

발간등록번호

11-1543000-003190-01

미국 유래 쌀 조청의 Prebiotics 효소전환기술 및 분말화 기술을 이용한 Synbiotics 개발 최종보고서

최종보고서

2020.07.17.

주관연구기관 / (주)영수식품
협동연구기관 / 한국바이오엔지니어링
부경대학교산학협력단
경북바이오산업연구원

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “미곡 유래 쌀 조청의 Prebiotics 효소전환기술 및 분말화 기술을 이용한 Synbiotics 개발” (개발기간 : 2017. 08. ~ 2019. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 1. 23.

주관연구기관명 : (주)영수식품 (대표자) 정 현 민 (인)
참 여 기 관 명 : (주)한국바이오엔지니어링 (대표자) 신 상 규 (인)
부경대학교산학협력단 (대표자) 서 용 철 (인)
(재)경북바이오산업연구원 (대표자) 이 태 관 (인)

주관연구책임자 : 정현민

참여기관책임자 : 신상규, 양지영, 조규형

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	817039-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2017.8.29.~ 2019.12.31.	단 계 구 분	3년차/ 3년
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	기술사업화지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	미곡 유래 쌀 조청의 Prebiotics 효소전환기술 및 분말화 기술을 이용한 Synbiotics 개발			
연구책임자	정 헌 민	해당단계 참여연구원 수	총: 10 명 내부: 10 명 외부: 0 명	해당단계 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 14 명 내부: 14 명 외부: 0 명	총 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
연구기관명 및 소속부서명	(주) 영수식품			참여기업명 한국바이오엔지니어링 부경대학교산학협력단 경북바이오산업연구원	
국제공동연구	상대국명: 없음			상대국 연구기관명:없음	
위탁연구	연구기관명: 없음			연구책임자:없음	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품중	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	1	3									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수
1. 기존 조청 제품을 원료를 쌀로 바꾸어 공정을 표준화함. 이에 따라 쌀을 이용한 쌀 조청 개발이 가능하게 되었음(성수쌀조청(액상)).	1. 34~43
2. 미곡을 이용한 조청 올리고당의 개발(국내산 쌀 조청 올리고당)	2. 44~51
3. 미곡을 이용한 조청의 분말화 제품(국산쌀로 만든 자연당)	3. 52~57
4. 조청 및 쌀 조청 올리고당을 이용한 파생제품 개발 - 쌀조청 함유 탕후루요리당	4. 62~64 5. 65~66
5. 제품에 대한 HACCP 인증 획득 및 식품안전경영시스템(ISO 22000:2009) 인증 획득	6. 67~84 7. 85
6. 미곡 조청 분말화 연속 제조시스템의 개발	8. 87~97
7. 개발된 미곡조청 분말화 연속 제조 시스템을 통한 국내산쌀로 만든 조청 분말 및 쌀조청 올리고당 분말(분말 제품 2종) → 3번 제품	9. 98~120, 152 10. 121~122
8. 쌀가루를 이용한 이소말토올리고당 제조법의 확립	11. 137~140
9. 말토올리고당과 이소말토올리고당의 분석법을 HPLC를 이용하여 확립하였음.	12. 141~156
10. 미곡 부산물 미강유래 식이섬유 추출법의 확립(SOP작성)	13. 157~163
11. 식이섬유 분석법의 확립 및 분석	14. 164
12. 신바이오틱스 제품 개발 및 분석	15. 165~169
13. 미곡을 이용한 조청의 기능성 분석	
14. 설탕, 올리고당, 조청의 영양분석	
15. Synbiotic 제품의 기능성 분석	

<요약문>

연구의
목적 및 내용

○ 연구의 목적

미곡 유래 탄수화물 복합당화 및 메일라드 반응을 이용한 조청 가루 기반 고부가가치 식품 개발 및 올리고당 개발을 통한 synbiotics 제품의 개발

○ 연구내용

1. 미곡 유래 자연당 기반 설탕 대체 식품감미료 개발

- 분말 조청 : 기존 조청을 활용하여 분말화 기술을 개발하여 이를 접목, 분말조청을 개발함.
- 액상 올리고당 : 미곡(쌀)을 이용하여 액상올리고당을 제조. 기능성 올리고당으로 제조함.
- 분말 올리고당 : 개발된 액상 올리고당을 동해서 조청의 분말화 기술을 접목하여, 분말올리고당 제조.

□ 핵심기술 : 조청 및 올리고당의 분말화 기술.

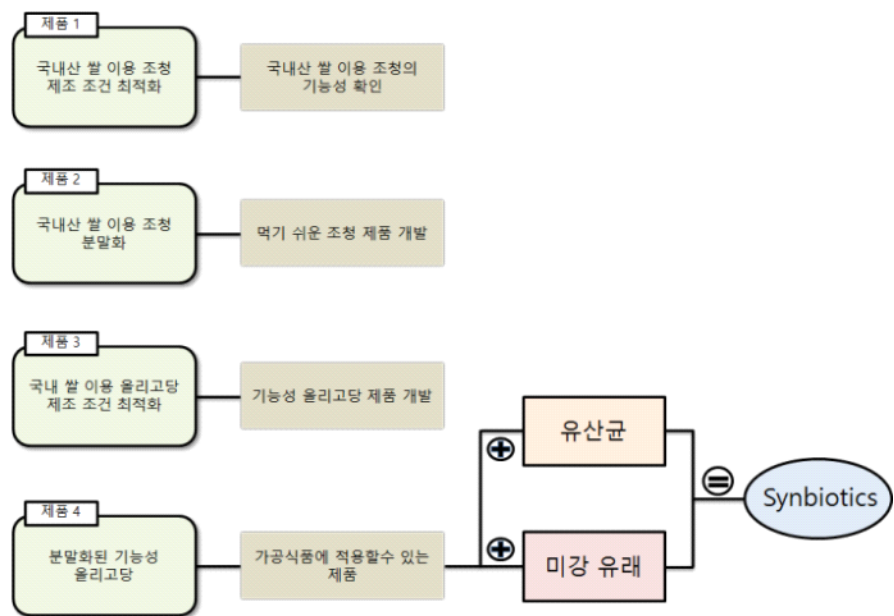
액상 올리고당의 효소 반응 조건 설정에 대한 기술.
대량 생산을 위한 효소 고정화 기술.

2. 미곡 유래 올리고당 기반 건강기능식품 개발

- Prebiotics : 분말올리고당을 기반으로 하는 건강기능식품
- Synbiotics : 분말올리고당, 미강유래 식이섬유, 유산균을 포함하는 분말 Synbiotics 제품의 개발. (1회 섭취용 파우치 제품의 개발)

□ 핵심기술 : 유산균 분말화 기술

기능성을 나타낼 수 있는 올리고당, 미강유래 식이섬유, 유산균의 배합비율 설정



	영수식품	한국바이오 엔지니어링	부경대학교 산학협력단	경북바이오 산업연구원
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청, 올리고당 식품 감미료 연구 • 미곡 조청, 올리고당 건강기능식품 연구 • 분말 조청 시제품 생산 공정 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청 분말화 기법 • 연구 및 공정개발 • 분말 시제품 장비 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소반응 최적화 조건 설정 • 올리고당 분석법의 확립 	<ul style="list-style-type: none"> • 조청의 기능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 항비만, 면역력개선 효과에 대한 평가
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청, 올리고당 기반 감미료, 건강기능식품의 상품화 연구 및 개발 • 액상 및 분말 조청 시제품의 생산 • 제품 디자인의 개발 • 시제품 생산설비 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 탄수화물 복합당화물(올리고당) 분말화 공정 개발 • 분말화 장비 설비 및 보완 • 분말화 대량생산공정 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소반응 대량 생산을 위한 조건 설정 • 미강을 이용한 식이섬유 추출공정의 최적화 • 식이섬유 분석법 개발 • 생산된 분말 조청 및 액상 올리고당에 대한 품질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 개발된 올리고당에 대한 기능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 항비만, 면역력개선 함양 효과에 대한 평가
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 분말 올리고당 제품 생산 • Prebiotics 및 synbiotics 혼합 건강기능식품의 상품화 연구 및 개발 • 시제품생산 • 감미료, 건강기능식품 보완 • 포장디자인 등의 보완 • 대량생산공정 설계 및 개발, 생산 	<ul style="list-style-type: none"> • 분말화 보완 및 적용 • Biotics 복합혼합물 분말 공정 개발 • 시제품 보완 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡에 적합한 유산균 주 선정 • Synbiotic 제품을 위한 미강추출 식이섬유, 분말 유산균, 분말 기능성 올리고당 배합 비율 최적화 • 개발된 액상, 분말 올리고당 및 synbiotics 제품에 대한 품질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • Synbiotic 제품에 대한 기능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 항비만, 면역력개선, 항암효과, 장내 환경 개선 효과에 대한 기능성 평가

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> • 국내산 쌀을 이용한 조청 개발 및 상품화 • 국내산 쌀을 이용한 조청의 분말화를 통한 상품 편의성 제고 • 미곡 활용 올리고당 제품의 개발 • 미곡 활용 올리고당 제품의 분말화 • 미강을 이용한 식이 섬유추출의 추출 및 이를 이용한 건강기능 식품의 개발 • 분말올리고당, 식이섬유와 유산균의 배합을 통한 synbiotics 제품의 개발
--------	--

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> • 재고량이 많은 국내산 쌀을 이용한 제품을 통해 쌀의 고부가가치 효과 • 현재 조청이나 올리고당의 원료인 태국산 쌀 등의 수입 대체 효과
---------------------	--

국문핵심어 (5개 이내)	미곡	조청	이소말토 올리고당	프리 바이오티스	신바이오티스
영문핵심어 (5개 이내)	Rice	Jocheong	Isomaltooligosaccharide	prebiotics	synbiotics

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	34
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	179
4. 연구결과의 활용 계획 등	181

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

<뒷면지>

주 의

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

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

가. 쌀

- 쌀은 인류가 석기를 사용하던 때부터 지금까지 ‘에너지의 원천’ 이자 ‘문화의 근간’ 으로 기능해왔으며, 현재 전 세계 약 30억의 인구가 쌀을 주식으로 하고 있으나, 쌀 재배는 노동 집약적 특성과 영양학적 완전성을 지니고 있다고 알려져 있음.

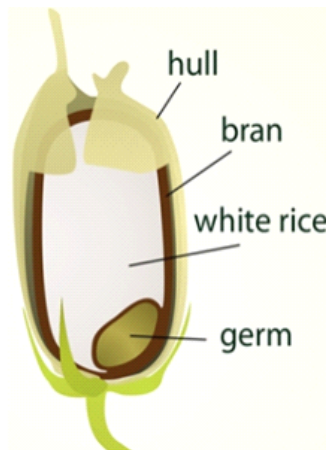


그림 1 쌀의 구조

- 쌀은 밀, 보리와 함께 세계 3대 곡물의 하나로서, 쌀을 주식으로 하는 인구는 전체의 34%인 약 30억 명으로 추산됨.
 - 세계 경지 면적의 약 20%가 논으로 쌀은 타 작물에 비해 인구 부양력이 커서 쌀을 주식으로 하는 지역은 인구밀도가 높은 편에 속함.
 - 반면 밀의 경지 면적은 전체 32%로 세계 1위이나 쌀보다 인구 부양력이 낮아 전 세계 인구의 10%만이 주식으로 이용하고 있음(밀은 쌀처럼 곡물 그대로 섭취하는 것이 아닌 밀가루를 만들어 다양한 형태로 소비함).
- 쌀의 최대 생산·소비국은 중국으로 전체 생산량의 약 31%를 생산·소비하고 최대 수출국은 태국이며, 최대 수입국은 필리핀임.
 - 우리나라 쌀 생산량은 세계 생산량의 1% 미만으로 판단됨

(1) 쌀의 영양학적 가치

- 쌀은 한국인의 주요 에너지원으로써 성인이 하루에 필요한 에너지의 30~40%를 쌀에서 섭취
- 쌀에는 탄수화물, 단백질, 지방, 식이섬유, 미네랄 등 10여 가지 영양성분이 존재하며 쌀눈과 쌀겨에 주로 함유되어 있음.

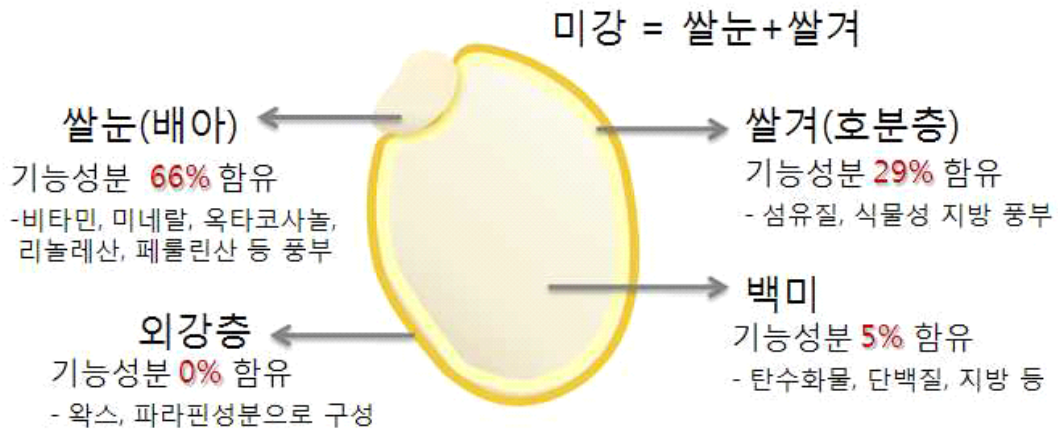


그림 2 쌀 부위별 기능성 성분의 분포

- 최근 쌀에 함유된 고유의 기능에 대한 관심이 높아지면서 다양한 기능성 쌀의 연구개발이 활발하게 진행됨. 전통육종, 생명공학 기술, 발아 처리를 통해 쌀의 기능성 성분 함량을 증가시키는 품종 개발과 가공 기술 발전이 가속화.

표 1 쌀(현미)에 함유된 주요 기능성 성분 및 효능

성분	효능
필수아미노산	성장발육촉진, 두뇌발달, 기억력 개선
가바(GABA) ¹⁾	고혈압 저하, 숙취해소, 알콜중독 치료
식이섬유	당뇨병, 고혈압 예방
항산화물질(오리자놀 등)	지방간, 동맥경화 예방 및 치료
미네랄(칼슘, 철 등)	빈혈, 골다공증 예방
PEP ²⁾ 저해물질	알츠하이머병(치매) 예방

- 1) 가바(GABA, Gamma Aminobutyric acid)는 뇌세포 대사기능을 촉진시켜 신경안정 작용 등이 있는 것으로 알려진 신경전달 억제물질
- 2) PEP(프롤린엔트펩티타제)는 뇌기능을 정상으로 유지하는 물질을 파괴하여 뇌기능 이상을 초래

(2) 쌀의 소비현황 및 쌀 유래 제품의 개발의 필요성

- 1.28일 통계청 발표에 따르면, 가구부문 1인당 연간 쌀 소비량은 2018년 61.0kg으로 2017년 61.8kg보다 0.8kg 감소하였다.
- 쌀 소비 감소율로 보면 2018년 1.3%로 2017년 0.2%보다 증가하였으나, 최근 10년간 감소율('08~' 17) 2.2%보다는 낮은 수준이다.
- 최근 10년간 연도별 가구부문 1인당 연간 쌀 소비 감소율을 살펴보면 '09~' 12년까지 매년 2% 내외에서 2013~2015년까지 3%대로 급격히 증가하다가, 2016~20년까지 1% 수준으로 감소폭이 완화되었다.

표 2 최근 10년간 1인당 연간 쌀 소비량 추이

(단위 : kg)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
소비량	75.8	74.0	72.8	71.2	69.8	67.2	65.1	62.9	61.9	61.8	61.0
차이	-1.1	-1.8	-1.2	-1.6	-1.4	-2.6	-2.1	-2.2	-1.0	-0.1	-0.8
증감률	-1.4%	-2.4%	-1.6%	-2.2%	-2.0%	-3.7%	-3.1%	-3.4%	-1.6%	-0.2%	-1.3%

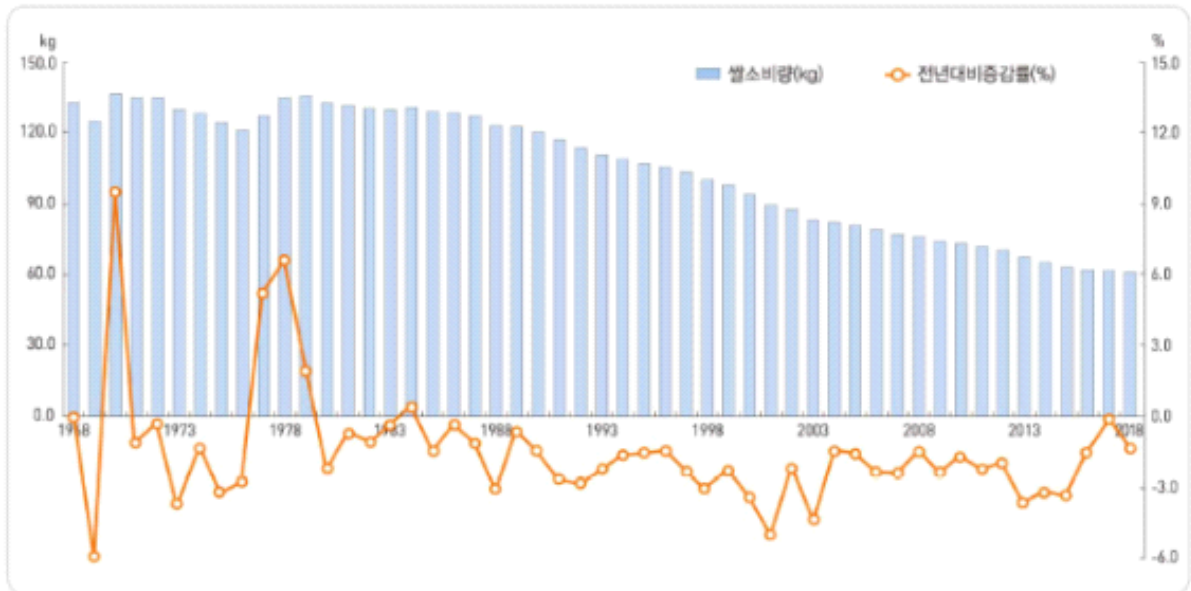


그림 3 가구부문 연도별 1인당 쌀 소비량(1968~2018)

(출처 : 통계청 2018연도 양곡소비량 통계)

- 이는 식생활 패턴변화에 따른 쌀의 수요가 급격히 감소하고 있고, MMA(의무수입물량)로, 들어오는 쌀로 인하여 국내산 쌀의 잉여량이 증가하고 있는 상황임.
- 쌀 재고량추이를 살펴보면, 2010년 쌀 재고량은 143만 4000톤으로 최근 5~6년 동안 가장 높은 수치를 보였지만 이후 2012년까지 재고량이 감소함.
- 하지만 2012년 이후 지속적으로 쌀 재고량이 늘어나 2015년 9월 쌀재고량은 2012년 대비 95% 정도가 상승하여 136만톤으로 나타났고, 쌀 재고의 증가로 쌀 재고 10만 톤당 연간 소요되는 비용이 3,131억(2012년)에서 4,297억(2015년 9월)이 되어 경제적 손실이 증가함.

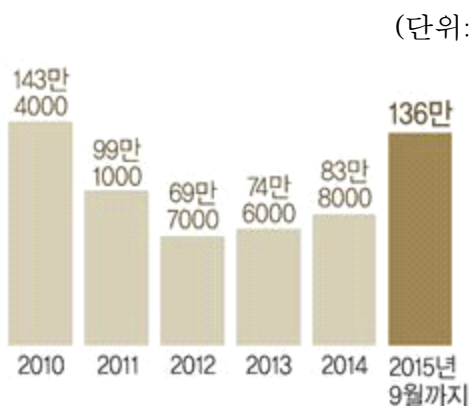


그림 4. 쌀 재고 추이
(출처 : 농림축산식품부)

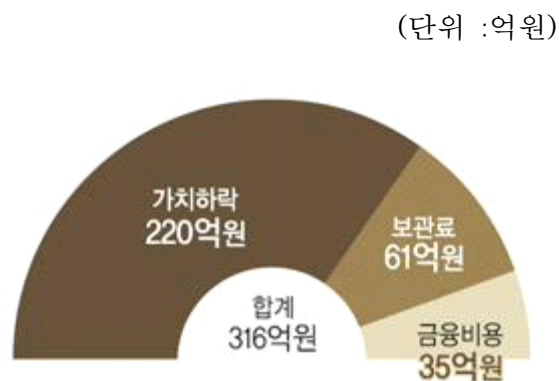


그림 5. 쌀 재고 10만톤 당 연간 소요비용
(출처 : 농촌경제연구원)

- 정부도 쌀 시장 개방관련 ‘쌀 관세화 대책 중장기 계획’ 을 수립하고 중장기적으로 쌀 생산농가 소득안정, 생산조정 제도화, 쌀 유통시스템 선진화 등에 쌀가공 산업 육성을 포함하는 종합대책을 추진 중에 있음.
- 국내에 쌀 소비는 약 94%가 주식인 밥의 형태로 소비되고 있으며 가공식품 제조에 이용되는 쌀은 국내 생산량의 약 6%에 불과해 쌀 가공식품의 활성화를 통한 쌀 소비확대가 절실하게 요구되는 실정임.
- 또한, 국내의 쌀 가공식품으로 이용되고 있는 쌀은 총 생산량의 3~4% 수준이며, 그 중 쌀 가공산업의 70% 이상이 떡, 면류와 주류를 제조하는 데 편중되어있어 새로운 쌀 수요 창출이 요구되며 이를 위한 대체시장 창출 및 쌀 가공식품의 개발이 필요함.

- 16/17년 세계 쌀 생산량은 전년 대비 1.9% 증가한 48.11백만 톤, 재고량은 전년 대비 1.7% 증가한 118.1 백만 톤으로 1전망.
- 세계 쌀 생산량 및 재고량은 전체 국가를 대상으로 집계한 수치이며, 보고서 상의 주요 쌀 생산, 수출 국가(태국, 인도, 베트남, 미국, 중국, 호주, 이집트)를 제외한 기타 국가의 16/17년 생산량은 164백만 톤, 재고량은 19백만 톤 임.

(3) 쌀가공 산업의 필요성

(가) 쌀 소비량의 감소

- 쌀은 최근 백색 식품으로서 영양학적 오해와 서구식 식생활의 보편화로 쌀소비 감소 추세가 가속화 되고 있어 농업의 가장 많은 부분을 차지하고 있음에도 불구하고 어려움을 겪고 있음.
- 우리나라는 쌀의 약 95%가 주식인 밥의 형태로 소비되고 있으나 식생활 패턴의 서구화로 연간 쌀 소비량이 지속적으로 감소하는 추세로 쌀 재고량 증가가 심각한 문제점으로 대두됨.
- 또한 가공식품 제조에 이용되는 쌀은 국내 생산량의 약 6%에 불과해 쌀 가공식품의 활성화를 통한 쌀 소비확대가 절실하게 요구되는 실정임.
- 소득수준 향상에 따른 소비자 소비패턴 변화는 쌀 소비량 감소로 이어지고 있으나, 간편식, Well-Being, LOHAS, 환경과 함께 쌀 가공제품 소비 증가와 같은 새로운 소비패턴 형성됨.
- 상기의 시장 변화를 면밀히 살펴 이에 부합하는 쌀 소비촉진전략 수립이 필요함.

(나) 쌀 시장 개방

- 쌀 시장 전면 개방으로 소득 불안정, 쌀 산업 지속 가능성에 대한 농업인의 우려가 커지고 있으며, FTA, 쌀 관세화 등 시장 개방 확대에 따른 쌀 산업을 보호하고, 국내·외 쌀 시장의 선제적 대응 및 쌀 산업 경쟁력 제고가 시급함.
- 현재 국내산 쌀 뿐만 아니라 저렴한 가격으로 수입되는 쌀 약 41만 톤을 매년 국내에서 가공용으로 제공하고 있으나 현재는 10만 톤 밖에 사용되지 못하고 있어 약 31만 톤의 재고미가 쌓이고 있음.

표 3 korea, south 쌀 수입동향

구분	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16
수입량 (1000톤)	255	254	256	306	405	380	510	313	450	470

(출처 : USDA PSD Online)

○ 쌀 수입량은 약 41만톤이지만 증가하는 추세로 앞으로도 증가할 것으로 전망됨.

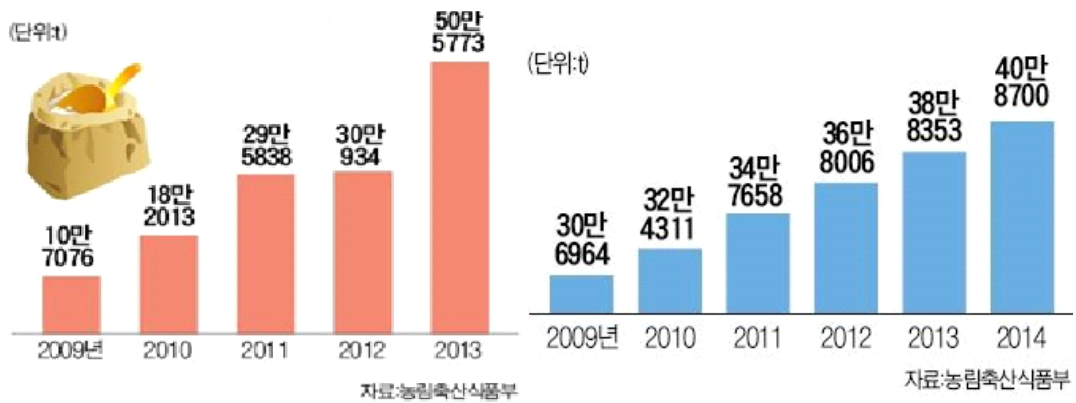


그림 6 쌀 의무 수입량과 의무수입쌀 재고량

- 세계무역기구(WTO) 회원국으로부터 의무 수입하는 2015년도 약 41만톤으로 그에 따라 쌀 재고량도 늘어나고 있음.
- 수입량의 증가로 인해 쌀 재고량은 증가하는 반면, 쌀소비량은 줄어들어 앞으로의 쌀 재고량은 늘어날 것으로 예상됨.

(다) 쌀 부산물의 이용

- 벼 수확에서 쌀 생산까지 많은 부산물(벼짚, 미강, 왕겨 등)이 다량 발생하고 있으나 활용은 소극적이라 중요한 성분을 포함하고 있는 부산물들이 2012년 기준 벼짚 565만 톤, 왕겨 80만 톤, 미강 36만 톤이 값싼 퇴비, 가축 사료, 깔개 등으로 사용됨.

표 4 벼 부산물의 이용형태

구분	퇴비로 활용	가축사료/깔개	식용활용	정미소에 두고 음	계
왕겨	82.9	9.8	-	7.3	100
미강	41.0	48.7	-	10.3	100
쇄미	-	80.0	10.0	10.0	100
청미	-	76.9	19.2	3.9	100

(출처 : 한국농촌경제연구원 수도작 조사결과, 2006)

- 이러한 부산물에 융복합기술 적용 시 부가가치 상승 및 농기업과 농가에 수익성을 극대화시킬 수 있음.
 - 미강의 경우 단순이용에는 300원/kg의 수익이 발생하나 이를 식품소재로 개발하여 사용할 경우 1,000~10,000원/kg, 생분해 제품 및 건강기능성 식품의 소재로 이용될 경우 2,000~50,000원/kg의 수익을 발생시킬 수 있어 단순이용에 비해 최대 약 170배에 달하는 수익 발생 가능
 - 이러한 국산 미강 중 10%가 식품용으로 전환될 때 총 416억 원 규모의 신규 부가가치를 창출할 수 있게 됨(미강 기준가 : 식품-2,000원/kg, 사료-300원/kg).
- 쌀 유래 부산물에 융복합기술을 적용하여 기능성식품소재 뿐 아니라 기능성화장품, 의약품, 건축소재 등으로 개발함으로써 쌀 활용 범위 확대를 통한 소비량 증가와 생산농가 소득 향상에 기여할 방안 마련이 필요함.
- 가공쌀 이용형태는 다음의 표와 같으며, 쌀이 이용하여 당류를 생산하는 경우는 전체의 2.2%만을 차지하고 있음. 전분이나 당은 쌀의 대부분을 차지하는 영양성분임에도 불구하고 이를 이용하여 가공하는 형태는 미미한 수준임.

표 5 업종별 쌀 소비량

(단위 : 톤, %)

구 분	2016		2017		2018		
	소비량	구성비	소비량	구성비	소비량	구성비	증감률
사업체부문 쌀 소비량(계)	658,869	100.0	707,703	100.0	755,664	100.0	6.8
식료품 제조업	378,428	57.4	428,829	60.6	500,843	66.3	16.8
기타 곡물가공품 제조업	46,823	7.1	42,839	6.1	45,105	6.0	5.3
전분제품 및 당류 제조업	12,294	1.9	12,243	1.7	13,164	1.7	7.5
떡류 제조업	169,618	25.7	168,865	23.9	172,317	22.8	2.0
코코아제품 및 과자류	9,033	1.4	9,042	1.3	8,866	1.2	-1.9
면류·마카로니 및 유사식품	9,938	1.5	13,896	2.0	18,434	2.4	32.7
장류 제조업	10,530	1.6	10,892	1.5	12,029	1.6	10.4
도시락 및 식사용 조리식품	100,247	15.2	114,341	16.2	147,474	19.5	29.0
음료 제조업	280,441	42.6	278,874	39.4	254,821	33.7	-8.6
탁주 및 약주 제조업	51,592	7.8	56,872	8.0	60,785	8.0	6.9
주정 제조업	222,356	33.7	215,803	30.5	187,562	24.8	-13.1
* 2011년부터 사업체부문 쌀 소비량조사를 포함하여 양곡소비량조사 실시함							

(출처 : 통계청)

나. Probiotics, Prebiotic, Synbiotics, 식이섬유

표 6 Probiotics, Prebiotic, Synbiotics, 식이섬유

Probiotic	소화관(장관) 미생물의 밸런스 개선에 의해 숙주에 유익한 작용을 가져오는 살아있는 미생물첨가물로서 정의하고 있음.
Prebiotics	장내 미생물을 제한하거나 유용미생물의 성장으로 선택적으로 촉진시켜 숙주에 유익한 효과를 주는 난소화성 식품 첨가물로 정의하였는데 대표적인 것이 올리고당임.
Synbiotics	Probiotics와 Prebiotics의 유용한 효과를 동시에 나타내도록 하는 것이 synbiotics이며 Conbiotics라고도 불리어짐.
식이섬유	신체의 소화효소로 분해되지 않는 난소화성 고분자 섬유 성분을 말하는데 주로 식물세포의 세포벽 또는 식물 종자의 껍질 부위에 분포되어 있고, 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민, 무기질 및 수분 등 6대 영양소와는 다른 생리기능을 인정하여 '제7의 영양소'라고 불림.

(1) 프로바이오틱스(Probiotics)

- 체내에 들어가서 건강에 좋은 효과를 주는 살아있는 균. 현재까지 알려진 대부분의 프로바이오틱스는 유산균들이며 일부 *Bacillus* 등을 포함하고 있음. 러시아의 과학자 Elie Mechnikoff가 불가리아 사람들이 장수를 누리는 이유가 *Lactobacillus*로 발효된 발효유의 섭취 때문이라는 것을 밝혀내어 노벨상을 받은 이래로 유산균, 프로바이오틱스의 기능성은 오랫동안 연구되어 오고 있음. 유산균을 비롯한 세균들이 프로바이오틱스로 인정받기 위해서는 위산과 담즙산에서 살아남아 소장까지 도달하여 장에서 증식하고 정착하여야 하며 장관 내에서 유용한 효과를 나타내어야 하고 독성이 없으며 비병원성이어야 함.
- 전통적으로 프로바이오틱스 제품들은 *Lactobacillus* 등의 유산균을 이용하여 만들어진 발효유 제품으로 섭취되어 왔으나 최근에는 *Lactobacillus* 이외에 *Bifidobacterium*, *Enterococcus* 일부 균주 등을 포함한 발효유뿐 아니라 과립, 분말 등의 형태로 판매되고 있다. 국내 건강기능식품에 프로바이오틱스로 사용할 수 있는 균주는 아래와 같음.
- 유익한 유산균의 증식과 유해균의 성장 억제가 배변활동에 도움이 될 것이라는 것은 충분히 예측이 가능. 그러나, 실제 이에 대한 문헌은 유산균 섭취와 장내 균총의 관계에 대한 문헌만큼 많지 않음. Marteau 등(2002)은 인체적용연구에서 *Bifidobacteria*를 분말 혹은

발효유의 형태로 1일 $10^8 \sim 10^{10}$ CFU 섭취시켰을 때 배변시간의 변화를 측정한 결과, 대조군과 비교하여 배변시간이 짧아짐을 확인.

표 7 프로바이오틱스 균주

구분	종 류
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. acidophilus, L. casei, L. gasseri, L. delbrueckii</i> ssp <i>bulgaricus, L. helveticus, L. fermentum, L. paracasei, L. plantarum, L. reuteri, L. rhamnosus, L. salivarius</i>
<i>Lactococcus</i>	<i>Lc. lactis</i>
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium, E. faecalis</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>S. thermophilus</i>
<i>Bifidobacterium</i>	<i>B.bifidum, B.breve, B.longum, B.animalis</i> ssp <i>.lactis</i>

출처 : 프로바이오틱스 (건강기능식품 기능성원료, 2011., 식품의약품안전처)

- 프로바이오틱스는 복합적인 효과를 나타냄. 하나는 살아 있는 생균체가 장내균총에 유익하게 영향을 미쳐 면역조절 효과를 보여주는 것이며, 다른 하나는 사균체가 항-염증반응을 나타내는 것. 최근에, 사균체 또는 정제되지 않은 미생물 분획물이 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 명확하게 정의할 새로운 용어에 대한 필요성이 대두.
- 비피더스균 및 유산간균과 같은 건강 유익한 세균을 증가시킴으로써, 프리바이오틱스는 분변 미생물균총의 구성을 변경하고, 이에 따라서 면역계의 활성을 조절.

(2) 프리바이오틱스(Prebiotics)

- 프리바이오틱스는 결장에 있는 박테리아의 수를 한정하며 선택적으로 박테리아의 성장을 자극, 인체에 유리한 영양을 주는 물질로, 인체 내에서 소화되지 않는 식품 구성요소로 정의. 프리바이오틱스는 주로 소당류(oligosaccharides)이며, 프락토올리고당(Fructo-oligosaccharides), 이눌린, Isomalto-oligosaccharides, Lactilol, 유과올리고당(Lactosucrose), 락툴로스(Lactulose), Pyrodextrins, Soy oligosaccharides, Xylo-oligosaccharides을 포함함.
- 주로 bifidogenic 요인으로 불리며, *bifidobacteria*(비피더스균)의 성장을 자극.
- 프리바이오틱스는 항암작용, 항균작용, Hypolipidemic 및 포도당 변조를 일으키는 활동을

함. 항콜다공증 활동을 가지고 있으며 무기질의 흡수와 균형을 개선하는 활동을 하고 결장에서 식품 안에 들어있는 칼슘과 무기질의 흡수를 증가.

- 건강기능식품의 소재로 국내에서 프리바이오틱스는 대부분 장건강, 체지방 감소, 칼슘 흡수 촉진 기능성 소재로 인정되어 있음. 현재 식약청 건강기능식품소재로 인정된 프리바이오틱스는 프락토올리고당, 이소말토올리고당, 갈락토올리고당, 대두올리고당 등이 있음.
- 쌀 조청 제조시 사용되는 알파-아밀라아제를 이용한 기존 당화공정에 transglucosidase의 전이반응을 추가적으로 진행하면 이소말토올리고당 (isomaltooligosaccharide)이 생성되고 이는 유용한 프리바이오틱의 한 종류임.

(3) 신바이오틱스(Synbiotics)

- 대표적인 것이 Bifidobacterium과 galacto-oligo당의 혼합이며, 현재 발효유에 이들이 함께 첨가되어 생산되고 있는 경우가 많은데 이들이 대표적인 Synbiotics 임.
- 개별인정형 건강기능식품으로서 인정을 받고 있는 제품들 존재하고, 그 기능으로서 프리바이오틱의 기능을 함께하는 것으로 고시되어 있음.
- Synbiotics의 경우 시너지 효과로 인해서 프로바이오틱스 및 프리바이오틱스를 개별적으로 사용하는 경우보다 더 도움이 되는 것으로 기대가 되고 있음.

(4) 장내미생물

- 우리는 살아가는 동안에 미생물과 지속적인 접촉을 하는데, 이들 중에서는 사람에게 유익한 영향을 주는 것도 있지만, 질병의 원인이 되는 것도 있음. 이러한 균들을 상재균이라 부르며, 이들 대부분은 위장관에 존재함. 이러한 미생물은 총 1kg이 넘으며, 수적으로는 대략 100조개 이상임.
- 특히, 위장관에 존재하는 미생물 집단을 장내 미생물(장내세균총)이라 하고, 이들은 장관 내부에서 하나의 생태계를 이루고 있음.
 - 현재까지 밝혀진 장내미생물 무리의 역할로는 체내의 대사, 영양, 에너지 이용과 관련된 역할, 선천 면역과 적응 면역의 조절, 장관 내 점막 상피의 발달과 생성, 병원체의 침입 방지 등이 알려져 있음.
- 인체의 대장 내용물과 분변 중에는 10^{11} ~ 10^{12} CFU(colony forming unit)이상의 세균이 존재하며, 이는 고형성분의 30~50%에 달함.
 - 이들 세균의 90% 이상은 혐기성 균주인 *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, *Bacteroides*은 10^9 ~ 10^{11} CFU/g정도를 차지.
 - *Lactobacillus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus*, *Veillonella* 등은 10^5 ~ 10^8 CFU/g 정도

- *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus*, *Proteus* 및 *Pseudomonas* 등 병원성 및 유해 미생물은 10^4 CFU/g이하로 존재함.

○ 대장 내 전체 미생물은 그 내용물의 40~55%를 차지하며 그 종류는 약 200~400여 종이며, 현재까지 연구결과 장내세균은 사람의 건강에 유익한 작용을 하는 균과 우해한 작용을 하는 균으로 나누고 있음.

- *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* 속 등의 유익균은 초산, 젖산과 같은 유기산을 생성하여 유해균의 성장을 억제하고 발아물질들을 분해하거나 이들 물질과 쉽게 결합하여 항암성의 중요한 역할을 하며 숙주의 면역체계를 자극하거나 면역반응의 보조인자로 작용하여 감염에 대한 저항성을 강화시켜 주는 것으로 알려져 있음.

- *Clostridium*, *Veillonella*, *Eubacterium*, *Peptostreptococcus*, *Desulfotomaculum* 속 등의 유해균은 단백질, 담즙산 또는 콜레스테롤로부터 유독한 부패성 대사산물을 생성하거나, 장내의 유해효소들을 생산하여 독성물질이나 돌연변이원들을 생성하여 장 점막과 각종 장기에 손상을 입히며 대장 관련 질병, 면역기능 저하 및 암세포 유발을 초래하는 것으로 알려져 있음.

○ 상기의 장내 유해미생물들인 노인과 환자들에서 현저히 증가되는 것으로 나타내 노화 및 면역기능 저하와 관계가 있는 것으로 판단되는 반면, 대표적인 유익균인 *Bifidobacterium* 속은 장내에서 유기산과 항생물질을 생산하여 외부 병원균의 성장과 유해균총의 과잉성장을 억제하는 거승로 보고.

○ 이들 미생물은 상호 공생이나 길항작용을 하며 균형을 이루고 장내균총을 형성하고 있으며, 장내 균총은 여러 인자에 의하여 영향을 받아 변화함. 그 요인으로는 노화, 스트레스, 건강상태, 심리상태 등 숙주의 생리적 변화와 식이 상태, 세균감염, 약의 복용 등의 환경적 요인으로 구분할 수 있음.

- 위와 같은 요인으로 인하여 장내 유익균인 *Bifidobacterium*은 감소하고, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Enterobacteriaceae*등의 장내 유해균은 증가하게 됨.

- 인간의 건강을 위해서라면 장내 유익균이 많아야하는 반면에 유해균이 적은 상태로 장내 균총을 유지해야함.

표 8 장내 유익균과 유해균

장내 유익균	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium adolescentis</i> 등
장내 유해균	<i>Clostridium perfringens</i> , <i>Clostridium difficile</i> , <i>Eubacterium limosum</i> , <i>Bacteriodes fragilis</i> 등

다. 건강기능성식품(Functional Food)

(1) 기능성 식품의 기능성 및 소재 현황

- 기능성 식품의 대표적인 기능으로 인체에 필요한 영양소의 생리학적 작용에 대한 기능, 생리활성 기능, 질병발생 위험 감소 기능이 있음
- 질병 발생 위험 감소기능은 제출된 기능성에 대한 근거 자료의 수준이 과학적 합의에 이를 수 있는 정도의 높은 경우에 인정
- 인체의 구조 및 기능에 대한 생리학적 작용 등과 같은 유용한 효과로 2016년 기준 32개 분야 기능성을 제시

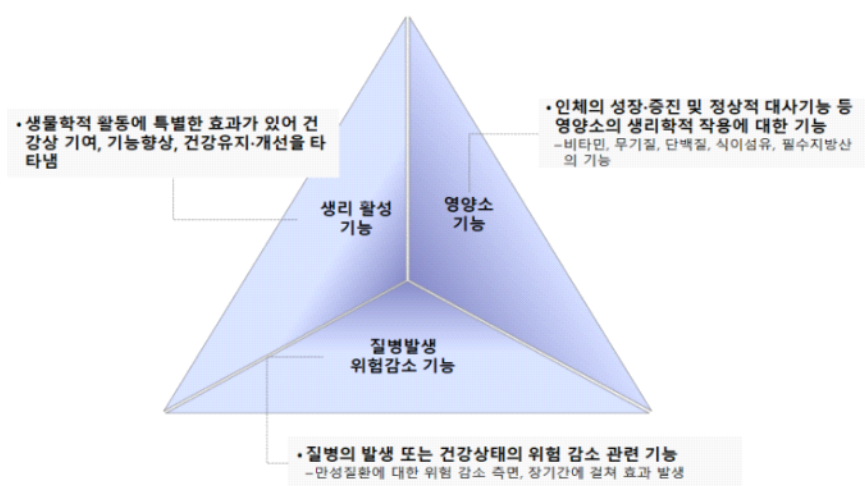


그림 7 기능성 식품 주요 기능성 범위

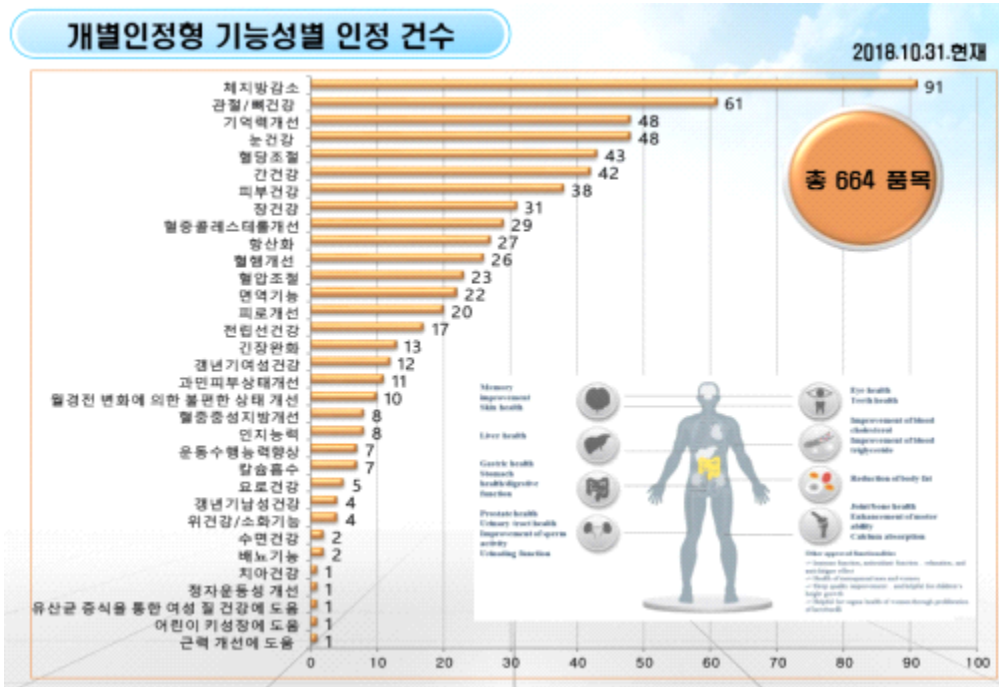


그림 8 기능성별 원료 인증 현황
(자료: 2018 건강기능식품 기능성원료 인정현황, 식품의약품안전평가원)

○ 기능성 식품 소재는 ‘건강기능식품 공전’에 기준 및 규격이 고시되어 누구나 사용할 수 있는 고시형과 개별적으로 심사를 거쳐 인증 받은 업체만이 사용할 수 있는 개별인정형이 있음

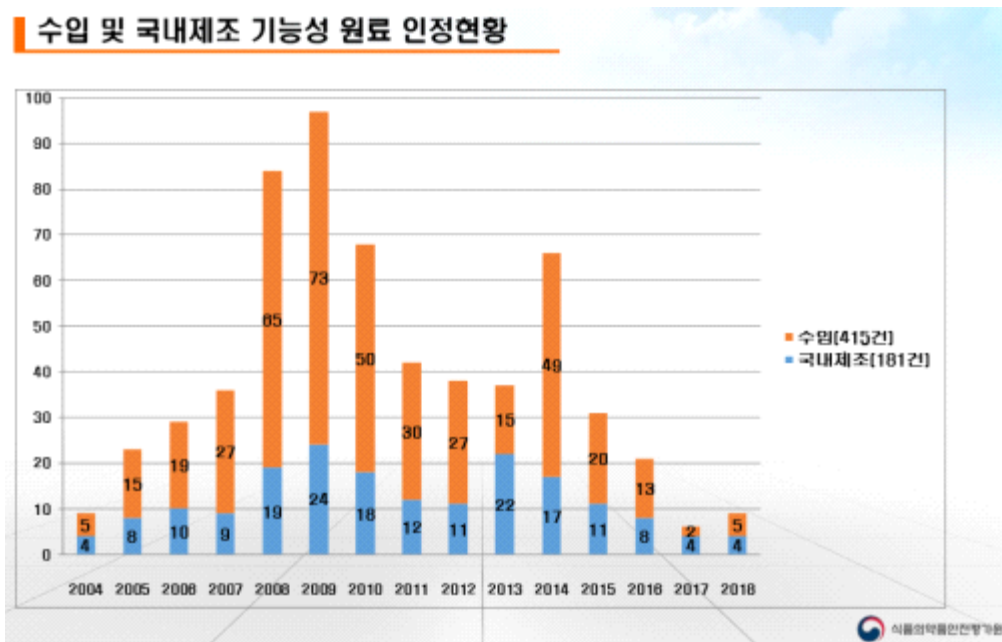


그림 9 연도별 기능성 원료 인증 현황
출처 : 식품안전평가원

○ 2016년 기준 고시형 기능성 식품 소재는 비타민, 무기질 등의 영양소 28종, 인삼, 홍삼 등

기능성원료 67종으로 총 95종으로 집계됨.

○ 개별인정형의 경우 32개 기능성에 대하여 총 263종의 소재가 인정을 받아 활용중임.

표 9 고시원료 또는 성분 현황(95종)

구 분	기능성을 가진 원료 또는 성분
영양소 (28종)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비타민 및 무기질(또는 미네랄) 25종 : 비타민 A, 베타카로틴, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 비타민 B, 비타민 B₂, 나이아신, 판토텐산, 비타민 B₆, 엽산, 비타민 B₁₂, 비오틴, 비타민 C, 칼슘, 마그네슘, 철, 아연, 구리, 셀레늄(또는 셀렌), 요오드, 망간, 몰리브덴, 칼륨, 크롬 ○ 필수지방산 ○ 단백질 ○ 식이섬유
기능성원료 (67종)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인삼, 홍삼, 엽록소 함유식물, 클로렐라, 스피루리나, 녹차 추출물, 알로에전 잎, 프로폴리스추출물, 코엔자임Q10, 대두이소플라본, 구아바잎추출물, 바나바 잎추출물, 은행잎추출물, 밀크씨슬(카르두스 마리아누스)추출물, 달맞이꽃종 자추출물, 오메가-3 지방산 함유유지, 감마리놀렌산 함유유지, 레시틴, 스쿠알렌, 식물스테롤/식물스테롤에스테르, 알록시글리세롤 함유 상어간유, 옥타코 사놀 함유유지, 매실추출물, 공액리놀레산, 가르시니아카보지아추출물, 루테 인, 헤마토코쿠스추출물, 쏘팔메토열매추출물, 포스파티딜세린, 글루코사민, N-아세틸글루코사민, 유코다당 단백질, 알로에겔, 영지버섯자실체추출물, 키토 산/키토올리고당, 프락토올리고당, 프로바이오틱스, 홍국, 대두단백, 테아닌, 엠에스엠(Methyl sulfonylmethane, MSM), 폴리감마글루탐산, 마늘, 히알루 론산, 홍경천추출물, 빌베리추출물, 라피노스, 크레아틴, 유단백가수분해물, 상황버섯추출물, 토마토추출물, 곤약감자 추출물 ○ 식이섬유(15종) : 구아검/구아검가수분해물, 글루코만난(곤약, 곤약만난), 귀리식이섬유, 난소화 성말토덱스트린, 대두식이섬유, 목이버섯식이섬유, 밀식이섬유, 보리식이섬유, 아라비아검(아카시아검), 옥수수겨식이섬유, 이눌린/치커리추출물, 차전자피식 이섬유, 폴리덱스트로스, 호로파종자식이섬유, 분말한천

* 라피노스, 분말한천, 레아틴, 유기백가수분해물, 상황버섯추출물, 토마토추출물, 곤약감자 추출물: ' 17. 07. 01 시행

(자료: 2016 건강기능식품 기능성원료 인정현황, 식품의약품 안전처)

○ 건강기능식품은 기능성 식품 제조에 적용하기 위해 제형된 기능성 소재 및 이를 기반으로 최종 생산되는 2차 가공품을 의미.

○ 기능성 소재란 기능성분을 가지고 있는 식물, 동물, 미생물 자체를 의미하는 소재 기능성 식품 제조에 적용하기 위해 제형된 기능성 소재 및 이를 기반으로 최종 생산되는 2차 가공품을 건강기능식품으로 분류함.

표 10 기능성 식품의 범위 및 분류

기능성 농식품 종류		사 례
원재료	식량·원예·약용·특용작물, 축산물, 미생물 등 자연 상태로도 충분한 양의 유익한 성분을 함유한 식품	대두, 마늘, 양파, 귀리, 시금치, 버섯, 헛개나무, 가시오가피, 인삼, 황기, 십자화과 채소 등
	재배방법, 보통의 품종개발 등으로 기능성 성분을 높인 식품	유기농산물, 건강홍미, 흑진미, 원기고추, 새마루포도, 콩나물, 양상추, 허밀감등
1차 가공품	기능성 소재를 이용한 단순 가공품	흑마늘, 인삼 절임, 홍삼, 버섯을 포함한 각종 건조 농산물, 신선편이 농산물 등
2차 가공품	즙, 엑기스, 농축액 등 소재 유래 추출물	채소 및 과일을 활용한 액즙, 엑기스, 농축액 등
	기능성 소재를 이용하여 가공한 식품	유기가공식품, 전통장류 등 발효식품, 식이보충제, 건강보조식품 등
	보정된 제조방식으로 기능성 성분을 강화 또는 포함시킨 식품	기능강화식품, 식물성스테롤 강화 마가린
	기능성 성분 향상 또는 위해 성분이 제거·감소된 식품	건강기능식품, 특정보건용식품 등

*자료: World Bank(2006). Health Enhancing Foods

라. 올리고당

(1) 올리고당(oligosaccharides)

- 올리고당(oligosaccharides)은 글루코스(glucose), 프룩토스(fructose), 갈락토스(galactose)와 같은 당이 2~8개 정도 결합한 당으로 감미를 가진 수용성의 결정성 물질로서, 기존의 감미료인 설탕, 맥아당 등이 가진 건강상의 결점을 개선할 목적으로 효소 합성에 의해 만들어진 당으로 구성된 물질임. 기능성 당은 탄수화물로부터 유래한 소재로 생리적 기능과 물리화학적 특성이 우수하여 식품에 응용할 수 있는 범위가 넓다. 기능성 당은 화학구조의 특징에 따라 올리고당, 당알코올, 사이클로덱스트린(cyclodextrin)으로 크게 분류할 수 있음.
- 올리고당의 열량은 설탕의 4분의1 정도이며 체내에서 소화, 흡수가 빨리 이루어지지 않아 인슐린 분비를 안정시킨다는 것이 알려지면서 최근 소비량이 늘고 있음.

(2) 기능성 올리고당

- 기능성 올리고당은 단당류가 2~8개 결합한 소당류의 일종으로 대부분 난소화성이며, 생리적 기능을 가짐. 섭취 시에 장내 소화효소에 의해서 분해되지 않고, 큰창자까지 도달해 그곳에 서식하고 있는 비피더스균을 비롯한 장내 유용한 세균에 의해 이용되며, 유해 세균의 증식을 억제하는 기능을 가진 올리고당을 지칭함.

- 난소화성인 올리고당은 저열량 감미료로 비피더스의 선택적인 증식 효과가 우수함.
 - 올리고당은 말토올리고당처럼 작은창자에서 소화. 흡수되어 에너지를 내는 것도 있지만, 독특한 분자 형태를 가진 올리고당들은 소화, 흡수되지 않고 큰 창자까지 내려감
 - 난소화성 올리고당은 저칼로리 및 충치예방, 혈중 콜레스테롤 감소, 비피더스균 증식 등의 다양한 생리적 활성을 보임
 - 대체 감미료로서 가지는 다양한 식품학적 기능성으로 식품 제조 시 첨가제로 폭넓게 사용됨

(3) 기능성 올리고당의 역할 - 저열량 감미료

- 난소화성 올리고당들은 큰창자에서 비피더스균과 같은 유익균에 의해 발효되어 아세트산, 프로피온산, 낙산과 같은 휘발성 지방산으로 전환되어 일부 체내에 흡수됨
- 난소화성 올리고당이 장내 박테리아에 의해서 완전히 발효될 경우, 이용 가능한 열량은 2 kcal/g 으로 추정되며 이는 설탕의 약 50%임.
- 난소화성 올리고당은 소화효소에 의해 소화되지 않기 때문에 섭취 후 혈당을 올리지 않으며, 혈중 인슐린 농도에도 영향을 주지 않음
- 다이어트 식품이나 당뇨 환자를 위한 저열량 감미료로 사용가능

(4) 기능성 올리고당의 역할 - 정상작용

- 올리고당의 중요성은 큰창자 속에 있는 미생물과 밀접한 관계가 있음
- 큰창자 속에는 약 500 종의 100 조 마리에 이르는 미생물이 살고 있는데, 인체에 가장 유익한 비피더스균이 가장 좋아하는 먹이가 올리고당임
 - 비피더스균 : 큰창자의 상태를 최적화시킴. 유아기에는 큰창자 내의 95% 가 비피더스균이지만 나이가 들어감에 따라 30~40 % 로 줄어듬. 이에 반 비례하여 장내 유해 세균이 증가하게 되어 유해물질을 대량 생산함.
- 비피더스균을 직접 섭취하면 체내에서 단백질로 인식되어 큰창자까지 도달하지 못하고 소화됨
 - 올리고당은 pH 3.5 에서도 전혀 변성되지 않기 때문에 위를 통과해도 큰 영향을 받지 않음.
 - 난소화성 올리고당의 장내 발효산물인 단쇄지방산과 젖산은 장내의 산도를 낮추어 비피더스균이 증식하기 좋은 환경이 됨.

- 올리고당의 섭취로 인해서 증식한 비피더스균은 장내균무리를 정상적으로 유지하는 기능이 있으므로, 세균성 설사 예방에 효과적이며 장의 연동운동을 촉진하여 변비 해소에 도움을 줄 수 있음.

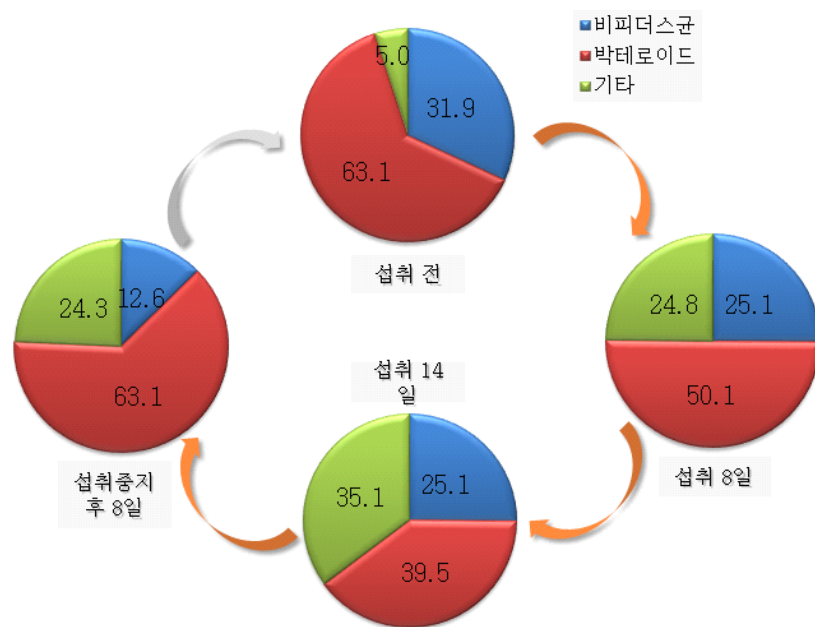


그림 10 올리고당의 정상작용

(5) 기능성 올리고당의 역할 - 지질대사 개선

- 사람과 동물을 대상으로 한 실험에서 올리고당은 체내 콜레스테롤의 흡수, 합성 및 배설 기전을 조절하여 혈액 및 간 조직의 지질대사를 개선시킴

(6) 올리고당의 기타 작용

- 올리고당은 다양한 기능성으로 식품의 품질을 향상시킨다.
 - 올리고당은 고분자 물질이 아니므로 물에 잘 녹고, 식품에 첨가해도 물성과 조직감이 크게 달라지지 않다는 장점을 가짐.
 - 설탕보다 낮고 부드러운 감미를 가지고 있으며, 액상으로 물엿 대신 사용할 수 있으며, 조리한 음식에 윤기와 부드러움을 줌.
 - 수분 흡수능력이 우수하여 식품에서 보습제 기능을 함. 수분활성을 저하시킴으로써 미생물의 생육을 저지하여 식품의 저장성 향상에 도움을 줌

- 마이아르반응에 의한 갈변을 방지

(7) 기능성 올리고당의 종류

(가) 프락토올리고당

- 프락토올리고당은 설탕의 과당잔기에 1~3개의 과당이 결합된 설탕과 유사한 구조를 가진 당류의 혼합물
- 자연적으로는 치커리, 양파, 아스파라거스, 우엉, 벌꿀 등에 함유되어 있으나 함량이 낮아, 효소적인 방법에 의해 대량 생산되고 있음
- 액상뿐 아니라 분말제품도 있어 다양한 용도로 사용이 가능함. 분말 제품은 당뇨 환자용 식품이나 정제 등의 제품을 개발하는 데 용이함.
- 감미도는 프락토올리고당은 설탕의 30%, 프락토올리고당 시럽은 60%

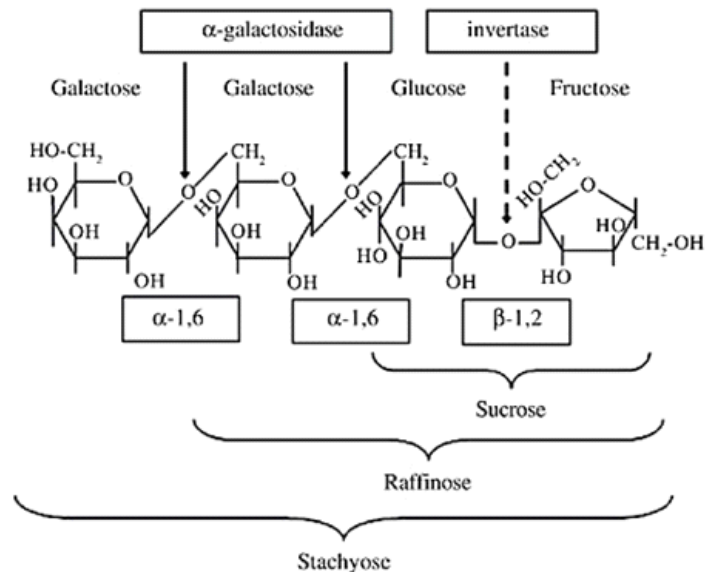


그림 11 프락토올리고당의 구조

(나) 갈락토올리고당

- 유당에 갈락토오스가 1~4개 결합되어 있는 화학구조를 가지고 있으며, 3당류가 주성분임.
- 산업적으로는 고농도 유당액에 미생물이 생산하는 당전이효소를 이용해 갈락토오스 전이 반응에 의해 갈락토올리고당을 생산함.
- 갈락토올리고당의 감미도는 설탕의 40% 정도. 다른 올리고당에 비해 내산성과 내열성이 우수해 분유와 음료에 많이 사용됨.

Major structure of a galactooligosaccharide

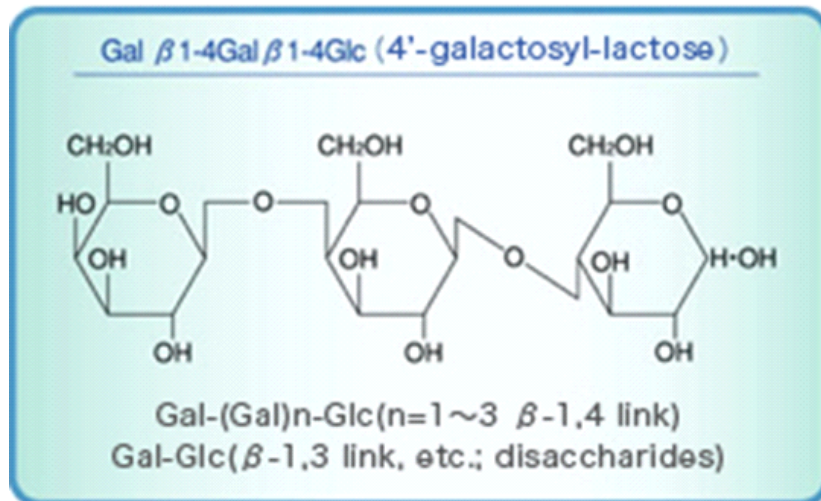


그림 12 갈락토올리고당의 구조

(다) 이소말토올리고당

- 이소말토올리고당은 포도당이 α -1,6 결합으로 당이 2~4개 모여있는 형태의 올리고당임.
- 상업적으로는 이소말토오스, 이소말토트리오스, 이소말토테트라오스 등이 주성분.
- 된장, 간장, 청주 등에 미량으로 함유되어 있음. 산업적으로 포도당에 효소를 작용시키거나 전분에 효소를 이용하여 중합도 2~6인 당류를 제조함.
- 가격이 저렴하여 음료, 유제품, 스낵, 제빵 등 다양한 분야에서 사용됨.
- 기존 물엿이나 설탕에 비해 보습성이 우수. 부드럽고 순한 단맛을 가짐.
- 설탕과 유사한 낮은 점도를 가지고 있어 기존 물엿에 비해 설탕 대체물로 사용이 가능
- 전체 올리고당 수요의 반을 차지함. 감미도는 설탕의 50%.
- 이소말토올리고당은 하루에 8~12 g 섭취하면 장 기능 개선효과를 얻을 수 있으나, 제안된 섭취량보다 많은 양을 한꺼번에 섭취하더라도 기능성이 증가하는 것은 아니며, 과량 섭취하면 설사를 유발함.

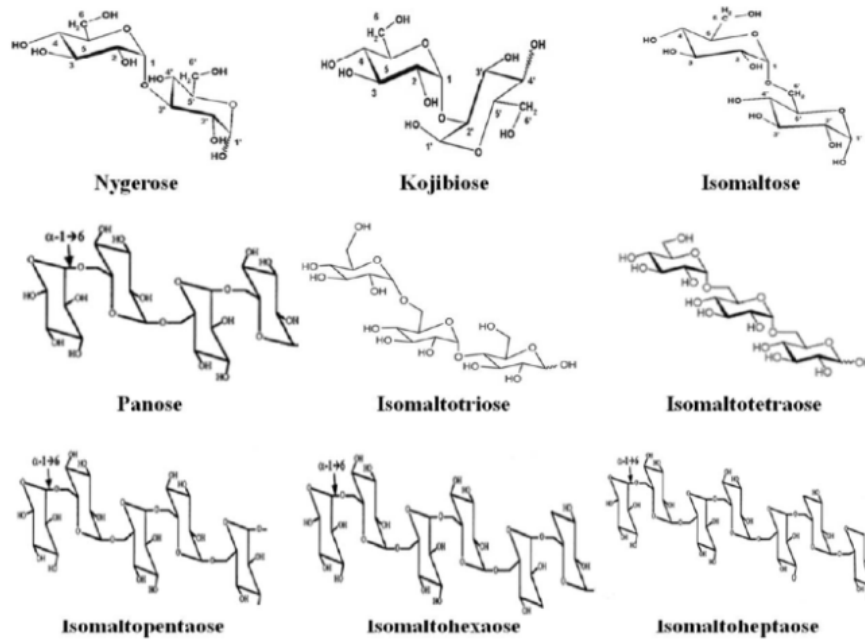


그림 13 이소말토올리고당의 구조

(라) 말토올리고당

- 말토올리고당은 포도당 3~10개가 α -1 \rightarrow 4 결합으로 연결된 직쇄 올리고당으로서 프락토 올리고당과 같은 분지 결합의 난소화성 올리고당 작용과 같은 기능성이 없음
- 반면에 소화 흡수 속도가 포도당보다 빠름 > 소화 흡수가 빨라질 뿐만 아니라 같은 양의 포도당보다 삼투압이 낮아서 소화기관에 부담을 주지 않음
- 운동 후 에너지를 보충하기 위한 스포츠 드링크나 소화기간이 약한 환자용 식품개발에 이용가능
- 저감미, 저점도, 전분의 노화방지 억제효과, 우수한 보습성을 가지고 있어 냉동 빵생지, 냉동식품, 제과 제빵, 양금, 두유제품 등에 물성 개선의 목적으로 사용

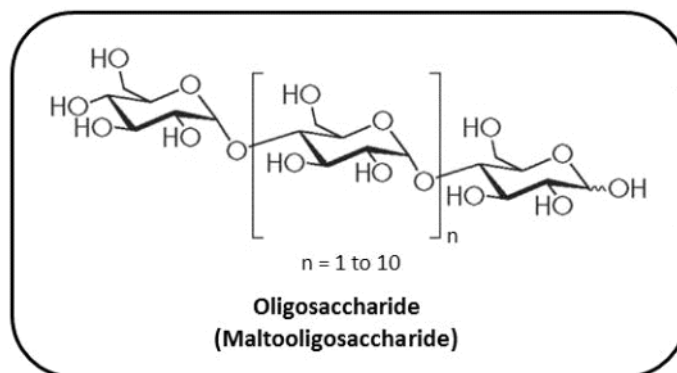


그림 14 말토올리고당의 구조

마. 식이 섬유

- 식이섬유는 생리 기능적 측면에서 중요하게 평가받고 있으며, 생리활성 인자로서 뿐만 아니라 영양학적으로 중요하게 평가되어 지고 있음. 육류 섭취량이 증가하고 영양소의 과잉 섭취로 인한 성인병 발생이 높아지는 추세에서 식이섬유는 기능성 식품으로 그 중요성이 한층 고조되고 있음.
- 미강은 천연 식이섬유의 우수한 공급원으로, 식품 전반에 걸쳐 많이 활용되고 있음. 미강 내 식이섬유는 20~ 30% 가량으로, 그 대부분이 불용성 식이섬유로 구성되어 있는데, 그동안 식품으로서의 활용은 미미하여 대부분 동물 사료나 식물 재배 시 비료 또는 버섯 재배 시 배지로서 많이 이용됨.
- 미강에는 쌀을 도정하고 생기는 일종의 분쇄 혼합물로서 식이섬유 및 유용성분 등이 다량 함유되어 있으나, 미강 층에 다량의 지방을 함유하고 있어서 저장 중 특히 Lipase로 인한 산패로 저장 중 품질이 급속도로 저하되는 문제가 있음.
- 따라서, 미강에서 탈지(착유)공정 또는 초임계공정을 거친 단백질 및 식이섬유소재를 사용하면 충분히 부가가치를 높힐 수 있음.
- 미강 식이섬유는 귀리나 밀 등 다른 식이섬유원 과는 달리 헤미셀룰로스가 풍부하여 연한 조직특성을 나타내며, 소재 자체의 기능성 보다는 저렴한 가격과 적용의 편리성 때문에 높은 평가를 받아왔었음.

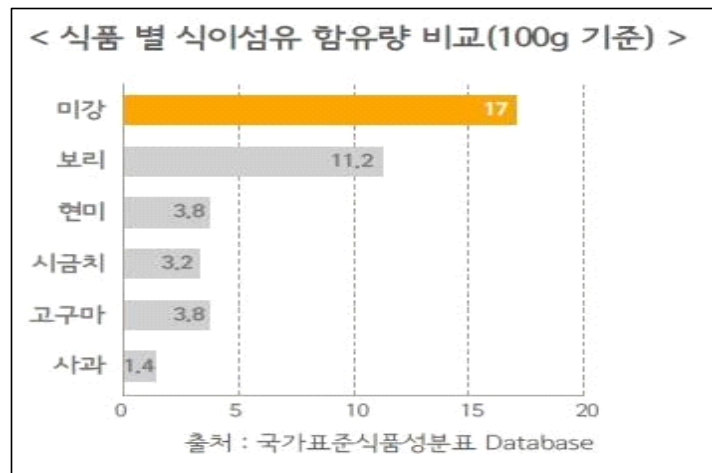


그림 15 식품 별 식이섬유 함유량 비교 (100g 기준)

바. 쌀을 이용한 조청 및 올리고당 개발의 필요성

- 전세계적인 트렌드로 맛과 동시에 건강함을 추구하는 당이 3번째로 랭크되어 있음. 세계적인 트렌드로서 설탕을 대신하는 건강한 감미료의 소비자의 니즈가 높아지고 이러한 것이 전반적으로 반영이 된 것을 확인할 수 있음.



그림 16 세계 식품 트렌드 TOP 10, 2017

(출처 : 이노바 마켓 인사이트, TOP 10 Trends 2017)

- 세계적인 트렌드 뿐만 아니라 식품의약품안전처에서 제1차 당류 저감 종합계획('16-'20)을 발표함에 따라 교육부에서는 '17년 학생건강증진 기본방향에 학교급식 당류 저감화 실천 방향을 발표하였음.

- 우리 국민의 당류 적정 섭취를 유도하는 것으로서 2020년까지 가공식품을 통한 당류 섭취량을 1일 열량의 10% 이내로 관리하는 것이며, 하루에 총 2,000kcal를 섭취하는 성인의 경우 당으로 200kcal 즉, 50g을 섭취하는 것을 권장함.
- 주요 내용으로 국민 개개인의 식습관 개선 및 인식 개선, 당류를 줄인 식품을 선택할 수 있는 환경 조성(영양표시 대상 식품을 단계적으로 확대, 가공식품 당류 %영양성분 기준치 표시 의무화, 식품산업체에 당류 저감 기술 개발 및 보급, 식품별 당류 줄이기 목표와 연도별 가이드 라인제시, 가정 급식소와 외식업체에 당류 줄일 수 있는 조리법과 메뉴 개

발지원, 어린이 청소년 대상 당류 함량 높은 식품 판매제한 확대), 당류 줄이기 추진기반 구축이 있음.

- 영유아의 경우, 당류 섭취에 유제품을 포함한 음료의 기여 비율이 높으며, 유아기는 일생의 식습관이 형성되는 시기로서, 영유아의 당류 섭취 저감화에 부합하는 대체당의 개발이 필요함.

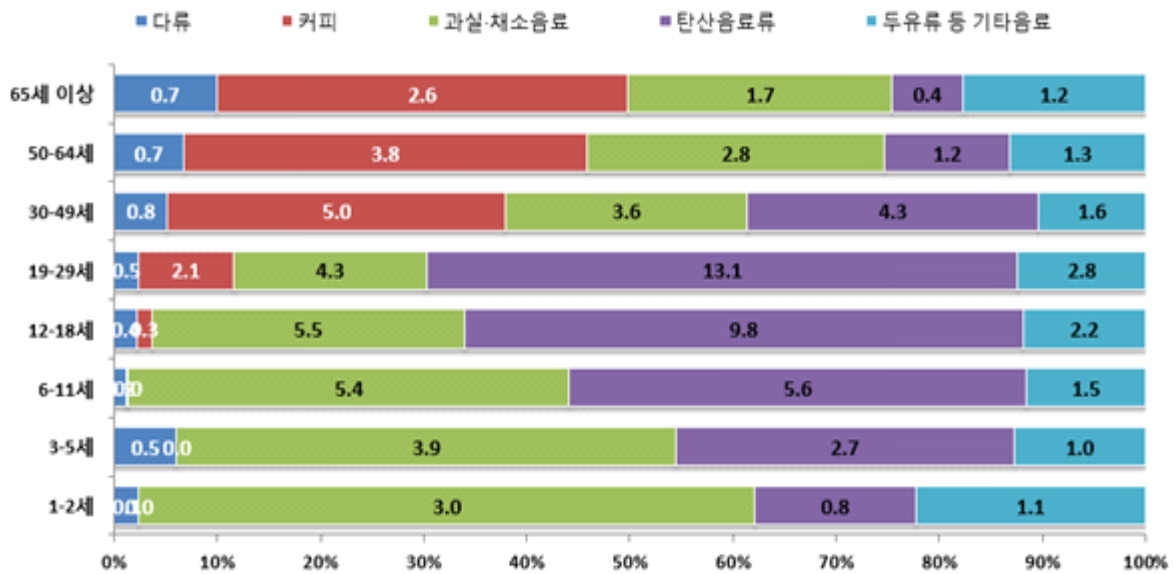


그림 17 가공식품 중 당류 주요 급원 식품 분포(2013년)

- 시장조사기관 링크아즈텍에 따르면, 가정용 설탕시장 규모는 2012년 1,916억원에서 2013년 2,103억원, 2014년 1812억원 규모로 최근 줄어드는 추세임. 이에 비해 올리고당 시장은 2012년 274억원에서 2014년 325억원으로 매년 9% 가량 꾸준히 성장하고 있음.
- 쌀 전분 (rice starch)은 식품 산업에 있어서 소스류와 스프 제품 제조에 사용되는 지방을 대체할 수 있으며, 쌀전분을 이용한 쌀올리고당인 말토올리고당, 맥아당, 이소말토올리고당 및 과당 등을 개발할 수 있으며, 또한 제품에 윤기가 흐르게 하여 제품의 시각적효과를 증진시키는 효과를 가지고 있어, 제품적용에 확대되고 있는 상황임.
- 2016년 12월 기준 장 건강 기능성 원료로 총 20개(중복 포함)의 소재가 등록 되어 있음.
- 이소말토 올리고당은 장건강(장내유익균 증식 및 유해균 억제, 배변활동 도움) 기능성 소재로 등록되어 있음.

표 11 장건강 기능성원료 현황(2016년 12월 기준)

기능성		기능성 원료	건수
장건강	장내 유익균 증식 및 유해균 억제에 도움	갈락토올리고당, 구아검가수분해물, 대두올리고당, 라피노스, 락추로스파우더, 밀전분유래 난소화성 말토덱스트린, 이소말토올리고당, 자일로올리고당, 커피만노올리고당분말, 프락토올리고당	10
	면역을 조절하여 장건강에 도움	프로바이오틱스(VSL#3)	1
	배변활동에 원활에 도움	대두올리고당, 라피노스, 목이버섯, 무화과폐이스트, 분말한천, 이소말토올리고당, 자일로올리고당, 커피만노올리고당, 프락토올리고당	9

(1) 설탕대체시장의 발생 및 지속적 성장 추이

- 당류는 탄수화물의 기본단위로써 탄수화물에는 포도당, 과당, 갈락토오스와 같은 1개의 당으로 구성된 단당류와 설탕, 맥아당, 유당 등의 두 개의 당으로 구성된 이당류, 그리고 3~10개의 당으로 구성된 올리고당, 10개 이상의 당으로 구성된 다당류가 있다. 다당류에는 전분, 글라이코젠이 포함되며, 마지막으로 솔비톨과 만니톨과 같은 당알코올이 있다. 이 중에서 섭취와 동시에 흡수되어 혈당을 높이고, 비만이나 당뇨병, 고지혈증의 원인이 될 수 있는 이당류에 해당하는 설탕에 대해 그 섭취를 삼가거나 제한할 것을 권장하고 있음.
- 설탕대체 시장이 발생함으로써 천연 감미료 및 자연당 시장의 관심이 집중되고 있으며 지속적인 성장 추이를 나타내고 있음.

일반 설탕 vs 대체 감미료 연도별 매출액

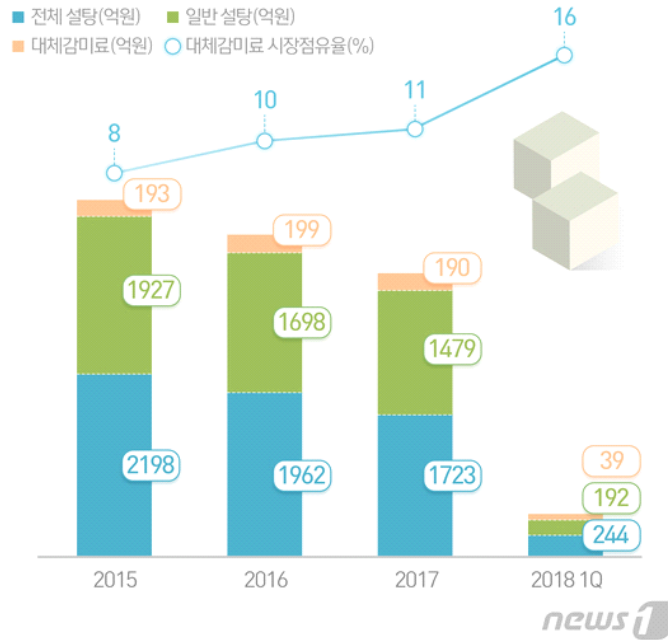


그림 18 설탕 및 대체 감미료 시장 분석

(출처 : 뉴스원 2018.09.11.)

(2) 설탕대체 자연당으로써 쌀 조청 및 쌀 올리고당의 부각

- 조청은 전통적인 식품으로서 쌀이나 곡류를 당화시켜 제조함. 조청은 장의 독소와 노폐물을 제거하고, 소화기 계통에 도움을 줘 소화가 안되는 사람에게 매우 좋다고 알려져 있으며, 혈액이 맑아지고 세포가 재생되어 체질이 개선되며, 변비와 비만에 좋다고 알려져 있음. 또한 설탕과 달리 혈당에 변화가 없으며 오래 보관해서 성분이 변질되지 않는 장점이 있음.
- 쌀 조청 제조시 사용되는 알파-아밀라아제를 이용한 기존 당화공정에 transglucosidase의 전이반응을 추가적으로 진행하면 이소말토올리고당 (isomaltooligosaccharide)이 생성되며, 이소말토올리고당은 프럭토올리고당, 갈락토올리고당, 말토올리고당, 자일로올리고당, 혼합올리고당 등의 5가지 올리고당과 함께 기능성 올리고당으로 분류되어 있고, 프리바이오틱스 (Prebiotics)로 활용성이 높음.
- 현재 식약청 건강기능식품소재로 인정된 프리바이오틱스는 프락토올리고당 (fructooligo

saccharides)과 이소말토올리고당(isomaltooligosaccharides)이 있으며, 그 외 대표적 프리바이오틱스의 종류는 하기와 같음.

표 12 대표적 Prebiotics 의 종류

○ 올리고당의 종류	○ 식이섬유의 종류
<ul style="list-style-type: none"> · Lactose 유래: galacto oligosaccharide, lactulose · Sucrose 유래: 프럭토 올리고당 · Lactose와 sucrose 유래: lactosucrose · 난소화성 올리고당: 자일로 올리고당, 대두 올리고당, raffinose 	<ul style="list-style-type: none"> · Polydextrose, inulin · Dextrin, guar gum, arbic gum, · 난소화성 전분 등

- 최근들어 유산균의 기능이 장내 국한된 것이 아니라 면역계 전반에 영향을 미친다는 연구 결과가 나타나고 있음에 따라 유산균 프로바이오틱스와 유산균생육촉진제인 프리바이오틱스의 융합 제품인 신바이오틱스 (Synbiotics) 개발이 시도되고 있는 실정이다.
- 따라서 쌀 유래 자연당은 식품 천연 감미료의 활용뿐 아니라 건강기능식품용 프리바이오틱스 및 신바이오틱스로의 활용성도 매우 높은 가능성을 나타내고 있다.

(3) 쌀 조청의 문제점 및 연구개발의 필요성

- 쌀 조청은 점성이 강하며 흡습성이 높아 제품 사용 및 보관이 용이하지 못하며, 이러한 물리적 특성으로 인해 분말화가 매우 어려워 제품 활용도가 낮으며, 이를 개선할 기술 및 제품 개발이 요구되는 실정.
- 현재까지 쌀 유래 조청은 분말 형태의 출시 제품이 없으며, 액상제품에 국한되어 제품 활용성이 낮아 식품용 조미당 또는 차류에 한정되어 있음.
- 따라서 쌀 소비 촉진의 일환으로써 쌀 유래 자연당 및 기능성 올리고당의 제품 활용성을 증대시킬수 있는 당화기술, 제형화 기술, 생리활성 검증 등의 연구개발 및 사업화 적용을 위한 대량 생산기술 및 제품화 개발이 요구.

1-2. 연구개발의 필요성

가. 쌀 소비 시장의 축소

- 쌀은 우리나라의 주요 식품원으로 이용되고 있지만, 소비량이 감소함에 따라 잉여량이 늘어나고 있고, 이에 따른 정부에서 사용하는 보관 및 직매 비용이 상당히 늘어나고 있는 상태임.
- 이러한 쌀을 이용하여 가공식품으로 이용하고 이를 넘어 쌀 자체로 판매되는 것보다 높은 부가가치를 창출할 수 있는 시장을 형성할 수 있음.
- 쌀을 가공한 소재 가공 기술을 개발하여 이에 대한 기반구축을 통해 다른 식량 자원, 기능성 바이오소재 활용 식물자원을 소재화 할 수 있으며 시설의 일부를 공통 활용할 수 있어 2단계 이상으로 원료를 증가시킬 수 있음. 이에 연계하여 원료를 증가시킬 때 예산을 절감할 수 있을 뿐만이 아니라 전문인력의 노하우인 과학기술을 집약화 하여 기술, 시설, 인력 자원 활용성의 증대가 가능함.

나. 사업화의 필요성

- CJ제일제당, 신송식품, 청정원, 오복 등의 기업과 관련 제품의 공급계약이 진행 중.
- 상기 대기업들과 해외 수출 상품 개발 필요.
- 미곡 탄수화물은 전분 및 셀룰로오스로 구성되어 있어 종래 조청 제조공정에서 사용되는 아밀라제 의존 당화방식은 조청 내 셀룰로오스 함량이 높아 강한 점성을 나타내는 특성을 보임.
- 이러한 조청의 특성으로 인해, 생산적 측면에서는 배관 막힘 현상이나 배관 내 부착으로 인한 조청 생산량의 손실이 큰 문제로 작용.
- 또한, 제품적 측면에서는 조청의 강한 점성 및 흡습성은 제품 보관이나 사용상의 편의성 및 정량적 첨가량의 칭량이 문제점으로 작용하며, 제품 활용 범위도 극히 제한적임.
- 조청을 활용한 식품은 대다수 조미용 액상 제품이나 차류에 국한되어 있어 조청의 생리활성적 기능에 비해 출시 제품군들은 대다수 단순 식품류이며 고부가가치 식품으로의 활

용은 시도되기 힘든 실정.

- 현재까지도 분말화된 조청은 출시되지 않았으며, 분말화 조청의 개발이 완료되면 이를 활용한 다양한 종류의 식품 군 및 건강기능성 식품으로의 적용 범위가 확대될 것으로 판단됨.
- 분말화 조청을 이용한 제품군의 확대는 형태의 변화에만 국한되지 않으며, 기능성의 다변화에도 영향을 줄 수 있음.
- 하기에 분말화 조청을 이용한 제품 확대 범위를 나타내었음.

표 13 분말화 조청을 이용한 제품군의 확대

	제품 종류	특징
식품	1> 설탕대체 자연당 - 요리당, 차류, 대체 감미료 2> 기타 분말류와의 프리믹스 제품군	1> 첨가량의 칭량 및 사용의 편의성 2> 보관성 및 유통기한 향상 3> 포장 형태의 변화(스틱형, 파우치형, 소형 용기)
건강기능식품	1> 쌀 올리고당 2> 프리바이오틱스 3> 신바이오틱스	

- 본 기술은 상기와 같은 종래 기술 제품의 문제점 개선 및 신제품 개발 활용도 향상을 위해서 미곡 유래 탄수화물로부터 복합당화 및 효소분해 기반 올리고당 생산 기술을 이용하여 제품의 점성 감소, 당도 향상, 생산 수율 증대 시켜 생산 단가를 저감화 할 수 있다.
- 또한 조청 분말화에 있어서, 종래 분말화 기술인 분무 건조 및 과립화 기술 그리고 메일라드화 반응기술 등을 적용하여 조청의 물리적 성질을 변화시켜 조청의 고형화 및 분말화를 수행할 수 있다.
- 전통적으로 쌀은 조청 등의 감미료를 제조하는데 널리 사용되어 왔으며, 최근에는 전통 방식 대신에, 효소 처리를 통하여 대량으로 몰염, 올리고당류 등을 제조하고 있음.

표 14 쌀과 쌀 시럽박의 영양성분 조성

	Rice ¹⁾	Rice syrup meal
Crude Protein	6.12-8.67	71.16
Crude Lipid	0.35-0.45	8.13
Crude Ash	0.59-0.63	0.94
Moisture content	13.22-14.23	0.62
Carbohydrates	76.60-79.12	19.15

(출처: Kum, J. S., C. H. Lee, K. H. Baek, S. H. Lee, and H. Y. Lee. 1995. Influence of cultivar on rice starch and cooking properties. Korean J. Food Sci. Technol. 27, 365-369.)

다. 기능성 당류의 개발

- 일반적으로 곡물로부터 수득한 전분은 다양한 전분당의 원료로 이용되는데, 가장 보편적으로 활용되고 있는 전분당류는 포도당, 과당, 맥아당 등의 일반 당류와 말토올리고당, 이소말토올리고당 등의 기능성 당류가 있음.
- 말토올리고당은 설탕과 물리적인 성질이 매우 유사하고 감미도 비교적 흡사하기 때문에 설탕 대체물질로 사용되며, 제품의 식감을 개선하고, 전분의 노화를 억제하는 효과가 있다고 알려져 있음.
- 현재 두유와 같은 경우, 말토올리고당을 통해 그 식감을 조절하고 있으며, 유기농 두유와 유가공 식품 등에서의 식감 개선 및 전분 노화 방지제로서 활용을 통해 유기가공식품의 질적 개선에 기여할 것으로 사료됨.
- 이소말토올리고당은 Pannose, isomaltose, isomaltotriose 등을 주성분으로 하는 포도당이 α -1,6 결합으로 당이 2~4개 모여 있는 형태의 올리고당 혼합물을 말함.
- 장내 유익균을 증식시켜 장내 유해균의 증식을 억제하고 정장작용 및 배변활동의 개선에 효과가 있다고 알려져 있으며, 대표적으로 bifidus균의 증식인자로 많이 알려져 있음.
- 최근 미국에서는 스포츠 시장을 중심으로 식이섬유 급원으로서, 이소말토올리고당 시장이 급증하고 있어, 유기농 이소말토올리고당의 새로운 시장 창출이 가능할 것으로 사료됨.

1-3. 연구개발 범위

가. 최종 목표

미곡 유래 탄수화물 복합당화 및 메일라드반응을 이용한 조청가루 기반 고부가가치 식품 개발 및 올리고당 개발을 통한 Synbiotic 제품의 개발

나. 세부 목표

(1) 미곡 유래 자연당 기반 설탕 대체 식품감미료 개발

- 분말 조청 : 기존 조청을 활용하여 분말화 기술을 개발하여 이를 접목, 분말조청을 개발함.
- 액상 올리고당 : 미곡(쌀)을 이용하여 액상올리고당을 제조. 기능성 올리고당으로 제조함.
- 분말 올리고당 : 개발된 액상 올리고당을 동해서 조청의 분말화 기술을 접목하여, 분말올리고당 제조.

□ 핵심기술 : 조청 및 올리고당의 분말화 기술.

액상 올리고당의 효소 반응 조건 설정에 대한 기술.

대량 생산을 위한 효소 고정화 기술.

개발제품	판단기준	단위	달성목표
분말조청	분말화 정도	mm	5mm 이하
	감미도	%	설탕 대비 40%
	용해도	%	설탕 대비 100%
액상올리고당	감미도	%	설탕 대비 40%
	당도(고형분함량)	brix	75
	난소화성 올리고당 함유량	%	10% 이상
분말올리고당	분말화 정도	mm	5mm 이하
	감미도	%	설탕 대비 35%
	용해도	%	설탕 대비 40%

(2) 미곡 유래 올리고당 기반 건강기능식품 개발

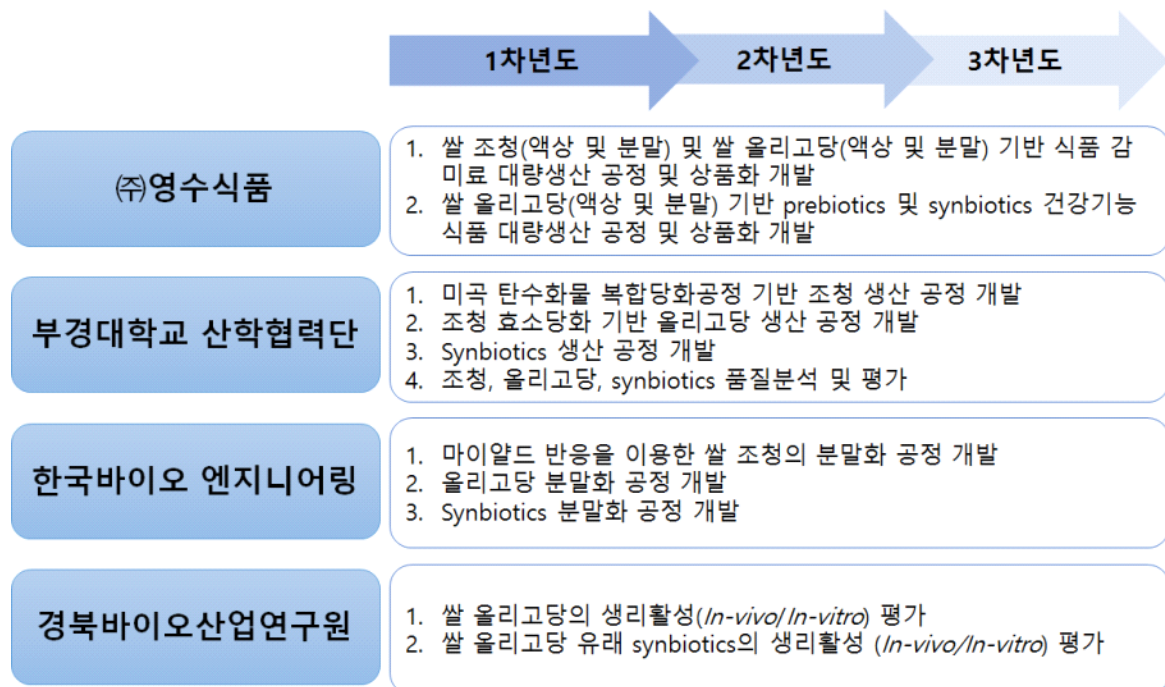
- Prebiotics : 분말올리고당을 기반으로 하는 건강기능식품
- Synbiotics : 분말올리고당, 미강유래 식이섬유, 유산균을 포함하는 분말 Synbiotics제품의 개발. (1회 섭취용 파우치 제품의 개발)

□ 핵심기술 : 유산균 분말화 기술

기능성을 나타낼 수 있는 올리고당, 미강유래 식이섬유, 유산균의 배합비율 설정

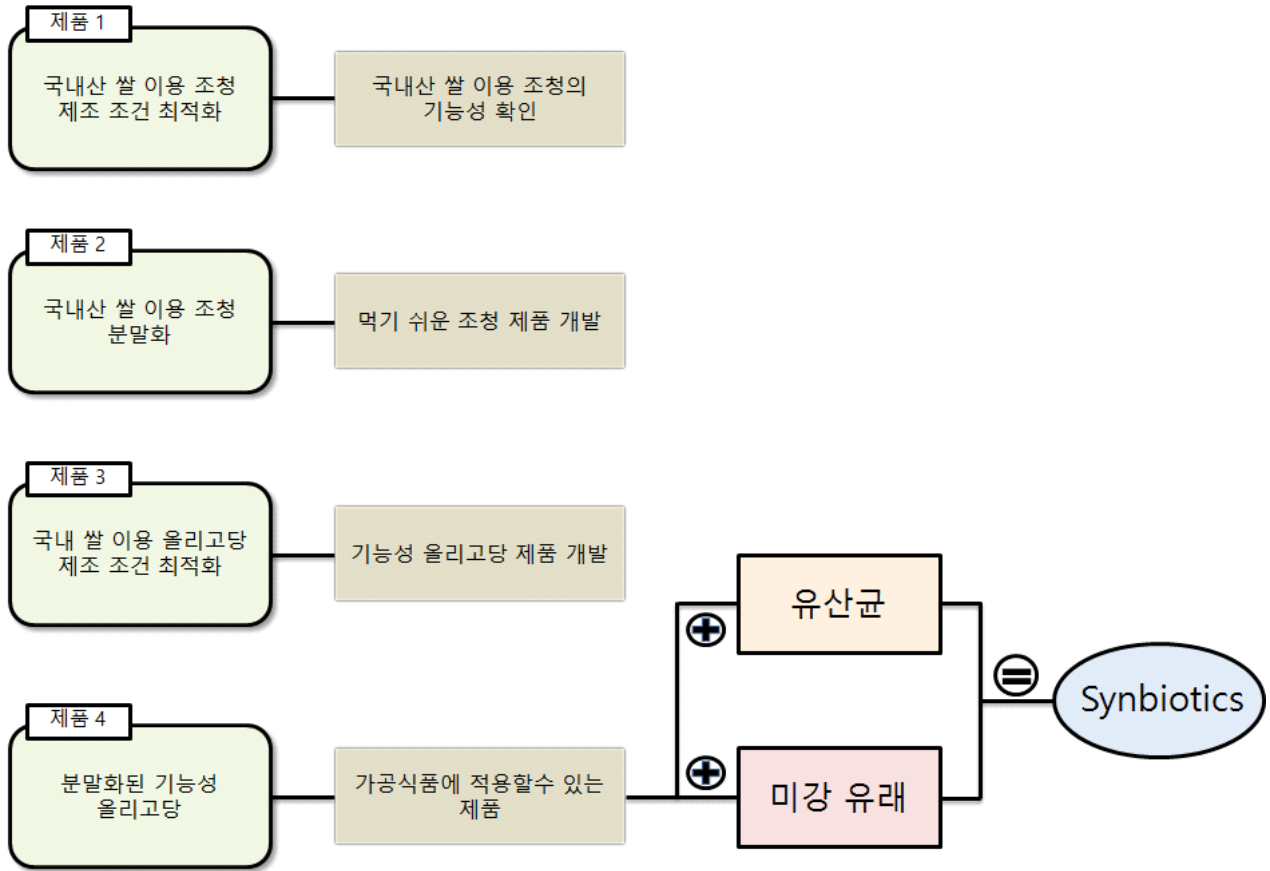
개발제품	판단기준	단위	달성목표
Synbiotics 제품	유산균수	log CFU/g	6 이상
	분말화정도	mm	5mm 이하
	식이섬유 함량	%	3% 이상
	관능평가	점/100점	70점 이상

(3) 연차별 참여기관 개발 목표 및 개발 범위



	영수식품	한국바이오 엔지니어링	부경대학교 산학협력단	경북바이오 산업연구원
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청, 올리고당 식품 감미료 연구 • 미곡 조청, 올리고당 건강기능식품 연구 • 분말 조청 시제품 생산 공정 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청 분말화 기법 • 연구 및 공정개발 • 분말 시제품 장비 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소 반응 최적화 조건 설정 • 올리고당 분석법의 확립 	<ul style="list-style-type: none"> • 조청의 기능성 평가 - 장내세균활성 평가
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청, 올리고당 기반 감미료, 건강기능식품의 상품화 연구 및 개발 • 액상 및 분말 조청 시제품의 생산 • 제품 디자인의 개발 • 시제품 생산설비 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 탄수화물 복합당화물(올리고당) 분말화 공정 개발 • 분말화 장비 설비 및 보완 • 분말화 대량생산공정 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소 반응 대량 생산을 위한 조건 설정 • 미강을 이용한 식이섬유 추출공정의 최적화 • 식이섬유 분석법 개발 • 생산된 분말 조청 및 액상 올리고당에 대한 품질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 개발된 올리고당에 대한 기능성 평가 - 장내세균활성 평가
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> • 분말 올리고당 제품 생산 • Prebiotics 및 synbiotics 혼합 건강기능식품의 상품화 연구 및 개발 • 시제품생산 • 감미료, 건강기능식품 보완 • 포장디자인 등의 보완 • 대량생산공정 설계 및 개발, 생산 	<ul style="list-style-type: none"> • 분말화 보완 및 적용 • Biotics 복합혼합물 분말 공정 개발 • 시제품 보완 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡에 적합한 유산균 주 선정 • Synbiotic 제품을 위한 미강추출 식이섬유, 분말 유산균, 분말 기능성 올리고당 배합 비율 최적화 • 개발된 액상, 분말 올리고당 및 synbiotics 제품에 대한 품질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • Synbiotic 제품에 대한 기능성 평가 - 장내세균활성 평가

(4) 연구개발 목표 및 주요 개요도



2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 실험 방법 및 결과

<<주>영수식품>

I. 국내산 쌀 조청 생산 공정 연구

가. 국내산 쌀 조청 생산 공정의 표준화 연구

(1) 국내산 쌀 조청 생산 공정의 표준화

- 당화 과정에서의 효소 반응에 따른 옥수수전분과 쌀에 대한 차이점 비교
- 필터 통과 과정에서의 문제점 발생하여 (전분보다 넘어가지 않음) 파라셀 투입
- 농축 과정에서의 색/ 감미에 따른 제품 상용화에 대한 연구
- 완제품에 대한 브릭스 체크 및 점성 체크

(2) 국내산 쌀 조청 제조 시 효소 반응

- 당화 과정에서의 효소 반응에 따른 옥수수전분과 쌀에 대한 차이점 비교 시, 옥수수의 당화 속도는 현재 기존 효소를 사용하여 일정기간동안 당화기간을 거치면 별 문제없이 필터에 통과가 되었으나, 쌀의 당화속도는 현재 기존 효소를 사용함과 동시에 엿기름 가루를 투여하여 맛의 풍미를 높이는 작업이 필요하였음.
- 엿기름 가루를 원료 4톤 당 30kg 사용하였을 시 옥수수 조청과 큰 차이를 보이지 않고 오히려 브릭스 차이로 인한 사용감이 불편함이 가중됨. 아래 표와 같이 엿기름 가루 45kg 투입함으로 쌀조청의 감미가 좋아짐을 느끼고 사용감에 대한 차이는 브릭스 조절을 통하여 개선하기로 함.

표 15 쌀과 옥수수 조청의 브라인드 테스트 (원료 4톤 당 엿기름 가루 30kg 사용 시)
(5점 만점 기준)

항목 \ 품목	국내산쌀	수입산쌀	옥수수
감미	3.5	3.5	3.5
접도	3	3	3
사용감	3	3	5

표 16 쌀과 옥수수 조청의 브라인드 테스트 (원료 4톤 당 엿기름 가루 45kg 사용 시)
(5점 만점 기준)

항목 \ 품목	국내산쌀	수입산쌀	옥수수
감미	4.5	4.5	3.5
접도	3	3	3
사용감	3	3	5

(3) 국내산 쌀 조청 제조 시 여과 공정

○ 쌀조청 당화액의 필터프레스 통과 시 기존 옥수수 제품보다 가공시간이 오래 걸리고 여과가 안 되는 문제점이 발생되어 파라셀 투입 후 가공시간(여과)이 단축됨. 옥수수와 쌀의 필터통과 속도가 유사해짐을 확인 하여 공정을 재정립하였음.

○ 단위 공정의 수정

- 기존 공정 : 원료 투입 -> 효소투입 -> 엿기름 투입 -> 당화 -> 여과 -> 농축
- 변경 공정 : 원료 투입 -> 효소투입 -> 엿기름 투입 -> 당화 -> 파라셀 투입 -> 여과 -> 농축

표 17 쌀과 옥수수 당화액의 필터프레스 여과 속도

(단위/톤)

여과시간 \ 품목	국내산쌀	수입산쌀	옥수수
1시간	0.2	0.3	1
2시간	0.5	0.5	2
3시간	0.6	0.7	3
4시간	0.8	0.9	4

표 18 쌀과 옥수수 당화액의 필터프레스 여과 속도

(단위/톤)

여과시간 \ 품목	국내산쌀	수입산쌀	옥수수
1시간	0.9	0.9	1
2시간	1.9	1.8	2
3시간	3	2.9	3
4시간	3.9	3.8	4

나. 미곡 조청 생산 공정 수립

- 1) 원료투입 : 가열된 물에 탄산칼슘, 효소를 투입한 후, 쌀을 투입한다
- 2) 당화 : 투입한 원료를 가열시켜 당액을 만든 후 엿기름을 투입하여, 당화과정을 거친 후 파라셀을 투입한다.
- 3) 필터프레스 : 당액을 필터프레스를 통과시켜 1차 여과한다
- 4) 당액 저장 : 필터프레스를 통과한 당액을 저장한다
- 5) 필터프레스 : 당액을 다시 한번 필터프레스를 통과시켜 2차 여과한다.
- 6) 살균 : 100℃로 가열하여 살균 및 거품을 제거한다.
- 7) 농축 : 스팀농축탱크에서 당액을 가열 농축하여 최종 브릭스가 81브릭스 이상이 되도록 농축한다.
- 8) 보관 : 농축이 완료된 완제품을 소분 탱크로 이동시켜 냉각/보관한다
- 9) 충전 : 용기를 투입하여 제품을 충전한다
- 10) 캡핑 : 충전이 완료된 용기에 캡핑기를 이용하여 캡핑한다.
- 11) 라벨링 : 날인기를 이용해 라벨에 유통기한을 인쇄한다. 날인된 라벨을 제품에 떨어지지 않게 부착한다
- 12) X-ray 검출공정 : X-ray 검출기를 통과하여 제품의 이물질을 찾아낸다.
- 13) 외포장 : 완제품 검사를 통과한 제품을 박스 포장/ 밴딩하여 적재하거나 용기자체로 적재한다
- 14) 외포장-2 : 완제품 검사를 통과한 제품을 박스 포장/밴딩하여 적재하거나 용기자체로 적재한다

미곡 조청 제조공정도



1. 원료투입 : 가열된 물에 탄산칼슘, 효소를 투입한 후, 쌀을 투입한다



2. 당화 : 투입한 원료를 가열시켜 당액을 만든 후 엿기름을 투입하여, 당화과정을 거친 후 저장한다



3. 필터프레스 : 당액을 필터프레스를 통과시켜 1차 여과한다



4. 당액 저장 : 필터프레스를 통과한 당액을 저장한다



5. 필터프레스 : 당액을 다시 한번 필터프레스를 통과시켜 2차 여과한다.



6. 살균 : 100°C로 가열하여 살균 및 거품을 제거한다.



7. 농축 : 스팀농축탱크에서 당액을 가열 농축하여 최종 브릭스가 81브릭스 이상이 되도록 농축한다.



8. 보관 : 농축이 완료된 완제품을 소분 탱크로 이동시켜 냉각/보관한다



9. 충전 : 용기를 투입하여 제품을 충전한다



10. 캡핑 : 충진이 완료된 용기에 캡핑기를 이용하여 캡핑한다.



11. 라벨링 : 날인기를 이용해 라벨에 유통기한을 인쇄한다. 날인된 라벨을 제품에 떨어지지 않게 부착한다



12. X-ray 검출공정 : X-ray 검출기를 통과하여 제품의 이물질을 찾아낸다.



13. 외포장 : 완제품 검사를 통과한 제품을 박스 포장/밴딩하여 적재하거나 용기 자체로 적재한다.



14. 외포장-2 : 완제품 검사를 통과한 제품을 박스 포장/밴딩하여 적재하거나 용기 자체로 적재한다

그림 22 국내산 쌀 조청 제조 공정

다. 미곡 조청 품목신고



발급번호 : 1E4E-JKAM-GTWW-FPFW-80HG

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명) 정현민	생년월일(법인번호) 1977년 10월 19일		
	주소 충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15	전화번호 04194356978	휴대전화	
	영점(상호) (주)영수식품			
영업소	소재지 충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15			
	식품의 유형 물엿	영점등록번호 20160472043		
제품정보	제품명 성수 쌀조청			
	유통기한 제조일로부터 2년			
	품질유지기한			
	원재료 또는 성분명 및 배합 비율	뭇장에 기재		
	용도 용법	뭇장에 기재		
	보관방법 및 포장재질	뭇장에 기재		
	포장방법 및 포장단위	내부:PE,PET - 외부:골판지, 내부:CAN - 외부:없음		
	성상	감미를 갖는 갈색의 점조성 액상으로 이미, 이취가 없어야 한다.		
	고열량·저영양 식품 해당 여부	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input checked="" type="checkbox"/> 해당 없음	활성인공 여부	<input type="checkbox"/> 예 <input checked="" type="checkbox"/> 아니오
기타				

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2018년 11월 30일
보고인 정현민

충청남도 청양군수 귀하

품목보고번호	20160472043-12	처리부서	민원봉사실	처리자성명	이은걸	처리일자	2018년 11월 30일
--------	----------------	------	-------	-------	-----	------	---------------



본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(<http://www.foodsafetykorea.go.kr/>) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

그림 23 미곡 조청 품목제조신고서 (제품명 : 성수 쌀조청)

라. 미곡 조청 시제품



그림 24 미곡 조청 액상 제품

- 제 품 명 : 달콤한 행복 ‘쌀 조청’ (20 kg)
- 제품 특징 : 국내산 쌀 100%, 포도당당량(D.E) 20% 이상
- 주요판매처 : CJ제일제당 논산공장 (수출용 고추장 제조용)
매일식품 (수출용 고추장 제조용)
수향식품 (수출용 고추장 제조용)

○ 현재 국내산 쌀을 이용한 조청 제품의 판로는 CJ제일제당, 매일식품, 수향식품 등의 수출용 고추장 제조용 첨가소재(20 kg 포장)로써 판로를 확대 중이며, 오복의 오복쌀조청(5 kg 포장) 제품의 판로를 개척 중임.



그림 25 국내산 쌀 조청(액상) 제품



문서확인번호 : TGIV-5KFP-4XJY-2WFE

시험 · 검사성적서

식품의약품안전처 지정번호 : 식품 제039호

발행번호	R20190208-0004		접수번호	190100332-001	
검사완료일	2019-02-08		접수연월일	2019-01-29	
제품명	달콤한 행복 쌀조청				
(품목)제조번호			품목제조신고번호	201604720436	
유형 · 재질 · 품목명	물엿				
제조(수입)일			유통(품질유지)기한	2021-01-21	
의뢰자	성명	장현민	업체명	(주)영수식품	
	소재지	(33315)충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15 전화번호: 041-943-5697 팩스번호: 041-943-6183 전자우편:			
제조원	업체명	(주)영수식품		제조국	
	소재지	충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15			
시험 · 검사목적	식품 자가품질위탁검사				
시험 · 검사 항목 및 결과					
시험 · 검사 항목	시험 · 검사 기준	시험 · 검사 결과	판정	비고	
사카린나트륨	불검출	불검출	적합		
납(mg/kg)	1.0이하	불검출	적합		

종합판정 : 적합

시험검사원 : 박월성, 황명진

시험검사책임자 : 김민주

비고 :

※ 위 판정은 의뢰된 시험 · 검사 항목만을 대상으로 한 것입니다.

※ 지면이 부족한 경우 시험 · 검사 항목 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.

※ 검사결과를 광고하거나 용기 · 포장 등에 표시할 때에는 시험 · 검사성적서 전체 내용을 모두 표시하여야 합니다.

「식품 · 의약품분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제11조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제4항제1호에 따라 위와 같이 시험 · 검사성적서를 발급합니다.

2019년02월08일

수원여자대학교 식품분석연구센터



18333 경기도 화성시 주석로 1098 수원여자대학교 식품분석연구센터 309호

T:031-290-8217-8

F:031-290-8220

※ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 발급번호를 통하여 위변조 여부를 확인할 수 있습니다.
또한, 문서해단의 바코드로도 진위확인(스캐너용 문서확인프로그램)을 하실 수 있습니다. <http://ilms.mfds.go.kr> Page 1 of 1

그림 26 국내산 쌀 조청(액상) 시험 성적서 (중금속)

시험 성적서

제품명	달콤한 행복 쌀조청	제조일자	2018-10-03
식품유형	물엿	유통기한	2020-10-02
시험 항목 및 결과			
항목	기준	결과	
Brix	81.0이상	82	
PH	4.5~7.0	6.07	
-이 하 여 백-			
<p> ■TEL: 041)943-5697 ■제조업소명 및 주소: ㈜영수식품 충남 윤곡면 신대길 32-15 ■보존및유의사항: 개봉한 제품은 벌레, 이물, 냄새흡착 등에 의해 오염될 염려가 있으므로 개봉부위를 밀봉하여 주십시오. </p>			

㈜영수식품 

그림 27 국내산 쌀 조청(액상) 시험 성적서

II. 국내산 쌀 조청 올리고당 생산 공정 연구

가. 국내산 쌀 조청 올리고당 생산 공정 수립

- 1) 원료저장 : 제조된 프락토 올리고당과 쌀조청을 보관한다.
- 2) 원료 혼합 : 쌀조청 4 프락토올리고당 6 의 비율로 혼합한다.
- 3) 보관 : 혼합이 완료된 완제품을 소분 탱크로 이동시켜 보관한다
- 4) 충전 : 용기를 투입하여 제품을 충전한다
- 5) 캡핑 : 충전이 완료된 용기에 캡핑기를 이용하여 캡핑한다.
- 6) 라벨링 : 날인기를 이용해 라벨에 유통기한을 인쇄한다. 날인된 라벨을 제품에 떨어지지 않게 부착한다
- 7) X-ray 검출공정 : X-ray 검출기를 통과하여 제품의 이물질을 찾아낸다.
- 8) 외포장 : 완제품 검사를 통과한 제품을 박스 포장/ 밴딩하여 적재하거나 용기자체로 적재한다



그림 28 미국 조청 올리고당 제조공정도

나. 국내산 쌀 조청 올리고당 생산 공정 최적화



그림 29 국내산 쌀 조청 올리고당 생산 공정 최적화

- 액상 및 분말 올리고당의 제조 : 위 공정은 부경대학교로부터 전달 받아 1차 적으로 저순도 IMO 제품을 생산진행 함. 또한 관련내용에 부합한 품목제조 보고서를 신고하여 제품 생산활동 중
- 관련 제품으로는 수향 쌀조청 올리고당 (선물세트 판매용), 성수 쌀조청 올리고당, 롯데 요리하다요리당 등이 있음

다. 미곡 조청 올리고당 시제품



그림 30 국내산 쌀 조청 올리고당 액상 제품

- 제품명 : 쌀조청올리고당
 - 식품의 유형 : 올리고당가공품
 - 용량 : 500 G
 - 표시사항 : 쌀(국내산) 40%, 프락토 올리고당 (60%), 식이섬유 함유량 20%이상
- 쌀조청올리고당은 쌀조청 + 올리고당의 합성어로 전통식품인 쌀조청에 올리고당을 첨가하여 기능성을 강화한 제품임. 기존제품과 비교하여 (이소말토올리고당 비교) 식이섬유 함유량을 높였으며 국내산 쌀을 사용하여 건강전통식품의 이미지를 구축하기 위하여 관련제품을 만들었음.
- 현재까지 쌀올리고당 제품은 이소말토 올리고당 기반으로 식이섬유가 함유되어 있지 않은 제품임. 또한 대부분 수입산쌀을 사용하여 제조되며, 현재 타사에서 생산되어지고 있는 쌀올리고당은 쌀로 만든 올리고당이라는 인식으로 인하여 기존 올리고당보다 소비자의 반응이 좋다고 판단됨. 국내산원재료를 이용한 제품은 전무한 상태이며 식이

섭유가 함유된 제품도 없는 상황에서 관련제품의 장점을 부각시키고자 함.



그림 31 오뚜기 쌀올리고당 제품

- 국내산 쌀조청 올리고당 및 조청 분말 관련 판매 관련 제품에 대한 시장정보가 없는 상태로 사용법 및 관련 포장내용에 대한 전체적인 사항을 협의 중에 있음. 사용방법 (조리에 /물엿 대비 사용량 등)을 요리 연구가 초빙 등 요리에 대한 연구를 진행 할 예정임. 관련내용이 협의가 완료가 되고 제품 생산화가 완료가 된다면 쌀조청 올리고당 과 함께 분말제품도 선물세트 구성품으로 포함시키기로 협의하였음. (5만개이상)
- 관련제품 샘플을 현재 당사 유통중인 롯데마트측에도 보낸 상태로 관련내용에 대한 통계 및 사용량.방법 등이 구체화 되면 당사 NB브랜드(달콤한행복)로 우선 출시키로 협의하였고 판매량 추이를 보면서 PB제품 개발을 하기로 협의가 되어 있는 상태임.



문서확인번호 : RGHP-HYWO-RHPT-ZZAF

시험 · 검사성적서

식품의약품안전처 지정번호 : 식품 제039호

발행번호	R20200107-0062		접수번호	200100007-001	
검사완료일	2020-01-07		접수연월일	2020-01-02	
제품명	발효청 울리고당				
(품목)제조번호		품목제조신고번호	2016047204314		
유형 · 재질 · 품목명	올리고당가공품				
제조(수입)일		유통(품질유지)기한	2021-12-23		
의뢰자	성명	정현민	업체명	(주)영수식품	
	소재지	(33315)충청남도 청양군 문곡면 신대길 32-15 전화번호: 041-943-5697 팩스번호: 041-943-6183 전자우편:			
제조원	업체명	(주)영수식품	제조국		
	소재지	충청남도 청양군 문곡면 신대길 32-15			
시험 · 검사목적	식품 자가품질위탁검사				
시험 · 검사 항목 및 결과					
시험 · 검사 항목	시험 · 검사 기준	시험 · 검사 결과	판정	비고	
납(mg/kg)	1.0이하	0.0	적합		

종합판정 : 적합

시험검사원 : 박철성

시험검사책임자 : 김민주

비고 :

※ 위 판정은 의뢰된 시험 · 검사 항목만을 대상으로 한 것입니다.

※ 지면이 부족한 경우 시험 · 검사 항목 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.

※ 검사결과를 광고하거나 용기 · 포장 등에 표시할 때에는 시험 · 검사성적서 전체 내용을 모두 표시하여야 합니다.

「식품 · 의약품분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제11조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제4항제1호에 따라 위와 같이 시험 · 검사성적서를 발급합니다.

2020년01월07일

수원여자대학교 식품분석연구센터



18333 경기도 화성시 주석로 1098 수원여자대학교 식품분석연구센터 309호

T:031-290-8217-8

F:031-290-8220

※ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 발급번호를 통하여 위변조 여부를 확인할 수 있습니다.

또한, 문서하단의 바코드에도 진위확인(스캐너를 문서확인프로그램)을 하실 수 있습니다. <http://lims.mfds.go.kr> Page 1 of 1

그림 32 국내산 쌀 조청 올리고당 (액상) 시험 성적서 (중금속)

시험 성적서

제품명	쌀조청 올리고당	제조일자	2019-12-24
식품유형	물엿	유통기한	2021-12-23
시험 항목 및 결과			
항목	기준	결과	
Brix	81.0이상	82	
PH	4.5~7.0	5.22	
-이 하 여 백-			
<p> ■TEL: 041)943-5697 ■제조업소명 및 주소: ㈜영수식품 충남 윤곡면 신대길 32-15 ■보존및유의사항: 개봉한 제품은 벌레, 이물, 냄새흡착 등에 의해 오염될 염려가 있으므로 개봉부위를 밀봉하여 주십시오. </p>			

㈜영수식품



그림 33 국내산 쌀 조청 올리고당 (액상) 시험 성적서



문서확인번호 : KPTY-BR4Z-42YF-4AQ7

시험 · 검사성적서

식품의약품안전처 지정번호 : 식품 제039호

발행번호	R20180906-0001		접수번호	180103066-001
검사완료일	2018-09-05		접수연월일	2018-08-28
제품명	조청 맥아물엿			
(품목)제조번호		품목제조신고번호	2016047204313	
유형 · 재질 · 품목명	물엿			
제조(수입)일		유통(품질유지)기한	2020-08-21	
의뢰자	성명	정현민	업체명	(주)영수식품
	소재지	(33315)충청남도 청양군 문곡면 신대길 32-15 전화번호: 041-943-5697 팩스번호: 041-943-6183 전자우편:		
제조원	업체명	(주)영수식품	제조국	
	소재지	충청남도 청양군 문곡면 신대길 32-15		
시험 · 검사목적	식품 자가품질위탁검사			

시험 · 검사 항목 및 결과

시험 · 검사 항목	시험 · 검사 기준	시험 · 검사 결과	판정	비고
사카린나트륨	불검출	불검출	적합	
납(mg/kg)	1.0이하	불검출	적합	

종합판정 : 적합

시험검사원 : 박철성, 최유정

시험검사책임자 : 김민주

비고 :

※ 위 판정은 의뢰된 시험 · 검사 항목만을 대상으로 한 것입니다.
 ※ 지면이 부족한 경우 시험 · 검사 항목 및 결과판은 별지로 작성 가능합니다.
 ※ 검사결과를 광고하거나 용기 · 포장 등에 표시할 때에는 시험 · 검사성적서 전체 내용을 모두 표시하여야 합니다.

「식품 · 의약품분야 시험 · 검사 등에 관한 법률」 제11조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제4항제1호에 따라 위와 같이 시험 · 검사성적서를 발급합니다.

2018년09월06일

수원여자대학교 식품분석연구센터



18333 경기도 화성시 주석로 1098 수원여자대학교 식품분석연구센터 309호

T:031-290-8217-8

F:031-290-8220



* 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 발급번호를 통하여 위변조 여부를 확인할 수 있습니다.
 또한, 문서해당인 QR코드로도 권위확인(스캐너를 문서확인프로그램)을 하실 수 있습니다. <http://iims.mfds.go.kr> Page 1 of 1

그림 34 국내산 쌀 조청 올리고당 (조청 맥아물엿) 시험 성적서

시 험 성 적 서

제품명	조청 맥아물엿	제조일자	2018-08-08
식품유형	물엿	유통기한	2020-08-07
시험 항목 및 결과			
항목	기준	결과	
Brix	81.0이상	82	
PH	4.5~7.0	5.11	
-이 하 여 백-			
<p> ■TEL: 041)943-5697 ■제조업소명 및 주소: ㈜영수식품 충남 운곡면 신대길 32-15 ■보존및유의사항: 개봉한 제품은 벌레, 이물, 냄새흡착 등에 의해 오염될 염려가 있으므로 개봉부위를 밀봉하여 주십시오. </p>			

㈜영수식품

그림 35 국내산 쌀 조청 올리고당 (조청 맥아물엿) 시험 성적서

Ⅲ. 국내산 쌀 조청 및 조청올리고당 분말 제품 생산 연구

가. 국내산 쌀 조청 및 조청올리고당 분말 제조 공정 확립

- 국내산 쌀조청 및 조청올리고당 분말 제품 제조 공정은 (주)한국바이오엔지니어링에서 진행 중으로 (주)영수식품은 기존 보유 특허기술 및 개선된 제조 공정을 바탕으로 실 생산공정을 수립함. (“미곡 조청의 탈수 단계 -> 미곡 조청의 메일라드 반응 단계 -> 경화 조청의 냉각 단계 -> 분쇄 및 입자 크기 선별 단계 추가 하여 생산 “)



그림 36 조청가루 및 그 제조방법 (영수식품 보유 특허)

- 쌀조청 및 조청올리고당 분말화 연속형 제조시스템에 대한 특허는 현재 (주)한국바이오엔지니어링과 공동 특허 출원 중임.

【명세서】

【발명의 명칭】

미곡 조청 분말 제조방법 및 이의 제조시스템 (rice syrup powder manufacturing method and manufacturing system thereof)

【기술분야】

본 발명은 미곡 조청 분말 제조방법 및 이의 제조시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 쌀을 주재료로 조청을 제조한 후 이를 메일라드화 반응 및 건조, 분쇄하는 연속 처리공정을 통해 미곡 조청 분말을 용이하게 제조하여 조청 제품의 사용과 보관이 간편해지고 조청 제품의 활용도와 편의성이 더욱 향상되도록 할 수 있는 미곡 조청 분말 제조방법 및 이의 제조시스템에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

조청(造淸)은 곡류를 엿기름으로 당화시키고 오래 고아서 묽게 만든 전통식품으로서, 일반적으로 쌀, 수수, 좁쌀, 옥수수 등의 곡물을 물에 세척하고 분쇄한 후 증자하여 호화시키며 여기에 엿기름을 첨가하여 당화하면 엿기름 내의 아밀라아제가 전분을 포도당, 백아당, 맥스트린 등으로 분해하여 단맛을 생성하는 점조성의 조청이 제조된다.

조청은 천연 영양소를 공급하여 몸의 균형을 유지시키고 장의 독소와 노폐물, 소화기 계통 질환 개선에 도움을 주며, 조청 그대로 섭취하기도 하나 유밀과, 강정류, 산과류 등에 단맛과 풍미를 주고 고명을 붙여주는 역할과 고추장 제조시의 부재료, 밀치, 콩, 생선 등의 조림요리, 장아찌나 나물 등을 무칠 때 단맛, 윤기 등을

그림 37 그림. 미곡 조청 분말 제조방법 및 이의 제조시스템
(영수식품, 한국바이오엔지니어링) 특허 출원 명세서

나. 국내산 쌀 조청 및 조청올리고당 분말 제조 설비

- 국내산 쌀 조청 및 조청올리고당 분말 제조 시스템은 하기와 같으며, (주)영수식품의 기존 제조 시설(조청, 조청올리고당)과 연계하여 하기의 배치형 시스템을 구축하였음. ((주)한국바이오엔지니어링)



그림 38 국내산 쌀 조청 및 조청올리고당 분말 제조 시스템 (영수식품)

- 향후 시제품의 유통 및 수요 예측을 통해 대량 생산을 위한 추가 설비를 보강·구축해 나갈 계획이며, 현재 Prebiotics 및 분말화기술을 이용한 제품상용화는 완료하였고 부경대학교의 Synbiotics 제조특허기술을 바탕으로 건강기능용 식품 시제품 개발을 진행하였음.

다. 국내산 쌀 조청 분말 품목신고

발급번호 : 1EME-LJ2M-HT08-JP2M-5TC9



식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명)	정현민		생년월일(법인번호)	1977년 10월 19일	
	주소	충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15		전화번호	04194356978	
				휴대전화		
영업소	영칭(상호)	(주)영수식품		영업등록번호	20160472043	
	소재지	충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15				
제품정보	식품의 유형	기타분	요청하는 품목제조 보고번호	2016047204325		
	제출명	국산쌀로만든 자연당				
	유통기한	제조일로부터 2년				
	품질유지기한					
	원재료 또는 성분명, 해당배율	땃장에 기재				
	용도 용법	땃장에 기재				
	보관방법 및 포장재질	땃장에 기재				
	포장방법 및 포장단위	밀봉포장 200g~25kg				
	성상	1. 고유의 색채와 이미, 이취가 없는 분말이어야 한다				
	품목의 특성	■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 []에 []아니오 [○]해당 없음 ■ 알칼리성 식품 해당 여부 []에 [○]아니오 ■ 영,유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 []에 [○]아니오				
기타						

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2019년 10월 22일

보고인 정현민

충청남도 청양군수 귀하

품목보고번호	20160472043-25				
처리부서	민원봉사실	처리자성명	임진성	처리일자	2019년 10월 24일



본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(<http://www.foodsafetykorea.go.kr/>) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

그림 39 국내산 쌀 조청 분말 품목제조신고서 (제품명 : 국산쌀로 만든 자연당)

라. 국내산 쌀 조청 및 조청 올리고당 분말 시제품 개발

- 현재 국내산 쌀 조청 분말의 품목보고 및 시제품 생산을 완료하였으며, 제품명은 ‘국내산쌀로 만든 자연당’으로 설탕대용 천연당 이미지를 강조한 제품명으로 CJ제일제당과 협의 하여 관련제품 출시 예정임.



그림 40 국내산 쌀 조청 분말 시제품 (제품명 : 국내산쌀로 만든 자연당)

- 관련 제품의 예상 매출액은 국내 조청 시장 뿐 아니라 설탕 시장의 설탕 대용으로 판

매가 가능할 것으로 판단되며 관련 내용은 아래와 같음.

표 19 자연당 매출액

(단위 /억원)

	2020년도	2021년도
자연당 매출액	15	30



그림 41 건강보조식품용 조청 분말 시제품 디자인
(제품명 : 청유담 국내산 쌀로 만든 조청 분말) w/ (주)한국바이오엔지니어링

IV. 시장 분석 및 마케팅 진행 현황

가. 국내산 쌀 조청 판매 추이

- 국내산 쌀조청의 경우 현재 뚜렷한 성장세에 있으며 관련제품에 대한 파생제품의 판매도 늘어나는 추세를 보임.



그림 42 국내산 쌀 조청 및 조청 올리고당

표 20 국내산 쌀조청의 판매 추이

(단위/백만원)

연도 제품명	2018년도	2019년도
오복 5kg	50	200
수향식품 1.2kg	210	300

- 향후 용량 다변화를 통한 관련제품의 출시 후 오복식품용 제품 매출과 수향식품 제품 매출 예상추이는 아래와 같음.

표 21 국내산 쌀조청의 판매 예상 추이

(단위/백만원)

연도 제품명	2020년도	2021년도
오복 쌀조청 전제품 (700g~10kg)	500	700
수향식품 대용량(5kg/10kg)	400	500

*오복제품은 수입산 대체 시 예상매출 / 수향제품은 이온물엿의 대체시 예상매출

- 오복쌀조청의 주 사용목적은 프리미엄 제품에 대한 소비가 늘어남에 따라 관련제품의 학교 급식용으로 판매가 되었으며 수향 원료용 제품은 국내산고추장이라는 제품명에 따른 원재료 변경에 따라 관련 제품이 생산되어지고 있음. 차후 cj제일제당 논산공장의 수출품에도 관련 제품이 생산되어 질 예정임.
- 또한 관련제품의 쿠팡 및 네이버쇼핑에서 판매중에 있으며, 차후 일배송 사이트 및 관련 사이트에서도 판매 예정에 있음.



달콤한조청

- 2019.10.03.에 저장
달콤한 행복 국산 쌀조청 1.2kg
네이버쇼핑 
- 2019.10.03.에 저장
달콤한 행복 국산 쌀조청 500g
네이버쇼핑 
- 2019.10.03.에 저장
달콤한 행복 국산 쌀조청 1.2kg
네이버쇼핑 
- 2019.10.03.에 저장
달콤한 행복 국산 쌀조청 500g
네이버쇼핑 
- 2019.10.03.에 저장
달콤한 행복 국산 쌀조청 1.2kg
네이버쇼핑 

그림 43 국내산 쌀조청 온라인 판매 (네이버쇼핑)

○ 국내산 쌀조청 올리고당 관련 제품의 매출 추이는 아래와 같음.

표 22 국내산 쌀조청 올리고당의 판매 추이

(단위/백만원)

연도 제품명	2018년도	2019년도
수향쌀조청올리고당	200	400
성수쌀조청올리고당	50	100
롯데요리하다올리고당	-	350

○ 국내산 쌀조청 올리고당 제품의 특성상 현재까지는 프리미엄제품이라는 인식이 강하여 수향쌀조청올리고당과 성수 쌀조청올리고당의 경우 각 사의 선물세트용으로 판매가 이루어지고 있으며, 롯데마트의 요리하다 올리고당은 현재 국내산쌀의 비중을 줄여 저가용으로 판매가 이루어지고 있음.

○ 관련제품에 대한 매출 증대는 현재로서는 명절에 집중적으로 이루어지고 있으며, 관련 제품의 판매증대를 위하여 요리당의 출시를 하고 준비하고 있음.

표 23 월별 매출 추이 (2019년 기준)

(단위/억원)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
수향	0.5	0.7	-	-	-	-	-	1.2	1.6	-	-	-
성수	-	0.5	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-
롯데	0.3	0.7	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.5	0.1	0.2	0.3



그림 44 영수식품 선물세트 (쌀조청 포함)

- 제 품 명 : 영수식품 선물세트
 - 구 성 : 쌀 조청올리고당, 쌀조청(이온물엿), 카놀라유, 홈 슈가(기타 설탕) 부침가루
 - 판 매 처 : 수향식품(LG 그룹 선물세트용), 영수자체총판
- 또한 관련 제품으로 쌀조청을 이용한 탕후루 및 애플캔디 전용제품을 개발하였으며 관련제품의 단가는 kg 당 2500원 가량의 판매대가 형성될 것으로 판단됨.
- 관련제품에 대한 영업은 현재 롯데마트 및 CJ제일제당에 의뢰한 상태이며 관련제품에 대한 단가도 현재 위와 같이 형성될 것으로 판단되어짐. 관련제품의 사용처는 현재 제품명과 일치하게 사용가능하며 물엿 및 시럽대용으로도 사용가능할 것으로 판단되어 기존 물엿 및 시럽시장의 양분되어 지고 있음으로 인하여 두 가지 제품을 각기 출시하던 것을 하나의 제품으로 출시가 가능할 것으로 판단되어 제품을 개발하게 되었음.



그림 45 국내산 쌀 조청 함유 ‘당후루 요리당’



그림 46 국내산 사과 조청 함유 ‘탕후루 요리당’ 제품 사진 및 사용설명 Web화면
 *제조공정상의 품질 문제는 당사의 haccp 및 iso22000품질 매뉴얼에 따라 제조 함.



HACCP

제 2017-6-9205 호

식품안전관리인증기준(HACCP)적용업소 인증서

- 대 표 자 : 정 현 민 (생년월일 : 1977년 10월 19일)
- 업 소 명 : ㈜영수식품
- 소 재 지 : 충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15
- 식 품 종 별 : 물엿
- 중요관리점 : 살균공정, 여과공정
- 유효기간 : 2017년 07월 26일부터 2020년 07월 25일까지
- 조 건 :

「식품위생법」 제48조제3항·제48조의2제3항 및 같은 법 시행규칙 제63조제3항·제68조의2제3항에 따라 식품안전관리인증기준적용업소로 인증합니다.

2018년 5월 3일
(최초인증일 : 2017년 7월 26일)

한국식품안전관리인증원장



그림 47 영수식품 HACCP 인증서



인증번호: RFM0040

Certificate of Registration

식품안전경영시스템 인증서

(주)영수식품

- 본 사: 충남 청양군 운곡면 신대길 32-15
- 제1공장: 충남 청양군 비봉면 흥주길 4

적용표준

KS Q ISO 22000:2009 / ISO 22000:2005

인증범위

엿 류(물엿, 조청, 쌀조청), 올리고당의 제조 및 소분

위와 같이 식품안전경영시스템 표준에 적합함이
한국경영인증원에 의해 인증되었음을 증명함.

2018년 2월 2일

인증승인일자 : 2018. 2. 6.

인증유효일자 : 2021. 2. 5.



한국경영인증원



한국경영인증원
서울특별시 영등포구 영인로775(문래동3가)
에이스타워34층 1동 1204호
T: 02)6309-9001 / F: 02)6309-9004

- 한국경영인증원은 한국인증지원센터(KA)로부터 식품안전경영체계 인증기관으로 인정(인정번호: KAB-FC-07) 받았습니니다.
- 이 인증서는 국제인증협력기구의 국제다거간성호인정협정에 가입된 인증기관에 의해 인정되었음을 나타내는 마크입니다.
- 인증수행방법(KSC CODE) : CN/ 심사원 : 정현희/ 최초인증일자 : 2012. 2. 6/ 갱신여 : 차분 재발급

그림 48 영수식품 식품안전경영시스템 인증서

<한국바이오엔지니어링>

가. 미곡 조청 분말화 시험

(1) 미곡 조청 분말화 단위 공정 수립

- **미곡 조청의 탈수 단계** : 미곡 조청은 80Brix 당도를 가지는 고점도의 당화 엿이며, 수분 함량이 20%이다. 이 상태의 미곡 조청의 수분을 제거하는데 있어 애로사항은 종래의 열풍 건조 및 동결 건조 그리고 분무건조의 방식으로는 많은 시간이 소요되며 탈수율이 높지 않은 문제점을 나타내었다. 본 연구에서는 상기 문제점 해결방안으로 고온을 이용하여 미곡 조청의 탈수 속도 및 효율을 증대하고자 하였다. 수분 증발 단계에서는 미곡조청의 내부수분의 증기 탈출 속도가 느려 탈수 온도는 110℃를 유지 하였으며 탈수가 완료된 시점부터 물질 온도 상승구간이 발생하였다. 이후 메일라드반응을 연속 단위공정으로 산정하여 실험을 수행하였다.
- **미곡 조청의 메일라드 반응 단계** : 미곡 조청의 메일라드 반응은 조청의 물성을 변화 시킴으로써 분말화 및 분말화 이후 고결되는 문제점을 해결하기 위해 고안된 방식으로 당질의 열변성을 이용하여 경도 상승 및 점착성, 흡습성을 저감하는 특성을 나타낼 수 있다. 본 연구에서 수행한 미곡 조청의 메일라드 반응의 최적 반응조건은 상압 기준 135℃ 구간에서 물질량 100g 단위로 7~10초 내외의 반응시간을 나타내었으며, 그 이상의 반응 온도와 반응시간에서는 탄화물 생성이 시작되어 조청의 색도 및 향미에 부정적 영향을 나타내었다.
- **경화 조청의 냉각 단계** : 상기 메일라드 반응 이후 경화된 조청은 냉각 속도에 따라 경도 상승 및 풍미 유지에 영향을 미치는 경향을 나타내었으며, 급속 냉각 시스템이 요구되는 것으로 판단되었다.
- **분쇄 및 입자 크기 선별 단계** : 급속 냉각을 거친 경화 조청의 분쇄를 통해 미곡 조청의 분말화를 수행하였으며, 분말화 이후 마이크로 표준망체를 이용하여 입자크기별 분말 조청을 선별하였다. 선별된 분말화 조청은 100마이크로 이하의 파우더 형과 100마이크로 이상의 그래놀 형의 가루 조청으로 분류 하였다. 분류된 분말 및 가루 조청은 입자 사이즈에 의한 단위 표면적의 차이에 따른 흡습성의 영향성을 나타내었으며 파우더형 조청의 흡습성 문제 해결을 위해 고결 방지제를 비롯한 기타 결정성 당류의 첨가

혼합도 고려해볼 가치가 있을 것으로 사료되었다.

(2) 미곡 조청 분말화 시험 테스트



그림 49 미곡 조청 분말화 모사 실험 (한국바이오엔지니어링)

■ 미곡 조청의 메일라드 반응에 의해 제조된 분말 조청 및 가루 조청

- 분말조청은 슈가 파우더 형상을 나타내며, 가루 조청은 갈설탕의 형상을 나타낸다.



그림 50 미곡 조청 분말(왼쪽) 및 조청 그레놀 (오른쪽)

가. 미곡 조청 분말화 공정 설비 설계 및 제작

(1) 미곡 조청 분말화 공정 설비 설계

(가) 미곡 조청 메일라드 반응기

- 미곡 조청의 메일라드 모사실험을 바탕으로 단위 공정을 설계하고 반응기 제작을 수행하였다. 모사실험의 재현성을 높이기 위해 고온식 메일라드 반응기를 설계 제작하였으며 반응물의 강한 점성을 극복할 수 있는 고점도 각반기 구동 시스템을 고안하였다. 또한, 반응 완료된 조청은 매우 높은 경화 특성을 나타내어 반응기 외부로의 배출이 어려운 문제점을 나타내어 고압과 스크류 배출을 이용한 강제 배출타입의 공압 구동식 배출 밸브 시스템을 고안하여 적용하였다.

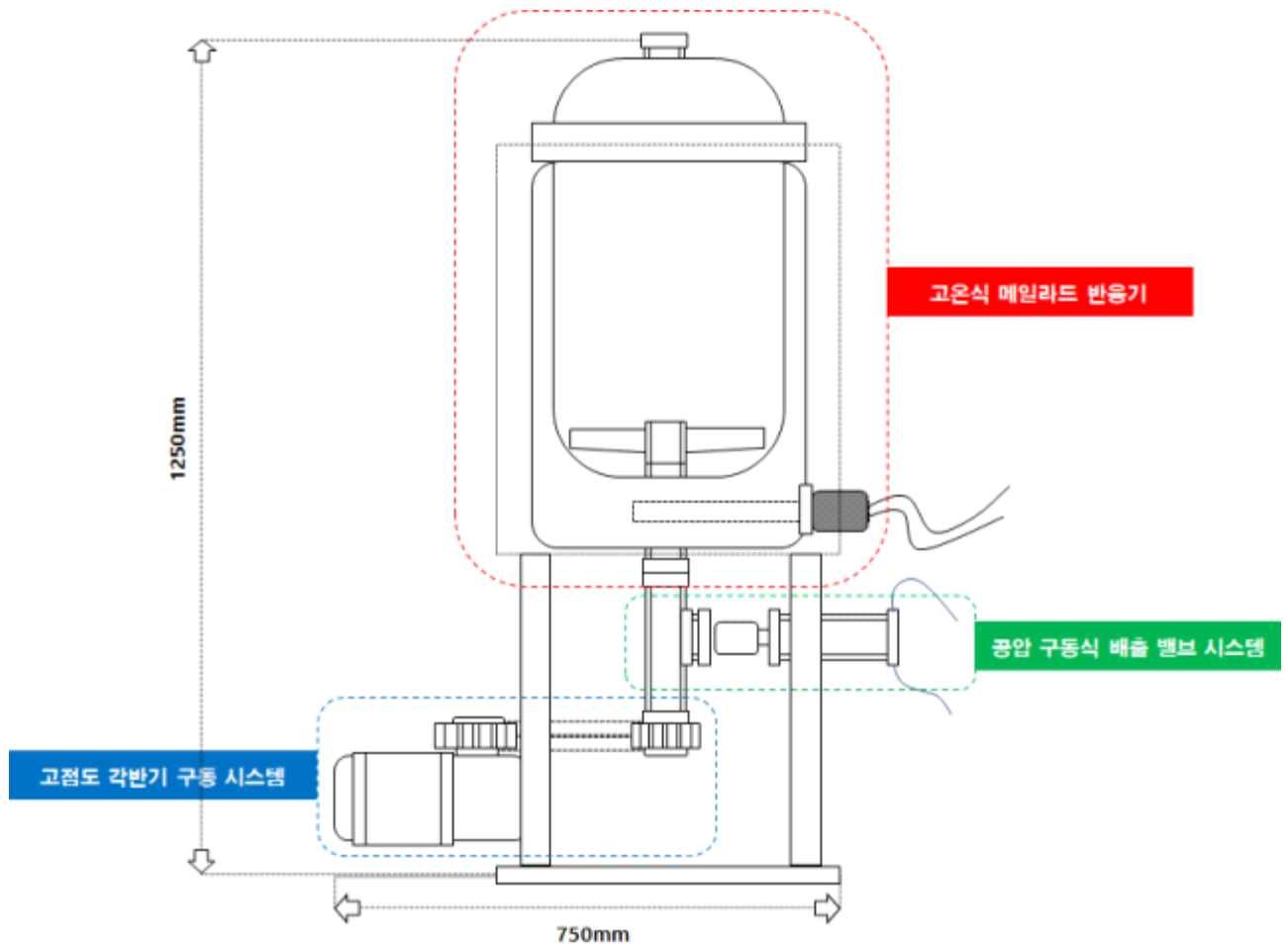


그림 51 미곡 조청 메일라드 반응기

(나) 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템 (컨트롤 시스템 포함)

○ 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템 구조도는 상기 그림과 같으며 단위공정 설명은 하기와 같다. 미곡 조청의 메일라드 반응 수행 후 수분함량 2% 이내로 제어하고 이를 분말화하기 위해 급속냉각 챔버안으로 투입하여 관형 냉각 레일 상에서 냉각됨과 동시에 파쇄기로 이송되어 그래놀 사이즈의 분말로 파쇄 되도록 설계 하였다.

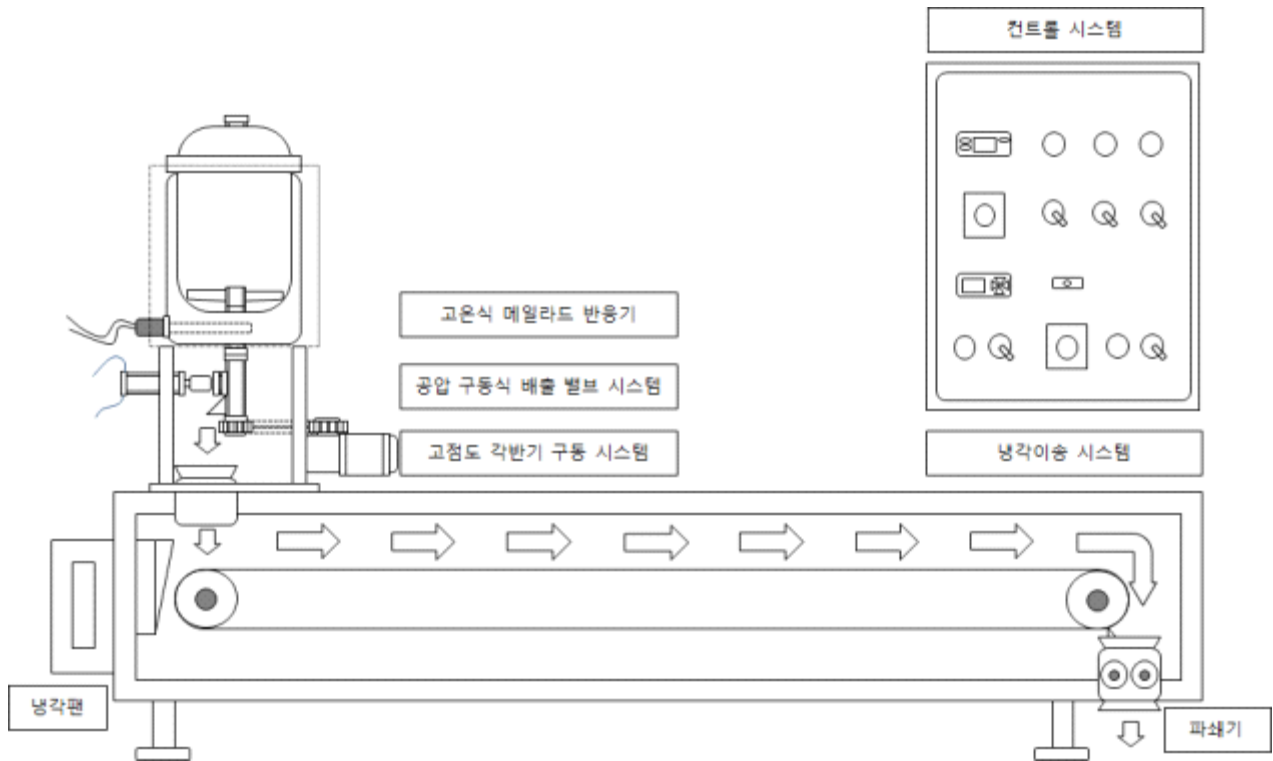


그림 52 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템

(2) 미곡 조청 분말화 공정 설비 제작

(가) 미곡 조청 메일라드 반응기

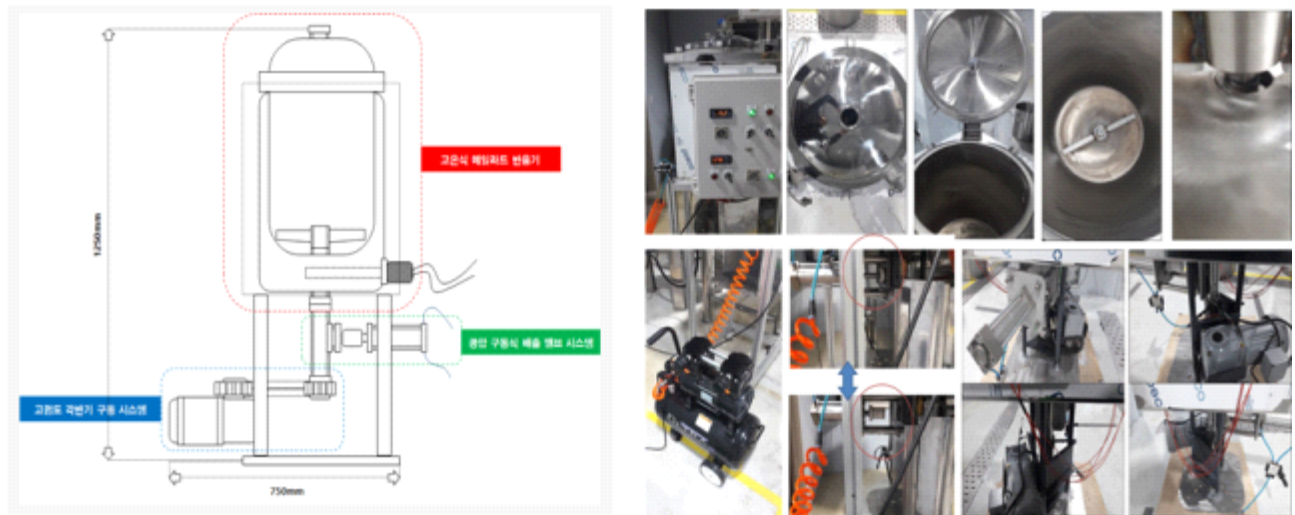


그림 53 미곡 조청 메일라드 반응기

- 미곡 조청의 메일라드 모사실험을 바탕으로 단위 공정을 설계하고 반응기 제작 수행
- 모사실험의 재현성을 높이기 위해 고온식 메일라드 반응기를 설계 제작
- 반응물의 강한 점성을 극복할 수 있는 고점도 각반기 구동 시스템을 고안
- 또한, 반응 완료된 조청은 매우 높은 경화 특성을 나타내어 반응기 외부로의 배출이 어려운 문제점을 나타내어 고압과 스크류 배출을 이용한 강제 배출타입의 공압 구동식 배출 밸브 시스템을 고안하여 적용

■ 고온식 메일라드 반응기 외형

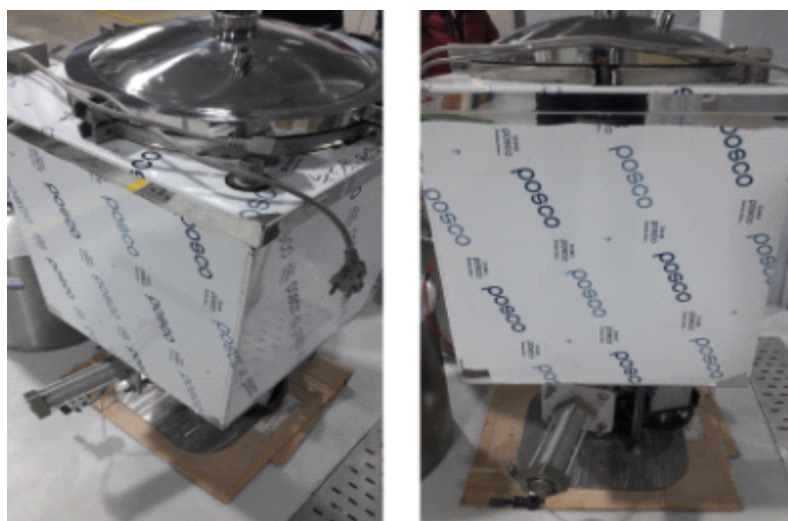


그림 54 고온식 메일라드 반응기 외형

■ 고온식 메일라드 반응기 내부



그림 55 고온식 메일라드 반응기 내부

■ 공압 구동식 배출 밸브 시스템 및 고점도 각반기 구동 시스템

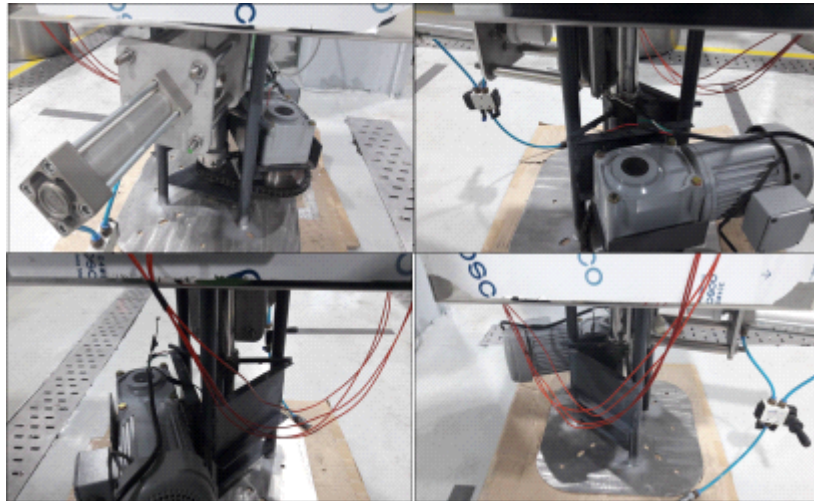


그림 56 공압 구동식 배출 밸브 시스템 및 고점도 각반기 구동 시스템

■ 공압 구동식 배출 밸브 시스템 및 고점도 각반기 구동 시스템 (2)

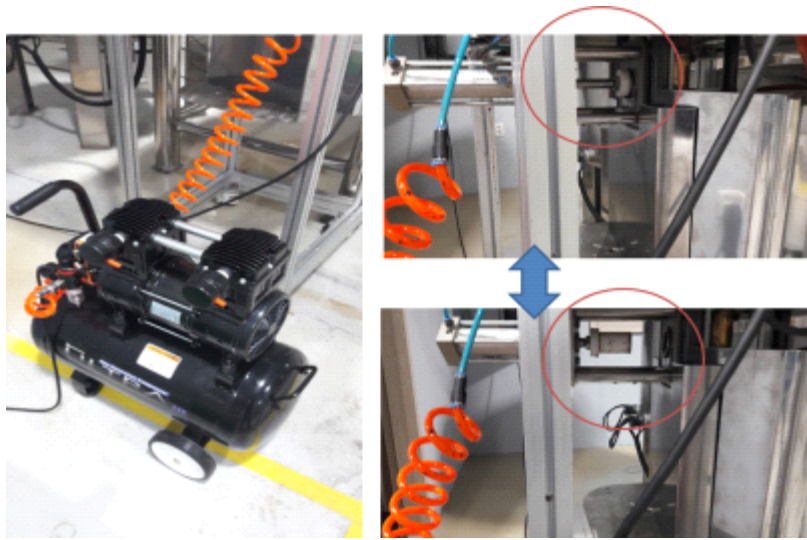


그림 57 공압 구동식 배출 밸브 시스템 및 고점도 각반기 구동 시스템 (2)

■ 공압 구동식 반응기 및 냉각 컨터롤 시스템



그림 58 공압 구동식 반응기 및 냉각 컨터롤 시스템

(2) 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템

- 미곡 조청의 메일라드 반응 수행 후 수분함량 2% 이내로 제어하고 이를 분말화
- 급속냉각 챔버안으로 투입하여 관형 냉각 레일 상에서 냉각됨과 동시에 파쇄기로 이송
- 그레놀 사이즈의 분말로 파쇄 되도록 설계 제작

■ 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템



그림 59 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템

다. 미곡 조청 분말화 시운전 수행

(1) 미곡 조청 분말화 시험 생산



그림 60 미곡 조청 분말화 냉각 및 파쇄 시스템

- 미곡 조청 분말화 시험생산에 대한 단위 공정 및 순서는 하기와 같다.

- 1> **메일라드 반응 공정** : 미곡 조청(80Brix) 10kg 을 메일라드 반응기에 투입하고 반응온도 135℃ 도달시까지의 반응 인덕션 소요시간은 약 3시간이 소요되었으며, 반응설정온도 도달 이후 기준으로 반응시간 4시간 동안 40rpm으로 교반하며 메일라드 반응을 수행하였음
- 2> **냉각 및 파쇄 공정** : 상기 메일라드 반응으로 수분 함량 제어 및 펙틴질 변성이 완료된 미곡조청액을 분말화하기 위해 급속냉각 챔버안으로 투입하여 판형 냉각 레일 상에서 냉각됨과 동시에 파쇄기로 이송하여 그래놀 사이즈의 분말화를 수행하였음
- 3> **미세 분말화** : 상기 그래놀 사이즈의 미곡 조청을 추가로 미세분말하여 미분말의 미곡조청 분말을 생산하였음

(2) 미곡 조청 올리고당 분말화 공정 개발



그림 61 미곡 조청 분말 공정 시운전 및 시 생산

- 미곡 조청 및 올리고당 복합물의 분말 시험 생산에 대한 단위 공정 및 순서는 하기와 같다.

- 1> **미곡 조청 / 올리고당의 혼합 및 메일라드 반응 공정** : 미곡 조청(80Brix) 5kg과 올리고당(80Brix) 5kg을 1:1 중량비로 혼합하여 메일라드 반응기에 투입하고 반응온도 135℃ 도달시까지의 반응 인덕션 소요시간은 약 3시간이 소요되었으며, 반응설정온도 도달 이후 기준으로 반응시간 4시간 동안 40rpm으로 교반하며 메일라드 반응을 수행하였음(특이사항 : 반응중 기포 발생이 심하며 수분 탈출이 매우 느리게 일어남)
- 2> **냉각 및 파쇄 공정** : 상기 메일라드 반응으로 수분 함량 제어 및 펙틴질 변성이 완료된 미곡조청액을 분말화하기 위해 급속냉각 챔버안으로 투입하여 판형 냉각 레일 상에서 냉각됨과 동시에 파쇄기로 이송하여 그래놀 사이즈의 분말화를 수행하였음
- 3> **미세 분말화** : 상기 그래놀 사이즈의 미곡 조청을 추가로 미세분말하여 미분말의 미곡조청 올리고당 복합 분말을 생산하였음

라. 미곡 조청 및 복합분말 분말화 공정 보완 및 개선

(1) 분말화 반응 열전달 문제 및 개선

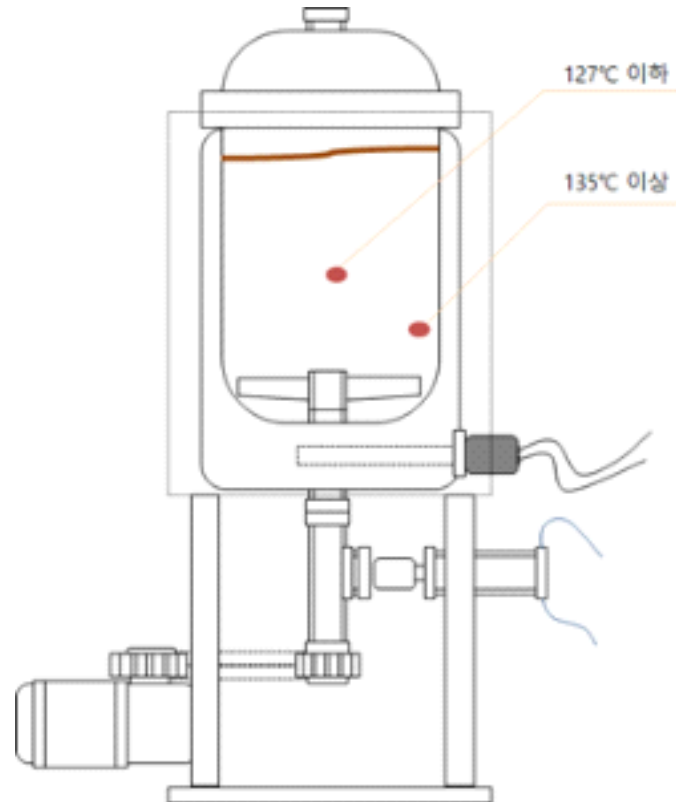


그림 62 내부 구조 및 열전달

- 미곡 조청의 메일라드 반응 : 1차년도 소량의 시제품 생산 시 적용되었던 플레이트형 반응기(ex> 판형 / 후라이팬)에서는 열은 층의 조청액의 분말화 반응 결정은 대부분 조청액의 반응온도 약 $130 \pm 2^\circ\text{C}$ 부근에서 메일라드 반응 및 분말화가 완료되었음. 하지만 실 생산을 위한 반응기는 생산량을 증대시키기 위한 보울형 반응기 (ex> 가마솥형)에서 조청액의 내부 온도와 외부 온도의 차이가 발생하고 이를 제어하는데 어려움이 발생함.
- 미곡 조청의 메일라드 반응 개선 : 반응물(조청액)의 내외부 온도차 발생에 따른 분말화(입자화) 차이 발생문제를 해결하고 반응시간 단축을 위하여 조청액에 소량의 식용유지를 첨가하는 반응 방식을 채택함. (열전달 효과 상승)

표 24 조청 분말화 반응 시 오일 첨가효과 (올리브유, 카놀라유)

오일 첨가량 (조청액 대비)	반응 특징	비고
1w% 이하	열전달 개선 효과 미비	- 열전달 개선 효과가 미비하여 오일함량 부족
2~3w%	열전달 개선 효과 있음	- 열전달 개선 효과가 있고 부작용 적음 - 조청 분말의 입자의 광택효과
5w% 이상	열전달 개선 효과 있음	- 조청분말 제조 시 약간의 기름 맛이 느껴짐 - 조청분말 용해 시 기름이 뜸

(2) 분말화 반응 속도 문제 및 개선 (교반속도)



그림 63 분말화 반응 속도 문제 및 개선

- 미곡 조청 분말화 반응 시 오일 미 첨가 시 1 batch 당 반응완료 시간은 약 7~8시간(내부 부피 40L)이며, 오일 첨가 시(기준 3w%) 1 batch 당 반응완료 시간은 약 3~4시간이 소요됨.
- 현재 설치된 조청 분말화 반응기 내의 교반기 속도는 약 40rpm으로 열전달 및 수분제거 시간을 감안하였을 때, 개선할 필요가 있음.
- Lab 테스트 결과 동일 량(4~10kg)의 조청액의 분말화 반응 완료 시간은 400rpm 고속교반 시 약 1시간 정도에 완료됨. 향후 3차년도 대량 생산 시스템의 설계는 교반 속도를 고속교반으로 교체할 필요가 있음.
- 또한 조청 분말화 pilot 설비 제작 시 초기 계획은 연속형 반응 시스템의 구성이었으나, 실질적으로 조청의 수분 제거 및 메일라드 반응 batch 반응(배치식)으로 구성되고 냉각 및 분쇄는 Continuous 반응(연속식)으로 이루어져 효율성이 떨어지는 것으로 판단됨.
- 따라서, 3차년도 대량생산 시스템 개발에서는 실질적인 조청 분말의 대량생산이 가능하도록 batch식 반응 공정으로 구성하고자 함.

(3) 분말의 흡습성 문제 및 개선 방안

- 본 연구에서는 미곡 조청으로부터 메일라드반응을 이용하여 조청의 물리적 강도를 변형시켜 경화 시키고 이를 파쇄 및 분쇄하여 분말화하는 연구를 수행하였다.
- 상기 연구를 수행한 결과 미곡 조청 분말의 흡습성에 관여하는 인자는 크게 메일라드 반응 이후의 경화 조청 내 초기수분함량, 입자 사이즈 및 입도 분포, 펙틴질의 변성 강도 등으로 파악되었다.
- 이의 개선을 위해 추후 수행되어야 할 개선방안으로는 하기와 같다.

1> **경화 조청 내 초기수분함량 및 경화 조청 내 함유된 펙틴질의 변성 강도 제어** : 메일라드 반응 이후 경화된 조청 내 수분함량을 2% 이내로 제어하고 조청 내 함유된 펙틴질의 변성 강도를 증가시킬 수 있는 탄화물 생성 범위 내의 반응 온도 및 반응 시간의 표준화를 위해 반응속도 및 수분 탈출 속도 증가를 위한 반응물 조성비(조청 대비 오일 함량) 및 반응교반 속도(400rpm이상) 구현

2> **입자 사이즈 및 입도 분포** : 경화조청의 흡습성은 단위 표면적에 비례하여 흡습속도가 결정되므로 분말 타입에 비해 그레놀 타입의 입자 사이즈 선택이 중요

3> **펙틴질 수화도 저감을 위한 첨가제 사용** : 분말화 조청의 흡습성 저감 및 고결 방지를 목적으로 경화 조청 내 펙틴질 수화도 저감을 위한 첨가제 사용의 일환으로써 고려되는 후보 물질군으로는 비점질성 저당 및 올리고당류와 펙틴질의 수화도를 저해시키는 유기산 등을 고려할 수 있음.

마. 미곡 조청 분말화 대량 생산 공정 설계 및 제작

(1) 미곡 조청 분말화 대량 생산 공정 설계

○ 본 사업의 주관기관인 (주)영수식품 제조 공장내에 미곡 조청 분말화 설비를 구축하기 위하여 다음의 배치형 생산 설비가 설계되었다.

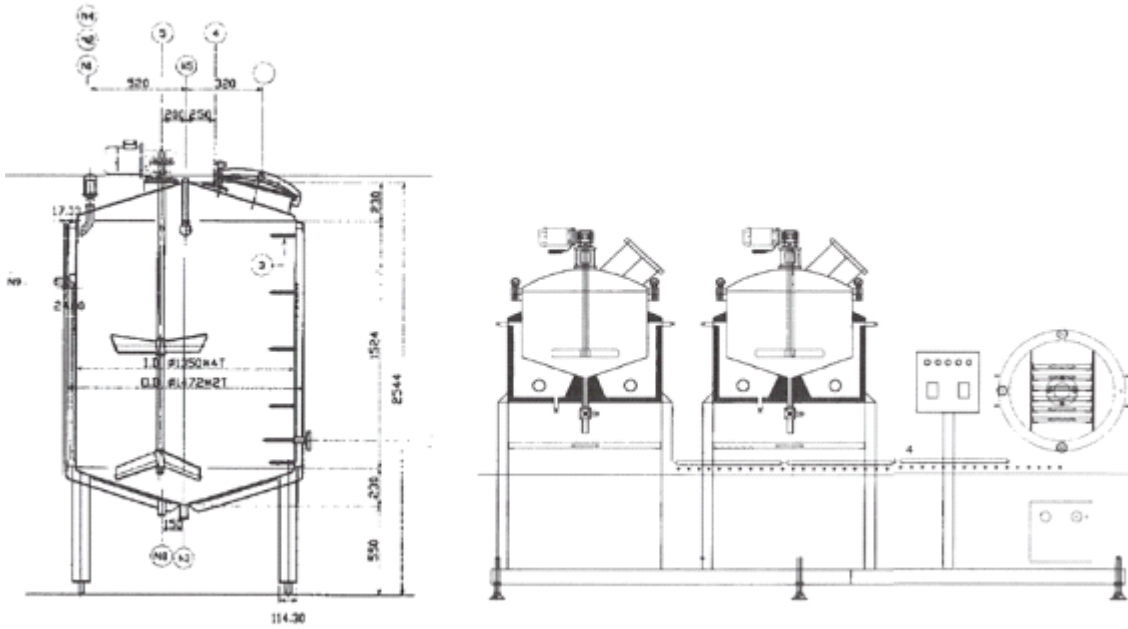


그림 64 미곡 조청 분말화 대량설비 설계 및 제작 모습

나. 미곡 조청 분말화 대량 생산 공정 설치

- 본 미곡조청 분말화 배치형 시스템은 (주)영수식품 ‘충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15’ 조청 제조공장 내에 설치하였음. 설비는 ‘1차 저장·농축 -> 필터 -> 2차 농축 -> 건조 (-> 분쇄)’ 의 공정 단계로 구성하였음.



그림 65 미곡 조청 분말화 대량설비 설치 모습

■ 1차 저장·농축 탱크 (2루베) 및 하우징 필터



그림 66 1차 저장·농축 탱크 (2루베) 및 하우징 필터

■ 2차 농축 탱크 및 건조기 / 작업룸



그림 67 2차 농축 탱크 및 건조기 / 작업룸

■ 2차 농축 탱크 (300리터)



그림 68 2차 농축 탱크 (300리터)

■ 건조기

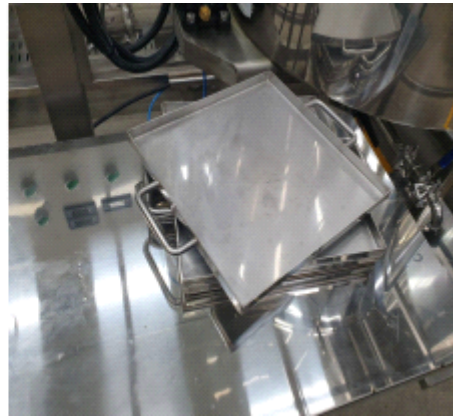


그림 69 건조기

바. 미곡 조청 분말 시제품 생산

(1) 미곡 조청 및 미곡 조청 올리고당 분말 시제품

○ 본 사



그림 70 국내산 쌀로 만든 조청 분말

- 제품명 : 국내산 쌀로 만든 조청 분말
- 품목 : 기타농산가공품류(기타엿)
- 원료 : 쌀 조청(국내산) 100% / 쌀 조청(국내산) 50%, 프락토올리고당 50%



그림 71 조청분말 시제품 사진

<부경대학교산학협력단>

I. 1, 2차년도 연구 내용

가. 올리고당에 대한 분석법 확립

(1) 당류(이당 및 올리고당) 분석법의 확립

(가) DNS법을 통한 환원당의 정량

- DNS 환원당 정량 방법은 환원당(reducing sugar)을 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)와 Rochelle 염으로 발색하여 흡광도를 측정하는 환원당 정량법으로, 이 방법은 조작성이 간편하면서도 저렴하게 원하는 결과를 얻을 수 있어 널리 사용되고 있음. saccharides(당류)에 free carbonyl group (C=O)가 있으면 환원력이 나타난다. 이러한 환원력을 이용하여 발색 시약인 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS)를 알칼리 조건에서 환원시키면 이 DNS는 3-amino-5-nitrosalicylic acid로 환원되면서 540 nm 범위의 빛을 흡수하여 됨. 이렇게 발색되는 정도는 시료에 존재하는 환원당과 정량적으로 비례하며 UV-Vis Spectrophotometer를 이용하여 발색되는 정도를 Absorbance(흡광도)로서 측정하여 정량분석을 할 수 있음.
- DNS(3,5-Dinitrosalicylic acid)는 환원당을 측정하는데 사용하는 시약이며 설탕 자체는 비환원당으로 환원당이 아니라 DNS로 측정을 할 수 없으나 이 설탕이 가수분해되면 포도당, 과당 따위가 생성된다고 함. 즉, 탄수화물은 단당류, 이당류, 다당류로 나뉘며 단당류와 이당류 중 알데히드기(R-CHO)와 케톤기(R-CO-R')의 존재에 따라 환원성이 있는 환원당과 환원성이 없는 비환원당으로 나누어진다. 환원당은 반응성 있는 알데히드기, 케톤기를 갖고 금속염 알칼리용액을 환원시키는 성질이 있는 당의 총칭이다. 포도당(glucose), 과당(fructose), 맥아당(maltose), 유당(lactose), 갈락토스(galactose) 등이 포함됨.
- 조제한 시료 당 용액 1mL를 사용하여 DNS법에 의해 Tube에 시료 당 용액 1mL에 DNS용액을 3mL을 가하고, 끓는 수욕 중에서 10분간 끓인 다음, 냉각하여 증류수를 5mL 첨가하여 vortexing 후 96well plate에 넣어 540nm의 파장에서 비색 정량 하였으며, 표준물질로 glucose, fructose, galactose, maltose를 각 10,000ppm으로 만들어 혼합하여 2,000, 4,000, 6,000, 8,000ppm으로 희석을 하여 정량 표준물질로 사용하였음.
- DNS 법은 방법이 간단하여 많이 사용하지만 산화 정도가 생성된 dextrin의 사슬 길이에 따르기 때문에 효소 활성이나 환원당의 양이 과대평가 될 수 있는 문제점이 존재함. DNS method에서 당은 알칼리 조건에서 발색시키는데, 그 이유는 환원성 말단에 반응을 일으켜

D-Glucose가 D-Gluconate로 바뀌는 것을 측정을 함. 그러나, 이렇게 하게되면 단당류, 이당류의 구분 없이 환원성 말단의 개수만큼 반응하게 되기 때문에 오차가 발생할 수도 있음. 즉, DNS 법은 비특이적이기 때문에 모든 reducing compound와 반응 한다고 할 수 있음. 그렇기 때문에 정확한 정량 분석을 위해서는 기기를 이용하는 분석법의 개발이 필요함.

(나) HPLC를 통한 당류의 분석

- 현재 건강기능식품공전에서 사용하는 당류 및 올리고당 분석법 중에서 가장 많이 사용되고 있는 것이 RI detector를 이용하는 HPLC법이 가장 많이 사용되고 있음. 하지만, 이는 여러 가지 당을 동시에 분리하기에는 어려움이 존재함.
- 하지만, RI detector를 사용하는 경우에는 isomer 간의 resolution이 낮아 여러 올리고당을 동시에 분석하기에는 어려움이 있을 것으로 판단, 현재 올리고당 분석에 많이 사용하는 CAD(Charged Aerosol Detector)를 적용하여 정량 분석에 이용하였다. 추후 말토올리고당 뿐만이 아니라 이소말토올리고당에서 적용을 하여 동시에 분석하기 위해서는 RI detector 보다는 CAD가 적합할 것으로 판단되었다.
- RI detector와 CAD의 차이는 다음에 표시하였다.

표. RI detector, CAD, ELSD 비교

	RI ¹⁾	CAD ²⁾	ELSD ³⁾
Sensitivity		★★★★	
Dynamic range		★★★★	
Consistency of response		★★★★	
Applicability		★★★★	★★★★
Reproducibility		★★★★	
Chromatographic Compatibility			★★★★
Ease of Use		★★★★	
응용범위	Universal	Universal	Universal
최소검출량	μg	low ng	high ng
linear range	103	104	103

¹⁾ RI Detector : reference cell 과 sample cell 에 포함된 시료와 용매의 굴절을 차이를

측정하여 검출한다. 이로 인해 온도, 밀도, 청결 상태 등에 영향을 받는다. 굴절율에 의하여 분석하므로 거의 모든 물질이 분석 가능하고, 굴절율 차이에 의한 분석이므로 온도가 일정하고 reference cell 과 sample cell이 잘 세척된 상태에서 측정하여야 baseline 안정화를 쉽게 이룰 수 있다. 현재 carbohydrate 분석에 널리 사용되어 지고 있다.

- 2) CAD : Charged Aerosol Detector의 약어로서 분석 대상물을 에어로졸 상태로 만든 다음 전하를 띠게 만들어 Electrometer를 이용하여 전하를 신호로 바꾸어 검출하는 Universal 검출기의 일종이다. CAD 과정은 분석대상물질을 입자로 전환시키는 단계이다. HPLC 컬럼에서 나오는 유출물은 질소가스를 이용하여 Nebulizer와 Impactor를 통해 분무화되고 건조되어 입자를 생성한다. 입자의 크기는 분석대상물질의 양에 따라 증가한다. 고전압 코로나 와이어를 통과하면서 +로 하전된 가스와 1단계에서 생성된 입자가 충돌하여 전하가 입자로 전환된다. 입자가 크면 클수록 전하가 커진다. 입자가 collector로 이동하는데 여기에서 전하가 고감도 electrometer에 의해 측정 된다. 이것은 존재하는 분석대상물질의 양에 직접 비례해서 신호를 생성한다.
- 3) ELSD : Evaporative Light Scattering Detector는 이동상을 분무에 의해 증기화시키고, 증기화된 얇은 분석 물질의 입자를 광산란에 의해 검출하는 방식으로 이동상 용매보다 휘발도가 낮은 성분이라면 어떤 화합물이든지 검출이 가능한 고감도 검출기이다.

- 기본적인 당류 분석은 HPLC(U-3000, Thermo Scientific)을 통하여 분리를 하고 검출기는 CAD(Charged Aerosol Detector)을 통한 분석을 시행.
- 초기에는 RI detector 와 유사한 방식으로 isocratic 상태의 분석을 시도하였음.
- 분석을 하기 위해서 보유중인 말토올리고당 표준물질을 사용하였음. 사용한 말토올리고당 표준물질의 경우에는 중합도가 3~7까지의 것으로 maltotriose, maltotetraose, maltopentaose, maltehexaose, maltoheptaose를 이용하였음.
- 각각의 것을 1,000ppm으로 만들어 이를 혼합하여 분석 가능 여부를 판단하기 위한 표준물질로 사용하였음.
- 표에는 나타내지 않았지만, 초기 ACN(acetonitrile)의 농도를 낮추어 시도를 한 결과, 초기의 base line 자체가 높은 값을 기록하여, 분석하고자하는 물질의 peak가 base line 아래로 숨겨지는 현상이 발생하였음.
- 따라서 초기 ACN 의 농도를 높여서 분석하는 방법을 시도하였으며, 초기 점차적으로 농도를 높였으나, base line 이 극적으로 낮아지지는 않아 다음의 표와 같은 방법을 사용하여 분석을 진행하였음.

표 26 시도된 분석법(1)

Flow	1 ml/min
Column	Thermo Hypersil gold Amino 3 x 150 mm, 3 μ m
Temperature	25°C
Inj. volume	10 μ L
Mobile Phase	Isocratic ACN : water = 9:2
Detector	Corona CAD Nitrogen: 35 psi
Run time	30 minutes

표 27 시도된 분석법(2)

Flow	0.5 ml/min
Column	Thermo Hypersil gold Amino 3 x 150 mm, 3 μ m
Temperature	25°C
Inj. volume	10 μ L
Mobile Phase	Isocratic ACN : water = 8:2
Detector	Corona CAD Nitrogen: 35 psi
Run time	30 minutes

- Isocratic 방법으로 보유중인 말토올리고당의 표준물질을 분석한 결과, 중합도 7가지의 표준물질을 사용하였으나, 중합도가 3인 maltotriose와 중합도 4의 maltotetraose 의 경우는 peak를 나타내었으나, 그 이상의 중합도를 나타내지는 못함. 결과에 의하여 동일한 농도의 mobile phase를 사용하는 것에는 무리가 있을 것으로 판단되어, multi-gradient state를 사용하기로 하였음.

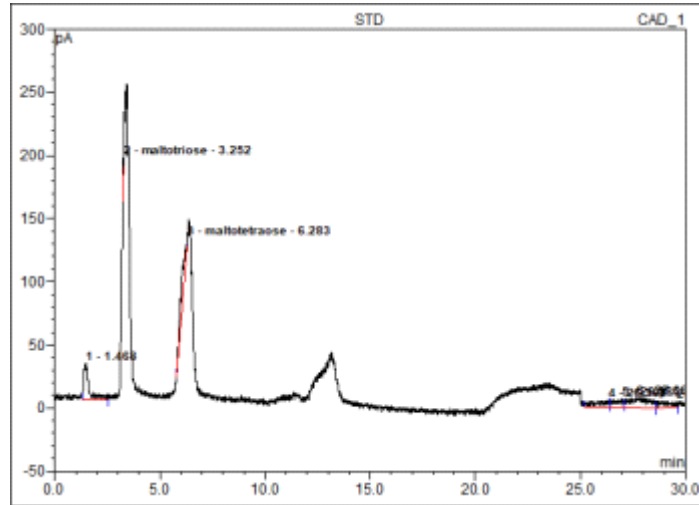


그림 72 Isocratic(ACN : water = 8:2)로 분석한 HPLC 결과

- 마지막으로 사용한 Mobile phase의 ACN의 농도를 이용하여 새롭게 시도하여 최종적으로 결정된 당류의 분석 조건은 다음과 같음.

표 28 HPLC-CAD를 이용한 당류의 최종 분석 조건

Flow	Multi gradient 0.7 ml/min																		
Column	Thermo Hypersil gold Amino 3 x 150 mm, 3 μ m																		
Temperature	40°C																		
Inj. volume	5 μ L																		
Sampler temp.	10°C																		
Mobile Phase	Multi gradient <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>min</th> <th>water</th> <th>ACN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>20</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>35</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>18.00</td> <td>35</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>18.10</td> <td>20</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>22.00</td> <td>20</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>	min	water	ACN	0.00	20	80	15.00	35	65	18.00	35	65	18.10	20	80	22.00	20	80
min	water	ACN																	
0.00	20	80																	
15.00	35	65																	
18.00	35	65																	
18.10	20	80																	
22.00	20	80																	
Detector	Corona CAD Nitrogen: 35 psi																		
Run time	25 minutes																		

- 위의 결정된 방법을 통하여 보유중인 말토올리고당의 표준물질을 분석을 한 결과의 peak는 다음과 같이 나타났다. HPLC를 이용한 당류의 분석법은 순상 컬럼을 이용하여 분석하여 초기 데이터가 분자량이 높은 물질부터 점차적으로 낮은 물질로 진행이 됨.

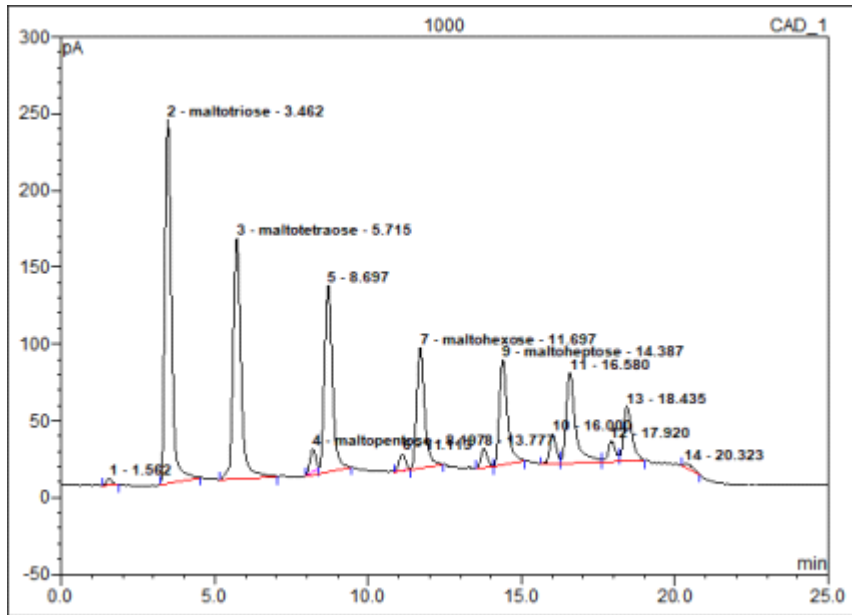


그림 73 확정된 방법을 말토올리고당 표준물질 분석 결과

- 결정된 방법을 최정적으로 말토올리고당의 분석법을 확정한 것은 다음과 같음.
- 하지만, 표준물질임에도 불구하고, 첨가하기 않은 다른 말토올리고당의 분석 peak가 나타났는데 이는 표준 물질 내부의 분해, 반응 혹은 다른 물질의 첨가가 되었거나, 분석법의 문제가 있을 수 있음을 의미하는데, 다른 분석을 통해 분석법의 보완이 필요함.
- 따라서, 위의 결정된 방법을 통하여 단당 및 이당의 표준물질 분석이 가능한지 확인하였음.
- 먼저, 분자량이 작은 당류 분석을 위해서 단당인 (glucose, fructose, galactose), 이당류 (maltose, sucrose)를 1%(10,000ppm)으로 만든 후, 2,000, 4,000, 6,000, 8,000ppm으로 희석하여 standard curve를 그려 당류 분석의 신뢰도를 확인하였음.

표 30 단당류와 이당류의 Retention time

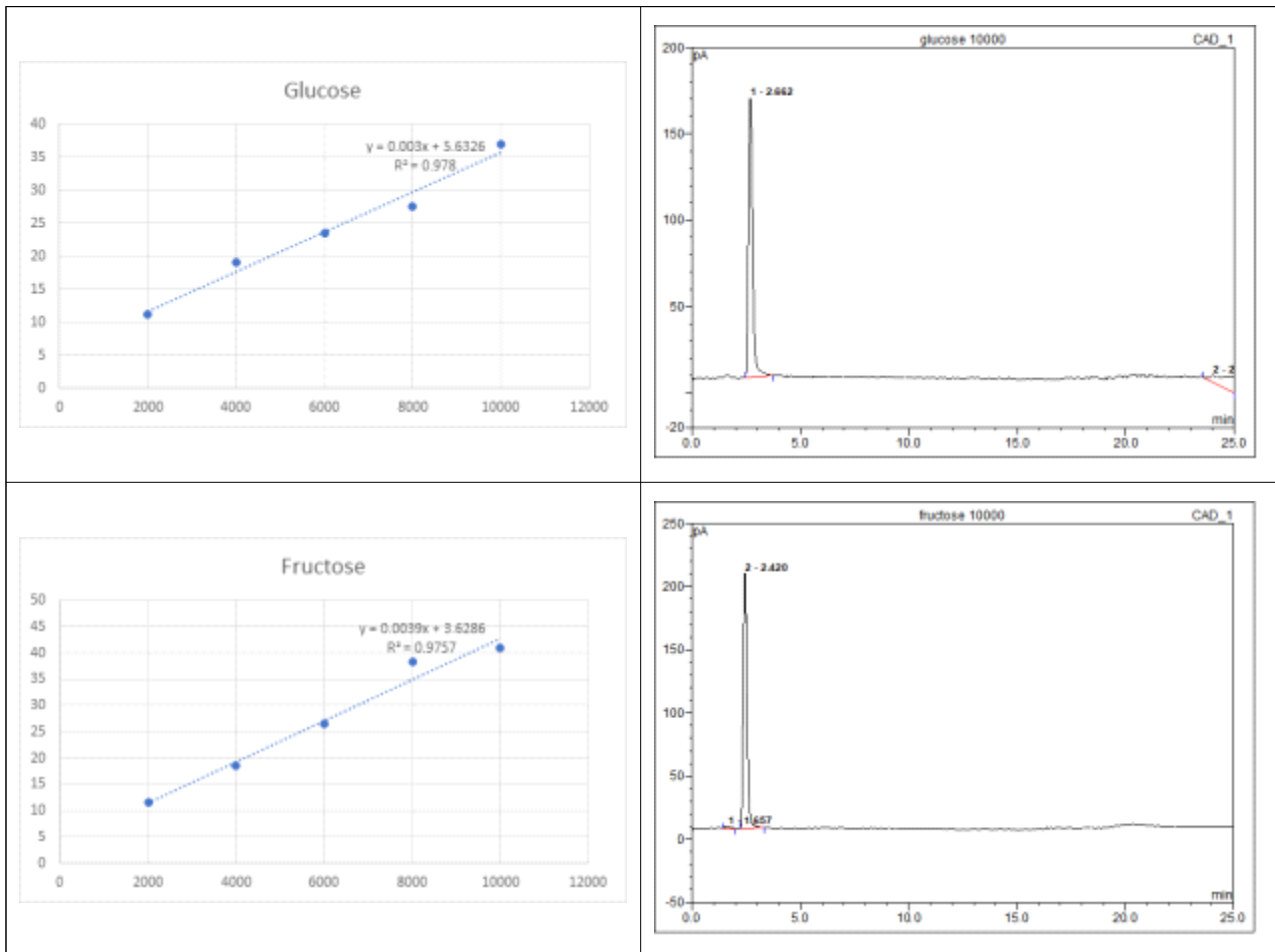
	Glucose	Fructose	Galatose	Maltose	Sucrose
Retention time(min)	2.67	2.43	2.77	2.83	3.40

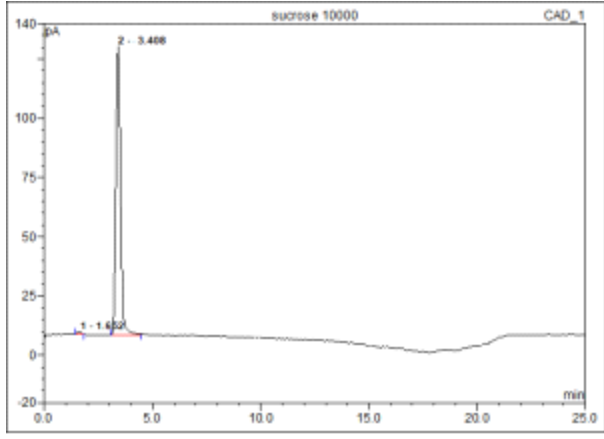
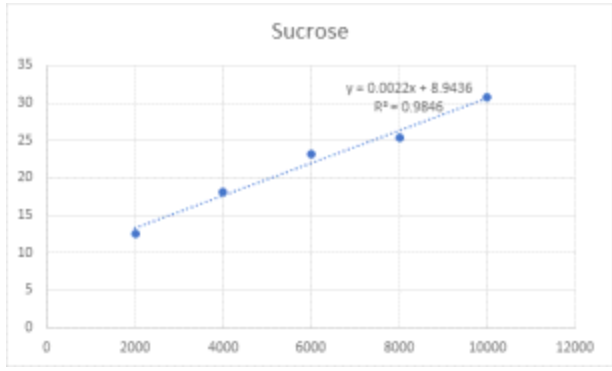
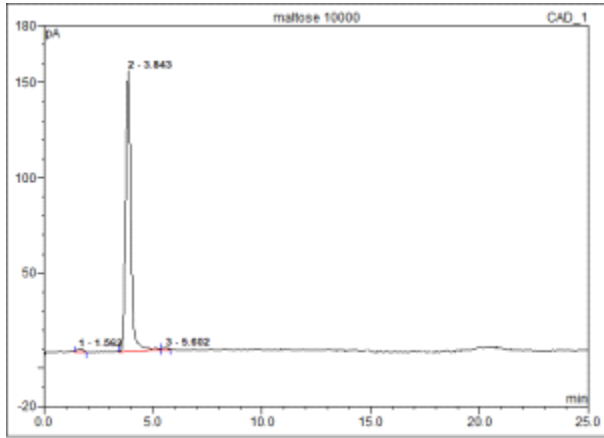
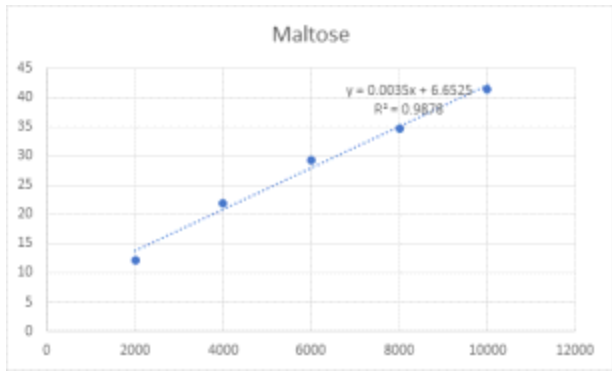
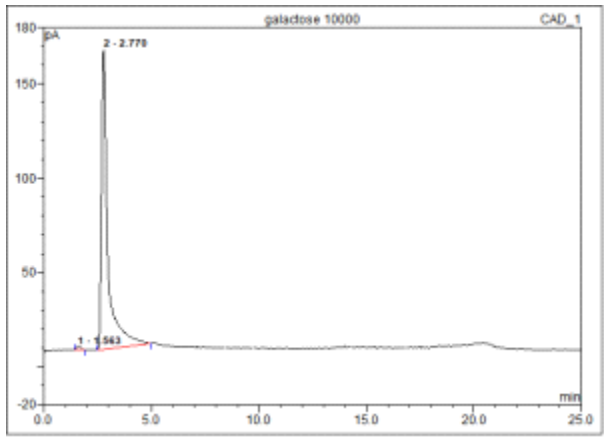
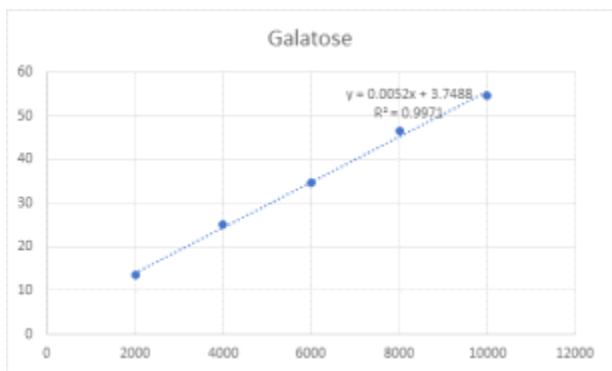
표 31 단당류와 이당류의 각 농도에 따른 Peak area

농도	Glucose	Fructose	Galatose	Maltose	Sucrose
2,000	11.1711	11.6075	13.5299	12.2429	12.6143
4,000	19.0575	18.5033	25.0854	22.0079	18.1345
6,000	23.4989	26.512	34.7208	29.3047	23.1345
8,000	27.59556	38.2692	46.5571	34.7390	25.3689
10,000	36.9331	40.9614	54.7656	41.3320	30.7628

○ 또한, 다양한 올리고당의 분석에도 적용하기 위하여 말토올리고당, 이소말토올리고당, 프락토올리고당, 갈락토올리고당을 각각 초순수를 이용하여 1% 농도로 녹여서 분석을 다시 시도하였음.

그림 74 단당류 및 이당류의 농도별 standard curve 및 분석 peak





○ 말토올리고당의 표준물질 분석

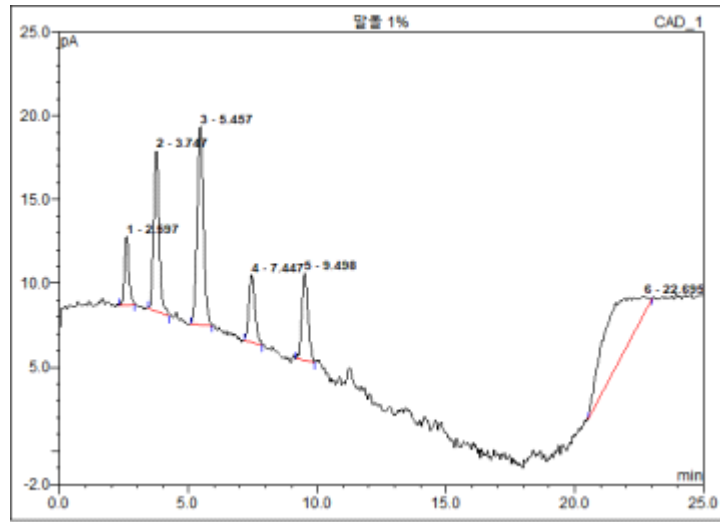


그림 85 말토올리고당 분석 peak

○ 이소말토올리고당의 표준물질 분석

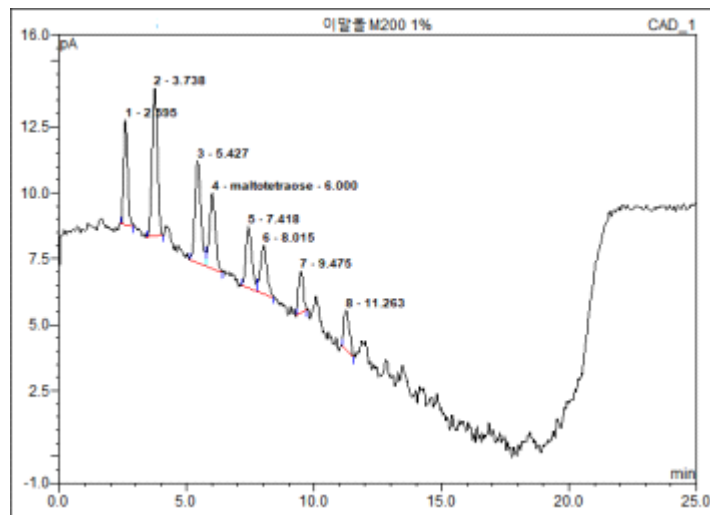


그림 86 이소말토올리고당 분석 peak

○ 프락토올리고당의 표준물질 분석

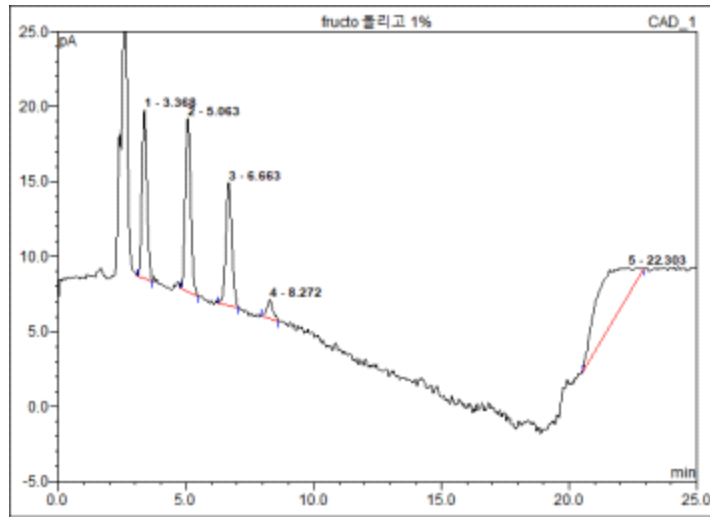


그림 87 프락토올리고당 분석 peak

○ 갈락토올리고당의 표준물질 분석

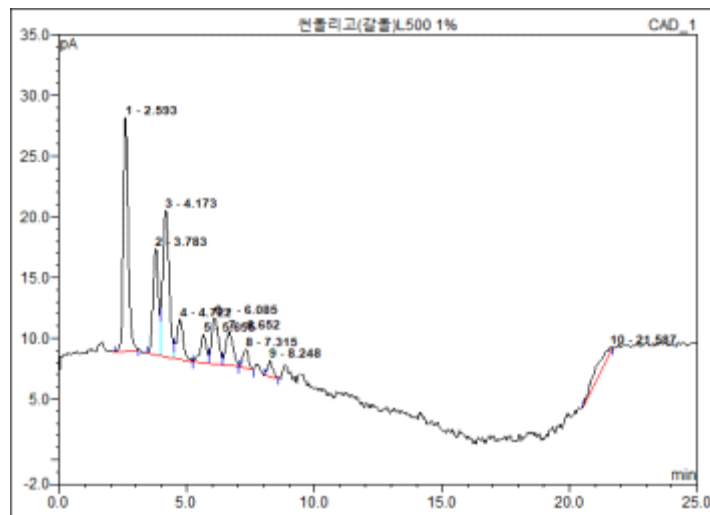


그림 88 갈락토올리고당 분석 peak

- 단당 분석에서는 base line이 잘 나타났으나, 최종적으로 올리고당 분석에서는 제대로된 peak가 나타나지 않았음.
- 추가적으로 조건을 달리하여 다양한 올리고당을 동시에 분석할 수 있는 방안의 모색이 필요함.

나. HPLC-CAD 를 통한 말토올리고당과 이소말토올리고당의 동시분석법 확립

- 올리고당 분말화를 위해 고온처리 공정이 필요하므로, 고온에 안정한 이소말토올리고당의 개발을 시도하였다, 이소말토올리고당 제조 시 잔여 말토올리고당이 존재하기 때문에 총 올리고당 함량을 측정하기 위해 동시분석법이 필요함. 따라서 말토올리고당과 이소말토올리고당의 동시분석법을 설정하였음.
- 당류 분석 중 base line의 불안정으로 인해 정확성 있는 분석이 불가능하였다. 따라서 CAD 검출기에서 안정적인 base line을 구현하는 컬럼으로 교환하였음.
- 교환된 컬럼을 사용하여 설정한 분석 조건은 다음 표와 같음.

표 32 HPLC-CAD를 이용한 올리고당의 분석 조건

Instrumental condition	Operating condition		
Flow	0.7 mL/min		
Column	Shodex HILICpak VG-50 4E 250 mm x 4.6 mm, 5 μ m		
Temperature	40°C		
Inj. volume	5 μ L		
Sampler temp.	10°C		
Mobile Phase	Multi gradient		
	min	Water	ACN
	0.00	20	80
	50.00	34	66
	60.00	40	60
	60.10	20	80
	65.00	20	80
Detector	Charged Aerosol Detector Evaporator temperature : 40°C		
Retention time	65 minutes		

- 말토올리고당 분석을 위한 표준물질로 glucose, maltose, maltotriose, maltotetraose, maltopentaose, maltohexaose, maltoheptaose, maltooctaose, maltononaose를 사용하였고, 분석 결과는 다음과 같음.

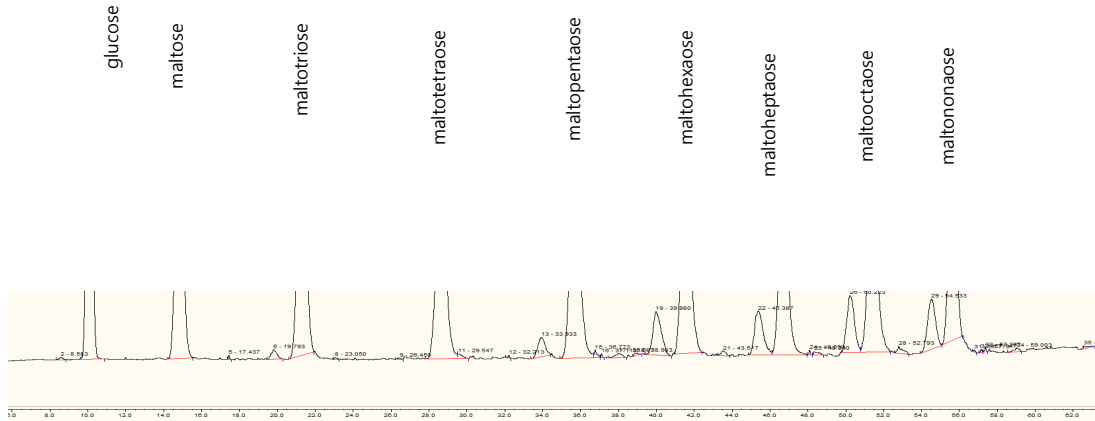


그림 89 말토올리고당 표준물질 분석 peak

- 말토올리고당과 이소말토올리고당의 동시분석을 위한 표준물질로 glucose, maltose, maltotriose, maltotetraose, maltopentaose, maltohexaose, isomaltose, isomaltotriose, isomaltotetraose, isomaltopentaose, isomaltohexaose를 사용하였고, 분석 결과는 다음과 같다.

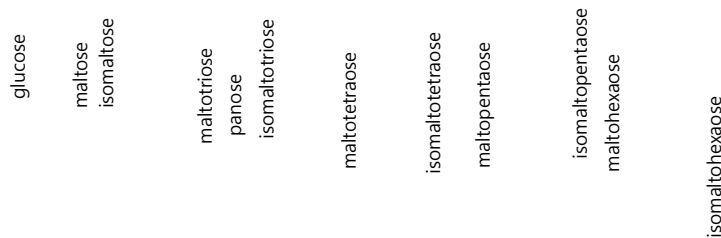


그림 90 말토올리고당과 이소말토올리고당의 표준물질 동시분석 peak

다. 미곡을 이용한 말토올리고당 및 이소말토올리고당 제조법의 확립

① 미곡을 이용한 효소반응을 위한 효소 조건 조사 결과

- 효소는 novozymes 사의 것을 사용하였음. novozymes사에서 나오는 것을 이용하였으며, 초기 반응에 사용한 효소는 다음의 것과 같은.
- 액화를 위한 효소는 Termamyl을 사용하였고, 당화로는 Sacazyme, 쌀에 포함된 셀룰로오스를 파괴하기 위해서는 Viscozyme을 이용하였음. 그에 대한 각 효소의 정보는 다음과 같음.

- Termamyl

- 종류 : Alpha-amylase
- 활성도 : 120 KNU-T/g
- 색 : Yellow to light brown
- 형태 : Liquid
- 비중(g/ml) : 1.25
- 점도(cps) : 1-25
- 제품 스펙

표 33 Termamyl 제품 스펙

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Alpha-amylase unit KNU-t	120		/g
pH at 25°C	5.5	7.0	
Total viable count	-	50000	/g
coliform bacteria	-	30	/g
E.coli	Not Detected		/25g
Salmonella	Not Detected		/25g
Heavy metals		Max 30	mg/kg
Lead		Max 5	mg/kg
Arsenic		Max 3	mg/kg
Cadmium		Max 0.5	mg/kg
Mercury		Max 0.5	mg/kg

표 34 Termamyl 제품조성

Preservatives	Potassium sorbate
Stabilizers	Sodium Chloride
	Sucrose

- Viscozyme

- 종류 : Beta-glucanase(endo-1,3(4)-)
- 활성도 : 100 FBG/g
- 추가기능 : The product contains activity of Xylanase, Cellulase, Hemicellulase
- 색 :Color : Brown
- 형태 : Liquid
- 비중(g/ml) : 1.21
- 제품 스펙

표 35 Viscozyme 제품 스펙

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Beta-glucanase unit FBG	100		/g
Total viable count	-	10000	/g
Coliform bacteria	-	30	/g
E.coli	Not Detected		/25g
Salmonella	Not Detected		/25g
Heavy metals		Max 30	mg/kg
Lead		Max 5	mg/kg
Arsenic		Max 3	mg/kg
Cadmium		Max 0.5	mg/kg
Mercury		Max 0.5	mg/kg

표 36 Viscozyme 제품 조성

* 건조량 기준

Ingredients	Appr. % (w/w)
Water, CAS no. 7732-15-5	59.90
Sucrose, CAS no. 57-50-1	23
Sodium Chloride, CAS no. 7647-14-5	10
Beta-glucanase(endo-1,3(4)-), CAS no. 62213-14-3*	7
Potassium sorbate, CAS no. 24634-61-5	0.10

- Sacazyme

- 종류: Glucoamylase(glucan 1,4-alpha-glucosidase)
- 활성도 : 750AGU/g
- 색 : Light to dark brown
- 형태 : Liquid
- 비중(g/ml) : 1.14
- 점도(cps) : 1-25
- 제품 스펙

표 37 Sacazyme 제품 스펙

	Lower Limit	Upper limit	Unit
Amyloglucosidase unit AGU	750		/g
Density	1.09	1.19	g/ml
Total viable count	-	50000	/g
Coliform bacteria		30	/g
E.coli	Not Detected		/25g
Salmonella	Not Detected		/25g
Heavy metals		Max 30	mg/kg
Lead		Max 5	mg/kg
Arsenic		Max 3	mg/kg
Cadmium		Max 0.5	mg/kg
Mercury		Max 0.5	mg/kg

표 38 Sacazyme 제품 조성

Preservatives	Potassium sorbate Sodium benzoate
Stabilizers	Sucrose/Glucose, D-

② 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소반응 최적화 조건 설정

- 쌀을 원료로 올리고당을 제조하는 최적 효소 반응 조건을 탐색하기 위해 효소 반응을 끝낸 당액으로 환원당 정량 실험을 함.
- 올리고당을 생성하기 위한 효소를 선정하였음. 액화 효소는 Thermamyl, 당화 효소는 Saczyme, 식이섬유에서 전분을 분리하는 효소로 Viscozyme을 사용함.
- 초기 기질인 쌀과 물을 1 : 1로 혼합하여 당화 및 액화 반응을 시도하였으나, 기질을 양이 많고, 액화 이전에 굳어지는 현상을 발견, 1 : 2로 반응을 다시 시도하였음.
- 하지만, 1:2 반응 역시 굳어지는 현상 때문에 효소반응이 적절하게 일어나지 못하였기에 물을 양을 늘리면서 다시 효소반응을 시도하였음. 따라서 최종적으로 1:4의 비율로 섞어 효소반응을 유도하였음.
- 쌀과 물을 1 : 4의 비율로 혼합하여 분쇄한 후 기질의 양이 2.5 g 이 되도록 하여 기질의 양 대비 효소첨가량을 다음의 표과 같은 비율로 첨가함.

표 39 첨가한 효소량

(단위 : %)

시료	Thermamyl	Saczyme	Viscozyme
1	0.1		
2	0.5		
3	1		
4	0.1	0.05	
5	0.1	0.1	
6	0.1	0.2	
7	0.5	0.05	
8	0.5	0.1	
9	0.5	0.2	
10	1	0.05	
11	1	0.1	
12	1	0.2	
13	0.1	0.05	0.1
14	0.1	0.1	0.1
15	0.1	0.2	0.1
16	0.5	0.05	0.1
17	0.5	0.1	0.1
18	0.5	0.2	0.1
19	1	0.05	0.1
20	1	0.1	0.1
21	1	0.2	0.1
22	0.1		0.1
23	0.5		0.1
24	1		0.1
25		0.05	
26		0.1	
27		0.2	
28		0.05	0.1
29		0.1	0.1
30		0.2	0.1

- 먼저 Termamyl 효소의 경우 95℃, 1시간 30분 반응시켰고, Saczyme과 Viscozyme의 경우 50℃, 2시간 반응 시켰음.
- Termamyl 효소를 첨가하지 않은 시료는 당화가 일어나지 않고 전분의 호화 및 팽윤이 일어나 고체 덩어리가 되었기 때문에 이 후의 실험을 진행하기가 어려웠음. 따라서 25~30번의 비율은 부적절하다고 판단되었으며, Termamyl을 이용한 당화공정이 필요함을 확인하였음.
- DNS 환원당 실험을 통해서 분해 정도를 판단하였음.
- 같은 농도의 glucose, fructose, galactose, maltose를 혼합한 혼합액을 표준용액으로 설정하고 1~24번의 비율로 효소 처리한 시료를 10배 희석하여 흡광도를 측정하였음. 그에 따라 나타낸 표준정량곡선(standard curve)는 다음의 그림과 같음.

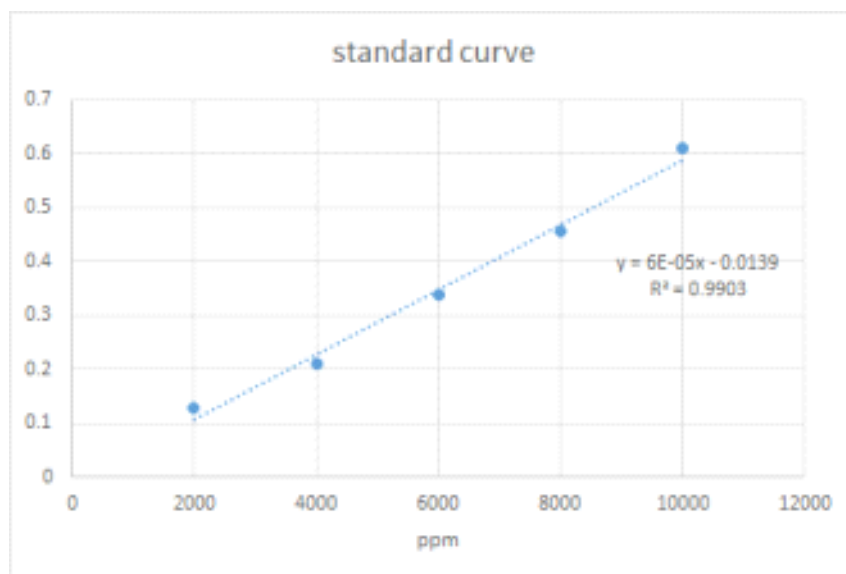


그림 91 10배 희석한 DNS 정량의 표준정량곡선

표 40 시료의 환원당 함량

(단위 : ppm)

시료	농도	시료	농도
1	6,810	13	9,918
2	6,285	14	9,943
3	6,251	15	10,635
4	10,760	16	10,260
5	10,485	17	11,160
6	11,326	18	11,393
7	10,110	19	10,993
8	9,693	20	11,485
9	11,276	21	10,376
10	9,410	22	6,443
11	8,576	23	6,118
12	10,285	24	7,335

- 환원당 정량 실험 결과 전분이 많이 분해되어 높은 환원당 농도를 가지는 시료는 9번, 17번, 18번, 19번, 20번이었고, 이를 통해 모든 효소를 사용하는 것이 적합하다고 생각됨. 이 중 20번 시료는 환원당 농도가 11,485 ppm으로 가장 높게 나왔으며, 이때 효소의 조합은 termamyl 1%, Saczyme 0.1%, Viscozyme 0.1% 임. 그러나 산업적으로 이용할 경우 경제적 측면을 고려하면 효소의 비율이 termamyl 0.5%, Saczyme 0.1%, Viscozyme 0.1% 이었던 17번의 조합이 가장 적절하다고 생각됨.
- 20배 분석한 결과의 표준정량 곡선은 다음과 같음.

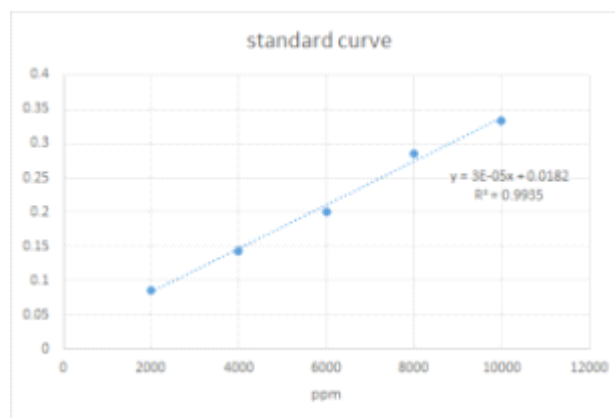


그림 92 20배 희석한 DNS 정량의 표준정량곡선

○ 정량한 것을 20배 희석하여 분석한 결과는 다음과 같음.

표 41 환원당 함량

(단위 : ppm)

시료	농도	시료	농도
1	7,626	13	10,193
2	6,743	14	11,493
3	6,976	15	10,493
4	10,193	16	10,610
5	10,860	17	10,543.3
6	10,410	18	10,510
7	10,310	19	10,710
8	10,010	20	11,560
9	10,360	21	10,643
10	9,260	22	6,893
11	9,160	23	6,743
12	11,260	24	7,343

○ 환원당 정량 실험 결과 전분이 많이 분해되어 높은 환원당 농도를 가지는 시료는 12번, 14번, 20번이었음. 이 중 20번 시료의 환원당 농도가 11,560 ppm으로 가장 높게 나왔으며, 이때 효소의 조합은 Termamyl 1%, Saczyme 0.1%, Viscozyme 0.1% 임. 그러나 산업적으로 이용할 경우 경제적 측면을 고려하면 효소의 비율이 Termamyl 0.1%, Saczyme 0.1%, Viscozyme 0.1% 이었던 14번의 조합이 가장 적절하다고 생각됨.

○ 위의 두 결과를 종합하여 평균 낸 환원당의 농도는 다음의 표와 같음.

표 42 환원당 함량

(단위 : ppm)

시료	평균	시료	평균
1	7,218	13	10,055.5
2	6,514	14	10,718
3	6,613.5	15	10,564
4	10,476.5	16	10,435
5	10,672.5	17	10,851.5
6	10,868	18	10,951.5
7	10,210	19	10,851.5
8	9,851.5	20	11,022.5
9	10,818	21	10,509.5
10	9,335	22	6,668
11	8,868	23	6,430.5
12	10,772.5	24	7,339

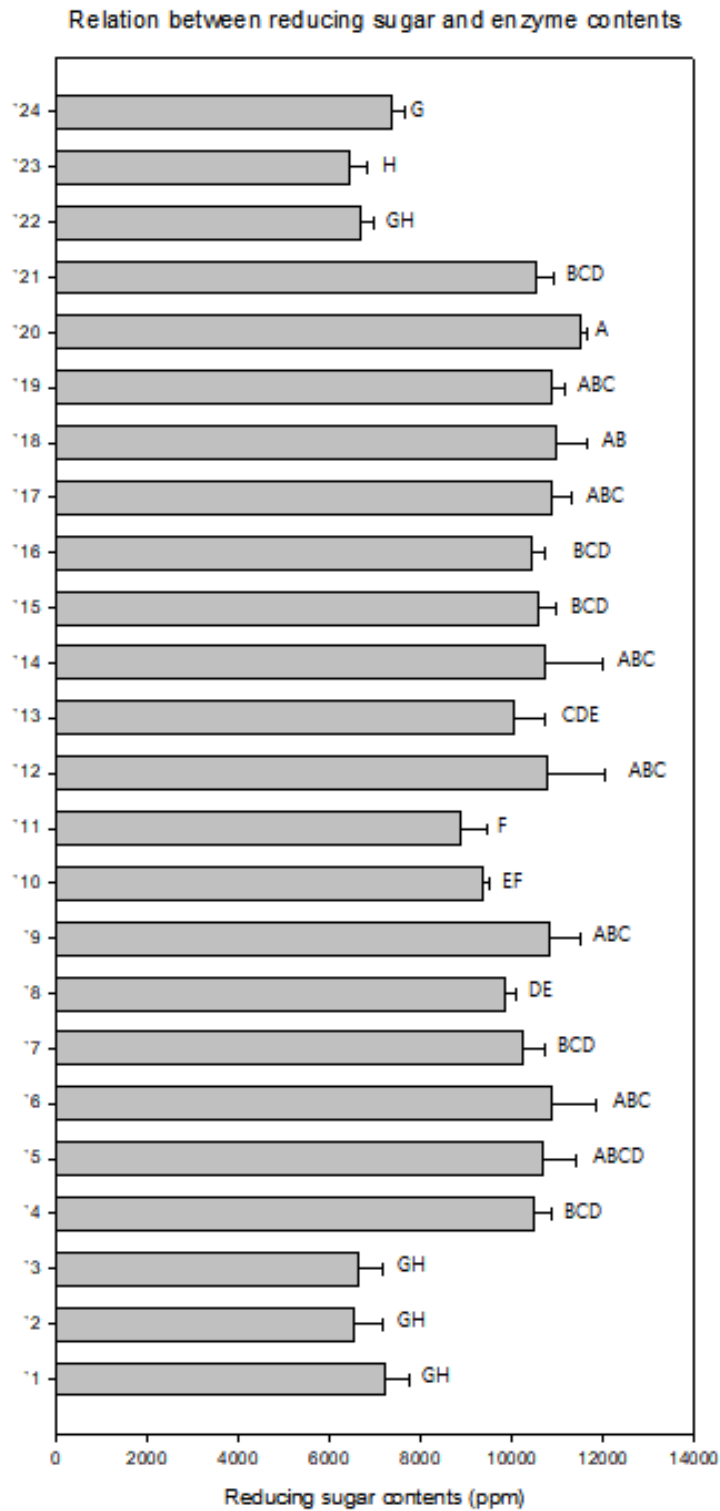


그림 93 효소반응 별 환원당 함량

○ 종합적으로 살펴보면 대체로 Saczyme의 첨가 비율이 높아질수록 환원당 함량이 높아졌지만, 9번의 경우와 같이 Saczyme의 비율이 높아도 Viscozyme의 부재시 환원당 함량이 낮아짐. 따라서 수율을 높이기 위해서는 3가지 효소 전부를 사용하는 것이 적절하다고 생각됨.

- 환원당의 농도는 20번에서 11,022.5 ppm 로 가장 높게 나왔으므로 최고 수율을 내는 효소농도는 Termamyl 1%, Saczyme 0.1%, Viscozyme 0.1%음. 그러나 산업적으로 이용할 때 경제적인 측면을 고려한다면 Termamyl 0.5%, Saczyme 0.1%, Viscozyme 0.1% 를 사용한 17번이 효율적이라고 생각됨.

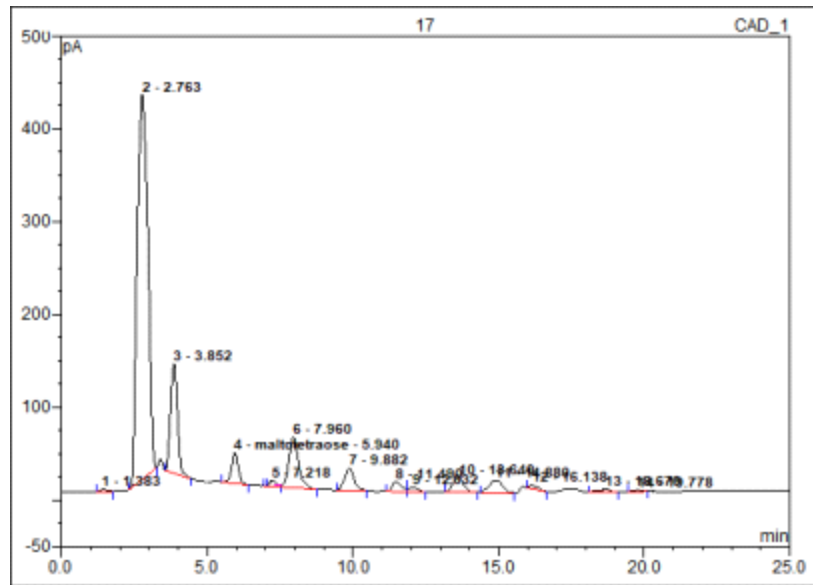


그림 94 가장 높은 환원당 함량을 가지는 17번 샘플의 HPLC 분석

- 이의 실험 결과는 환원당 함량을 통해서 효소가 가지는 가수분해력을 알아보았고, 적절한 효소 반응시간을 조절하여 올리고당 생성에 사용할 수 있을 것으로 판단됨.

③ 미곡 유래 올리고당 제조를 위한 효소반응 조건 설정

㉞ 사용 효소

- 미곡 전분으로 제조할 수 있는 올리고당의 종류는 말토올리고당과 이소말토올리고당이며 이를 생성하기 위해 선정된 효소는 다음의 표와 같다, 기질의 상태는 표면적을 높여주는 가루의 형태가 적합하다고 판단하였고, 시중에 판매중인 쌀가루를 사용하였음.



그림 95 실험에 사용된 쌀가루

표 43 효소의 종류와 최적 조건

Enzyme	Optimal conditions		Company	Manufacture Origin
	Temp. (°C)	pH		
Termamyl 2X ¹⁾	90-100	6.0-6.4	Novozymes	<i>Bacillus licheniformis</i>
Maltogenase L ²⁾	55-65	4.5-5.5	Novozymes	<i>Bacillus subtilisamyoliquefaciens</i>
Promozyme D2 ³⁾	55-60	4.2-5.4	Novozymes	<i>Bacillus acidopullulyticus</i>
Fungamyl 800 L ⁴⁾	53-58	5.0-6.0	Novozymes	<i>Aspergillus niger</i>
Transglucosidase L ⁵⁾	55-60	5.0-5.5	Amano	<i>Aspergillus niger</i>

1) Termamyl 2X : 액화효소이며, 고온에서 α -1,4-glucoside 결합을 가수분해함.

2) Maltogenase L : β -amylase로 비환원성 말단부에서 maltose 단위로 α -1,4-glucoside 결합을 가수분해함.

3) Promozyme D2 : pullulanase로 pullulan, amylopectin의 α -1,6-glucoside 결합을 가수분해함.

4) Fungamyl 800 L : α -amylase로 α -1,4-glucoside 결합을 가수분해함. 장기간 분해시 maltose 대량 생산.

5) Transglucosidase L : 전이효소이며, α -D-glucosyl-oligosaccharides의 가수분해와 glucosyl group를 glucose의 6-OH로 전이 하는 반응을 촉매함.

㉔ 미곡의 α -amylase를 통한 액화 공정 최적화

○ 액화과정에서 효소의 최적반응시간과 최적 효소투입량을 결정하기 위한 실험을 진행하였

다. 효소반응을 마친 액화액은 DNS 환원당 정량법을 통해 가수분해 정도를 판단하였다.

- 쌀가루와 증류수를 1 대 4의 비율로 혼합하였다. 효소는 기질대비 0.025%, 0.05%, 0.075%, 0.1% 로 첨가하여 95℃에서 1시간 및 2시간 반응시켰다.



액화 전



액화 후

그림 96 쌀가루의 효소 가수분해

- DNS 환원당 실험을 위해 maltose를 표준물질로 하여 표준정량곡선을 작성하였으며, 이를 이용해 액화액의 환원당 함량을 측정하였다.

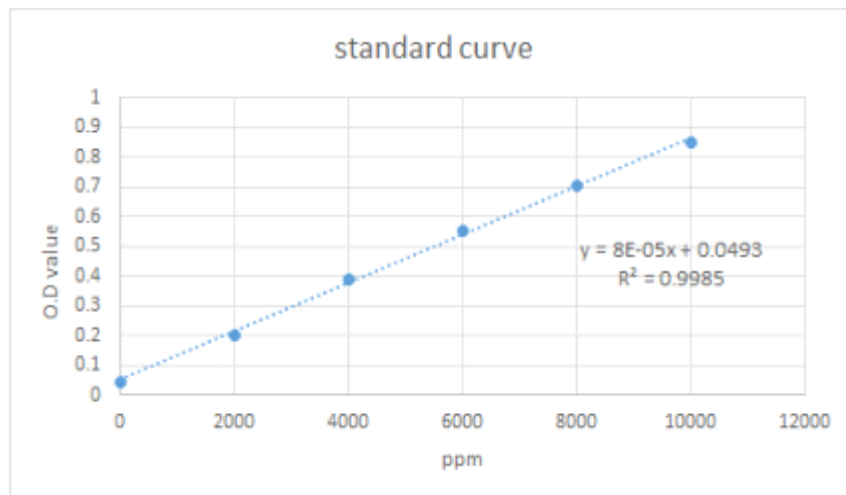


그림 99 환원당 표준정량 곡선

표 44 액화 시간 및 효소농도별 환원당 함량

Contents of reducing sugar (mg/mL)				
Termamyl 2X (%)	0.025	0.05	0.075	0.1
1 hr	61.34 ± 0.5	83.84 ± 6.23	98.34 ± 1.37	106.43 ± 1.89
2 hr	109.59 ± 1.06	129.26 ± 3.32	138.26 ± 1.61	137.51 ± 5.26

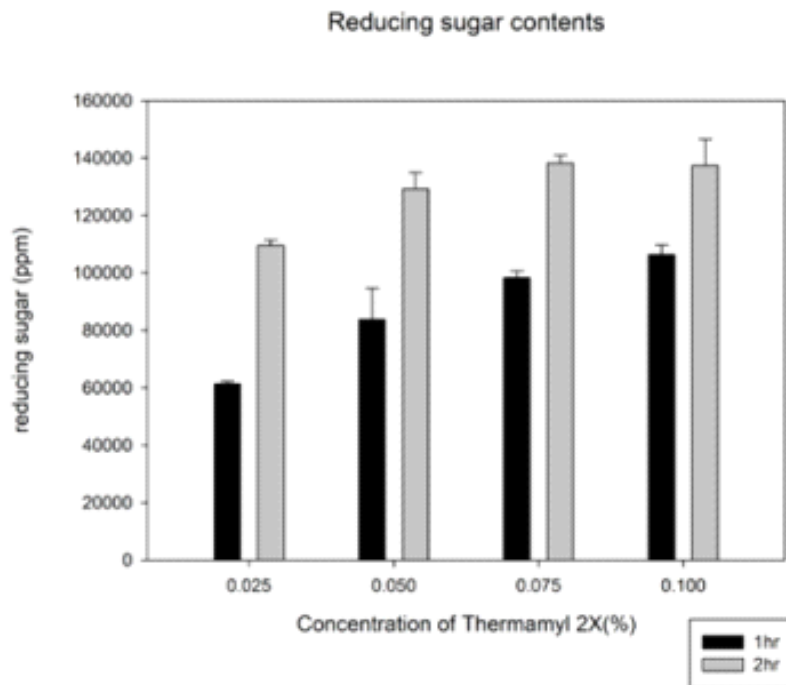


그림 100 액화 시간 및 효소농도별 환원당 함량

○ 환원당의 함량은 1시간 반응할 때 보다 2시간 반응할 때 환원당 함량이 높았고, 효소 첨가량의 경우 0.075% 이상에는 유의적인 차이가 없었으므로 액화반응의 최적조건은 효소를 기질대비 0.075% 첨가하여 2시간 반응하는 것으로 결정하였다.

㊤ 미곡을 이용한 말토올리고당 제조

○ 최적 당화효소 탐색

- 액화 반응 후에 당화반응을 실시하기 위해 당화효소로 Maltogenase L과 Promozyme D2를 각각 0.1% 첨가하는 것과, Fungamyl 800L을 0.1% 첨가하는 것과, 액화액을 온도만 하강

시킨 것을 55°C 에서 당화시켜 말토올리고당을 생성시켰다.

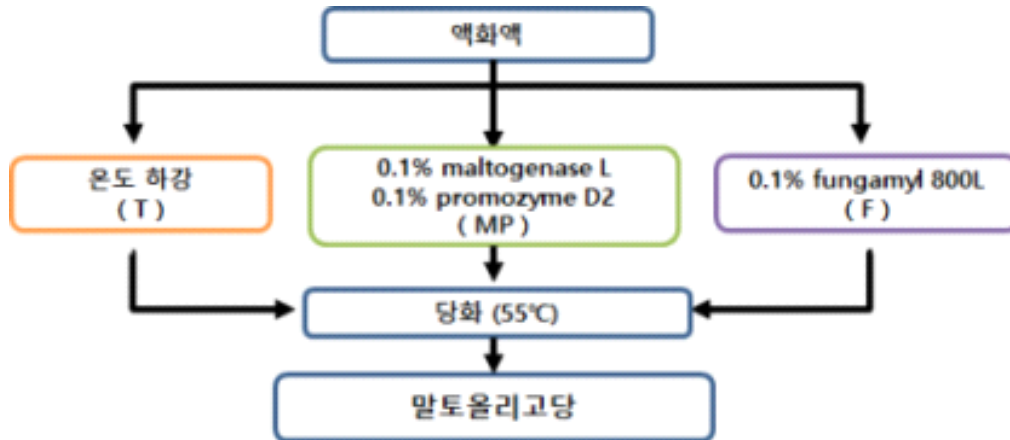


그림 101 당화 공정



그림 102 쌀을 이용한 당액 제조

- 효소 첨가 직후(0시간), 12시간, 24시간에 당화액을 샘플링하여 효소를 불활성화 시킨 뒤 -80°C 에서 보관하였고, 분석 시 희석하여 HPLC로 함량을 측정하였다. 효소종류에 따른 말토올리고당의 함량은 다음 표와 같다.

표 45 Termamyl 2X 효소만 처리 시 반응시간에 따른 말토올리고당 조성 및 함량 변화
(단위 : mg/mL)

조성	시간(hr)		
	0	12	24
Glucose	10.73	13.00	13.79
Maltose	30.45	29.97	30.82
Maltotriose	28.83	28.73	29.41
Maltotetraose	17.75	16.38	16.87
Maltopentaose	25.72	30.08	32.18
Maltohexaose	18.42	5.71	3.07
Maltoheptaose	4.98	4.77	4.54
Maltooctaose	5.79	5.65	5.58
Maltononaose	6.73	6.68	6.45
Total	108.23	98.00	98.09

표 46 Maltogenase L과 promozyme D2 처리 시 반응시간에 따른 말토올리고당 함량 변화
(단위 : mg/mL)

성분	시간(hr)		
	0	12	24
Glucose	11.45	22.32	26.50
Maltose	35.34	67.34	75.01
Maltotriose	30.80	21.51	13.68
Maltotetraose	19.16	10.70	2.34
Maltopentaose	17.28	8.39	7.19
Maltohexaose	13.97	3.13	0.00
Maltoheptaose	5.65	1.80	0.00
Maltooctaose	5.25	1.14	0.13
Maltononaose	5.82	1.57	0.30
Total	97.94	48.25	23.64

표 47 Fungamyl 800L 처리 시 반응시간에 따른 말토올리고당 함량 변화
(단위 : mg/mL)

성분	시간(hr)		
	0	12	24
Glucose	10.32	19.33	22.92
Maltose	33.34	67.57	69.64
Maltotriose	35.75	21.68	15.17
Maltotetraose	20.11	0.14	0.00
Maltopentaose	15.32	7.59	7.41
Maltohexaose	11.97	1.05	0.44
Maltoheptaose	5.07	0.27	0.02
Maltooctaose	4.90	0.08	0.08
Maltononaose	5.50	0.30	0.30
Total	98.62	31.12	23.43

- 액화액을 온도만 낮춰 55℃에서 당화한 경우 중합도가 높은 말토올리고당이 생성되었다. 다른 효소 당화액에 비해, 식품첨가물로 기능적 특성이 있는 maltotriose, maltotetraose, maltopentaose의 함량이 가장 높게 나왔으며, 총 말토올리고당 함량도 가장 높게 측정되었다.
- maltogenase L과 promozyme D2를 함께 사용하여 당화한 경우 maltose를 가장 많이 생산하였다. 또한 fungamyl 800L을 사용한 당화액도 maltose가 가장 많이 생성되었지만, 상대적으로 낮은 생산량을 보였다.
- 액화액에서 중합도가 높은 말토올리고당이 가장 많았고, 총 말토올리고당 함량도 가장 높았으므로 기능성 말토올리고당의 제조는 액화효소인 termamyl 2X 만으로도 생산하는 것으로 결정하였다.
- 액화효소만을 가지고 말토올리고당을 제조하게 된다면, 액화조건에 변화를 주어 말토올리고당의 함량을 최대로 올릴 수 있는 방안을 탐색하는 것이 필요하다고 사료된다.
- termamyl 2X 효소로 액화한 액화액을 filter paper로 여과하였고, 여과된 여액을 진공농축기로 농축하여 75 brix의 당도로 제조하였다. 제조된 말토올리고당은 다음과 같다.

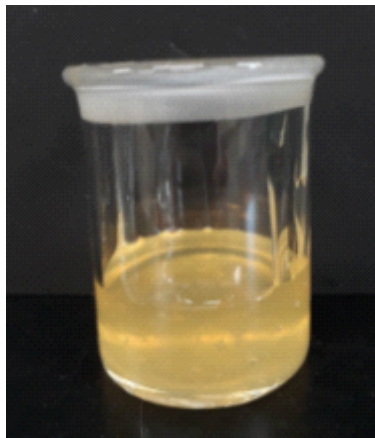


그림 103 쌀을 이용하여 제조된 말토올리고당

㉔ 미곡을 이용한 이소말토올리고당 제조

- 이소말토올리고당 제조를 위한 최적 효소 탐색

- 액화를 마친 쌀 슬러리에 당화효소와 전이효소를 함께 첨가하여 동시반응 시켰다. 이소말토올리고당 제조에 적합한 효소를 탐색하기 위해 효소의 종류를 다르게 하여 반응시켰다. 액화액에 transglucosidase를 첨가하는 것(T+TG)과, maltogenase L과 promozyme D2와 transglucosidase를 함께 첨가하는 것(MP+TG)과, fungamyl 800L과 transglucosidase를 함께 첨가하는 것(F+TG)을 55℃에서 당화·전이시켜 이소말토올리고당의 함량 변화를 비교하였다.

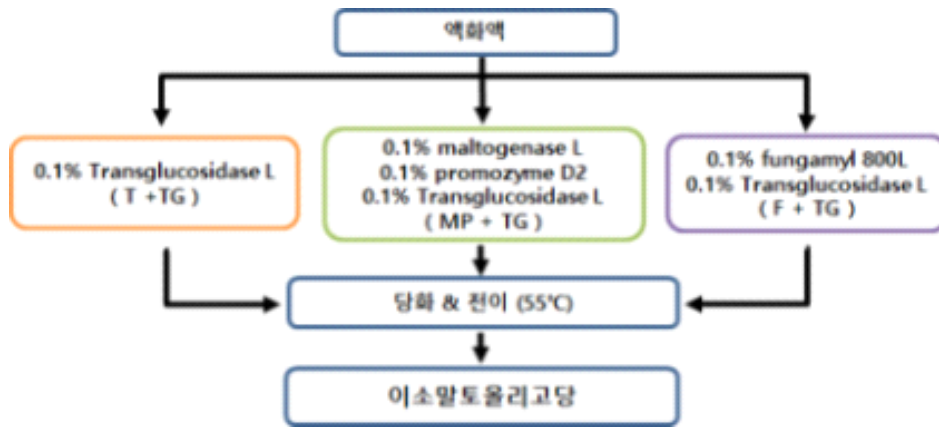


그림 104 당화 및 전이의 동시반응 공정

- 당액은 효소 첨가 직후(0시간), 12시간, 24시간에 샘플링되어 효소를 불활성화 시킨 뒤 -80°C에서 보관하였고, 분석 시 희석하여 HPLC로 함량을 측정하였다. 전이 되지 않은 잔여 말토올리고당과 이소말토올리고당을 동시에 분석하기 위해 앞서 설정한 분석법으로 함량을 측정하였다. 다음의 표에 효소종류에 따른 올리고당의 함량 변화를 나타내었다.

표 48 액화액에 transglucosidase L (T+TG) 처리 시 반응시간에 따른 올리고당 함량 변화
(단위 : mg/mL)

성분	시간(hr)		
	0	12	24
Glucose	11.88	31.35	40.81
Maltose	30.79	13.01	8.89
Maltotriose	28.96	4.39	4.04
Maltotetraose	15.24	1.18	0.67
Maltopentaose	28.84	2.16	3.53
Maltohexaose	19.32	1.23	1.86
Isomaltose	0.39	23.59	30.11
Panose	1.89	18.00	9.22
Isomaltotriose	0.00	8.90	14.62
Isomaltotetraose	0.00	0.90	2.09
Isomaltopentaose	0.00	0.00	0.13
Isomaltohexaose	0.00	0.00	0.00
IMO total	2.29	51.38	56.17
total	137.33	104.70	115.96

표 49 Maltogenase L, promozyme D2, transglucosidase L (MP+TG) 처리 시 반응시간에 따른 올리고당 함량 변화

(단위 : mg/mL)

성분	시간(hr)		
	0	12	24
Glucose	10.12	40.65	49.19
Maltose	31.76	22.91	14.66
Maltotriose	28.61	3.24	3.06
Maltotetraose	17.55	0.31	0.12
Maltopentaose	20.53	2.91	0.00
Maltohexaose	16.23	0.00	0.00
Isomaltose	0.22	27.71	36.19
Panose	1.60	34.46	18.95
Isomaltotriose	0.00	8.13	16.01
Isomaltotetraose	0.00	0.47	1.42
Isomaltopentaose	0.00	0.00	0.09
Isomaltohexaose	0.00	0.00	0.00
IMO total	1.82	70.77	72.66
Total	126.61	140.80	139.69

표 50 Fungamyl 800L, transglucosidase L (F+TG) 처리 시 반응시간에 따른 올리고당 함량 변화

(단위 : mg/mL)

성분	시간(hr)		
	0	12	24
Glucose	10.73	36.12	43.35
Maltose	33.94	16.69	10.24
Maltotriose	35.82	2.61	2.32
Maltotetraose	19.71	0.00	0.00
Maltopentaose	13.97	4.16	1.78
Maltohexaose	11.77	0.21	0.12
Isomaltose	0.21	24.11	31.31
Panose	1.67	26.85	12.51
Isomaltotriose	0.00	6.73	13.29
Isomaltotetraose	0.00	0.18	0.58
Isomaltopentaose	0.00	0.00	0.06
Isomaltohexaose	0.00	0.00	0.00
IMO total	1.88	57.88	57.75
total	127.83	117.65	115.56

○ 가장 높은 이소말토올리고당의 함량은 MP+TG의 조합으로 24시간 반응 시 72.66 mg/mL로 나타났다. 당화반응 실험에서 maltose를 가장 많이 생산하였던 조건에서 가장 많은 이소말토올리고당이 생성되었으므로, transglucosidase의 주요 기질은 maltose라고 사료되며, 최적효소는 maltogenase L, promozyme D2, transglucosidase L으로 선정하였다.

○ 최적 효소반응 시간

- 이소말토올리고당을 제조하기 위한 효소반응 최적 시간을 탐색하기 위해, 선정된 효소를 사용하여 72시간 동안 당화 및 전이 반응을 시켰다. 12시간 마다 샘플링하여 함량을 측정하였고 그 결과는 다음의 표와 같다.

표 51 Maltogenase L, promozyme D2, transglucosidase L 처리 시 반응시간에 따른 올리고당 함량 변화

(단위 : mg/mL)

성분	시간(hr)						
	0	12	24	36	48	60	72
Glucose	10.12	40.65	49.19	57.58	61.50	65.50	65.58
Maltose	31.76	22.91	14.66	12.11	10.76	9.64	8.81
Maltotriose	28.61	3.24	3.06	3.96	3.61	3.11	2.82
Maltotetraose	17.55	0.31	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Maltopentaose	20.53	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maltohexaose	16.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Isomaltose	0.22	27.71	36.19	41.21	41.44	40.01	39.34
Panose	1.60	34.46	18.95	12.80	9.73	7.61	6.59
Isomaltotriose	0.00	8.13	16.01	19.64	19.50	17.76	16.64
Isomaltotetraose	0.00	0.47	1.42	2.56	3.53	3.37	3.44
Isomaltopentaose	0.00	0.00	0.09	0.40	0.78	0.95	1.09
Isomaltohexaose	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMO total	1.82	70.77	72.66	76.62	74.98	69.69	67.09
total	126.61	140.80	139.69	150.27	150.85	147.94	144.31

- 총 이소말토올리고당의 함량은 36시간일 때 76.62 mg/mL로 가장 높았기 때문에 효소반응의 최적 시간은 36시간으로 설정하였다.
- 시간에 따른 이소말토올리고당의 변화 경향을 살펴보면, 12시간 까지 isomaltose와 panose가 급격하게 생산되고, 그 이후에는 panose가 생산물이 아닌 기질로 작용하여 분해되면서 isomaltose와 isomaltotriose가 생성되는 것으로 사료된다. 따라서 타겟 물질에 따라 효소반응 시간을 결정할 수 있다.

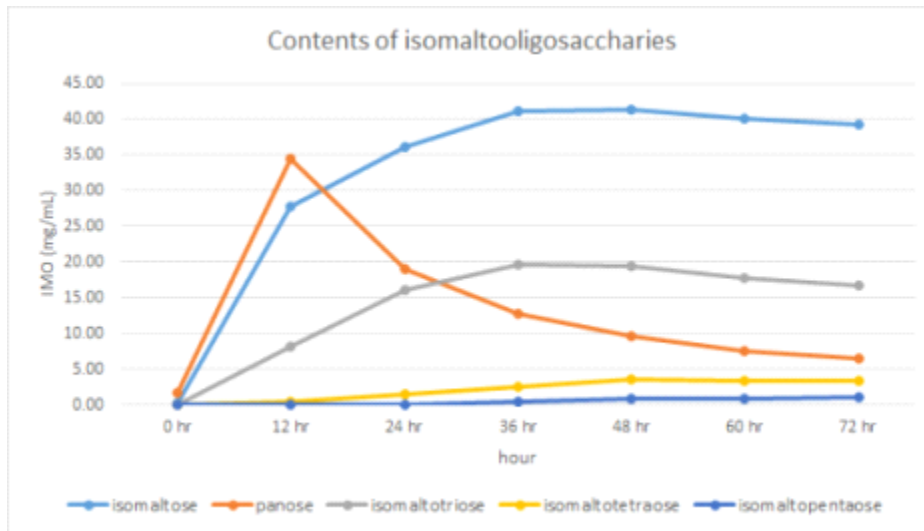


그림 105 MP+TG 처리 시 시간에 따른 이소말토올리고당의 함량 변화

- maltogenase L, promozyme D2, transglucosidase L 효소로 36시간의 당화 및 전이를 거친 쌀 슬러리를 filter paper로 여과하였고, 여과된 당액을 진공농축기로 농축하여 75 brix의 당도로 제조하였다. 제조된 이소말토올리고당은 다음과 같다.

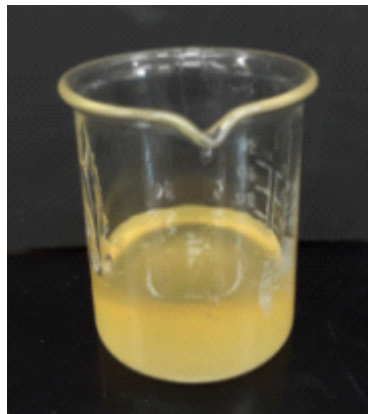


그림 106 쌀을 이용하여 제조된 이소말토올리고당

라. 미곡유래 미강에서의 식이섬유 추출 공정

(1) 미강 식이섬유 추출 공정

(가) 미강의 식이섬유를 추출하기 위한 전처리 공정

- 미강에 존재하는 lipase의 불활성화를 위해 20분 동안 로스팅 하였다. 그 다음 지방을 제거하기 위해 미강 부피의 2배 정도의 헥산을 가하여 밤새 교반하였다. 여과를 통해 헥산과 지방을 제거하고 실온에서 건조하여 남아있는 헥산을 증발시켰다. 건조된 탈지미강을 분쇄하여 보관하였다.



그림. 분쇄된 탈지미강

(나) 탈지미강의 총 식이섬유 함량 측정

- 총 식이섬유 정량 분석은 식품공전 방법에 따라 진행하였으며, 효소처리를 한 탈지미강의 중량에서 회분과 조단백의 무게를 제외하여 총 식이섬유의 무게를 구하였다.
- 회분은 도가니에서 505℃로 가열하고 남은 잔사로 구하였으며, 조단백은 세미마이크로 킬달법을 사용하여 그 함량을 측정하였다. 회분의 무게는 1 g 당 98 mg, 조단백은 1 g 당 102.083 mg 으로 측정되었다.
- 탈지미강의 총 식이섬유 함량은 1 g 중 382.917 mg 으로 38.29% 로 측정되었다.



효소처리

여과

총 식이섬유
분리

표 52 탈지미강의 총 식이섬유 추출

(다) 탈지미강의 수용성 식이섬유(난소화성 텍스트린) 추출

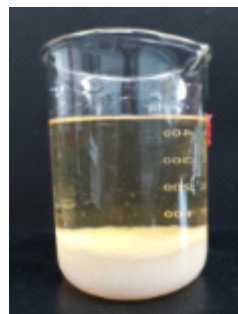
- 식이섬유의 종류는 물에 녹지 않는 불용성 식이섬유와 물에 녹는 수용성 식이섬유가 있다. 수용성 식이섬유는 알코올에 녹는 저분자 수용성 식이섬유와 알코올에 녹지 않는 고분자 수용성 식이섬유로 나뉘어진다.
- 탈지미강에서 수용성 식이섬유의 추출을 시도하였다. 효소로는 전분을 분해하는 Termamyl L과 단백질을 분해하는 Alcalase와 섬유질을 분해하는 Viscozyme을 사용하였다.
- 가수분해는 각 효소의 최적 조건에서 2시간 동안 수행하였으며, 가수분해를 마친 추출액은 filter paper로 여과하여 불용성 식이섬유를 제거하였다. 수용성 식이섬유 중에 알코올에 녹지 않는 고분자의 난소화성 텍스트린만 분리하기 위해 95% 에틸알코올을 4배 첨가하여 침전시켰다. 밤새 침전시킨 침전물은 원심분리기를 이용하여 분리하였다. 침전물을 다시 소량의 증류수로 녹이고 건조하여 난소화성 텍스트린 고형물을 회수하였다.
- 건조된 난소화성 텍스트린은 용해도가 낮고, 성분분석에 대한 자료가 부족하므로 추출방법 및 분석에 대한 추후 연구가 필요하다.



불용성 식이섬유
분리



수용성 식이섬유



수용성 식이섬유
침전

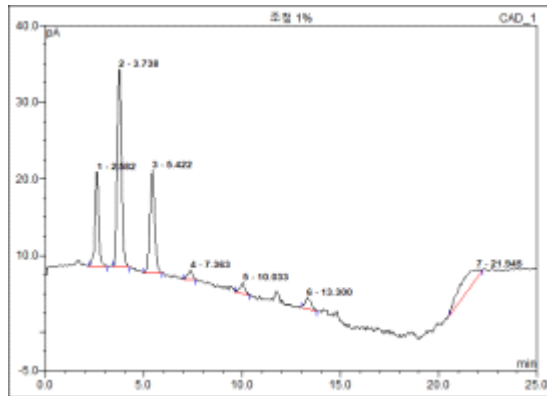


수용성 식이섬유
고형분

그림 111 탈지미강에서 수용성 식이섬유의 추출

마. 개발된 제품(조청 및 올리고당)의 당함량 분석

(1) 주관기관 제조 조정의 분석(정성분석)



- 주관기관에서 쌀로 만든 조청을 가지고 분석한 결과, maltotriose가 많이 나타나는 것을 확인할 수 있었으나, 정량분석은 시행되지 못하였음.

(2) 1차 제조된 조청 분말 제품 분석(2차년도)

- 한국바이오엔지니어링에서 제공한 쌀 조청 분말과 옥수수 조청 분말에 대한 품질 평가를 진행하였고, 분말화된 제품은 다음의 그림과 같다.



그림 117 분말조청(좌 : 쌀분말조청, 우 : 옥수수분말조청)

- 분말 조청을 평가하기 위해서 분말조청 형태를 측정하기 위해서는 수분함량과 색차를 측정하여 외형적인 품질 평가를 진행하였다.
- 용해된 상태의 분말조청의 품질을 평가하기 위해서 당도, pH, 혼탁도를 조사하였다. 각각의 분말조청의 10%의 용액 상태로 제조하여 평가하였으며, 상대적인 값을 비교하기 위해

서 설탕용액과 시판 조청 용액을 사용하여 대조구로 사용하였다.



그림 118 10% 용액(좌부터 설탕, 쌀분말조청, 옥수수분말조청, 조청)

(가) 수분함량

○ 수분함량은 수분측정기 MX-50(AND, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다.



그림. 수분함량 측정기

○ 수분을 분석하는 조건으로는 수분 증발량이 분당 0.10% 이하가 되면 수분 증발을 멈추는 것으로 설정하여 처음무게와 비교하는 방식으로 수분을 측정하였다. 수분함량을 계산한 식은 다음과 같다. 각 시료는 3번씩 측정하여 평균과 그 표준편차로 값을 나타내었다.

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{\text{처음무게} - \text{수분증발후나중무게}}{\text{처음무게}} \times 100$$

	쌀분말조청	옥수수 분말조청
수분함량 (%)	3.63	4.57
표준편차	0.54	0.78

표 53 분말 조청의 수분함량

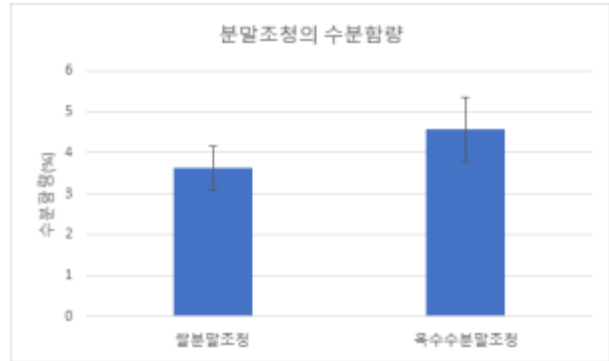


그림 120 분말 조청의 수분함량

- 쌀을 이용하여 만들어진 쌀분말조청에 비하여 옥수수를 이용하여 만들어진 분말조청이 높은 수분함량을 나타내었다. 하지만 유의적으로는 크게 차이가 나지 않는 것을 확인할 수 있었다. 시차 원료 물질에서의 차이가 나타나는 것으로 판단이 되어서, 유의적으로 큰 차이가 나지는 않는다.
- 일반적인 조청이 25%의 수분함량을 보이는 것으로 보아 분말조청으로서의 낮은 수분함량이 측정되어진다.

(나) 색차

- 색차는 색차계(Tintometer, Lovibond, Ireland)를 이용하여 측정하였고, 그 값은 L, a, b¹⁾ 값으로 표현하였다.
- 쌀분말조청의 결과는 다음과 같다.

표 54 쌀분말조청의 색차 결과

항목	1회	2회	3회	평균	표준편차
L	85.73	86.17	85.74	85.88	0.25
a	+3.18	+3.06	+3.21	+3.15	0.08
b	+18.18	+17.93	+18.35	+18.15	0.21

- 옥수수분말조청의 결과는 다음과 같다.

1) L*a*b* 색 공간에서 L* 값은 밝기를 나타낸다. L* = 0 이면 검은색이며, L* = 100 이면 흰색을 나타낸다. a*은 빨강과 초록 중 어느쪽으로 치우쳤는지를 나타낸다. a*이 음수이면 초록에 치우친 색깔이며, 양수이면 빨강/보라 쪽으로 치우친 색깔이다. b*은 노랑과 파랑을 나타낸다. b*이 음수이면 파랑이고 b*이 양수이면 노랑이다.

표 55 옥수수분말조청의 색차 결과

항목	1회	2회	3회	평균	표준편차
L	77.6	77.33	77.5	77.48	0.132
a	+5.75	+5.87	+5.95	+5.86	0.10
b	+22.05	+22.43	+22.77	+22.42	0.36

- 밝기에 있어서는 사진과 같이 쌀분말조청이 높은 수치를 나타내어 밝은 것으로 확인되었다. 쌀조청의 경우 85.88, 옥수수분말조청은 77.48으로 쌀조청 분말이 조금 더 백색에 가까운 밝기를 나타내는 것으로 파악된다.
- a 값은 값이 커질수록 붉은색을 나타낸다고 할 수 있다. 하지만, 두 분말조청 모두가 낮은 수치의 양수 값을 가지므로 붉은색을 띤다고는 할 수 없지만, 옥수수분말조청이 조금 더 짙은 것으로 판단되어 진다. 또한 b값은 양의 값이 커질수록 노란색을 띤다고 판단이 되는데 두 조청이 각각 18.15, 22.42로 a값에 비해 높은 수치를 나타내고 있다. 그리고 쌀조청분말에 비해서 옥수수 조청 분말이 높은 값을 보이고 있다. 전체적으로 짙은 색을 띠는 옥수수분말 조청이 a 값과 b 값 모두 높은 수치를 나타내고 있었다.

(다) 당도

- 당도는 각각을 증류수와 생수를 이용하여 10%의 용액을 제조한 뒤, 당도계(1940, Atago, Japan)을 이용하여 측정하였다.
- 각각에 대한 결과는 다음과 같았다.

표 56 각 용액의 당도

	쌀분말조청 (증류수, 10%)	옥수수분말조청 (증류수, 10%)	쌀분말조청 (생수, 10%)	옥수수분말조청 (생수, 10%)	설탕용액 10%	조청 용액 (10%)
당도 (Brix)	10	10	10	10	10	7.5

- 당도에 있어서는 쌀분말조청, 옥수수 분말조청 모두 기준에 제조한 10%의 용액에서 변화 없이 10 brix를 나타내어 고형분함량 및 용해는 수치를 만족하는 것으로 판단되어 진다. 조청의 경우에는 기준에 가지고 있는 수분함량이 있기 때문에 고형분 함량을 나타내는 값이 다른 용액에 비해 낮은 것으로 판단되어 있다.

(라) pH

- pH도 당도와 동일한 방법으로 10%의 용액을 제조하여 이를 이용하여 측정하였다. pH는 pH meter (Orion 3 star, Thermo scientific)로 측정하였으며, 3회 반복하여 그 평균값으로 나타내었다.

표 57 조청 및 설탕 용액(10%)의 pH

pH	쌀분말조청 (증류수, 10%)	옥수수분말 조청 (증류수, 10%)	쌀분말조청 (생수, 10%)	옥수수분말 조청 (생수, 10%)	설탕용액 10%	조청 용액 (10%)
1	5.84	5.45	6.35	5.93	7.70	5.24
2	5.92	5.40	6.34	6.01	7.77	5.40
3	5.88	5.38	6.28	5.88	7.74	5.36
Average	5.88	5.41	6.32	5.94	7.74	5.33
Standard deviation	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.07

- pH는 쌀분말 조청이 옥수수분말조청에 비하여 높게 나타나는 경향을 보였다. 이는 옥수수조청과 쌀조청이 기본적으로 원료에서 가지는 특성에 의해서 기인한 것으로 보인다. 쌀전분과 옥수수 전분이 가지는 구성이 다르기 때문에 추가적으로 당화 및 액화과정에서 생성되는 물질에 차이가 있는 것으로 판단되어 진다.
- 같은 증류수에 희석 설탕용액에 비해서는 모두 낮은 수치를 보이고 있다. 설탕 용액은 7.74의 pH를 보이고 있고 조청 용액은 5.4~6.3 정도의 수치를 보이고 있다.

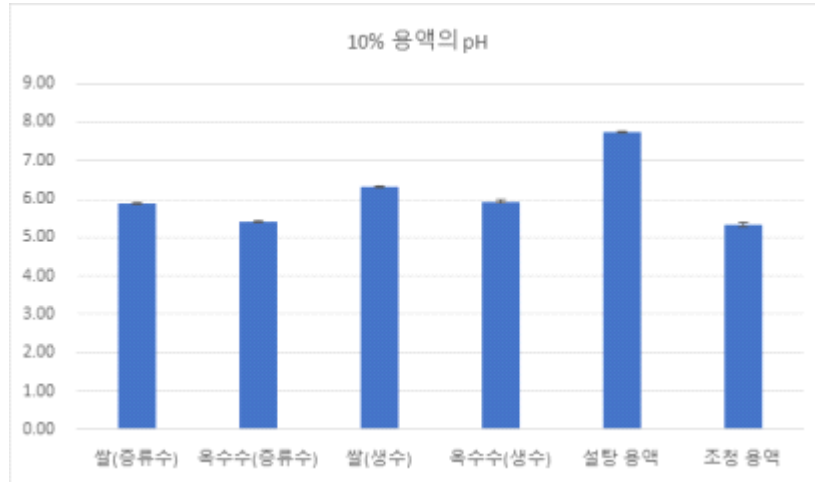


그림 121 10% 용액의 pH

쌀(증류수) : 쌀조청분말 10% 용액, 용매-증류수,
 옥수수(증류수) : 옥수수분말조청 10% 용액, 용매-증류수,
 쌀(생수) : 쌀조청분말 10% 용액, 용매-생수,
 옥수수(증류수) : 옥수수분말조청 10% 용액, 용매-생수
 설탕용액 : 설탕 10% 용액, 용매-증류수
 조청용액 : 조청 10% 용액, 용매-증류수

(마) 혼탁도

- 10%의 분말 조청 용액을 관찰하였을 때 혼탁도가 높아 이를 수치화하여 비교하기 위하여 일반적으로 미생물의 성장을 관찰하는 분광광도계법을 이용하여 혼탁도를 비교하였다.
- 미생물성장을 관찰하기 위하여 분광광도계를 이용하여 660nm에서 흡광도를 측정하게 된다. 균이 많이 자랄수록 혼탁도가 높아서 흡광도가 높아지는 방법을 응용하여 측정하였다. 높은 혼탁도를 지닐수록 높은 값의 혼탁도가 높다는 것을 의미한다. 그리고 절대적인 값으로 표현을 할 수 없기 때문에 다른 제품과 비교하여 상대적인 값으로 표현하였다. 대조구로 사용한 것이 설탕 용액과 조청 용액을 사용하였다.
- 10% 용액을 다시 희석하여 5%와 1% 용액으로 제조하여 서로의 혼탁도를 비교하였고, 그 결과는 다음의 표와 그림에서 표시하였다.

표 58 상대적 혼탁도 결과

		쌀 (증류수)	옥수수 (증류수)	쌀 (생수)	옥수수 (생수)	설탕 용액	조청 용액	증류수
10%	1	2.201	1.838	2.211	1.818	0.039	0.258	0.045
	2	2.269	1.811	2.213	1.810	0.039	0.267	0.046
	3	2.209	1.824	2.329	1.815	0.038	0.268	0.043
	Avg.	2.226	1.824	2.251	1.814	0.039	0.264	0.045
	S.D.	0.030	0.011	0.055	0.003	0.000	0.004	0.001
5%	1	1.995	1.468	1.856	1.455	0.045	0.168	0.046
	2	1.898	1.460	1.879	1.475	0.043	0.166	0.044
	3	1.952	1.453	1.870	1.454	0.044	0.165	0.044
	Avg.	1.948	1.460	1.868	1.461	0.044	0.166	0.045
	S.D.	0.040	0.006	0.009	0.010	0.001	0.001	0.001
1%	1	0.916	0.533	0.737	0.528	0.039	0.065	0.048
	2	0.866	0.533	0.864	0.616	0.042	0.068	0.045
	3	0.904	0.577	0.843	0.604	0.041	0.062	0.047
	Avg.	0.895	0.548	0.815	0.583	0.041	0.065	0.047
	S.D.	0.021	0.021	0.056	0.039	0.001	0.002	0.001

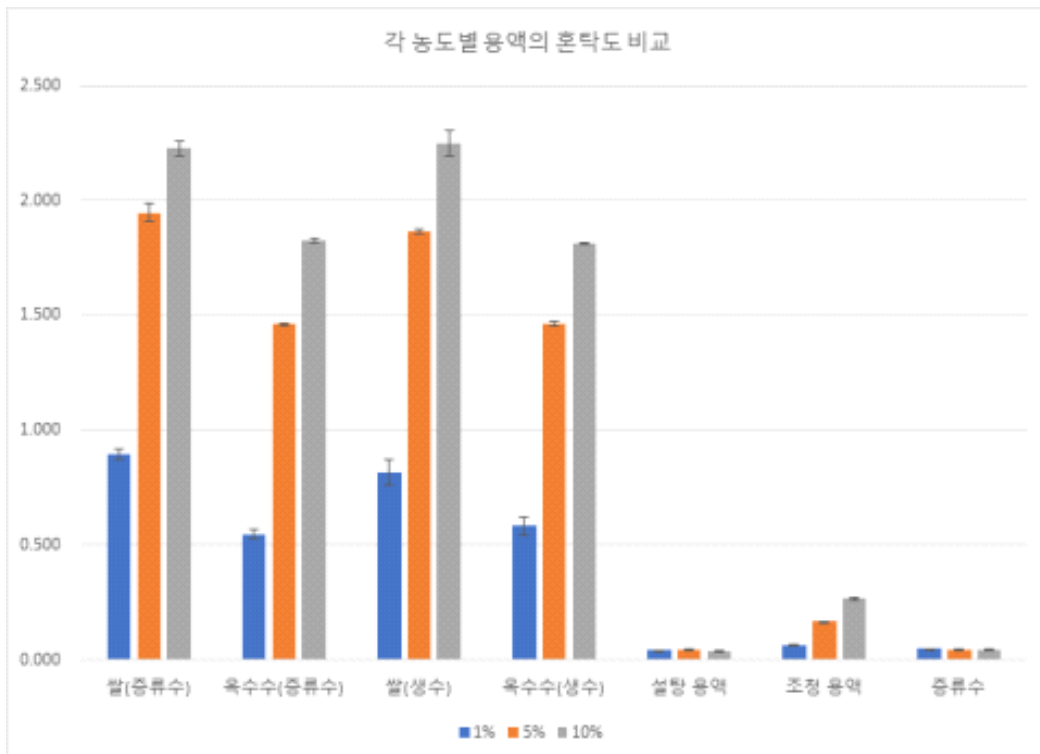


그림 122 각 농도별 혼탁도 비교

- 설탕용액은 농도와 상관없이 비슷한 혼탁도를 보였다. 위에서 제시한 사진처럼 설탕 용액은 거의 혼탁도가 나타나지 않은 맑은 용액이므로 농도별 차이가 나지 않는 것을 판단되었고 이 값은 blank로 사용한 증류수와 유사한 수치를 나타내었다.
- 전반적으로 옥수수분말조청 용액보다 쌀 분말조청이 높은 혼탁도를 나타내었다. 분말의 색과는 상관없이 쌀분말조청이 높은 혼탁도를 나타내었다.
- 시판되는 점도가 높은 조청의 10% 용액의 혼탁도 보다 조청분말을 사용한 것의 혼탁도가 높게 나타났다. 이는 고형분함량에서 나타나는 차이가 첫 번째 이유로 판단되고, 다음으로는 분말화 공정에서 첨가된 물질에 의하여 용액의 혼탁도가 나타난 것으로 판단된다.

(바) 당의 조성

- 분말 조청의 당 조성 확인 및 정량실험을 위해, 말토올리고당 표준물질을 농도별로 분석하여 검량선을 구하였고, 그 결과는 다음의 그림과 같다.

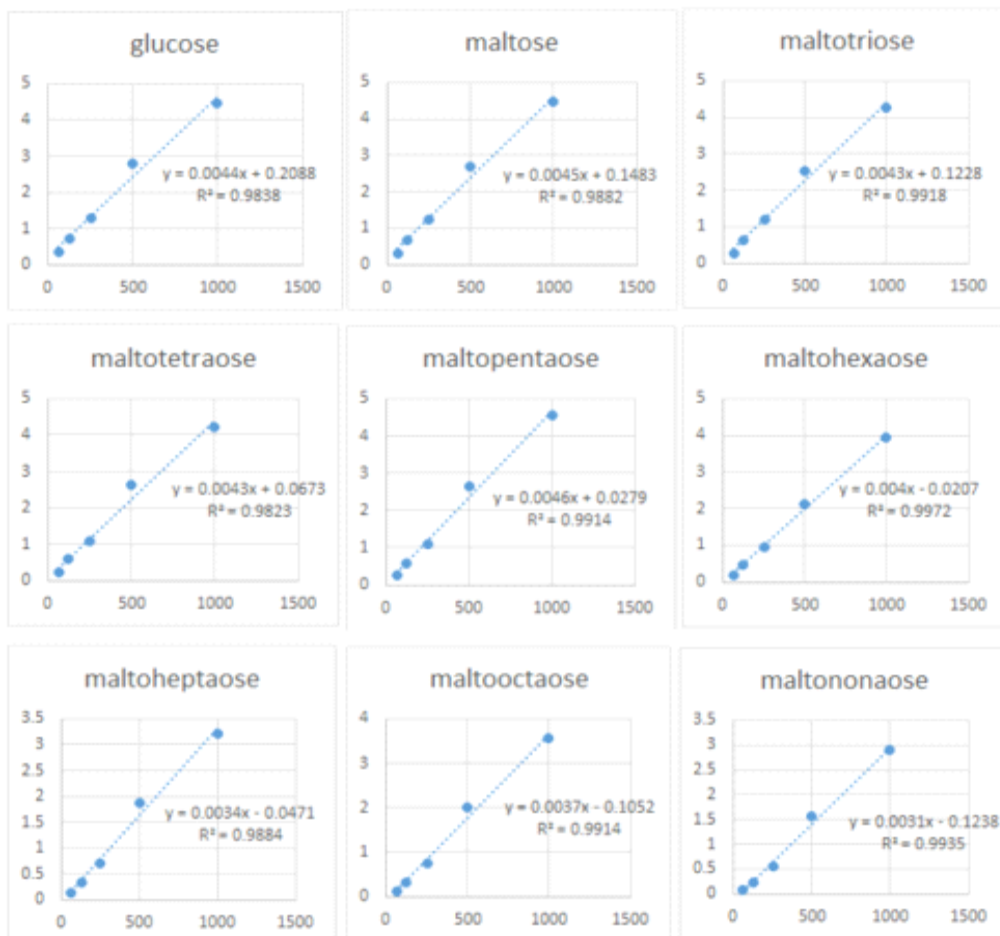


그림 123 말토올리고당 중합도별 검량선

- 쌀 분말조청과 옥수수 분말조청의 HPLC-CAD를 통한 분석을 위해 초순수와 Acetonitrile 로 1000배 희석하였다.
- 쌀 분말조청에는 maltose가 주성분이며, glucose 부터 maltooctaose 까지 분석되었다. 옥수수 분말조청도 maltose가 주성분이며, 쌀 분말조청보다 glucose의 함량이 더 높게 측정되었다. HPLC 분석 결과 peak와 그 함량은 다음의 그림에 나타내었다.
- 말토올리고당 이외에 쌀 분말조청에서는 fructose가 분석되었고, 옥수수 분말조청에서는 fructose와 sucrose가 추가적으로 분석되었다. 옥수수 분말조청에서 함량이 더 높게 나왔다.
- 옥수수 분말조청에서 또 다른 기타 당류의 peak가 나타났으나, 정확한 표준물질을 보유하고 있지 않아 분석이 불가능하였다. 따라서 정확한 당 조성 정보를 위해서는 추가적인 분석이 필요하다.

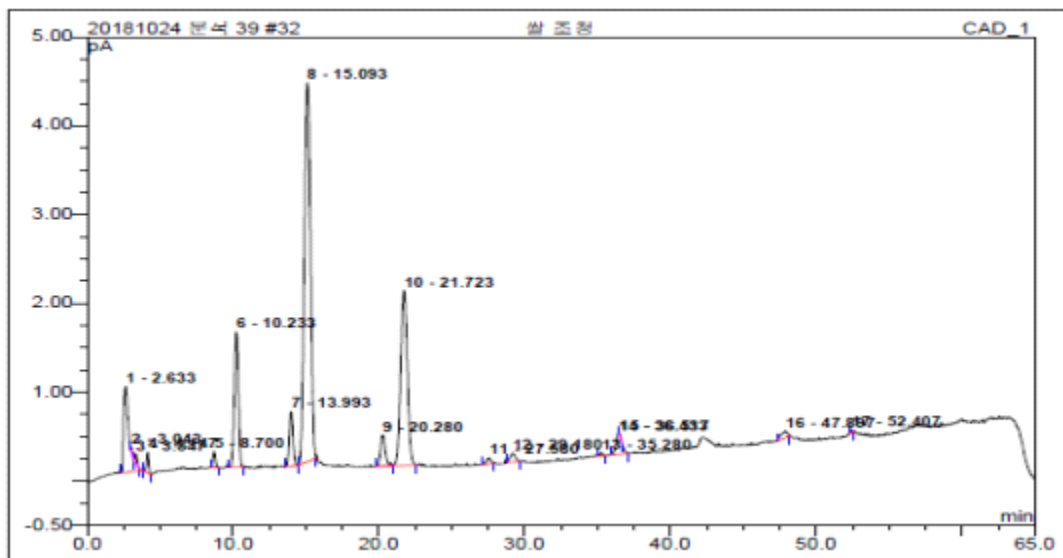


그림 124 쌀 분말 조청의 HPLC 분석 결과 peak

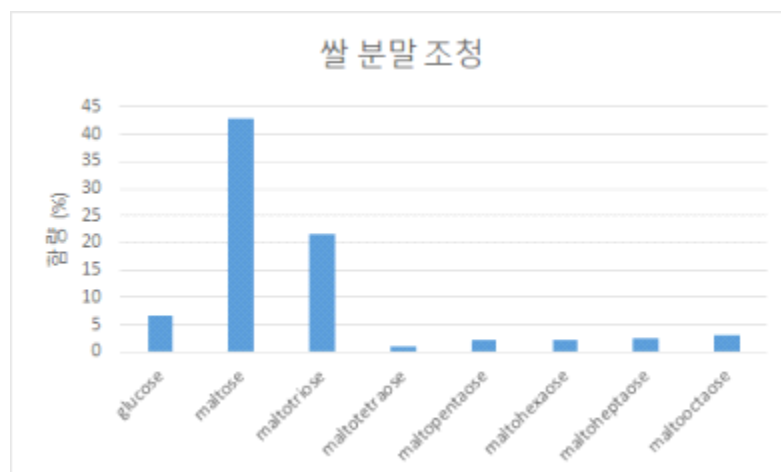


그림 125 쌀 분말 조청의 당 함량

표 59 쌀 분말 조청의 당 함량

성분	glucose	maltose	maltotriose	maltotetraose	maltopentaose	maltohexaose	maltoheptaose	maltooctaose
함량(%)	6.73	43.02	21.70	0.95	2.23	2.16	2.58	3.00

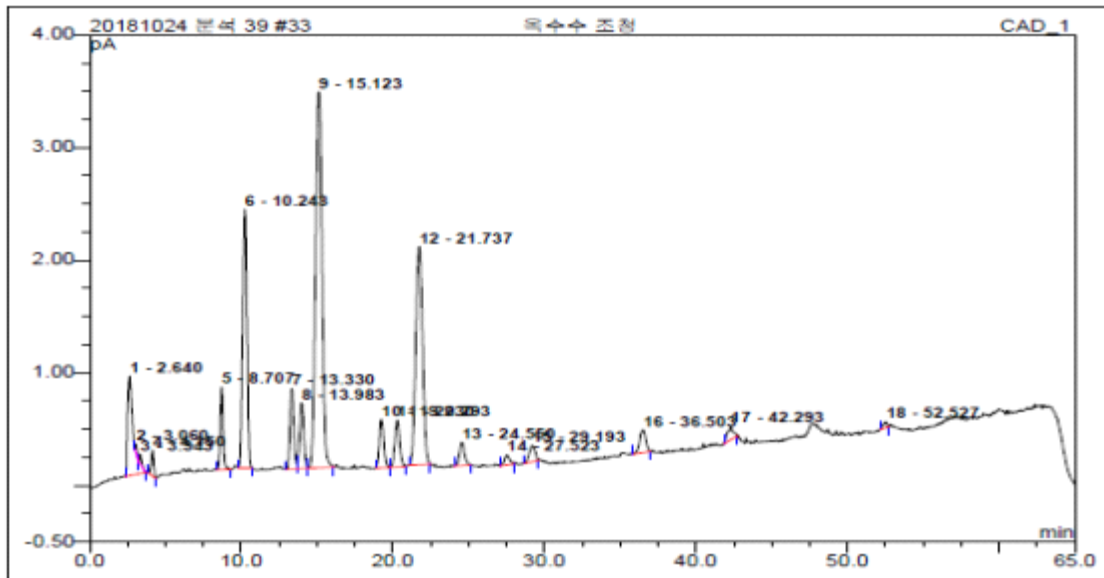


그림 126 옥수수 분말 조청의 HPLC 분석 결과 peak

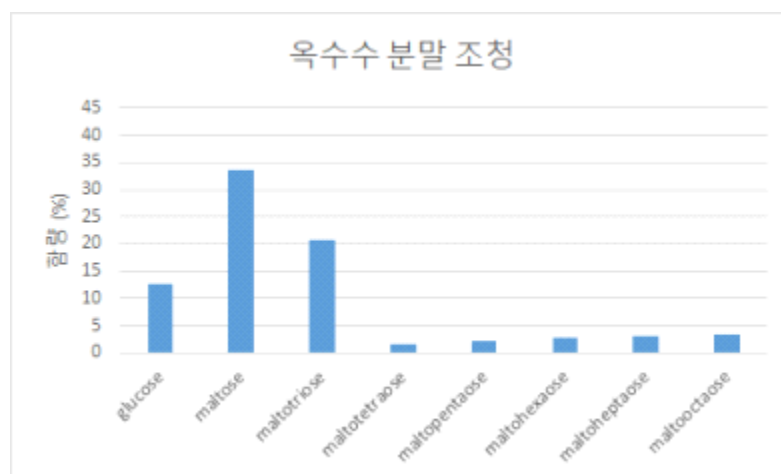


그림 127 옥수수 분말 조청의 당 함량

표 60 옥수수 분말 조청의 당 함량

성분	glucose	maltose	maltotriose	maltotetraose	maltopentaose	maltohexaose	maltoheptaose	maltooctaose
함량(%)	12.77	33.45	20.71	1.44	2.00	2.82	3.06	3.29

II. 3차년도 연구내용 및 결과

가. 주관기관 및 협동기관 개발 제품 분석

(1) 조청분말 및 조청올리고당분말

- 2차년도 개발된 조청 분말 및 조청올리고당 분말의 단점을 보완하여 새로운 제품으로 개선을 진행하였다.
- 개발된 제품은 2차연도와 동일하게 분석하여 개선된 사항을 확인하였다.
- 분말형태 조청과 조청 올리고당을 색차 분석을 진행하였고, 두가지의 분말 모두를 10%의 용액으로 제조하여 pH, 당도, 색차, 혼탁도, 올리고당 조성 등을 분석하였다.

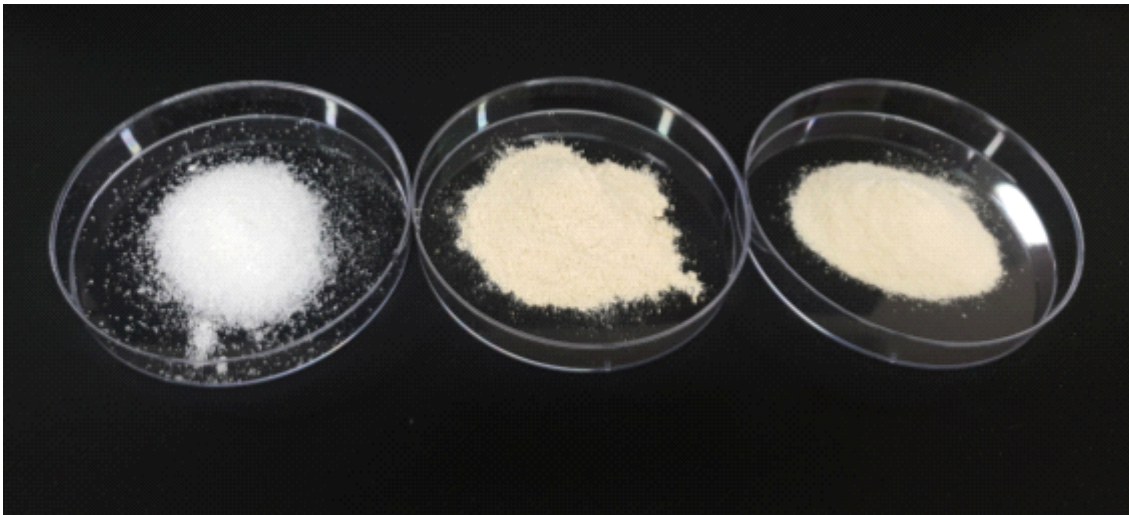


그림 128 개선된 제품 사진(좌:설탕(대조구), 중:조청분말, 우:조청올리고당분말)



그림 129 10% 용액
(좌:설탕(대조구), 중:조청분말, 우:조청올리고당분말)

(2) 제품 분석 결과

○ 수분함량

- 수분함량은 수분함량측정기(MD10, A&D, Tokyo, Japan)을 이용하여 수분이 증발하는 속도가 0.01%/분 이하에 도달할 때, 증발을 멈추는 조건으로 수분함량을 측정하였다. 설탕은 대조구로 이용하였다.

표 61 조청 및 올리고당의 수분함량

	설탕	조청	조청올리고당
수분함량(%)	3.39	5.18	3.89

- 수분함량에는 작년에 개발된 제품과는 큰 차이는 없으나, 입자가 고와져 조해성이 좋아진 것이 수분함량에 영향을 미쳤을 것으로 판단되었다.

○ 당도

- 각각의 시료를 10%의 용액으로 제조한 뒤, 당도를 측정하였다. 당도는 당도계 (ATAGO Master 53 α , ATAGO Co. LTD., Tokyo, Japan)를 이용하였다.

표 62 조청 및 올리고당의 당도

	설탕 10% 용액	조청 10% 용액	조청올리고당 10% 용액
당도(°Brix)	10	9.9	10

- 용매를 녹인 그대로의 농도가 당도계를 통하여 확인되었다. 2차연도에 개발된 조청올리고당의 경우에는 분말이 가지고 있는 수분함량이 높아서 당도가 직접 용해한 농도에 미치지 못하였다. 개선된 제품의 경우에는 수분함량이 낮아지고, 기타 첨가물이 들어가지 않아 농도와 당도의 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

○ pH

- 각각의 시료를 10%의 용액으로 제조한 뒤, pH를 측정하였다. pH는 pH meter(ORION 3 STAR, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)기를 이용하였다.

표 63 조청 및 올리고당의 pH

	설탕 10% 용액	조청 10% 용액	조청올리고당 10% 용액
pH	5.55	5.66	5.85

○ 색차(분말)

- 색차는 분말 그대로를 고체 형태로 색차를 측정하였다. 색차는 Tintometer(SP60, Lavibond, Amesbury, UK)를 사용하였다.

표 64 조청분말 및 올리고당분말의 색차

	설탕	조청	조청올리고당
L	84.76	79.91	81.48
a	-0.32	+2.27	+1.87
b	+3.74	+22.83	+23.38

- 분말의 색차를 측정한 결과는 위의 표와 같으며 조청 분말과 조청 올리고당분말 모두 유사한 밝기를 보이고 있었다. 2차연도에 비하여 밝기는 더욱 개선되지는 않았다.

○ 색차(용액)

- 용액의 색차는 10%의 용액을 사용하여 측정하였다.

표 65 조청분말 및 올리고당분말 용액의 색차

	설탕 10% 용액	조청 10% 용액	조청올리고당 10% 용액
L	50.88	32.41	46.85
a	-0.77	+3.22	-0.87
b	-0.23	+30.09	+20.66

○ 혼탁도

- 혼탁도는 일반적인 세균수를 측정하는 혼탁도를 사용하여 측정하였다. 그 방법은 660nm 에서 흡광도를 측정하는 방법으로 Microplate reader (EPOCH12, Bio Tek, Winooski, VT,USA)를 사용하여 측정하였다.

표 66 조청분말 및 올리고당분말 용액의 혼탁도

	설탕 10% 용액	조청 10% 용액	조청올리고당 10% 용액
흡광도	0.055	0.951	0.205

- 2차연도 개발된 제품에 비하여 혼탁도가 많이 개선이 된 것을 확인할 수 있었다. 2차연도 분말 제작시 분말화를 위한 부가 첨가물로 유지를 사용하였는데 이보다 적은 양을 사용한 점이 혼탁도를 줄이는데 많은 도움을 주었다고 판단되었다.

○ 올리고당 조성

표 67 조청분말 및 조청올리고당분말 정량분석 결과

조성	조청분말	조청올리고당분말
glucose(%)	0.02	2.38
maltose(%)	28.22	10.10
isomaltose(%)	-	-
maltotriose(%)	15.16	6.43
pannose(%)	-	-
isomaltotriose(%)	-	6.75
maltotetraose(%)	0.05	0.15
isomaltotetraose(%)	-	0.02
maltopentaose(%)	1.03	0.04
isomaltopentaose(%)	11.70	6.97
maltohexaose(%)	-	0.02
isomaltohexaose(%)	-	-
Total(%)	56.20	32.87

- 개선된 조청분말과 조청올리고당분말의 정량분석은 이전 제품 분석방법과 동일한 방법으로 분석을 진행하였다.
- 조청분말의 경우, glucose, maltose, maltotriose, maltotetraose, maltopentaose, isomaltopentaose로 구성되어있으며 함량은 각각 0.02%, 28.22%, 15.16%, 0.05%, 1.03%, 11.70%로 총 함량은 56.20%이다.
- 조청올리고당분말의 경우, glucose, maltose, maltotriose, isomaltotriose, maltotetraose,

isomaltotetraose, maltopentaose, isomaltopentaose, maltohexaose로 구성되어있으며 함량은 각각 2.38%, 10.10%, 6.43%, 6.75%, 0.15%, 0.02%, 0.04%, 6.97%, 0.02%로 총 함량은 32.87%이다.

- 조청올리고당분말에서의 말토올리고당과 이소말토올리고당 조성은 조청분말보다 더 다양하게 검출되었으나 총 함량이 더 적은 양으로 산출되었다. 분석결과 말토올리고당과 이소말토올리고당 이외의 다른 당 성분이 함유되어 함량의 차이가 나타난 것으로 판단되어진다.
- 조청 및 조청올리고당 입자가 고와짐에 따라 용해도가 개선되었다.

나. 탈지미강의 식이섬유 추출 최적조건 확립

- 미강의 식이섬유를 추출하기 위한 전처리 공정
 - 미강에 존재하는 지방을 제거하기 위해 미강 1g당 석유에테르를 25 mL씩 3회 처리하고 유산지를 이용해 여과 시켰다.
 - 여과를 통해 지방을 제거한 미강은 실온에서 건조하여 남아있는 석유에테르를 증발 시켰다.
 - 건조된 탈지미강은 분쇄하여 보관하였다.



그림 130 분쇄된 탈지미강

- 탈지미강의 불용성·수용성 식이섬유 함량 측정방법
 - 식이섬유 정량 분석은 식품공전 방법에 따라 진행하였으며, 효소처리를 한 탈지미강을 여과시켜 잔류물은 불용성식이섬유 측정에 사용하였고, 여액은 수용성 식이섬유 측정에 사용하였다.
 - 탈지미강의 중량에서 회분, 조단백, 공시험의 무게를 제외하여 식이섬유의 무게를 구하였고, 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 무게를 합하여 총 식이섬유 함량을 계산하였다.
 - 회분은 도가니에서 525℃로 가열하고 남은 잔사로 구하였으며, 조단백은 세미마이크로 킬

달법을 사용하여 그 함량을 측정하였다.

○ 탈지미강의 불용성·수용성 식이섬유 함량 측정결과

- 불용성 식이섬유의 경우 회분은 1 g 당 45 mg, 조단백은 1 g 당 100.514 mg 으로 측정되었다.
- 수용성 식이섬유의 경우 1 g 당 회분 3 mg, 조단백 9.297 mg 으로 측정되었다.
- 탈지미강의 식이섬유 함량은 1 g 중 불용성 식이섬유 25.10 %, 수용성 식이섬유는 1.5 % 로 측정되었다.



효소처리



수용성 식이섬유
침전



여과

그림 131 탈지미강의 식이섬유 분석

○ 탈지미강에서의 식이섬유 추출방법

- 탈지미강의 식이섬유 추출 최적화 조건 수립에 대한 실험을 진행 하였다. 8.5 g 탈지 미강 에 중량 대비 10배의 물을 가하여 500 rpm 수준으로 15분간 교반하면서 입자가 고르게 분사되도록 처리하였다.
- 1N NaOH와 1N HCl을 이용하여 조건에 맞게 pH를 조정한 후 효소를 첨가 하였으며, 조건은 다음 표와 같다.

표 68 식이섬유 추출 조건

pH	효소
9.6	-
9.6	Alcalase
중성	Alcalase
중성	Flavozyme
중성	Alcalase & Flavozyme
4.5	Alcalase & Flavozyme

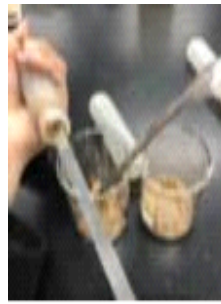
- 효소 처리한 식이섬유 추출물은 130 rpm 수준에서 120분간 일정하게 교반 하면서 단백질을 용출시켰다.
- 단백질을 용출한 추출액을 5000 g 이상의 조건에서 30분간 원심 분리하여 여액과 침전물을 분리하였다. 침전물은 71%의 수분함량을 포함하고 있었으며, 수분함량이 5% 가 될 때까지 60 °C 드라이오븐에서 건조 시켰다.



단백질을 용출시킨 식이섬유



원심분리 한 식이섬유 추출물



침전물 분리



식이섬유 추출 고형분

그림 135 탈지미강에서 식이섬유의 추출과정

○ 탈지미강에서의 식이섬유 추출 수율

표 69 탈지미강에서의 조건별 식이섬유 추출 수율

조건	수율 (%)
9.6	63.4
9.6 + Alcalase	64.5
중성 + Alcalase	72.3
중성 + Flavozyne	65
중성 + Alcalase & Flavozyne	64.2
4.5 + Alcalase & Flavozyne	68.2

- 각 조건에 따른 식이섬유 추출 수율은 다음과 같으며, 식이섬유 추출 최적화 조건은 중성 + Alcalase 로 선정되었다.
- 미강 대비 식이섬유의 수율은 72.3%로 확인되었다.

○ 위의 방법은 SOP로 작성하였다. 작성된 SOP는 다음과 같다.

※ 미강에서의 식이섬유 추출 SOP

1. 실험 목적

- 탈지미강의 식이섬유를 추출함에 있어 높은 수율을 얻어내기 위해 최적화 조건을 수립한다.

2. 실험재료

- 원심분리기 (Hanil)
- 자석교반기 (WiseStir)
- 항온수조 (Lab. Companion)
- dry oven (dong won scientific co)
- Filter paper (advantec. 185 mm)
- Alcalase (novozymes)
- petroleum ether (duksan pure chemicals)
- sodium hydroxide (samchun pure chemical co)
- hydrogen chloride (duksan pure chemicals)

3. 전처리 방법

- ① 미강 1g 당 petroleum ether 25 ml를 가하여 filter paper를 이용해 여과시킨다.
- ② 이를 3회 반복 하여 미강에서 지방을 제거한다.

4. 식이섬유 추출 조건

- ① 탈지미강 1 kg 에 10 L 물을 가한다.
- ② 자석교반기를 이용하여 500 rpm에서 15분간 교반하여 입자가 고르게 분산되도록 한다.
sodium hydroxide와 hydrogen chloride를 이용하여 pH를 중성으로 조정한다.
- ③ 물과 미강 혼합액을 항온수조에 넣어 60 °C가 되도록 한다.
- ④ 온도를 조정된 미강액에 Alcalase를 1 ml 첨가한다.
- ⑤ 자석교반기를 이용하여 130 rpm 으로 120 간 교반 하여 단백질을 용출시킨다.
- ⑥ 단백질을 용출시킨 미강 혼합액을 5000g 이상 조건으로 원심분리 한다.
- ⑦ 상층액은 제거하고 침전물을 수분함량이 5-12%가 될 때 까지 50 °C dry oven에서 건조 시킨다.
- ⑧ 제조된 식이섬유를 막자사발을 이용하여 분쇄한다.

다. Synbiotics 시제품의 배합비 확립

(1) Synbiotics 시제품에 적합한 유산균 선정

○ Synbiotics 시제품 제조를 위해 유산균 적합성 평가를 진행하여 유산균을 선정하였다.

(가) 이소말토올리고당과 쌀조청의 프리바이오틱 효과를 알아보기 위한 실험 방법

- 유산균의 평가를 위해 장내 유익균과 유해균을 2세대 계대배양하여 활성화시킨 후 배양액의 흡광도가 660 nm에서 0.3이 되도록 희석하여 준비한다.
- 미생물의 생육을 위한 탄소원으로는 glucose와 sucrose와 이소말토올리고당을 사용하였으며 대조균은 멸균증류수를 사용하였다.
- glucose와 sucrose와 이소말토올리고당은 각각 40 brix로 농축한 후 멸균하여 준비하였다.
- Mueller-hinton broth 50 mL에 glucose, sucrose, 이소말토올리고당, 멸균증류수를 각각 1 mL씩 첨가한 배지에 활성화된 균주 0.5%를 접종하여 37°C 에서 배양하였다.
- 실험에 사용한 장내유익균주와 유해균주는 다음 표와 같다.

표 71 장내 유익균주와 유해균주

Strain	Medium
<i>Lactobacillus acidophilus</i> KCTC 3140	MRS broth
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>laticus</i> KCTC 3636	MRS broth
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bularicus</i> KCTC 3635	MRS broth
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> KCTC 5033	MRS broth
<i>Escherichia coil</i> KCTC 1682	Tryptic soy broth
<i>Salmonella</i> spp.	RCM broth

(나) 유산균의 프리바이오틱 효과를 평가하기 위한 내담즙성 평가

- 이소말토올리고당으로부터의 유산균 내담즙성 평가 방법
 - MRS broth에서 24시간 배양된 유산균을 oxgall을 첨가한 배지와 첨가하지 않은 배지에 각각 1%씩 접종하였다.
 - 37°C 에서 7시간 배양 후 PBS로 단계별로 희석하여 MRS agar를 사용하여 주입평판법으로 배양하였다.
 - 배양 후 형성된 colony를 계수하여 내담즙성을 확인하였다.
 - 내담즙성의 결과를 확인하기 위해 oxgall을 처리하지 않은 샘플에서 oxgall을 처리한 샘플의 차이를 비교하였으며 결과는 다음 그림과 같다.

○ 이소말토올리고당으로부터의 유산균 내담즙성 평가 결과

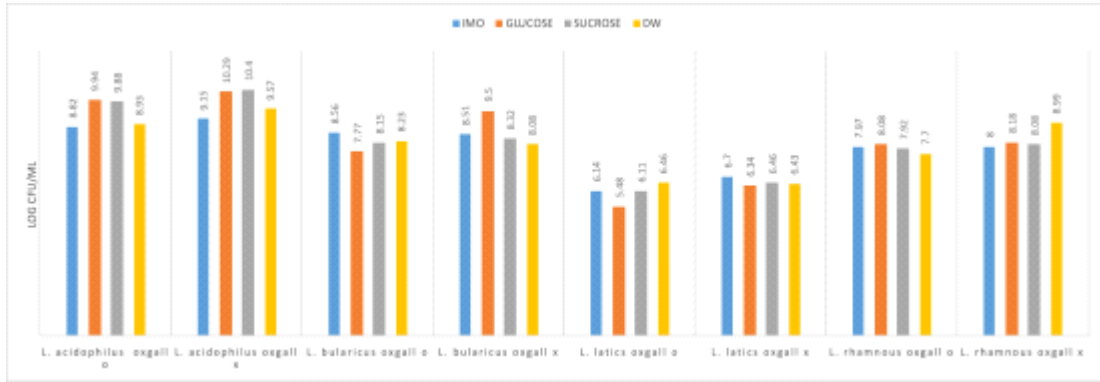


그림 140 이소말토올리고당의 장내 유익균주의 내담즙성 평가 결과

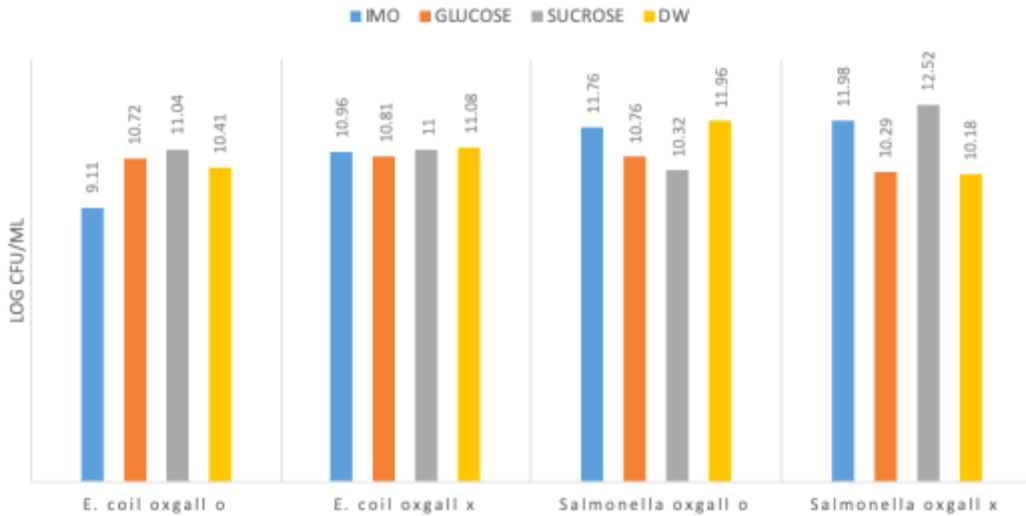


그림 141 이소말토올리고당의 장내 유해균주의 내담즙성 평가 결과

- 다음 그림을 통해 실험에 사용한 유산균주 모두 내담즙성을 가지고 있음을 알 수 있지만 이소말토올리고당을 사용 했을 경우와 다른 탄소원을 사용했을 경우의 유의적인 차이는 보이지 않음을 알 수 있었다.
- 또한 탄소원들간의 유의적인 차이가 없음을 알 수 있었다.

○ 쌀조청으로부터의 유산균 내담즙성 평가 방법

- MRS broth에서 24시간 배양된 유산균을 oxgall을 첨가한 배지와 첨가하지 않은 배지에 각각 1%씩 접종하였다.
- 37°C 에서 7시간 배양 후 PBS로 단계별로 희석하여 660 nm 에서 흡광도를 측정하여 생육 곡선을 작성하였다.
- 내담즙성의 결과를 확인하기 위해 oxgall을 처리하지 않은 샘플에서 oxgall을 처리한 샘플의 차이를 비교하였다.

○ 쌀조청으로부터의 유산균 내담즙성 평가 결과

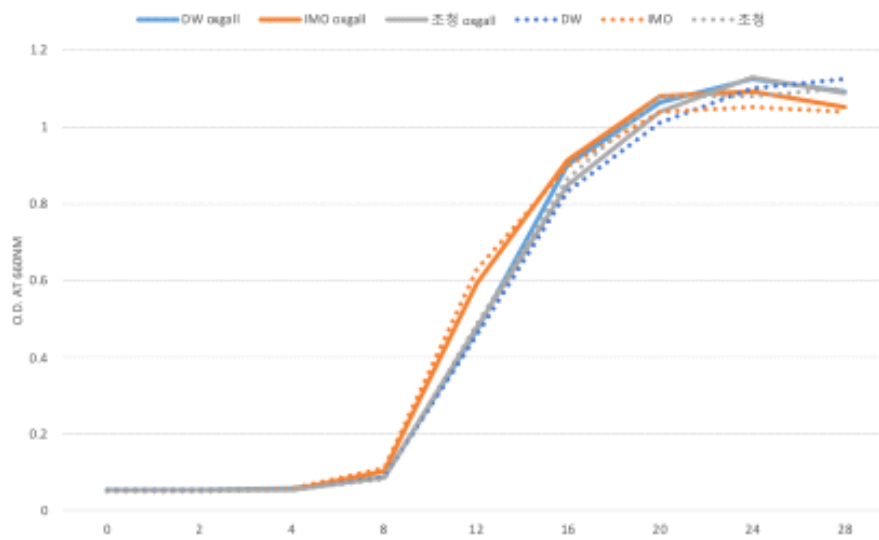


그림 142 *L. acidophilus*의 내담증

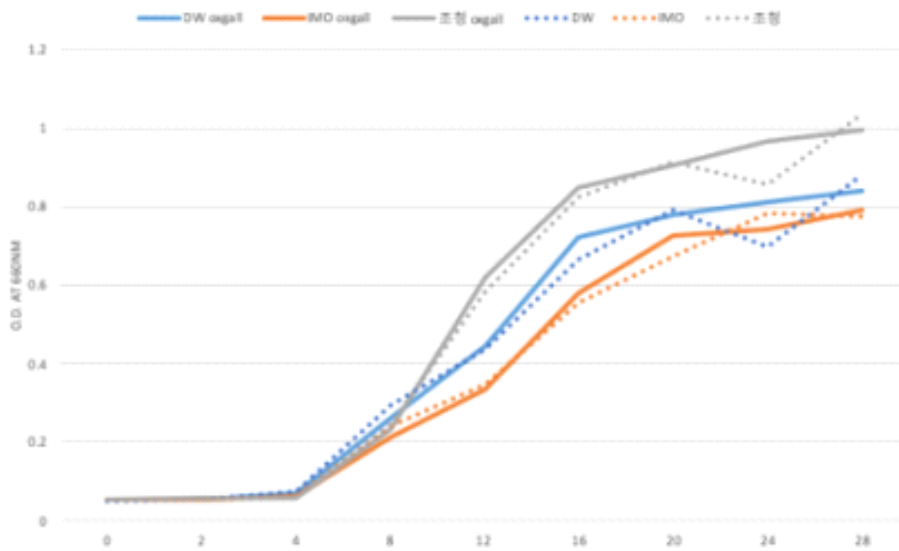


그림 143 *L. delbrueckii subsp. bularicus*의 내담증

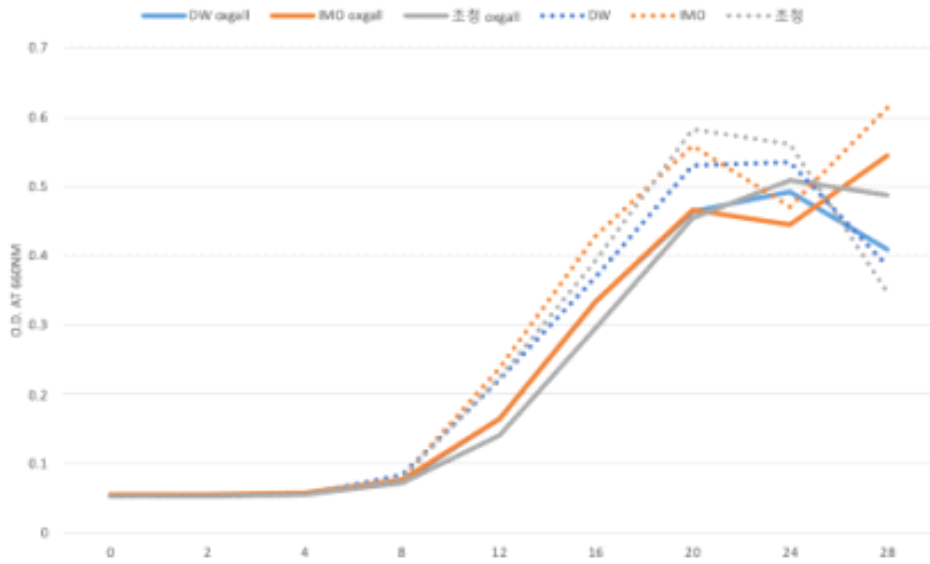


그림 144 *L. delbrueckii* subsp. *laticus* 의 내담즙

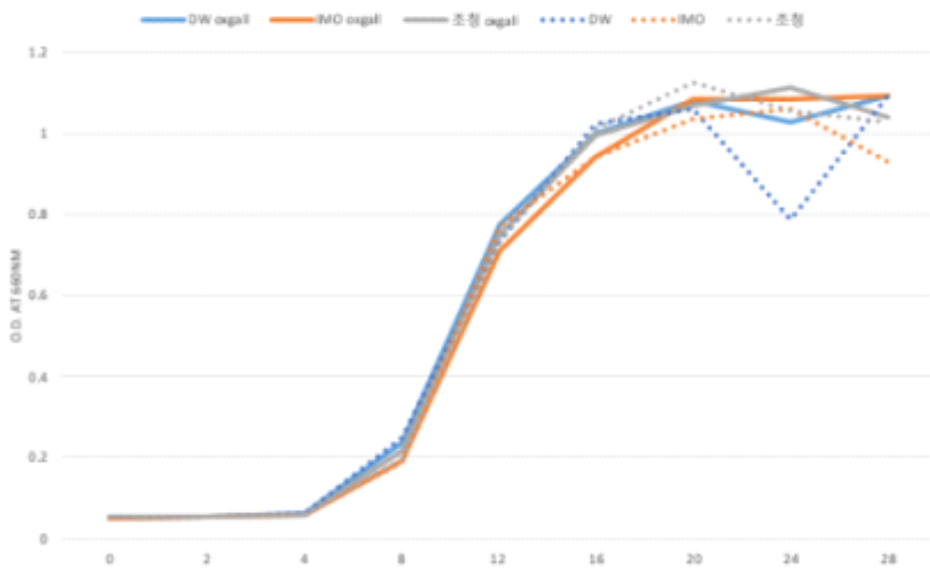


그림 145 *L. rhamnous* 내담즙

(DW oxgall: 대조군에 담즙 넣은 것, IMO oxgall: 탄소원인 이소말토올리고당에 담즙 넣은 것, 조청 oxgall: 탄소원인 조청에 담즙 넣은 것, DW: 대조군에 담즙 넣지 않은 것, IMO: 탄소원인 이소말토올리고당에 담즙 넣지 않은 것, 조청: 탄소원인 조청에 담즙 넣지 않은 것)

- 앞의 그림을 통해 조청을 탄소원으로 사용했을 때 *L. delbrueckii* subsp. *bularicus*가 가장 잘 이용하는 것을 알 수 있었다.

(다) 유산균의 프리바이오틱 효과를 평가하기 위한 내산성 평가

○ 이소말토올리고당에서의 유산균 내산성 평가방법

- pH 2, 3 및 6.4 용액을 준비한 뒤 pH 용액 10 mL에 MRS broth에서 배양된 유산균 배양액 1 mL 씩 섞은 후 37°C에서 3시간 동안 배양하였다.
- PBS로 단계별로 희석하여 MRS agar를 사용하여 주입평판법으로 배양하였다.
- 배양 후 형성된 colony를 계수하여 내산성을 확인하였다.

○ 이소말토올리고당에서의 유산균 내산성 평가결과

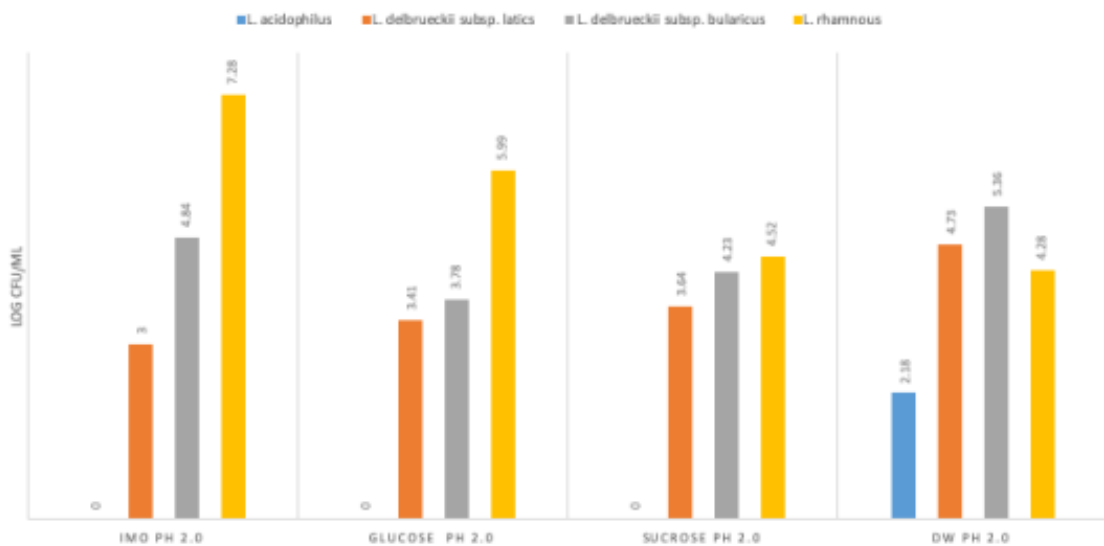


그림 146 이소말토올리고당에서의 장내유익균주의 내산성 평가결과

- 다음 그림을 통해 다른 균주들에 비해 *L. rhamnosus*가 가장 우수한 내산성을 가지고 있음을 알 수 있으며, 그중에서도 이소말토올리고당이 다른 탄소원에 비해 유의적으로 큰 효과를 가지고 있음을 알 수 있다.

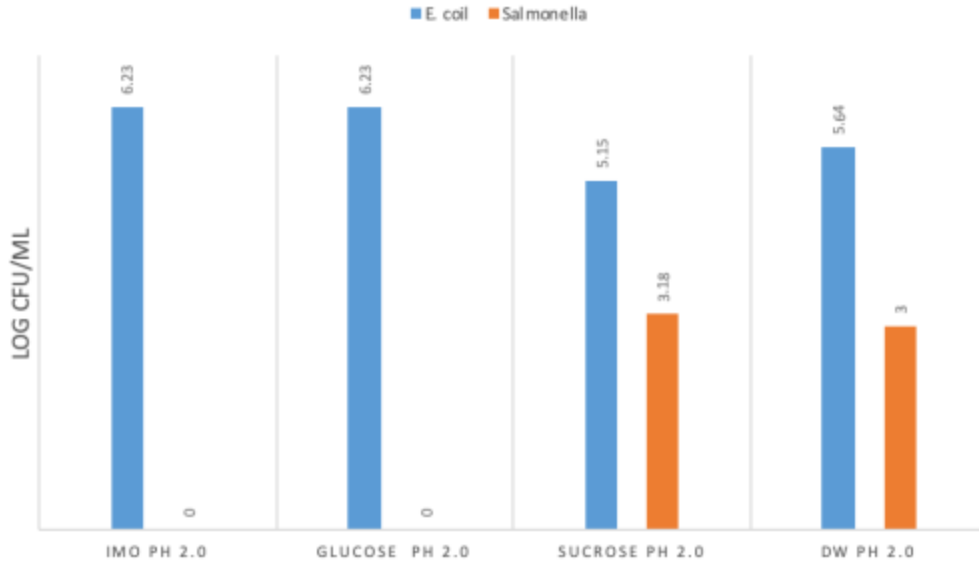


그림 147 이소말토올리고당에서의 장내 유해균주의 내산성 평가결과

- 다음 그림을 통해 이소말토올리고당은 *Salmonella*의 증식을 억제하는 것을 알 수 있지만 *E. coli*에서는 증식 억제의 효과가 없음을 알 수 있었다.

○ 쌀조청으로부터의 유산균 내산성 평가방법

- pH 2, 3 및 6.4 용액을 준비한 뒤 pH 용액 10 mL에 MRS broth에서 배양된 유산균 배양액 1 mL 씩 섞는다.
- 37°C 에서 3시간 동안 배양 후 PBS로 단계별로 희석하여 660 nm에서 흡광도를 측정하여 생육곡선을 작성 하였다.

○ 쌀조청으로부터 유산균 내산성 평가결과



그림 148 *L. acidophilus* 내산성

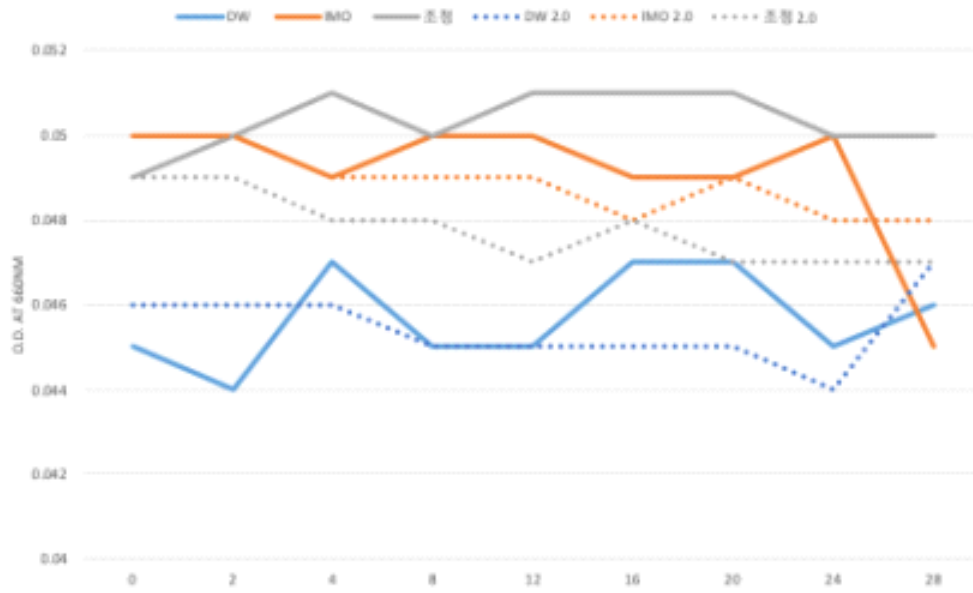


그림 149 *L. delbrueckii* subsp. *bularicus* 내산성

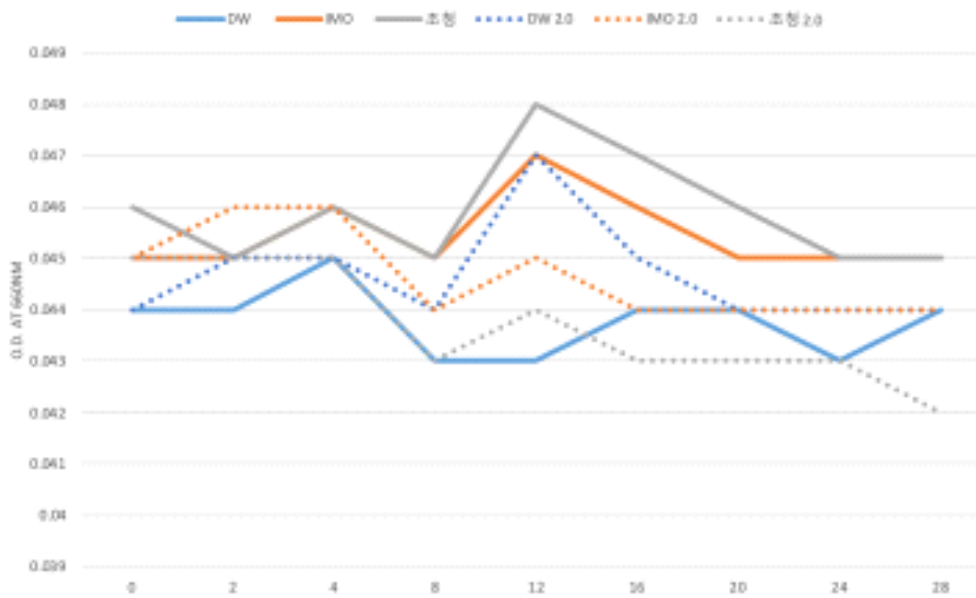


그림 150 *L. delbrueckii* subsp. *laticus* 내산성

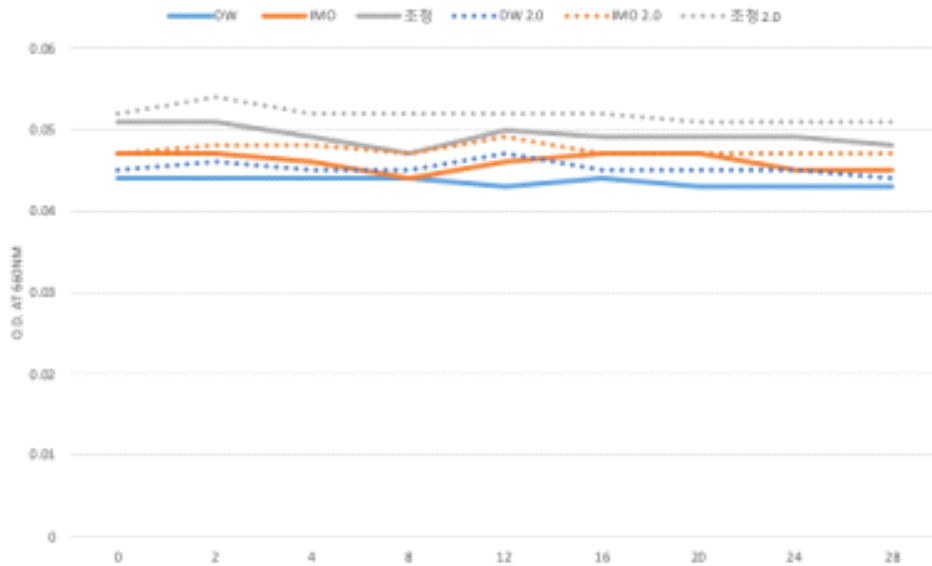


그림 151 *L. rhamnosus* 내산성
(DW, IMO, 조청: pH 6.4)

- 앞의 그림을 통해 다른 균주들에 비해 *L. acidophilus*이 조청을 탄소원으로 잘 이용하는 것을 볼 수 있다.

(라) 이소말토올리고당과 쌀 조청에서의 적합한 균주 선정

- 이소말토올리고당으로부터의 유산균 내담즙성 평가와 내산성 평가를 통하여 이소말토올리고당과 적합한 균주는 *L. rhamnosus* 인 것으로 나타났다.
- 쌀 조청으로부터의 유산균 내담즙성평가와 내산성 평가를 통하여 쌀 조청과 적합한 균주는 *L. delbrueckii* subsp. *bularicus* 와 *L. acidophilus* 인 것으로 나타났다.

(마) Synbiotics 시제품에서의 유산균주 배합량 확립

- 유산균 적합 평가를 통하여 선정된 유산균주의 synbiotics 시제품의 레시피 확립을 위해 각 균주의 생균수를 측정하였다.

○ 적합 유산균주의 생균수 측정

- 적합 유산균 *L. rhamnosus*, *L. delbrueckii* subsp. *bularicus* 와 *L. acidophilus* 1 g을 PBS로 단계별로 희석 후 BCP에 배양하였다.
- 생균수 측정은 colony를 계수하여 생균수를 측정하였다.

○ 적합 유산균주의 생균수 측정결과

표 72 이소말토올리고당과 쌀 조청의 적합유산균주의 생균수

회사명	균주	생균수
A	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	11.48 log CFU/g
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	15.71 log CFU/g
B	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	16.26 log CFU/g
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	13.81 log CFU/g

(바) 적합 유산균주의 업체 선정

○ Synbiotics 시제품 제조를 위하여 적합 유산균주로 선정된 유산균의 업체 선정에 위해 각 유산균의 내담증성과 내산성 평가를 하여 최종적으로 유산균을 선정하였다.

○ 업체별 적합 유산균주의 내담증성 및 내산성 평가

- *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* 그리고 A사와 B사의 *Lactobacillus rhamnosus*의 내담증성과 내산성을 평가하여 유산균주를 선정하기 위해 실험을 진행하였다.

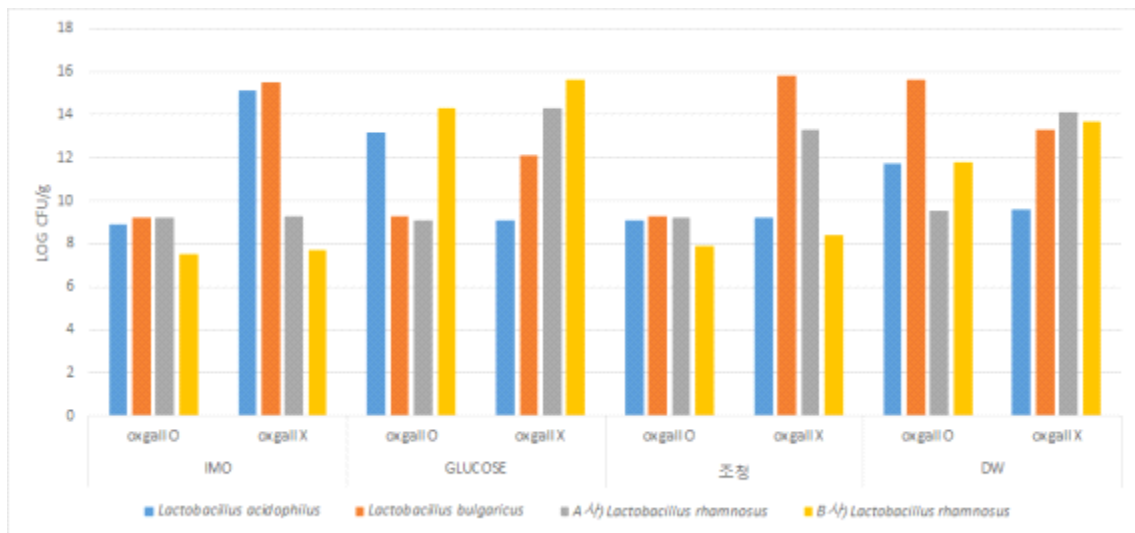


그림 152 A사, B사의 유산균주 내담증성 확인

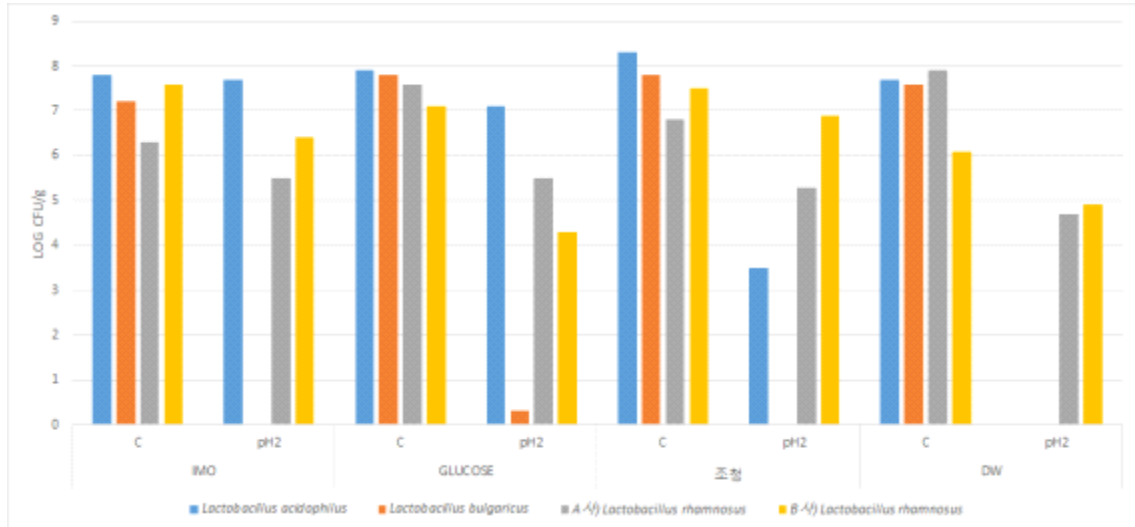


그림 153 A사, B사의 유산균주 내산성 확인

- 내담즙 평가결과, A사의 *Lactobacillus rhamnosus*가 B사의 *Lactobacillus rhamnosus*보다 올리고당과 조청을 탄소원으로 더 잘 사용하는 것을 확인할 수 있다.
- 내산성 평가결과, B사의 *Lactobacillus rhamnosus*가 A사의 *Lactobacillus rhamnosus*보다 올리고당을 탄소원으로 더 잘 사용하는 것을 확인할 수 있다.

○ 최종 synbiotics 시제품 제작의 적합 유산균주 선정

- 실험을 통해 A사와 B사의 *Lactobacillus rhamnosus* 생균수, 내담즙성, 내산성을 확인할 수 있었다.
- 그 결과 생균수와 내산성은 B사가, 내담즙성은 A사가 높은 것을 확인할 수 있었다.
- *Lactobacillus rhamnosus*를 유산균주로 선정한 이유는 다른 유산균주에 비해 내산성이 높았기 때문이므로, A사 대신 B사의 *Lactobacillus rhamnosus*를 선정하였다.

(2) Synbiotics 시제품의 미강 식이섬유 조성평가 방법 확립

- Synbiotics 시제품에서의 미강 식이섬유 조성을 평가하기 위해 탈지미강의 불용성·수용성 식이섬유 추출의 최적조건을 확립한 것을 토대로 사용하였다.

다. Synbiotics 제품화

(가) 제품의 특성

- 개발된 제품은 유산균을 제외하고는 모두 쌀을 이용하여 개발된 제품을 사용하였다.
- 개발된 synbiotics 제품은 prebiotics로서의 올리고당과 probiotics로서의 유산균을 동시에 이용한 제품이다. 이에 정장작용에 도움을 주는 식이섬유를 첨가하였다.
 - Prebiotics는 이소말토올리고당을 주성분으로 하는 분말형태의 올리고당을 선정하였다.
 - Probiotics는 이소말토올리고당과 가장 높은 접합성을 보이는 균주(*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*)를 선정하였고, 파우더 형태로 제작하였다.

Probiotic	<p>소화관(장관) 미생물의 밸런스 개선에 의해 숙주에 유익한 작용을 가져오는 살아있는 미생물첨가물로서 정의하고 있음.</p> <p>- <i>Lactobacillus acidophilus</i> - <i>Lactobacillus bulgaricus</i> - <i>Lactobacillus rhamnosus</i></p>
Prebiotics	<p>장내 미생물을 제한하거나 유용미생물의 성장으로 선택적으로 촉진시켜 숙주에 유익한 효과를 주는 난소화성 식품 첨가물로 정의하였는데 대표적인 것이 올리고당임.</p> <p>- 이소말토올리고당(미곡 유래)</p>
식이섬유	<p>신체의 소화효소로 분해되지 않는 난소화성 고분자 섬유 성분을 말하는데 주로 식물세포의 세포벽 또는 식물 종자의 껍질 부위에 분포되어 있고, 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민, 무기질 및 수분 등 6대 영양소와는 다른 생리기능을 인정하여 '제7의 영양소'라고 불림.</p> <p>- 미강 추출 식이섬유</p>

(나) Synbiotics 조성 배합비 확립

- 앞서 선정된 업체별 유산균주를 토대로하여 미강 식이섬유와 기능성 올리고당의 배합비를 확립하였으며, 그 조성은 다음과 같다.

표 74 Synbiotics 시제품의 1포 비율

종류	올리고당	미강 식이섬유	유산균
첨가량	4 g	4 g	0.12 g

- 선정된 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*는 각각 0.04 g씩 첨가하였다.



그림 154 시제품 사진

라. synbiotics 제품의 분석

(가) Synbiotics 제품의 기능성 올리고당 조성 평가를 위한 분석법 확립

○ HPLC-CAD를 통한 기능성 올리고당 동시분석법 확립

- 올리고당 분말화를 위해 고온처리 공정이 필요하므로, 고온에 안정한 이소말토올리고당의 개발을 시도하였다. 이소말토올리고당 제조 시 잔여 말토올리고당이 존재하기 때문에 총 올리고당 함량을 측정하기 위해 동시분석법이 필요하다. 따라서 말토올리고당과 이소말토올리고당의 동시분석법을 설정하였다.
- 정확한 분석을 위해 CAD 검출기에서 안정적인 base line을 구현하는 컬럼을 이용하여 분석하였다.
- 컬럼을 이용한 기능성 올리고당의 동시분석 조건은 다음과 같다.

표 75 HPLC-CAD를 이용한 올리고당의 분석 조건

Instrumental condition	Operating condition		
Flow	0.7 mL/min		
Column	Shodex HILICpak VG-50 4E 250 mm x 4.6 mm, 5 μ m		
Temperature	40°C		
Inj. volume	5 μ L		
Sampler temp.	10°C		
Mobile Phase	Multi gradient		
	min	Water	ACN
	0.00	20	80
	50.00	34	66
	60.00	40	60
	60.10	20	80
	65.00	20	80
Detector	Charged Aerosol Detector Evaporator temperature : 40°C		
Retention time	65 minutes		

(4) Synbiotics 시제품의 조성 평가

(나) Synbiotics 조성 평가

○ Synbiotics 시제품의 유산균 조성 평가

- 시제품의 유산균 조성평가를 확인하기 위해 생균수측정 실험을 진행하였다.
- 시제품 1 g을 PBS에 단계별로 희석하여 BCP 배지에 주입평판법으로 37°C에서 48시간 배양하였다.

○ Synbiotics 시제품의 미강 식이섬유 조성 평가

- 식이섬유 정량 분석은 식품공전 방법에 따라 진행하였으며, 효소처리를 한 시료를 유리여과기에 여과 시켰다.
- 여과기에 남아있는 잔류물의 중량에서 회분, 조단백, 공시험의 무게를 제외하여 식이섬유의 무게를 구하여 시제품에서의 식이섬유 함량을 측정하였다.

○ Synbiotics 시제품의 기능성올리고당 조성 평가

- Synbiotics 시제품의 기능성 올리고당 조성의 분석을 위하여 확립된 말토올리고당과 이소말토올리고당 동시분석법을 이용하여 HPLC-CAD를 통한 분석을 진행하였다.
- Synbiotics 제품의 기능성 올리고당의 조성을 분석하기 위하여 제품에 들어가는 올리고당

분말을 HPLC-CAD를 통해 분석하였다.

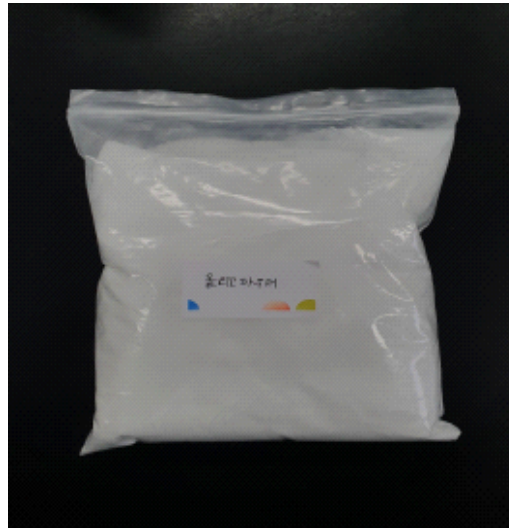


그림 155 Synbiotics시제품에 첨가된
기능성 올리고당 분말

- 시제품의 올리고당 분말을 HPLC-Water와 Acetonitrile를 이용하여 1000배 희석하였다.
- 올리고당의 조성 및 정량분석을 위해 표준물질(glucose, maltose, isomaltose, maltotriose, pannose, isomaltotriose, maltotetraose, isomaltotetraose, maltopentaose, isomaltopentaose, maltohexaose, isomaltohexaose)을 혼합하여 각 농도별로 분석하고 검량곡선을 구하여 올리고당 분말의 조성을 분석하였다.

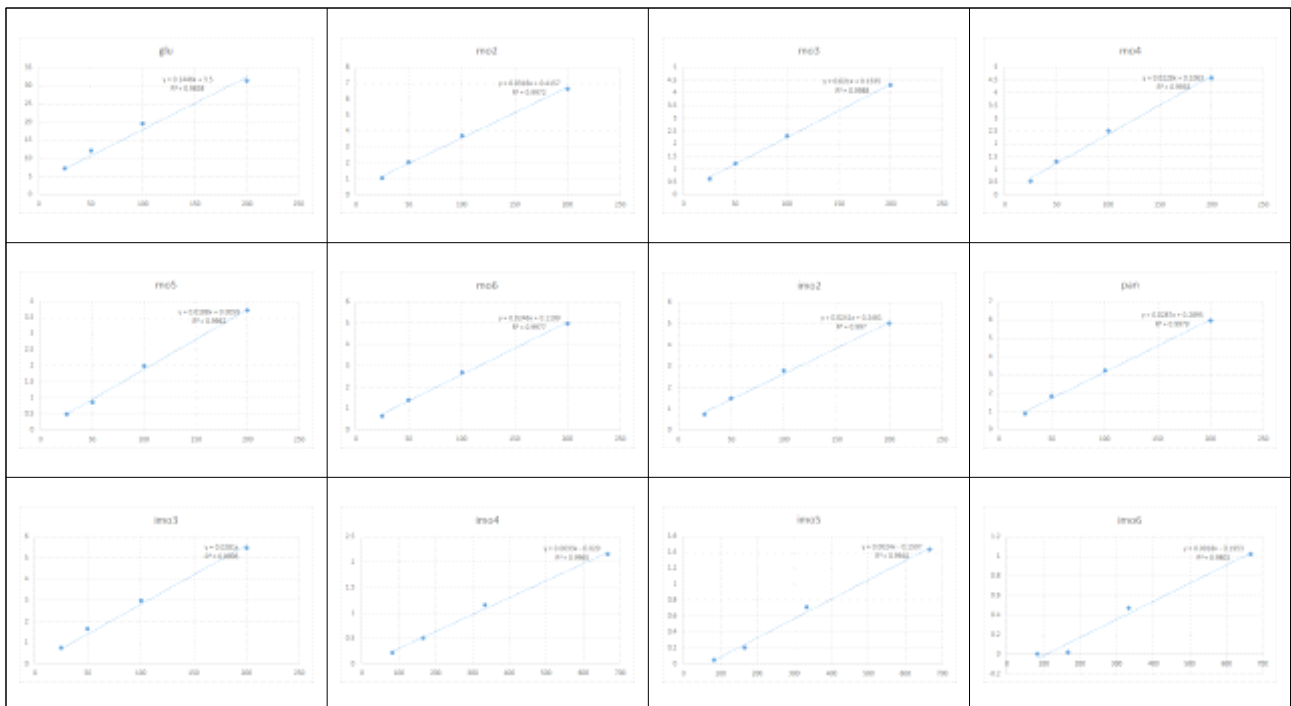


그림 156 각 표준물질의 검량곡선 작성 결과

(다) Synbiotics 조성 평가결과

표 76 Synbiotice 시제품의 조성평가 결과

조성	Synbiotics 시제품의 조성평가			
유산균수	8.96±0.55 log CFU/g			
식이섬유	수용성 식이섬유(%)	2.4		
	불용성 식이섬유(%)	13.2		
	총 식이섬유 함량 (%)	15.6		
올리고당 파우더	glucose	0.14	pannose	11.51
	maltose	19.43	maltotetraose	14.79
	isomaltose	1.99	maltopentaose	13.57
	maltotriose	25.73	maltohexaose	9.00
	총 함량(%)	96.16		

- Synbiotics 시제품 조성평가 결과 시제품 1정에 달하는 생균수는 8.96±0.55 log CFU/g으로 확인하였다.
- 식이섬유 함량은 불용성 식이섬유 13.2%, 수용성 식이섬유는 2.4% 로 측정되었으며 시제품 1포에 달하는 식이섬유량은 0.624 g으로 확인하였다.
- Synbiotics의 기능성 올리고당은 glucose, maltose, isomaltose, mltotriose, pannose, maltotetraose, maltopentose, maltohexaose로 구성되어있으며, 그 함량은 각각 0.14%, 19.43%, 1.99%, 25.73%, 11.51%, 14.79%, 13.57%, 9%이며 총 기능성올리고당의 시제품 1정에 달하는 양은 약 3.85 g으로 확인하였다.
- 시제품의 분석 HPLC 분석결과 peak로 보아 말토올리고당과 이소말토올리고당 이외의 다른 성분들이 함유되어있다고 판단되어지며 그 결과는 다음과 같았다.

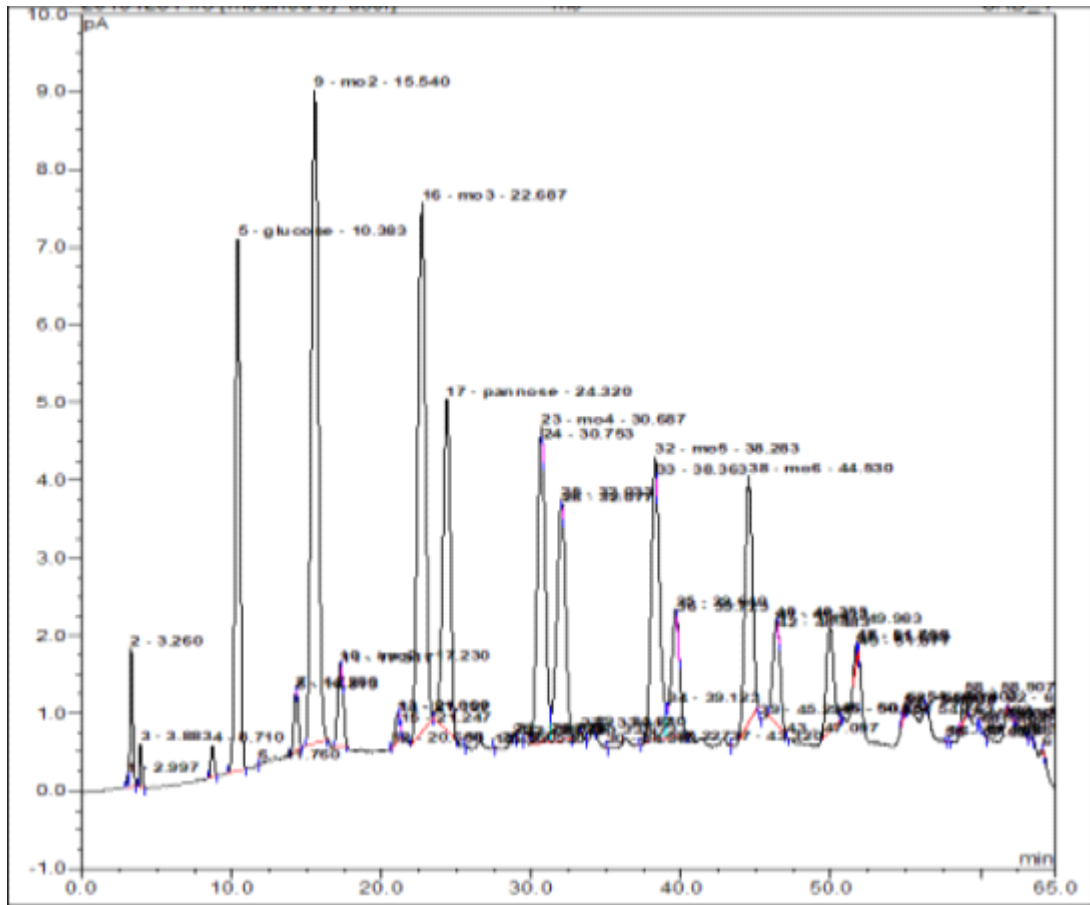


그림 169 Synbiotics 제품의 기능성 올리고당 HPLC 분석 결과 peak

<경북바이오산업연구원>

I. 1차년도 연구수행 내용 및 결과

가. 조청의 장내 유해미생물에 대한 항균활성 평가 및 장내 유익균 활성 평가

(1) 평판배지 도말법을 이용한 균주 배양

- 생물자원센터(KCTC)로부터 분양받은 균주 7종을 평판도말법으로 배양함. 평판도말법은 액체 시료나 액체 배양한 미생물을 고체배지에 접종하는 방법으로 매우 간단한 방법중 하나임.
- 실험을 수행하기 위한 장내 유해균3종(*Eubacterium limosum*, *Clostridium difficile*, *Bacteroides fragilis*), 장내 유익균 4종(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus*)은 생물자원센터(KCTC)로부터 분양 받아 확보함.

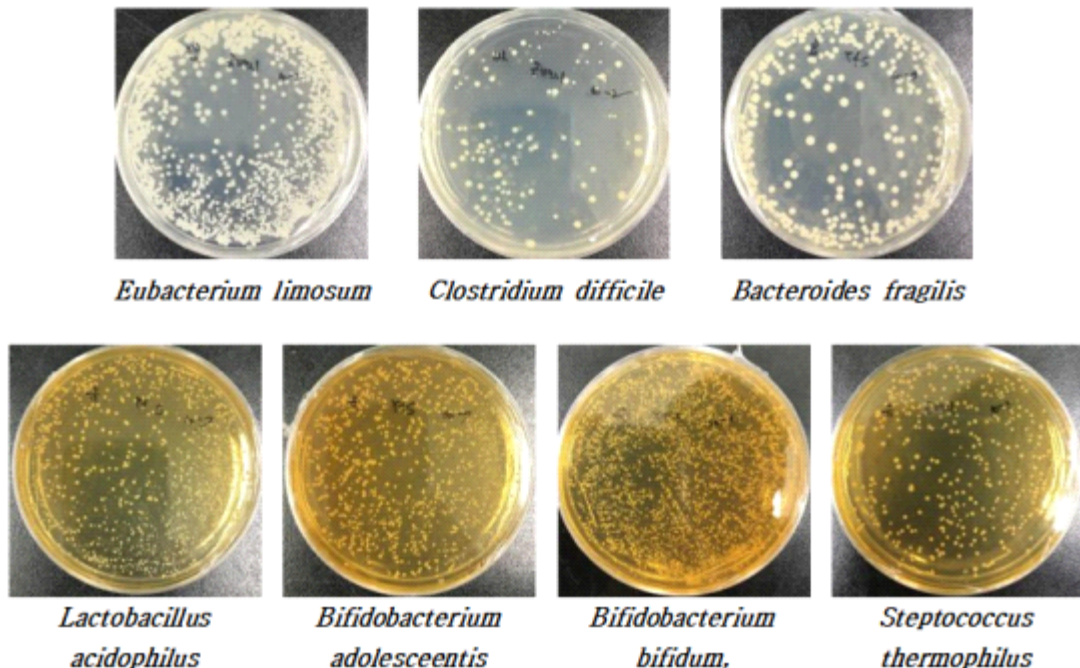


그림 170 균주의 평판 배양

(2) 조청의 항산화 및 항당뇨 기능성 평가

- 시약과 효소를 이용하여 기존 조청에 대한 항산화 및 항당뇨 효과를 측정한 결과 쌀 조청에서 항산화 활성은 확인되지 않았으나, 쌀 조청에서 항당뇨 효과는 미약하게 나타나는 것으로 보여지나, 항당뇨 효과에 대해서는 추가 실험이 필요함.

DPPH 라디칼 소거능

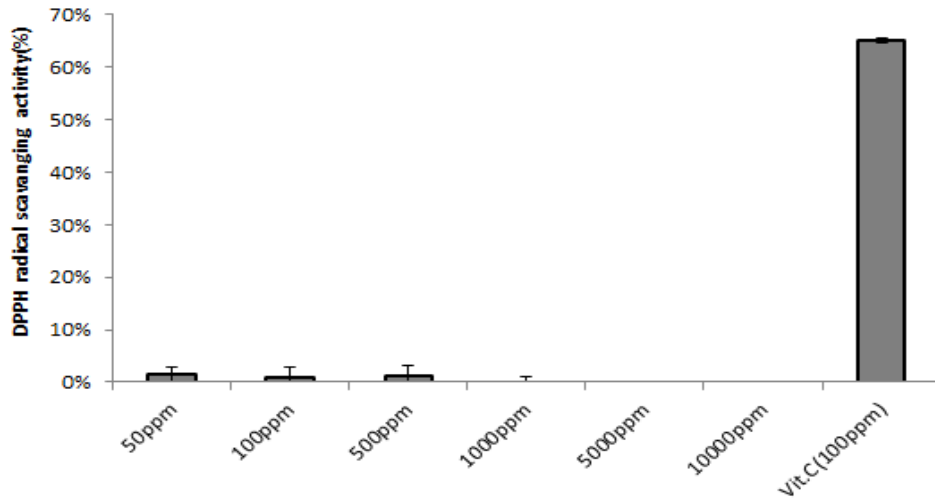


그림 171 조청의 항산화 효과 측정

항당뇨 활성

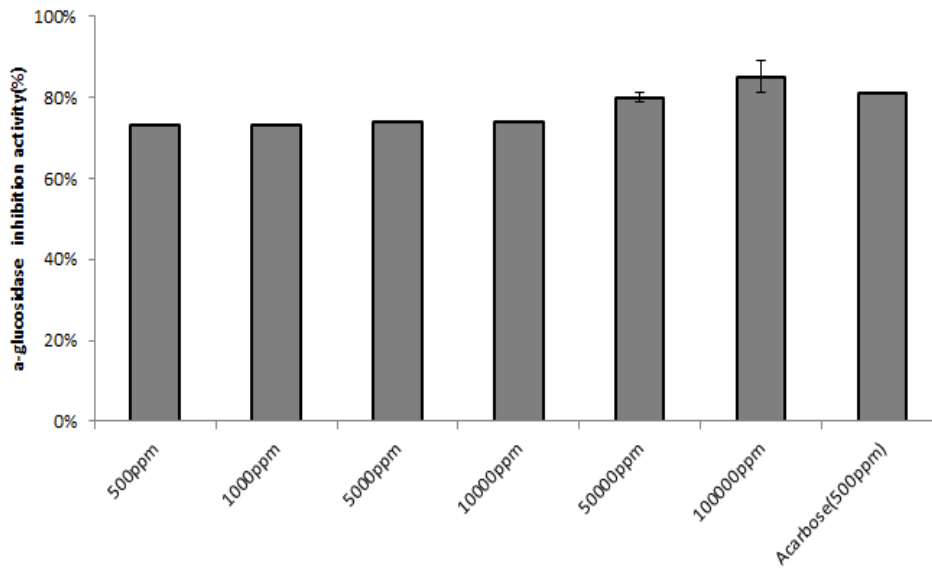


그림 172 조청의 항당뇨 측정

II. 2차년도 연구수행 내용 및 결과

가. 백미조청의 장내 유익균 활성 평가

- 장내 유익균 4종(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus*)의 백미조청에 대한 활성을 확인함.
- Broth microdilution method법으로 진행하였으며, 유익균의 농도를 일정하게 맞추는 후 초기 24시간까지는 4시간, 이후에는 24시간 간격(0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 48, 72시간)으로 3일간 optical density값을 측정하였음

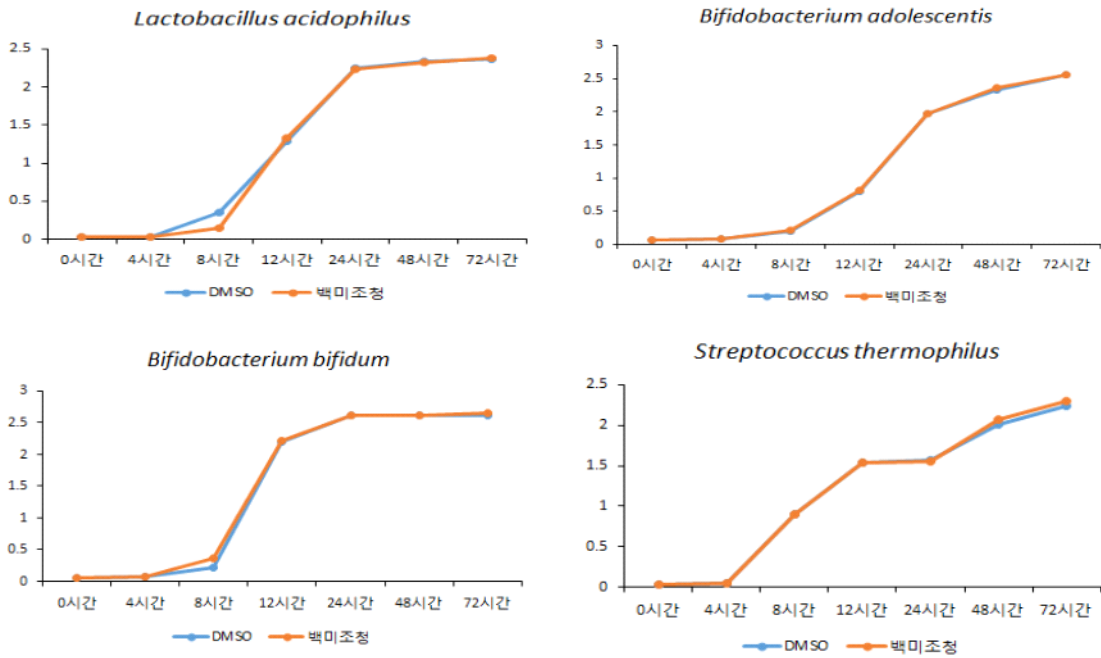


그림 173 백미조청의 장내 유익균 활성 평가

나. 백미조청, 현미조청의 항산화 및 항당뇨 효능평가

- 항산화 활성 평가의 기본적인 실험으로 DPPH 라디칼 소거능 실험결과, 백미조청과 현미조청 모두 항산화 효과는 미약한 것으로 사료됨.

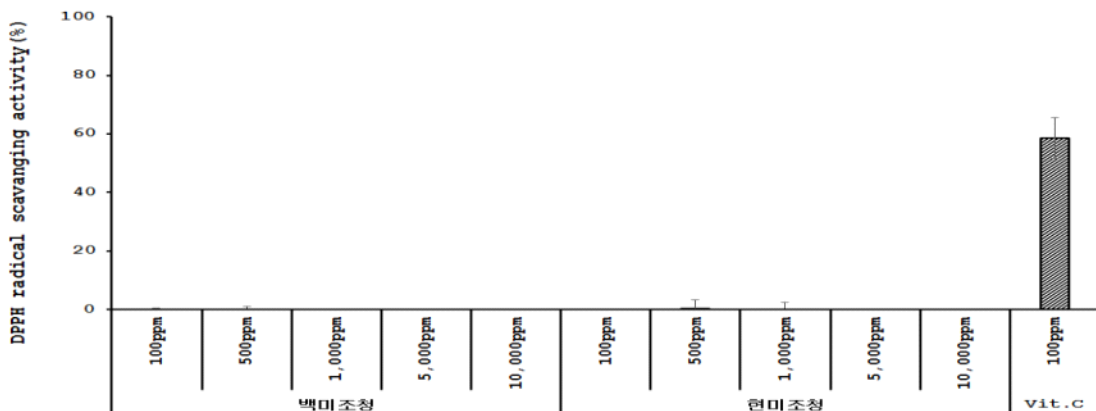


그림 178 DPPH 라디칼 소거능

- 폴리페놀류는 산화를 방지하는 작용인 항산화 기능을 가진 물질로서 건강유지와 질병 예방 등에 기여할 것으로 기대되는 물질중 하나임. 시약을 이용하여 조청의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과 폴리페놀 물질을 함유하고 있는 것으로 나타났지만 그 양이 매우 적은 것으로 측정되었음.

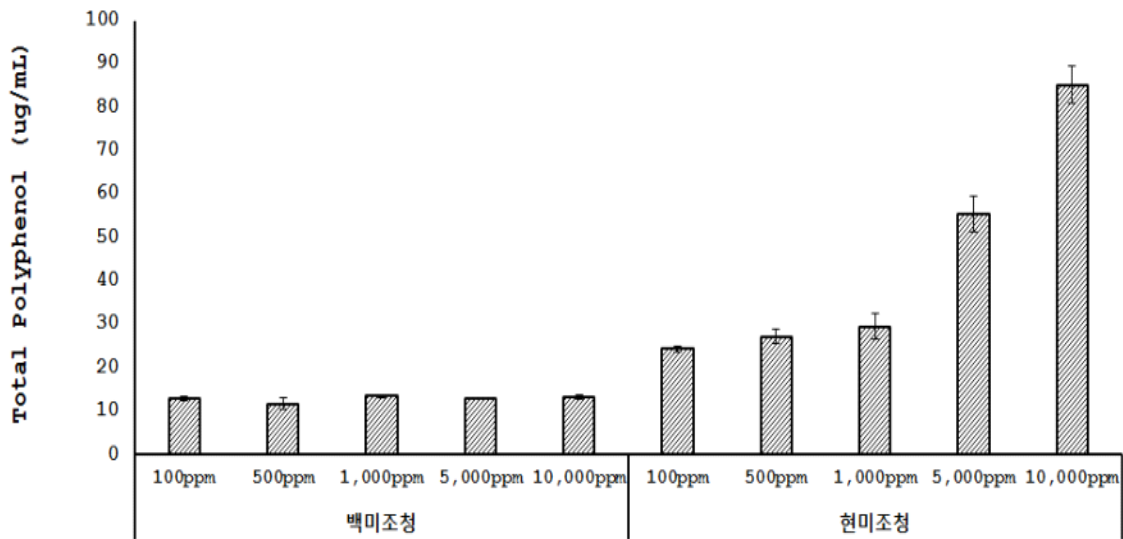


그림 179 총 폴리페놀 함량

- 플라보노이드는 폴리페놀류의 일종으로 생체 내 산화작용을 억제하고, 항균, 항염, 항바이러스, 항알레르기 및 항염증 활성 등을 지닌 물질로 알려져 있음. 시약을 이용하여 조청의 플라보노이드 함량을 측정된 결과 백미조청은 없는 것으로 측정되었고 현미조청에서 미량 측정되었음.

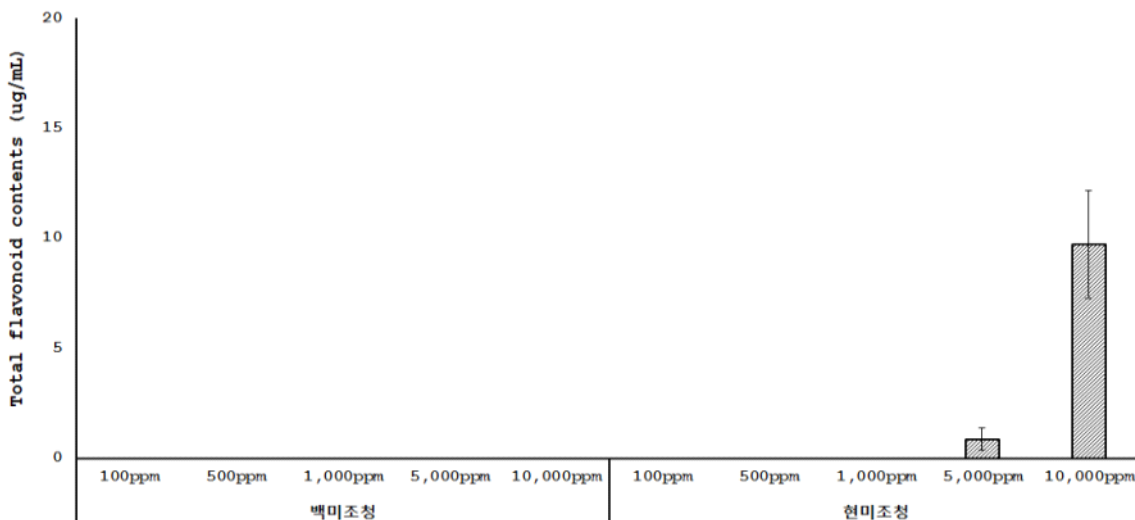


그림 180 총 플라보노이드 함량

- 항당뇨 활성 실험방법 중 Enzyme을 이용한 In-vitro 실험으로, α -glucosidase 효소를 얼마나 저해 하는지에 대한 기능성 평가를 진행한 결과 백미조청과 현미조청 모두 Enzyme 실험에서는 항당뇨 효능이 없는 것으로 사료됨.

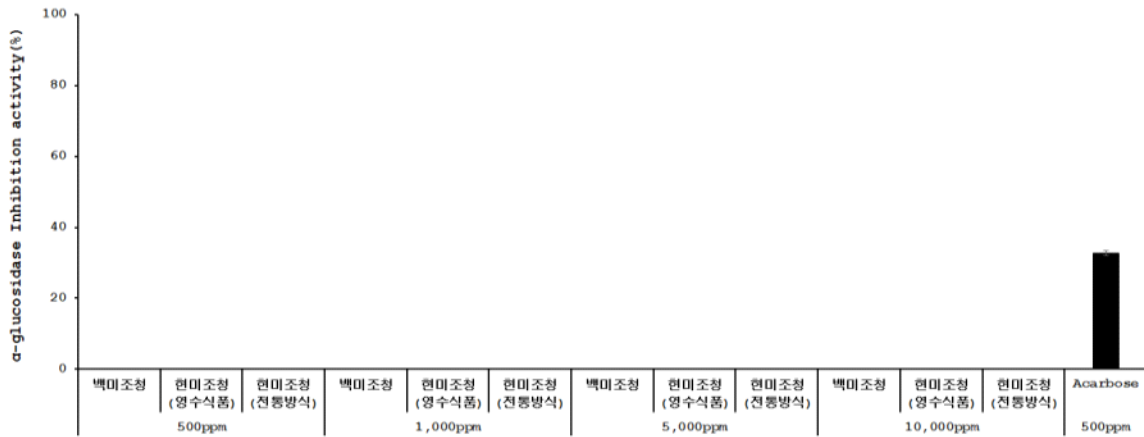


그림 181 α -glucosidase 저해활성

다. 3T3-L1 세포를 이용한 조청의 항비만 효능 평가

- 3T3-L1 세포는 전지방세포를 생물학적으로 적절한 조건에서 배양하면 지방세포로 분화하는 특성을 가지고 있음.
- 3T3-L1 세포에 대한 조청 시료들의 항비만 효능을 측정하기 위하여 400 μ g/ml 농도까지 세포에 처리하여 세포 독성을 측정 한 결과 모든 시료에서 세포 독성을 나타내지 않음.
- 세포독성이 나타나지 않은 400 μ g/ml 농도까지 세포에 처리하여 실험을 진행한 결과 모든 시료 및 농도 구간에서 지방세포 분화 억제능이 나타나지 않아 항비만 효능이 없는 것으로 사료됨.

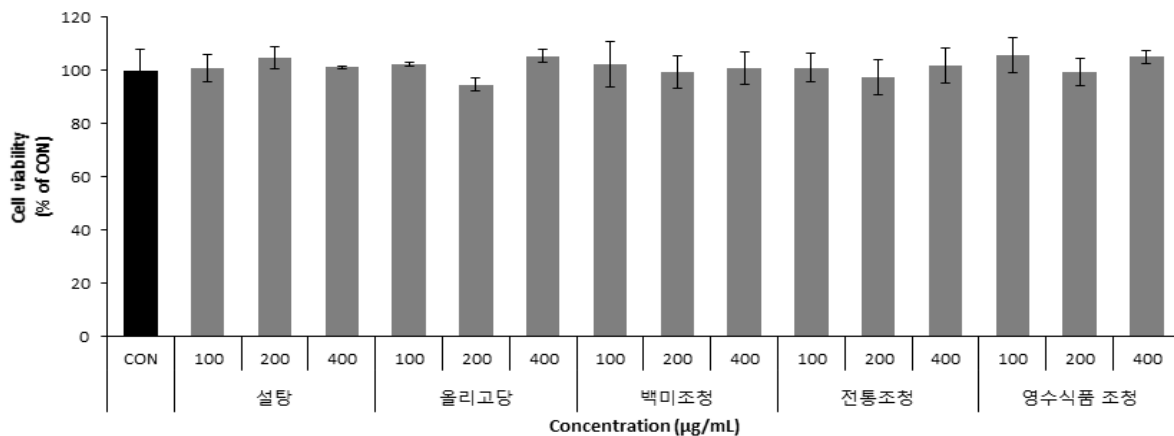


그림 182 3T3-L1 세포에 대한 조청의 세포독성

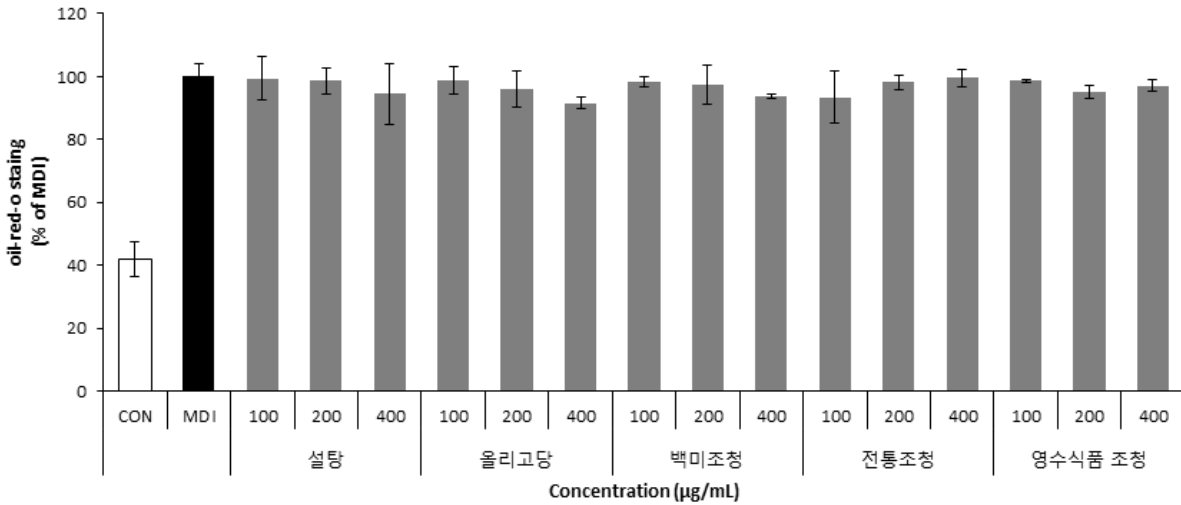


그림 183 조청의 항비만 효능 측정

라. 대식세포를 이용한 조청의 항염증 효능 평가

- NO의 과다한 생성은 염증 반응을 심화시켜 조직손상, 신경손상 등을 일으키며 대식세포에 LPS를 처리하여 NO가 생성 되도록 유도함.
- RAW264.7 세포에 대한 조청 시료들의 항염증 효능을 측정하기 위하여 최대농도 400µg/ml 농도까지 세포에 처리하여 세포 독성을 측정 한 결과 모든 시료에서 세포 독성을 나타내지 않았음.
- 세포독성을 나타내지 않은 400µg/ml의 농도까지 처리하여 항염증 효능을 측정 한 결과 모든 시료 및 농도 구간에서 NO 생성이 억제되지 않아 항염증 효능이 없는 것으로 판단됨

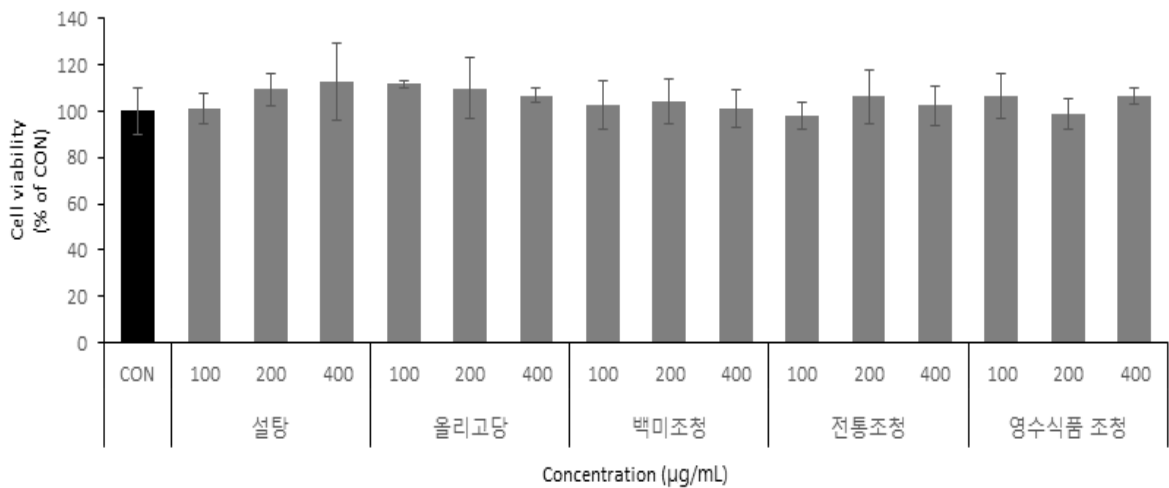


그림 184 대식세포에 대한 조청의 세포 독성

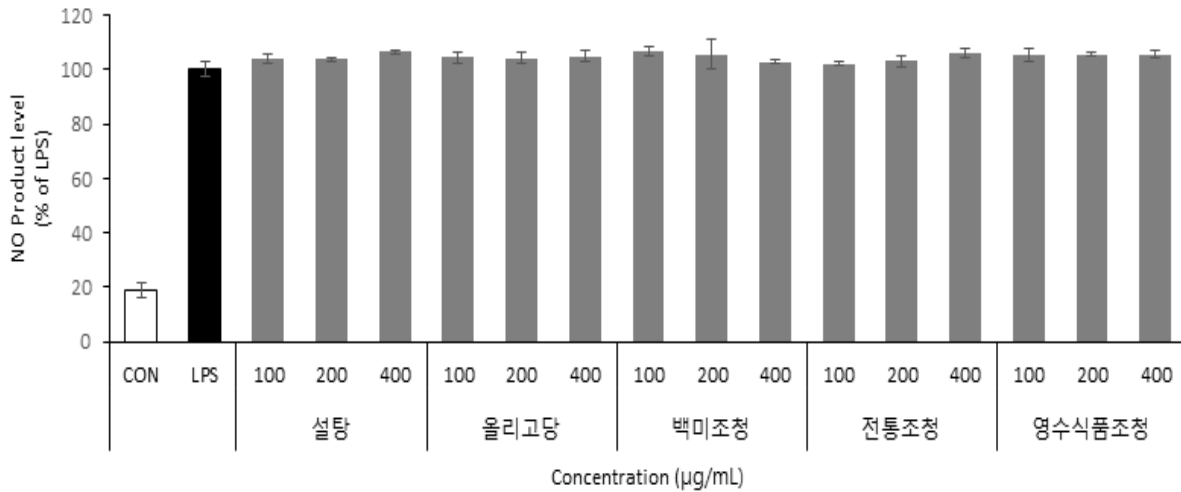


그림 185 조청시료의 NO 생성 억제능 측정 결과

마. 경구포도당부하검사(OGTT : Oral glucose tolerance test)

- 당뇨병 진단법의 하나로, 시험물질의 투여 후 30분마다 혈당을 체크하여 상승되는 최대 혈당치와 하강하는 지점을 비교하여 생체 안에서 그 물질에 대한 당 부하를 비교하는 것이 가능한 실험법임.
- Glucose(포도당)와 올리고당 대비 쌀조청의 최대혈당치가 낮게 측정되었으며 혈당의 하강 시점은 비슷한 것으로 측정되었음.

혈당 Average	경과 시간							단위
	0Min	15Min	30Min	60Min	90Min	120Min	180Min	
control	71.17±27.73	83.17±21.86	82.17±21.76	81.17±22.85	58.33±29.04	54.33±19.60	51.83±11.21	mg/dl
Glucose	72.50±30.36	325.17±62.82	265.00±57.76	148.00±40.11	99.67±29.98	83.83±25.36	66.83±20.74	mg/dl
올리고당	69.00±27.29	246.33±61.05	234.67±54.53	118.67±36.23	97.83±36.73	81.67±23.60	60.67±13.57	mg/dl
쌀조청	62.83±25.32	212.67±25.71	197.17±32.46	133.83±32.97	107.17±29.00	86.17±13.14	64.50±5.36	mg/dl

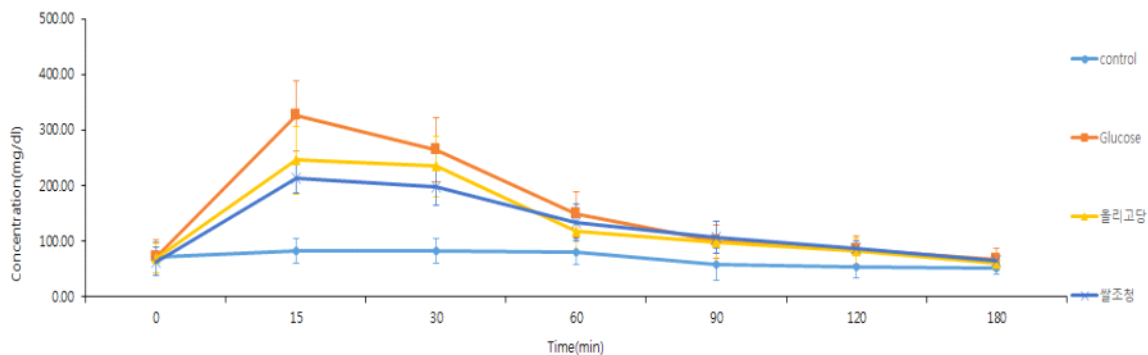


그림 186 경구포도당부하검사 실험결과

바. 설탕, 올리고당 및 조청의 영양성분 분석

- 영양성분 분석은 식품공전의 식품성분시험법에 따라 시험·검사하였음.

표 77 조청의 영양성분 분석

항목	단위	시험결과				
		설탕	올리고당	백미조청	현미조청 (영수식품)	현미조청 (전통방식)
열량	(kcal/100g)	401.69	333.45	397.95	321.87	317.4
탄수화물	(g/100g)	99.18	82.99	99.06	79.65	77.37
조단백질	(g/100g)	0.23	0.17	0	0.57	1.44
조지방	(g/100g)	0.45	0.09	0.19	0.11	0.24
포화지방	(g/100g)	0.38	0.07	0.13	0.09	0.10
트랜스지방	(g/100g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
콜레스테롤	(mg/100g)	0	0	0	0	0
당류	(g/100g)	99.07	32.88	46.66	37.21	38.38
나트륨	(mg/100g)	0.91	0.72	21.94	39.04	30.38
수분	%	0.13	16.75	0.51	19.3	20.58
회분	%	0.01	0	0.24	0.37	0.37
K	mg/kg	3.82	3.45	648.97	331.1	1501.41
P	mg/kg	2.98	3.7	308.36	587.75	937.68
Ca	mg/kg	18.92	12.22	165.17	90.67	53.86
Mg	mg/kg	5.39	2.87	53.34	61.143	187.59

III. 3차년도 연구수행 내용 및 결과

가. 균성장곡선 작성

- 시제품에 사용된 장내 유익균의 먹이인 올리고당과 조청, 설탕에서의 균 3종(*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus*)에 대한 균 성장곡선을 측정 한 결과 3가지 시료에서 비슷한 경향으로 균 성장을 하였지만 설탕은 다소 낮은 성장을 나타냄.
- 조청과 올리고당은 비슷한 경향으로 균 성장 하였지만 올리고당은 소화 효소에 의해 분해되지 않고 식이섬유와 유사하게 작용하여 대장으로 내려가 장내 유익균의 영양원이 되어 대장 환경을 개선하는 데 도움을 주는 기능성을 나타내는 성분으로 알려져 있음.
- 또한 올리고당의 기능은 장내환경 개선 외에도 대장암 예방, 변비 개선 등이 알려져 있으며 설탕과 비슷한 단맛을 내기 때문에 설탕의 대체 감미료로 각광받고 있어 장내 유익균 3종의 먹이로써 유용한 가치가 있을 것으로 판단됨.

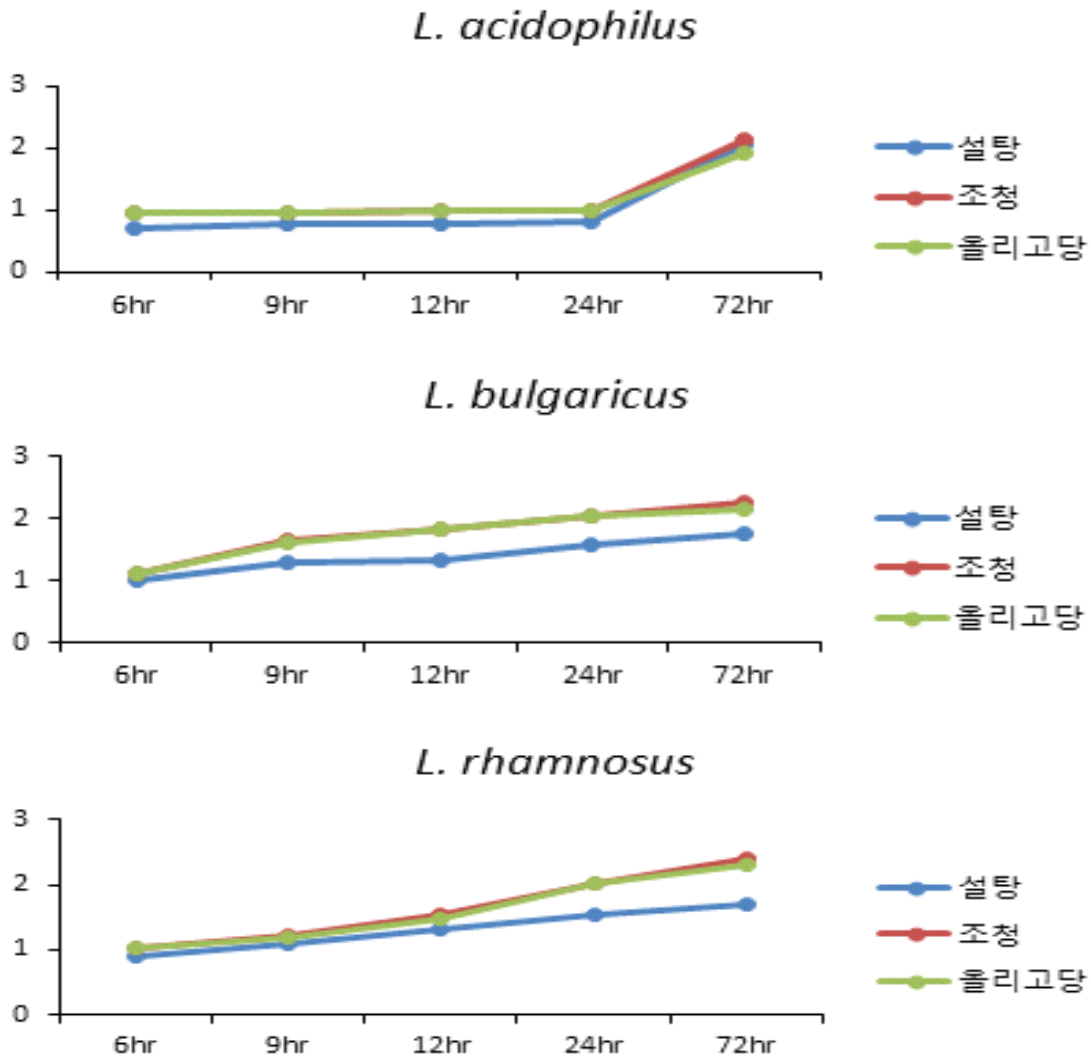


그림 187 균의 성장곡선

나. 위산에 대한 시제품의 균 생존률 측정

- 유산균이 probiotics 및 synbiotics로서의 기능을 발휘하기 위해서는 소화관 내의 조건에서 생존해야만 하며, 구강을 통하여 섭취된 유산균은 위액과 각종 효소가 존재하는 위를 통과하고 십이지장을 거쳐 최종 목적 부위인 장에 도달해야 기능적인 효과는 나타낼 수 있음.
- 시제품에 함유된 유산균의 위산에 대한 저항성을 확인하기 위해 pH2.1로 조절한 버퍼에 초기균수를 약 10¹⁰CFU/mL로 동일하게 접종하여 37℃에서 2시간 반응시켜 생존해 있는 균수를 측정하였음.
- 모든 시료에서 약 10% 정도의 균 생존률을 보였으며 다른 균들에 비해 시제품에서 높은 균 생존률을 나타내었음.
- 식이섬유와 균을 같은 양 첨가 후 당 종류만 변경하여 균 생존률을 측정 한 결과 올리고당을 함유한 시제품에서 가장 많은 생존률을 나타냄에 따라 위산과 같은 조건의 환경에서 유산균은 당보다 식이섬유에 의한 영향이 더 큰 것으로 판단됨.
- 또한 시제품에 함유되어 있는 식이섬유는 분해과정을 거치게 되면 유익균의 먹이로 크기가 알맞으며 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추는데 도움을 주는 것으로 알려져 있어 올리고당과 함께 프리바이오틱스로써의 활용이 우수할 것으로 판단됨.

표 78 위산에 대한 균 생존률 측정 결과

처리군	균생존률 (%)
*시제품	12.78
설탕+식이섬유+균	3.61
조청+식이섬유+균	9.91
올리고당+균	0.00
식이섬유+균	9.24

* 당 및 식이섬유는 시제품 조성과 동일한 비율로 첨가하여 실험을 진행하였음

* 시제품 : 올리고당+식이섬유+균

다. 시제품에 대한 기능성 평가

(1) 시제품의 항염증 효능 평가

(가) 대식세포에 대한 세포독성

- 시제품에 사용된 올리고당과 식이섬유, 비교하기 위하여 사용한 조청과 설탕은 이미 사람이 독성이 없어 사람이 섭취하는 식품이기 때문에 균에 대한 세포독성 여부를 특정하기 위하여 실험을 진행함.
- 대식세포에 대한 시제품 및 대조군의 배양액에 대한 세포독성을 측정해 본 결과 모든 처리군에서 세포 독성은 나타나지 않았음.
- 이는 시제품에 사용된 장내 유익균 3종과 유산균이 성장하면서 생성되는 물질에서는 대식세포에 대한 독성에 미치는 영향이 없거나 적은 것으로 판단됨.

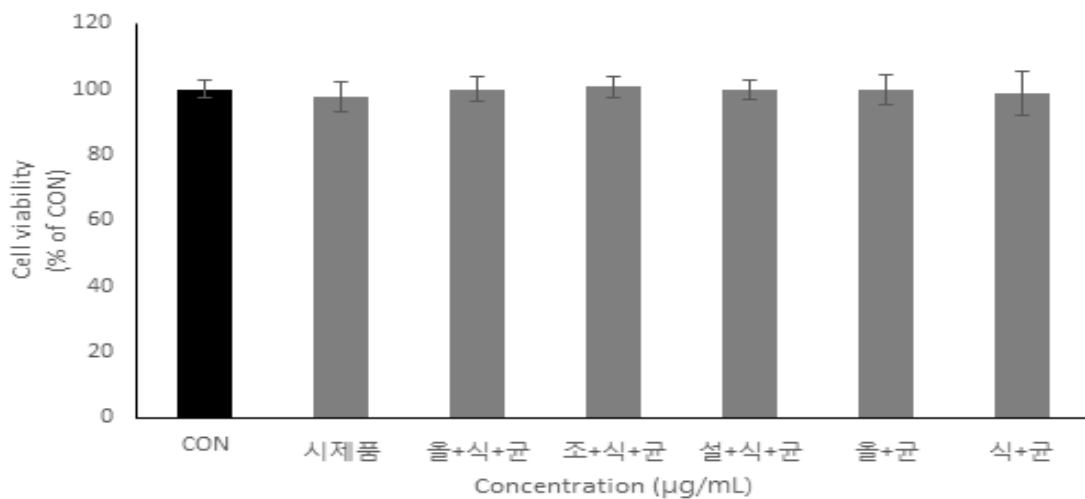


그림 191 대식세포에 대한 세포독성

(나) 항염증 효능 평가

- 유산균 배양시 생성되는 성분에는 박테리오신, 펩티도글리칸, 각종아미노산, 펩티드, 아소플라본, 비타민 및 미네랄, 지방산 및 핵산 등이 있다고 알려져 있으며, 박테이로신은 단백질 펜타이드로서, 유익균을 도와 유해균을 사멸하고 독소를 없애며 신호전달 펩타이드로 작용하여 면역시스템을 자극한다고 알려져 있음.
- 이 외에도 유산균 배양 시 생성되는 물질을 각종 암, 정신 신경계, 소화기, 호흡기, 피부 등 여러 영역에서 많은 효능이 있다고 알려져 있음.
- 유산균이 성장하면서 발생시키는 산물이 항염증에 영향을 줄 것이라 판단하여 균을 배양한 배지 및 시제품으로 실험을 진행하였지만, 대부분의 처리군에서 대식세포에 대한 NO 생성 억제능을 측정 한 결과 LPS를 처리하여 염증을 유발한 처리군과 큰 차이를 나타내지 않았음.
- 하지만 시료를 10000배 희석하여 측정한 결과 시제품에서 NO 생성이 감소하는 경향을 보여 농도를 높여 진행하면 효능이 나타날 가능성이 있는 것으로 판단됨.

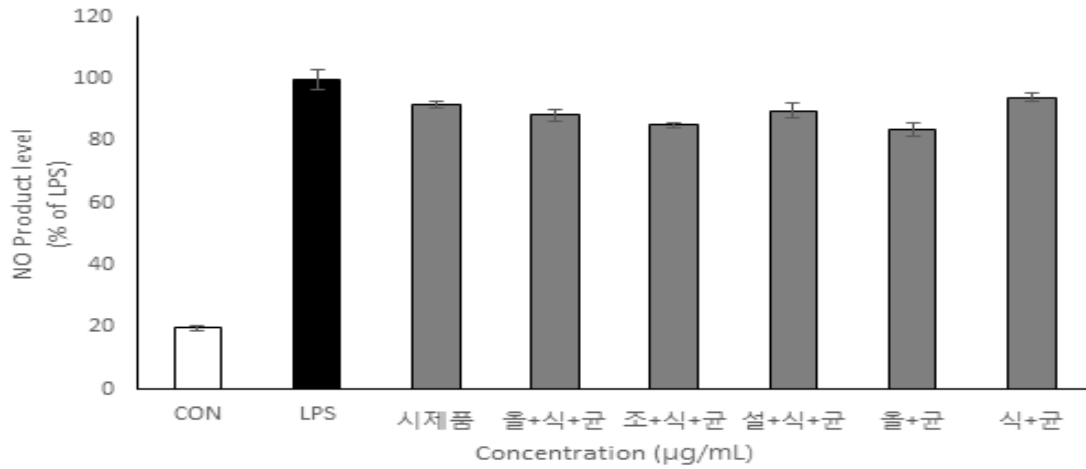


그림 192 NO 생성 억제능(배지)

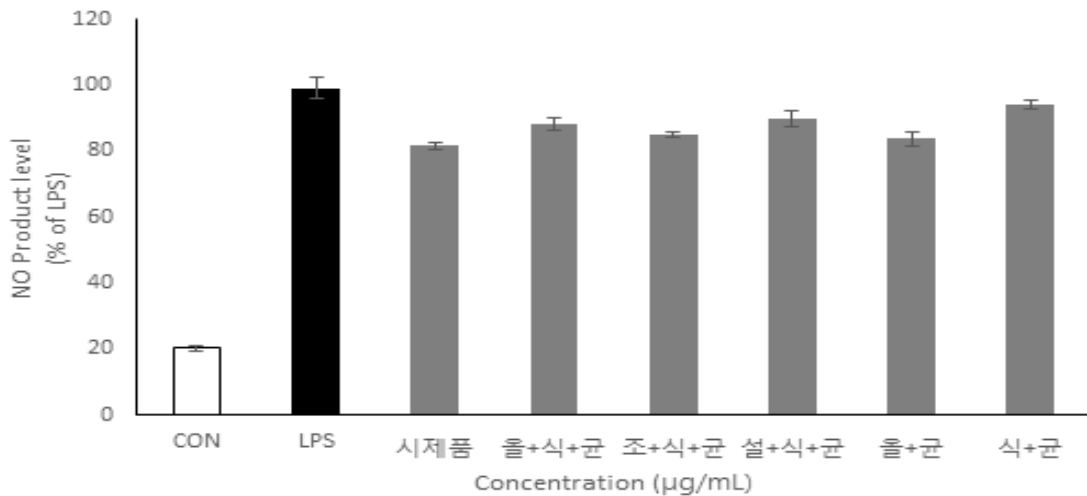


그림 193 NO 생성 억제능(제품)

(2) 시제품의 항비만 효능 평가

(가) 대식세포에 대한 세포독성

- 시제품 및 실험에 사용한 시료는 사람이 섭취하는 식품이기 때문에 세포에 대한 독성은 나타나지 않을 것으로 예상되지만 균에 의한 독성 여부를 판단하기 위하여 세포독성 실험을 진행함.
- 전지방세포에 대한 시제품 및 대조군에 대한 세포독성을 측정해 본 결과 모든 처리군에서 세포 독성은 나타나지 않았음.
- 따라서 시제품에 사용된 균 3종은 지방세포에 독성을 나타내지 않으며 이와 같은 농도로 전지방세포 분화 억제능 측정 실험을 진행하였음.

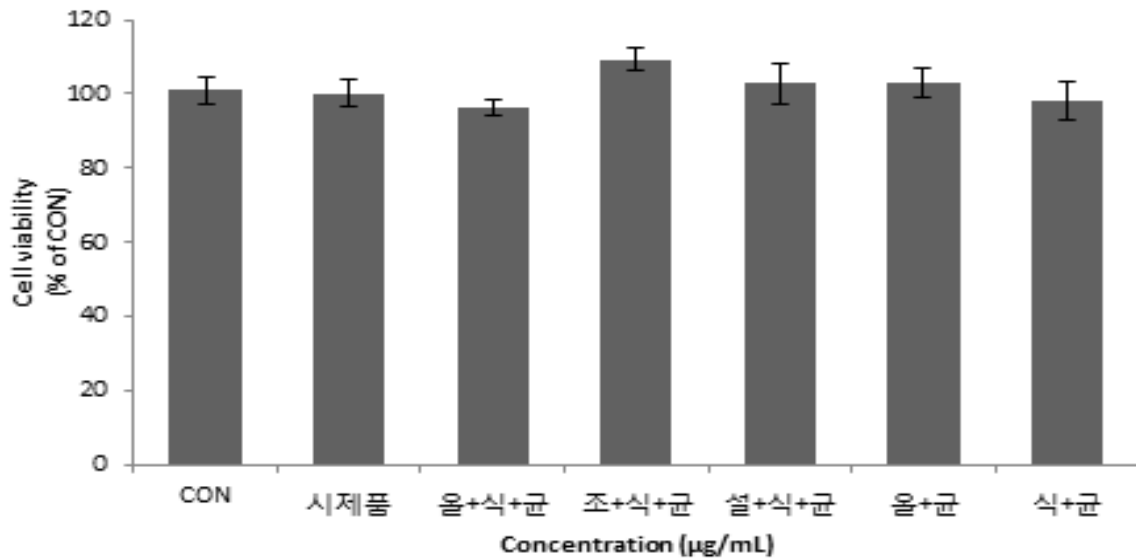


그림 194 3T3-L1 세포에 대한 세포독성

(1) 전지방 세포 분화 억제능 측정

- 전지방세포에 MDI(BMX, Dexamethasone, Insulin)을 처리하여 지방분화를 유도한 후 시제품 및 시료를 처리한 결과 *in vitro* 상에서는 시제품의 효능이 나타나지 않았음.
- 균 3종이 *in vitro* 상에서 지방세포에 직접적인 분화에는 효능을 나타내지 않았지만 올리고당 및 식이섬유는 체내 흡수되지 않기 때문에 세포에 대한 항비만 효능은 나타나지 않았지만 설탕과 조청의 사용보다는 혈당 등 *in vivo* 상에서는 유의미한 효능이 있을 것으로 판단됨.

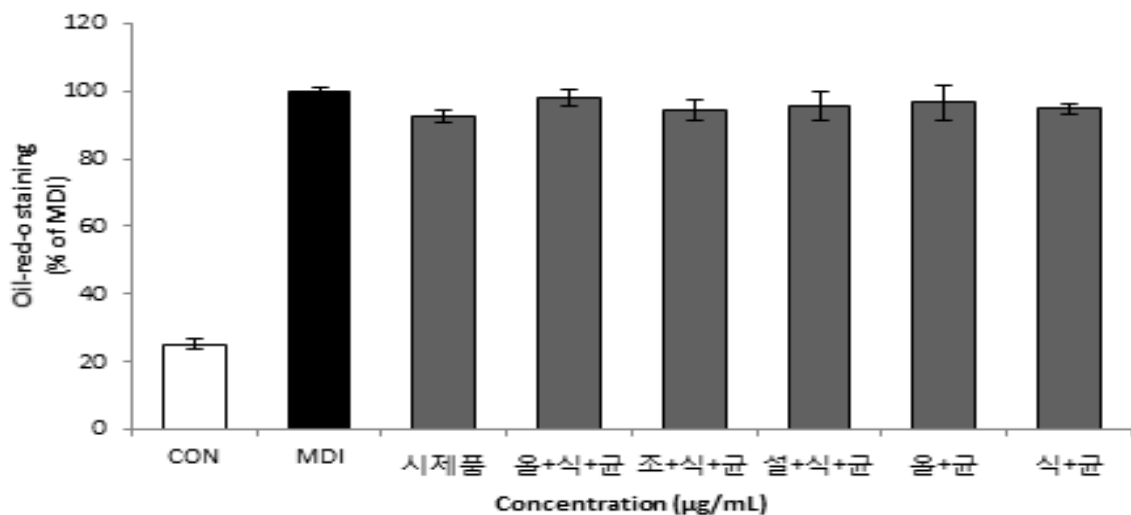


그림 195 전지방세포 분화 억제능

2-2. 생산 제품 등

○ 생산제품 및 특허

제품				
	쌀조청	쌀조청올리고당	조청분말	
품목 제조 보고 서				
	쌀조청	쌀조청올리고당	조청분말	올리고당분말
특허				
	조청분말제조방법			

품목제제보고 : 쌀조청 올리고당(2017.06.28.)

품목제조보고 : 성수 쌀조청(2018.11.30.)



발급번호 : 1E4E-JKAM-GTWW-FFRW-80HG

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명)	생년월일(법인번호)		
	정현민	1977년 10월 19일		
	주소	전화번호	04194356978	
	충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15			
영업소	명칭(상호)			
	(주)영수식품			
	소재지	충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15		
제품정보	식품의 유형	떡볶이	영업등록번호	20160472043
	제품명	성수 쌀조청		
	유통기한	제조일로부터 2년		
	품질유지기한			
	원재료 또는 성분명 및 배합 비율	떡장에 기재		
	용도 용법	떡장에 기재		
	보관방법 및 포장재질	떡장에 기재		
	포장방법 및 포장단위	내부:PE,PET - 외부:골판지, 내부:CAN - 외부:없음		
	성상	감미를 갖는 갈색의 점조성 액상으로 이미, 이취가 없어야 한다.		
	고열탕-저염양 식품 해당 여부	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input checked="" type="checkbox"/> 해당 없음	활활인증 여부	<input type="checkbox"/> 예 <input checked="" type="checkbox"/> 아니오
기타				

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2018년 11월 30일
보고인 정현민

충청남도 청양군수 귀하

품목보고번호	20160472043-12				
처리부서	민원봉사실	처리자성명	이은걸	처리일자	2018년 11월 30일



본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(<http://www.foodsafetykorea.go.kr/>) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

품목제조보고 : 국산쌀로만든 자연당(2019.10.22.)

발급번호 : 1EME-LK2M-HTGM-JP2W-5TC9



식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명) 정현민		생년월일(법인번호) 1977년 10월 19일	
	주소 충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15		전화번호 04194356978	휴대전화
영업소	명칭(상호) (주)영수식품		영업등록번호 20160472043	
	소재지 충청남도 청양군 운곡면 신대길 32-15			
제품정보	식품의 유형	기타엿	요청하는 품목제조 보고번호	2016047204325
	제품명	국산쌀로만든 자연당		
	유통기한	제조일로부터 2년		
	품질유지기한			
	원재료 또는 성분명, 배합비율	엿장에 기재		
	용도 용법	엿장에 기재		
	보관방법 및 포장재질	엿장에 기재		
	포장방법 및 포장단위	일봉포장 200g~25kg		
	성상	1. 고유의 색택과 이미, 이취가 없는 분말이어야 한다		
	품목의 특성	■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 []에 []아니오 [○]해당 없음 ■ 할랄인증 식품 해당 여부 []에 [○]아니오 ■ 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 []에 [○]아니오		
기타				

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2019년 10월 22일

보고인 정현민

충청남도 청양군수 귀하

품목보고번호	20160472043-25				
처리부서	민원봉사실	처리자성명	임진성	처리일자	2019년 10월 24일



본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(<http://www.foodsafetykorea.go.kr/>) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.



발급번호 : 1EFE-CKDM-ZT5N-MPLW-LX1C

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명) 정현민		생년월일(법인번호) 1977년 10월 19일	
	주소 충청남도 청양군 우곡면 신대길 32-15		전화번호 04194356978	
			휴대전화	
영업소	명칭(상호)		영업등록번호	
	(주)영수식품		20160472043	
	소재지 충청남도 청양군 우곡면 신대길 32-15			
제품정보	식품의 유형	올리고당가공품	요청하는 품목제조 보고번호	2016047204328
	제품명	쌀올리고분말		
	유통기한	제조일로부터 2년		
	품질유지기한			
	원재료 또는 성분명, 비합비율	뒷장에 기재		
	용도 용법	뒷장에 기재		
	보관방법 및 포장재질	뒷장에 기재		
	포장방법 및 포장단위	일봉포장 200g~25kg		
	성상	백색 또는 미황색의 분말		
	품목의 특성 ■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 []에 []아니오 [O]해당 없음 ■ 알칼리중 식품 해당 여부 []에 [O]아니오 ■ 영,유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 []에 [O]아니오			
기타				

「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2020년 01월 17일

보고인 정현민

충청남도 청양군수 귀하

품목보고번호	20160472043-28				
처리부서	인원봉사실	처리자성명	활동실	처리일자	2020년 01월 17일



- 국내산쌀조청(수향/오복식품 등) 쌀조청올리고(수향) 쌀요리당 (롯데마트) 등
- 시제품 자연당(분말조청) 등

2-3. 성과

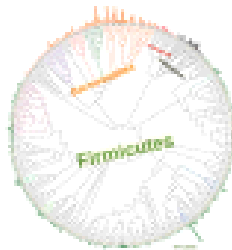
(1) 학술대회

○ 학술발표(구술발표)

- 2018 KFN International Symposium and Annual Meeting
Food, Nutrition and Health : Human Microbiome(2018.10.31.~2018.11.02.)
발표자 : 박지인, 신지영, 양지영

2018 KFN International Symposium
and Annual Meeting
**Food, Nutrition
and Health:
Human Microbiome**

Oct. 31 (Wed) ~ Nov. 1 (Fri), 2018
BECCO, Busan, Korea



KFN The Korean Society of Food Science and Nutrition

Oral Presentation II : Master Program Graduate Student		107
15:30 ~ 15:45	OP-07 Application of E-nose technique as alternative to PSL standard method for irradiated nutmeg Maji Choi (Syeungjeon National University)	
15:45 ~ 16:00	OP-08 양초자생인 식물-이동형 기능성 미소발효올리고당의 제조 박지인 (원광대학교)	
16:00 ~ 16:15	OP-09 Enzymatic De-glycosylation of Polyphenol Glycosides in Mulberry Leaf and Fruit Extracts Joo-Young Park (Syeung Jeo University)	
16:15 ~ 16:30	OP-10 Protective Effects of Edible Insect Gryllus bimaculatus against Alcoholic Gut Permeability and Liver Damage Se Byoul Shwang (Aksong National University)	
16:30 ~ 16:45	OP-11 의미 섭취가 많은 한국 여성들의 장내 미생물 군집에 미치는 영향: 사전연구 이보라 (원광대학교)	
16:45 ~ 17:00	OP-12 p53과 연계된 종양유전자 억제물 통한 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-β-D-glucose의 항대장암 효과 규명회 (대구대학교)	
17:00 ~ 17:15	OP-13 Citraea mollis Gebold & Zucc. Prevents Bone Loss in a Mouse Postmenopausal Osteoporosis Model: Osteoblast Differentiation Ji Hye Park (Gyeongsang-Wjeong National University)	
17:15 ~ 17:30	OP-14 Phlorotannins from Ecklonia cava Attenuate Aβ ₁₋₄₂ -Induced Neuroinflammation via Inhibiting NF-κB/SMAD3s Pathway Seungyeon Lee (Daegu A University)	

초록집

발표 목차

Nutmeg (*Myristica fragrans*) is widely used as spice and the powdered products usually require microbial decontamination for export. Owing to FTA, the global trade of irradiated agricultural products are ever increasing now. Codex, European Standards (EN) and Korean Food Code include different detection methods for irradiated foods. However, nutmeg is documented as food with limitations in application of photostimulated luminescence (PSL) as a screening method. Thus, this study was intended to confirm the applicability of electronic nose (E-nose) analysis as an alternative to standard PSL method and further reconfirm the observed results by standard verification methods like thermoluminescence (TL) and electron spin resonance (ESR) analyses. PSL analysis showed negative (N) values (< 700 photon counts (PCs)/60 s) for all non-irradiated samples. While all the irradiated samples (1, 5 and 10 kGy) demonstrated positive (P) values (> 5000 PCs/60 s) with low accuracy (33%). The principal component analysis (PCA) of volatile attributes by E-nose analysis showed positive discrimination patterns with correlation coefficient ($r^2=0.96$) between irradiation dose and the first component (PC1). The E-nose discrimination results between irradiated (>1 kGy) and non-irradiated samples were further verified by TL and ESR analyses through observing both specific TL glow curves and radiation-induced ESR cellulose radicals, respectively. Therefore, it is confirmed that E-nose technique shows potential as an alternative to unreliable PSL method for screening irradiated foods like nutmeg powder.

OP-08

유휴자원인 쌀을 이용한 기능성 이소말토올리고당의 제조 및 특성 분석

이 연구는 유휴자원인 쌀을 이용하여 기능성 식품 원료인 이소말토올리고당(IMO)의 제조를 목적으로 하였다. 쌀가루의 역화, 당화 및 전이를 위해 Termamyl 2X, Maltogenase L, Promozyme D2, Fungamyl 800L(Novozymes, Copenhagen, Denmark), Transglucosidase L(Amano, Nagoya, Japan)을 사용하였다. 역화반응의 최적조건을 설정하기 위해 Termamyl 2X를 농도 및 시간별로 반응시켜 환원당 함량을 측정하였고, 그 결과 기질 대비 0.075%, 2시간에서 가장 효율적으로 역화가 진행되었다. 당화반응에서는 서로 다른 효소를 첨가하여, 12시간 반응했을 때 생성되는 말토올리고당(IMO)의 중합도별 함량 및 총 함량을 비교하기 위해 HPLC-CAD(Charged Aerosol Detector)로 측정하였다. Termamyl 2X를 사용하여 당화했을 때 MO의 총 함량이 165.1 mg/mL이고, 그 중 maltopentaose의 함량이 56.42 mg/mL로 가장 많았다. 그리고 Maltogenase L와 Promozyme D2로 당화했을 때 총 함량이 136.30 mg/mL이고, 그 중 maltose가 93.35 mg/mL로 가장 많았다. 마지막으로 Fungamyl 800L로 당화했을 때 총 함량이 127.50 mg/mL이고, maltose의 함량이 94.07 mg/mL로 가장 많았다. 또한 IMO으로써 전이에 가장 효율적인 효소를 선정하기 위해 당화 및 전이반응을 동시에 진행하였으며, 24시간 반응 후

IMO의 함량을 측정하였다. 당화효소 종류에 관계없이 glucose, isomaltose, panose, isomaltotriose가 주로 생성되었으며, 총 IMO의 함량은 Maltogenase L + Promozyme D2 + Transglucosidase L의 조합으로 반응하였을 때 140.83 mg/mL로 가장 높았다. 따라서 당화-전이를 동시에 진행하는 IMO 제조 시 Transglucosidase L와 함께 Maltogenase L와 Promozyme D2를 사용하는 것이 바람직하다고 판단되었다. 이어서 최적의 반응 시간, 효소 투입량, 기질 투입량을 결정하여 제조 공정을 확립하였다. 추후 제조된 IMO의 prebiotics의 역할을 확인하기 위해 장내미생물 활성에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

OP-09

Enzymatic De-glycosylation of Polyphenol Glycosides in Mulberry Leaf and Fruit Extracts

Jun-Young Park¹, Yoon Hyuk Chang, Department of Food Nutrition, and Bionanocomposite Research Center, Kyung Hee University, Seoul 02447, South Korea

Mulberry leaf and fruit are widely consumed both as fresh fruit and as an ingredient in food processed products, which are a rich resource of bioactive compounds including vitamins, flavonols, anthocyanins, phenol acids and other phenolic compounds. In general, one important drawback is the limited bioavailability of many polyphenols. Sugar moiety such as rutosidic moiety is poorly absorbed in comparison with the aglycone. The enzymatic de-glycosylation of polyphenol has been reported as a good alternative for increasing their bioavailability. Therefore, the objectives of this study were to convert flavonoid glycosides in ethanol extracts from mulberry leaf (MLE) and fruit (MFE) to their aglycone forms by enzymatic de-glycosylation (Viscozyme and Pectinase) and investigate the antioxidant activities, α -glucosidase inhibition, and bioaccessibilities of MLE and MFE. HPLC-DAD analysis showed that enzymatic de-glycosylation of mulberry leaf and fruit extracts resulted in decreased flavonoid glycoside forms (rutin, isoquercetin, quercetin-3-O-(6"-O-malonyl)-glucoside and astragalol) and increased aglycone forms (quercetin and kaempferol) as the reaction time was increased. DPPH radical scavenging activities of MFE were increased and α -glucosidase inhibition of MFE was enhanced after enzymatic glycosylation. Gastro digestion (pH 1.2) had no substantial effect on the major phenolic compounds including both of flavonoid glycosides and their aglycone forms in MLE and MFE. This result suggested that enzymatic de-glycosylation can increase aglycone forms in mulberry fruit extracts and be the useful technique to improve the antioxidant properties.

OP-10

Protective Effects of Edible Insect *Gryllus bimaculatus*

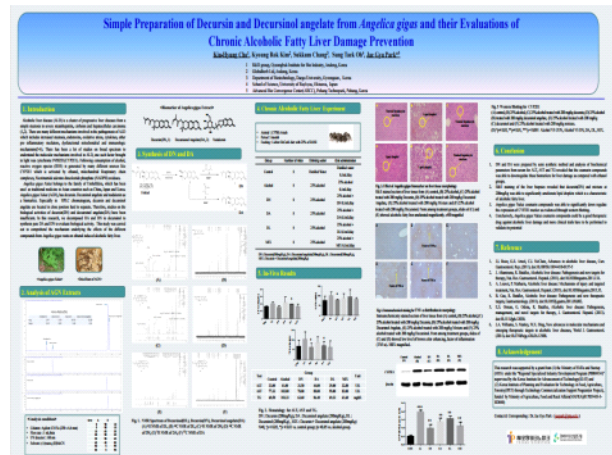
against Alcoholic Gut Permeability and Liver Damage
Bo Byeol Hwang¹*, Moon Han Chang¹, Hyung Taek Cho¹, Wan Heo¹, Jin Hyup Lee¹, Jun Ho Kim², Young Jun Kim¹. ¹Department of Food and Biotechnology, Korea

발표 초록

- 학술발표(포스터 발표)
 - 미국 화학회(샌디에이고, 2019.8.23 ~ 2019.8. 30)



학회발표 초록



포스터

- 논문
- 2월 게재 완료

논문기본정보

» 논문분류	원보(Original Article)
» 논문분야	기타 (식품안전관련 이슈)
» 논문제목	쌀가루로부터 이소말토올리고당 제조를 위한 효소반응 최적 조건
» 주제어(한글)	쌀, 쌀가루, 효소반응, 이소말토올리고당, HPLC
» 주제어(영문)	Rice, Rice flour, Enzyme reaction, Isomaltooligosaccharides, HPLC
» Abstract	등록된 단어수 : 213, Abstract View (보기)

(2) 특허

- ① 미곡 조청 분말 제조 방법 및 이의 제조 시스템 개발(출원예정)
- ② 쌀가루를 이용한 이소말토올리고당의 제조방법 {Manufacturing method of isomalto- oligosaccharide using rice powder} (출원예정)
- ③ 미곡 유래 식이섬유와 올리고당을 이용한 신바이오틱스 제품의 조성 (출원예정)
- ④ 상표권 [청유담] 국내산 쌀로 만든 조청 분말 (등록 완료)

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3년			
	소요예산(백만원)	250			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		7	16	40	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	15	25	35
국외		-	-	10	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	쌀조청을 활용한 자연당 개발로 설탕 대체식품 개발계획중			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	5	7	10	
	수 출	-	2	5	

- 사업화 계획 및 매출 실적

항목	세부항목		성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	2억원
			향후 3년간 매출	4억원
		관련제품	개발후 현재까지	5억원
			향후 3년간 매출	12억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 15 % 국외 : - %
			향후 3년간 매출	국내 : 20% 국외 : 5 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 15% 국외 : - %
			향후 3년간 매출	국내 : 25% 국외 : 10%
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		-위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		10위

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

○ 연구의 목적

미곡 유래 탄수화물 복합당화 및 메일라드 반응을 이용한 조청 가루 기반 고부가가치 식품 개발 및 올리고당 개발을 통한 synbiotics 제품의 개발

- ① 분말 조청 : 기존 조청을 활용하여 분말화 기술을 개발하여 이를 접목, 분말조청을 개발함.
- ② 액상 올리고당 : 미곡(쌀)을 이용하여 액상올리고당을 제조. 기능성 올리고당으로 제조함.
- ③ 분말 올리고당 : 개발된 액상 올리고당을 통해서 조청의 분말화 기술을 접목하여, 분말올리고당 제조
- ④ Synbiotics : 분말올리고당, 미강유래 식이섬유, 유산균을 포함하는 분말 Synbiotics 제품의 개발. (1회 섭취용 파우치 제품의 개발)
- ⑤ 각 제품 개발에 따른 분석 및 기능성 확인에 대한 세부 내용은 다음과 같음.

	영수식품	한국바이오 엔지니어링	부경대학교 산학협력단	경북바이오 산업연구원
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청, 올리고당 식품 감미료 연구 • 미곡 조청, 올리고당 건강기능식품 연구 • 분말 조청 시제품 생산 공정 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청 분말화 기법 • 연구 및 공정개발 • 분말 시제품 장비 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소반응 최적화 조건 설정 • 올리고당 분석법의 확립 	<ul style="list-style-type: none"> • 조청의 기능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 항비만, 면역력개선 효과에 대한 평가
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 조청, 올리고당 기반 감미료, 건강기능식품의 상품화 연구 및 개발 • 액상 및 분말 조청 시제품의 생산 • 제품 디자인의 개발 • 시제품 생산설비 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡 탄수화물 복합당화물(올리고당) 분말화 공정 개발 • 분말화 장비 설비 및 보완 • 분말화 대량생산공정 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡을 이용한 올리고당 제조를 위한 효소반응 대량 생산을 위한 조건 설정 • 미강을 이용한 식이섬유 추출공정의 최적화 • 식이섬유 분석법 개발 • 생산된 분말 조청 및 액상 올리고당에 대한 품질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 개발된 올리고당에 대한 기능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 항비만, 면역력개선 함양 효과에 대한 평가
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 분말 올리고당 제품 생산 • Prebiotics 및 synbiotics 혼합 건강기능식품의 상품화 연구 및 개발 • 시제품생산 • 감미료, 건강기능식품 보완 • 포장디자인 등의 보완 • 대량생산공정 설계 및 개발, 생산 	<ul style="list-style-type: none"> • 분말화 보완 및 적용 • Biotics 복합혼합물 분말 공정 개발 • 시제품 보완 	<ul style="list-style-type: none"> • 미곡에 적합한 유산균 주 선정 • Synbiotic 제품을 위한 미강추출 식이섬유, 분말 유산균, 분말 기능성 올리고당 배합 비율 최적화 • 개발된 액상, 분말 올리고당 및 synbiotics 제품에 대한 품질 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • Synbiotic 제품에 대한 기능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 항비만, 면역력개선, 항암효과, 장내환경 개선 효과에 대한 기능성 평가

3-2. 목표 달성여부

- 목표로 한 4가지의 제품의 개발을 마쳤다. 조청, 조청분말, 조청올리고당, 조청올리고당 분말의 제품화를 마쳤고, 시제품화를 진행하였다.
- 쌀을 이용하여 이소말토올리고당의 제조법을 설정하였으며, 이를 통한 이소말토올리고당의 수율이 높은 올리고당 제조가 가능해졌다. 그리고, 이소말토올리고당 생성시 필수적으로 따라오는 말토올리고당을 이소말토올리고당과 동시에 분석해 낼 수 있는 방법을 설정하였고, 이에 대한 검증 과정을 일부 마쳤다. 앞으로 이소말토올리고당 제조에 유용하게 사용될 것으로 예상된다.
- 미곡의 부산물인 미강 식이섬유의 추출 공정에 대한 방법을 설립하였으며, SOP 작성을 통해 공정 표준화를 진행하였다.
- 조청올리고당 분말과 식이섬유, 유산균을 혼합한 Synbiotics 제품을 개발하였고, 이에 대한 기능성 평가를 마쳤다.
- 유향자원인 쌀을 이용하여 조청, 조청올리고당, 식이섬유를 제조하였으며 이를 이용한 synbiotics 제품의 개발로 이어져 잉여 자원을 이용한 고부가가치 제품의 개발을 완료하였다.
- 또한, 이에 대한 기능성 및 영양 평가를 진행하였다.

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 현재 synbiotics 제품은 시제품 형태로 제작되었으나, 이에 대한 정확한 기능성 평가 등을 통해 제품의 신뢰성의 확보가 필요하다. 현재까지 평가된 기본적인 기능성 평가에서는 만족할 만한 결과를 가져왔으나, 이를 보완하여 좀더 제품의 신뢰성을 가질 수 있도록 실험을 진행할 수 있도록 진행할 예정이다.
- 또한 위의 결과를 학술 발표, 혹은 논문 발표를 통해서 증명하고 확실한 증거를 이용할 예정이다.
- 아직까지 국내에서는 수요가 많이 없고, 많이 사용되지는 않지만, 이소말토올리고당은 다른 올리고당의 비해 기능성을 가질 것으로 예측되고 있다. 이에 현재개발된 이소말토올리고당 제조법을 통하여 대규모 제조 시설 구축이 필요할 것으로 판단된다.

4. 연구결과의 활용 계획

○ 추가 연구 필요성

- 현재 개발된 이소말토 올리고당 제조법의 사업화를 위한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 현재 개발된 제조법의 경우에는 lab scale으로 제조하였기에 추후 scale up에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.
- 또한, 신바이오틱스 제품의 개발을 통해 기능성을 가지는 식품을 개발하였으나 이에 대한 보다 확실한 기능성 평가가 이루어져야할 것으로 판단된다.

○ 사업화 계획 등

- 국내산 쌀조청 및 쌀조청 올리고당의 생산 완료 하였으며, 현재 시생산중인 자연당(분말형조청)도 3년 이내 대량생산 체제로 전환 설당대용으로 현재 판매계획중에 있다.
- 또한 synbiotics 올리고당의 연구가 완료되어 관련제품의 기술의 이전이 된다면 시제품을 통한 시장성 조사 및 관련제품에 대한 대기업 협업과정을 거쳐 관련제품을 출시할 예정이다.
- 또한 올리고당 제품의 완성으로 대량생산이 가능한 시점에 분말형으로 제조하여 관련제품도 설당대용으로 판매예정이다.