0.39	27.01±7.81	42.25±2.38
9	1316	(E)-2-heptenal	15.29±1.71	67.37±53.57	157.26±14.98
10	1324	2,6-dimethyl pyrazine	ND	ND	21.29±10.26
11	1351	allyl isothiocyanate	35.55±6.7	30.99±2.49	24.06±3.5
12	1384	nonanal	115.68±10.03	99.63±15.71	161.36±28.65
13	1400	3-octen-2-one	8.4±0.94	ND	116.24±9.7
14	1423	2-octenal	9.06±0.78	18.54±11.32	21.18±0.12
15	1436	1-octen-3-ol	16.93±0.61	38.36±19.95	70.76±0.54
16	1456	furfural	6.00±0.11	ND	21.23±0.05

<sup>a</sup> : Retention indices were determined on DB-wax using C6-C24 as external reference.

<sup>b</sup> : Average ± Standard deviation

<sup>c</sup> : not detected.

○ 총 16종류의 성분이 확인되었으며, 백미와, 20% 초록통쌀 라이스칩과는 달리 30% 초록통쌀 라이스칩에서만 pyrazine, methylpyrazine, 2,6-dimethyl pyrazine 성분이 검출되었음. p



yrazine 유도체들은 고소한 향기성분의 주성분으로 주로 식품의 가열에 의해 생성되는 갈변화 반응의 결과로 형성됨. 30% 초록통쌀 라이스칩의 고소한 향은 이로 인한 결과로 판단됨.

다. 초록통쌀 라이스칩의 당 분석

- 백미, 20% 초록통쌀, 30% 초록통쌀 라이스칩의 sorbitol, glucose, fructose, sucrose의 함량을 분석한 결과 sorbitol은 1.69, 1.24, 1.13, glucose는 1.10, 0.83, 0.78, fructose는 0.75, 0.70, 0.55, sucrose는 9.6, 8.1, 7.06으로 fructose를 제외하고는 초록통쌀을 첨가한 라이스칩이 백미 라이스칩에 비해서 유의적으로 높은 함량의 당을 가지고 있음을 확인하였음.
- 백미 라이스칩과 유의적인 차이를 보이거나, 사람이 느낄 수 있는 역치인 1ppm 이상의 차이를 보이지는 않았음.

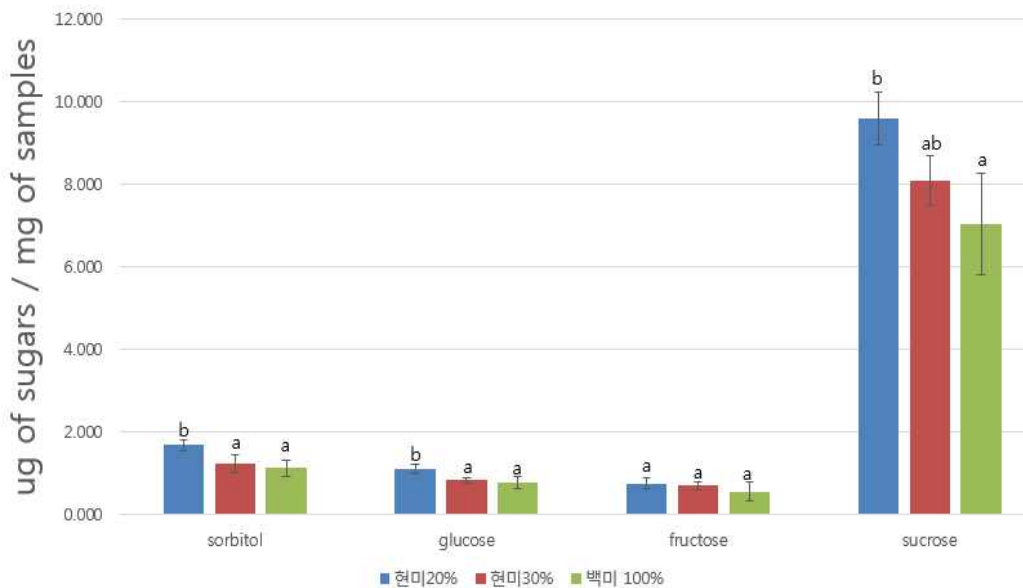


그림. 초록통쌀 라이스칩의 당 분석

라. 초록통쌀 라이스칩의 관능평가

- 향 부분에서는 5.62, 5.46, 6.08, 6.38, 6.54점, 맛 부분에서는 5.46, 4.85, 5.77, 5.31, 5.15점, 시각 부분에서는 6.08, 6.23, 6.85, 6.69, 6.38점, 종합적인 기호도에서는 6.54, 5.15, 6.54, 6.23, 6.23점을 받았음. 향과 식감에서는 초록통쌀의 유무에 따른 유의적 차이는 없었지만 맛이나 종합적인 기호도에서는 30%를 섞었을 때 가장 높은 점수를 받는 것을 확인하였음.

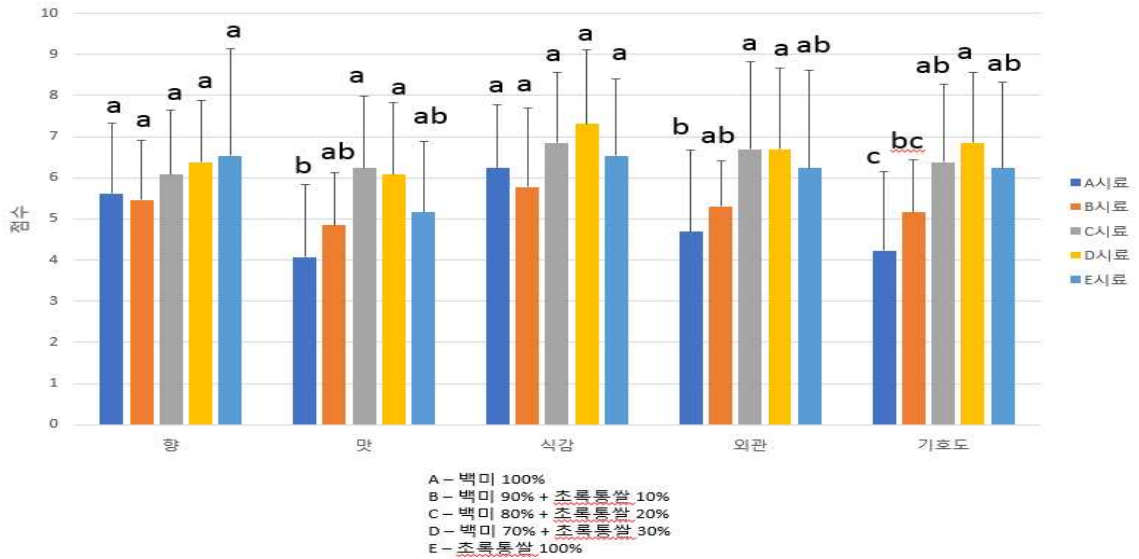


그림. 1차 초록통쌀 라이스칩 관능평가

- 위의 결과를 바탕으로 최종적으로 백미, 초록통쌀 20%, 초록통쌀 30% 3가지 시료를 선정하여 65세 이상의 노인 30분에게 관능평가를 실시하였음.
- 식감에서는 6.40, 6.73, 7.20, 외관에서는 7.20, 6.40, 6.47, 종합적인 기호도에서는 6.33, 6.93, 7.00으로 유의적 차이를 보이지 않았음. 반면에 향에서는 5.93, 7.07, 7.00, 맛에서는 5.73, 6.67, 7.20으로 백미 라이스칩에 비해서 초록통쌀을 첨가했을 때 더 좋은 평가를 받은 것을 확인하였음. 이를 바탕으로 초록통쌀을 활용한 라이스칩의 상품성을 확인하였음.

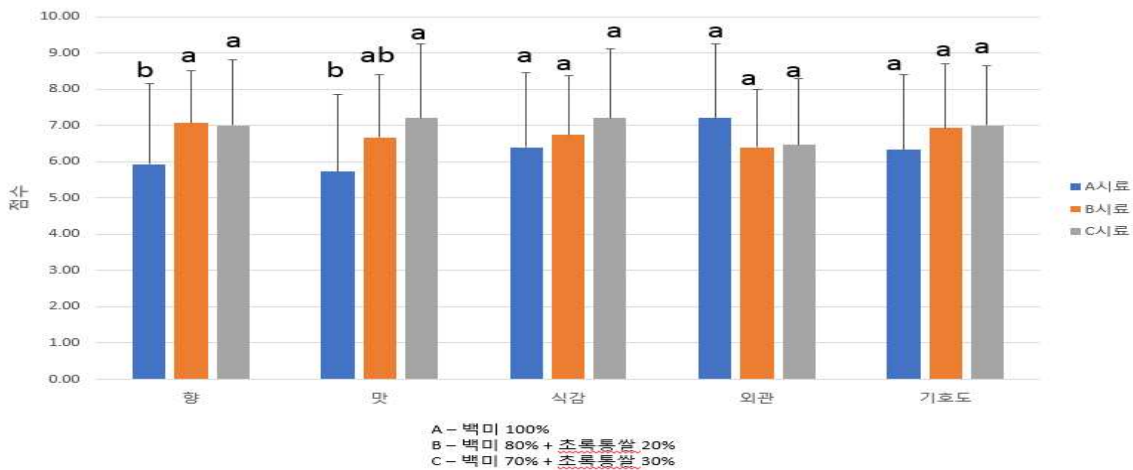


그림 2차 초록통쌀 라이스칩 관능평가

### 3. 초록통죽의 제품화 사업 유통기한 실험

가. 2, 4, 24시간 5℃ 냉장 후 살균처리 초록통죽

표. 초록통죽 원료의 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus spp.</i>
불린쌀	3.75 ± 0.57	ND	ND
초록통쌀	3.15 ± 0.05	ND	2.54
당근	6.05 ± 0.13	0.70	ND
양파	6.13 ± 0.05	ND	ND
호박	2.55 ± 0.21	1.88 ± 0.26	ND
육수	4.64 ± 0.01	ND	ND

- 냉각 시간에 따른 미생물 살균 효과 분석을 통하여 미생물 살균효과를 비교하였음.
- 조리 후 제품을 포장하여 5℃에서 2, 4, 24시간 cooling 후 미생물 분석을 진행하였으며, 살균 전 제품에서는 TAB는 3.47 ± 0.26, 3.80 ± 0.17, 2.27 ± 0.03 LogCFU/g가 검출되었음. 살균 후 제품에서는 2.20 ± 0.05 , 2.24 ± 0 , 2.13 ± 0.05 LogCFU/g가 검출되어 약 1 Log 이상의 살균효과를 확인하였음.
- Coliform은 2, 4 시간 cooling한 비살균 제품은 검출되지 않았으며, 24시간 cooling한 비살균 제품에서는 0.70 LogCFU/g가 검출되었으나 살균 후 검출되지 않았음.

표. . Cooling 시간에 따른 초록통죽의 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>B. cereus</i>
2시간 냉각	살균전	3.47 ± 0.26	ND
	살균후	2.20 ± 0.15	ND
4시간 냉각	살균전	3.80 ± 0.17	ND
	살균후	2.24 ± 0	ND
24시간 냉각	살균전	2.27 ± 0.03	0.70
	살균후	2.13 ± 0.05	ND

- 2, 4, 24시간 cooling 후 비살균 제품에서 3.22, 2.88, 1.70 LogCFU/g의 *B.cereus*가 검출되었음. 살균 후 2, 4시간 cooling 제품에서는 1.30, 1.47 LogCFU/g 으로 감소되었고, 24시간 cooling 제품에서는 검출되지 않는 결과를 나타내었음. 다음의 결과로 24시간동안 냉각하였을 때 균이 가장 감소함을 확인하였음.

표.. 제품 출고 당일 살균여부에 따른 미생물 오염도 분석

구분	Bacteria(CFU/g)	
	TAB	Coliform
소고기야채죽(비 살균)	5	ND
백합죽(비 살균)	300	115
소고기야채죽(살균 후)	ND	ND
백합죽(살균 후)	40	ND

- 소고기 야채죽은 살균제품과 비 살균제품 모두 Coliform이 검출되지 않았으며, TAB는 살균 전 제품에서 5개의 집락을 보였으나 살균 후 제품에서는 검출되지 않았음.
- 백합죽은 비 살균제품에서 TAB는 300 CFU/g, Coliform은 115 CFU/g이 나타났음.
- 살균 후 제품에서는 TAB는 40 CFU/g이 검출되었고, Coliform은 검출되지 않았음.

표.. 초록통쌀죽 저장 기간에 따른 미생물 변화(5℃)

기간	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)	
			TAB	Coliform
5℃	소고기야채죽	5일	0.70	ND
		10일	1	ND
		15일	1.30	ND
		20일	2.06	ND
		25일	3.16	ND
		30일	4.25	ND
	백합죽	5일	1	ND
		10일	1	ND
		15일	4.06	2.48
		20일	5.11	3.07
		25일	6.13	3.30
		30일	6.92	4.30

- 5℃에서 소고기야채죽은 TAB가 5, 10, 15, 20, 25, 30일차에서 각각 0.7, 1, 1.30, 2.06, 3.16, 4.25 LogCFU/g가 검출되었음. 시간이 지날수록 검출량이 많아짐을 확인하였으며 Coliform은 30일동안 검출되지 않았음. 백합죽은 5, 10, 15, 20, 25, 30일차에서 1, 1, 4.06, 5.11, 6.13, 6.92 LogCFU/g가 검출되었으며, Coliform은 5, 10일차에서는 검출되지 않았고 15, 20, 25, 30일차에서는 2.48, 3.07, 3.30, 4.30 LogCFU/g가 검출되었음.
- 백합죽은 1 LogCFU/g가 검출되었으며, Coliform은 모두 검출되지 않았음. 10일차 소고기야채죽과 백합죽은 1 LogCFU/g로 동일하였으며, Coliform은 모두 검출되지 않았음. 15, 20, 25, 30일 소고기야채죽의 TAB는 1.30, 2.06, 3.16, 4.25 LogCFU/g이 검출되었고 백합죽은 4.06, 5.11, 6.13, 6.92LogCFU/g가 검출되었음. 소고기야채죽은 Coliform이 검출되지 않았으며 백합죽은 2.48, 3.07, 3.30, 4.30 LogCFU/g가 검출되었음.

표. . 초록통죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(15℃)

기간	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)	
			TAB	Coliform
15℃	소고기야채죽	5일	3 log 이상	1.90
		10일	5 log 이상	ND
	백합죽	5일	3 log 이상	1.30
		10일	5 log 이상	ND

- 15℃에서 소고기야채죽과 백합죽 모두 3 LogCFU/g 이상이 검출되었으며 1.90 LogCFU/g, 1.30 LogCFU/g 의 Coliform이 검출되었음. 25℃에서 소고기야채죽과 백합죽 모두 5 LogCFU/g 이상 검출되어 검출기준을 초과하였으며, Coliform은 2.39 LogCFU/g, 2.55 Log

CFU/g이 검출되었음.

표. . 초록 통쌀죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(25℃)

기간	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)	
			TAB	Coliform
25℃	소고기야채죽	5일	5 log 이상	2.39
	백합죽	5일	5 log 이상	2.55

- 25℃에서 5일차에 소고기야채죽과 백합죽 모두 5 LogCFU/g 이상 검출되어 검출기준을 초과하였으며, Coliform은 2.39 LogCFU/g, 2.55 LogCFU/g이 검출되었음.



그림. 미생물 기준규격을 초과한 초록통죽

- 25℃ 보관한 제품은 유통기한 5일을 넘기지 못하였으며, 15℃ 보관한 제품은 10일차에 TAB 기준수를 초과하였음.
- 5℃ 보관한 소고기야채죽은 30일까지 보관하여도 TAB 기준수를 초과하지 않았으며 백합죽의 경우 20일차에 TAB 기준치를 초과하였음.
- 초록통죽 원료의 미생물 오염 분석을 한 결과 조리 전 불린쌀, 초록통쌀의, 당근, 양파, 호박, 육수의 TAB는  $3.75 \pm 0.57$  LogCFU/g,  $3.15 \pm 0.57$  LogCFU/g,  $6.05 \pm 0.13$  LogCFU/g,  $6.13 \pm 0.05$  LogCFU/g,  $2.55 \pm 0.21$  LogCUF/g,  $4.64 \pm 0.01$  LogCFU/g를 나타내었음(Table 20).
- 당근과 호박에서  $0.70$  LogCFU/g,  $1.88 \pm 0.05$  LogCFU/g가 검출되었고 나머지 시료에서는 검출되지 않았음.
- 초록통쌀에서 *B. cereus*가  $2.54$  LogCFU/g가 검출되었으며 초록통쌀을 제외한 원료에서는 검출되지 않았음. *B. cereus*의 다른 종인 *B. subtilis*는 불린쌀과 호박에서 양성으로 나타났다.

나. 4시간 냉장

표. 초록통죽 원료의 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> spp.
쌀	2.95 ± 0.42	ND	ND
초록통쌀	3.73 ± 0.19	ND	ND
당근	4.76 ± 0.99	ND	2.51 ± 0.04
바지락	3.58 ± 0.42	1.52 ± 0.18	2.96 ± 0.05
양파	2.16 ± 0.19	2.30 ± 0.28	3.08 ± 0.02
호박	0.67 ± 0.02	1.23 ± 0.08	3.08 ± 0.01
미역	0.89 ± 0.07	ND	1.54 ± 0.12
바지락죽 육수	0.67 ± 0.02	ND	0.17 ± 0.02
소고기죽 육수	0.89 ± 0.07	ND	0.09 ± 0.01

- 초록통죽 원료의 초기균수를 분석 한 결과 조리 전 쌀, 초록통쌀, 당근, 바지락, 양파, 호박, 육수의 TAB는 2.95±0.42, 3.73±0.19, 4.76±0.99, 3.58±0.42, 2.16±0.19, 0.67±0.02, 0.89±0.07 LogCFU/g을 나타내었음.
- 바지락, 양파, 호박에서 1.52±0.18, 2.30±0.28, 1.23±0.08 LogCFU/g의 coliform이 검출되었고 나머지 시료에서는 검출되지 않았음.
- *Bacillus* spp.의 경우 쌀과 초록통쌀에는 검출되지 않았으며 당근, 바지락, 양파, 호박, 미역, 바지락죽 육수, 소고기죽 육수에서는 각각 2.51±0.04, 2.96±0.05, 3.08±0.02, 3.08±0.01, 1.54±0.12, 0.17±0.02, 0.09±0.01 LogCFU/g이 검출되었음.

표.. 살균 전, 후의 초록통죽 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플		TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> . spp.
소고기 죽	살균 전	ND	ND	ND
	살균 후	ND	ND	ND
바지락 죽	살균 전	2.09 ± 0.04	ND	ND
	살균 후	ND	ND	ND

- 냉장 시간에 따른 미생물 살균 효과 분석을 통하여 미생물 살균효과를 비교하였음.
- 죽 제품 제조 후 포장하여 5℃에서 4시간동안 냉장 후에 미생물 분석을 진행하였으며, 살균 전 바지락 죽 제품에서 2.09±0.04 LogCFU/g의 TAB가 검출되었고 소고기 죽은 검출되지 않아 살균 처리 시 약 2 Log 이상의 살균효과를 확인하였음.

표. 초록통죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(5℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)		
			TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
5℃	소고기 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	ND	ND	ND
		14일	2.33 ± 0.38	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	4.83 ± 0.09
	바지락 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	ND	ND	ND
		14일	2.35 ± 0.19	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	3.85 ± 0.12

- 7일 저장한 소고기 죽과 바지락 죽 모두 미생물이 검출되지 않았음.
- 소고기 죽은 14일 저장 후 2.33±0.38 Log/CFU/g, 14일 후 5 Log/CFU/g의 TAB가 검출되었음. 21일차 소고기 죽에는 *Bacillus*가 4.83±0.09 Log/CFU/g 검출됨을 확인하였음.
- 바지락 죽은 14일 저장 후 2.35±0.19 Log/CFU/g, 21일 후 5 Log/CFU/g의 TAB가 검출되었고, 3.85±0.12 Log/CFU/g의 *Bacillus*가 검출되었음.

표. 초록 통쌀죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(15℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)		
			TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
15℃	소고기 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	2.75 0.24	ND	ND
		14일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
	바지락 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	2.97 0.31	ND	ND
		14일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상

- 15℃에서 14일차에 소고기죽과 백합죽 모두 5 LogCFU/g 이상 검출되어 검출기준을 초과하였음.
- 소고기죽과 바지락죽 모두 유통기한 14일을 넘기지 못하였으며, 5℃ 보관한 제품은 21일차에 TAB 기준수를 초과하였음.

다. 2시간 냉장 후 1시간 실온

표. 초록통죽 원료의 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus spp.</i>
새우	2.23 ± 0.51	1.25 ± 0.78	ND

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> spp.
소고기	ND	ND	ND
닭고기	5.43 ± 0.02	ND	4.34 ± 0.49
들깨	3.45 ± 0.39	ND	2.34 ± 0.06
바지락	3.38 ± 0.30	2.44 ± 0.08	2.73 ± 0.05
양파	3.89 ± 0.70	1.36 ± 0.26	4.75 ± 0.02
호박	6.72 ± 0.05	2.43 ± 0.01	6.43 ± 0.05
미역	5.23 ± 0.20	1.70 ± 0.14	4.67 ± 0.09
당근	6.41 ± 0.01	0.93 ± 0.33	4.15 ± 0.21
양배추	5.17 ± 0.24	2.42 ± 0.14	4.23 ± 0.08
바지락 죽 육수	3.73 ± 0.19	1.66 ± 0.21	2.37 ± 0.14
소고기 죽 육수	0.91 ± 0.30	ND	0.23 ± 0.08
새우 죽 육수	2.40 ± 0.46	ND	ND
닭 죽 육수	2.21 ± 0.03	0.86 ± 0.12	ND

- 초록통죽 원료의 초기균수를 분석 한 결과 소고기의 경우 검출되지 않았으며, 새우, 닭고기, 들깨, 바지락, 양파, 호박, 미역, 당근, 양배추, 바지락 죽 육수, 소고기 죽 육수, 새우 죽 육수, 닭 죽 육수의 TAB는 2.23±0.51, 5.43±0.02, 3.45±0.39, 3.38±0.30, 3.89±0.70, 6.72±0.05, 5.23±0.20, 6.41±0.01, 5.17±0.24, 3.73±0.19, 0.91±0.30, 2.40±0.46, 2.21±0.03 LogCFU/g을 나타내었음.
- 새우, 바지락, 양파, 호박, 미역, 당근, 양배추, 바지락 죽 육수, 새우 죽 육수에서 1.25±0.78, 2.44±0.08, 1.36±0.26, 2.43±0.01, 1.70±0.14, 0.93±0.33, 2.42±0.14, 1.66±0.21, 0.86±0.12 LogCFU/g의 coliform이 검출되었고 나머지 시료에서는 검출되지 않았음.
- *Bacillus* spp.의 경우 새우와 소고기, 새우 죽 육수, 닭 죽 육수에서는 검출되지 않았으며 닭고기, 들깨, 바지락, 양파, 호박, 미역, 당근, 양배추, 바지락 죽 육수, 소고기 죽 육수에서는 각각 4.34±0.49, 2.34±0.06, 2.73±0.05, 4.75±0.02, 6.43±0.05, 4.67±0.09, 4.15±0.21, 4.23±0.08, 2.37±0.14, 0.23±0.08 LogCFU/g이 검출되었음.

**표. 살균 전, 후의 초록통죽 미생물 분석**

(LogCFU/g)

샘플		TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> spp.
소고기 죽	살균 전	1.04 ± 0.49	ND	ND
	살균 후	0.69 ± 0.00	ND	ND
바지락 죽	살균 전	ND	ND	ND
	살균 후	ND	ND	ND
새우 죽	살균 전	1.32 ± 0.21	ND	ND
	살균 후	0.69 ± 0.00	ND	ND
닭 죽	살균 전	ND	ND	ND
	살균 후	ND	ND	ND

- 죽 제품 제조 후 포장하여 5°C에서 2시간동안 냉장 후 실온 1시간 에서 냉장 후에 살균을 진행하였으며, 살균 전 소고기 죽과 새우 죽 제품에서 1.04±0.49, 1.32±0.21 LogCFU/g



의 TAB가 검출되었고 살균 처리 후  $0.69 \pm 0.00$ ,  $0.69 \pm 0.00$  LogCFU/g가 검출되어 약 0.7 LogCFU/g의 살균효과를 확인하였음.

표. . 초록통죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(5℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)		
			TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
5℃	소고기 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	ND	ND	ND
		14일	ND	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
	바지락 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	ND	ND	ND
		14일	ND	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
	새우 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	ND	ND	ND
		14일	$0.84 \pm 0.21$	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
	닭 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	ND	ND	ND
		14일	$3.54 \pm 0.60$	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상

- 7일 저장한 소고기죽, 바지락죽, 새우죽, 들깨죽 모두 미생물이 검출되지 않았음.
- 소고기죽과 바지락죽은 보관 14일차 까지 미생물이 검출되지 않았으며, 새우죽과 들깨죽은  $0.84 \pm 0.21$ ,  $3.54 \pm 0.60$  Log/CFU/g의 TAB가 검출되었음.
- 21일 저장 후 4가지 품목 모두 TAB와 Bacillus에서 5 LogCFU/g 이상이 검출되었음.

표.. 초록통쌀죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(15℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)		
			TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
15℃	소고기 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	$0.93 \pm 0.33$	ND	ND
		14일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
	바지락 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	5 Log 이상	ND	$4.80 \pm 0.12$
	새우 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
	닭 죽	0일	ND	ND	ND
		7일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상

- 15℃에서 7일차에 바지락죽, 새우죽, 닭죽은 5 LogCFU/g 이상 검출되어 검출기준을 초과하였으며, 소고기죽은  $0.93 \pm 0.33$  LogCFU/g의 TAB가 검출되었음. 그러나 보관 14일차에

소고기죽 역시 5 LogCFU/g 이상 검출되었음.

- 다음 살균조건 역시 4주 이상의 유통기한을 충족하지 못하였으며 바지락, 새우, 닭죽은 보관 7일 만에 검출기준을 초과하는 결과를 보였음.

라. 20% 주정소독 후 24시간 냉장

표. 초록통죽 원료의 초기 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> spp.
양파	5.33 ± 0.68	1.71 ± 0.33	3.72 ± 1.15
당근	5.85 ± 0.06	1.23 ± 0.08	3.23 ± 0.16
호박	4.77 ± 0.51	2.52 ± 0.08	3.23 ± 0.07
소고기	2.73 ± 2.20	ND	ND
육수	1.60 ± 0.29	ND	ND

- 초록통죽 원료의 초기균수를 분석 한 결과 양파, 당근, 호박, 소고기, 소고기죽 육수의 TAB는 5.33±0.68, 5.85±0.06, 4.77±0.51, 2.73±2.20, 1.60±0.29 LogCFU/g을 나타내었음.
- 양파, 당근, 호박에서 1.71±0.33, 1.23±0.08, 2.52±0.08 LogCFU/g의 coliform이 검출되었고 소고기와 육수는 검출되지 않았음.
- *Bacillus* spp.의 경우 소고기와 육수에서는 검출되지 않았으며 양파, 당근, 호박에서 각각 3.72±1.15, 3.23±0.16, 3.23±0.07 LogCFU/g이 검출되었음.

표. . 초록통죽 원료의 초기 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> . spp.
소고기 죽	살균 전	ND	ND
	살균 후	ND	ND

- 죽 제품 제조 후 포장하여 5℃에서 24시간동안 냉장 후 살균을 진행하였으며, 살균 전, 후 모두 미생물이 검출되지 않았음.

표. 초록통죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(5℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)		
			TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> . spp.
5℃	소고기 죽	7일	1.42 ± 0.17	ND	ND
		14일	1.88 ± 0.25	ND	ND
		21일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상

- 보관 7일차에 1.42±0.17 LogCFU/g, 14일차에 1.88±0.25 Log/CFU/g, 21일차에 5 Log/CF

U/g이상의 TAB가 검출되어 3주 만에 검출기준을 초과하는 결과를 보였음.

- 보관 14일까지 *Bacillus* spp.는 검출되지 않았으며 21일차에 5 LogCFU/g이상이 검출되었음.

표. . 초록통쌀죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(15℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	Bacteria (LogCFU/g)		
			TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> spp.
15℃	소고기 죽	7일	1.47 ± 0.42	ND	ND
		14일	5 Log 이상	ND	5 Log 이상

- 15℃에서 7일차에 1.47±0.42 LogCFU/g가 검출되었고 14일차에 5 LogCFU/g 이상이 검출되어 2주 만에 검출기준을 초과하는 결과를 보였음.
- 다음 살균조건 역시 4주 이상의 유통기한을 충족하지 못하는 결과를 보였음.

마. 30% 주정소독 후 24시간 냉장

표. 초록통죽 원료의 초기 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플	TAB	Coliform	<i>Bacillus</i> spp.
소독 전 양파	5.71 ± 0.71	3.13 ± 0.05	4.04 ± 0.49
소독 후 양파	4.42 ± 0.01	1.67 ± 0.03	3.10 ± 0.02
소독 전 당근	4.34 ± 0.23	1.76 ± 0.15	2.86 ± 0.50
소독 후 당근	4.00 ± 0.07	0.84 ± 0.21	2.18 ± 0.03
소독 전 호박	5.80 ± 0.66	1.28 ± 0.15	4.09 ± 0.23
소독 후 호박	4.33 ± 0.12	ND	2.92 ± 0.12
육수	1.23 ± 0.15	0.67 ± 0.28	0.72 ± 0.04

- 초록통죽 원료의 초기균수를 분석 한 결과 양파, 당근, 호박, 육수의 TAB는 5.71±0.71, 4.34±0.01, 5.80±0.66, 1.23±0.15 LogCFU/g을 나타내었음. 30% 주정소독수에 24시간 침지한 결과 양파, 당근, 호박의 TAB는 4.42±0.01, 4.00±0.23, 4.33±0.12으로 약 1 Log 이상의 살균효과를 확인하였음.
- 양파, 당근, 호박에서 3.13±0.05, 1.76±0.15, 1.28±0.15 LogCFU/g의 coliform이 검출되었고, 주정소독 후 양파와 당근은 1.67±0.03, 0.84±0.21 LogCFU/g로 줄어드는 살균효과를 확인하였고 호박은 검출되지 않음을 확인하였음.
- *Bacillus* spp.의 경우 양파는 4.04±0.49 LogCFU/g에서 3.10±0.02 LogCFU/g으로, 당근은 2.86±0.50 LogCFU/g에서 2.18±0.03 LogCFU/g으로, 호박은 4.09±0.23 LogCFU/g에서 2.92 ±0.12 LogCFU/g로 주정살균 후 약 1 Log 이상 감소되는 것을 확인하였고, 육수의 경우 0.72±0.04 LogCFU/g 검출됨을 확인하였음.

표.. 초록통죽 원료의 초기 미생물 분석

(LogCFU/g)

샘플		TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
소고기 죽	제조 후	ND	ND	ND
	살균 전	2.33 ± 0.31	ND	0.55 ± 0.35
	살균 후	ND	ND	ND

○ 죽 제품 제조 후 포장한 제품에서는 어떤 미생물도 검출되지 않았으며, 24시간동안 5℃에 냉장 한 제품에서는 2.33±0.31 LogCFU/g의 TAB와 0.55±0.35 LogCFU/g의 *Bacillus spp.*가 검출되었음. 냉장 후 살균을 진행한 죽 제품에서는 미생물이 검출되지 않았음.

표. . 초록통죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(5℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	살균 유/무	Bacteria (LogCFU/g)		
				TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
5℃	소고기 죽	7일	살균 전	ND	ND	ND
			살균 후	ND	ND	ND
		14일	살균 전	ND	ND	ND
			살균 후	ND	ND	ND
		21일	살균 전	ND	ND	ND
			살균 후	ND	ND	ND
		28일	살균 전	1.28 ± 0.15	ND	ND
			살균 후	ND	ND	ND

○ 5℃에 냉장 보관한 결과 21일차까지 살균 전 제품과 살균 후 제품 모두 미생물이 검출되지 않았으며, 28일차에서 살균 전 제품은 1.28±0.15 LogCFU/g의 TAB가 검출되었으나 검출기준을 초과하지 않았고, 살균 후 제품은 21일차와 마찬가지로 미생물이 검출되지 않았음. 이 결과를 바탕으로 다음의 살균조건에서 5℃ 냉장 보관 시, 28일 이상의 유통기한을 확보하였음을 확인함.

표. . 초록 통쌀죽의 저장 기간에 따른 미생물 변화(15℃)

(LogCFU/g)

보관온도	구분	기간	살균 유/무	Bacteria (LogCFU/g)		
				TAB	Coliform	<i>Bacillus. spp.</i>
15℃	소고기 죽	7일	살균 전	5 Log 이상	ND	5 Log 이상
			살균 후	5 Log 이상	ND	5 Log 이상

○ 15℃ 보관한 소고기죽은 7일차에 살균 전, 살균 후 제품 모두 5 LogCFU/g 이상의 균이 검출되어 검출기준을 초과하는 결과를 보였음.  
○ 다음 살균조건 역시 15℃ 보관에서는 1주 이상의 유통기한을 충족하지 못하는 결과를 보였으며, 15℃의 보관온도에서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료됨.

### 3-4. 연구결과 요약 및 결론

#### 1. 요약 및 결론

##### 가. 초록통곡물 함유 탄수화물 특성 규명

- 주사전자현미경을 사용하여 쌀 전분의 입자 형태 미세구조를 관찰한 결과, 품종과 전처리 조건과 관계없이 전분 입자들은 전형적인 쌀 전분 입자 형태를 확인하였음.
- 고분자 물질인 전분 입자의 분자량 측정을 위해, MALS detector를 이용한 절대 분자량 변화를 분석한 결과, 초록통쌀의 전분에서도 큰 분자량의 Amylopectin과 저분자의 Amylose 분포가 유사하게 존재함을 확인할 수 있었음. 초록통쌀 유래 전분의 분자량 분포는 일반쌀과 일부 유의적인 차이를 나타내었고, 이는 품종별로 상이하게 나타내었음.
- 초록통쌀 전분의 Amylopectin 측쇄 사슬의 분포는 같은 품종 내의 일반쌀과 초록통쌀간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었음.

##### 나. 초록통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진

- 품종별 소화율 비교에서는 모든 품종에서 초록통쌀밥의 소화율이 일반쌀밥에 비해 약 1.5~2배 낮은 것을 확인하였음. 이는 도정 과정을 거치지 않은 조생종인 초록통쌀의 높은 섬유소 함량에 의한 영향으로 판단되었음.
- 초록통쌀의 총 전분함량과 손상전분 함량을 측정된 결과, 모든 품종에서 일반쌀의 총 전분 함량 및 손상전분 함량이 높았음. 이는 숙성 기간의 차이와 수확 후 도정 등의 공정에 따른 차이로 판단되었음.
- 효소처리에 따른 초록통쌀의 소화율 및 물성변화 결과, 효소 처리군에서 소화율 및 경도, 부착성, 씹힘성의 유의적인 변화를 확인하였음. 또한 Viscozyme HT가 소화율 및 물성 변화에 좀 더 효율적인 것으로 나타났음. 이는 초록통쌀의 섬유소 분해에 따른 변화로 판단되었음.
- Wade reagent를 이용한 발색법을 통해 Phytate 측정 결과, 초록통쌀이 일반쌀에 비해 많은 양의 Phytate를 함유하고 있음을 확인하였음.
- 효소 처리에 의한 Phytate 함량 비교 분석 결과, 효소 처리군의 Phytate 함량이 대조군에 비해 유의적으로 저감하였고, 이에 따라 Phosphorus ion의 증가를 확인하였음.
- 무기질 함량 측정 결과, 효소 처리군의 무기질 함량이 대조군에 비해 유의적으로 증가하였음을 확인. 그 중에서 칼슘과 망간이 각각 대조군보다 19.9%, 22.2% 증가하며 실질적인 영향을 받은 것으로 확인하였음.

##### 다. 초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구

- 초록통곡물 유래 난소화성 분획물의 기능적 특성을 연구하기 위해 초록통곡물로부터 수용성 식이섬유를 분리하여 실험을 진행하였음. 수율은 초미채미강, 초록통쌀, 현미, 흰쌀 순으로 확인하였음.
- 초록통곡물 유래 난소화성 분획물의 항당뇨 효과를 테스트하기 위해 CHO-IR/IRS1 cell 과 HepG2 cell을 이용하여 제 1형 당뇨병과 제 2형 당뇨병을 모델링하여 실험을 진행하

였음. 두 모델링 실험에서 모두 초미쇄미강 유래 수용성 식이섬유를 첨가하였을 때 높은 수준의 phopho-AKT 형성을 확인하였음.

- 지방을 분해하는 lipase를 얼마나 효과적으로 억제하는지를 통해 초록통곡물 유래 난소화 성분획물의 지질대사 개선 효과를 확인하였음. 수용성 식이섬유의 농도가 증가함에 따라 lipase 억제 효과도 증가하는 경향을 확인하였고, 모든 농도 구간에서 초미쇄미강 유래 수용성 식이섬유가 가장 높은 lipase 억제 효과를 나타내었음.

#### 라. 물성조절 초록통곡물을 이용한 잡곡밥 개발 및 제품화

- 아밀레이즈 계열의 효소가 가장 경도연화를 많이 일으키는 완숙현미와 달리 초록통곡은 셀룰레이즈 계열의 효소가 가장 경도 연화를 많이 일으키는 것을 확인하였음.
- 백미-초록통쌀 잡곡밥은 효소 0.2%에서 혼합 20~30%, 백미-초록통보리 잡곡밥은 효소 0.1%에서 20~30% 혼합비율이 경도 연화 잡곡밥으로써 가장 적합함을 확인하였음.
- 현미-초록통쌀, 현미-초록통보리, 초록통쌀-통보리 잡곡밥은 모든 조합에서 경도연화 잡곡밥으로써 적절한 경도연화를 보이지 않음을 확인하였음.
- 65세 이상의 노인분들 30명에게 관능검사 결과, 경도연화 백미-초록통쌀 잡곡밥과 경도연화 백미-초록통보리 잡곡밥 모두 효소처리하지 않은 백미-초록통쌀 잡곡밥에 비해서 씹힘성, 삼킴성과 종합적인 기호도에서 유의적으로 높은 점수를 받았음.

#### 마. 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공

- 백미 라이스칩에 비해서 초록통쌀의 비율이 올라갈수록 경도가 낮아짐을 확인하였으나 유의적인 차이는 없었음.
- 향 분석 결과 30% 초록통쌀 라이스칩에서 pyrazine계열의 향기성분이 검출되었으며 이 성분은 식품의 가열처리 과정에서 고소한 향기를 내는 성분임. 이 결과에 따라 백미 라이스칩에 비해서 초록통쌀 라이스칩이 더 고소한 향을 내는 것으로 추정됨.
- 중앙대학교 식품공학과 대학원생 14명과 65세 이상의 노인 30명에게 관능검사 결과, 초록통쌀 라이스칩의 향 부분에서 더 높은 점수를 받음을 확인하였음.
- 종합적으로 일반 백미 라이스칩에 비해서 초록통쌀 라이스칩의 상품성이 우수함을 확인하였음.

#### 바. 초록통죽의 제품화 사업 유통기한 실험

- 주관기업에서 개발한 초록통죽의 유통기한이 짧은 문제점을 해결하고자 초록통죽 살균공정 실험을 진행하였음.
- 여러 가지 냉장 조건과 살균 조건 및 원료 소독처리 과정을 통해 초록통죽의 유통기한을 늘리고자 하였으나, 오픈 냉장고의 기준인 15℃ 냉장보관 조건에서는 2주 이상의 유통기한을 보이지 못하였음. 그러나 5℃ 냉장보관 조건에서는 4주 이상의 유통기한을 보임을 확인하였음.

#### 사. 초록통곡물 미강을 이용한 Green fiber의 식품 소재화

- 초록통곡물에 지방이 포함되어 있어 지방을 제거한 후, jet mill 처리하여 초미세 분쇄를

진행함.

- 체가름 공정으로 GWG-150, GWG-63의 green fiber 분획을 제조하였으며, jet mill 처리로 GWG-JM를 제조하였음. 평균입도는 각각 267  $\mu\text{m}$ , 115  $\mu\text{m}$ , 5.6  $\mu\text{m}$ 임.
- Green fiber의 색도 측정 결과 입도가 작아질수록 백색도가 증가하고, GWG-JM가 가장 밝은 색상을 보이는데 이는 최종제품 색상에 가장 적은 영향을 주는 바람직한 색도 특성으로 판단됨.
- 초미세화 Green fiber의 경우, 부피밀도가 낮게 나와 표면적이 증가하는 것을 확인함. 수용성지수는 GWG-160 이나 GWG-63 에 비해 유의적으로 증가하였음. 탈지미강은 물에 불용성 이지만 초미세화에 따라 수용성 특성이 어느 정도 부여되는 것으로 판단됨. 이러한 특성은 초미세 Green fiber를 액상제품이나 수분함량이 높은 식품에 원료로 첨가할 때 장점으로 작용함
- 중앙대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 10명에서 관능평가 결과 초미세화 Green fiber는 탈지미강의 문제점으로 지적 되던 거친 식감과 쓴맛을 효과적으로 감소시켰음. 이러한 특성부여는 초미세화 Green fiber를 액상식품, 혹은 부드러운 식감이 요구되는 고체 식품에 식이섬유를 증강할 수 있는 것으로 Green fiber의 기능성 소재화가 가능할 것으로 판단됨.

#### 아. Green fiber의 기능성음료 적용

- 크기가 작은 초록통곡 탈지 미강이 첨가된 식이섬유 음료의 turbidity가 높으므로 균질성이 좋음을 확인함. 열처리는 turbidity 영향을 끼치지 않다고 판단됨.
- 식이섬유 음료의 점도는 초록통쌀 탈지미강의 첨가가 점도에는 영향을 주지 않지만, 열처리 하였을 시 탈지미강에 남아있는 전분의 호화로 인해 점도가 증가하는 것을 확인하였음.
- 현탁 안정성 실험 결과 Fiber beverage-JM이 원심력이 가해져도 침전되지 않고 지속적으로 골고루 떠있음을 확인함. 열처리는 현탁 안정성에 영향을 끼치지 않음.
- 시간 별 식이섬유 음료의 자연 침강 결과, 최초 혼든 직후 30분 후 fiber beverage-150은 이미 침전되었고 fiber beverage-63은 침전이 시작됨을 확인. fiber beverage-JM은 72시간 후 침전이 시작됨을 확인. 열처리한 식이섬유 음료 속의 초록통쌀 탈지미강은 뜨거운 열로 인해 부피가 많이 커진 것을 확인 할 수 있음.
- 종합적으로 green fiber를 첨가한 식이섬유 음료 중에서 fiber beverage-JM이 물리적 특성변화가 적고 균질성이 좋으므로 긍정적인 효과가 있을 것으로 예상됨.

#### 자. Green fiber의 기능성젤리 적용

- 초록통쌀 탈지미강의 입자크기가 작아질수록 경도가 낮아지고, control과 비슷해짐을 확인하였음.
- Fiber jelly-JM은 외관 및 turbidity 실험결과를 통해 좋은 균질성을 가지고 있음을 확인하였음.
- 중앙대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 20명에서 관능검사 결과, 다른 식이섬유 젤리들에 비해 fiber jelly-JM이 높은 점수를 받음을 확인하였음.

- 젤리에 green fiber를 첨가하는 과정에서 물리적 또는 관능적 특성을 변화시키지 않는 시료로는 jet mill 처리한 초미세 초록통곡 탈지미강이 우수하다는 것을 알 수 있음.

## 2. 추가연구 필요분야

### 가. 초록통죽 제품화 사업 유통기한 실험

- 초록통죽의 제품 포장과정에서 포장용기의 실링과정에서의 미세구멍을 통한 미생물 오염 등의 문제를 해결하기 위해서 추가적인 연구가 필요함.



## 제 3 장 목표 달성도 및 관련분야 기여도

### 제 1 절 목표달성도

#### 1-1. 최종 성과 목표

- 기후,지역조건에 따른 초록통곡물 생산메뉴얼개발
- 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발
- 초록통곡물 유래 탄수화물의 2차 가공용 식품 소재화 기술 개발
  - 초록탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 확립
  - 초록통곡물 미강을 이용한 green fiber 식품 소재화 기술 개발
- 물성조절 초록 통곡 잡곡밥 가공기술 개발 및 제품화

#### 1-2. 연차별 성과목표

구분 (년도)	세부과제명	세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도	[제1세부연구기관 : 강화드림]	초록 통곡물 이용한 고부가 가치 식품(죽) 개발	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통쌀 영양성분 분석</li> <li>○ 증숙 건조 조건에 따른 초록 통쌀 가공적성 평가</li> <li>○ 초록 통쌀을 이용한 고부가 가치 식품(죽) 개발</li> <li>○ 유기농 초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발</li> </ul>
	[제1협동연구기관 : 중앙대학교]	초록 통곡물 함유 탄수화물 특성 분석화	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡물 유래 탄수화물 소재 특성 규명</li> <li>○ 초록통곡물 미강분리 및 전처리 기술 확립</li> </ul>
	[제2협동연구기관 : 중앙대학교]	초록 통쌀 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발 및 경도조절 기술 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통곡 잡곡에 대한 물성 특성 분석</li> <li>○ 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용</li> </ul>
2차 년도	[제1세부연구기관 : 강화드림]	초록 통보리 영양성분 분석 및 가공적성 평가	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록 통보리 영양성분 분석 (제1협동 연계)</li> <li>○ 증숙 건조 조건에 따른 초록 통보리 가공적성 평가 (제2협동 연계)</li> <li>○ 초록통곡물 잡곡밥 시제품개발</li> </ul>

				○ 유기농 초록통보리의 지역적 기후에 따른 적정 생산 메뉴얼 개발
	[제1협동연구기관 : 중앙대학교]	초록 통곡물 함유 탄수화물 가공 조건 확립	100	○ 초록 통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진 ○ 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석
	[제2협동연구기관 : 중앙대학교]	경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발	100	○ 초록 통곡 잡곡에 대한 물성 특성 분석 ○ 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용 ○ 경도 조절 가공기술이 적용된 초록 통곡에 대한 적합성 평가 ○ 경도 조절된 초록 통곡(현미, 보리)을 이용한 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발
3차 년도	[제1세부연구기관 : 강화드림]	초록 통곡물 소재를 이용한 음료 개발	100	○ Green fiber를 이용한 막걸리 등 식음료 개발 ○ Green fiber를 이용한 다양한 제품개발 방향 모색 ○ 원가분석 및 타겟소비자 대상 구매선호도 분석 ○ 기능성 강화를 위한 초록 통곡물의 각 품종 별 생산 메뉴얼 개발
	[제1협동연구기관 : 중앙대학교]	초록 통곡물 탄수화물의 소재화 및 제품 적용성 평가	100	○ 초록 통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구 ○ Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석
	[제2협동연구기관 : 중앙대학교]	고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 초록 통곡 잡곡밥 개발	100	○ 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 적합성 평가 ○ 고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 개발

## 제 2 절 관련분야기여도

- 초록통곡물 생산메뉴얼 개발로 이모작 애로지역인 인천 강희지역에서 초록통곡물 이모작 확대로 농가소득 증대기여  
\*( 1ha당 2.5톤 생산 40kg,수매가 35,000원 1ha당 수익은 약2,230,000원)  
초록통곡물계약제배 생산단지 200톤 기준 : 농가소득증대 9억원 증대효과 기대
- 초록통쌀 함유 탄수화물의 소재로의 개발을 위한 기반 마련

- 효소 처리를 이용한 소화율 및 영양성 증진 효과 확인
- Green Fiber의 식품소재로의 적용 가능성 확인 및 이를 기반으로 한 다양한 식품군 적용을 위한 기술 확보

## 제 4 장 연구 결과의 활용 계획

- 기능성 건강식에 대한 소비자 선호도 높아지는 현실에서 초록통곡물과 식품소재를 이용한 다양한 식품개발 국내시장확보와 해외시장개척
- 초록 통곡물을 대상으로 가장 적합한 물성 조절 기술을 적용하여 섭취 기능 저하 고령자 및 환자를 위한 간식 등 식품개발에 활용
- 물성 변형 고령자용 식품개발로 식품 업계에 실버 타겟 브랜드를 형성하여 미래 사회를 대비한 새로운 시장 형성
- 초록통곡물의 생산량 저하에 따른 가격 경쟁의 불리함을 웰빙을 요구하는 소비자 트렌드에 부합하는 고부가 가치 식품 개발로 경쟁력을 확보할 식품개발에 활용

## 참고문헌

- Kandel, E. S., & Hay, N. (1999). The regulation and activities of the multifunctional serine/threonine kinase Akt/PKB. *Exp. Cell Res.*, 253(1), 210-229.
- Nakai, M., Fukui, Y., Asami, S., Toyoda-Ono, Y., Iwashita, T., Shibata, H., Mitsunaga, T., Hashimoto, F., & Kiso, Y. (2005). Inhibitory effects of oolong tea polyphenols on pancreatic lipase in vitro. *J. Agr. Food Chem.*, 53(11), 4593-4598.
- Park, Y. J., Park, J., Park, K. H., Oh, B. C., & Auh, J. H. (2011). Supplementation of alkaline phytase (Ds11) in whole-wheat bread reduces phytate content and improves mineral solubility. *J. Food Sci.*, 76(6): C791-C794.
- ROY, S. S., TAYLOR, T. A., & KRAMER, H. L. (2001). Textural and Ultrastructural Changes in Carrot Tissue as Affected by Blanching and Freezing. *JFS: Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 66(1), 176-180.
- Shin, L., Tan-Tiong, C., Cheng-yi, Lii., Phoency, L., & Hua-Han, C. (2013). Effect of amylose content on structure, texture and  $\alpha$ -amylase reactivity of cooked rice. *LWT - Food Science and Technology*, 54, 224-228
- Singh, J., Dartois, A., & Kaur, L. (2010). Starch digestibility in food matrix: a review. *Trends Food Sci. Tech.*, 21(4), 168-180.
- Slavin, J. L., Jacobs, D., Marquart, L., & Wiemer, K. (2001). The role of whole grains in disease prevention. *J. Am. Diet. Assoc.*, 101(7), 780-785.
- Sung-Hwan Eom, Sang-Hoon Lee, Yong-Gi Chun, Bum-Keun Kim, & Dong-June Park. (2015). Texture Softening of Beef and Chicken by Enzyme Injection Process. *Korean J. Food Sci. An*, 35(4), 486-493.
- 강길진, 김관, 김성곤. (1995). 쌀의 아밀로펙틴 분자구조와 밥의 텍스처. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, 27(1), 105-111.
- 권미라, 한진숙, 안승요. (1999). 보온 조건이 쌀밥의 관능 특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 31(1), 45-53.
- 길복임, 임양순, 안승요. (1988). 쌀 전분의 이화학적 성질과 쌀밥의 경도. *한국농화학회지*, 31(3), 249-254.
- 김관, 강길진, 김성곤. (1991). 쌀의 열수 가용성 물질과 밥의 텍스처와의 관계. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, 23(4), 498-502.
- 김명환. (1992). 쌀의 침지조건이 취반후 조직감에 미치는 영향. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, 24(5), 511-524.
- 김성란, 안승요. (1995). 단백질 가수분해 효소 및 이황화 결합 환원제 처리가 밥의 텍스처에 미치는 영향. *한국농화학회지*, 38(6), 563-569.
- 김영경, 안승요. (1996). Cellulase 처리가 쌀의 이화학적 특성 및 밥의 텍스처 특성에 미치는 영향. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, 28(4), 720-729.
- 김예슬, 박주연, 이정희. (2014). 미성숙 찰쌀보리가루를 첨가한 식빵반죽의 품질특성. *KOREAN J. FOOD COOK. SCI*, 30(4), 385-393.

- 김지영, 김오연, 유현지, 김태일, 김원호, 윤영달, 이종호. (2006). 식이섬유의 섭취가 만성 기  
능성 변비에 미치는 영향. 한국영양학회지, 39(1), 35-43.
- 김호영, 이현덕, 이철호. (1996). 쌀밥의 최적가수량 결정인자에 관한 연구. KOREAN J.  
FOOD SCI. TECHNOL, 28(4), 644-649.
- 노은숙, 안승요. (1989). 밥의 텍스처와 쌀 아밀로오스의 분자량 분포에 관한 연구.  
KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 21(4), 486-491.
- 민병진, 이규호, 이성기. (2003). Xanthophylls의 급여가 계란 노른자의 착색 및 항산화성에  
미치는 영향. J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.), 45(5), 847-856.
- 박복희, 전은례, 김성두, 조희숙. (2012). 유색미 첨가가 연잎쌈밥용 밥의 품질 특성에 미치는  
영향. 한국식품저장유통학회, 19(2), 185-192.
- 박사라, 노준희, 신말식. (2016). 수침기간에 따른 찰쌀가루와 찰쌀전분의 이화학적 및 구조  
적 특성. J East Asian Soc Diet Life, 26(5), 457-465.
- 배형철, 랜친랜드, 구자형, 남명수. (2001). 녹색 홀그레인 보리, 밀, 찰쌀, 멥쌀 분말을 첨가  
한 발효유의 특성. Journal of Agricultural Science, 38(3), 485-491.
- 백만희, 신말식. (1999). 쌀전분으로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴 혼합겔의 형태학적  
구조. 한국식품과학회지, 31(5), 1171-1177.
- 백혜림, 김하람, 김경미, 김진숙, 한귀정, 문태화. (2014). 국내 육종 고구마 전분의 이화학 호  
화 및 소화 특성. 한국식품과학회지, 46(2), 135-142.
- 신은수, 이진화, 박경태, 류홍수, 장대홍. (2004). 다시마밥 제조조건의 최적화. 한국식품영양  
과학회지, 33(10), 1726-1734.
- 오세관, 김대중, 천아름, 윤미라, 홍하철, 최임수, 오예진, 오기백, 김연규. (2010). 무균포장밥  
가공 적합품종 주안벼의 식미특성. 한국식품과학회지, 42(6), 721-726.
- 오세관, 이정희, 윤미라, 김대중, 이동현, 최임수, 이준수, 김인환, 이점식. (2012). 발아현미의  
이화학적 특성. 한국식품영양과학회지, 41(7), 963-969.
- 원준연, 조진웅. (2015). 녹색쌀 생산을 위한 벼 품종들의 특성 비교. Korean J. Crop Sci,  
60(4), 442-447.
- 유수연, 이은정, 정현정. (2014). 아밀로오스 함량이 다른 쌀 전분의 분자 및 결정 구조와 이  
화학적 특성. 한국식품과학회지, 46(6), 682-688.
- 유재수, 박현수, 조영찬, 김보경, 하기용. (2013). 찰벼 품종별 이화학적 특성 및 물성 비교.  
산업식품공학회지, 17(3), 212-218.
- 유철, 김성우, 김종태, 최성원, 김병용, 백무열. (2008). 가교화 후 효소처리(CLE) 찰쌀 전분  
의 물리화학적 특성. 한국식품과학회지, 40(3), 290-296.
- 윤미라, 오세관, 이정희, 김대중, 최임수, 이점식, 김정근. (2012). 쌀 품종의 아밀로오스 함량  
에 따른 호화 및 취반 특성 비교. 한국식품영양학회지, 25(4), 762-769.
- 이가순, 김관후, 김현호, 성봉재, 김선익, 한승호, 이규희. (2012). 수삼과 홍삼액을 첨가하여  
취반한 인삼밥의 품질학적 특성. 한국식품영양과학회지, 41(8), 1151-1157.
- 이상호, 한억, 이현유, 김성수, 정동호. (1989). 아밀로오스 함량별 쌀전분의 이화학적 특성.  
한국식품과학회지, 21(6), 766-771.
- 이영진, 황선욱, 김상권, 박윤서, 전재근. (1995). 전기밥솥에서 보온중인 밥의 조직감 변화.  
한국농화학회지, 38(5), 422-424.

- 이점식, 박노봉, 이종희, 조준현, 원용재, 박향미, 천아름, 장재기, 곽도연, 송유천, 하운구, 이기환, 여운상. (2012). 식미 증진을 위한 최적 도정도 구명. *Korean J. Crop Sci*, 57(4), 359-364.
- 이주현, 김상숙, 서동순, 김광옥. (2001). 냉장 쌀의 저장 형태 및 기간에 따른 쌀밥의 관능적 특성. *한국식품과학회지*, 33(4), 427-436.
- 임상빈, 강명수, 좌미경, 송대진, 오영주. (2003). 곡류와 두류를 혼합한 잡곡의 취반 특성. *한국식품영양과학회지*, 32(1), 52-57.
- 장혜림, 김건우, 정용진, 윤광섭, 이상철, 윤경영. (2013). 청소년 및 고령층을 위한 잡곡밥의 혼합비율 설정 및 영양성, 기능성 평가. *한국식품영양과학회지*, 42(1), 53-61.
- 정은영, 서형주, 홍양희, 이인이, 김동진, 김미옥, 장은재. (2009). 백미밥과 잡곡밥의 당지수 차이가 열량 섭취량 및 포만감에 미치는 영향. *J Korean Diet Assoc*, 15(2), 179-187.
- 조영화, 심재용, 이현규. (2007). 아밀로펙틴 함량 변화와 하이드로콜로이드 첨가에 의한 밀가루 반죽 및 국수의 특성. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*, 39(2), 138-145.
- 한귀정, 박희정, 이혜연, 박영희, 조용식. (2007). 전기 압력 밥솥 및 전기 밥솥 취반미의 저장 조건에 따른 품질 특성. *KOREAN J. FOOD COOKERY SCI*, 23(5), 635-643.
- 농림축산식품부 보고서 (2000). 전곡립(Wholegrains)을 이용한 기능성 식품개발 및 생리활성 연구. 연세대학교, 황재관.
- 농림축산식품부 보고서 (2004). 녹색 보리쌀 및 밀쌀의 생산기술 개발에 관한 연구. 충남대학교, 구자형.
- 농림축산식품부 보고서 (2013). 녹색 Whole Grain의 대량생산 및 가공 유통에 관한 연구. 충남대학교, 구자형. (발간등록번호: 11-1543000-000082-01).
- 농림축산식품부 보고서 (2014). 곡물을 이용한 씨리얼 및 영양바 시제품 개발. 춘향골사람들 영농조합법인, 임종준. (발간등록번호: 11-1543000-000526-01).
- 농림축산식품부 보고서 (2015). 귀농인을 위한 전통주와 곡물식초 발효용 누룩의 간편 제조기 개발과 그 활용 기술. 명주가, 김계훈. (발간등록번호: 11-1543000-000949-01).
- 농림축산식품부 보고서 (2015). 보리 및 콩을 활용한 피부미용개선 기능성식품 개발. 서울대학교, 이기원. (발간등록번호: 11-1543000-000766-01).

[별첨 1]

## 연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품 개발				
	(영문) Development of food materials and product using organic green whole grain				
주 관 연 구 기 관	농업회사법인(주)강화드림		주 관 연 구	(소속) 농업회사법인(주)강화드림	
참 여 기 업	(주)홀그레인		책 임 자	(성명) 한성희	
총연구개발비 (500,000천원)	계	500,000	총 연구 기간	2016. 07. 07 - 2018. 12. 31 (30개월)	
	정부출연 연구개발비	400,000	총 참 여 수	총 인원	22명
	기업부담금	100,000		내부인원	22명
	연구기관부담금			외부인원	0명
<b>연구개발 목표 및 성과</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록통곡물 이용 고부가가치 제품 개발</li> <li>○ 초록통곡물 유래 탄수화물의 2차 가공용 식품 소재화 기술 개발             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록탄수화물 특성 규명 및 소재화 기반 확립</li> <li>- 초록통곡물 미강을 이용한 green fiber 식품 소재화 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 물성조절 초록 통곡 잡곡밥 가공기술 개발 및 제품화</li> </ul>					
<b>연구내용 및 결과</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제1세부 연구기관 : (주)강화드림             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유기농초록통곡을 이용한 밥, 죽 등 시제품개발</li> <li>- 유기농 초록통쌀과 식품소재를 활용한 간편식 개발</li> </ul> </li> <li>○ 제1세부 참여기업 : (주)홀그레인             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유기농초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발</li> <li>- 기능성 강화를 위한 유기농초록통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발</li> <li>- 유기농초록통쌀의 기능성 강화를 위한 품종별 시기 정립</li> </ul> </li> <li>○ 제1협동 연구기관 : 중앙대학교             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록 통곡물 유래 탄수화물 소재 특성 규명</li> <li>- 초록통곡물 미강분리 및 저처리 기술 확립</li> <li>- 초록 통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진</li> <li>- 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석</li> <li>- 초록 통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구</li> <li>- Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석</li> </ul> </li> <li>○ 제2협동 연구기관 : 중앙대학교             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초록통곡 잡곡밥 개발에 적합한 잡곡에 대한 자료 조사</li> <li>- 초록 통곡 잡곡밥 개발을 위한 잡곡 품종 선발</li> <li>- 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용</li> <li>- 경도 조절 가공기술이 적용된 초록 통곡에 대한 적합성 평가</li> <li>- 경도 조절된 초록 통곡(현미, 보리)을 이용한 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발</li> <li>- 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 적합성 평가</li> <li>- 고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 개발</li> </ul> </li> </ul>					
<b>연구성과 활용실적 및 계획</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초록통곡물 생산은 곡류 생산량이 50% 감소함으로 쌀 등의 과잉생산에 따른 가격하락을 막고 사공 등으로 부가가치증대로 생산자 소득증대</li> <li>○ 다양한 소재개발과 발효소재 개발로 가공에 따른 부가가치증대와 일자리증대</li> <li>○ 건강식의 바탄 .성인병 예방 등 국민건강증대에 기여</li> <li>○ 노화로 인한 섭취기능 저하를 고려한 초록 통곡 잡곡밥 제품 개발로 고령자의 폭넓은 식사 메뉴 선택과 식사의 만족도를 높여 고령자의 삶의 질 향상에 기여하고, 더 나아가 의료비 절감 효과 기대</li> </ul>					



[별첨 2]

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호		116028-3	
사업구분	고부가 가치 기술개발 사업				
연구분야	국가과학기술표준분류, 농림식품과학기술분류			과제구분	단위
사업명	유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품개발				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품개발			과제유형	개발
연구기관	농업회사법인(주)강화드림			연구책임자	한성희
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2016.07.07.~2016.12.31.	90,000	22,500	112,500
	2차연도	2017.01.01.~2017.12.31	160,000	40,000	200,000
	3차연도	2018.01.01.~2018.12.31	150,000	37,500	187,500
	4차연도				
	5차연도				
	계		400,000	100,000	500,000
참여기업	(주)홀그레인				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2019.02.14

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
농업회사법인(주)강화드림	대표	한성희

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

<b>확약</b>	
-----------	--

## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 초록통곡물의 기능성을 강화한 생산메뉴얼을 개발 하였으며, 초록통곡물을 이용한 상품화를 진행하여 매출증대와 일자리 창출에 기여함
- 초록통쌀의 미강을 이용한 가공기술을 특허출원하였으며, 이의 분석을 통해 초록통곡물의 기능성을 확인함
- 효소처리등을 통해 섭취편의성 식품개발의 기반을 확보함

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 초록통곡물 생산메뉴얼개발로 쌀 과잉 생산에 대처한 쌀 생산량 조절과 쌀과, 보리 또는 밀의 이모작으로 생산농가의 소득증대 기대
- 초록통곡물을 이용한 상품화를 진행하여 매출증대와 일자리 창출에 기여함.
- 초록통곡물의 기능성 강화로 국민 건강증진에 기여

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 지역과 기후 특성에 맞는 다양한 초록통곡물 생산기반 확보
- 현재 연구 경과로 상품화한 제품 출시로 매출 확대
- 초록통곡물 소재 연구를 기반으로한 식음료 젤리등 기능성 편이식 제품화 추진 기반확보
- 기존 제품의 유통기한 확정으로 영업 활동 적극 추진 가능해짐
- 실버층을 대상르한 섭취 소화 섭취가 용이한 신제품 개발 추진 기반 확보

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 연구 목표를 연구기간을 통해 대부분 완수하고 초록통곡물의 기능성확인 새로운 제품개발의 가능성을 확보하여 고부가가치 식품 및 소재 개발이라는 연구과제를 충족하는 연구 결과를 확보함

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 특허 출원(2017), 초록통쌀 미강을 이용한 그린화이버의 제조방법, 이동언, 조현우, 정영민, 어중혁, 박기환, KR 10-2017-0170898
- 연구인력양성(박사 2명, 석사 4명)
- 학술발표 국내외 12건

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
<b>제1세부 연구주관기관: 농업회사(주) 강화드림</b> - 유기농초록통곡을 이용한 밥, 죽 등 시제품개발 - 유기농 초록통쌀과 식품소재를 활용한 간편식 개발	20	100%	- 유기농초록통곡물을 이용한 잡곡밥 시제품 개발 1종 - 유기농초록통쌀을 이용한 죽제품개발 24종 개발 시판중 - 유기농초록통쌀을 이용한 식음료용 볶음 및 볶음가루 2종 제품화 시판 준비중 - 유기농 초록통쌀을 이용한 이유식 15종 제품개발 시판 준비중 2018년 현재 제품화를 통한 년매출 2억5천만원달성 일자리 창출 8명 고용 2019년 시판준비 중인 제품의 시판을 통해 매출 증대와 일자리 창출에 기여 할 것으로 기대
<b>제1세부 참여기업 : ㈜홀그레인</b> - 유기농초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발 - 기능성 강화를 위한 유기농초록통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발 - 유기농초록통쌀의 기능성 강화를 위한 품종별 시기 정립	20	100%	- 유기농초록통쌀의 지역적 기후에 따른 적정 생산 매뉴얼 개발 - 기능성 강화를 위한 유기농초록통곡물의 각 품종별 생산 매뉴얼 개발 - 유기농초록통쌀의 기능성 강화를 위한 품종별 시기 정립 연구 완료 - 제품화를 위한 적정한 원료 생산가능성 증대
<b>제1협동 연구기관 : 중앙대학교</b> - 초록통곡물 유래 탄수화물 소재 특성 규명 - 초록통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진 - 초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구 - 초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석 - Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석	30	100%	- 초록통곡 함유 전분 소재의 granule 입도, 분자량 분포 및 전분 구조를 분석하고, 가공 공정에 따른 변이도 분석하여 기초적인 특성을 충실히 규명하였음. - 초록통쌀 품종별 전분의 구조를 비교 분석하였음. 또한 소화율을 비교 분석하고, 이들의 소화율 및 미네랄 이용성 증진을 위한 효소 처리 조건을 확립하고 식품 소재화를 위한 기초 조건을 확보하였음. - 초미세분쇄 처리한 초록통쌀에서 수용성 식이섬유분획을 분리하고, 이들의 생리활성을 규명하여 식품소재로의 이용성에 활용할 수 있는 기반 자료를 확보하였음. - 정량적 목표 대비 150% 이상의 제조법 개발 및 특허출원 완료 - 기능성 음료, 기능성 젤리 등 2종의 제품에 대한 설계 및 특성분석
<b>제2협동 연구기관 : 중앙대학교</b> - 초록통곡 잡곡밥 개발에 적합한 잡곡에 대한 자료 조사 - 경도 조절을 위한 가공기술 탐색 및 기술 적용 - 경도 조절 가공기술이 적용된 초록 통곡에 대한 적합성 평가 - 경도 조절된 초록 통곡(현미, 보리)을 이용한 초록 통곡 잡곡밥 시제품 개발 - 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 시제품에 대한 적합성 평가 - 고령자의 저작 및 삼킴 기능을 고려한 경도 조절된 초록 통곡 잡곡밥 개발 - 초록통쌀을 이용한 죽의 유통기한연장을 위한 살균기술개발 - 초록통쌀을 이용한 라이스칩 시제품개발	30	100%	- 초록통쌀을 이용한 죽의 유통기한연장을 위한 살균 기술개발 - 기대효과 유통기한 연장으로 유통기간 확정으로 매출 증대기대 - 초록통쌀을 이용한 라이스칩 시제품개발 - 초록통곡물을 이용한 신제품 개발 효과기대 - 효소처리를 통한 경도 조절된 잡곡밥 개발로 실버층을 대상으로한 신제품 개발 출시로 매출 증대 기대됨
합계	100점		

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

초록통곡 함유 간편식, 탄수화물 소재, 경도조절 잡곡밥 등의 산업적 이용에 기반으로 활용될 수 있는 기술 및 공정이 개발되었으며, 향후 산업화 및 제품화에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

현재까지는 초록통곡 원료의 생산량이 일반곡류에 비해 낮아, 원료값 등의 산업적 경쟁력이 상대적으로 열악한 상황으로 이에 대한 고려가 요구됨.

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

산업화를 위한 기초 기술로 향후 산업적 이용에 매우 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

### IV. 보안성 검토

○ 보안등급 (일반)으로 의견 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

#### 1. 연구책임자의 의견

#### 2. 연구기관 자체의 검토결과

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	국가과학기술표준분류,농림식품과학기술분류	
연구과제명	유기농 초록통곡물을 활용한 식품소재 및 제품 개발			
주관연구기관	농업회사법인(주)강화드림	주관연구책임자	한성희	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	400,000	100,000	0	500,000
연구개발기간	2016.07.07.~2018.12.31			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(                      ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:                      )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
초록통곡물 생산메뉴얼 개발	지역별 기후 특성을 반영한 초록통곡물의 수확시기등 분석하여 생산 메뉴얼을 개발하였음
가능성을 강화한 품종별 생산메뉴얼개발	각 작목별 품종별 특성을 반영한 재배 및 생산 시기를 분석하여 생산 메뉴얼을 개발함
초록통곡물을 이용한 밥,죽,식음등 제품화 3종 개발	초록통곡물을 이요한 죽 제품 24종 개발 상품화 시판중 연매출 2억5천 달성 잡곡밥 시제품 1종개발 식음요 2종개발 시판 중비중
초록통곡물 유래 탄수화물 소재 특성 규명	초록통곡 함유 전분 소재의 granule 입도, 분자량 분포 및 전분 구조를 분석하고, 가공 공정에 따른 변이도 분석하여 기초적인 특성을 충실히 규명하였음.
초록통곡물 유래 탄수화물의 소재화 기능 증진	초록통쌀 품종별 전분의 구조를 비교 분석하였음. 또한 소화율을 비교 분석하고, 이들의 소화율 및 미네랄 이용성 증진을 위한 효소 처리 조건을 확립하고 식품 소재화를 위한 기초 조건을 확보하였음.
초록통곡물 탄수화물의 기능성 소재화 특성 연구	초미세분쇄 처리한 초록통쌀에서 수용성 식이섬유분획을 분리하고, 이들의 생리활성을 규명하여 식품소재로의 이용성에 활용할 수 있는 기반 자료를 확보하였음.
초록통곡물 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석	정량적 목표 대비 150% 이상의 제조법 개발 및 특허출원 완료
Green fiber의 기능성음료 적용 및 특성분석	기능성 음료, 기능성 젤리 등 2종의 제품에 대한 설계 및 특성분석
물성조절 초록통곡물을 이용한 잡곡밥 개발 및 제품화	효소 처리를 통한 경도 연화 초록통쌀 잡곡밥의 개발 및 제품화, 초록통쌀을 활용한 라이스칩 가공, 초록통죽의 제품화 사업 유통기한 연장 등의 결과 달성함

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	1	1		1	3건	1,800	550	0			3	2	6	3		2				
연기간내 달성실적	1			1	3	227	0	8						3		2				
달성율(%)	100			100	100	12	0	900						100		100				

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	기능성강화 초록통곡물 생산메뉴얼 개발, 초록통곡물을 이용한 제품화
②	효소처리를 이용한 초록통곡물의 소화율 및 무기질 이용성 증진
③	초록통쌀 초미세분쇄를 이용한 Green fiber 제조 및 특성분석
④	물성조절 초록통곡물을 이용한 잡곡밥 개발 및 제품화

### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복	외국기술 제	외국기술 소화·흡수 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 해	정책 자료	기타
①의 기술		V					V			
②의 기술	V									
③의 기술				V		V	V			
④의 기술				V			V			

\* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	상품화를 통해 매출증대 및 일자리 창출에 기여
②의 기술	대량 처리를 위한 scale up 연구 필요 및 산업화
③의 기술	기술 실시에 따른 Green fiber 생산 및 제품적용
④의 기술	경도 연화 백미-초록통쌀 잡곡밥의 생산 및 제품적용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치																			
최종목표	1	1		1		3건	1,800	550	3			3	2		6	3		2	
연구기간내 달성실적	1			1		3	227		5							3		2	
연구종료후 성과창출 계획		1				3	1,650	550	5							5		2	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 <sup>1)</sup>	(특허출원번호 : 10-2017-0170898호) "초록 통쌀 미강을 이용한 그린화이버의 제조방법"		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	2,500천원
이전방식 <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간		실용화예상시기 <sup>3)</sup>	
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리  
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.