

3cm

11-1543000
-002469-01

4cm

발간등록번호
11-1543000-002469-01

국산
농식품
자원의
활용도
증진 및
수입
소재
대체를
위한
가공적성
연구

최
종
보
고
서

(견고닥
14p)

2018
(견고닥13p)

농림축산식품부

5cm

3

cm

(견고닥
17p)

고부가가치기술개발사업 R&D Report

(견고닥
25p)

국산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구 최종보고서

(0.1cm)

2018. 11. 25.

0.15cm

(견고닥15p)

(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)

주관연구기관 / 담터(주)
협동연구기관 / 이화여자대학교
세종대학교
단국대학교

(견고닥 15.5p)

(백색바탕)

농림축산식품부

(견고닥 20p)

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구”(개발기간 : 2015. 10. 12 ~ 2018. 10. 11)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 11. 25.

주관연구기관명 : (주)담터 (대표자) 장수근 (인)
협동연구기관명 : 이화여자대학교 산학협력단 (대표자) 산학협력단장 이근주 (인)
세종대학교 산학협력단 (대표자) 산학협력단장 백성욱 (인)
단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단 (대표자) 김철현 (인)
참여기관명 : (주)담터 (대표자) 장수근 (인)

주관연구책임자 : 장호림
협동연구책임자 : 정명수, 유상호, 이형재
참여기관책임자 : 장호림

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	315063-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2015. 10. 12 - 2018. 10. 11(36개월)	단 계 구 분	해당단계/ 총단계
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	국산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구			
연구책임자	장호림	해당단계 참여연구원 수	총: 17명 내부: 17명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:250,000천원 민간:83,334천원 계:333,334천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 42명 내부: 42명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:750,000천원 민간:250,002천원 계:1,000,002천원
연구기관명 및 소속부서명	이화여자대학교 산학협력단 세종대학교 산학협력단 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단			참여기업명 (주)담터	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 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		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) 보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☞ 국산 농식품 자원의 활용도 증진을 위한 가공적성 평가 및 소재화를 위한 가공기술 개발 ☞ 국산 농식품 자원을 기반으로 차류, 음료류 개발을 위한 가공적성 평가 및 지표설정 ☞ 차류, 음료류에 적용하기 위하여 수입소재 대체를 위한 국내 농산물 유래 부산물을 활용한 중간소재의 가공적성 지표인자 설정 및 안정화 연구를 진행하여 시제품을 개발 ☞ 개발된 중간소재의 차류, 음료류 제품으로의 적용성, 위생, 저장안정성 평가를 통해 제품의 우수성, 차별성, 가격경쟁력의 확보 ☞ 가공 부산물인 사과껍질로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 중간 소재화 및 가공적성 평가 ☞ 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출 ☞ 국내·외 환경분석 및 소비자 요구도 조사를 통한 소비자 기호성이 강화된 소재화 및 가공기술개발 ☞ 국내 차, 음료 산업 진흥 및 관련 농가 수익 안정화 <p>○ 농식품 자원의 활용 가치 향상을 위한 가공적성 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내에 산재한 다류, 음료류에 활용가능한 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출 - 다류, 음료류 등에 활용하기 위한 가공적성 연구 및 중간소재 개발(블루베리, 아로니아, 귀리, 단호박, 생강, 대추) - 차류, 음료류 등에 활용하기 위한 가공적성 평가와 가공적성 지표 설정 연구 - 지표물질 추출법(열수 추출, 유기용매 추출, 아임계수 추출 등)을 적용한 목적기능 지표물질 선정/분리 연구 - 국산 농식품 자원을 기반으로 차류, 음료류 개발을 위한 가공적성 평가 및 지표설정 - 차, 음료류 적용을 위한 중간 소재의 표준 균일성 확보 연구 및 저장안정성 증진 연구(분쇄, 시료 오염도 조사 및 광펄스 살균실험) - 용해도 극대화 가공기술, 과립화(향, 맛 보존 등)를 위한 특수공정 연구 및 제품화 연구 - Encapsulation 기술을 이용한 소비자의 음용 기호(가용성) 증진 가공법 개발 <p>○ 수입 소재 대체를 위한 부산물을 활용한 가공적성 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수입소재 대체를 위한 국내 농산물 유래 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 개발 - 수입소재 대체용 중간소재의 가공적성 지표인자 설정, 안정화 및 시제품 개발 - 수입소재 대체용 중간소재의 제품으로의 적용성 평가 - 수입소재 대체용 중간소재의 안정화 및 저장 중 안전성 평가 - 고점도 펙틴(사과껍질 유래)의 산업적 이용을 위한 가공적성연구 및 소재 개발 - 사과껍질 가공 부산물로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 화학구조 특성 분석 - 사과껍질 유래 펙틴 소재의 2차 가공을 통한 중간 소재화 및 가공적성 평가 - 가공적성 평가 및 자원의 중간 소재화 - 가공적성 지표인자 설정, 안정화 및 시제품 연구 - 개발된 중간소재의 제품 적용성, 위생, 저장안정성 평가 - 수입 고점도 펙틴의 생산 원가 및 증점 효율 비교 평가 등을 종합한 경제성 분석 실시 - 가공 처리된 다류, 음료류의 소비 편의성을 높이는 상품화 연구(제형 포함) 및 제품 개발
------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가공적성 연구 성과 공유 및 제품 적용을 위한 실용화 방안 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 품목의 DB화를 위한 연구 * 기 공고된('13,'14 공고된 가공적성연구 과제) 가공적성연구와 DB 연계 방안 제시 ** 과제 추진시 농식품부 정책부서와 연구 방향 조정 협의 및 과제 추진 상황 공유 (년 2회 이상)
<p style="text-align: center;">연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 정성적 기대성과 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 국내 차, 음료의 신규 소재 발굴로 국민 건강 증진을 위한 과학적인 토대 마련 ☞ 국내 차, 음료의 소비자 기호성 증진으로 해외 차류의 유입에 따른 판매 위축을 전환할 수 있는 계기 마련 ☞ 국내 차 및 이를 이용한 음료 시장에 새로운 패러다임을 제시하여 침체 일로에 있는 국내 시장의 활성화 가능 ☞ 제품개발과 홍보 콘텐츠를 통하여 제품의 대중화 및 식품산업의 활성화 기대 ☞ 소비자의 요구도 및 인지도 조사 결과를 토대로 차, 음료의 소비확대 기대 ☞ 다류, 음료류 제품에서 수입에 더 많이 의존하는 중간소재의 국내개발을 통해 중간소재 개발 기술 축적 및 해당 농산물 생산하는 국내농가의 소득 증대 ☞ 다류, 음료류 제품에서 부산물 유래 고점도 펙틴의 가공적성 기술개발을 통한 기술 축적 ☞ 부산물을 활용한 고점도 펙틴 기반 중간소재 개발을 통한 신기능성 다류, 음료류 제품 개발 ☞ 수입에 많이 의존하는 중간소재 개발을 통한 다류, 음료류 원료의 국산 점유율 및 농가소득증대 기대 ☞ 농산자원의 가공적성 연구 및 소재화 결과물의 정보 축적 및 이를 통한 DB 구축으로 가공적성 지표 및 표준화 실현 □ 정량적 기대성과 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 특허출원 5건 ☞ 특허등록 2건: 등록특허에 대한 국내 공인기관의 기술가치 평가 ☞ SCI(E) 논문 6편, KCI급 논문 3편 ☞ 기술이전 1건 ☞ 기술제품 상용화(제품화, 매출발생 등) 3건 ☞ 중간소재를 활용한 제품 개발 7건 ☞ 다류, 음료류 활용보고서 1부 ☞ 고점도 펙틴 가공적성 활용 보고서 1부 ☞ 사업화를 통한 과제 종료 후 3년 내 매출 10억 원 이상 달성 ☞ 농산자원의 가공 적성연구 및 소재화 결과물 활용을 위한 통합 연계 DB 구축 ☞ 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출
<p style="text-align: center;">연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신가공법 그린테크놀로지 추출장치 보급 <ul style="list-style-type: none"> - 시장개척에 따른 수요증가로 pilot-scale 제작기술을 바탕으로 산업용 추출기 제작 및 보급을 위한 기반 마련 - 신가공법 아임계수 그린테크놀로지를 이용한 고부가가치 식품소재의 대량생산으로 국내 수입 시장 대체 및 수출경쟁력 확보 ○ 사업기간 내 연구개발 결과물 활용 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 발굴 소재 원재료 대량 확보 및 농가 수익 창출을 위한 계약 재배 실시 - 사업기간 내 원료 및 제품의 상용화를 통한 수익 창출 ○ 사업종료 후 연구개발 결과물 활용 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 음용에 노출이 많이 된 해외시장으로부터 선진화된 대형 시장의 진입을 위한 해외인허가 착수 - 해외인허가 및 해외 마케팅을 병행하여 해외 수출 활성화 기반 구축 - 공격적 해외 수출 마케팅을 통한 개별인정 원료 및 제품의 해외 수출 활성화 ○ 개발된 해외 수출용 차, 음료의 우수성 홍보 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 수출용 차, 음료 및 식품 개발과 대중화를 위한 홍보 콘텐츠 개발 - 차, 음료의 소비행태와 인지도·신뢰정도 및 구매의사를 파악하고 - 차, 음료 확대 및 홍보방안의 기초자료로 제시

	- 마트, 백화점에서 상품화하는데 자료 제공 가능 → 상품화 시간 단축				
국문핵심어 (5개 이내)	가공적성	가공적성 지표인자	식품소재	시제품	펙틴
영문핵심어 (5개 이내)	processing quality	processing quality indices	food material	food products	pectin

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	12
1-1. 연구개발 목적	
1-2. 연구개발의 필요성	
1-3. 연구개발 범위	
2. 연구수행 내용 및 결과	42
2-1. 연구수행 내용 및 결과	
2-2. 연구개발 추진전략 및 방법	
2-3. 연구개발 추진체계	
2-4. 연구개발 추진일정	
2-5. 연구개발 성과	
2-6. 연구결과	
2-5-1. 기술적 성과	
2-5-2. 경제적 성과	
2-5-3. 사업화 성과 및 매출실적	
2-7. 종합분석	
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	365
3-1. 목표	
3-2. 목표 달성여부	
3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)	
4. 연구결과의 활용 계획 등	370
붙임. 참고 문헌	373

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

<뒷면지>

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 00000사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 00000사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

<본문작성 양식>

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

1) 연구개발의 최종목표

국산 농식품 자원의 활용도 증진을 위한 가공적성 평가 및 소재화를 위한 가공기술 개발을 궁극적인 목표로 하여 6종(블루베리, 아로니아, 귀리, 단호박, 생강, 대추)을 이용하여 농식품 자원의 활용 가치 향상을 위한 가공적성 연구를 수행함. 또한, 전량 수입에 의존하는 대표적인 농산물 가공소재인 펙틴을 대체하기 위해 농산 부산물(사과껍질)을 활용하여 환경친화적 추출기술을 통해 고점도 펙틴을 생산하고 이를 중간소재화 함. 가공적성 평가와 지표인자 설정 및 안정화, 시제품 연구를 통하여 개발된 소재의 제품 적용성, 위생, 안정성 평가를 하고 경제성 분석을 실시함으로써 실용화를 추진함. 이를 통하여 국내 다류, 음료류 산업 진흥 및 관련 농가 수익 창출 및 안정화를 이룰 수 있을 것으로 기대함.

2) 연구개발의 주요내용

[농식품 자원의 활용 가치 향상을 위한 가공적성 연구]

- 국내에 생산되는 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출
 - 문헌조사를 통한 개발 소재 선정 및 제품 연구 개발 전략 수립
 - 자원의 활용가치, 생산량, 기능성성분의 효능 및 함유량, 허가사항 등의 분석을 통한 개발 우선순위 도출
- 다류, 음료류 등에 농식품 자원의 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발을 위한 목적 성분 분리 동정
 - 지표물질 추출법(열수 추출, 유기용매 추출, 아임계수 추출 등)을 적용한 물질 선정/분리 연구
 - 지표물질의 분석법 벨리데이션(validation)
 - 성분 분리 동정 연구 및 소재화 연구
- 중간소재 기능 성분을 향상하는 가공제조법 연구
 - 용해도 극대화 가공기술, 과립화(향, 맛 보존 등)를 위한 특수공정 연구 및 제품화 연구
 - 신 가공법 아임계수 추출기술을 이용한 지표물질 수율 향상 가공법 개발
 - Encapsulation 기술을 이용한 소비자의 응용 기호(가용성) 증진 가공법 개발
- 성분의 목적기능을 충족하는 복합 가공 기법연구 및 이에 따른 신규 성분 분리 동정 및 제품 개발을 위한 소재화
 - 성분의 추출, 제품화에 용이한 분쇄, 고형분 제조를 위한 농축 등 복합적 가공방법 연구를 통한 중간 소재의 표준 균일성 확보 연구
 - 저장안정성 증진 가공법 연구 (시료 오염도 조사 및 광펄스 살균실험)
 - 광펄스 살균시스템의 산업적 적용에 요구되는 시료별 안전성 database 구축
 - 분체식품 제품의 특성별, 제품 종류별, 포장재별 살균효과 분석

- 제품별 주요공정요소 및 공정조건 확립
- 나노캡슐화 연구를 통한 지표물질의 생체이용률 향상
- 신규 성분 분리 동정 연구 및 소재화 연구
- 국산 농식품 자원 기반 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 지표설정 및 표준화 설정
 - 선정소재를 이용 개발한 중간소재(intermediate food products)의 가공적성평가
 - : 수분활성도, 입도크기, 생리활성물질(식이섬유, vitamin C 등) 보존, 용해도, 분산성, pH 등
 - 제품별 가공적성 지표 선정: 가공 시 가공적성 중 주요지표 설정
 - 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구
- 국산 농식품 자원 기반 중간소재의 안정화 및 저장 중 안전성 평가
 - 안정화 평가: 흡습성 변화, 용해도 변화 등
 - 안전성 평가: 미생물학적 안전성 평가 (일반 및 식품위해미생물: 세균, 효모, 곰팡이 등)
- 농식품 자원 기반 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완 (제1세부, 제1협동과의 협력연구)

[수입소재 대체를 위한 부산물을 활용한 가공적성 연구]

- 사과껍질 가공 부산물로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 화학구조 특성 분석
 - 사과껍질 전처리 공정 적용을 통한 사과 펙틴 추출 수율 경제성 확보
 - 환경친화적 추출공정 적용을 통한 펙틴 추출 효율 개선 및 고품질 펙틴 소재 생산
 - 고분자량 또는 고메틸화 펙틴 추출방법 확립
 - 추출된 사과껍질 유래 펙틴 소재의 분자 수준의 화학구조적 특성 분석
- 사과껍질 유래 펙틴 소재의 2차 가공을 통한 중간 소재화 및 가공적성 평가
 - 추출된 펙틴의 칼슘이온에 대한 민감도(Ca^{2+} sensitivity) 평가를 통한 펙틴 소재 개발
 - 효소 및 알칼리 처리 공정을 통한 펙틴 중간 소재 개발
 - 추출 및 2차 가공된 사과껍질 유래 펙틴의 메틸화도 및 gel화 특성 분석
 - 추출 및 2차 가공된 펙틴의 가공적성 지표인자(분자량, 메톡실화도, 블록화도)설정 및 중간소재화
- 펙틴 추출 공정의 안정화 및 개발된 펙틴 중간 소재의 제품 적용성 탐색
 - 반복추출 및 가공적성 지표인자 평가를 통한 펙틴 추출 공정의 안정화 및 중간 소재 2종 개발
 - 사과껍질 펙틴 중간소재의 화학구조와 가공적성간의 연관성 분석
 - 개발된 펙틴 중간소재의 음료 식품모델 적용성 평가
- 사과껍질(부산물) 기반 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 지표설정 및 표준화 설정
 - 사과껍질 유래 고점도 펙틴 기반 중간소재의 일반 가공적성평가 및 가공적성 지표 설정
 - : 수분활성도, 입도크기, 생리활성물질(식이섬유, vitamin C 등) 보존, 용해도, 분산성, pH 등
 - 제품별 가공적성 지표 선정: 가공 시 가공적성 중 주요지표 설정
 - 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구
- 부산물 기반 중간소재의 안정화 및 저장 중 안전성 평가

- 안정화 평가: 흡습성 변화, 용해도 변화, 분자량 저하여부, 메톡실 그룹의 분리(메탄올 생성 여부)
- 안전성 평가
 - 1) 미생물학적 안전성 평가 (일반 및 식품위해미생물: 세균, 효모, 곰팡이 등)
 - 2) 유해성분 검출: 주요 지표위해인자 (예: 메탄올 등)의 기기분석 (FID-GC)등을 이용한 검출
- 부산물 기반 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완 (제1세부, 제2협동과의 협력연구)

[가공적성 연구성과 공유 및 제품 적용을 위한 실용화 방안 연구]

- 가공 처리된 전통 차의 소비 편의성을 높이는 상품화 연구(제형 포함) 및 제품 개발
 - 음용 편의성 향상 기술 개발(분말화, 과립화, 액상화, 소형화 등)
 - 소비자 만족도 향상 연구(비 선호 맛의 차폐 기술, 소재 브랜딩 등을 통한 음용 기호도 향상 연구 등)
 - 발굴 소재의 사업화를 위한 원료의 제조방법 표준화 및 대량생산 공정기술 확립
 - 국내 및 해외 판매 컨셉에 부합하는 원료의 제제화 및 제형화
 - 소재의 글로벌화를 위한 해외 판로 개척 및 이를 위한 인허가 추진
 - 주요 경쟁 제품 비교 분석 및 차별화 전략 수립
- 개발된 차류 또는 제품에 대한 마케팅 전략 수립
- 농산 자원의 가공 적성연구 및 소재화 연구 결과물에 대한 활용 및 실용화 증진 방안 연구
- 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출
- 농산 자원 및 부산물의 중간 소재화 또는 최종 제품화를 위한 표준화된 소재활용 레시피 제작
- 소재의 품질관리 지표인자 설정 및 시제품 제작
- 레시피, 품질관리 지표인자, 가공 적성, 소재화 결과물에 대해 기업 및 민간에서 쉽게 활용 또는 이전 가능한 DB를 구축하고 이를 현 연구 진행 DB 와 연계
- 기업 또는 민간에서 상품화 기획 단계부터 최종제품 형태별, 중간 소재별, 가공 기술별 세부 검색이 가능하도록 사용자 중심형 가공적성 연구 성과물 활용 시스템 연계
- 상기 기술들에 대한 실질적, 지속적으로 민간에서 활용 가능하도록 연구 성과 내용 홍보 및 관련 서비스 운영 방안 확립

1-2. 연구개발의 필요성

1) 국내·외 시장현황에 따른 연구개발의 필요성

- 우리나라 국민 1인당 차 소비량은 2005년 72 g, 2011년 128 g으로 매년 꾸준한 증가 추세를 보이고 있고, 2013년 154 g, 2014년 169 g으로 향후에도 계속 증가할 것으로 전망되지만, 세계 차 소비국에 비해서는 매우 미약한 실정임(농림수산식품 주요통계, 농림수산식품부, 2012).

- 2011년 이후 다류의 수출과 마테류의 수입이 급증하고 있어 다류의 수출 경쟁력 확보 시 일본, 홍콩을 비롯한 아시아 시장에 수출 잠재력을 가지고 있음.
- 2014년 관세청이 발표한 차 수입 동향 보고에 따르면, 최근 5년간 녹차나 홍차 등의 수입이 3.4배 늘어난 것에 비해 마테차는 무려 18배나 증가했을 정도로 마테차는 차 시장에서 독보적인 성장세를 보이고 있음.
- 특히, 우리나라 연간 발효차의 수출량은 약 4톤으로 수입량인 약 269톤 비하여 현저히 낮으므로 다양한 차의 개발과 수출이 절대적으로 필요한 것으로 여겨지며 발전 가능성이 클 것으로 보임(한국 녹차의 세계 차(茶)시장 진출 전략에 관한 연구, 원광대학교, 2011).
- 국내 다류 소비 비율은 커피류에 비하여 10분의 1이하로 여전히 비주류 산업 군으로 분류되어 있는 실정이고, 차의 기능성과 기호성을 향상하는 가공 기술 및 차별화된 소재를 개발하여 다류 본연의 가치를 높이고 소비 증대를 위한 연구가 필요함.
- 또한 소비자의 건강추구에 대한 니즈를 바탕으로 하는 다류, 음료류의 목적 기능성 연구 필요성이 제기됨.
- 2016년 12월에 농림축산식품부와 한국농수산물유통공사에서 발간한 '2016 식품산업 분야별 원료소비 실태조사'에서는 2015년도 동안 식품 제조업종별 원재료 조달 및 이용실태를 조사하였음.
 - 생산 품목군별 국산 원료 사용량 및 사용비율을 보면 다류의 경우 2014년도에는 39.2%에서 2015년도에 36.5%로 감소하였음. 커피의 경우에는 전년대비 2013년도에 15.3%에서 15.0%로 감소하였고, 음료류의 경우 45.1%에서 45.9%로 증가하였음.
 - 국산 사용량 비중별 원재료 현황에서 특이한 부분은 채소류, 과일류, 유제품의 경우 신선 농산물의 국산 사용비율은 대부분 90% 이상을 나타내지만, 이러한 품목을 원료로 만들어진 반가공소재(중간소재), 즉 농축과채즙, 건조야채, 야채분말, 버터 등의 국산 비율은 대체로 30% 이하 수준으로 매우 미흡한 편으로 판단됨. 이는 수입 관세면에서 신선농산물의 관세가 상대적으로 높지만 가공품의 관세가 상대적으로 낮아서 수입업체에서 선호하는 부분이 있음.
 - 반가공소재(중간소재)의 경우 30%미만으로 국산 사용량이 낮은 관계로 국내 농식품자원의 활용가치 향상을 위해 중간소재의 체계적인 개발이 필요함.
 - 국내 기후의 특성상 특정기간에 생산되는 농식품 자원을 신선농산물로 유통하기 위해서는 수확 후 저장 등의 한계점이 있음. 따라서 국내산 농식품 자원을 식품원료로서 효율적으로 활용하기 위하여 중간소재(농축액, 건조분말 등)으로 개발하여 다류, 음료류에 적용함으로써 국내산 농식품 자원의 효과적인 활용에 기여할 수 있음.
 - 국내산 농식품자원을 활용하여 개발 후 국내유통이 원활하도록 하여 다류, 음료류로의 적용성을 타진하여 수입산 중간소재 대체효과를 얻을 수 있을 것으로 기대됨. 동시에 국산 농가의 수익증대에도 큰 도움이 될 것으로 기대됨.
- 본 연구를 통하여 농식품 자원 및 부산물 기반 중개소재를 개발하고 가공적성연구를 수행하여 대량으로 생산하여 사업화한다면 농가의 소득증대, 농촌경제 활성화 등 농민경제향상과 식품제조업 및 수출산업에 높은 기여를 하게 될 것으로 보임.

(1) 국내 음료시장 현황

- 최근 세계보건기구(WHO)의 ‘15세 이상 인구 1인당 알코올 소비량’ 보고서에 따르면 한국인 1인당 알코올 소비량은 2016년 기준 8.7 l로 경제협력개발기구(OECD) 평균보다 0.5 l 많았음. 또한 월 1회 이상, 알코올 60 g 이상 섭취하는 15세 이상 인구는 30.5%로 세계 평균 18.2%보다 크게 높음. (머니투데이, 2018)
- 또한, 음주와 함께 소비자들은 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 숙취해소음료 시장 역시 지난 2005년 600억 원에서 2010년에는 1,200억 원대의 시장 규모를 이루고 있음(Lee YW 2010).
- 2015년 기준, 음료류 전체 생산 규모는 3조 9,109억 원으로, 2010년 3조 4,928억 원 대비 12.0% 증가함. 음료류 생산량 기준, 가장 큰 비중을 차지하고 있는 품목은 탄산음료류(34.9%)이며, 이어서 기타음료류(25.6%), 과채음료류(15.0%)로 나타남. (가공식품 세분시장 현황보고서 - 음료류편, 2017)
- 액상차 생산액은 2010년 4,359억 원에서 2015년 4,629억 원으로 6.2% 증가하였으며, 액상커피 생산액은 2010년 2,957억 원에서 3,533억 원으로 1935%증가하였음. 액상커피의 생산량이 9.3%감소한 반면에 생산액이 증가한 것은 매년 높아지는 생산원가가 원인인 것으로 보임. (가공식품 세분시장 현황보고서 - 음료류편, 2017)
- 2011년 5기 2차 국민건강영양조사의 결과 보고서에 의하면 음료 부문의 1인 하루소비량의 연차적 추이 변화가 1998년에 비해 2011년에는 약 3배의 정도 급격하게 증가된 것으로 보고되었음(보건복지부 질병관리본부 2011).
- 웰빙 트렌드 확산과 함께 모임에서 술대신 일반음료를 마시는 경향이 점차 확대되고 있음. 또한 소소비층의 건강지향성, 소비 양극화 결과 나타난 저가제품 선호 등의 추세가 보이는 가운데, 특히 소비자들이 원하는 ‘건강지향적이고 자연친화적인 기능성 음료’의 성장이 두드러질 것으로 예상함. 또한 웰빙과 건강한 생활에 대한 지속적인 관심으로 냉장, 생과일 및 원상태의 과일을 착즙하는 착즙음료의 인기가 높아질 것으로 예상함. (식품유통연감 제 3장 음료, 2014)
- 다양한 음료 제품 개발 및 대중국 수출시장 재공략 움직임이 활발할 것으로 예상됨. 건강 관심 증가로 저 칼로리, 저당, 고영양의 새로운 음료 제품 개발 요구가 확대되겠으며, 다이어트 등 건강과 미용에 대응한 다양한 기능성 음료의 출시가 전망됨.
- 2015년까지 식품공전에서 다류와 커피는 별도의 품목군으로 분류했었으나, 2017년에 식품공전이 개정되면서 음료류 범위 안에 포함됨.

표 1. 음료 식품유형별 생산액 추이

(단위: 억 원, (%))

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
생산액	24,224 (100.0)	27,643 (100.0)	32,348 (100.0)	35,477 (100.0)	30,061 (100.0)	33,320 (100.0)	31,199 (100.0)	36,277 (100.0)
과채음료	-	4,338 (15.7)	4,239 (13.1)	4,519 (12.7)	4,032 (13.4)	4,213 (12.6)	3,523 (11.3)	4,629 (12.8)
과채주스	-	3,913 (14.2)	3,766 (11.6)	3,999 (11.3)	3,908 (13.0)	3,877 (11.6)	3,358 (10.8)	3,156 (8.7)
농축과채즙	-	198 (0.7)	649 (2.0)	221 (0.6)	300 (1.0)	53 (0.2)	115 (0.4)	42 (0.1)
두유	1,602 (6.6)	2,458 (8.9)	3,082 (9.5)	4,606 (13.0)	2,866 (9.5)	2,744 (8.2)	2,567 (8.2)	2,514 (6.9)
음료베이스	-	874 (3.2)	1,379 (4.3)	1,444 (4.1)	1,185 (3.9)	1,861 (5.6)	1,987 (6.4)	2,092 (5.8)
인삼/홍삼음료	-	2,211 (8.0)	1,968 (6.1)	1,825 (5.1)	1,443 (4.8)	1,794 (5.4)	1,669 (5.4)	2,401 (6.6)
탄산음료	6,879 (28.4)	7,362 (26.6)	9,580 (29.6)	10,430 (29.4)	9,050 (30.1)	10,753 (32.3)	10,354 (33.2)	12,778 (35.2)
혼합음료	-	5,057 (18.3)	6,420 (19.8)	7,282 (20.5)	6,446 (21.4)	7,202 (21.6)	6,843 (21.9)	7,807 (21.5)
기타	-	1,231 (4.5)	1,265 (3.9)	1,151 (3.2)	830 (2.8)	823 (2.5)	782 (2.5)	857 (2.4)

(출처: 식품산업 정보분석 전문기관 사업보고서, 2017)

(2) 차 제품 시장 현황

- (생산액 추이) 액상차 생산량은 2008년 약 23.3만톤에서 2016년 39만톤으로 67% 증가한 것으로 나타났음. 같은 기간 생산액도 약 4,418억 원에서 8,033억 원으로 82% 증가하였음.
- 웰빙(소비시장 추이) 2014년 3/4분기까지의 매출액 기준, 옥수수차가 23.9%로 가장 잘 팔리고 있었으며, 홍차(13.5%), 꿀차(6.9%) 순으로 나타났음. 그러나 옥수수차, 홍차, 꿀차의 매출 비중은 2012년 이후 계속 감소하고 있으며, 대신 새로 나오는 액상차(예. 헛개차, 마테차 등)가 많아지면서 기타 액상차의 비중이 2012년 35.2%에서 2014년 3/4분기 45.8%로 상승한 것으로 나타났음.

표 2. 다류 식품유형별 생산액 추이

(단위: 천 톤, 억 원, (%))

	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
생산량	747	233 (100.0)	232 (100.0)	303 (100.0)	450 (100.0)	432 (100.0)	464 (100.0)	363 (100.0)	390 (100.0)
고형차	-	28 (12.0)	32 (14.0)	32 (10.6)	33 (7.3)	32 (7.5)	30 (6.4)	21 (5.7)	22 (5.5)
액상차	-	187 (80.2)	184 (79.3)	256 (84.6)	400 (88.7)	379 (87.7)	417 (89.9)	315 (86.8)	348 (89.0)
침출차	-	18 (7.8)	15 (6.7)	15 (4.8)	18 (3.9)	21 (4.8)	17 (3.7)	27 (7.5)	21 (5.5)
	12,373	4,418 (100.0)	7,121 (100.0)	7,119 (100.0)	7,553 (100.0)	7,877 (100.0)	8,197 (100.0)	7,663 (100.0)	8,033 (100.0)
고형차	-	913 (20.7)	1,181 (16.6)	1,370 (19.2)	1,538 (20.4)	1,518 (19.3)	1,579 (19.3)	1,375 (17.9)	1,277 (15.9)
액상차	-	2,540 (57.5)	4,359 (61.2)	4,135 (58.1)	4,333 (57.4)	4,650 (59.0)	4,806 (58.6)	4,629 (60.4)	5,174 (64.4)
침출차	-	966 (21.9)	1,581 (22.2)	1,614 (22.7)	1,682 (22.3)	1,710 (21.7)	1,811 (22.1)	1,658 (21.6)	1,581 (19.7)

(출처: 식품산업 정보분석 전문기관 사업보고서, 2017)

- (국내시장 동향) 액상차는 경기 변동이나 날씨 변화와 같은 외부 요인에 따라 소비 트렌드가 민감하게 반응하여 유행이 급격히 바뀌는 특징이 있어 새로운 원료(예. 헛개, 마테, 메밀, 도라지 등)를 사용한 액상차 및 칼로리 제로 액상차 등 다양한 제품이 시장에 지속적으로 출시되고 있음.
- 소비자들이 직접 과일 음료를 만들어 음용하는 ‘홈메이드 과일 에이드’, 디톡스 제품으로 주목받고 있는 ‘과실청’ 등이 새로운 음료 문화로 자리 잡고 있는 것으로 나타났음.
- 액상차는 탄산음료, 기타음료류와 함께 2010년 대비 전체 생산에서 차지하는 비중이 증가함. 특히 액상차는 소비자들 건강을 생각하여 마시는 음료이기도 하면서 동시에 물 대신 갈증해소를 위해 마시기도 하는 특징이 있어 상대적으로 생산량이 크게 늘어난 것으로 분석됨.
- 최근에는 차음료 트렌드가 변화하는 추세를 보임. 기존 곡류 중심의 전통적인 이미지를 가진 차음료→다이어트 등 기능 중심의 차음료→브런치, 디저트와 함께 즐길 수 있는 트렌디하고 고급스러운 차음료로 트렌드가 변화하며 관련 제품들이 잇따라 출시 및 판매되고 있음.
- 식음료기업들은 커피에 사용하는 콜드브루 기법을 차에 응용하거나 고급 차맛을 우려낸 차음료를 출시함. 병이나 페트로 판매되는 차음료 제품은 직접 우려지 않고도 언제 어디서나 시원하게 마실 수 있는 편리성이 가장 큰 장점임.
- 자당은 2017년에 파우치 형태의 콜드브루티 ‘카페리얼 허니자몽 블랙티’, ‘카페리얼 히비스커스 레몬티’ 2종을 출시함. 코카콜라는 홍차맛을 직접 우려낸 프리미엄 아이스티 ‘골드피크 티’ 2종(오리지널, 라즈베리향)을 판매 중이며, 이는 2014년 북미 지역에서 단일 브랜드로 연간 매출 1조원을 달성한 제품임.

- 구입 편리성에 의해 편의점과 대형마트에서 주로 구매가 이루어지는 RTD(병, 페트, 캔 음료) 차음료 시장은 지속적으로 성장중임.
 <가공식품 세분시장 현황보고서 - 음료류편, 2017>
- (해외 동향) 해외 액상차 시장은 1가지 원료가 아닌 여러 원료를 혼합한 형태의 제품이 많이 출시되고 있으며, 유기농·공정무역·항산화 제품에 대한 선호도가 높아지고 있음. 또한 우리나라와 달리 탄산이 들어간 제품도 많이 유통되고 있음.
- 2013년 기준 1조 3,466억엔 규모인 일본 액상차 시장은 녹차(47%), 홍차(20%)가 주로 많이 판매되고 있음.
- 중국은 2013년 기준 1,037억 위안 규모의 액상차 시장으로 2008년 498억 위안에 비해 2배 이상 성장하고 있음. 주로 판매되고 있는 제품은 밀크티, 허브티, 녹차, 홍차, 우롱차 등 다양한 제품으로 나타났음.
- 미국의 액상차 시장도 꾸준히 성장세를 나타내며 2013년 50억 달러를 나타내었음. 특히 비교 국가들과는 달리 탄산이 들어있는 액상차의 점유율이 8.7%로 상대적으로 높게 나타났음. 또한, 영국 액상차 시장 규모는 1,276만 파운드이며(2013년 기준), 대부분 홍차 제품이 시장을 주도하고 있음. (2013년 기준 Euromonitor International)
 <농림축산식품부 보도자료 2015년 1월 13일, 식품산업 통계정보 시스템>
- 미국 음료류 시장 규모는 2017년 884억 달러에서 2021년 914억 달러로 3.3% 증가할 것으로 전망됨. 특히 RTD 커피와 RTD 차음료, 기능성 음료의 성장이 전체 시장에 영향을 미칠 것으로 보고 있음.
- (미국) RTD 차는 2017년 76.1억 달러 대비 2021년 91.9억 달러로 20.7%의 성장률이 기대됨. 앞서 설명했듯이 건강과 웰빙 콘셉트에 따른 소비 증가로 예상되며, 특히 티백 형태보다 음용하기 편한 RTD 차 제품의 인기가 상승할 것으로 전망됨. 업계에서는 원료의 투명성을 강조하고, 차별화 된 향으로 시장을 확대하려는 노력을 보이고 있음.
- 일본의 음료류 시장은 RTD 차음료가 25.1%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 2012년 12.4억 달러에서 2016년 13.3억 달러로 6.8% 증가하며 매년 지속적으로 증가 추이를 보임. 이는 증류 방식으로 만든 RTD 차음료의 성장세로 인한 것임. 또한 2017년 13.4억 달러 대비 2021년 13.8억 달러로 2.5%의 성장률이 기대되며, 2021년에는 30%대의 시장점유율을 가질 것으로 전망됨.
- 2016년 기준 중국의 음료류 시장은 RTD 차음료가 24.1%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 다양한 과일맛 RTD 차음료가 2016년에 출시되면서 큰 인기를 얻음. 기존의 RTD 차음료와의 차별점으로는 다른 과일주스와 섞어서 다양한 맛을 즐길 수 있다는 점임.
- 중국에는 전통차, 밀크티, 허브차 등 증류한 RTD 차음료 위주로 판매되고 있음. 전통차와 밀크티의 주요 소비자는 화이트칼라 근로자들이나 학생을 포함한 젊은 사람들임. 달지 않은 RTD 차음료가 인기를 끌면서 Nongfu Spring사의 'Oriental Leaf'는 중장년층 소비자들에게 높은 인기를 얻고 있음. 이는 우롱차, 홍차, 자스민차, 녹차 4가지 유형으로 구분되어 있음.
- 2016년 기준 베트남의 음료류 시장은 RTD 차음료가 43.4%로 가장 많은 비중을 차지하고

있으며, 2012년 대비 2016년 가장 높은 성장률을 보이는 품목은 RTD 차음료임. 2012년 5.3억 달러에서 2016년 11.5억 달러로 매년 지속적으로 매출액이 증가하고 있으며, 그 비중 또한 2012년 대비 2016년에 5%p 증가함. 이는 증류 방식으로 만든 RTD 차음료의 성장세로 인한 것임.

○ 베트남 소비자들 사이에 최근 당뇨, 고혈압, 암에 대한 우려가 증가하면서 건강한 제품들에 대한 관심이 높아짐. 이에 따라 과거에 가지고 있던 차 음용 습관에 더해져 차음료에 대한 소비는 꾸준히 유지되고 있음. 기존에 판매되던 차음료에서 설탕 첨가량을 더 감소시키거나 아예 첨가하지 않아 '0칼로리', '자연', '건강' 등의 이미지를 내세워 제품을 출시 및 판매하고 있음.

○ 2016년 기준 인도네시아의 음료류 시장은 RTD 차음료가 29.4%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 2012년 8.5억 달러에서 2016년 14.8억 달러로 74.7%의 성장세를 보이며 매년 지속적으로 증가 추이를 보임. 2017년 16억 달러 대비 2021년 18.6억 달러로 16.5%의 성장률이 기대되며 같은 기간 시장점유율은 30.4%에서 31%로 0.6%p 증가할 것으로 보임.

○ (인도네시아) RTD 차음료는 자스민 녹차가 가장 인기있고 대중적인 맛으로 자리함. 소비자들에게 자스민 녹차 RTD 음료는 마시기 편하고, 전통적인 자스민 홍차보다 더 건강한 대체품이라고 인식됨.

<가공식품 세분시장 현황보고서 - 음료류편, 2017>

○ 최근 국내에 수입된 차전문 업체인 공차(貢茶)는 프리미엄 퀄리티 잎차를 직접 우려낸 차 브랜드로 2006년 대만 카오슝에서 시작되어 현재 14개국에서 줄 서서 마시는 대중적인 음료 회사로 성장하고 있는데 2012년 우리나라에 공차코리아로 홍대점을 오픈한 이후 2014년 4월 현재 140개의 매장이 운영되고 있어 급속도로 커가는 차 전문 브랜드임.

○ 반면에 국내 차 전문업체는 거의 대부분 영세한 소규모 차 전문점으로 운영되고 있으며 2009년 한방차를 현대화한 차 전문점인 오가다와 우리나라에서 재배한 찻잎으로 만든 녹차 중심의 제품을 판매하는 오설록 등 몇몇의 차 전문업체만 운영되고 있는 실정임.

○ 현재 전세계적으로 커피가 대중음료로 인기를 끌고 있으며 국내 전통 다류의 소비 비율은 커피류에 비해 10분의 1이하로 여전히 비주류 음료로 구분되기는 하나 가까운 미래에 차 전문시장의 확대 가능성의 지표가 계속 발표되고 그 시장규모의 확장 가능성은 국내 국외 모두 클 것으로 예상하고 있음. 그러므로 차 문화의 오랜 역사를 지닌 우리나라에서 마셔 온 차와 그 독특한 소재를 발굴하여 이의 기능성을 밝히고 상품화할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것임.

○ 차의 매출은 옥수수차, 보리차, 녹차 음료 등의 기능성 전통 음료가 차지하고 있으며, 녹차 이외의 차에 대한 관심은 꾸준히 유지되고 있으나 커피나 녹차 시장과 비교하였을 때 수요가 기대만큼 빠른 성장세를 보이지 않음(곽미진 등 2013). 또한, 열량이 낮으면서 기능성 및 다이어트에 효과가 있는 차음료의 개발이 가속화됨으로써, 건강 및 미용을 위한 음료들이 음료시장의 트렌드로 자리 잡고 있을 것으로 기대됨(Yang HJ 2010).

○ 최근 한국은 경제적 발전과 국민 생활수준의 향상으로 건강에 대한 관심과 웰빙에 관한 관심이 고조됨에 따라 차 소비가 지속적으로 증가하고 있으나 우리나라 차 산업은 아직 역사가 짧고 산업기반이 약해 재배 가공 유통 판매 등에서 취약한 구조를 가지고 있으며 중국 일본 싱가포르 대만 등에 비해 가격 품질 경쟁력 상품개발 면에서 크게 뒤떨어지는 형편임.

- 커피를 제외한 전체 차 제품 중 녹차의 판매 비중도 2004년 90%에 육박했지만 2012년에는 51%로 큰 폭으로 감소되었음. 이에 보성군에서는 1100 ha에 육박하던 녹차 재배지가 2012년 1063 ha까지 줄었고 1500 ton을 넘나들던 녹차 생산량도 1200 ton을 밑돌고 있음. 또한 방치된 녹차밭은 정부의 통계상에는 재배지로 잡히지만 실제로는 녹차 농사를 포기한 땅이 증가되고 있는 현실임(중앙일보, 2013).

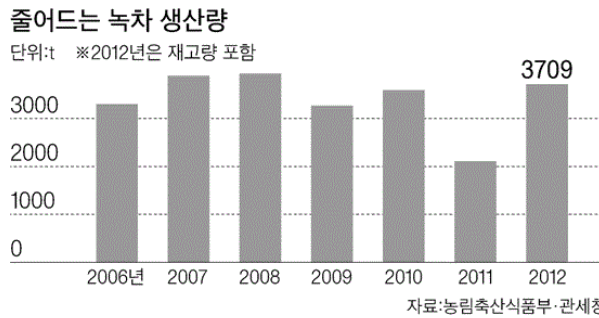


그림 1. 줄어드는 녹차생산량(자료: 농림축산식품부·관세청)

- 지난해 커피를 제외한 일반차 매출은 240억원 규모로 2012년 보다 11.9%가 줄었음. 커피 시장이 재편되고, 건강을 챙기는 수요자들의 증가로 인하여 인스턴트 차 보다 집에서 직접 차를 만들어 먹는 소비자 증가. 실제 오미자, 산수유, 대추, 황기 등 한방차의 원료가 되는 관련 제품의 매출은 3.4% 증가함. 또한, 차가버섯, 겨우살이, 헛개열매 등 약선 재료 위주로 5.7%의 매출 상승을 이어가고 있음.



그림 2. 국내 차 제품

- 미국 차 협회(Tea Association of USA)에 따르면 1990년대 20억 달러 규모였던 미국 차 시장의 총 도매 물량은 현재 약 100달러에 달함. 지난해 차 수입량은 약 4억 달러로서 2012년 대비 10% 상승하였음. TAU는 2017년까지 미국 내 차시장이 30% 가량 추가 성장할 것이라고 전망. 한국 녹차의 해외시장 진출 단계는 초기 단계로 아직 1% 미만의 점유율을 보이고 있지만, 한국산 차들도 다양한 맛으로 주류시장 진출을 적극적으로 모색 중임.
- 대상, 샘표, 자연나라, CJ 등 대기업 뿐 아니라 담터, 티젠 등 차 제품 특화 업체와 국제, 녹차원 순작, 우리 초록원 등 소규모 회사들까지 수십 여 곳에서 한국산 차를 제조하고 있으며, 업체들마다 녹차, 옥수수염차 등을 기본으로 2-3종류, 많게는 5-10종류까지 출시 중임.
- 가장 기본적인 차였던 녹차, 홍차, 둥글레차, 옥수수염차 등은 물론 쌍화차, 대추차, 감잎차, 민들레차, 헛개나무차, 아사이베리 차뿐만 아니라 유기농, 디카페인 녹차, 아이들을 위한 보리차와 옥수수차, 총명차 등 세분화된 기능성 차들도 일반 차보다 비싼 가격에도 불고하고

꾸준한 인기를 누리고 있음.

- 한국 차문화의 특성은 새로운 융복합 학문으로서 현대적 변화 속에서 전통이 급격히 사라져 가는 농촌의 사회·경제적인 면을 조망하고 그 적응 전략을 제시할 수 있는 중요한 계기가 될 것으로 전망하고 있음.



그림 3. 대기 문화(엑스트랜드·이름 제품)

- 혈액순환에 좋은 루틴 성분과 신장건강 및 다이어트에도 효과가 높은 것으로 알려지면서 한인뿐만 아니라 타인종들 사이에서도 ‘신장에 좋은 차’로 메밀차에 대한 인기가 높아지고 있음.



그림 4. 메밀 차 제품

- 미국을 중심으로 에너지드링크의 반대격인 릴렉션드링크(Relaxation drink) 시장이 각광 받고 있음. 웰빙이라는 문화와 겹쳐 심신을 안정화시켜 주며, 수면과 휴식의 효과를 극대화시켜 주는 데에 목적이 있는 음료로서 우리나라의 차 시장과 믹스매치하여 핵심타겟을 잘 분석한다면 에너지드링크와 같이 새로운 시장 개척 형성이 충분하다고 생각됨.

2) 다류, 음료류의 시장의 제품 및 소재가공방법

- 다류, 음료류의 시장의 인기 시제품 및 특징과 사용되는 소재 및 가공법을 아래 표에 나타내었음.
- 다류의 경우, 옥수수를 소재로 만든 시제품의 인기가 돋보였으며, 농축액, 고형분을 이용하여 가공되고 있었음.

○ 음료류의 경우, 시트러스 사용이 두드러졌음.

표3. 다류 시장의 인기 시제품의 종류 및 가공법

제품명	사진	특징	소재	가공법
옥수수차		<ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 특유의 구수한 맛과 향을 지닌 갈색의 액상제품 - 음용법 : 그대로 음용 - 뚝뚝한 맛을 싫어하는 소비자들에게 구수한 맛과 건강을 얻을 수 있게 하겠다는 취지로 개발 - 맵고 짠 우리나라 음식 때문에 구수한 맛이 개운함을 주고 물에 더 가까운 맛을 냄 	식물혼합추출액 {볶은옥수수추출액(고형분 0.28%, 중국동북삼성산 80%, 국산 20%) 80%, 옥수수수염추출액(고형분 0.07%, 중국동북삼성산) 20%} 99.7%, 현미농축액, 옥미수분말	분말과 농축액, 추출액(고형분)
홍차		<ul style="list-style-type: none"> - 종류가 다양 - 티백형태 - 활용도가 다양 - 음용법 : 우려서 음용 	인도산홍차 100%	찾잎 그대로 판매 (티백형식)
꿀차		<ul style="list-style-type: none"> - 2가지 형태(꿀 원액, 꿀물) - 음용법 : 그대로 음용 혹은 농축된 꿀을 물에 녹여 복용 - 홍보 시 건강을 강조 	벌꿀 6.4%, 대추농축액, 비타민C	원재료 그대로 사용, 농축액
혼합차		<ul style="list-style-type: none"> - 혼합하는 배합은 주로 알려진 기능성이 비슷한 것 (ex. 17차 : 지방산대사를 하는 카테킨 + L-카르니틴, 헛개꽃물: 헛개나무 + 꿀) - 음용법 : 그대로 음용 	혼합17차추출액(대맥 23%, 울무 16%, 메밀, 현미, 옥수수, 둥글레, 결명자, 영지버섯, 녹차, 치커리, 산수유, 굴피, 홍화씨, 상황버섯, 뽕잎, 구기자, 차가버섯), 카테킨, L-카르니틴	추출액 (고형분)
녹차		<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 형태로 판매: 가루, 잎, 피라미드백, 파우치, 음료 	녹차 100%	찾잎 그대로 사용 (티백형식)

표4. 음료류 시장의 인기 시제품의 종류 및 가공법

제품명	사진	특징	소재	가공법
자몽 워터		-자몽 12개 분량의 비타민C 1000 mg이 함유된 제품 -피부 보습과 보호에 도움을 주는 것으로 알려진 히알루론산을 함유	비타민 C 히알루론산	자몽청징농축액합성착향료
미닛메이드		-과일 원료 본연의 식감을 살림 -섬유질인 과일 속껍질이 들어있음	과일 속껍질	농축과즙, 속껍질, 합성착향료
팻다운 아웃도어		-탄수화물의 지방합성 억제 -체지방 감소에 도움 -건강기능식품과는 달리 소비자들이 쉽게 구입가능 -체내 에너지 생성에 도움	HCA, 나이아신, 필수 아미노산 BCAA	가르시니아 캄보지아 추출물, 자몽과즙농축액
미에로화이버		-1병(100 ml 기준)에는 2.5 g의 식이섬유 함유 -식이섬유는 과도한 영양섭취를 막고 대장 운동을 촉진 -음식물이 장에 머무는 시간을 단축	폴리텍스트로스	씨트러스추출물블랜드(씨트러스추출물, 스테비올배당체, 스위트향분말), 합성착향료
아사이베리 분말		-항산화 기능이 우수 -세포의 노화를 막아주고 면역력 증가 -아사이베리는 생명의 열매로 불리며 최근 각광받는 제품	안토시아닌, 폴리페놀, 5대 영양소, 오메가 지방산	동결건조 아사이베리 파우더

○ 우리나라 차를 과일차, 한방차 및 잎차로 분류하여 각 영역에 속하는 대표적인 차의 종류, 주요 기능성분 및 효능과 그에 따른 가공방법을 아래 표에 나타내었음(표 5, 6, 7).

○ 제품 가공현황 및 시장 분석 결과, 과일차의 경우는 설탕에 절인 액상형, 분말형이 많으며, 이는 제품의 무게가 크고 유통시에 어려움이 있을 것으로 판단됨. 따라서 신가공법으로 성분의 추출은 증대시키고 무게를 감소시키며 저장성을 높여 먹기 편하게 함으로써 국내 시

장뿐만이 아니라 세계 시장으로 수출 가능성이 높음.

- 한방차의 경우는 주요효능은 매우 좋고 잘 알려져 있는 반면, 주요성분을 추출하는 데에 24시간 이상 다려야 하고 추출해야 하는 가공법의 어려움이 있음.
- 또한, 국내 한방차는 액상농축형 제품은 많이 출시되어 있지만 이는 차로 나온 것이 아닌 건강기능식품으로 나온 것이기 때문에 가볍게 먹기 힘들고 물에 타 먹는다 해도 매우 쓴맛이 강함.
- 잎차의 경우는 가공방법이 세척 및 건조로 매우 간단하나, 주요성분이 폴리페놀 성분으로 간단히 뜨거운 물로 먹을 시에 주요 성분이 얼마나 추출될 것인지가 문제임.

표 5. 과일차의 주요 기능성분 및 효능과 가공방법

종류	주요성분	주요효능	가공방법
유자차	피닌, 미르신, 터르피닌, 구연산, 리모넨, 헤스페리딘, vitamin C, 카로티노이드	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 항산화 작용에 의한 노화 억제 ◆ 감기예방 ◆ 혈액순환 촉진 ◆ 고혈압 예방 ◆ 피로회복 ◆ 식욕증진. ◆ 전립선암 예방 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 액상형: 유자 과피를 절단하고 설탕, 꿀에 재는 당침(sugaring) 과정을 거쳐서 가공함. ◆ 분말형: 착즙한 유자를 1, 2차 건조 과정을 거쳐 분말화하고 이를 설탕, 구연산 등 여러 보조제를 첨가하여 제조함.
매실차	구연산, 피루브산, 사과산	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 혈액 정화작용 ◆ 피로회복 ◆ 해독작용 ◆ 간의 기능 향상 ◆ 노폐물 배출에 의한 변비 예방 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 액상형: 매실 과즙을 추출하여 설탕에 재어 만드는 형식을 이용함. ◆ 분말형: 추출한 과즙을 여러 보조제를 첨가하여 건조시켜 가공함.
복분자차	vitamin B, vitamin C, 칼륨, 칼슘, 인, 나트륨, 탄닌, 안토시아닌, 폴리페놀	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 피부 개선 ◆ 고혈압 예방 ◆ 골다골증 예방 ◆ 정혈작용 ◆ 항산화 능력 ◆ 당뇨개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 액상형: 건조된 복분자를 열수 추출한 후 여과하여 농축함. 이에 포도당, 설탕, 구연산 등 첨가함. ◆ 분말형: 건조된 복분자를 동결건조하고 분쇄하여 가공함.
대추차	베타카로틴, 철, 칼슘, 트리테르페노이드, 사포닌	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 노화방지 ◆ 수족냉증 치료, ◆ 신체 면역력 증가 ◆ 간 기능 향상 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 대추를 추출, 농축한 다음 이를 물과 혼합하여 여과를 거쳐 고형분을 빼고 가공함.
산수유차	나트륨, 칼륨, gallic acid, malic acid	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 혈압강하 ◆ 배뇨 조절 향상 ◆ 항산화작용 ◆ 정력 향상 ◆ 여성 월경과다 조절 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 산수유 추출물을 포도당과 vitamin C와 함께 혼합하여 제조함. 이를 열풍 건조시켜 분말형태로 가공함.

표 6. 한방차의 주요 기능성분 및 효능과 가공방법

종류	주요성분	주요효능	가공방법
인삼차	진세노사이드, 포도당, 말토덱스트린	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 강장과 보혈의 효과 머리를 맑게 해 줌 ◆ 눈을 밝게 함 ◆ 몸이 가벼워지고 장수 함 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 인삼을 가공하여 차를 우려내기 위한 절편을 구성하는 방법: 세절 → 동결건조 → 볶음 → 홍삼농축액 결합 → 건조 → 진공포장 → 제품
홍삼차	진세노사이드, vitamin C	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 기억력, 면역력 증진 ◆ 피로개선 ◆ 혈소판 응집억제를 통한 혈액흐름을 도와줌 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 한국인삼공사의 축적된 기술로 가공한 정관장 홍삼으로부터 유효성분만 추출하며 복용이 간편 하도록 제조함.
구기자차	betaine, rutin, vitamin C, 베타카로틴, 이루테인, 지아잔틴	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 고혈압증에 탁월 ◆ 자양, 폐를 촉촉하게 함 ◆ 간 기능 강화 ◆ 눈을 밝게 함 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 주로 티백형으로 구기자를 건조하여 가공함.
취차	식물성 에스트로젠	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 숙취해소 ◆ 갱년기장애에 효과 ◆ 혈관 때 청소 ◆ 피부미용 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 세척 → 건조 → 절단 → 발효 → 찌고 말리기를 반복 → 발효(미생물접종) → 효소반응 → 원적외선

표 7. 잎차의 주요 기능성분 및 효능과 가공방법

종류	주요성분	주요효능	가공방법
국화차	adedine, stachydrine, choline, acacetin-7- rhamnoglucoseide, apigenen-glucoside	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 눈을 밝게 함 ◆ 신경통, 두통에 효과 ◆ 해독 및 소염작용 ◆ 혈액정화능력 ◆ 노화 방지 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 시중에 판매되는 국화차의 경우에는 변질방지를 위하여 꽃을 소금물에 오랫동안 담가 제조함.
민들레차	taraxarol, asparagin, taraxasterol, violaxanthin, plastoguinone, vitamin C, vitamin D, flavoxanthin, choline,	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 간기능 강화 ◆ 면역력 강화 ◆ 감기 예방 ◆ 소화 기능 ◆ 눈 건강 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 건조 및 분쇄하여 가공함.
감잎차	astragaline, myricitrin, tannin, coumarin류, vitamin C, pantothenic acid	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 피부미용 및 이뇨작용 ◆ 몸의 붓기를 빼는 기능 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 건조된 감잎을 찜통에 넣어 2회에 걸쳐 증숙함. ◆ 개폐형 서랍식 건조기에 넣어놓고 자연 통풍되도록 건조함.
헛개나무차	glucose, calcium malate, 포도당,	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 숙취해소 ◆ 간기능 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 헛개나무 잎을 이용할 경우는 약 1시간, 열매

	사과산, dihydromyricetin	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 황달 개선 ◆ 변비개선 ◆ 근육몽침 및 관절염 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 를 이용할 경우에는 약 3시간을 달여서 음용함. ◆ 열매 세척 후 닦음 과정을 거침.
등글레차	mucin, convallamarin, convallarin, kaempferd-glucoside , starch, falcatan, polyfonaquinone	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 혈당강하작용 ◆ 혈압강화작용 ◆ 노화 방지 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 등글레의 잔뿌리를 제거하고 세척 후 햇볕에 말리거나 볶아 완전히 건조시킴. ◆ 세척, 건조한 등글레 근경을 볶음처리하여 가공함.

3) 본 연구의 전망 및 연구개발의 필요성

(1) 기술적 측면

- 본 연구에서는 농식품 자원의 활용 가치 향상을 위하여 다류, 음료류 등에 활용 가능한 유효 성분을 신가공법인 아임계수 추출기술 및 이 외의 가공법(분쇄, 농축, 건조, 여과, 압착 등)을 이용하여 중간 소재를 개발하여 가공적성 평가를 하고자 하며, 또한 사과껍질로부터 고점도 펙틴을 산업적으로 이용 가능할 수 있도록 소재 개발을 함으로써 국내·외 특허 창출 및 선점으로 국제적인 국가경쟁력 강화에 기여하고자 함.
- 추출 공정은 천연물로부터 생리활성 물질을 얻어내는데 있어 가장 중요한 공정이며, 물의 물리화학적 성질인 상대유전율을 변화시켜 극성에 따른 생리활성 물질을 잘 녹이고 농축 조작이 용이하며 순수한 물만을 이용하여 추출하는 아임계수 추출기술(Subcritical Water Extraction, SWE)은 매우 적합하고 효과적인 기술임.
- 본 연구에서 추출용매로 이용하고자 하는 아임계 상태의 물(sub-critical water)은 운전조건을 변화시킴에 따라 상대 유전율을 다양하게 변화시킬 수 있으므로($1 < \epsilon < 50$) 중간극성 화합물(semi-polar compound)을 추출하는 경우 매우 효과적인 것으로 알려지고 있음.
- 물은 값이 싸고 독성이 없으며 사용 후 안전하게 폐기할 수 있을 뿐만 아니라 압력 조절에 의하여 끓는점을 변화시킴으로써 간단하게 속성을 바꿀 수 있으므로 목적에 따라 유효성분 추출에 다양하게 이용할 수 있음.
- SWE는 비극성물질 추출에 국한하여 이용되는 초임계이산화탄소추출법(super-critical CO₂ extraction, SCE)에 비해 대상 추출물질의 적용범위가 매우 넓으며, 상대적으로 낮은 압력에서 운전하므로 산업적 규모의 장치구축 시 초기설비투자비가 낮아 산업화에 유리함.
- SWE를 적용하여 150-200℃의 아임계 상태의 물을 이용한 차류, 음료류 추출 및 가공법에 관련된 산업적 적용은 국내외에서 그 예를 찾을 수 없음.
- 아임계수 추출방식을 통한 다류, 음료류의 소재 개발을 위한 추출 및 적용에 관한 특허는 국내 및 국외에서도 찾아볼 수가 없고, 그에 관한 연구조차도 세계적으로 그 예를 찾아 볼 수 없으므로 실용적인 측면에서만 아니라 학문적으로도 선도적임.
- 본 연구진의 선행연구에 따르면 부산물인 바나나껍질에서 식이섬유를 아임계수 추출기술을

이용하여 추출해 본 결과 일반 유기용매(에탄올, 메탄올)에 비하여 식이섬유 함량이 더 높게 추출되고 추출 시간도 10분 이내로 짧았음. 따라서 본 연구진이 7년간의 노하우를 가지고 있는 아임계수 추출 기술은 학문적으로나 기술적으로 대단히 잠재력이 있으며 중간소재 개발을 위한 신가공법으로 매우 적합할 것으로 사료됨.

- 또한, 국내에서 유일하게 본 연구팀이 보유하고 있는 8 L 규모의 pilot-scale 아임계수 추출시스템을 적용함으로써 대량 추출을 위한 실용화 기반도 마련할 수 있을 것으로 기대함.



그림 5. 본 연구진이 보유하고 있는 아임계수 추출장치

- SWE를 이용한 고수율, 친환경, 에너지저감 기술개발을 통하여 안전성과 경제성을 동시에 지닌 생산방법 및 조건을 확립함으로써 국내에서는 물론이고 국제적으로도 충분한 경쟁력을 가지는 식품 소재의 개발이 가능함.
- 광펄스 살균기술은 비가열 살균 기술 중 하나로 강한 빛을 단시간에 식품 표면에 조사하여 미생물을 사멸시키는 기술을 뜻함.
- 고전압 전류를 capacitor에 저장하였다가 램프의 전극을 통해 순간적으로 방전시키면 고전류의 전기펄스가 램프 내의 xenon 가스에 작용하여 전자와 가스 분자가 강력하게 충돌하게 되고 그 결과 가스분자가 여기(excitation)되어 광펄스를 방출함.
- 이 때 방출되는 빛의 영역은 170-2600 nm의 범위로 거의 전영역대를 포함한다는 점에서 UV 살균과 구별되며, 빛의 세기는 햇빛보다 2만~4만 배 강하기 때문에 UV 살균에 비해 월등히 높은 살균력을 가짐.
- 광펄스는 빛의 강도, pulse의 수와 주기 및 폭, 시료와 광원 사이의 거리 등을 정량적으로 조절이 가능하고 제품의 종류와 살균하려는 면적에 따라 lamp 수와 배치가 달라짐.
- 광펄스 살균기술은 가열살균이나 냉동살균에 비해 에너지 소요가 낮아 생산비 절감이 가능하다는 장점이 있음.
- 광펄스 기술에 의한 미생물 사멸 기작은 명확하게 정립되지 않았으나 세포의 DNA 병변을 일으켜 미생물이 사멸되는 것으로 보고 있음. 광펄스 처리된 미생물은 UV 처리에 비해 cell repair system을 통해 회복될 확률이 현저히 낮기 때문에 UV 살균법보다 효과적으로 미생물을 제어할 수 있음.
- 현재 국내에서는 광펄스 기술에 대한 연구가 미미한 실정이지만, 미국과 독일 등의 선진국에서는 광펄스 기술을 효과적이고 획기적인 비가열 살균기술로 인식하여 몇몇 식품이나 의

약품 및 포장재 살균에 상업적으로 적용하고 있으며 그 적용범위를 식품으로 확대하기 위해 폭넓은 연구가 진행되고 있음.

- 광펄스 기술을 이용한 분체식품 내 위해세균의 저감화를 목적으로 [그림 6] 과 같은 lab-scale 규모의 광펄스 살균시스템을 이용하여 다양한 연구를 수행한 바 있음.
- 해당 lab-scale 광펄스 처리를 통한 라면스프, 생식, 고춧가루의 미생물 저감화 효과는 [그림 7]와 같음.



[그림 6] 라면스프와 생식 살균을 위한 lab-scale 광펄스 장치



[그림 7] 생식과 고춧가루 살균을 위한 lab-scale 광펄스 장치

- 초 미립 순화 분쇄 시스템은 아래의 그림과 같음.

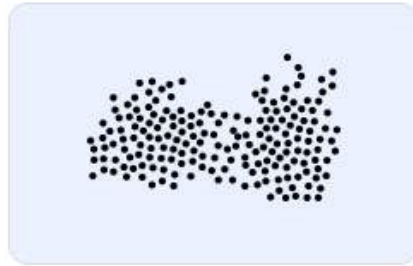
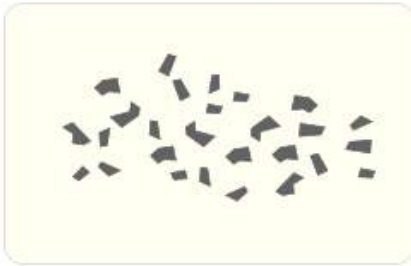


- 장점은 분쇄철망이 없어 쇧가루 발생이 없어 위생적이며, 분쇄속도가 2배이상 빠르며 장치

간 운전에도 처음과 동일한 분쇄력이 유지함. 또한, 공기 흐름이 원활한 구조로 되어, 분쇄 시 발생하는 마찰열을 순식간에 냉각시켜 시료에 영향을 주지 않음. 곡물, 약초에서 세라믹, 광물에 이르기까지 다양한 종류의 분쇄가 가능. 분쇄입자의 크기조절(분급) 기능 갖춤 (200~1미크론 까지 가능/ 70메쉬~1200메쉬).

- 1차 가공한 초미립자 분말을 재 투입시, 나노 입자에 가까운 분말까지 분쇄가능하며 분쇄와 분급, 포집 기능이 하나로 되어 있어 분말이 날리거나 용기에 묻지 않아 위생적이고 후처리가 필요 없음. 분쇄조립이 간단하여 내부 세척이 매우 용이함.

분쇄 입자의 구상화

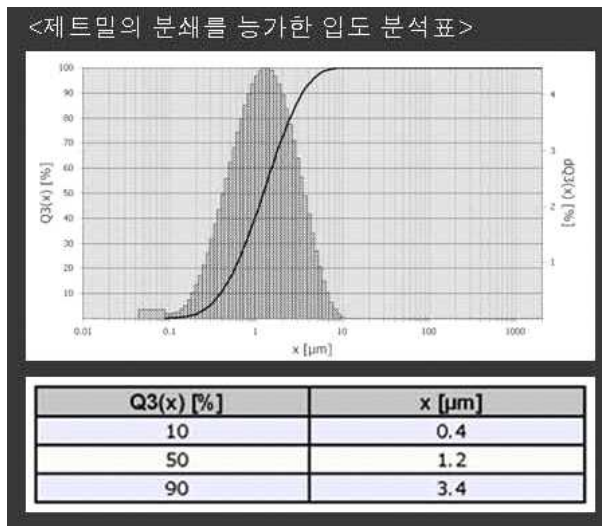


<기존 제트밀, ACM 분쇄후 입자모양>

<초 미립 순환분쇄후 입자모양>

양>

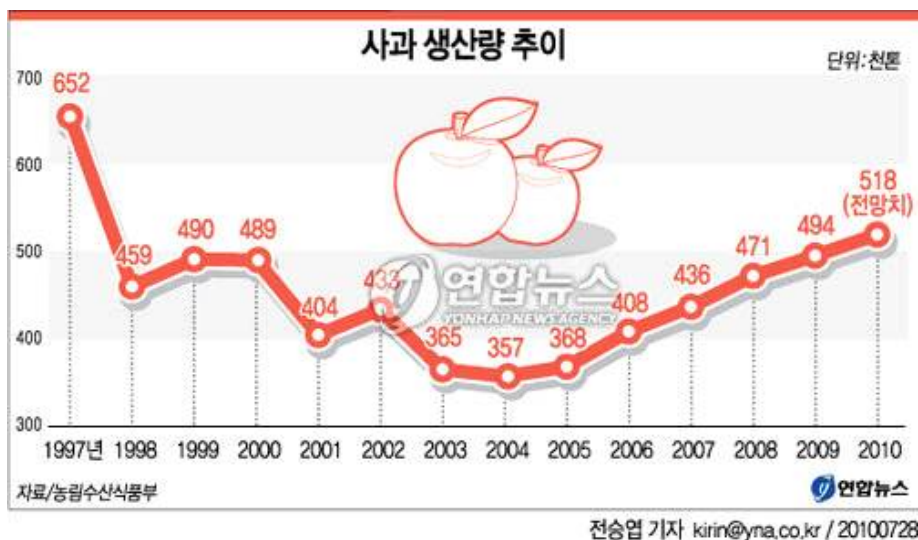
- 기존 제트밀이나 ACM 분쇄기는 분쇄된 입자의 모양이 불규칙한 각상으로 형성되어 식품의 경우 체내에 부담을 주며 흡수율이 떨어지는 반면 초 미립자 순환 분쇄의 분쇄입자는 원형 (Sphere)에 가까운 구상화가 잘 이루어져 효과를 극대화 시킬 수 있음. 곡물이나 한방, 바이오 화학제품, 광물등의 경우에도 최적의 준말 상태로 분쇄 가공 가능함.



구성	사이즈 (mm)	무게 (kg)	출력
분쇄기	550*800*1200	185kg	5.5kW 7.5마력
냉동순환집진기	1025*860*1545	190 kg	1000 m³/min



- 최근 20 여년간의 사과류 작황 현황을 보면 1997년부터 계속 감소하다가 2004년을 기점으로 그 생산량이 꾸준히 증가하고 있음.
- 펙틴 소재의 세계 시장은 매년 5-6%씩 증가할 것으로 예상됨. 감귤류 등 과일의 껍질에서 주로 분리하는 펙틴은 가공식품, 주로 과자류, 잼, 유가공 제품, 그리고 의약품 산업에서 제품의 질감을 부여하거나 안정제로 사용되어 다양한 식품 형태로 개발되어 판매되고 있음.



- 2011년 한 해 동안 전 세계적으로 사과의 총 생산량은 약 7,560만 톤이며, 사과 생산량의 71%는 직접 판매되고 있고 25-30%는 음료, 동결 및 건조 등 가공된 형태로 판매됨.
- 통계청(2010)에 따르면 국내에서는 매년 약 39만5천 톤의 사과가 생산되고 있으며 그 중에 약 3,000톤 정도가 가공을 거친 후 사과부산물로 발생됨. 사과 고형물의 약 25-30%에 해당하는 이들 부산물은 주로 주스 생산과정에서 발생하여 거의 대부분 폐기되고 있는 실정이나 난폐기성 물질로 처리에 어려움이 있음. 더욱이 런던협약에 따라 가공 부산물의 공해상 투기가 금지되어 이의 활용에 대한 연구는 매우 절실하며 시급히 수행되어야 함.
- 국내 농산자원 유래 펙틴의 구조분석 및 가공특성 파악을 통하여 펙틴 중간 소재 및 가공 제품으로 다양한 식품 개발이 가능하여 고부가가치 산업 창출을 할 수 있음. 또한 국내에

서 소비되는 대부분의 펙틴 원료는 거의 전량을 수입에 의존하고 있어 수입대체효과도 이를 수 있음. 따라서 수입 대체 소재 품목으로서의 당위성이 매우 높음.

- 최근 국내 농식품분야 산업 구조에서는 국내 농산물 원료로부터 다양한 고부가 식품소재의 개발에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 농산물의 수입 제품 대체 및 생산·가공·수출의 필요성 따른 기술선진화 요구됨. 또한 선진 각국에서 특허권을 통해 자국의 기술을 보호하고 있는 상황에서 기술 자립화는 국내 농업 및 식품산업에 요구됨.
- 한편 사과부산물을 발효사료 등으로 활용하고자 하는 연구가 진행됨. 사과부산물의 경우 당 함량이 높아 발효 시 당밀 등의 탄소원 공급이 필요치 않으며, 폴리페놀 등의 항산화기능성으로 항생제 대체제로서도 장점이 있음. 그러나 사과부산물은 수분함량이 매우 높고 저장 안정성이 좋지 않으며, 계절적 생산량의 변동 등으로 인해 연중 안정적 공급이 어렵다는 단점들이 있음. 또한 사과부산물 발효전용 균주의 개발의 한계로 인한 비용 상승으로 실질적인 사료로의 용도 개발에 어려움이 큼.
- 기존 펙틴은 단순하게 식품분야에서 젤화제, 점증제 등으로 이용되어왔으며 제한된 식물체에서 추출된 펙틴 소재에서의 생리활성 확인 및 정제, 그리고 간단한 구조분석 및 분자량 확인에 그친 연구가 주를 이룸. 그림1은 현재까지 밝혀지거나 예상되는 펙틴의 구조를 도식화한 것임.

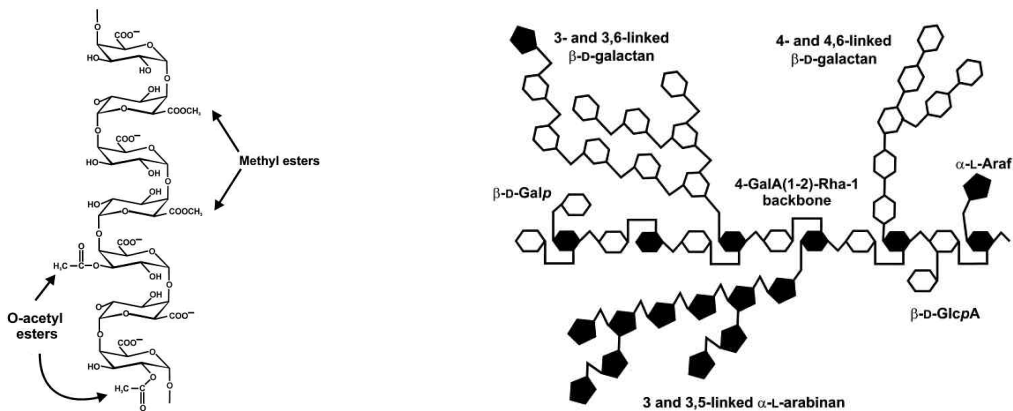


그림 1. 펙틴 구조내의 homogalacturonan (HG)와 Rhamnogalacturonan I (RGI) 사슬 구조.

- 이러한 연구의 한계 원인으로는 펙틴 구조에 대한 이해의 부족으로 단순히 고메틸화 펙틴, 저메틸화 펙틴, 저메틸-아민 펙틴 등으로 크게 분류하여 물리적으로 나타나는 현상에 의한 경험적인 측면이 주되었기 때문임. 또한 생리활성 확인 및 정제 역시 펙틴의 다양하고 복잡한 구조 때문에 구조 혹은 분자량에 따른 생리활성을 정확히 이해하기가 어렵다는 단점이 있음. 현재 펙틴은 천연소재로서 가장 복잡한 구조를 가지고 있는 탄수화물중 하나로 알려짐.

그림 1. 펙틴 구조내의 homogalacturonan (HG)와 Rhamnogalacturonan I (RGI) 사슬 구조.

- 또한 사탕무우에서 추출된 펙틴의 구조분석 결과 기존의 상업적 펙틴과는 상이한 당구성 및 젤 형성능 저하에 기여하는 acetyl group의 고도 치환 등이 밝혀짐. 젤 형성능은 분자량의 감소, 고도로 분지된 RGI(rhamnoglacturnan I)의 높은 비율 등에 의해서도 저해를 받음. 따라서 펙틴 구조의 명확한 규명을 위한 연구가 요구됨.

- 최근 보고되고 있는 특정 구조 펙틴의 생리활성 역시 매우 제한된 종류의 생약제제 소재를

통해서 이루어지고 있음. 생리활성능을 펙틴질과 같은 고분자 물질에서 탐색은 펙틴의 분리·정제, 산에 의한 구조의 변형에 매우 다른 양상을 보이고 있다는 것이다. 이미 특정 펙틴구조의 변형 등을 통해 펙틴질에서 유래된 물질이 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고됨.

- 본 과제에서는 구조와 물리적 기능성간의 상관관계, 펙틴관련 효소에 의한 구조의 변형, 펙틴소재의 분자 화학구조와 식품학적 가공적성과의 상관관계 등에 대한 연구를 통하여 다양한 이용가능성을 제시할 것임.

1-3. 연구개발 범위

제1세부(주관기관) (연구책임자: 담터 장호림)

- 연구제목: 개발된 시제품의 가공적성 연구 및 제품 적용을 위한 실용화 방안 연구
- 연구개발의 목표
 - ▷ 발굴소재의 제조방법 표준화 대량생산 기술을 확립하고 산업화에 적용함.
- 연구개발 내용
 - ▷ 발굴소재의 제조방법 표준화 대량생산 기술 확립
 - 발굴 소재의 지표성분 설정 및 확립
 - 반응표면분석법을 통한 추출 및 제조방법 표준화
 - 선행연구로부터 도출된 기술의 산업화 적용
 - 표준화 소재의 대량생산 공정기술 확립
 - 대량생산 3배치 생산
 - ▷ 발굴소재의 선진 제제화 및 제형화 기술 확립
 - 선행연구로부터 도출된 pre-formulation의 산업화 적용
 - 발굴소재의 산업적 적용을 위한 제제 및 제형의 대량생산 최적화
- 개발된 차류 또는 음료류 제품에 대한 마케팅 전략 수립
 - 유통 채널 특수성이 고려된 소비자 전달 콘텐츠 개발
 - 산업화 전략을 통한 신제품 출시
 - SWOT 분석을 이용한 국내·외 시장조사
 - 국내 및 해외 문헌연구 자료 및 해외 사이트 등을 이용하여 국내·외 시장 현황 파악
 - 제품 개발을 위한 국내·외 소비자 요구도 조사
 - 상품개발 방향 도취를 위한 전문가 FGI 실시
 - 해외 수출용 제품의 소비자 기호도 조사
 - 제품의 홍보, 마케팅 콘텐츠 개발을 위한 국내·외(중국, 일본) 요구도 조사
 - 시제품에 관한 스토리텔링(안) 및 홍보 콘텐츠 개발
 - 시제품 마케팅 전략 도출을 위한 STP와 4P 분석
- 농산 자원의 가공 적성연구 및 소재화 연구 결과물에 대한 활용 및 실용화 증진 방안

연구

- 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출
- 농산 자원의 중간 소재화 또는 최종 제품화를 위한 표준화된 소재활용 레시피 제작
- 소재의 품질관리 지표인자 설정 및 시제품 제작
- 레시피, 품질관리 지표인자, 가공 적성, 소재화 결과물에 대해 기업 및 민간에서 쉽게 활용 또는 이전 가능한 DB를 구축하고 이를 2014년 연구 진행 DB 와 연계
- 기업 또는 민간에서 상품화 기획 단계부터 최종제품 형태별, 중간 소재별, 가공 기술별 세부 검색이 가능하도록 사용자 중심형 가공적성 연구 성과물 활용 시스템 연계

제1협동 (연구책임자: 이화여대 정명수, 공동연구책임자: 이진규 교수)

- 연구제목: 신 가공(아임계수 추출, 광펄스 살균, encapsulation 등) 기술을 이용한 농식품 자원의 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발 연구
- 연구개발의 목표
 - ▷ 다류, 음료류 등에 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발 (베리류: 블루베리, 아로니아, 곡물류: 귀리, 단호박, 특용 작물류: 생강, 대추)을 위하여 아임계수 추출법을 비롯한 다양한 추출기술을 이용하여 기능성 성분을 분리 및 동정하는 연구를 통하여 지표물질의 수율을 향상하는 가공법을 개발함.
 - ▷ 그에 따른 저장안정성 증진 및 소비자의 음용 기호성 및 제품의 가용화 증진을 달성하기 위한 소재화 기술을 연구함.
- 연구개발 내용
 - ▷ 국내 농식품 자원 시장을 탐색하고, 특허 및 논문을 전반적으로 분석하여 자원의 활용가치, 생산량, 기능성성분의 효능 및 함유량, 허가사항 등을 고려한 개발 우선순위를 도출함.
 - ▷ 아임계수 추출법을 비롯한 다양한 추출기술을 이용하여 성분 추출효율과 관련된 기초 data를 확보함.
 - ▷ 지표물질의 수율을 향상하는 기술을 개발하기 위하여 본 연구진이 7년간의 노하우를 가진 lab-scale의 아임계수 추출장치(100 mL 용량)를 이용하여 초기 추출조건을 설정하고 기존의 용매추출법에 의한 지표물질의 수율과 비교함.
 - ▷ 원료의 전처리 조건(세척공정, 분쇄공정, 혼합공정 등을 위한 공정시간 및 온도)을 확립하고 원료의 규격을 결정함.
 - ▷ 추출용매인 물의 quality를 결정하고, 추출용매와 원료의 최적비율을 결정하고자 함.
 - ▷ 본 연구에서의 성분 추출을 위한 독립변수(independent variable)는 추출온도, 추출압력 및 추출시간이며, 아임계수 추출조건에서 에탄올, 메탄올의 상대 유전율 값에 해당하는 물의 상대 유전율에 대해서 온도와 압력의 범위를 조절하고자 함.
 - ▷ 각 추출조건에서의 측정항목(dependent variable, yield)은 추출효능을 나타내는 추출률과 불순물 포함정도를 나타내는 선택성(selectivity)이며 이들 효율의 극대화를 위하여 실험설

계법(factorial design) 및 통계처리(반응표면분석) 기법을 이용하여 최적조건을 설정하고자 함.

- ▷ 추출물의 목적 성분 분리 및 동정을 위한 연구를 수행함.
- ▷ 지표물질의 추출법 및 분석법은 HPLC 및 GC, Spectrophotometer 등의 분석기계를 이용함.
- ▷ 지표물질 분석법 밸리데이션 파라미터를 선정함.
 - 정확성, 정밀성, 검출한계, 정량한계, 직선성 및 범위의 결정
 - 기기 신호 검출 한계 결정(반응의 표준편차와 검량선의 기울기에 근거하여 검출한계를 결정)
 - 검출한계(LOD) = $3.3 * \sigma / S$ (σ : 반응의 표준편차, S: 검량선의 기울기)
 - 정량한계(LOQ) = $10.0 * \sigma / S$
- ▷ 분석법(최소 3가지)의 validation 및 최적 분석법 선정
 - 정확성 및 정밀성 분석을 위해 시료로부터 재현성과 회수율을 측정함.
- ▷ Pilot-scale의 아임계수 추출장치를 이용하여 지표물질의 추출조건을 확립함으로써 대량생산을 위한 기반을 확립함.
- ▷ 저장안정성 증진 가공법 연구 (시료 오염도 조사 및 광펄스 살균실험)
 - 광펄스 살균시스템의 산업적 적용에 요구되는 시료별 안전성 database 구축
 - 분체식품 제품의 특성별, 제품 종류별, 포장재별 살균효과 분석
 - 제품별 주요공정요소 및 공정조건 확립
- ▷ 아임계수 추출 지표물질의 나노캡슐화 최적조건 확립
 - 최적의 피복물질(shell material) 탐색 및 제조조건 설정함.
 - 마이크로유체 기반의 liposome 또는 alginate-hydrogel shell 나노캡슐화 공정 중 core material과의 부합성에 따른 나노캡슐화 적합 기술을 선정함.
 - 마이크로유체 platform에서의 최적 flow rate을 설정함.
 - 마이크로유체 기반 나노캡슐화 공정의 분산매(dispersion fluid) 조건을 최적화함.
- ▷ 소재캡슐화된 아임계수 추출 지표물질의 분말화 최적조건 확립
 - 아임계수 추출 소재 나노캡슐화 분산액의 dehydration 공정을 선정하고 조건을 최적화함.
- ▷ 소재캡슐화 입자의 안정성 및 복원성 확인
 - 미세/나노캡슐화 입자의 저장안정성을 측정함.
 - 생체이용률(bioavailability) 분석지표를 확립하고 미세/나노캡슐화 입자의 복원(recovery) 수율을 측정함.
- ▷ 초 미립화 분쇄 최적조건 확립
 - 건조 및 고형화된 추출물의 액상화, 분말화에 적합한 균일 입도 확보
 - 내부구조, 점도, 입도, 적용성 등 분석
 - 기존 분쇄법 의해 제조된 입자와의 물성 비교분석
- ▷ 초 미립화 분말 가공에 의한 식품성분 특성 최적화
 - 색도, 수분, 손상도, 수분흡수지수(WAI), 수분용해지수(WSI), 향 profile, 주요성분의 안정도 등의 측정 및 분석

- ▷ 차, 음료류 제품화를 위한 가공적성 지표 수집
 - 각 원료에 대한 유기적 제어 프로토콜(투입량, 압력, 흡입량, 공기분급, 공기속도, 공기량 등) 구축
 - 저비용 고품질, 생산효율, 저관리비용 등의 공정설비 지표 연구
 - 가공적성 향상에 의한 고부가가치화

제2협동 (연구책임자: 세종대 유상호 교수)

- 연구제목: 농산 부산물(사과껍질)을 활용한 고점도 펙틴 소재 생산 및 가공적성 연구
- 연구개발의 최종목표
 - 본 연구의 최종목표는 사과껍질 유래 펙틴의 추출조건 최적화를 통해 고점도, 고품질 펙틴 중간소재를 개발하고 식품학적 특성(점도, 젤화능, 용액안정성 등) 변화를 측정하여 구조변화-기능성변화-가공적성변화 연관성을 탐색하고자 함. 나아가 이의 가공적성(음료류) 응용실험을 통하여 가공적성이 우수한 펙틴 소재화 연구 자료를 제공하고자 함.
- 연구개발의 연차별 세부목표
 - 사과껍질 원료의 전처리 공정탐색 및 친환경적 펙틴 추출 공정을 확립하여 고점도 펙틴 소재의 추출 수율을 증대시킴.
 - 추출된 사과껍질 유래 펙틴 소재의 화학 구조적 특성 및 가공적성을 평가하고 가공적성 지표인자 설정을 통해 이의 중간 소재화 공정을 확립함.
 - 개발 펙틴 소재의 음료 식품모델 시스템에 대한 적용성 탐색을 통해 소재 활용 가능성을 제시함.
- 연구내용
사과껍질 유래 고점도 펙틴 추출 제조 방법 확립 및 펙틴 분자 특성 분석
- 사과껍질 부산물 원료의 전처리 공정 탐색
 - 사과껍질 원료의 건조방식(동결건조, 열풍건조)에 따른 펙틴 추출 수율 분석
 - 미세 분말화 입자 크기에 따른 펙틴 추출 수율 분석
- 펙틴 추출 공정 탐색, 추출 펙틴 수율 개선 및 펙틴 구조 특성 파악
 - 아임계 추출 조건(온도범위, pH 등)에 따른 추출 효율 및 펙틴 구조 및 특성에 미치는 영향
 - 세포벽 분해 복합효소 활용을 통한 펙틴 추출 효율 개선
 - Food grade의 상업용 세포벽 분해효소군(Celluclast, Econase, Viscozyme 등) 확보
 - 확보된 효소별 세포벽 분해활성 평가
 - 사과껍질 원료로부터 효소를 이용한 고분자량 또는 고메톡실화 펙틴 추출방법 확립
: 건조된 사과껍질을 균질화한 후 효소의 최적 pH 및 최적 온도에서 일정시간 반응. 이때 효소량(10-50 uL/g of dried substrate), 온도(40-60°C), 반응 시간(3-18 h) 등은 공정 인수으로써 펙틴 추출의 최적 조건을 탐색. 펙틴 추출 후에는 추출물을 원심분리한 후 상등

액 내의 펙틴을 에탄올을 이용하여 침전시키고 원심분리 및 건조공정을 통해 분말 형태로 제조

- 산 처리를 이용한 사과껍질 유래 펙틴 추출

- 효소를 이용한 사과껍질 유래 펙틴 추출 방법을 비교하기 위하여 전통적인 펙틴 추출 방법인 산 처리 방법을 병행
- 사과껍질과 황산의 비율(1:5-1:25)을 조절하여 85도씨, pH 2에서 3시간 동안 교반
- 유기산을 활용한 pH 조절을 통한 추출

○ 사과껍질에서 추출된 펙틴 소재의 분자량 및 점도 특성 평가

- HPSEC-MALLS-RI 시스템을 활용한 추출 펙틴의 분자량 분포 및 분자 특성 분석

- 전처리한 펙틴 샘플을 5.0 um filter로 여과 후 HPLC로 분석함. 분석용 컬럼으로는 Shodex, OHpak SB806-804를 활용하고, 용출속도를 1 mL/min으로 하여 분자량 분포 분석
- MALLS 검출기를 활용한 절대분자량 측정을 통해 기존의 HPSEC 시스템보다 정확한 분자량 결정

- HPAEC-PAD를 활용한 추출 펙틴 구조내 당조성 분석

- 펙틴 2 mg에 2 M TFA 2 mL 첨가 후 121°C에서 2시간동안 산분해처리 함.
- 이후 질소로 TFA를 제거한 후 3차 증류수를 첨가함. 전처리한 시료는 0.2 um filter로 여과하여 HPAEC로 분석함.
- 이동상으로는 18 mM NaOH 및 200 mM NaOH을 1.0 mL/min속도로 사용하며, Shodex사의 CarboPac PA1을 컬럼을 이용하여 분석

- 물성 측정 시스템을 활용한 추출된 펙틴 소재의 용액상 점도 분석

- 건조된 추출 펙틴 샘플 100 mg을 20 mL 증류수에 0.5%(w/v)의 농도로 분산시킨 후 rheometer를 이용하여 25°C에서 solution의 점도 특성을 측정

사과껍질 유래 펙틴 소재의 2차 가공을 통한 중간 소재화 및 가공적성 평가

○ 추출된 사과껍질 유래 펙틴의 화학적 구조 특성 분석 및 가공적성 평가

- 추출 펙틴의 칼슘이온에 대한 민감도(Ca^{2+} sensitivity) 조절을 통한 소재 개발

- 추출 처리 조건에 따른 펙틴 소재의 칼슘이온 민감도 평가 및 점도 측정
- 효소 및 알칼리 처리 공정을 거친 펙틴 소재의 칼슘이온 민감도 평가 및 점도 측정

- 추출 펙틴의 알칼리 처리 조건을 이용한 펙틴 구조 변형 및 중간 소재화

- 알칼리 처리를 통한 다양한 메톡실화도를 가진 펙틴 중간 소재 제조 : 알칼리 영역 pH 및 반응 온도, 시간 설정)

- 음이온교환 크로마토그래피 분석을 통한 음이온화도 측정

- Endo-polygalacturonase(EPG) 타입 효소 처리를 통한 분자량별 펙틴 소재 개발

- 효소반응조건(온도, 시간) 탐색을 통한 저분자 펙틴 소재 제조
- 크기배제 크로마토그래피 분석을 통한 분자량 분포 변화 측정

- 물성측정 시스템을 활용한 펙틴 겔 형성능 및 겔 특성 측정

- 펙틴 소재의 최적 겔화 농도 확인 및 온도에 따른 겔 특성 파악

○ 추출 및 2차 가공된 펙틴 소재의 가공적성 지표인자 설정

- 분자량, DM, 블록화도를 추출된 펙틴 및 효소처리된 펙틴 중간소재의 가공적성 지표인자로 설정
- HPSEC-MALLS 시스템을 이용하여 펙틴 및 효소처리된 펙틴 소재의 분자량 측정
- Saponification 및 capillary electrophoresis를 이용한 탈메틸화도 측정
- Endo-polygalacturonase M2를 이용한 완전 분해로 방출되는 mono-, di-, tri-galacturonic acid(GalA)의 함량을 HPAEC-ELSD를 이용하여 정량 후 블록화도(DB)를 다음의 식을 통해 계산:

$$DB = [(mono-GalA + di-GalA + tri-GalA)/free GalA] \times 100$$

펙틴 추출 공정의 안정화 및 개발된 펙틴 중간 소재의 제품 적용성 탐색

- 추출 및 2차 가공을 통해 생산된 펙틴의 중간 소재 2종 선정 및 제조
 - 추출 펙틴의 탈메틸화도, 탈메틸화 분포, 분자량 및 homogalacturonan 함량 등 구조 특성 및 가공 적성 결과로부터 적합한 가공적성을 나타내는 펙틴 중간 소재 2종(고점도, 저점도, 고음이온성, 저음이온성) 개발
- 사과껍질 펙틴 중간 소재의 화학구조와 가공적성간의 연관성 분석
 - 화학구조 특성과 다양한 가공적성 지표인자(분산성, 수화능, 점도 등)간의 연관성 확립
 - 기존 농산물 활용 자원의 가공적성 DB 등재를 위한 펙틴 가공적성 기초 자료화 및 제공
- 펙틴 추출 공정의 안정성 평가
 - 사과껍질 유래 펙틴 소재의 안정적 생산을 위한 추출 공정 평가 및 선정
 - 반복적인 펙틴 추출 공정 수행 후 추출 펙틴의 기본적인 지표인자 평가를 통해 안정적인 생산여부를 확인하고, 생산 공정의 개선을 통해 안정적인 공급 체계를 구축
- 개발된 펙틴 중간소재 별로 음료 시제품에 대한 적용성 평가
 - 개발된 고점도 펙틴 및 2차 가공 펙틴을 활용한 음료 시제품 모델 적용성 탐색
 - 식품모델에의 용액 안정성 측정 등 적용성에 관한 기초 데이터 수집 및 평가
 - 측정된 용액 안정성과 구조간의 연관성 확립을 통해 음료로의 가공적성이 우수한 펙틴소재 선정
 - 용액 안정성이 우수한 펙틴 소재의 산성 유제품 등 음료시스템 가공특성 탐색 (viscosity, solubility, emulsion stability)

제3협동 (연구책임자: 단국대 이형재 교수)

- 연구제목: 농식품 자원 및 부산물 활용 중간소재 및 제품의 가공적성평가, 가공적성 지표 설정 및 위생, 저장 안정성 평가
- 연구개발의 목표
 - ▷ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재(intermediate food products) 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정

- ▷ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가
- ▷ 국내 농산물 유래 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정
- ▷ 사과껍질 유래 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가

○ 연구개발 내용

[국산 농산물 중간소재 및 기반 제품 연구]

- ▷ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 가공적성 평가 및 가공적성 지표설정
 - 선정소재를 이용 개발된 중간소재의 가공적합성, 가공적성평가 및 가공적성 지표설정
 - 1) 액상, 분말, 농축형 등 다양한 형태의 중간소재의 물성을 고려한 가공적성 평가
 - 2) 이화학적 주요 가공적성 평가
 - 입도, 색도, 수분활성도, 수분흡수도, 용해도, 분산성, pH 등
 - 3) 기능적 주요 가공적성 평가
 - : 생리활성물질(식이섬유, phenolics, 항산화능, vitamin C 등) 보존
 - 4) 가공적성 평가를 통한 중간소재의 주요 가공적성 지표 설정(제1협동과 협력)
 - 선정소재를 이용 개발된 중간소재 기반 차류, 음료류 제품별 가공적성 평가 및 주요 가공적성 지표 설정
 - 1) 액상, 분말, 농축형 등 다양한 형태의 중간소재 적용 제품의 가공적성 평가
 - 2) 이화학적 주요 가공적성 평가
 - 입도, 색도, 수분활성도, 수분흡수도, 용해도, 분산성, pH 등
 - 3) 기능적 주요 가공적성 평가
 - : 생리활성물질(식이섬유, phenolics, 항산화능, vitamin C 등) 보존
 - 4) 가공적성 평가를 통한 중간소 기반 제품의 주요 가공적성 지표 설정(제1협동과 협력)
- ▷ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구
 - 중간소재 및 제품의 주요 가공적성 지표에 대한 표준화 설정
 - : 오차허용범위 설정, 모니터링, 표준화 유지방안 연구를 통한 균일한 중간소재의 확보
 - 표준화된 주요 가공적성 지표를 통한 중간소재 및 제품의 품질 균일성 확보
- ▷ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 안정화 평가
 - 액상, 분말, 농축형 등 소재의 제형 고려 여러 가공적성 지표의 변화 측정 및 안정화 방법 고려
 - 안정화 평가: 흡습성 변화, 용해도 변화 등 제형별 안정성 영향인자 변화측정 최적유지조건 개발
- ▷ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 저장 중 안전성 평가
 - 미생물학적 안전성 평가를 통한 중간소재 및 제품의 안전성 확보 및 안전성 증진방법 개발
 - 1) 저장 중 안전성 평가: 일반 및 식품위해미생물: 세균, 효모, 곰팡이 등

2) 저장 중 안전성 증진방법 연구: 광펄스 살균(제1협동과 협력) 등 살균법, 수분활성도 조절, 저장용기, 온도 등 저장조건 연구를 통한 최적 저장성 증진 방법 탐구

▷ 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완 (제1세부, 제1협동과의 협력연구)

: 건조, 분쇄, 추출, 농축, 효소처리, 아임계수 추출, 용해도 등의 소재화 기술 개선방안 모색

[국내 농산물 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 및 기반제품 연구]

▷ 국내 농산물 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 및 제품의 가공적성 평가 및 가공적성 지표설정

- 사과껍질 이용 개발된 중간소재의 가공적합성, 가공적성평가 및 가공적성 지표설정

1) 액상, 분말, 농축형 등 다양한 형태의 중간소재의 물성을 고려한 가공적성 평가

2) 이화학적 주요 가공적성 평가

입도, 색도, 수분활성도, 수분흡수도, 용해도, 분산성, pH 등

3) 기능적 주요 가공적성 평가

: 생리활성물질(식이섬유, phenolics, 항산화능, vitamin C 등) 보존

4) 가공적성 평가를 통한 중간소재의 주요 가공적성 지표 설정(제2협동과 협력)

- 사과껍질 이용 개발된 제품의 가공적성 평가 및 주요 가공적성 지표 설정

1) 액상, 분말, 농축형 등 다양한 형태의 중간소재 적용 제품의 가공적성 평가

2) 이화학적 주요 가공적성 평가

입도, 색도, 수분활성도, 수분흡수도, 용해도, 분산성, pH 등

3) 기능적 주요 가공적성 평가

: 생리활성물질(식이섬유, phenolics, 항산화능, vitamin C 등) 보존

4) 가공적성 평가를 통한 중간소재 기반 제품의 주요 가공적성 지표 설정(제2협동과 협력)

▷ 사과껍질을 이용 개발된 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구

- 중간소재 및 제품의 주요 가공적성 지표에 대한 표준화 설정

: 오차허용범위 설정, 모니터링, 표준화 유지방안 연구를 통한 균일한 중간소재의 확보

- 표준화된 주요 가공적성 지표를 통한 중간소재 및 제품의 품질 균일성 확보

▷ 사과껍질을 이용 개발된 중간소재 및 제품의 안정화 평가

- 액상, 분말, 농축형 등 소재의 제형 고려 여러 가공적성 지표의 변화 측정 및 안정화 방법 고려

- 안정화 평가: 흡습성 변화, 용해도 변화, 분자량 저하여부, 메톡실 그룹의 분리(메탄올 생성 여부)

등 제형별 안정성 영향인자 변화측정 최적유지조건 개발

▷ 사과껍질을 이용 개발된 중간소재 및 제품의 저장 중 안전성 평가

- 미생물학적 안전성 평가를 통한 중간소재 및 제품의 안전성 확보 및 안전성 증진방법 개발

1) 저장 중 안전성 평가: 일반 및 식품위해미생물(세균, 효모, 곰팡이 등)

2) 저장 중 안전성 증진방법 연구: 광펄스 살균(제1협동과 협력) 등 살균법, 수분활성도 조절, 저장용기, 온도 등 저장조건 연구를 통한 최적 저장성 증진 방법 탐구

- 유해성분 검출: 주요 지표위해인자 (예: 메탄올 등)의 기기분석 (FID-GC)등을 이용한 검출
- ▷ 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완 (제1세부, 제2협동과의 협력연구)
 - : 건조, 분쇄, 추출, 농축, 효소처리, 아임계수 추출, 용해도 등의 소재화 기술 개선방안 모색

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 연구수행 내용 및 결과

제1세부

개발된 시제품의 가공적성 연구 및 제품 적용을 위한
실용화 방안 연구

세부기관 : 담터

연구책임자 장호림

국산 농식품 자원의 가공공정 최적화를 위한 원료별 안전성 및 안정성 확보

1. 안정적 원료 확보를 위한 원료 구매

▣ 블루베리, 아로니아, 생강, 대추, 귀리, 단호박의 국내 연도별 생산량, 지역별 생산량, 수입, 국가별 생산량 등의 조사를 진행함.

1.1. 생강

▣ 전국 재배 면적 및 생산량

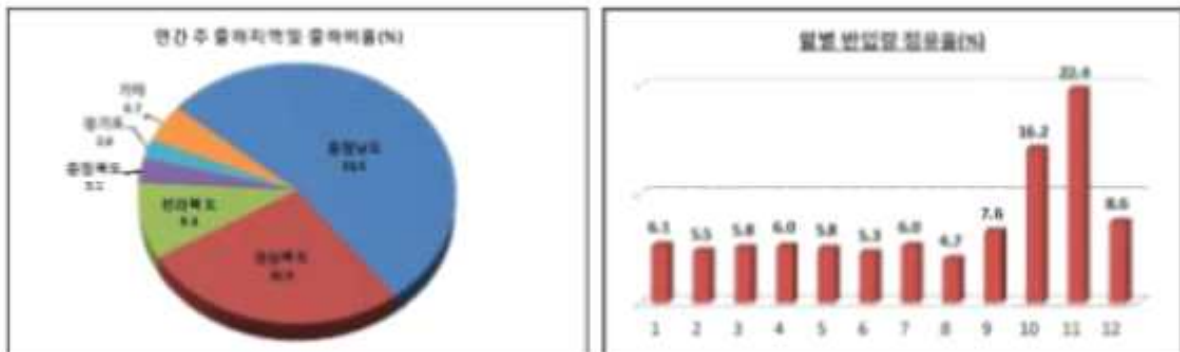
전국 재배면적은 전년대비 20.1% 감소한 1,657ha이며, 생산량은 19.1% 감소한 21,513톤임.

(단위 : ha/10a, 톤)

구분	2010	2011	2012	2013	2014
면적(ha)	2,085	2,074	1,657	1,787	2,178
10a당 수량(kg)	1,198	1,283	1,298	1,374	1,474
생산량(톤)	24,969	26,603	21,513	24,549	32,102

<자료 : 통계청 >

▣ 지역별 생산량



<출처 : 서울시 농수산물공사(2014')>

▣ 월별 주요 출하지역

월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
출하지 (물량순)	서산 김천 서울	김천 서산 홍성	김천 서산	김천 서산 김제	김천 서산 당진	김천 서울 서산	김천 서산	서산 김천 당진	서산 김천 당진	영주 당진 서산	서산 당진 김제	태안 창녕 서울

<출처 : 서울시 농수산물공사(2014')>

▣ 수입 동향

2016.03월 중국산 생강 수입량은 전년대비 89% 증가한 3,532톤임.

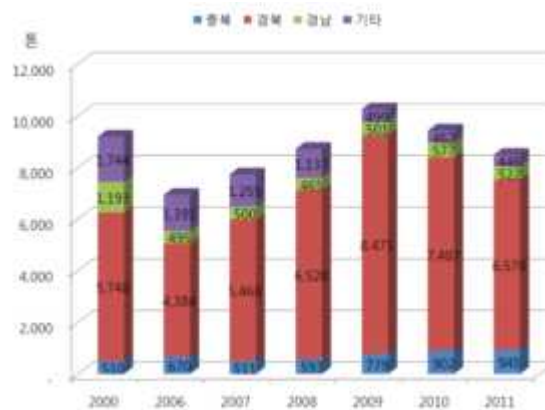
(단위 : 톤, 천\$)

구분	수입물량	수입금액
중국소계	2015	9,490
	2015.03	1,866
	2016.03	3,532

<자료 : 관세청>

1.2. 대추

1. 연도별 생산량과 지역별 생산량



*source; 정호근 외 3인/ 밤, 대추, 뽕은감 수급 동향과 전망

- 국내 대추 생산량은 2004년 8,666톤에서 감소세를 보이다 2006년 6,940톤을 기점으로 계속 증가하여 2009년에는 10,250톤에 달하였다. 2011년에는 개화기 및 착과기의 잦은 강우와 일조량 부족으로 8,491톤으로 감소하였으나, 2012년에는 개화기에서 성숙기까지 일조량이 많았고 기온이 높아 2011년보다 크게 증가한 11,548톤으로 추정됨.
- 지역별로 보면 경북지역이 2011년 생산량 기준 전국 생산량의 약 77%를 차지하였고, 다음으로 충북(12%)과 경남(6%)의 생산량이 많았음.
- 최근 5년간 경북은 5,468톤에서 6,578톤으로 20% 증가하였고 충북은 511톤에서 945톤으로 85%, 경남은 500톤에서 522톤으로 4.4% 증가하였음.
- 경북지역은 전통적인 노지재배방식이 많아 기상의 영향을 받고 있으나, 충북지역은 생대추 판매를 위한 비가림 재배시설이 확대되고 있으며, 재배면적 또한 매년 증가하고 있음.

2. 수입국가별 수입량

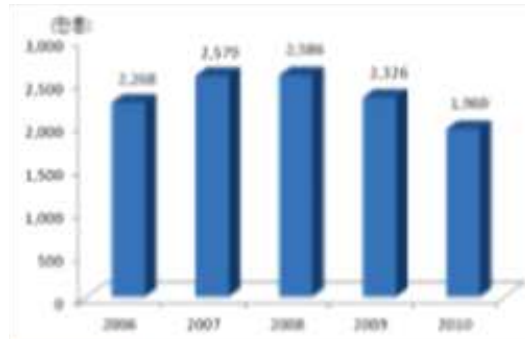
국가	2014년06월		2015년06월		월누계전년대비	
	월누계		월누계		증감(%)	금액(%)
	증량(kg)	금액(\$)	증량(kg)	금액(\$)		
총계	17	215	5,394	21,667	31,629.4	9,977.7
뉴질랜드	0	0	0	0	0	0
미국	16	210	378	13,047	2,262.5	6,112.9
아일랜드	0	0	0	0	0	0
중국	1	5	5,010	8,506	500,900	170,020
캐나다	0	0	0	23	0	0
호주	0	0	6	91	0	0

* source : atKATI / <http://www.kati.net/sta/staRegionFinder.do#>

1.3. 귀리

1. 연도별 생산량 추이

■ 세계 귀리 생산량



■ 국내 귀리 생산량

종류 (kg/ha)	2001	2002	2003	2004	평균	기준
귀리 (통)	-	6,490	8,340	4,848	6,492	100
귀리 (가물)	6,836	3,384	2,617	3,160	4,009	62
평균	6,836	4,937	5,499	3,903	5,251	81

품목명	증감(단위: 톤)				금액(백만 원)			
	'14년	상반기	'15년	증감률 (%)	'14년	상반기	'15년	증감률 (%)
주요 사료작물	1,448	727	722	△0.8	4,179	1,988	1,867	△8.1
옥수수	1,022	508	511	△2.8	2,632	1,207	1,144	△12.8
소맥	375	186	187	0.6	1,210	676	687	△8.2
밀	41	10	18	71.1	308	58	147	182.4
보리	8	5	4	△17.8	24	15	12	△17.7
귀리	2	0.3	2	478.1	9	2	7	88.9

2. 지역별 생산량

- 국내에서 귀리를 생산하는 곳이 적어 통계자료를 없음. 정읍 귀리는 86개 농가가 300 ha에서 연간 800톤을 수확하였으며, 전국 생산량의 70%를 차지함.
- 고흥군에서는 쌀 귀리를 38 ha에서 106톤을 생산하였으며, 해남에서도 귀리 생산을 시

작하여 귀리의 생산량이 증가할 것으로 보고됨.

3. 수입국가별 수입량

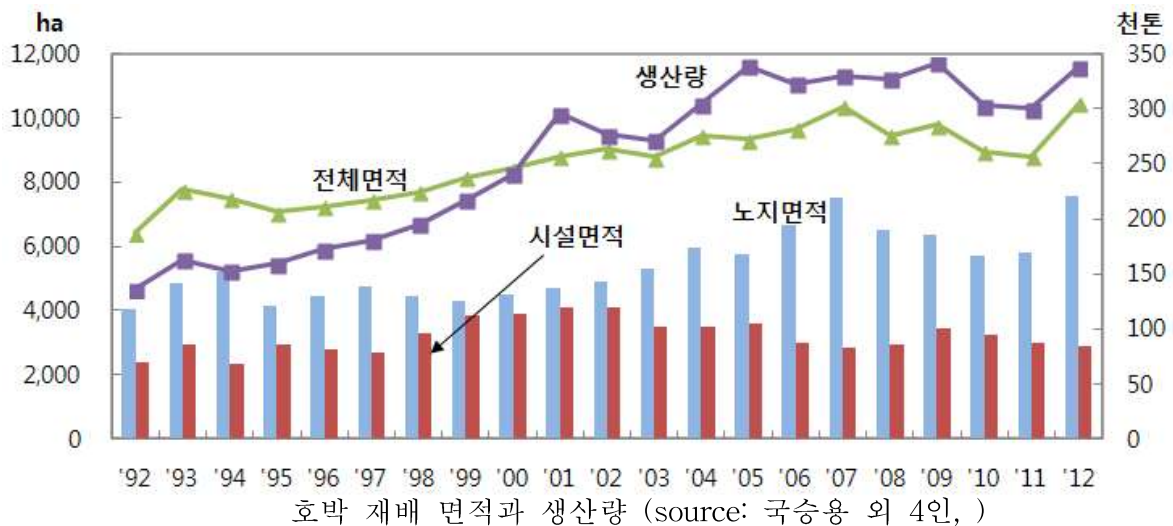
국가	건수(건)			중량(kg)			금액(\$)		
	계	적합	부적합	계	적합	부적합	계	적합	부적합
호주	24	24	0	603,000	603,000	0	521,206	521,206	0
러시아 연방	1	1	0	1,400	1,400	0	1,700	1,700	0
중국	2	2	0	54,000	54,000	0	44,020	44,020	0
캐나다	29	29	0	639,930	639,930	0	500,777	500,777	0
미국	16	16	0	92,989	92,989	0	90,495	90,495	0
영국	2	2	0	50,800	50,800	0	37,998	37,998	0

* 식품의약품안전처 수입식품 정보사이트(2011-2013)

- 국내 귀리 도입량은 2011년 3,890톤 이었으나 2012년 4,548톤, 2013년 5,019톤으로 크게 증가하였고, 2015년 상반기 귀리 수입량은 20,000 톤(700만 달러)로 지난해 대비 수입량이 478.1%로 폭발적으로 증가하였음.

1.4. 단호박

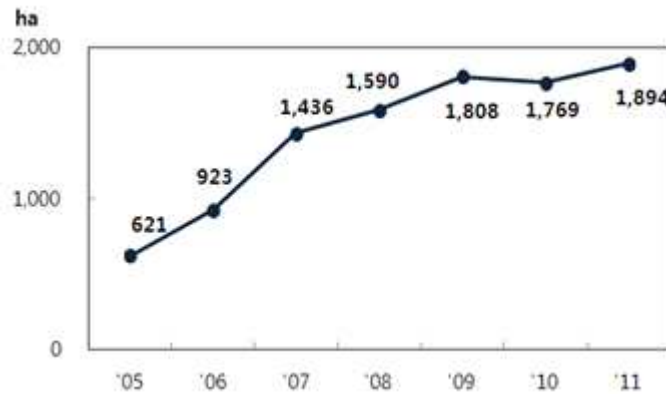
1. 국내 호박과 단호박의 수급 동향



- 호박의 재배면적은 2011년보다 18% 증가한 10,450 ha이고 노지면적은 강원, 충청 지역을 중심으로 증가하고 있으며 생산량은 재배면적이 확대되어 전년보다 13% 증가한 33만 8천 톤임.
- 그 중 단호박 재배면적은 최근 지속적으로 증가하고 있는 추세이며 2005년 재배면적은 621 ha이며 전년보다 7% 증가한 1,894 ha임.



단호박 재배면적 추이 (source: 국승용 외 4인)



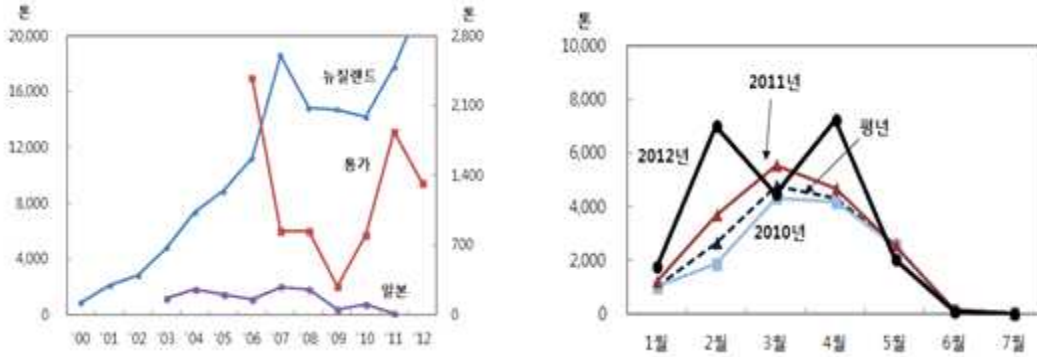
- 2012년 호박의 도매시장 전체 반입량은 8만 3,310톤으로 2011년에 비해 7% 낮은 반면, 실질 도매가격은 1,271원/kg으로 2011년에 비해 7% 낮았음.
- 단호박의 2012년 반입량은 1만 4,432톤으로 전년보다 7% 많았고, 실질도매가격은 1,388원/kg으로 전년보다 17% 낮았으며 단호박의 반입비중은 적었으나 2012년에 증가하여 15-20%를 차지함.

2. 수출입 동향

	단위: 톤										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
수출량	770	699	333	296	304	220	139	313	326	791	1,211
수입량	2,851	4,950	7,581	9,055	13,785	19,722	15,890	15,046	15,164	19,708	23,843

단호박 수출입 동향 (source: 국승용 외 4인)

- 2012년 단호박 수출량은 전년보다 크게 증가한 1,211톤으로 주로 일본으로 수출되며 미니단호박 등 개량된 단호박을 중심으로 수출이 증가하고 있음.
- 2012년 단호박 수입량은 2만 3,843톤으로 1만 9,708톤에 비해 21% 증가하였으며 뉴질랜드 수입이 전체 수입량의 90%에 해당되며 수입량은 2만 2,526톤으로 전년보다 27% 증가하였음.
- 일본 수입량은 지속적으로 감소하고 있으며 통가 수입은 2009년 이후 수입량이 큰 폭으로 증가하였으나 2012년은 1,318톤에 그쳤음.
- 단호박 수입은 국내 생산량이 적은 시기인 2-6월에 주로 뉴질랜드에서 수입되며, 2012년 2월 수입량은 7,013톤으로 평년과 전년에 비해 큰 폭으로 증가하였음.



(source: 국승용 외 4인)

1.5. 아로니아

▣ 아로니아 재배 현황

구분	2015년		2014년		2013년	
	면적	농가수	면적	농가수	면적	농가수
계	1,269.6	3,708	1,100.6	3,201	336.4	1,095
경기	75.8	217	62.3	161	19.8	66
강원	109.2	253	93.9	211	14.1	37
충북	212.8	828	199.7	781	84.3	258
충남	115.3	377	110	358	35.6	125
전북	339.2	960	273.3	804	74.8	246
전남	67.8	192	51.8	138	22.5	60
경북	180.1	446	162	368	44.8	139
경남	99.4	303	86.8	265	31.2	116
제주	11.4	23	7.9	13	2.1	10
대구	2.8	8	2.3	7	0.2	1
인천	6.9	17	5.6	16	0.4	4
광주	35.1	29	33.3	26	-	-
대전	6	30	6	30	5	28
울산	2	10	2	10	1.3	3
세종	5.8	15	3.65	13	0.3	2

(단위 : ha, 명)

*source; 농업기술보급 기본서 아로니아

- 아로니아의 재배 면적은 2013년 대비 2014년에 328% 증가하였고, 2014년 대비 2015년에는 15% 증가하였음.
- 농가수는 2013년 대비 2014년에 292% 증가하였고, 2014년 대비 2015년에는 15% 증가하였음.

1.6. 블루베리

1. 블루베리 재배 면적과 생산량

- 2012년까지 세계 각지의 블루베리 재배면적, 생산량, 소비량은 꾸준히 늘고 있는 것으로

지역별 재배면적 (ha)	2005	2007	2008	2010	2012
북아메리카	28,775	34,663	38,703	44,102	50,055
남아메리카	7,303	13,623	16,074	17,794	17,668
유럽	3,942	6,763	7,303	8,413	9,757
지중해 & 북아프리카	-	87	144	272	445
남아프리카	300	328	368	455	464
아시아 & 태평양연안	1,696	2,982	3,186	5,715	15,229
합계	42,015	58,446	65,779	76,751	93,617

*Cort Brazelton, 2013, World Blueberry Acreage & Production, North American Blueberry Council

조사되었고, 2012년 집계된 세계의 블루베리 총 재배면적은 9만ha를 넘어섰으며 2010년에 비하여 약 2만ha가 증가하였음.

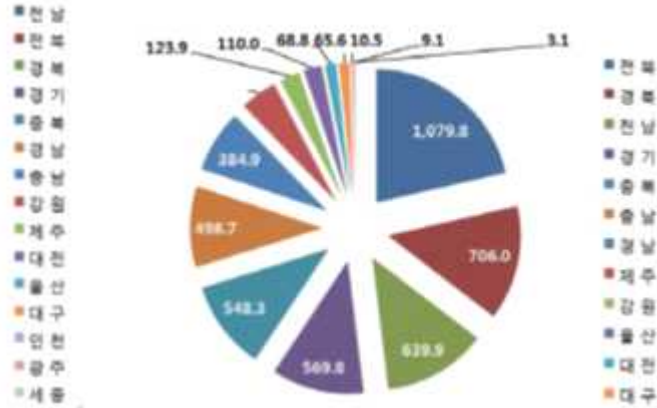
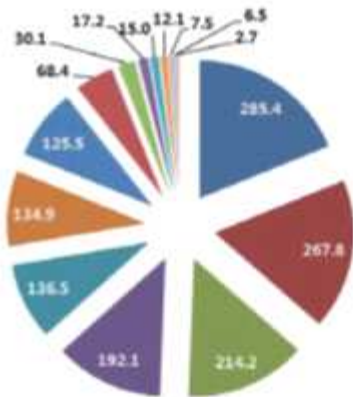
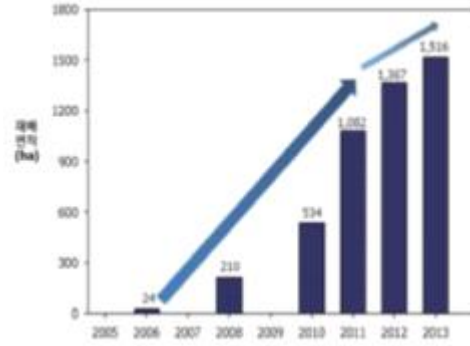
- 전체 재배면적 중 미국과 캐나다의 재배면적이 53%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 남미, 아시아와 태평양연안국, 유럽, 남아프리카, 지중해와 북아프리카가 차지하였음. 그 가운데 지중해와 북아프리카는 2012년 445 ha로 2005년 대비 5.1배로 빠르게 증가하고 있는 것으로 조사되었음.
- 한국과 중국이 속한 아시아와 태평양 연안국 역시 2010년 5천 ha에서 2012년 15천 ha로 재배면적이 2.6배 증가하였음. 이와 같은 추세로 볼 때 향후 블루베리 재배면적은 아시아 및 아프리카의 빠른 재배면적 확대와 타 지역의 완만한 증가를 통하여 세계적으로 지속적으로 증가할 것으로 사료됨.
- 세계 블루베리 주요 생산국은 미국, 칠레, 브리티시 콜럼비아, 아르헨티나, 폴란드, 중국, 독일 등이었으며 주요 10개국만 전 세계 재배 면적의 92%를 차지하는 것으로 조사되었음.
- 미국이 전 세계 면적의 41%를 차지하고 있었으며 칠레가 14%를 차지하고 있었고, 중국의 경우는 정확한 블루베리 재배면적과 생산량 통계가 집계되지 않고 있음.

블루베리 10대 생산국	재배면적(ha)		2010 생산량 (t)			2012 생산량 (t)		
	2010	2012	생과	가공	합계	생과	가공	합계
United States	34,918	36,488	109,800	70,009	179,809	126,996	87,250	214,247
Chile	13,057	13,749	49,882	6,352	56,034	70,100	29,900	100,000
British Columbia	8,510	10,324	25,408	15,426	40,835	22,686	29,492	52,178
Argentina	3,846	3,000	11,952	907	12,089	14,201	6,443	20,644
Poland	3,158	3,500	6,281	4,492	10,799	10,118	1,543	11,681
China	3,500	12,065	1,361	1,633	2,995	8,967	3,176	11,343
Germany	2,146	2,259	8,485	544	9,029	9,120	862	9,982
Spain	1,053	1,235	7,985	-	7,985	9,755	91	9,846
Mexico & Cen. Am.	673	1,243	2,269	-	2,269	5,581	91	5,672
Australia	619	1,049	2,586	408	2,995	4,310	318	4,583
합계	71,480	86,911	225,091	90,773	324,864	288,034	159,074	440,109

*Cort Brazelton, 2013, World Blueberry Acreage & Production, North American Blueberry Council

2. 국내 블루베리 재배 현황

- 2013년 재배면적은 전년 대비 10.9% 정도 신장한 것으로 재배면적 증가 폭이 다소 감소하는 경향이였으며, 총 농가수는 4,354 농가로 평균 재배면적은 0.35 ha(약 1,050평)으로서 농가 규모가 크지는 않았으며 총 생산량은 5,146톤으로 추정되었음.



- 지역별 재배면적을 살펴보면 2012년에 200 ha를 넘는 지역이 3곳으로 전라남도 256 ha, 전라북도 224.2 ha, 경상북도 201.7 ha이었으며. 2013년도 봄 재식 및 가을 재식 예정 면적 또한 전라북도 43.7 ha, 29.4 ha, 경상북도 12.5 ha로 타 지역에 비해 월등히 높았음.
- 생산량은 전라북도에서 1,080톤, 경상북도 706톤, 전라남도 640톤으로 집계되었으며 면적 대비 생산량이 전라남도에서 적은 것으로 보아 전라남도의 경우 최근 재식 면적이 많았던 것으로 추정되었음.

3. 수입량

- 일본의 수입량은 2007년에 감소하였다가 조금씩 증가하는 추세를 보이고 있지만 증가하는 폭이 작아 통계에 잘 반영되지 않았음. 미국의 경우 수입량이 증가하는 추세를 보이고 있으며 증가하는 폭도 커지고 있음.
- 2011년에 일본의 생산량은 1,833톤, 미국은 87,318톤으로 모두 증가하는 경향을 보임.

2. 원료의 안전성을 높이기 위한 처리 방법 탐색

2.1. 생강

- 근채류는 시장규모가 4,000억 원(생강은 연간 1,000억 원) 규모이지만 형상이 부정형으로

세척과 껍질 제거가 어려워 상품화 소재에 많은 인력과 전처리 가공공정 중 품질손실과 폐기율이 높아 산업화의 걸림돌이며, 특히 생강은 근채류 중 가장 세척과 박피가 어려운 품목으로서 현재 가공 소재화를 위한 세척과 박피 작업은 물에 침지하여 2시간 정도 마찰에 의해 이루어지기 때문에 품질 저하와 손상에 따른 폐기 손실이 큼.

- 생강은 흙이 묻어 있는 상태에서 저장하기 때문에 손상되거나 연한 조직을 통하여 토양 미생물이 침입하기 쉬워 온도, 습도, 환기 등 환경이 맞지 않으면 부패가 잘 되므로 갖수확한 생강을 온도 25°C, 습도 95% 정도 되는 곳에서 3일 정도 큐어링(curing)하면 일반 저장한 것보다 부패율을 감소시켜 저장할 수 있음.

2.2. 대추

1. 원재료

- 살균 패드 처리: 생대추를 수확한 다음 플라스틱 상자에 천공필름을 깔고 살균패드 1장을 넣고 생대추를 넣은 후 살균패드 1장을 위에 놓고 습기 제거용 종이를 덮은 후 밀봉함.
- 가압살균: 가압 증기를 공급하여 압력용기 내부를 설정한 살균압력까지 가압하여 살균

2. 액상

- 가열살균: 시판 중인 대추를 이용한 액상 제품은 여과한 액상제형을 가열살균(63°C/10분)하지만 가열로 인한 품질 저하가 우려됨.
- 초고압 및 냉동처리: 가열 살균에 의한 대추 제품의 품질저하를 개선하기 위해 초고압(500 MPa, 5 min) 및 냉동처리(-20°C에서 3일간 냉동 후 20°C에서 4시간 동안 해동)를 이용하여 살균할 수 있음.

2.3. 귀리

1. 액상제품

- 저온 살균: 귀리는 효소를 이용하여 발효하기 때문에 효소가 파괴되지 않게 하기 위해 저온 살균을 이용하지만, 내열성 포자를 형성하는 고온성 부패미생물이 남아 있을 수 있으므로 보조적인 방법을 병행해야 함.
- 초고온 단시간 가열법(UHT): 테트라 팩과 같은 포장 용기 이용 시 혐기성균과 포자를 제거하기 위해 UHT를 이용함.

2. 분말제품

- 초음파 살균, 마이크로웨이브파 살균, 교반 살균 등의 방법을 이용하여 살균함.

2.4. 단호박

1. 분말

- 동결건조 혹은 열풍건조를 통해 수분활성도(Aw)를 낮춰 미생물 생육을 억제함(한국식품개발연구원, 김종훈 외 10인).
- 동결건조 분말과 50℃ 열풍건조 분말의 색도는 유사하였으나 열풍건조 온도가 60℃로 높아짐에 따라 적색도가 감소하고 황색도가 증가하였으며 갈변현상이 관찰되었음. 수율은 60℃ 열풍건조 분말의 수율이 다소 낮았으나 유의적인 차이는 아니었으며 분말의 bulkdensity는 동결건조 분말이 우수하였음. 분말의 분산성을 나타내는 수분용해도지수(WSI)를 비교한 결과 동결건조 분말은 52.32%였고, 열풍건조 분말은 분산성이 감소하여 46.65%(50℃ 건조)와 40.39%(60℃ 건조)의 WSI를 나타내었음.
- 분말의 총 카로테노이드 함량은 열풍건조 공정 중 크게 감소하였으며 온도가 60℃로 상승되면 동결건조 분말에 함유된 카로테노이드의 60%만이 잔존하는 것으로 나타났음.

2. 액상

- 순간 고온 멸균기: 미니 단호박을 이용한 건강음료는 순간 고온 멸균기를 이용하여 약 90℃에서 30초간 살균한 후 자동 충전기를 이용하여 배합음료를 병등에 밀봉 충전함.
- 열수살균: 양금형 페이스트 형태의 제품을 위한 단호박 압금은 첨가 물질을 조절하여 배합한 후 열수살균하여 충전함. 하지만, 열수살균 시 유통기한이 짧으므로 산업화에 제한이 있음.

2.5. 아로니아

- 아로니아는 생식이 불리하여 생과유통에 한계가 있어 가공 상품화는 필수적임.
- 아로니아 착즙액 제조시 원료 파쇄 후 50-60℃로 가온하고 펙틴아제 0.1%를 처리하여 착즙률을 6% 이상 높일 수 있으며, 아로니아 농축액에 덱스트린을 20% 첨가하여 분무건조기로 수용성 분무건조 분말을 제조함으로써 다양한 식품에 적용 가능함.
- 아로니아 착즙방법: 원료파쇄 → 가온(50-60℃) → 효소처리(펙틴아제, 셀룰라제 0.1% 2hr) → 착즙 → 살균 여과
- 아로니아 수용성 분말 제조방법: 아로니아 농축액(25 Brix) → 보조제첨가(덱스트린 20% or 아라비아검 30%) → 분무건조 → 밀봉 → 포장

2.6. 블루베리

- 버블-이산화염소수 세척시스템: 농가에서 쉽게 활용할 수 있도록 개발된 버블-이산화염소수 세척시스템은 블루베리의 미생물학적 안전성 향상 및 고품질 유지에 효과적인 것

으로 판단됨.

- 액상의 경우 일반적으로 복사열을 이용한 살균법과 순간 고온 살균법을 이용함.

3. 원료별 가공 최적화 공정

3.1. 생강

- 세척 후 이물제거 생강의 경우 형상이 불균형하여 수작업을 통해 세척과 탈피를 해야 하는 번거로움이 있으며, 손실률이 높아지고 경우에 따라 원료가 오염될 수 있는 단점이 있음.
- 배합비에 맞춰 혼합기에 넣어 배합완료 후 원료 대비 7배 가량의 정제수를 가하여 100°C 조건에서 4시간 이상 추출을 2회 반복
- 추출액을 여과한 후 진공 농축기상에서 적정 고형분 함량이 될 때까지 감압 농축 후 여과
- 생강농축액 대비 덱스트린을 배합비율에 따라 혼합탱크에서 균일하게 혼합 후 여과
- 배합액을 75°C 이상에서 15분간 살균한 후 냉각 후 분무건조기에서 건조
- 건조가 끝난 제품을 품질검사를 실시한 후 합격품에 한하여 소분 포장

3.2. 대추

- 입고 후 원료 검사, 계량 후 세척하여 이물 제거, 배합비율에 의거하여 원료 대비 7배의 정제수를 가하여 100°C의 조건에서 4시간 이상 추출 2회 반복
- 추출액을 필터로 여과한 후 진공 농축기상에서 적정 고형분 함량이 될 때까지 감압상태에서 농축한 후 여과
- 대추 농축고형분 대비 덱스트린을 배합비율에 따라 혼합탱크에서 균일하게 혼합한 후 여과
- 배합액을 75°C 이상에서 15분간 살균한 후 냉각. 분무건조기에서 건조하여 분말화
- 건조가 끝난 제품을 품질검사를 실시한 후 합격품에 대해 소분 포장

3.3. 귀리

- 원료 입고 후 원재료의 산화 및 온도, 빛으로 인한 원료 품질 저하 방지 등을 위해 저온 창고에 보관하며 이후 색채선별기를 통해서 원료를 기준 품질 이상의 원료 및 이물들을 따로 선별한 후 탈피 과정을 진행, 자동 세척기를 사용하여 세척 후 드럼 로스팅을 통해 볶은 후 분쇄

3.4. 단호박

- 원료를 입고하여 품질을 확인하여 선별한 후 물로 1차 세척하여 겉표면의 이물을 씻어

냄.

- 자동컷팅기를 사용하여 원료를 일정한 크기를 자른 후 냉각 공정을 거친 후 분쇄
- 분쇄된 원료를 가열한 후 다시 100 메쉬 이상의 필터로 여과한 제품을 사용

3.5. 아로니아

- 원료 입고 후 과쇄 비타민 C 함량 보존을 위한 가공방법 연구 필요
- 50-60°C로 온도를 높인 후 펙틴아제, 셀룰라제 0.1%를 두 시간 동안 처리하여 착즙의 효율성을 높이며, 스크류 공정을 통해 착즙 후 살균과 100 메쉬 이상의 필터로 여과
- 아로니아 농축액을 25°Brix로 얻은 후 텍스트린 혹은 아라비아검을 첨가하여 분무건조 시켜 분말화 공정 후 밀봉하여 포장함. 이 때 영양성분 파괴 최소화를 위해 빛과 산소를 차단할 수 있는 포장재 사용 필요

3.6. 블루베리

- 입고 후 원료 검사, 계량을 진행하는데 수분이 많이 함유되어 있어 이에 대한 손실률을 감안하여 무게를 측정하여 가공을 진행해야 함.
- 정제수와 함께 배합 및 살균, 비가열 살균방법이 요구되며 경제성이 확보되는 과정을 거쳐야 함.
- 분무건조, 고온의 기류를 이용하여 분무된 제품에서 수분이 제거되는 원리이기 때문에 블루베리의 경우 비타민과 영양성분의 손실이 높을 수 있어 이를 최소화할 수 있는 가공방법 개발이 요구됨.
- 건조된 제품을 선별하여 상품화 가능한 제품만 포장 진행

4. 원료별 물성 및 품질관리 기준

4.1. 생강

- 생강분말
- 유통기한: 36개월
- 성상: 갈색의 분말로 고유의 맛과 향이 있음.
- 이물: 검출되어서는 안 됨.
- 수분: 8.0% 이하로 관리, 실 측정값은 3.6% 정도
- 대장균군: 음성

4.2. 대추

- 대추분말
- 식품유형: 과채가공품

- 유통기한: 36개월
- 성상: 갈색의 분말상으로 제품 고유의 맛과 향이 있음.
- 이물: 검출되어서는 안 됨.
- 수분: 8.0% 이하로 관리, 실 측정값은 2.4% 정도
- 대장균군: 음성

4.3. 귀리

- 귀리분말
- 식품유형: 곡류가공품
- 유통기한: 24개월
- 성상: 귀리 고유의 성상을 가지며 용도에 적합하여야 함.
- 이물: 없음.
- 수분: 15.0% 이하로 관리, 실 측정값은 11.9% 정도
- 대장균군: 음성
- 입도: 85% 이상(TH#80)
- 일반세균: 5000 CFU/g 이하

4.4. 단호박

- 단호박분말
- 식품유형: 채소가공품
- 유통기한: 24개월
- 성상: 단호박 고유의 성상과 향취를 가지며 용도에 적합하여야 함.
- 이물: 없음.
- 수분: 15.0% 이하로 관리, 실 측정값은 11.9% 정도
- 대장균군: 음성
- 입도: 85% 이상(TH#80)
- 일반세균: 5000 CFU/g 이하

4.5. 아로니아

- 아로니아분말
- 식품유형: 과채가공품
- 유통기한: 24개월
- 성상: 고유의 향미를 가진 이미, 이취가 없는 분말상태
- 이물: 검출되어서는 안 됨.
- 수분: 8.0% 이하로 관리, 실 측정값은 5.7% 정도
- 대장균군: 음성

- 보관방법: 직사광선을 피하여 실온보관
- 포장형태: 내피(PE), 외피(지대)

4.6. 블루베리

- 블루베리분말
- 식품유형: 과채가공품
- 유통기한: 24개월
- 성장: 고유의 향미를 가진 이미, 이취가 없는 분말상태
- 이물: 검출되어서는 안 됨.
- 수분: 8.0% 이하로 관리, 실 측정값은 6.1% 정도
- 대장균군: 음성
- 보관방법: 직사광선을 피하여 실온보관
- 포장형태: 내피(PE), 외피(지대)

가공적성 연구를 통해 생산되는 원료 중간소재를 이용한 제품상용화를 위한 컨셉 개발 및 시제품 개발

- 본 연구진은 2 년도에 본 연구 과제의 연구 대상 6가지 소재 중 다류로써 가장 대중적으로 선호하는 단호박, 생강을 이용한 제품 2 건을 개발하였으며, 제품 개발을 위한 관련 가공적성 연구결과와 개발 과정 관련한 연구 보고서를 작성함.

[생강]

1. 표준화된 원료생산 공정 개발

- 생강의 가공식품으로서 활용은 제조공장으로 추출 농축액 혹은 착즙, 분말 등의 형태로 입고되는 경우가 많음.
- 생강을 가공하는 과정에서의 문제점은, 추출 농축과정에서 생성되는 전분의 제어, 농축 시 과도한 가열 온도 및 시간으로 인한 고유의 맛과 향 손실, 유기산, 당류 등의 성분이 Mailard 반응 또는 카라멜화 등 갈변반응에 의해 최종 제품 색상에도 영향 등이 지적되고 있음.
- 특히 식품의 경우 관능적 요소 중 외관적 요소가 미치는 비중이 크므로, 색상 제어에 대한 부분까지 고려한 대량 생산 공정 설계가 필요함.
- 착즙 분말로 가공 시에도 전분의 제거와 미생물 제어가 중요한 공정으로 본 연구팀은 대량생산에 적합한 가공 공정을 설계하였음.
- 국산 생강을 가공하여 분말 타입의 표준화된 원료로서 가공하는 과정은 아래와 같음.

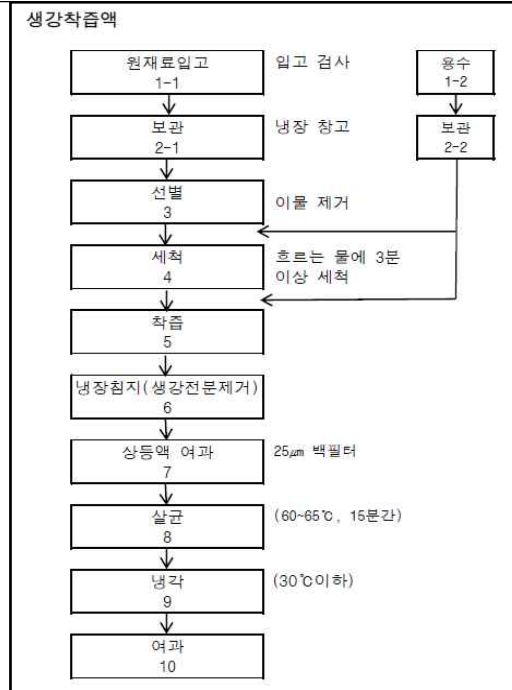


그림 1. 생강착즙액 1차 제조과정

- 전처리된 생강을 착즙하여 저온 보관하여 전분을 제거, 1차 살균 후 식품가공용으로 적합한 부원료 등(덱스트린)을 사용하여 Spary Dry를 통해 분말로 가공함.
- 본 공정을 통해 생산된 원료의 장점은 가열공정의 최소화로 생강 특유의 매콤함이 유지되어 최종 제품의 관능 품질을 일정하게 유지할 수 있음.

2. 생산공정 모니터링을 통한 품질관리 방법

[원료파트]

- 1차 제조공정에서 기술한 공정을 통한 생산 원료의 자사 품질 팀 내 미생물 검사 결과와 HACCP 기준, 생물학적 컨트롤 요소인 6가지를 입고 기준에 부합하는 원료로서 사용가능함을 확인함.
- 생강혼합분말 D의 일반 세균 실험결과 0 cfu/g 으로 확인.
- 대장균군 및 병원성 미생물 모두 음성으로 확인.

실험결과 보고서										작성	검토	승인				
										이승기	/	도인석				
제 목	원료 미생물 실험															
실험 자	이승기															
실험 기간	2017.06.23 ~ 2017.06.28															
실험 목적	원료 위해성 평가 실험															
정보	실험항목	일반세균, 대장균군, <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , Enterohemorrhagic <i>E. coli</i>														
	희석배율	10배, 100배, 1,000배														
업체명	원료명	제조일자/ (유통기한)	일반세균						결과 (CFU/g)	실험항목 및 결과						
			10 ¹ (CFU/plate)		10 ² (CFU/plate)		10 ³ (CFU/plate)			대장균군	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	Enterohemorrhagic <i>E. coli</i>
			1차	2차	1차	2차	1차	2차								
생강혼합분말D	2016.11.04	-	-	-	-	-	-	음성	음성	음성	음성	음성	음성	음성		

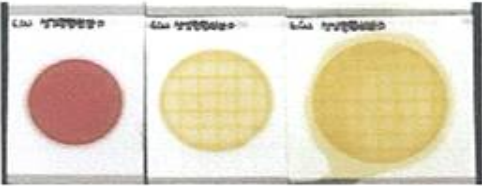


그림1. 생강혼합분말D 대장균군,
Listeria monocytogenes, *Staphylococcus aureus* 사진

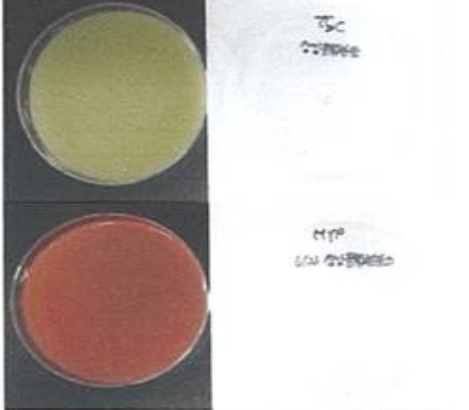


그림2. 생강혼합분말D *Clostridium perfringens* 사진
Bacillus cereus 사진



그림5. 생강혼합분말D 일반세균 사진

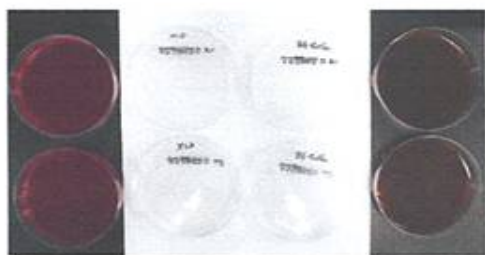


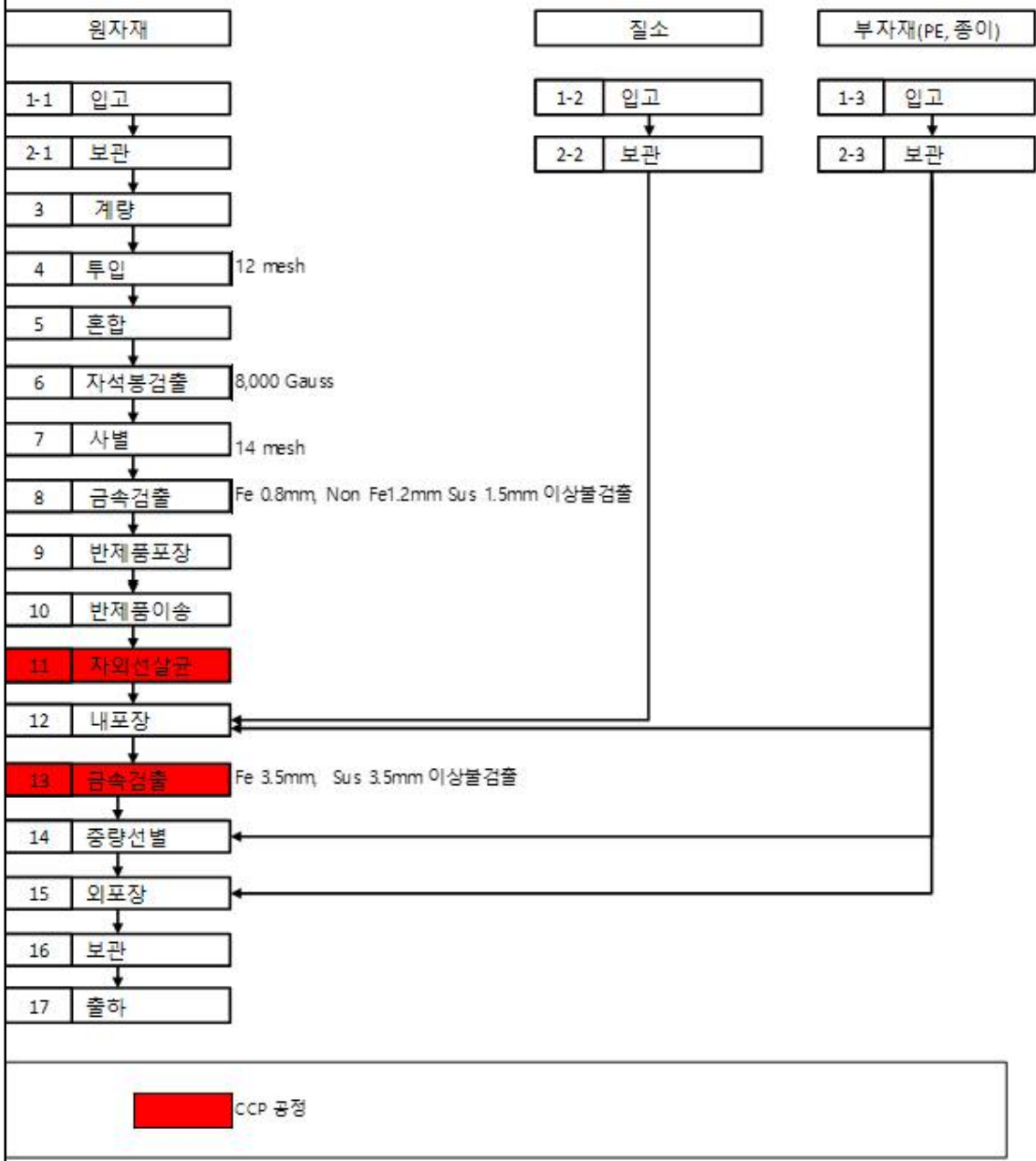
그림7. 생강혼합분말D *Salmonella spp.* 사진

- 관능 품질 및 성상, 외관, 수분함량(10%이하)기준을 충족하는 원료로 생산하며, 최종 생산물에서의 품질 기준을 통과하는 원료 생산 가능함.

[제품 품질관리 파트]

- HACCP 관리 기준으로 제품 생산 시 품질 관리 프로세스는 아래와 같음.
- 생강혼합분말의 입고 시 미생물 제어 확인 및 최종 제품단계에서 위해요소 관리를 통해 생산공정별 모니터링/관리를 실시하고 있음.

자동포장 - 고품차, 기타코코아가공품, 기타가공품, 커피



3. 제품 컨셉 개발 및 시제품 개발

- 생강은 특유의 향과 맛이 강하여 주로 생강차로서 섭취하나, 기호식품으로서는 큰 활용도가 떨어지는 식품소재임.
- 민간에서는 초기 감기증상이나 몸을 따뜻하게 하기 위한 소재로 활용하였고, 해외의 사례에서도 빵쇼와 같이 와인에 계피, 생강등을 넣어 끓여 따뜻하게 먹는 겨울용 음료로 활용되는 소재중 하나로 알려져 있음.
- 또한 식음료 시장에서 최근 디저트로서 초코와 생강, 계피등을 혼합한 초콜렛이, 멕시코

스타일의 스파이시 초코음료 등과 같은 새로운 타입의 초코제품에 대한 틈새시장이 형성되고 있음을 확인함.

표 1. 생강을 이용한 핫초코 제품군

제품	이미지	내용
Van houten 스페큐로스 5종 향신료 핫초코		<ul style="list-style-type: none"> ● “스페큐로스”에 사용되는 5종류의 스파이스(시나몬, 클로브, 카더멈, 육두구, 생강)을 이용한 핫초코.
Lindot Caffee 쇼콜라 스페큐로스 드링크(リンツ・ショコラスペキュロスドリンク)		<ul style="list-style-type: none"> ● 시나몬, 클로브, 카다뫼, 육두구, 생강. ● 5종의 향신료를 쇼콜라 핫초코와 함께 따뜻하게 먹는 음료-겨울한정/일본.
맥스브레너(국내) 멕시코 스파이시 밀크		<ul style="list-style-type: none"> ● 매콤하고 알싸한 맛의 핫초코로 토핑으로 스파이스가 혼합된 파우더 첨가해줌. ● 당도가 높아(약 30brix) 한잔을 모두 섭취하기에 부담스러운 맛.
코코브루니 진저 초콜렛		<ul style="list-style-type: none"> ● 한국야쿠르트가 운영하는 프렌차이즈 카페인 코코브루니에서 판매하는 진저 초콜렛, 은은한 생강맛과 초코의 향의 조화도가 높음.

- 생강의 “따뜻한”“전통스러운”속성을 젊은 층이 즐겨먹는 겨울 음료인 핫초코에 적용하여 단맛이 지배적인 초코제품을 다양한 연령층이 즐길 수 있는 제품으로 개발하여 국산 소재를 활용하여 다양한 소비자의 기호에 맞는 제품으로 출시하고자 함.

[핫 초코 제품 컨셉 개발]

1) 시장 배경 : 식품 시장 소비자 기호도 변화 : 핫초코 제품의 성장

- 칸타 월드 패널에 따르면 분말 핫초코가 성장률 32%를 기록하며 2015년 국내 소비재 성장 품목 TOP5에 올랐음.
- 이는 핫초코 주요 소비층이 어린이에 제한되지 않고 성인들까지 확대 됨이 이유다. 즉,

어린 자녀가 있는 가구 뿐 아니라 젊은 단독 가구와 성인가구, 중 장년 시니어 가구의 구매가 부쩍 늘어난 양상임.

- 아시아경제신문 16.1.28:

<http://view.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2016011213331541583>

2) 프리미엄 핫초코 시장의 성장

- 고급화된 원재료를 추구하는 소비트렌드는 핫초코 품목군에도 적용, 2015년 1월 YTN 뉴스 등을 토대로 소비자 기호도 변화는 프리미엄, 리얼함, 고품량 카카오 등이 키워드가 되는 제품에 대한 니즈를 확인함.
- 본 개발팀은 프리미엄 초코 제품 제품을 기본으로, 본 과제에서 개발한 생강을 활용한 새로운 컨셉의 제품 개발을 진행하였음.



그림 2. 2014-15년 겨울 카카오 함량에 따른 제품 매출 추이 분석(YTN)

3) 핫초코의 중요한 속성은 맛, 카카오 함량

- 시장 세분화 과정에서 소비자들은 초코제품 구매 시 중요한 속성은 맛(34.1), 브랜드(17.3%), 카카오 함량(16.9%)로 응답하였고, 1위의 맛과 3위의 카카오 함량은 관능적 품질에 영향을 주는 요소로 앞서 확인한 카카오 함량이 높은 프리미엄 제품에 대한 선호도가 큰 것을 확인 할 수 있었음. (2013 가공식품 세분화 시장-초콜릿편)

[각 변수 별 Segmentation]

- 심리적 변수_비싼 값이라도 프리미엄 상품을 가치로 추구하는 라이프스타일.
- 구매 행동적 변수_근처 마트에서도 쉽게 구할 수 있으며 쉽고 간단한 음용 방법 선호, 주요 성분 함량(코코아분말)을 비교하고 제품 선택하여 구매.

- 인구 통계적 변수_코코아 함량이 높은(17%이상) 핫초코를 구매하는 2030세대.
 - 틈새시장_초코&생강으로 기존 핫초코 시장에 새로운 조합을 시도.
- 즉, 코코아 함량이 높으며 새로운 초코와의 조합을 기대하는 2030 소비자들에게 프리미엄 핫초코를 제공함으로 시장에 진입함.

[Targeting]

- 코코아 함량이 높은 진한 초콜렛 맛의 핫초코를 선호하는 2030 남녀 타겟.
- 핫초코의 진한 단맛을 싫어하는 성인 남녀 타겟 가능.
- 동서양에서 공통적으로 사용되어온 소재인 생강을 응용, 성인을 위한 프리미엄 핫초코.

[Positioning]

- 코코아분말 함유(%)를 높여 프리미엄 상품으로 포지셔닝.

[컨셉 포인트]

- 정통 유럽스타일의 핫초코.
- 달콤하고 진한 초코와 은은한 생강의 황금비율로 더 따뜻하게.
- 풍부한 거품으로 부드러운 질감.

4. 원료와 첨가물과의 배합비 결정 및 제조원가설정

- 주원료 선정 : 카카오, 초콜렛분말, 생강혼합분말 D 등
- 부원료 선정 : 정백당, 우유성분 등

[배합비 및 방향 선정 테스트]

- 진한 생강, 은은한 생강, 생강을 맛을 잘 보완해주는 계피를 사용한 샘플 3가지 방향으로 1차 배합비 설계를 진행.
- 개발팀 내 테스트에서 진한생강과 생강&계피 방향으로 방향 축소 : 은은한 생강은 초코가 메인이 되는 제품에서 생강고유의 맛이 잘 표현되지 않을 수 있어 생강의 느낌을 살리는 방향으로 결정, 생강맛의 강도 조절 (0.2-0.4% 내외에서 조절, 최종 0.3% 설정).

- 생강의 매운맛을 초코와 잘 어우러지도록 알싸하지만 부드러운 식감을 느낄 수 있도록 우유성분 및 거품형성 정도등에 초점을 두어 배합비 설정.
- 향미 부분 역시 날카로운 매운 향을 보정하고자 바닐라 향을 선택.

표 2. 배합비 설정 과정

쇼콜라&진저	진한생강(최종)	은은한생강	생강&계피			
원재료명	함량(%)	함량(%)	함량(%)			
코코아분말	15	15	15			
초코릿분말	3	3	3			
포밍파우더	세부 배합비는 공개불가					
가공유장분						
식물성크림분						
탈지분유						
변성전분						
바닐라향						
설탕						
효소처리 스테비아						
소금						
이산화규소						
구아검	세부 배합비는 공개불가					
생강혼합분말D				0.3	0.14	0.2
계피				*	*	0.1
30g/ 1개당 금액 소비자가 대략기준으로 1차 원가 설정				300원	280원	290원

(원가율은 공개불가/원가+이익률+유통비등을 포함한 소비자가기준)

5. 용해도 측정 및 최적화

- 초코 제품은 카카오 함량, 유화성분(레시틴 등) 추가여부에 따라 용해편차가 큼.
- 생강을 적용한 카카오 제품의 개발 목표는 프리미엄 핫초코 제품에 건강에 좋은 소재인 생강을 접목하여 성인들도 즐기는 제품을 개발하는데 그 초점이 있음.
- 카카오 함량이 10%인 대부분의 시장 제품과 비교 시 개발 샘플은 함량이 15% 내외로 분산정도는 떨어지는 단점은 있으나, 온수 적용 상품으로 일반 성인들이 타서 섭취하는데에는 무리가 없다는 판단이 있음.
- 하지만, 본 연구팀은 최근 시장에서 아이스 초코 제품이 주목 받고 있는 점에 집중하여,

냉온수에 동시 적용 제품을 추후 검토하고자 함.

6. 제품의 맛, 향, 색등의 관능검사

- 1) 관능 패널을 대상으로 (진한) 생강 vs 생강&계피에 대한 샘플의 기호도 관능검사를 실시.
- 조사 방법은 미각이 예민한 담터 내 직원 16명을 대상으로 기호도 검사 및 관능이 제품의 컨셉에 부합하는지 등을 5점 척도 법으로 조사하였음.
- 샘플의 제조는 제품의 권장 섭취방법에 맞추어 샘플 30 g을 온수 135 ml에 녹여 샘플을 블라인드로 라벨하여 제공, 각 샘플 간에는 생수로 입을 헹구어 테스트 하도록 안내하였음.
- 두 샘플간의 선호도, 컨셉 일치도 등에 있어 T-test 결과 95% 수준에서는 유의적인 차이는 없었음.
- 생강 맛 기호도와 컨셉 일치도 부분에서 평균치가 조금 더 높고, 생강의 맛을 더 잘 발현하기 위해 사용한 계피 원료가 생강의 맛 표현에 있어 방해적 요소가 된다는 점을 확인하였음.
- 따라서, 진한 생강 방향으로 최종 배합비 설정

표 3. 관능검사 결과 평균점수

p value : 엑셀 T-test로 확인

	생강&계피	생강	p value
초코의 향미	3.69	3.38	0.231
조화도	3.13	3.25	0.743
바디감	3.63	3.69	0.826
단맛	3.69	3.56	0.643
생강맛	2.88	3.19	0.632
컨셉일치도	3.00	3.20	0.51

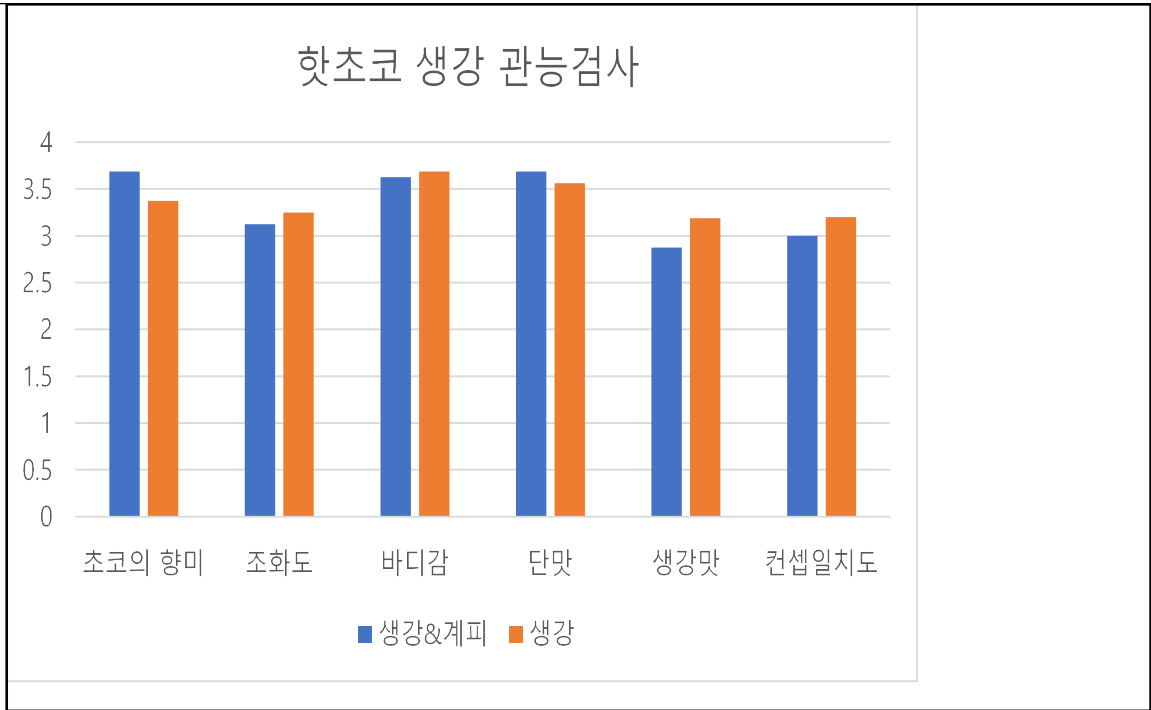


그림 3. 핫초코 생강 제품 관능검사 결과

- 본 과제를 통해 최종 개발, 생산제품은 현재 담터 “쇼콜라쇼 핫초코 진저”로 16년 겨울 출시되어, 국내외 유통 중임.
- 포장단위는 30 g * 10포, 20포로 2가지 타입.
- 식품의 유형은 기타코코아 가공품으로 담터(경기도 포천시 소재) 공장에서 식품위생, 안전성 등 법규에 맞는 제품으로 생산되어 소비자들에게 판매 중임.
- 핫초코의 특성상 겨울 상품의 성격이 강하여 4계절 섭취할 수 있는 냉온수 적용 상품으로 추가 개선 검토가능성을 열어두고 있음.

제품명	쇼콜라쇼 핫초코 진저	식품유형	기타 코코아 가공품
업소명 및 소재지	(주)담터 경기도 포천시 신북면 청신로 2097번길 85-8		
유통기한	측면 상단표기일까지	내용량	600 g(30 g x 20입)
원료명 및 함량	식용 팜유(우대폴린드산), 포도당시럽, 식용유(자코코넛유, 밀대유, 우유분말, 제1인산칼슘), 코코아분말 15%(네덜란드산), 탈지분유(미국산), 가공유장분(가공유장분농축유장국산, 유청분말(미국산)), 식물성글루텐, 향신료, 초콜릿파우더 3%(벨기에산), 귀아검, 정제염, 합성향료(와닐린), 생강혼합분말 0.3%, 생강(국산)추출액 49.10%, 호스차리스타비아, 우유, 대두 함유		
포장재질	내포장재질-폴리에틸렌(PE)	품목보고번호	19710372001219
주의사항	• 본 제품은 호두, 땅콩 및 복숭아를 사용한 제품과 같은 제조시설에서 제조하고 있습니다. • 직사광선을 피하여 통풍이 잘되는 서늘한 장소에 보관 하십시오. • 본 제품은 공정거래위원회 고시 소비자분쟁해결기준에 의거 교환 또는 보상받을 수 있습니다. • 부정불량식품 신고는 국번없이 1399		
반품 및 교환처	구입처 및 제조사		
음용방법	온수(전약35 ml)에 본 스틱 제품 1포(30 g)를 넣고 잘 저은 후 드십시오.		

- 국내 주요 판매처 : 이마트 및 롯데 마트/ 온라인 오픈마켓 및 소셜(쿠팡 등)

http://www.ssg.com/item/itemView.ssg?itemId=1000020011810&siteNo=6001&salestrNo=2034&tidSrchWd=쇼콜라쇼 진저&srchPgNo=1&src_area=ssglist

- 신라 (인터넷)면세점 입점 :

<http://www.shilladfs.com/estore/kr/ko/Foods/Processed-Food/Coffee-Tea/p/3315816>



달콤한 초코와 은은한 생강의 완벽조화
쇼콜라쇼 핫초코 진저

달콤한 초코와 은은한 생강의 황금비율로 더욱 *Warm* 하다!

초코 함량 18%(고코아분말 15%, 초콜릿파우더 3%)로 더욱 *Dark* 하다!

풍부한 거품으로 목넘김이 더욱 *Soft* 하다!

☺ 명작과 함께 즐기는 풍미 가득한 핫초코 ☺

Chocolat chaud Hot choco Ginger

르누아르 : 이레느경 단베르양의 초상화
정통 프랑스풍의 쇼콜라쇼는 귀족 아가씨가 사랑한 오후의 티 타임에 어울릴 것 같은 우아한 맛입니다. 그녀와 함께 달콤한 초코와 은은한 생강의 황금비율로 더 맛있는 쇼콜라쇼를 즐겨보세요.

7. 추후 제품의 개선사항

- 핫초코의 특성상 겨울 상품의 성격이 강하여 4 계절 섭취할 수 있는 냉운수 적용 상품으로 추가 개선 검토 가능성을 열어둠.
- 1협동기관의 연구진이 유동층과립기로 중간소재로써의 생강 분말을 제조하여 냉수에서의 분산도를 측정하였으며, 분말의 zeta potential 평균 값은 -23.76mV 이었음. 분산안정성을 높인 생강 중간소재의 배합비율로써 함량을 증가시킬 수 있도록 3차년도에 계속해서 제품을 개선할 예정임.

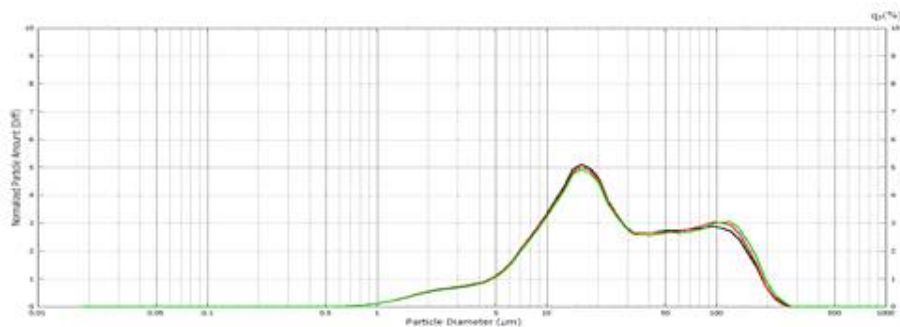
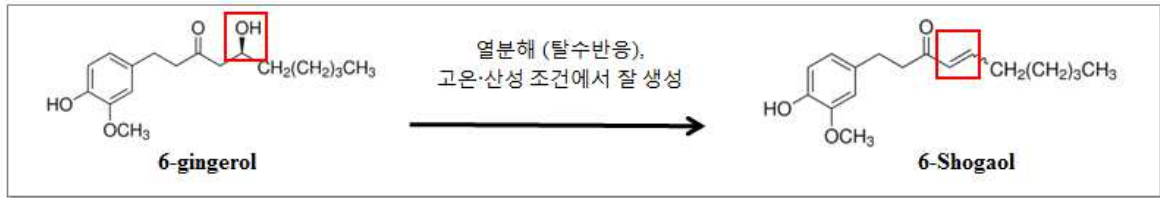


그림. 생강의 입도분석 결과

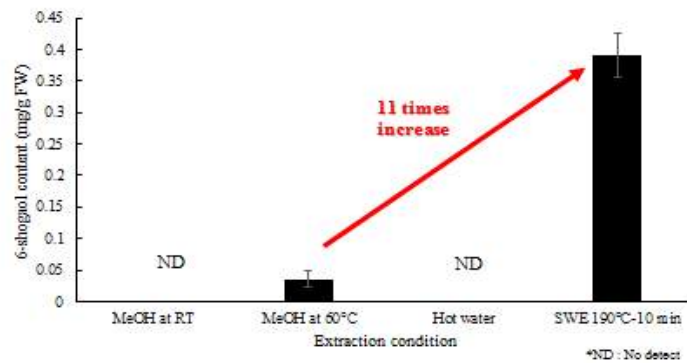
- 아임계수 추출을 적용한 생강 추출물의 중간소재의 배합비율로써 함량을 증가시킬 수 있도록 개선할 예정임. 생강의 기능성 성분인 쇼가올은 항산화능, 항암, 항염 효과가 높

아 기능성이 강화된 중간소재로써 이용 가능성이 높음.

- 아임계수 추출시 아임계수 추출 조건에서는 활성이 높은 쇼가올이 진저롤에서 전환되어 더욱 높은 함량으로 추출됨.



- 아임계수 추출물의 쇼가올 함량은 기타 유기용매나 고온 추출에서보다도 11배 높은 추출물을 나타내는 우수한 결과임.



- 현재 아임계수 Pilot-scale 추출 결과에서도 생강 추출물의 중간소재는 추출효율이 매우 높게 나타나, 관련 기술은 1차년도 특허출원을 하였음. 따라서 높은 잠재적 가능성이 있어 계속해서 산업적 적용 가능성을 검토 중임.

[단호박]

1. 표준화된 원료생산 공정 개발

- 일반적으로 단호박 분말 원료 생산 공정은 수확-세척-탈피-(증숙)-건조-분말의 형태로 가공되어지며 이에 따른 관능적, 미생물적 관리가 중요한 지표가 됨.
- 단호박은 가식부위 자체, 즉 과육을 섭취하는 식품이므로 추출 등의 방법보다는 직접 가공과정에서, 단호박의 관능적 요소를 유지하되, 미생물적 관리가 용이한 방식을 본 공정 개발의 목표로 설정하였음.

[단호박 분말의 원료생산 공정 개발]

원료-> 절단/탈피/종자제거/세척->건조->원료혼합-> 압출성형(알파화): 100°C-> 분쇄

- 알파화 과정이 추가되어 단호박 원료 자체 가공 과정 중의 미생물 제어 및 호화과정을 통해 소비자가 직접 섭취시 관능상 선호도가 높음.
- 알파화된 단호박의 형태는 다음과 같음(형태 확인을 위해 test)



그림 4. 단호박 큐브의 알파시킨 형태

- 본 연구팀은 1차적으로 단호박만을 알파화 시키는 것과 최종 완제품에서의 색상품질 또한 원료개발의 지표중 하나로 설정하였음.
- 흰색계열의 “마”와 “옥분”을 같이 사용하여 알파화시킨 원료의 맛, 색상, 가공 능력등을 최적화 하는데 집중하였음.
- 부가적으로 마의 경우에도 뿌리식품이 가지는 미생물 제어의 어려움을 알파화 가공 공정을 통해 최종 원료에서의 색상, 맛, 미생물의 효율적 제어까지 가능함.

2. 생산공정 모니터링을 통한 품질관리 방법

[원료파트]

- 개발 공정을 통한 생산 원료의 자사 품질 팀 내 미생물 검사 결과 HACCP 기준, 생물학적 컨트롤 요소인 6가지 입고 기준에 부합하는 원료로서 사용가능.
- 일반 건조를 통해 생산된 단호박 분말의 미생물 실험 결과, 식품공전상 기준 규격이 설정되어 있는 대장균등은 음성이나, 일반세균 증식의 제어에 어려움이 있음.
- 실험 결과 단호박 분말의 일반세균수 평균치는 325,800 cfu/ml이며 대장균군, 리스테리아, 장출혈성 대장균은 음성으로 식품원료로서는 적합함.

[일반 건조-단호박 분말 : 미생물 검사 결과서]

실험결과 보고서										작성	검토	승인
제 목	원료 미생물 실험											
실 험 자	이 병 준											
실험 기간	2016.10.07 ~ 2016.10.10											
실험 목적	원료 미생물 실험											
정보	실험항목	일반세균, 대장균, 리스테리아, 장출혈성대장균										
	희석배율	100배, 1,000배, 10000배										
	업체명	제품명	제조일자/ 유통기한	실험 항목 및 결과					대장균 (음성)	리스테리아 (음성)	장출혈성 대장균 (음성)	종합결과 적합/부적 합
				일반세균(CFU)				결과 (CFU/ml)				
	10 ⁻²		10 ⁻³									
	1차	2차	1차	2차								
		마분말1	2016.10.04	16	13	1	1	1,450	음성	음성	음성	적합
		마분말2	2016.10.04	53	46	4	5	4,950				
		마분말3	2016.10.04	32	24	2	3	2,800				
		마분말4	2016.10.04	78	72	9	7	7,500				
		마분말5	2016.10.04	62	49	4	5	5,550				
		단호박분말1	2018.09.29	TNTC	TNTC	517	534	525,500	음성	음성	음성	적합
		단호박분말2	2018.09.29	TNTC	TNTC	588	580	584,000				
		단호박분말3	2018.09.29	TNTC	TNTC	127	127	127,000				
	단호박분말4	2018.09.29	TNTC	TNTC	184	183	183,500					
	단호박분말5	2018.09.29	TNTC	TNTC	225	193	209,000					

[알파건조-단호박 분말 : 미생물 검사 결과서]

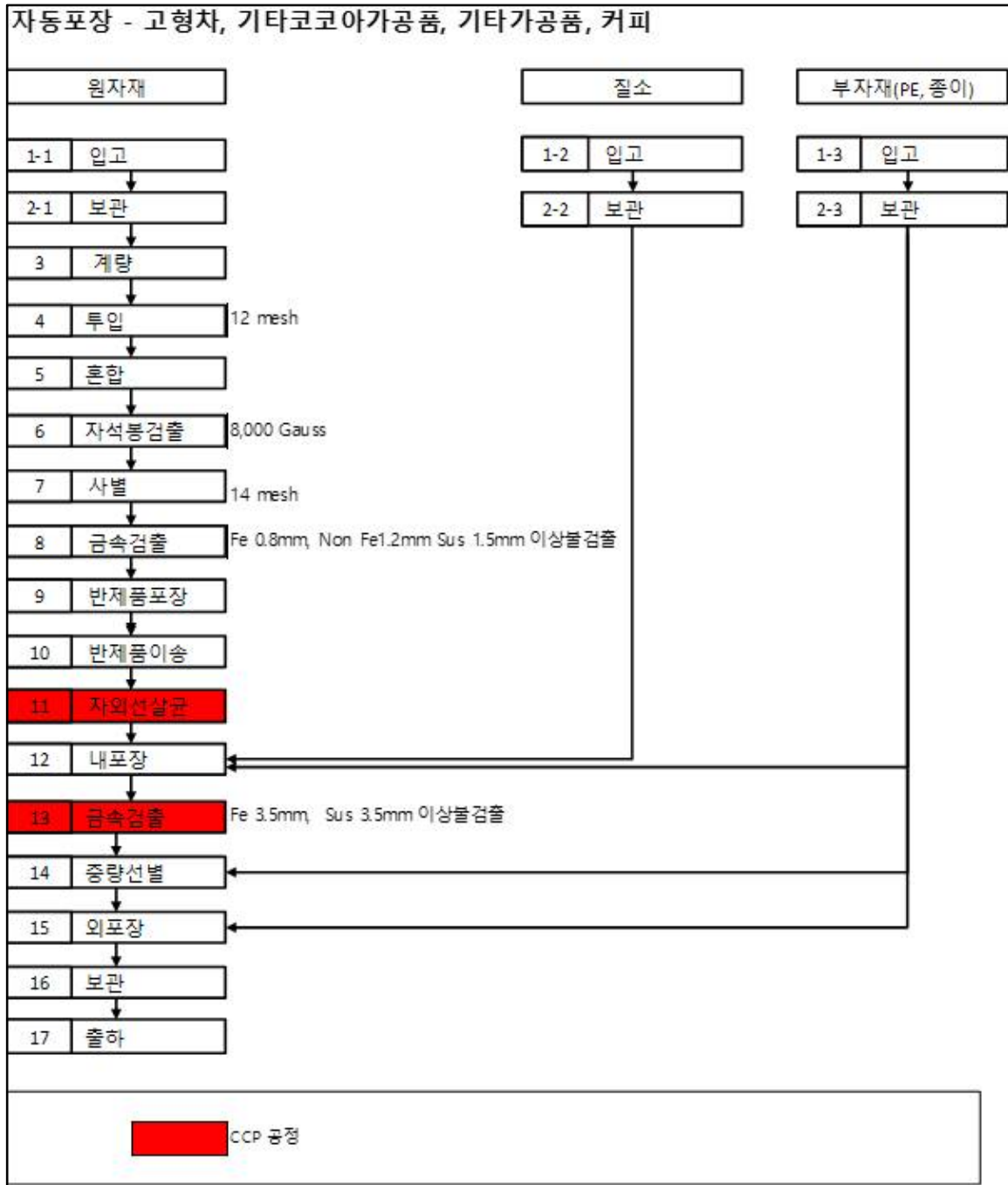
- 알파화 시킨 : 단호박 마알파옥분의 경우 일반세균 평균 10 cfu/ml로 일반건조 샘플링 과 비교시 일반세균수의 차이가 확연히 있음을 확인할 수 있음.

제 목	원료 미생물검사										
실험자	이병준										
실험기간	2016.09.09 ~ 2016.09.12										
실험목적	단호박알파옥분3 미생물검사										
정보	실험항목	일반세균, 대장균군, 진균, 리스테리아									
	희석배율	10배, 100배									
실험결과	실험항목										
	시료명	일반세균			진균			대장균군	대장균	리스테리아	결과
		1차	2차	평균	1차	2차	평균				
단호박알파옥분	20	20	20	10	-	5	음성	음성	음성	적합	

[제품 품질관리 파트]

- HACCP 관리 기준으로 제품 생산시 품질 관리 프로세스는 아래와 같음.
- 단호박 원료의 입고시 미생물 제어 확인 및 최종 제품단계에서 위해요소 관리를 통해

생산 공정별 모니터링/관리를 실시하고 있음.



3. 제품 컨셉 개발 및 시제품 개발

- 님터에서 기존 판매 중이었던 “단호박마차”제품은 단호박을 간편하게 섭취할 수 있는

장점이 있어 소비자들에게 인기리에 판매되는 상품으로, 중소기업의 유사상품 출시로 소비자 선택에 있어 혼란이 추가된 상황임.

[담티 단호박마차]

- 식사대용의 단호박차 : 죽+스프보다는 간편하게 즐길 수 있는 차.
- 타겟은 남녀노소 즐기는 간식.
- 쌀 소비가 줄어들면서 대체 작물중, 식이섬유가 풍부하고 GI가 낮아 다이어트 식품으로 알려진 고구마, 단호박에 대한 선호도가 높아지고 있음.
- 단호박은 한식, 서양식 요리에도 활용도가 높아 소비자 선호도가 높은 식품소재.

[각 변수 별 Segmentation]

- 심리적 변수_원물 간식, 천연 식품등에 대한 소비 욕구 증대.
- 구매 행동적 변수_쉽고 간단한 음용 방법 선호.

[Targeting]

- 자연의 맛을 즐기는 소비자층 : 단호박 자체의 색과 맛이 풍부한 제품.
- 간편하게 단호박을 즐기고자 하는 소비자.

[Positioning]

- 간편한 식사대용 단호박 차.

[컨셉 포인트]

- 달콤하고 진한 단호박의 맛.
- 부드러운 질감.
- 식감을 자극하는, 단호박 자체의 노란색 그대로.

4. 원료와 첨가물과의 배합비 결정 및 제조원가설정

- 주원료 선정 : 단호박, 마
- 부원료 선정 : 정백당, 우유성분 등

[배합비 및 방향 선정 테스트]

- 기존 제품을 원료 가공방식을 변경하여 전체 원료 안정성 확보, 관능적 선호도를 높이는 방향으로 개발 방향을 설정하였음.
- 단호박 함량은 증량하여 맛을 더 진하게 표현하되, 질감 및 농도, 색상 등을 지표로 설정, 개발을 진행하였음. 표준은 기존 제품을 기준 이상으로 진행 목표로 설정하였음.

표 4. 배합비 설정 과정

	1 차	2 차
단호박마알과옥분	25	36.11
단호박분말	15	8.889
식물성크림	자세한 배합비 공개불가	
유청분말		
정백당		
소금		
1 포당 소비자가	320 원	350 원

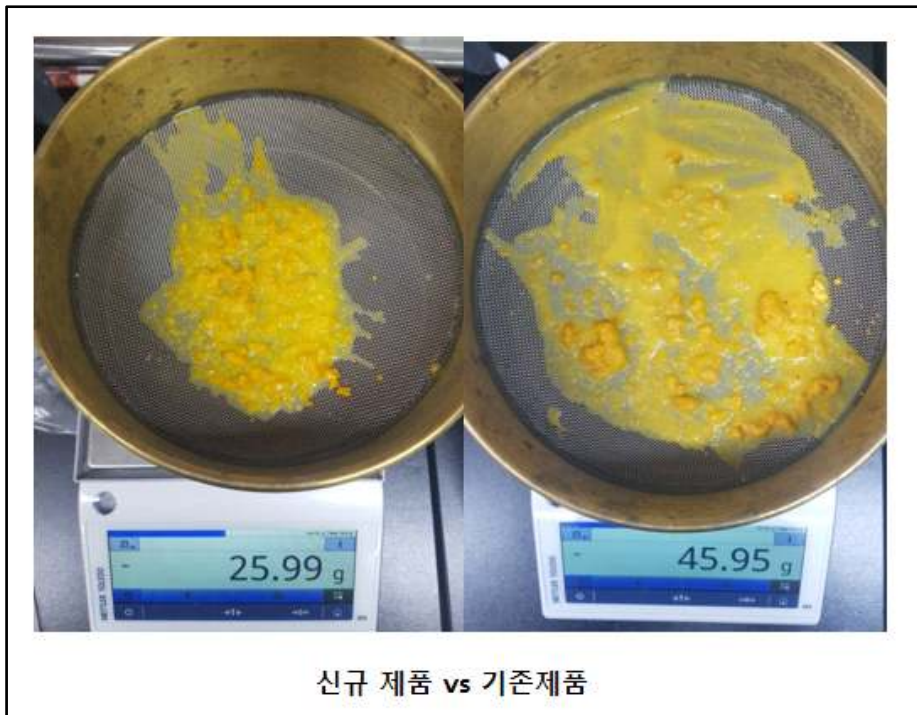
(원가율은 공개불가/원가+이익률+유통비등을 포함한 소비자가기준)

5. 용해도 측정 및 최적화

- 곡물, 서류를 원료로 사용하여 온수에 적용하는 제품의 경우 용해도는 원료들 간의 뭉침 현상으로 인해 잘 풀어지지 않는다는 것임.
- 소비자들이 일반적으로 섭취하는 조건으로 1차 테스트를 실시하였음.
- 각 샘플을 컵에 담은후, 정량의 물에 혼합, 일반 소비자들이 섭취하는 방법과 같이 티스푼으로 20회 저어줌.
- 내용물이 뭉쳐진 정도를 육안으로 확인/20mesh에 걸러 남은 양의 무게를 측정함.
- 개선 샘플과 기존 샘플의 풀어짐, 뭉쳐지는 정도를 확인, 기존 샘플의 뭉침 양이 많고 (약 40% 차이), 뭉침 덩어리도 조금 더 크게 눈에 띄는 것을 확인 할 수 있었음.
- 알파화한 원료 함량이 높은 개선샘플이 호화 속도가 빨라, 용해도 측면에 기여한 것으로 유추됨



그림 5. 1회 분량의 온수를 투입한 직후



신규 제품 vs 기존제품

6. 제품의 맛, 향, 색등의 관능검사

- 관능 패널을 대상으로 단호박마차 샘플의 기호도 관능검사를 실시
- 조사 방법은 미각이 예민한 담터 내 직원 16명을 대상으로 기호도 검사 및 관능이 제품의 컨셉에 부합하는지 등을 5점 척도법으로 조사하였음(2차 테스트시 9점 척도법으로 변경/내부 검사 방식 변경).

- 샘플의 제조는 제품의 권장 섭취방법에 맞추어 샘플 17 g을 온수 90 ml에 녹여 샘플을 블라인드로 라벨하여 제공, 각 샘플간에는 생수로 입을 헹구어 테스트 하도록 안내하였음.
- 1차 배합에 따른 샘플양상 : 단호박의 색상이 탁하게 표현되어 외관 기호도에서 식감이 떨어지고, 점도, 단호박맛등 요소에서 선호도가 낮게 평가되었음(샘플A 는 기존제품).

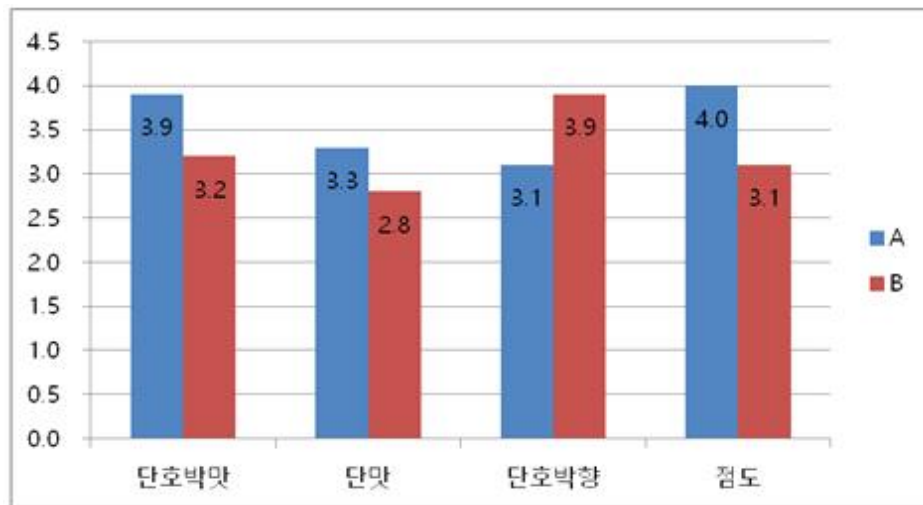


그림 6. 1차 샘플링-관능검사 결과

- 자세한 의견으로는 A가 맛, 향, 색, 조화도가 좋음.
- 샘플 B(1차 배합)는 향은 구수하기는 하나, 점도가 낮고, 단호박 물을 마시는 느낌, 색상에 대한 불만, 바디감이 약한 부분이 문제점으로 나타났음.
- 관능에 부정적 영향을 미치는 단호박 분말 함량을 줄이고, 알과화 시킨 단호박 함량을 증량한 2차 배합 샘플을 제작하여 같은 방식으로 관능검사를 진행하였음.
- 외관적 차이는 크지 않고, 단호박 향미, 바디감과 맛의 조화도등에 초점을 맞추어 최적의 배합비를 설계, 기호도 검사 기존대비 선호도가 높은 제품으로 확인되었음.

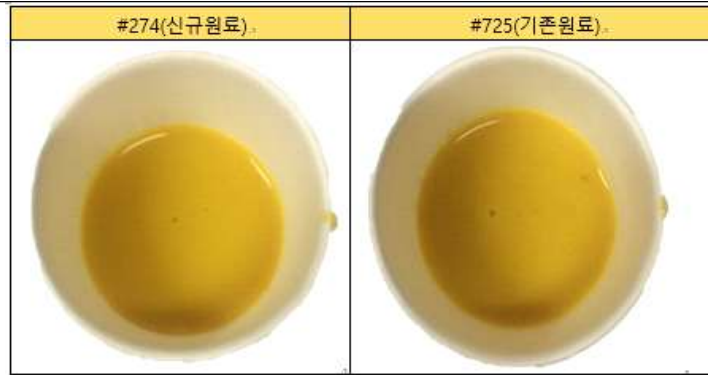


그림 7. 신규원료 적용 및 기존 원료 적용 제품 외관

표 5. 단호박마차 개선제품(2차배합) 관능검사

	신규(2차배합)	기존	P vlaue
외관	6.33	6.08	0.611863
단호박향미	6.67	4.67	0.000472
바디감	6.33	4.5	0.012324
이미이취	6	3	0.000201
조화도	6.08	3.75	0.003121
전반적만족도	6.67	3.5	0.00001

- 관능 항목 중 이미이취는 기존 대비 많이 개선되었음을 알 수 있음.

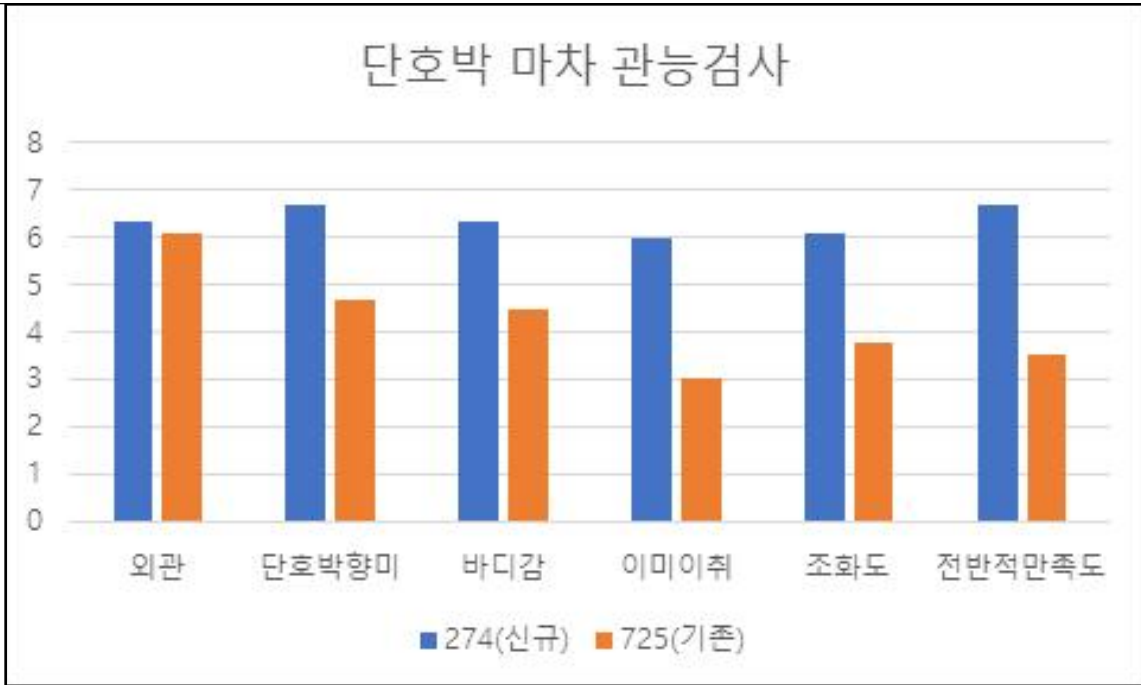


그림 8. 단호박마차 신규 개발 샘플 관능검사

- 본 과제를 통해 최종 개발, 생산제품은 17년 상반기 업그레이드된 담터 “단호박마차”로 국내외 유통 중임.
- 포장단위는 17 g * 15/30/50/80 등 다양한 포장 단위로 판매 중임.
- 식품의 유형은 고풍차, 담터(경기도 포천시 소재) 공장에서 식품위생, 안전성 등 법규에 맞는 제품으로 생산되어 소비자들에게 판매 중임.
- 국내 유통사, 오픈마켓, 신라면세점 입점
(<http://www.shilladfs.com/estore/kr/ko/Foods/Processed-Food/Coffee-Tea/p/3315819>)

2. 제품 컨셉 개발 및 시제품 개발

- 2015년 가공식품-다류-시장현황 조사에서 소비자들이 가장 빈번하게 구매하는 차는 티백차-차음료 순으로 구매 빈도가 높으며, 구매에 영향을 미치는 요소는 매장에서 주로 즉석에서 결정하는 행태가 많았다.
- 전세계적인 환경오염으로 인해 물, 공기 등의 대기오염은 확산이 빨라 일부 지역만의 제어가 힘든 상황임.
- 최근 국내에서 황사, 미세먼지 등에 대한 이슈가 사회적으로 대두되며 손, 안구 세정제, 마스크, 안경, 공기청정기 등의 제품의 매출이 급상승하고 있으며, 야외활동을 대체할 수 있는 서비스업도 호황을 누리고 있다.
- 의료 분야에서는 기관지, 기침 등에 특화된 병원의 방문과 용간산 등 목과 호흡기에 특화된 상품들의 판매가 증가하고 있는 추세이다.
- 국내 식품분야에서는 목캔디, 호올스 등 캔디 형태의 제품들이 있으며, 배, 도라지, 맥문동, 모과 등이 전통적으로 목과 호흡기 질환에 많이 사용되는 소재이다. 건강기능식품 중에는 프로폴리스가 호흡기에 효과가 있는 것으로 상용화되어 있다.
- 차를 많이 마시는 문화를 가진 중국에서는 청폐차라는 제품이 있으며, 이를 컨셉으로 삼아 호흡기, 목, 폐에 효능을 갖는 제품을 기획하게 되었다.

[그림 4-1] 2015년 구입 경험이 있는 다류

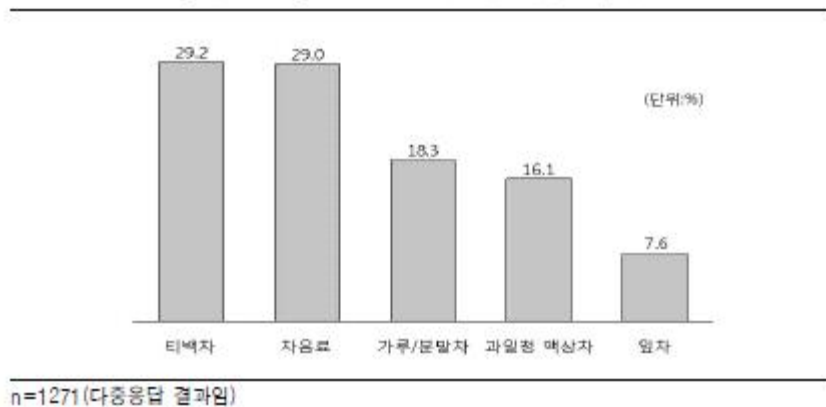


표 1. 호흡기에 효능을 갖는 의약외품군

제품/구분	주요 성분	특징
용각산/의약품 분말제형	감초가루 8.3mg/길경가루 11.7mg/세네가 가루 0.5mg / 행인 0.83mg	
용각산 쿨/의약품 과립제형	길경가루 14.0mg 세네가가루 0.7mg 감초가루 17.0mg 행인가루 2.5mg 인삼가루 14.0mg 아산약 1.4mg 노스카핀 5.0mg	인삼 추가 기관지내 점액인 뮤신(mucin)분비를 증가시킴. 뮤신은 목내 약 6억개의 섬모운동을 촉진, 섬모에 미세먼지와 이물질을 걸러 주어 가래로 배출.
평강탕/한약	인동덩굴꽃, 맥문동, 사삼, 창이자, 권백, 숙지황	기침, 폐(아토피)에 특화된 편강한의원.
목캔디/캔디류	백설탕, 물엿, 합성착향료(페퍼민트향, 허브향, 허브캔디향, 쿨링향, 유칼립투스향), 허브추출물, /모과추출물0.3%(고형분5.3%), 허브추출물0.26%(고형분	국내

	57.4%)	
목사랑 캔디/ 캔디류	매일추출물(94mg), 허브엑기스, 설탕, 물엿, 산미료	일본제조 19가지 천연허브향 배합
호올스/캔디류	설탕, 구연산, 멘솔 0.2026%, 유칼립 투스 오일0.08%	수입품/글로벌 목 캔디

표 2. 호흡기에 효능을 갖는 농축액/음료타입 제품군

제품명	함량	특장점
배도라지차(복음자 리) 610g/7500원, 470g/6600원	당침모과채, 도라지9.5%, 배 농축액 2%	도라지채, 모과채 사용
목사랑 도라지(폴비 타) 120g/35000원	도라지 농축액(63brix) 70%, 배 농축액(70brix) 30%	농축액으로 배+도라지 혼합
떠먹는 배.도라지칭 (한살림) 230g (19000원)	배65%(국산/무농약),도라지칭 25%(도라지100%/국산/무농약), 꿀10%(국산)	무농약 소재 사용
참살이 모약골 도라 지칭 200g/4만원	도라지 100%	전통식품 품질인증전북대학교 바이오식 품연구센터 공동기술개발.
풀무원 녹즙 도라지 80ml/2000원	정제수, 프락토올리고당, 약도 라지농축액 4.2%(고형분50%, 약도라지:국산), 대추농축액(대 추:국산), 텍스트린, 배농축액, 청도감추출농축액, 더덕농축 액, 페퍼민트추출분말, 레몬 과즙, 홍삼농축액, 산탄검, 프 로폴리스	목이 시원한 하루 : 민트
올바른 도라지 배즙 (올바른즙 올즙) 100ml *30개/15900원	배 95%, 도라지 4.8%, 생강 0.2%	국산나주배/3년이상 도라지/가마솥 방식

표 3. 호흡기에 효능을 갖는 침출차타입 제품군

제품명/브랜드	함량	특장점
도라지차/쌍계	도라지(국산) 100%, 0.7g 티백 1g(피라미드 티백)	김동곤 명인이라는 타이틀, 국산 도라 지, “환절기에 마시면 좋은차” 목을 상쾌하게/
도라지 생강차/순작	도라지(국산) 50%, 생강(국산) 50% : 0.7g 티백/ 유성식품 가공 제조원 다농원	목과 기관지에 널리 사용되어온 도라 지와 생강, 설탕없이 즐긴다.
도라지차/오설록	도라지(국산) 100% 1.5g	목에 좋은 도라지/피라미드 티백으로 고급선물.

[소재검토]

- 도라지: 목, 기관지에 대표적으로 사용되는 식품재료로, 도라지의 사포닌이 기관지의 점액분비를 증가시켜 가래를 묽게 해주는 효과가 있다.
- 배: 배에 함유된 루테올린 성분의 항염효과로 인해 호흡기에 효과적이다.

- 모과: 비타민C가 함유되어 있어 면역강화효과가 있다.
- 대추: 달고 따뜻한 성질이 있어 비위를 편안하게 하고 진정효과가 있으며, 코막힘에 좋은 소재로 알려져 있다.
- 진피: 껍껍질로 성질이 따뜻하여 폐와 비장에 좋은 소재이다.
- 맥문동: 수분이 많아 진액을 보태주는 작용을 하고, 이는 폐와 심장의 열을 내리고 건조 증상을 완화시켜준다. 천식, 마른 기침등에 효과적이며 식품에는 제한적으로 사용되는 원료이다.
- 기타: 계피, 생강 등은 목이 건조해 지는 것을 막아주며, 사과, 감귤, 살구, 감, 땅콩, 밤, 호두, 잣, 대추, 달걀, 우유, 꿀 등이 기관지에 좋은 소재로 알려져 있다.

[온기가득 더덕생강차 제품 컨셉 개발]

1) 개발 배경

- 2016년 한국농수산물통공사의 가공식품 다류시장현황자료에 따르면 소비자들이 가장 빈번하게 구매하는 차 1순위가 티백차 형태로 조사되었다.
- 침출차는 맑고 깨끗하며, 식수대용에 가까운 제품군으로 누구나 부담없이 즐길 수 있는 특징이 있다.
- 티백은 사무실에서 대용량으로 구매되고 있으며, 최근에는 삼각티백 형태의 고급형 제품도 많이 소비되고 있고, 수입을 통해 해외 침출허브차도 많이 소비되고 있다.
- 전통소재 티백차는 저관여 상품군으로 천연소재가 주는 건강한 느낌, 기능에 대한 기대치를 가지고 구매가 되는 시장이다.

표 4. 침출차 타입별 비교

구분	대중형	고급형	고급형
포장	부직포 티백	삼각 티백	스틱 인퓨저
원료	원료 자체 블렌딩 (현미녹차 등)	허브티/블렌딩 위주	홍차 위주
맛	구수한맛, 거부감이 특별히 없음	원료 자체맛-페퍼민트, 루이보스, 캐모마일등 각각의 맛과 향이 강한 원료로 호불호가 있는상품	홍차/서양 상품 위주

표 5. 침출차의 장단점 비교

장점	단점
천연소재, 원물소재로 건강 좋음	맛의 다양성 확보가 부족하다
침출차이므로 칼로리 거의 없음	천연소재로, 원물 상태에 따라 편차가 있다
식수대용, 시간에 구애받지 않고 마실수있다	표현하기 어려운 맛이다.
티백이라 자체로서 간편하다	원료 신뢰도는 얼마나 되는가?
카페인이 없어 좋다	무엇을 넣었는가?

2) 침출차 시장상황

- 기본 차&부직포 티백 시장은 가격 경쟁력 심화, 맛 중요성 저하되고 있으며, 소비자 인식상 구색상품이기는 하나, 관능&기능에 대한 소구가 큰 시장으로, 신소재, 새로운 맛을 통한 기능&관능이 확보된 침출차 라인업 필요함.
- 구수한맛, 곡물맛 위주의 티백 침출차 시장에 “기능과 관능”을 다르게 포지셔닝 할 필요성 대두됨.
- 대부분의 자연 그대로의 소재를 수확-건조-가공하여 티백에 담아서 그대로 우려먹는 제품의 장점은 “내추럴”에 포커싱되어 있으나, 자연물의 수확 품질에 따라 관능의 차이 발생함.
- 침출차 시장 역시 저-중-고가 상품군으로 세분화 되어있으며 특히 유통사 입점상품의 경우 저가형으로 “곡물”위주의 제품군으로 형성된 경우가 대부분이다.
- -블렌딩 티는 이미 소비자들이 마시고 있는 상품군도 대부분 블렌딩 상품군에 속하나 (현미녹차, 옥수수수염차, 둥굴레차. 우엉차 등, 주원료와 부원료의 혼합) 블렌딩=홍차, 삼각티백, 수입상품등의 이미지를 떠올리는 경우가 많아 다르게 인식되고 있다.

표6. 소비자 배경

심리적	환경, 대기 오염등에 효과적인 상품, 기대치 상승
행동적	구매 방식의 다양화
인구통계적	진 연령층의 건강에 대한 관심 증가 및 실버 세대의 증가
틈새 시장	유사한 소재(우엉, 메밀, 녹차 등)의 식품소재를 탈피한 새로운 티백 제품군에 대한 니즈

표7. 침출차 기대치

항목	특징	방향
관능적 특징	건강에 좋으나 맛에 대한 기대치 필요. 침출차 구매시 고려 항목은 “맛의 종류와 가격”으로 확인.	쓴맛없이 부담없는 관능 -은은한맛 vs 시원한맛(민트)
기능적 기대	간편하게 마시는 tea 이지만, 우엉, 마테같이 다이어트에 도움이 되는 차를 선호하는 추세.	환경 오염, 미세먼지등으로 부터 보호하는, 마시면 깨끗해지는 느낌의 차
브랜드	침출 티백차는 대부분 마트, 온라인등을 통해 가정, 사무실에서 구매하는 패턴으로 브랜드 보다는 가격할인, 현장에서 즉석 구매등의 패턴 보임	

3) 소재 및 개발 방향

- 사회적 이슈가 있는 미세먼지 퇴치를 위한 호흡기 상품, 나를 보호해주는 느낌, 체온을 유지, 항균 작용이 있는 소재, 신소재의 도입으로 새롭지만 낯설지 않은 조합의 제품 등 다양한 방향을 아우르는 제품 개발을 목표로 함.
- 맑고 따뜻한 생강차, 온몸의 온기로 봄을 이기는 힘이라는 컨셉으로 더덕과 생강을 블렌딩한 제품으로 부드럽게 가공한 생강, 더덕으로 기초체온을 지켜주며, 알싸한 매운 맛

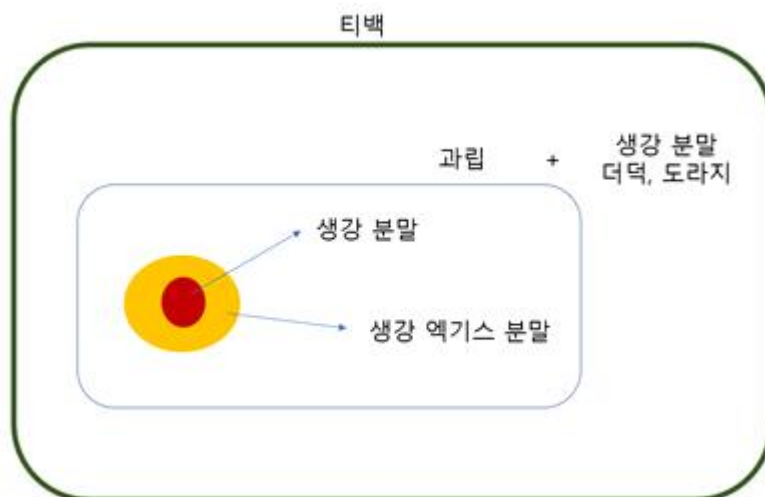
으로 나를 지켜주는 차를 개발함.

- 직관적으로 상품의 특성을 알수 있는 온기가득 더덕생강차로 네이밍을 결정함.

4) 과립 성분 개발

- 제품 개발에 있어 맛을 가장 균일성 확보를 위해 “수용성, 농축액 과립”성분을 개발하였으며, 과립성분을 사용시 장점은 농축액을 사용함으로써 진한맛, 균일한맛을 구현할수있으며 필요에 따라 향을 가미하거나, 실제 원물을 투입하여 맛과 향을 풍부하게 표현할 수 있는 장점이 있음.
- 본 원료의 개발은 과립의 성상에서 착안하였으며, 과립 성형의 베이스는 포도당을 주원료로 하여 사양벌꿀, 농축액, 원물 분말(생강, 쑥 등)을 직접 투입하여 맛과 향을 조절하여 개발을 진행하였다.
- 원료상 강한 맛의 표현이 필요, 이는 실제 티백에 투입할수있는 원료의 함량은 5% 내외로 이는 당을 베이스로 과립을 원료의 특징상 고속으로 포장되는 티백기의 발열로 인한 당 늘어짐현상이 발생할 수 있어 5% 내외로만 작업 가능함을 확인함.

종류	이미지	사이즈	관능특징
생강액기스 과립		황색의 외관, 짙은 원기둥, 거친 표면을 보이는 생강과립	매콤한 생강 특유의 맛과 향이 있음
	생강액기스, 포도당, 사양벌꿀, 생강분말 등		



[관능 테스트]

- 관능에서 유의적인 차이는 없으나 매운맛, 후미등에 있어 부족하여 감초를 생강액기스 과립으로 변경하여 매콤하고 은은한 향미 보완, 흐름성 등을 개선하기 위해 현미를 일부

[디자인/부자재 개발]

- 봉투지는 WPO 재질로 안정성 확보, 케이스는 아이보리재질로 진행.
- 제품의 키워드와 의뢰서를 통해, 개발을 진행 하였으며, 도전적이고, 매대에서 시각적으로 눈길을 끌수있는 시안으로 결정하였다.



제품명	온기가득 더덕생강차	등록번호	침출차
주소	(주)담터 경기도 포천시 신북면 청신로 2097번길 86-8		
제조원	F1: (주)다송식품 경기도 광주시 오포읍 머루숯길 81번길 12 F2: (주)허브앤티 경상남도 함양군 이은농공길 45		
유통기한	제품 상단 표기일까지	내용량	32g (0.8g X 40 티백)
원재료명	더덕분말(국산), 생강분말(국산), 생강엑기스(과립포도당 생강엑기스분말 생강농축액(농분 20%)생강(중국산), 생강분말(국산), 생강분말(생강(중국산), 현미		
원재료	여과지-펠프 / 내포장-폴리프로필렌 코팅 종이재		
등록번호	F1 : 2001036841141, F2 : 2005062300568		
<ul style="list-style-type: none"> · 본 제품은 메밀을 사용한 제품과 같은 제조시설에서 제조하고 있습니다. · 본 제품은 공장내외원회 고시 소비자분쟁해결기준에 의거 교환 또는 보상 받을 수 있습니다. · 보관상 주의사항: 직사광선을 피하여 통풍이 잘되는 서늘한 장소에 보관하십시오. · 사용상 주의사항: 뜨거운 물 사용시 화상해 주의하시고 미리 우려놓은 차는 급속 냉각 드십시오. · 원재료에 의한 참전물 또는 부유물이 생길 수 있으나 이물질이 아니므로 안심하고 드십시오. · 부정 불량식품 신고는 국번없이 1399 · 교환 문의처: 구입처 및 대리점 			
고객상담실 : 1899-3931		홈페이지 : www.damtuh.com	

마케팅 분석

[소비자 Usage and Attitude]

- 소비자 U&A 분석 결과 티백차를 중심으로 생활 속에서 자리잡고 있음을 확인할 수 있었으며, 소비자에게 다양한 맛을 제공하여 선호하는 맛을 경험하게 하는 활동이 중요함을 알 수 있었음. (참고문헌: 가공식품 세분마켓 현황조사(다류마켓), 농림축산식품부, 2015)

다류 종류별 음용목적	구분	잎차 (n=41)	티백차 (n=248)	차음료 (n=211)	과일청 액상차 (n=72)	가루/ 분말차 (n=60)
	단순식음용 (집또는사무실)		41.5%	64.5%	26.1%	31.9%
건강을생각해서		31.7%	9.3%	8.5%	41.7%	26.7%
음료대용		14.6%	12.1%	12.8%	19.4%	16.7%
밖에서물대신 갈증해소용		7.3%	13.7%	51.7%	1.4%	1.7%

- 다류 종류별 음용목적에서 잎차, 티백차, 가루/분말차는 단순식음용으로 즐기는 비율이 높으며, 차음료는 외부에서 갈증해소용으로 즐기고 있고 과일청 액상차는 건강을 위해 음용함.
- 다류 제품의 생활차로서 가능성이 농후하며 특히, 티백차 구매 비율 증대하고 있음.
- 다류 구입시 고려 속성에서 맛의 종류를 가장 중요하게 생각하며 가루/분말차는 가격이 2순위, 티백차/잎차는 브랜드가 2순위 속성으로 꼽힘.
- 이전에 구입한 다류 종류에 상관없이 티백차가 2015년 주 구입제품 비율이 가장 높은 것을 확인 함.

다류 구입시 고려속성	구분	티백차/잎차 (n=248)	차음료 (n=211)	과일청 액상차 (n=72)	가루/ 분말차 (n=60)
	맛의종류	38.5%	39.9%	36.1%	35.8%
	브랜드	15.4%	12.4%	6.3%	11.7%
	가격	15.2%	22.6%	9.0%	20.0%
	주원료원산지	14.1%	7.4%	16.0%	13.3%
	첨가물	9.0%	9.0%	22.9%	10.0%

2015년 주구입 다류	구분	2015년이전 구입 경험 있는 다류				
		잎차 (n=96)	티백차 (n=371)	차음료 (n=368)	과일청 액상차 (n=204)	가루/ 분말차 (n=232)
	티백차	35.0%	50.3%	33.5%	35.8%	39.3%
	잎차	28.7%	7.3%	5.8%	6.6%	6.5%
	과일청액상차	16.8%	9.3%	10.1%	25.0%	13.3%
	차음료	13.3%	26.2%	43.6%	22.9%	22.3%
가루차/분말차	6.3%	6.9%	7.0%	9.7%	18.6%	

다류 종류별 정보탐색 수준	구분	잎차 (n=41)	티백차 (n=248)	차음료 (n=211)	과일청 액상차 (n=72)	가루/ 분말차 (n=60)
	구매장소에서제품을 결정하는편	46.3%	61.7%	69.2%	62.5%	48.3%
	정보를사전에 찾아보는편	34.1%	16.5%	8.5%	20.8%	21.7%
	늘이용하는제품및 브랜드를구입하는편	19.5%	21.8%	22.3%	16.7%	30.0%

- 다류 종류별 정보탐색 수준에서 사전정보 탐색없이 구매장소에서 결정하는 비율이 가장 높으며, 늘 이용하는 제품 및 브랜드가 있는 비율은 가루/분말차가 상대적으로 높음.

[소비자 FGD]

- 국내 차 시장을 정확하게 분석하기 위해 소비자 인식과 구매/음용 패턴을 조사하여 차/커피 음용의 트렌드를 파악하기 위해 진행하였음.
- Date & Grouping: 그룹1. 20-39세 대학생, 취준생, 전업주부 8명, 그룹2. 20-39세 직장인 7명, 그룹3. 40-59 전업주부, 파트타임, 재택 8명, 그룹4. 40-59세 직장인 7명



- 주요 확인사항: 전반적으로 차/커피 등의 음료를 어떻게 음용하고 있는지?, 차를 이용하는 고객이 느끼는 이미지와 장단점은 무엇인가? 차를 비음용하는 고객이 느끼는 이미지 및 이용의 장벽은 무엇인가?
- 차/커피를 마시는 행위는 소비자 각자의 생활 패턴에 맞춰 습관화되어 있음을 알 수 있었으며, 커피는 주로 업무상 미팅 또는 지인과 만남에 선호되는 것에 대비, 차는 보다 일상의 다양한 감정과 필요에 따라 활용되고 있음을 확인하였음.
- 식후에: “후식의 개념으로 차를 마시면서 입가심해요”(30대 전업주부), “건강을 위해 식후에 맑은 곡물차 위주로 마셔요.”(50대 전업주부), “식후에 단맛이 더 당겨서 달달한 차를 마셔요. 단짠 같은 느낌.”(20대 직장인), “점심 먹은 뒤 동료들과 한잔씩 하는 건 이제 습관인거 같아요.”(30대 직장인)
- 물대신: “아침에 잠 깰 때 마시면 두뇌 회전도 빨라지는 거 같아요”(30대 취준생), “추울 때 마다 향시 두고 마셔요.”(20대 직장인), “업무 시간에 목마를 때 물 처럼 수시로 차를 마셔요.”(20대 직장인), “아침에 출근하면 그냥 먼저 차를 마셔요.”(20대 직장인), “감기 걸렸을 때 물 대신 따뜻하게 마셔요.”(40대 직장인), “남편 운전할 때 텀블러에 담아서 주는데 커피에 비해서 입안도 개운하고 좋대요.”(50대 전업주부)
- 공복에: “아침 먹기 싫을 때 곡물차를 마시면 약간의 포만감과 함께 에너지가 생기는 느낌이 좋아요.”(20대 취준생), “일하다가 오후 3~4시 되면 굉장히 배고프거든요. 바쁘기도 힘들기도 하고 그래서 그때 주로 먹죠.”(30대 전업주부), “오전 10시~11시, 오후 4시~5시에 출출해 질 때 마셔요.”(20대 직장인)
- 간식으로: “군것질이 하고 싶을 때 항상 마시게 되는 거 같아요.”(20대 대학생), “가족들 다 출근하고 학교 가고 나면 TV보면서 마시면 마음도 편안하고 집중도 잘돼요.”(50대 전업주부), “여유 시간 있을 때 시간을 메꿀 수 있는 거 같아요.”(40대 직장인), “군것질하고 싶을 때 차 한잔 가볍게 하는 게 좋아요.”(20대 대학생)
- 차의 타입별 제품 구매 고려 요소가 패턴화되어 상이함을 알 수 있었으며, 제품 외의 구매 영향 요소로는 온라인검색, 블로그나 카페 후기, 지인의 추천, 온라인 마켓의 제품 설명, 광고, 시음 등으로 나타나 입소문과 직/간접의 감성적 경험의 강화가 필요함을 확인하였음.

신가공 기술을 이용한
가공적성연구 및 중간소재 개발

협동기관 : 이화여자대학교

연구책임자 정명수

1차년도: 농식품 자원의 가공적성연구 및 중간소개 개발을 위한 기초 data 확보와 lab-scale에서의 신가공법 적용 (제1협동 - 이화여대 정명수 교수)

1. 농식품 자원의 자료조사 및 기초 data 확보

- 블루베리, 아로니아, 생강, 대추, 귀리, 단호박이 함유된 시중 가공식품을 직접 구매하여 시장조사를 진행하였음. 각각의 특징은 아래와 같음.

1.1. 블루베리

- 블루베리의 경우 착즙, 분말, 음료, 차 등 다양한 형태의 제품이 출시되어 있으며, 착즙 및 분말을 제외한 대부분의 제품에 당과 향이 첨가되어 있음(표 1.1).

표 1.1. 블루베리 시중 가공식품 시장조사

[담덕] 블루베리 진액	[휴림] 밝고 맑아지는 야생블루베리	[웅진] 자연은 블루베리 주스	[모메존] 블루베리 차	[CJ제일제당] 쁘띠첼미즈 블루베리
 <ul style="list-style-type: none"> • 착즙형 - 주출, 농축, 퓨레 - 블루베리과즙으로 100% 	 <ul style="list-style-type: none"> • 착즙형 - 주출, 농축 - 블루베리과즙으로 100% - 야생블루베리 농축액 21.5% 	 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 주출, 농축 - 블루베리과즙으로 10% - 합성착향료 (블루베리향) 	 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 주출, 농축 - 블루베리 농축액 48% - 사과농축액, 홍차분말과 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 식조형 - 주출, 발효, 농축 - 블루베리과즙으로 12% - 오스트리아산
[핀란드야] 블루베리 파우더	[데일리원] 블루베리 분말	[티오] 아이스티 블루베리맛	[꽃샘] 꿀 블루베리	[새남에프앤비] 타코 블루베리라떼
 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 건조, 분쇄 - 블루베리 100% - 핀란드산, 입자용집성 있음 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 건조, 분쇄 - 블루베리 100% - 미국산, 블루베리 껍질만 사용 	 <ul style="list-style-type: none"> • 자형 - 주출, 농축, 건조 - 농축액 80% (고형분 25%) - 합성착향료 (블루베리향) 	 <ul style="list-style-type: none"> • 자형 - 열매와 정백당 혼합 - 블루베리 약 10% 	 <ul style="list-style-type: none"> • 자형 - 주출, 농축, 분말 - 블루베리농축액 약 5.9%

1.2. 아로니아

- 아로니아의 경우 블루베리와 비교하여 상대적으로 종류가 다양하지 않고 대부분 착즙형이 많음.
- 또한 아로니아는 특유의 강한 떫은맛을 완화시키기 위하여 당과 같은 다른 물질과 혼합된 형태로 출시되고 있음(표 1.2).

표 1.2. 아로니아 시중 가공식품 시장조사

[Aronia Original naturprodukte GMBH] 아로니아 착즙 원액 주스	[순이네] 아로니아	[GNM자연의종격] 순수한 아로니아	[장봉근 아로니아] 하트베리 블랙	[풀무원] 슬림업 발효농즙
 <ul style="list-style-type: none"> • 착즙형 - 착즙 - 아로니아 100%, 독일산 	 <ul style="list-style-type: none"> • 착즙형 - 착즙 - 아로니아 100%, 국내산(부여) 	 <ul style="list-style-type: none"> • 착즙형 - 추출, 농축 - 아로니아 과즙 농축액 87% - 폴란드산 	 <ul style="list-style-type: none"> • 착즙형 - 추출, 농축 - 아로니아 농축액 100% - 폴란드산 	 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 발효 (아로니아, 단호박, 레드파 프리카) - 아로니아 약 0.35%
[보뚜] 유기농 동결건조 아로니아 파우더	[비타민하우스] 아로니아 파우더	[꽃샘] 꿀 아로니아차	[뽕팡] 상주호호즙마스영농조합 아로니아차	[자임에프엔비] 아로니아즙
 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 동결건조, 분쇄 - 아로니아 100% - 짙은 맛 있음 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 동결건조, 분쇄 - 아로니아 100% - 짙은 맛 있음 	 <ul style="list-style-type: none"> • 차형 - 열매와 정백당 혼합 - 무농약 아로니아 약 10% - 국내산 	 <ul style="list-style-type: none"> • 차형 - 건조 - 아로니아 38.6%, 국내산 	 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 추출, 건조, 정제수와 혼합 - 혼합 추출액 75% - 아로니아즙 10% 함유, 국내산

1.3. 귀리

- 귀리의 경우 다른 시료에 비하여 시중에 판매되는 제품이 다양하지 않음. 주로 가루형과 음료형이며 식사대용으로 섭취할 수 있도록 판매되고 있음(표 1.3).

표 1.3. 귀리 시중 가공식품 시장조사

[정식품] 오트밀 베지밀	[티젠] 사과, 딸기, 오트밀차	[일화] 아임귀리	[S&J] 볶은 귀리 가루	[인그린] 귀리가루	[콩사랑] 생 귀리가루
 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 귀리분말 0.8% - 기존 두유에 귀리 첨가 - 식사대용식 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 귀리분말 10.5% - 1회용 스틱용 - 식사대용차 	 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 혼합곡물추출액 35% 	 <ul style="list-style-type: none"> • 가루형 - 귀리 100% - 식사대용 및 제과용 	 <ul style="list-style-type: none"> • 가루형 - 귀리가루 100% - 물, 우유, 두유과 함께 섭취 	 <ul style="list-style-type: none"> • 가루형 - 귀리가루 100% - 제과제빵, 죽, 이유식, 밥에 활용 가능

1.4. 단호박

- 단호박은 시중에 주로 분말형으로 판매되고 있으며 차가운 물에는 잘 녹지 않아 대부분 온수에 섞어서 음용하는 형태임(표 1.4).

표 1.4. 단호박 시중 가공식품 시장조사

[담터] 단호박 마차	[꽃섬] 참조은 단호박 마차	[푸른터] 단호박 분말	[맑은들] 단호박 분말	[콩사랑] 유기농 단호박 분말	[건우에프피] 단호박 분말
 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 온수에 섞어서 음용 - 단호박 분말 10.5% - 1회용 스틱용 - 찬물에 잘 녹지 않음 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 온수에 섞어서 음용 - 단호박 분말 17% - 1회용 스틱용 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 단호박 100% - 베이킹에 활용 가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 단호박 100% - 물에 녹여 섭취 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 단호박 100% (껍질 포함) - 베이킹에 활용 가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 옥수수분말과 혼합제품
[담터] 느린 단호박 식혜	냉동 단호박	[MSC] 단호박 농축액	[ES식품원료] 단호박 향		
 <ul style="list-style-type: none"> • 음료형 - 단호박분말 0.6% - 그대로 음용 	 <ul style="list-style-type: none"> - 껍질을 제거하여 판매 - 버려지는 껍질 이용가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 농축액 - 식품원료로 사용함 - 연구개발 목적 	 <ul style="list-style-type: none"> • 식품첨가물 		

1.5. 생강

- 생강은 주로 분말형과 액상차 형태이며, 생강의 특유의 강한 향과 강한 맛을 완화시키기 위해 꿀, 대추 등과 혼합해 판매함(표 1.5).

표 1.5. 생강 시중 가공식품 시장조사

[풀무원녹즙] 발효숙성생강 480	[담터] 레몬생강차	[쥬복음자리] 생강차 포션	[꽃생식품] 꿀생강차 포션	[후디스] 생강차
 <ul style="list-style-type: none"> • 녹즙형 - 20일간 숙성을 통해 6-shogaol 29배 증가 	 <ul style="list-style-type: none"> • 액상차 - 생강농축액 5.5 % - 레몬당절임과 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 액상차 - 생강농축액 30% - 꿀, 대추농축액과 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 액상차 - 담즙생강 25% - 생강농축액고형분 6% 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 생강농축액고형분 (20%) - 대추와 혼합
[담터] 생강차 플러스	[오행슬잎] 생강차	[고향] 생강한차	[씨즈] 생강꿀차	[송원] 허니 생강차
 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 생강농축합분말 3.7% - 대추, 아몬드 등과 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 생강추출물 1.178% - 슬잎과 계피 등과 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 생강농축액 10% - 아몬드와 대추를 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 다류 - 생강즙 20% - 벌꿀과 혼합 	 <ul style="list-style-type: none"> • 분말형 - 생강농축액 10% - 대추, 꿀과 혼합

1.6. 대추

- 대추의 경우 주로 분말형과 액상차의 형태로 판매함(표 1.6).

표 1.6. 대추 시중 가공식품 시장조사




<p>[담터] 꿀대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 액상차 - 대추절편 16%, 대추농축액 10% 	<p>[복음자리] 대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 액상차 - 대추채 3%, 대추 57% 	<p>[복음자리] 대추차 포션</p>  <ul style="list-style-type: none"> 액상차 - 대추농축액 17% 	<p>[오뚜기] 꿀대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 액상차 - 대추과육 5%, 대추농축액 20% 	<p>[녹차원] 꿀대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 액상차 - 대추과육 5%, 대추농축액 2%
<p>[담터] 대추차 플러스</p>  <ul style="list-style-type: none"> 분말형 - 대추농축합분말 4% - 호두, 아몬드 등과 혼합 	<p>[오뚜기] 대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 분말형 - 대추과육 3.6% - 대추농축분말 2.5% 	<p>[명진농장] 대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 고형추출차 - 대추추출액 20% 	<p>[조록원] 대추한차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 분말차 - 대추농축액 20.84% 	<p>[다미즐] 홍삼 꿀대추차</p>  <ul style="list-style-type: none"> 분말차 - 대추농축액 10.8%

2. 원료의 전처리 조건 확립(세척공정, 분쇄공정, 혼합공정 등을 위한 공정시간 및 온도) 및 규격 결정

2.1. 블루베리

- 블루베리는 원재료를 이용한 아임계수 추출 시(표 2.1) 분쇄 및 건조 공정이 생략되어 다른 전처리 방법에 비해 경제적이거나 표면적이 적어 추출 효율이 낮으며 원료의 크기가 일정하지 않아 무게 측정이 어려운 단점이 있음.
- 원료 그대로 동결건조 처리 후 아임계수 추출을 진행하였을 경우(표 2.1) 원재료와 동일하게 표면적이 적어 추출 효율이 낮았으며 원료의 크기가 일정하지 않아 무게 측정에 어려움이 있었음. 원재료를 이용하는 방법에 비하여 건조과정이 추가되는 점이 있음.
- 원료의 분쇄 후 동결건조를 거치는 과정(표 2.1)은 앞선 과정에 비하여 시료의 표면적이 넓어 추출 효율이 높았으며 반복 실험 시 시료무게 측정이 용이하여 정밀도가 증대되는 장점이 있음. 따라서 본 방법을 시료 전처리 방법으로 선택함.




표 2.1. 블루베리 전처리 조건 설정을 위한 예비실험

원재료	Freeze → Freeze drying 80 h	Freeze → Grinding → Freeze drying 80 h
		
Moisture content: 83.0 ± 4.0%	Moisture content: 74.8 ± 1.0%	Moisture content: 20.0%

2.2. 아로니아

- 아로니아는 원재료를 이용한 아임계수 추출 시(표 2.2) 분쇄 및 건조 공정이 생략되어 다른 전처리 방법에 비해 경제적이거나 표면적이 적어 추출 효율이 낮으며 원료의 크기가 일정하지 않아 무게 측정이 어려운 단점이 있음.
- 원료 그대로 동결건조 처리 후 아임계수 추출을 진행하였을 경우(표 2.2) 원재료와 동일하게 표면적이 적어 추출 효율이 낮았으며 원료의 크기가 일정하지 않아 무게 측정에 어려움이 있었음. 원재료를 사용하는 방법에 비하여 건조과정이 추가되는 점이 있음.
- 원료의 분쇄 후 동결건조를 거치는 과정(표 2.2)은 앞선 과정에 비하여 시료의 표면적이 넓어 추출 효율이 높았으며 반복 실험 시 시료무게 측정이 용이하여 정밀도가 증대되는 장점이 있음. 따라서 본 방법을 시료 전처리 방법으로 선택함.



표 2.2. 아로니아 전처리 조건 설정을 위한 예비실험

원재료	Freeze → Freeze drying 80 h	Freeze → Grinding → Freeze drying 80 h
		
Moisture content: 78.5 ± 5.9%	Moisture content: 54.8 ± 13.0%	Moisture content: 13.4%

2.3. 귀리

- 귀리는 캐나다산과 국내산의 원료를 수급 받았음(표 2.3).





표 2.3. 품종에 따른 귀리 원료의 분류

캐나다산	국내산
	
Moisture content: 9.3 ± 0.7 %	Moisture content: 9.4 ± 0.6 %

- 단단한 귀리의 겨층에 존재하는 기능성분의 추출을 높이려면 구조의 파괴가 필요하므로 구조를 연하게 하는 전처리 과정이 필수적임.

- 기존의 전처리 방법은 알칼리나 열수 처리에 의해 팽화를 시킨 후 분쇄공정을 거침.
- 팽화한 시료와 SWE를 통한 전처리 과정의 추출 효율을 비교할 필요가 있음.
- 귀리의 겨층에 존재하는 β -glucan이 점도를 높이는 주요 성분이며, 점도 높은 귀리는 혈중 콜레스테롤 저하 등의 생리활성을 관여함.
- SWE를 통한 전처리 과정은 기존의 전처리 방법보다 귀리의 조직을 더 연하게 해주는 것으로 보여짐. 또한, 전처리 시간을 단축시켜 효율적임(표 2.4).









표 2.4. 귀리의 전처리 비교

팽화(알칼리)		아임계수 추출	
			
조직을 연하게 해주지만 비교적 그 정도가 낮음 Overnight의 시간이 소요됨		조직을 연하게 해줌 시간이 단축됨(10 min 내외)	

2.4. 단호박

- 단호박은 추출부분 설정을 위해 원료를 껍질, 과육, 내부과육, 씨, 분말로 분리함(표 2.5).
- 껍질, 과육, 내부과육은 추출 표면적을 넓히기 위해 5 mm³로 자르고 씨는 건조시킨 후 추출을 진행함.

표 2.5. 추출부분 설정을 위한 단호박 원료의 분류

껍질	과육	내부 과육	씨	분말
				
			-	-
1 g (5 mm*5 mm)	1 g (5 mm*5 mm*5 mm)	1 g	5 g	1 g + 규조토 2 g
수분함량: 76.6 ± 1.0%	수분함량: 84.5 ± 0.3%	수분함량: 89.4 ± 5.7%	-	수분함량: 11.3 ± 0.7%

2.5. 생강

- 생강의 경우 추출부분설정을 위해 과육, 과육+껍질, 껍질 부위의 분리를 진행 후 추출 부분에 따른 6-gingerol의 함량을 파악함(표 2.6)(표 2.7).
- 껍질의 경우 수분함량이 많아 추출을 위해서는 건조과정이 필요하다고 생각되었으며 과육과 과육+껍질은 6-gingerol의 함량차이가 적어 구분하는 것이 큰 의미가 없다고 판단됨.

표 2.6. 추출부분설정을 위한 생강의 분리



표 2.7. 생강의 부분에 따른 수분함량과 6-gingerol 함량

	과육	과육 + 껍질	껍질
수분함량 (%)	85.2	87.5	89.6
6-gingerol 함량	0.426 mg/g FW	0.352 mg/g FW	0.829 mg/g DW

- 생강의 전처리 과정 중 건조 방법 선택을 위한 예비실험을 진행하였으며 지표물질의 함량 변화를 확인하기 위하여 건조처리를 하지 않은 대조군 이용하여 지표물질의 추출 수율을 비교함(표 2.8)(표 2.9).
- 본 실험에서 gingerol의 변화를 보기 위해 Dry oven, 감압건조, 동결건조, 상온건조 방법 중 gingerol의 추출수율이 가장 높은 방법인 건조처리를 하지 않는 방법을 선택함.

표 2.8. 생강의 건조조건

건조방법	Dry oven	감압건조	동결건조	상온건조	대조군
건조온도	50°C	60°C	-80°C	상온	-
건조시간	24 h	24 h	24 h	24 h	-





표 2.9. 생강의 건조조건에 따른 지표물질의 함량

건조방법	Dry oven	감압건조	동결건조	상온건조	대조군
Gingerol함량 (mg/g FW)	0.7029	0.5928	0.4904	0.6816	0.8185
Shogaol함량 (mg/g FW)	0.0824	0.1708	0.0373	0.0579	0.0585
Gingerol + Shogaol (mg/g FW)	0.7853	0.7636	0.5277	0.7395	0.8770

2.6. 대추

- 대추의 경우 추출부분설정을 위해 껍질을 포함한 과육원물과 씨 원물 부위로 원료의 분리를 진행하였음(표 2.10).
- 씨는 가장 높은 온도인 190°C로 추출했을 때 색이 보이므로 원물 자체로는 추출이 잘 되지 않아 분쇄, 건조 등의 전처리가 필요할 것으로 보임.

표 2.10. 대추의 추출부분설정을 위한 분리 및 추출물

			
과육 원물	과육 추출물 (190°C)	씨 원물	씨 추출물(190°C)

3. 성분의 추출효율 분석 및 선택성 설정

- 본 연구에서 적용한 신기술은 용매를 아임계상태로 만들어 단시간에 많은 유효성분을 추출하는 기술이며 lab-scale 장비로 Dionex Accelerated Solvent Extractor(ASE, Model 100)(그림 3.1)를 사용하였고 pilot-scale 장비로는 본 연구팀에서 자체적으로 설계하여 제작한 기기(그림 3.2)를 사용하여 실험을 진행하였음.
- 학술지 “Korean Journal of Food Science and Technology(한국식품과학회지)”에 게재된 논문 “아임계수 추출 기술을 이용한 당귀 추출물의 유효성분 및 항산화 활성 평가”와 “Innovative Food Science & Emerging Technologies”에 게재된 논문 “Pilot-scale subcritical water extraction of flavonoids from satsuma mandarin (Citrus unshiu Markovich) peel”은 본 연구과제에서 활용된 여섯 종류의 국산 농산품에 대해 아임계수 추출하는 과정에서 필요한 배경지식 및 예비실험과 연관이 있음.

- 뿐만 아니라 앞서 언급한 두 개의 논문을 통하여 타 중간소재 생산 시에도 아임계수 추출 기술의 적용 가능성을 확인하였다는 것에 의의가 있음.



그림 3.1. Lab-scale 아임계수 추출 장비(Dionex Accelerated Solvent Extractor, ASE Model 100)



그림 3.2. Pilot-scale 아임계수 추출 장비(자체 제작 기기)

- 각 시료의 특성을 고려하여 아임계수 추출조건을 설정함(표 3.1).

표 3.1. 시료 별 아임계수 추출 조건 설정

시료	추출 온도(°C)	추출 시간 (min)	추출 압력	시료와 용매의 비율 (g:ml)	시료와 구조토의 비율 (g:g)
블루베리	105, 110, 115, 120	1, 3, 5	1500 - 1900 psi	1 : 22	1 : 2
아로니아	105, 110, 115, 120	1, 3, 5	1500 - 1900 psi	1 : 22	1 : 2
귀리	110, 130, 150, 170, 190	10	0 - 150 atm	200 : 2000	-
단호박	110, 130, 150, 170, 190	10	1500 - 1900 psi	1 : 22 (껍질, 과육, 내부과육, 분말), 5 : 100 (씨)	1 : 2 (분말)
생강	110, 130, 150, 170, 190	5, 10, 15, 20	1500 - 1900 psi	1 : 22	-
대추	110, 130, 150, 170, 190	10	1500 - 1900 psi	1 : 22	-

3.1. 블루베리

- 블루베리의 주요 기능성분은 anthocyanin임. 이는 3개의 링으로 구성된 flavonoid 계 물질이며 높은 항산화능을 가진다고 알려져 있음.
- 블루베리의 경우 anthocyanin 중 malvidin-3-galactoside의 함량이 가장 높다고 알려져 있음.
- 따라서, 블루베리 SWE 추출물을 추출 조건에 따른 총 anthocyanin 함량, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 항산화능을 측정함.
- 블루베리의 총 anthocyanin 함량 최적조건은 120°C-3 min 이며, 모든 온도에서 추출 시간이 증가함에 따라 anthocyanin의 추출수율이 증가하다가 감소하는 경향을 가졌음(그림 3.3).

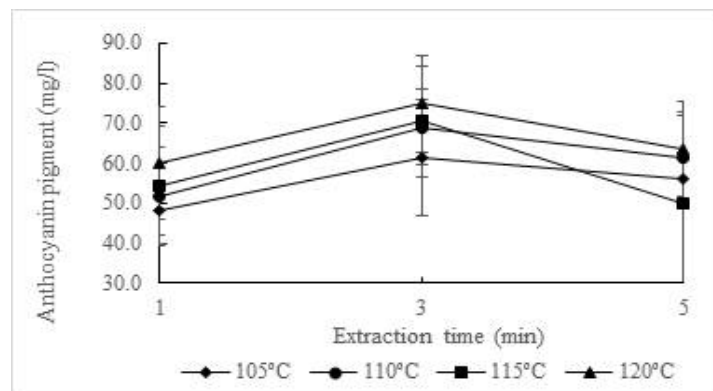


그림 3.3. 블루베리의 아임계수 추출 조건 별 anthocyanin 함량 측정 결과

- 블루베리의 ABTS 라디칼 소거능 최적조건은 120°C-3 min이며, 낮은 온도(105°C, 110°C)에서는 추출 시간이 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거능이 증가하나, 높은 온도(115°C, 120°C)에서는 추출 시간이 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거능이 증가하다가 감소하거나 유지하는 경향을 가졌음(그림 3.4).

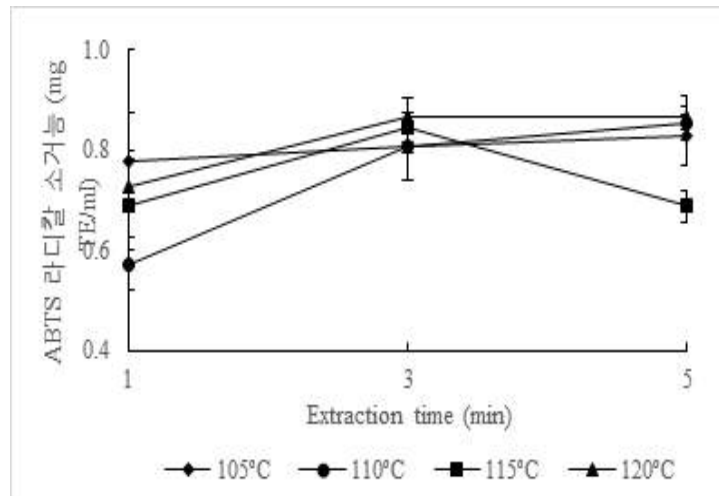


그림 3.4. 블루베리의 아임계수 추출 조건 별 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과(Trolox equivalent)

- 블루베리의 FRAP 항산화능 최적조건은 120°C-3 min 이며, 전체적으로 추출 시간이 증가함에 따라 추출 효율이 증가하는 경향을 보였으나, 비교적 낮은 온도에서는 그 차이가 크게 나타나지 않음(그림 3.5).

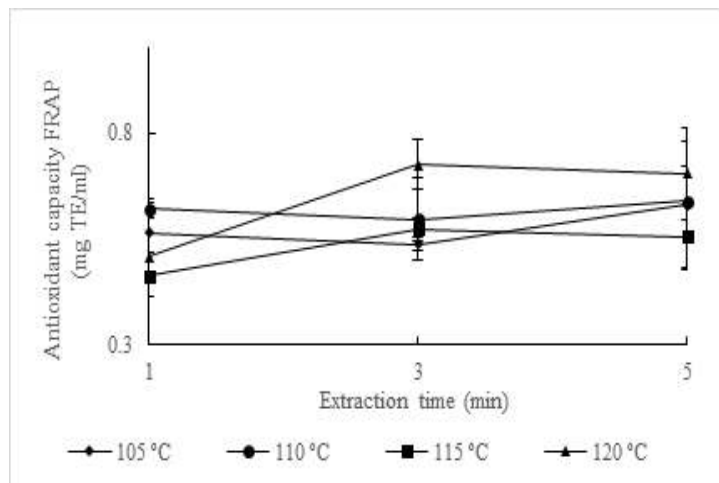


그림 3.5. 블루베리의 아임계수 추출 조건 별 FRAP 항산화능 측정 결과(Trolox equivalent)

3.2. 아로니아

- 아로니아의 주요 기능성분은 anthocyanin임. 이는 3개의 링으로 구성된 flavonoid계 물질이며 높은 항산화능을 가진다고 알려짐.
- 아로니아는 베리류 중 가장 높은 anthocyanin 함량을 가진다고 보고됨.
- 아로니아의 경우 anthocyanin 중 cyanidin-3-galactoside의 함량이 가장 높다고 알려짐.
- 따라서, 아로니아 SWE 추출물을 추출 조건에 따른 총 anthocyanin 함량, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 항산화능을 측정함.
- 아로니아의 총 anthocyanin 함량 최적조건은 115°C-3 min 이며, 낮은 온도(105°C, 110°C)에서는

추출 시간이 증가함에 따라 anthocyanin의 추출수율이 증가하나, 높은 온도(115°C, 120°C)에서는 추출 시간이 증가함에 따라 anthocyanin의 추출수율이 증가하다가 감소하는 경향을 가졌음(그림 3.6).

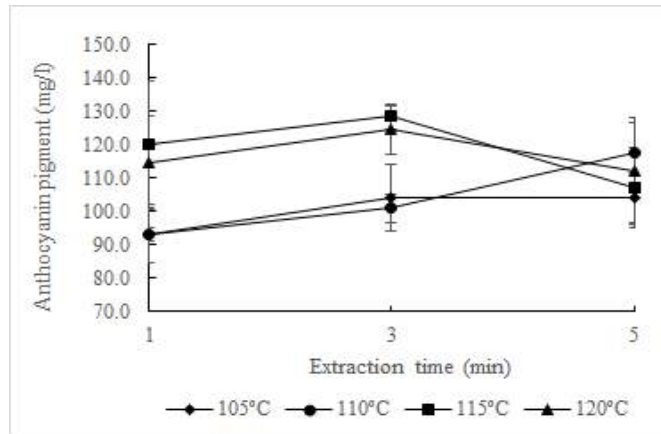


그림 3.6. 아로니아의 아임계수 추출 조건 별 anthocyanin 함량 측정 결과

- 아로니아의 ABTS 라디칼 소거능 최적조건은 115°C-3 min이며, 낮은 온도(105°C, 110°C)에서는 추출 시간이 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거능이 증가하나, 높은 온도(115°C, 120°C)에서는 추출 시간이 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거능이 증가하다가 감소하는 경향을 가졌음(그림 3.7).

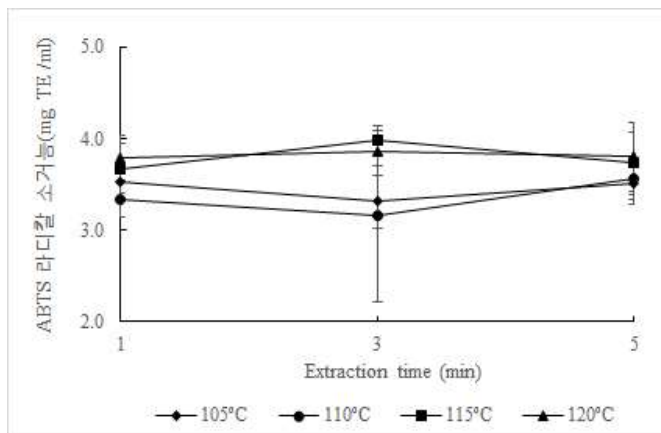


그림 3.7. 아로니아의 아임계수 추출 조건 별 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과(Trolox equivalent)

- 아로니아의 FRAP 항산화능 최적조건은 115°C-3 min이며, 전체적으로 추출 시간이 증가함에 따라 추출 효율이 증가하다가 감소하는 경향을 보였으나, 120°C 조건에서는 추출 시간이 증가함에 따라 추출 효율이 증가하는 경향을 보였음. 본 실험은 최적조건에 유의적 차이가 없어 추가적 실험이 요구됨(그림 3.8).

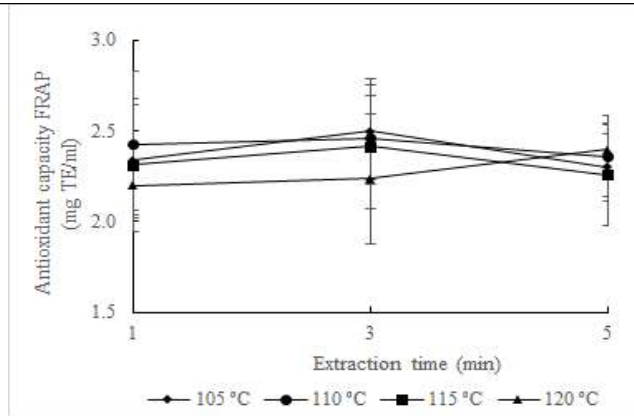


그림 3.8. 아로니아의 아임계수 추출 조건 별 FRAP 항산화능 측정 결과(Trolox equivalent)

3.3 귀리

- 귀리의 주요 기능성분은 β -glucan임. 이는 수용성 식이섬유의 일종으로 혈중 콜레스테롤 저하 등의 생리활성을 가진다고 알려져 있음.
- β -glucan은 온도, pH 등 추출 조건에 따라 추출량의 차이가 크다고 알려져 있음.
- 현재 SWE의 모든 추출조건에서 추출을 마치고 그 추출 효율을 알기 위해 식이섬유 분석을 진행 중임.

3.4. 단호박

- 단호박은 관련 시제품이 출시될 경우, 기능성뿐만 아니라 맛에 대한 선호도와 찬물에도 좋은 용해성을 갖는 제품의 개발에 목적을 두고 있음.
- Brix란 용액 중에 녹아있는 가용성 고형분의 무게를 %로 나타낸 수치이므로 굴절당도계를 이용하여 Brix를 측정하고 당도 및 용해성의 경향을 파악하였음.
- 추출물을 용해하는 물의 온도는 90°C, 10°C로 설정하였으며, 그 이유는 각각 현재 시중에 판매되는 단호박 분말이 90°C 물에 녹여서 마시는 형태이고, 사람들이 음료를 마실 때 차갑다고 느끼는 온도가 약 10°C이기 때문임.
- 최적조건은 용해 온도 90°C, 10°C에서 모두 170°C-10 min 이며, 모든 조건에서 용해 온도 90°C가 10°C보다 높게 측정됨(그림 3.9).
- 현재 시중에 판매되는 분말 원재료에 비해서 모든 SWE 추출물이 높은 당도를 가짐.
- 전체적으로 SWE 추출물은 용해 온도 90°C, 10°C에서 모두 추출 온도에 따라 °Brix가 증가하다가 감소하는 경향을 보이나 용해 온도 90°C에서는 추출 온도에 따른 유의적 차이가 없어 보임.

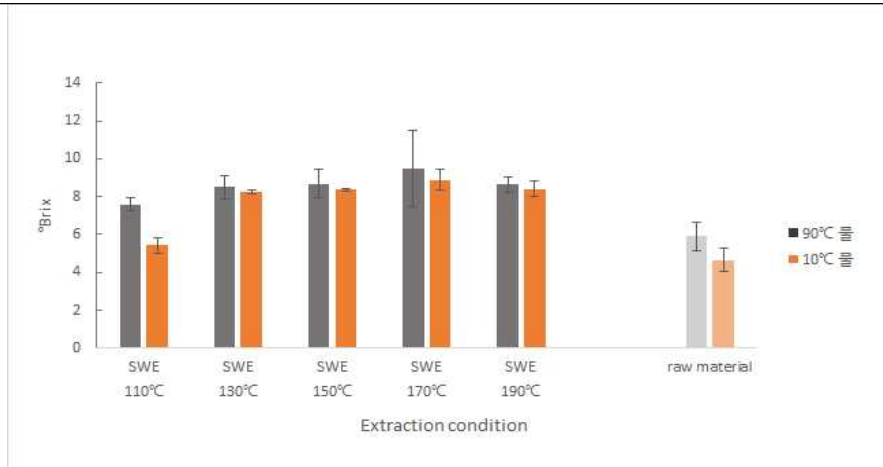


그림 3.9. 단호박 분말의 아임계수 추출 조건에 따른 당도 비교분석

- 단호박을 이용한 시제품이 출시 될 경우 색이 소비자의 기호도에 영향을 주기 때문에 색도를 측정함.
- 단호박의 껍질과 과육의 SWE 추출물을 색차계(ColorQuest XE)를 이용하여 측정함.
- 껍질과 과육 모두 L*(명도) 값이 추출 온도가 증가할수록 감소하고 그 범위는 각각 36.59-63.89, 45.39-69.59임. 껍질은 a*와 b*값이 모두 양의 값 영역으로 각각 0.33-13.65, 13.37-29.62로 나타내었으며 반면 과육은 a*값이 0.97-13.78로 초록색 계열의 음의 값, b*값이 양의 값인 노란색 계열의 값을 나타냄. 또한 b*값은 껍질, 과육 모두 증가하다가 감소하는 경향을 보임(표 3.2).
- 추가적으로 소비자가 선호하는 색을 파악하기 위한 관능검사가 필요할 것으로 생각됨.

표 3.2. 단호박 껍질 및 과육의 아임계수 추출온도에 따른 색도

color	Extraction condition (°C-min)					color	Extraction condition (°C-min)				
	110-10	130-10	150-10	170-10	190-10		110-10	130-10	150-10	170-10	190-10
L*	63.89±0.10	59.08±0.06	54.63±0.08	45.70±0.08	36.59±0.10	L*	69.59±0.56	68.11±0.60	66.11±0.10	57.14±0.16	45.39±0.12
a*	0.33±0.05	2.78±0.02	6.08±0.02	13.15±0.05	13.65±0.18	a*	-0.97±0.08	-0.91±0.06	-0.20±0.03	5.57±0.04	13.78±0.07
b*	18.39±0.14	25.42±0.13	29.62±0.13	26.40±0.12	13.37±0.10	b*	7.52±0.11	11.49±0.12	17.76±0.13	30.70±0.23	26.50±0.32

3.5. 생강

- 생강은 major pungent compounds이자 생리활성기능을 가진 gingerol과 shogaol을 HPLC를 이용하여 분석함.
- shogaol은 항산화작용에 있어 gingerol 보다 뛰어나다고 보고되고 있으며, gingerol은 고온에서 shogaol로 변하는 경향이 있음(그림 3.10).

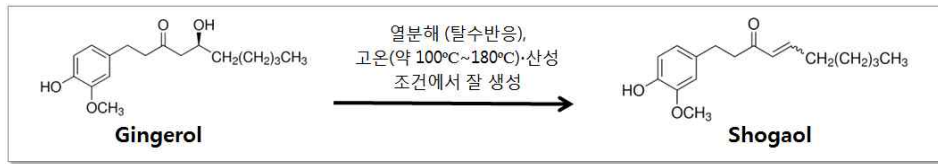


그림 3.10. gingerol에서 shogaol로 변환하는 과정

- gingerol의 경우 상대적으로 저온인 110°C와 130°C에서는 시간에 따라 gingerol의 함량이 증가하는 경향을 보였으나 온도가 증가할수록 그 함량은 감소하였음(그림 3.11).

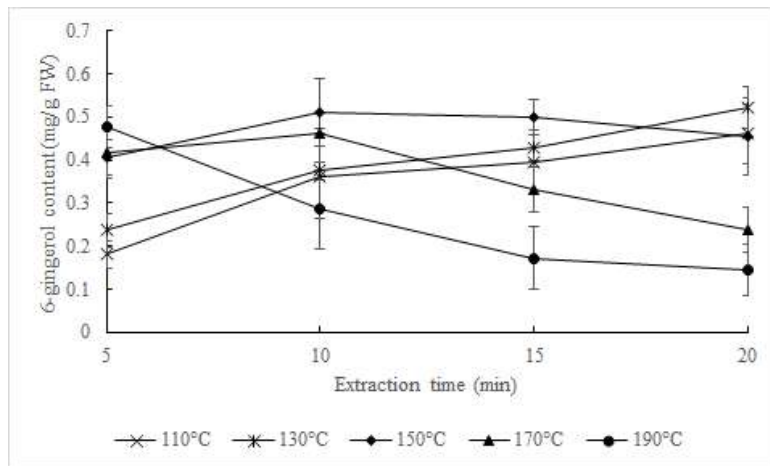


그림 3.11. 생강의 아임계수 추출조건에 따른 6-gingerol 함량

- shogaol의 경우 상대적으로 저온인 110°C와 130°C에서는 검출되지 않거나 소량 검출되었으며 고온에서 추출할수록 그 함량이 증가하였음(그림 3.12).

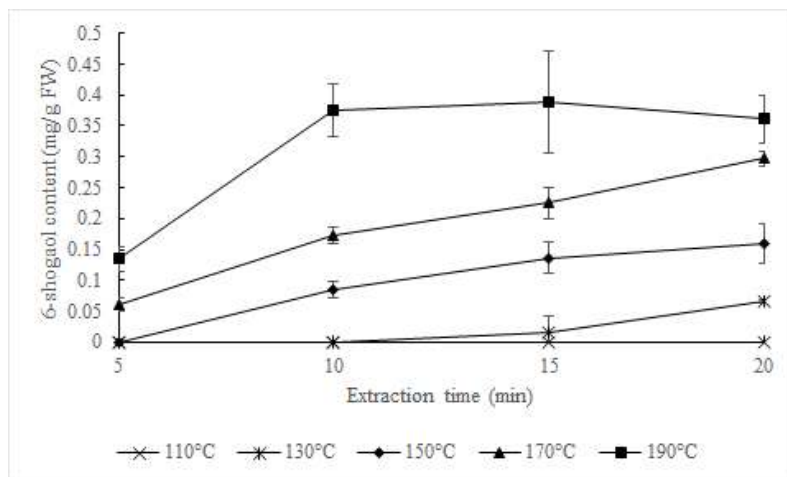


그림 3.12. 생강의 아임계수 추출조건에 따른 6-shogaol 함량

- 고온의 환경인 아임계수 추출 시 gingerol이 shogaol로 빠른 시간에 변하는 것으로 보임.
- 생강을 아임계수로 추출할 경우 190°C에서 15분 동안 추출하는 것이 가장 많은 shogaol을 얻을 수 있는 방법임.
- 생강의 volatile compounds가 아임계수 추출을 통해 추출되는지 알아보기 위해 GC-MS를 이용하여 분석함.
- 아임계수를 이용하여 추출한 추출물은 생강의 주요 volatile compound들은 검출되지 않음.

3.6. 대추

- 대추는 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 항산화능을 이용하여 항산화능을 측정함.
- 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 항산화능 모두 아임계수 추출온도에 따라 증가하는 경향을 보이며 실험조건 중 가장 높은 온도인 190°C에서 가장 높은 항산화능을 보임(그림 3.13)(그림 3.14)(그림 3.15)(그림 3.16).

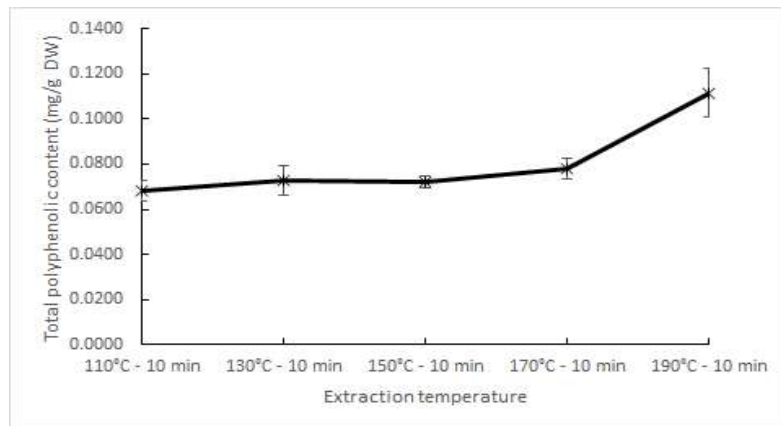


그림 3.13. 대추의 아임계수 추출조건에 따른 총 폴리페놀 함량

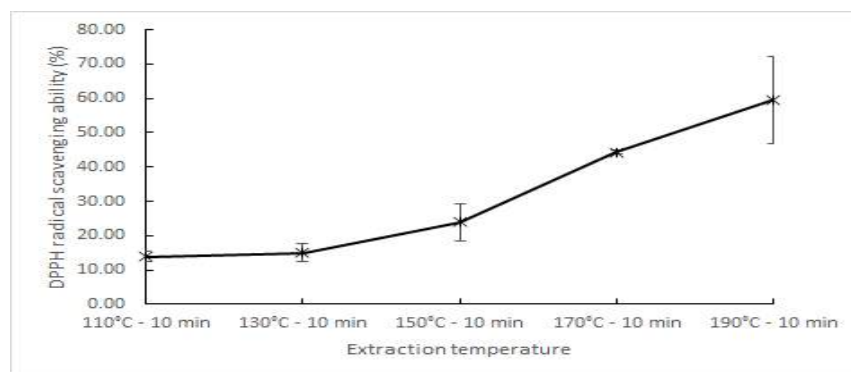


그림 3.14. 대추의 아임계수 추출조건에 따른 DPPH 라디칼 소거능

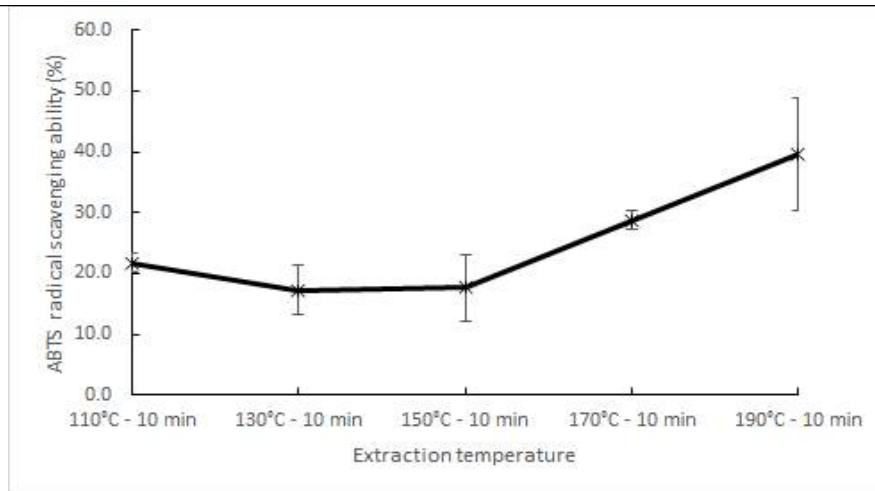


그림 3.15. 대추의 아임계수 추출조건에 따른 ABTS 라디칼 소거능

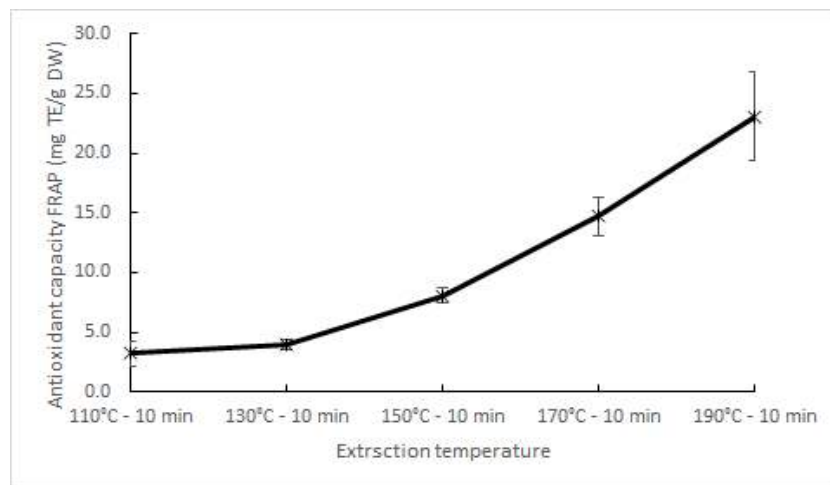


그림 3.16. 대추의 아임계수 추출조건에 따른 FRAP 항산화능

4. 실험설계법을 통한 lab-scale에서의 아임계수 추출장치를 이용한 초기 추출조건 설정과 기존의 용매추출법에 의한 지표물질의 추출수율과의 비교

4.1. 블루베리

- 블루베리의 아임계수 추출물과 시중 가공식품 제작에 주로 사용하는 추출방법과의 안토시아닌 추출수율을 비교하였음.
- 블루베리의 총 안토시아닌 함량은 SWE 최적 조건(110°C - 5 min)에서 시중에서 많이 사용하는 추출 방법인 착즙과 열수(60°C, 2 h)에 비하여 높은 추출수율을 보임(그림 4.1).

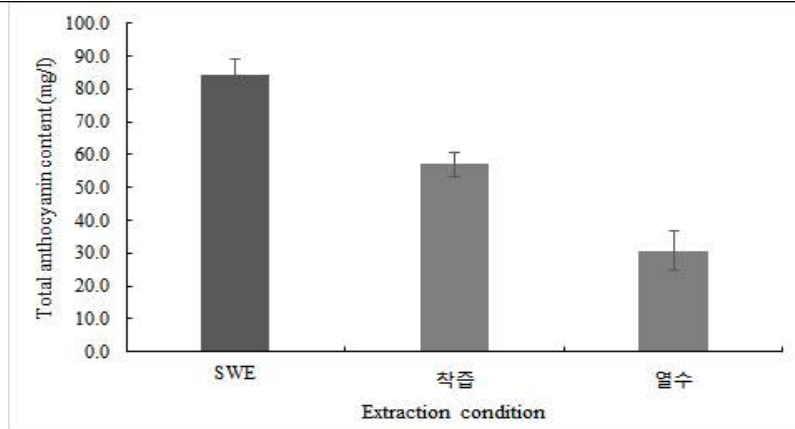


그림 4.1. 블루베리의 추출 방법 별 anthocyanin 함량 측정 결과

4.2. 아로니아

- 아로니아의 아임계수 추출물과 시중 가공식품 제작에 주로 사용하는 추출방법과의 안토시아닌 추출수율을 비교하였음.
- 아로니아의 총 안토시아닌 함량은 SWE 최적 조건(115°C - 3 min)에서 시중에서 많이 접하는 추출 방법인 착즙과 열수(60°C, 2 h)에 비하여 높은 추출수율을 보임(그림 4.2).

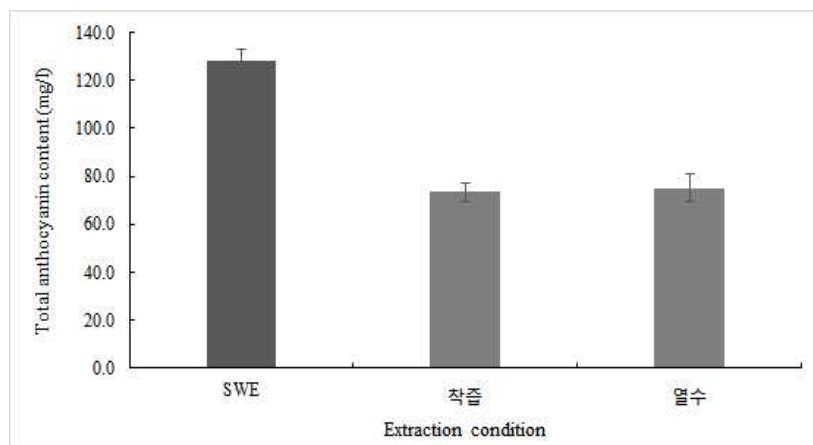


그림 4.2. 아로니아의 추출 방법 별 anthocyanin 함량 측정 결과

4.3. 단호박

- 단호박의 아임계수 추출물과 기존에 시제품 제작 시 주로 사용되는 추출방법인 열수추출(80°C, 2 h), 유기용매추출(상온, 2 h)을 이용하여 당도와 색도를 비교하였음.
- 껍질의 경우 모든 아임계수 추출조건에서 유기용매추출에 비하여 높은 당도를 가졌음.

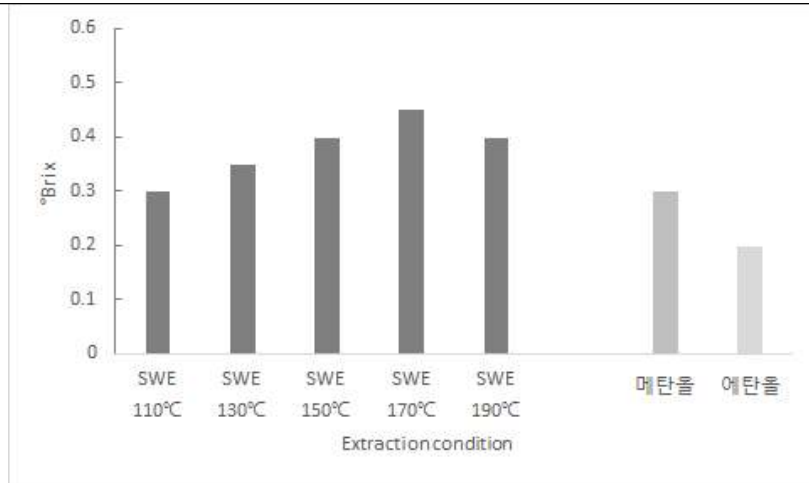


그림 4.3. 단호박 껍질의 추출 용매에 따른 당도

- 과육에 경우 아임계수 추출의 최적조건인 170°C-10 min에서 유기용매추출에 비하여 높은 당도를 가졌음.

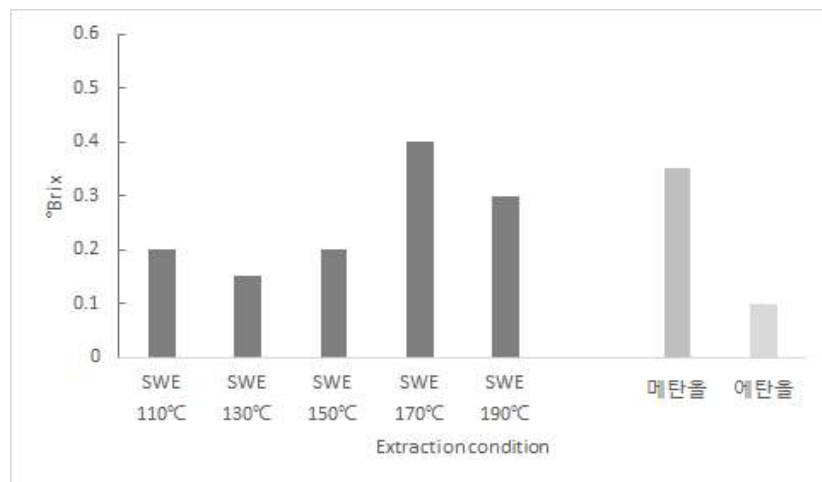


그림 4.4. 단호박 과육의 추출 용매에 따른 당도

- 껍질에 경우 당도의 아임계수 최적조건(170°C-10 min)을 기준으로 열수추출 시 색차가 가장 작았고, 에탄올 추출 시 색차가 가장 컸음.

표 4.1. 단호박 껍질의 추출 용매에 따른 색도

color	Extraction condition			
	아임계수 (170°C-10 min)	열수	메탄올	에탄올
L*	45.70±0.08	65.91±0.05	62.32±0.56	61.83±0.05
a*	13.15±0.05	-0.44±0.03	-6.10±0.10	-6.03±0.03
b*	26.40±0.12	19.05±0.16	53.68±1.12	54.75±0.22

△E		25.44	33.58	37.84
----	--	-------	-------	-------

- 과육에 경우 당도의 아임계수 최적조건(170°C-10 min)을 기준으로 에탄올추출 시 색차가 가장 작았고, 메탄올 추출 시 색차가 가장 컸음.

표 4.2. 단호박 과육의 추출 용매에 따른 색도

color	Extraction condition			
	아임계수 (170°C-10 min)	열수	메탄올	에탄올
L*	57.14±0.16	68.19±0.09	67.57±0.39	59.80±0.04
a*	5.57±0.04	-1.26±0.02	-6.09±0.03	0.17±0.04
b*	30.70±0.23	12.59±0.05	54.01±0.63	51.14±0.31
△E		22.29	28.07	21.31

4.4. 생강

- 생강은 아임계수 추출의 최적조건과 기존에 시제품 제조 시 많이 사용하고 있는 추출방법인 열수 추출과 유기용매추출을 이용하여 추출하여 비교하였음.
- Gingerol의 경우 유기용매추출과 열수추출에서 더 많이 추출되었으나 항산화능이 더 우수한 것으로 알려진 shogaol의 경우에는 아임계수 추출을 하였을 때 훨씬 더 많은 양이 추출되었음(그림 4.5)(그림 4.6).

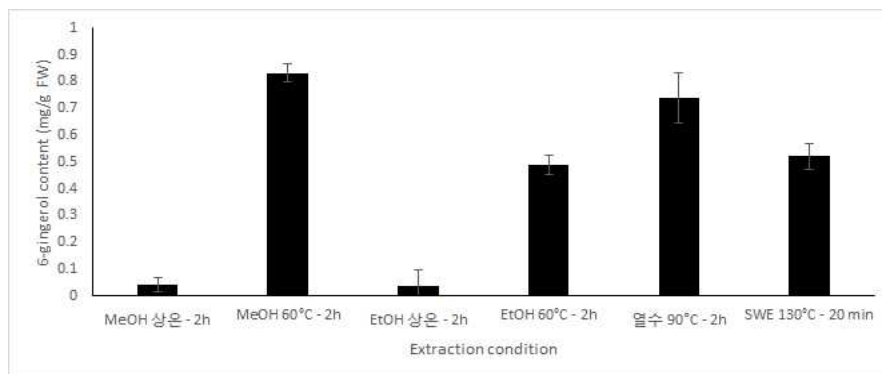


그림 4.5. 생강의 추출용매에 따른 6-gingerol 함량

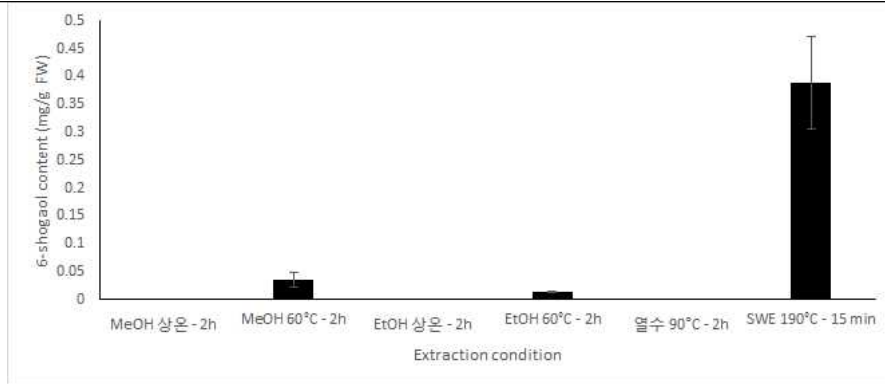


그림 4.6. 생강의 추출용매에 따른 6-shogaol 함량

4.5. 대추

- 대추는 식품추출에 많이 사용되고 있는 열수(100°C-2 h)와 에탄올(60°C-2 h)을 이용하여 추출한 추출물과 아임계수를 이용하여 추출한 추출물의 항산화능을 비교하였음.
- 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 항산화능 모두 열수와 에탄올을 이용하여 추출한 추출물보다 최적조건의 아임계수를 이용하여 추출한 추출물이 더 높은 항산화능을 보임(그림 4.7)(그림 4.8)(그림 4.9)(그림 4.10).

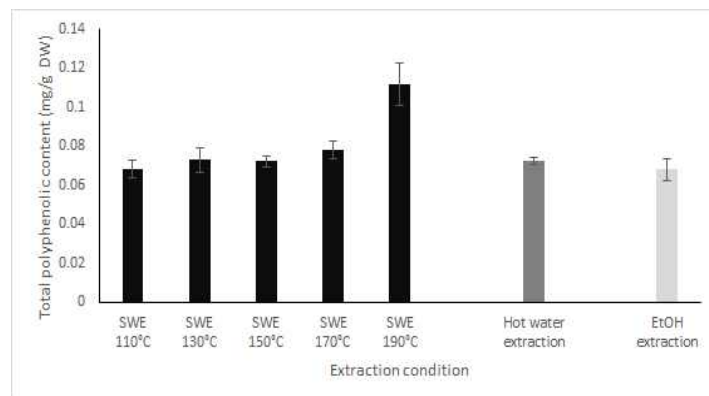


그림 4.7. 대추의 아임계수 추출물과 열수추출물, 에탄올추출물의 총 폴리페놀 함량

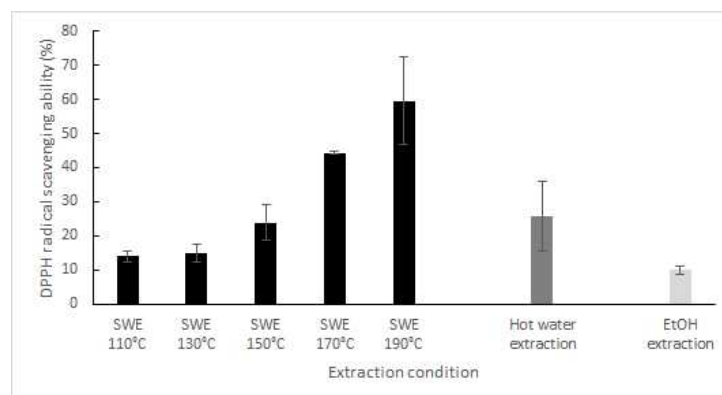


그림 4.8. 대추의 아임계수 추출물과 열수추출물, 에탄올추출물의 DPPH 라디칼 소거능

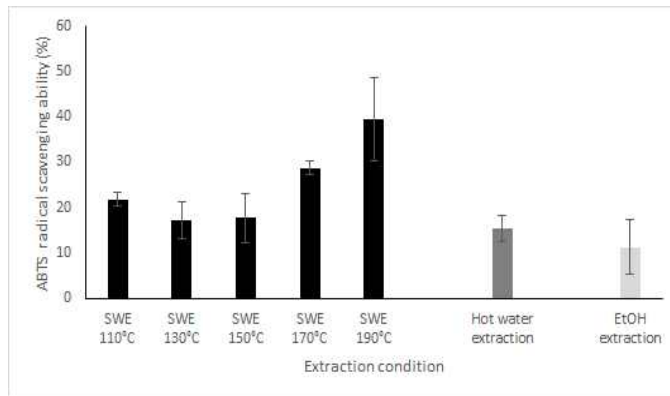


그림 4.9. 대추의 아임계수 추출물과 열수추출물, 에탄올추출물의 ABTS 라디칼 소거능

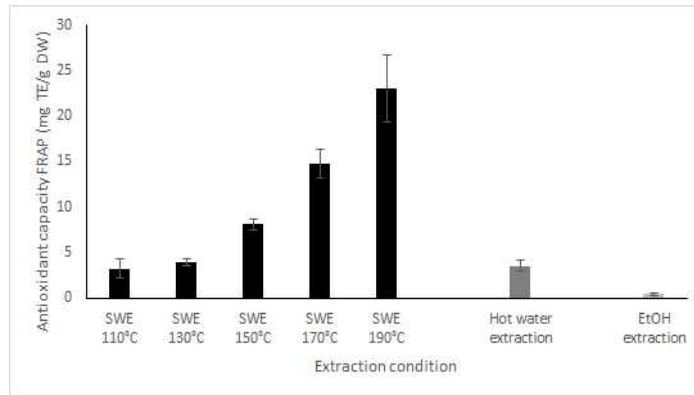


그림 4.10. 대추의 아임계수 추출물과 열수추출물, 에탄올추출물의 FRAP 항산화능

5. 정성 및 정량 분석법 밸리데이션 파라미터 선정(정확성, 정밀성, 검출한계, 정량한계)

- 본 실험 전 각 시료별 전처리 조건의 확립을 통해 반복수 간 재현성을 높여 정확성 및 정밀도의 증대를 기대함.
- 모든 실험은 최소 3반복 이상의 반복 실험을 통해 유효성 검증을 목표로 함.
- 분석 기기 사용 전 calibration을 통해 매 실험간 재현성을 높이도록 실험을 진행함(표 5.1).

표 5.1. 분석기기 calibration 방법

기기	calibration 방법
pH meter	pH 4.0, pH 7.0 표준 buffer를 이용하여 calibration을 진행
UV spectrophotometer	증류수를 이용하여 측정 파장의 zero base를 설정
굴절당도계	증류수를 이용하여 당도 0 °Brix를 설정
색도계 (Color Quest XE)	측정 mode에 따라 지정된 석영 cell을 이용하여 zero base를 지정 후 분석을 진행

- HPLC 분석 시 signal-to-noise ratio (S/N) of 3 and 10에 기반한 샘플과 표준물질의 상관관계를 통해 limits of detection (LOD)과 limits of quantification (LOQ)를 계산하였으며 그 값은 각각 0.00982 mg/ml과 0.03273 mg/ml로 나타났음.
- HPLC를 이용하여 분석한 경우 표준물질과의 retention time을 비교한 후 external standard method를 사용하여 정량분석을 하고 spiking을 하여 추가적으로 확인함.

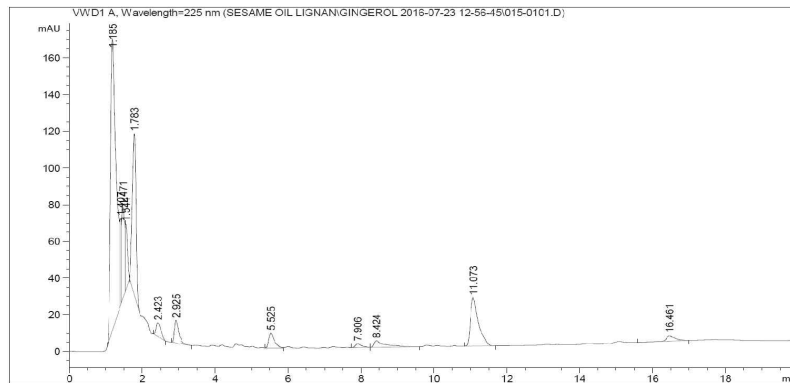


그림 5.1. spiking 전 생강과육 190°C에서 15분 동안 추출한 추출물 HPLC 분석결과

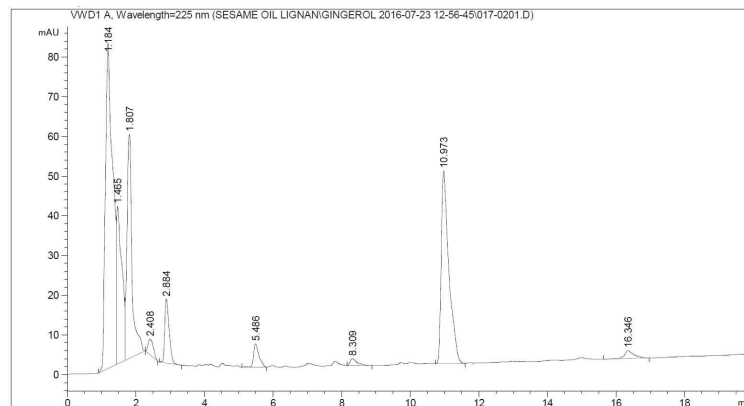


그림 5.2. spiking 후 생강과육 190°C에서 15분 동안 추출한 추출물 HPLC 분석결과

6. Lab-scale 광펄스 살균시스템을 이용한 살균조건 확립 및 살균효과 검증

- 광펄스 살균시스템의 살균효과를 검증하기 위하여 생강과 대추의 초기균수를 측정하고 Spray drying을 한 시료의 초기균수를 측정한 후 Spray drying을 한 분말을 광펄스 처리하여 살균효과를 확인함.
- 원물의 초기균수를 3반복하여 측정한 결과 생강원물의 경우는 1.7×10^5 정도의 초기 균수가 있었으며 대추의 경우는 초기균수가 매우 적었음.
- Spray drying을 한 분말의 초기균수를 3 반복하여 측정한 결과 생강원물의 경우는 8×10^4 CFU/ml 정도의 초기 균수가 있었으며 대추의 경우 4×10^2 CFU/ml 정도의 초기균수가 있어 상대적으로 적었음.
- 대추의 경우, DC voltage 1800 V, pulse duty 5.0 ms, treatment time 120 sec (total fluence 29.52 J/cm^2) 조건에서 평균 1.08 log의 사멸효과를 나타내었음.
- 생강의 경우, DC voltage 2400 V, pulse duty 2.0 ms, treatment time 180 sec에서 평균 0.14 log의 사멸효과를 나타내었음.

- 본 실험은 처리 조건, 처리할 시료의 양, 희석 배수 등의 실험 조건 결정 및 살균효과 검증을 위한 예비실험이므로 최적감소 조건의 파악은 어려우나 광펄스 처리 시 분말 내 균의 0.1 log 정도의 감소효과를 확인할 수 있었음.

2차년도: 가공적성의 최적화를 통한 신가공법 기술 확립과 분석결과를 활용한 추출 및 살균 조건 변화의 feedback과 공정조건 확보
(제1협동 - 이화여대 정명수 교수)

1. 확립된 최적화 data 및 통계처리를 통한 추출 최적조건 설정

- 학술지 “Journal of Supercritical Fluids”에 게재된 논문 “Subcritical water extraction of bioactive components from red ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer)”은 본 연구과제에서 활용된 여섯 종류의 국산 농산품에 대해 아임계수 추출하는 과정에서 필요한 배경 지식 및 예비 실험과 연관이 있음.
- 뿐만 아니라 위의 논문을 통하여 타 중간소재 생산 시에도 아임계수 추출 기술이 적용될 수 있음을 확인하였음.
- 블루베리, 아로니아, 생강, 대추, 귀리, 단호박을 아임계 추출법을 사용하여 여러 가지 조건에서 추출을 진행하였으며, 각 시료별 특징은 아래와 같음.

1.1. 블루베리

- 블루베리의 주요 기능성분은 anthocyanin이며, 그 중 특히 malvidin-3-galactoside가 높은 함량을 가짐. Anthocyanin은 flavonoid계 물질이며 높은 항산화능을 가지고 혈중 콜레스테롤 감소에 효과가 있음.
- pH differential method를 이용하여 anthocyanin pigment를 분석하였으며, HPLC 방법을 통하여 malvidin-3-galactoside 함량을 파악함.
- Anthocyanin pigment의 경우 110, 130, 150°C와 같이 상대적으로 낮은 온도에서는 추출 시간이 길어짐에 따라 추출 효율이 증가하다가 감소함. 반면, 170°C에서는 추출 시간이 증가함에 따라 추출 효율이 급격히 감소함. 이는 anthocyanin의 과도한 열에 의한 degradation으로 볼 수 있음.
- Anthocyanin pigment의 경우 130°C에서 3분 동안 추출하는 조건에서 가장 많은 anthocyanin pigment를 추출할 수 있음(그림 1.1).

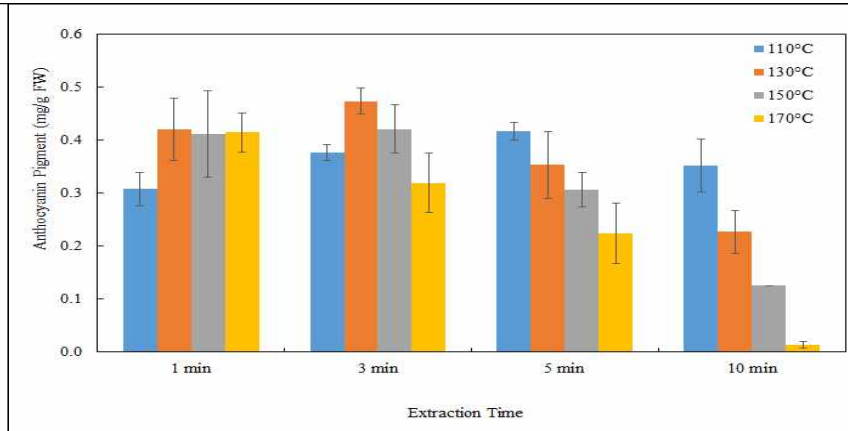


그림 1.1. 블루베리의 아임계수 추출 조건에 따른 anthocyanin pigment 함량(pH differential method)

- Malvidin-3-galactoside 함량의 경우 anthocyanin pigment와 유사한 경향을 나타냈으며, 130°C에서 3분 동안 추출하는 조건에서 가장 많은 malvidin-3-galactoside를 추출할 수 있음(그림 1.2).

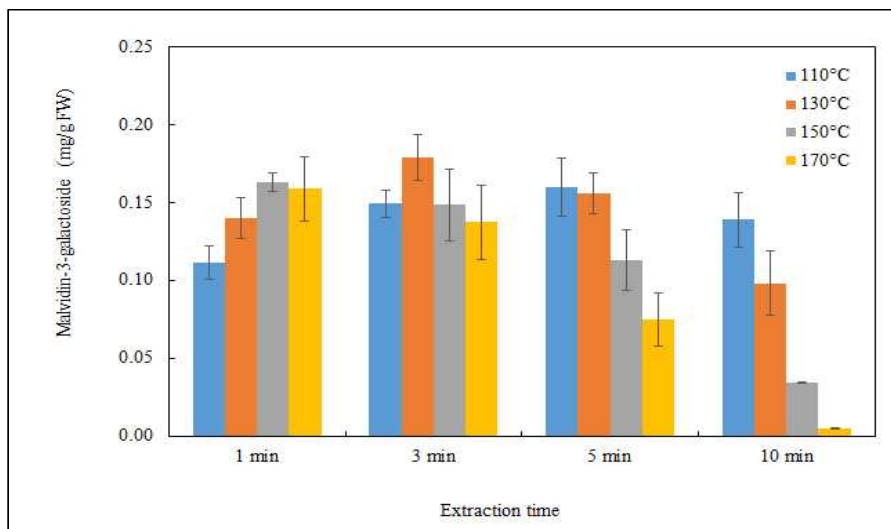


그림 1.2. 블루베리의 아임계수 추출 조건에 따른 malvidin-3-galactoside 함량(HPLC)

- 확립된 최적화 data를 SPSS (IBM SPSS Statics, Version: v22.0) 통계 프로그램을 이용하여 통계 분석을 진행함. 그 결과 전체적인 조건이 유의확률 5% 이내에서 유의적으로 차이가 있었음(표 1.1).

표 1.1. 블루베리의 아임계수 추출 조건에 따른 anthocyanin pigment 함량과 malvidin-3-galactoside 함량의 통계 분석

조건(°C-min)	Anthocyanin pigment (mg/ml)	Malvidin-3-galactoside (mg/ml)
110-1	0.307 ± 0.03 cd	0.111 ± 0.01 cd
110-3	0.376 ± 0.01 bc	0.149 ± 0.01 ab
110-5	0.417 ± 0.02 ab	0.160 ± 0.02 ab
110-10	0.352 ± 0.05 bc	0.139 ± 0.02 bc
130-1	0.420 ± 0.06 ab	0.140 ± 0.01 bc
130-3	0.473 ± 0.02 a	0.179 ± 0.01 a
130-5	0.353 ± 0.06 bc	0.156 ± 0.01 ab
130-10	0.227 ± 0.04 d	0.098 ± 0.02 de
150-1	0.412 ± 0.08 ab	0.163 ± 0.01 ab
150-3	0.421 ± 0.05 ab	0.149 ± 0.02 ab
150-5	0.306 ± 0.03 cd	0.113 ± 0.02 cd
150-10	0.126 ± 0.00 e	0.035 ± 0.00 f
170-1	0.415 ± 0.04 ab	0.159 ± 0.02 ab
170-3	0.319 ± 0.06 c	0.138 ± 0.02 bc
170-5	0.224 ± 0.06 d	0.075 ± 0.02 e
170-10	0.030 ± 0.03 f	0.005 ± 0.00 f

1.2. 아로니아

- 아로니아의 주요 기능성분은 anthocyanin이며, 그 중 특히 cyanidin-3-galactoside가 높은 함량을 가짐. 따라서 pH differential method를 이용하여 anthocyanin pigment를 분석하였으며, HPLC 방법을 통하여 cyanidin-3-galactoside 함량을 파악함.
- Anthocyanin pigment의 경우 110, 130°C와 같이 낮은 온도에서는 추출 시간이 길어짐에 따라 추출 효율이 증가하다가 감소함. 반면, 150, 170, 190°C에서는 추출 시간이 증가함에 따라 추출 효율이 급격히 감소함. 이는 anthocyanin의 열에 의한 degradation으로 볼 수 있으며 분해 과정은 그림 1.5와 같음.
- Anthocyanin pigment의 경우 190°C에서 1분 동안 추출하는 조건에서 가장 anthocyanin pigment를 효율적으로 추출할 수 있음(그림 1.3).

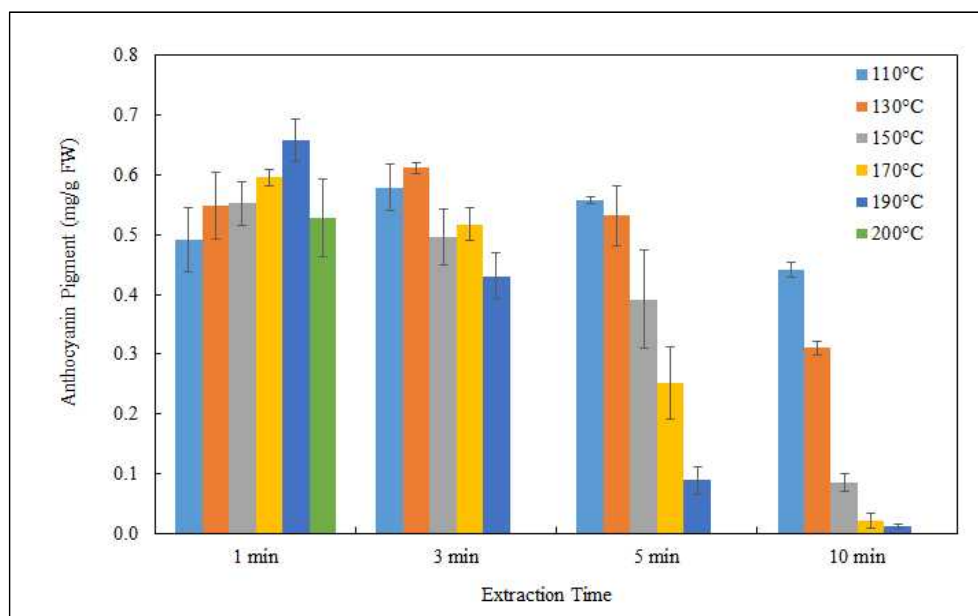


그림 1.3. 아로니아의 아임계수 추출 조건에 따른 anthocyanin pigment 함량

- Cyanidin-3-galactoside 함량의 경우 anthocyanin pigment와 유사한 경향을 나타냈으며, 190°C에서 1분 동안 추출하는 조건에서 가장 많은 cyanidin-3-galactoside를 추출할 수 있음(그림 1.4).

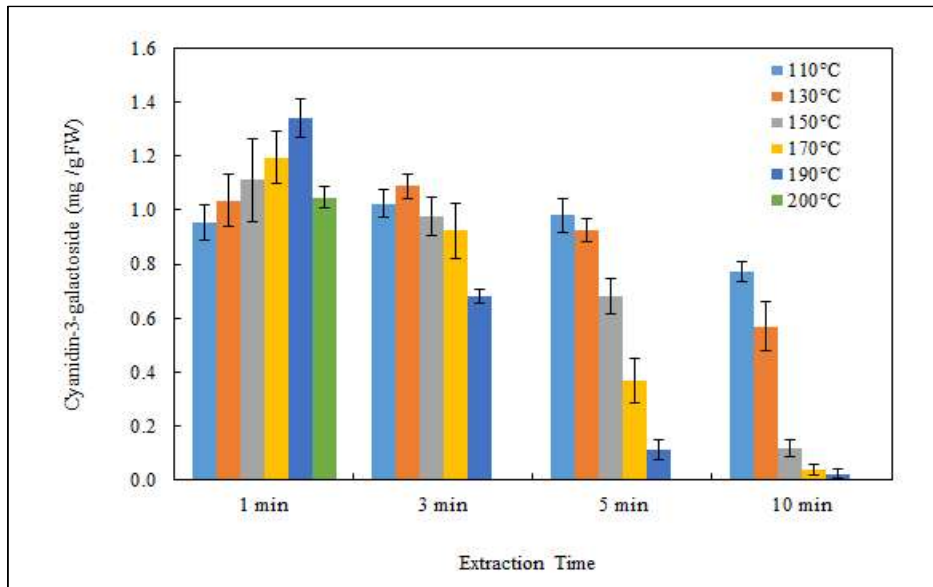


그림 1.4. 아로니아의 아임계수 추출 조건에 따른 cyanidin-3-galactoside 함량(HPLC)

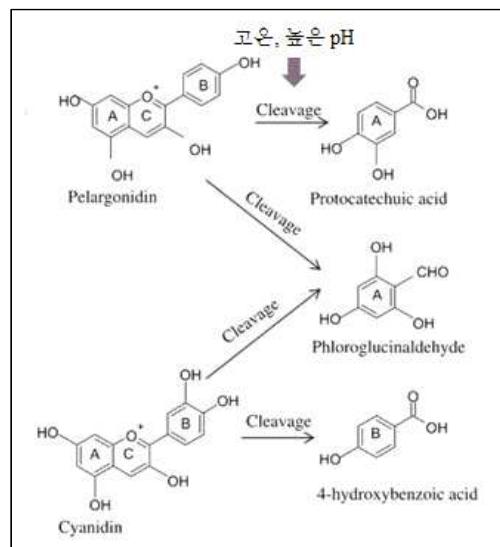


그림 1.5. 고온에 의한 cyanidin의 degradation과정

- 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행함. 그 결과 전체적인 조건이 유의확률 5% 이내에서 유의적으로 차이가 있었으며, 특히 cyanidin-3-galactoside 함량 분석 결과 190°C-1 min 조건에서 다른 조건에 비하여 유의적으로 높은 함량을 나타내었음(표 1.2).







표 1.2. 아로니아의 아임계수 추출 조건에 따른 anthocyanin pigment 함량과 cyanidin-3-galactoside 함량의 통계 분석

Condition(°C-min)	Anthocyanin pigment (mg/ml)	Cyanidin-3-galactoside (mg/ml)
110-1	0.491 ± 0.05 cde	0.955 ± 0.06 de
110-3	0.579 ± 0.04 abc	1.024 ± 0.05 cde
110-5	0.558 ± 0.01 bc	0.981 ± 0.06 cde
110-10	0.441 ± 0.01 def	0.772 ± 0.03 f
130-1	0.548 ± 0.06 bc	1.036 ± 0.10 cde
130-3	0.612 ± 0.01 ab	1.088 ± 0.05 bcd
130-5	0.532 ± 0.05 bc	0.927 ± 0.04 e
130-10	0.310 ± 0.01 g	0.569 ± 0.09 g
150-1	0.553 ± 0.04 abc	1.111 ± 0.15 bc
150-3	0.496 ± 0.05 cde	0.979 ± 0.07 cde
150-5	0.392 ± 0.08 f	0.681 ± 0.06 fg
150-10	0.084 ± 0.01 i	0.117 ± 0.03 i
170-1	0.626 ± 0.05 a	1.196 ± 0.10 b
170-3	0.518 ± 0.03 cd	0.923 ± 0.10 e
170-5	0.251 ± 0.06 h	0.369 ± 0.08 h
170-10	0.021 ± 0.01 i	0.038 ± 0.02 i
190-1	0.658 ± 0.04 a	1.343 ± 0.07 a
190-3	0.430 ± 0.04 ef	0.681 ± 0.03 fg
190-5	0.089 ± 0.02 i	0.112 ± 0.04 i
190-10	0.013 ± 0.00 i	0.024 ± 0.02 i
200-1	0.529 ± 0.06 bc	1.046 ± 0.04 cde

1.3. 귀리

- 귀리의 대표적인 기능성분은 β -glucan임. 이는 수용성 식이섬유의 일종으로 배유 세포벽에 가장 많이 존재함. 혈중 콜레스테롤 함량을 감소시키고 식후 당류의 소화흡수를 지연시켜주는 기능이 있음.
- 귀리의 기능성분 추출을 위한 전처리로는 체 분리 방법으로 귀리를 분쇄하여 정해진 크기로 분획한 후 사용함(표 1.3). 귀리 구조의 특성을 고려하여 분쇄된 입자크기에 따라 β -glucan의 함량을 농축하는 선행 연구를 참고함.

표 1.3. 귀리의 추출을 위한 전처리

					
Whole	1000 μ m <	850-1000 μ m	425-850 μ m	250-425 μ m	250 μ m >

- 귀리의 아임계 추출 조건으로는 온도와 시간뿐만 아니라 추출 용매의 pH를 다르게 설정하여 추출을 진행함. 추출 용매의 pH는 Glycine-NaOH buffer solution과 Citrate-Phosphate buffer solution을 사용하여 조절함(표 1.4).
- 선행 연구에 의하면 알칼리 추출 시 대부분 sodium carbonate solution을 사용하지만, 아임계 추출 시 용매온도가 100°C 이상이 되면 가스가 발생하는 특성 때문에 안전을 위하여 glycine을 이용함. 또한, 식품 제조 시 사용할 수 있고 상업적으로 구하기 쉬운 물질을 선택하였음.

표 1.4. 귀리의 추출 용매의 pH 조절을 위한 buffer solution

pH	Buffer	pH	Buffer
3	Citrate-Phosphate buffer	8.6	Glycine-NaOH buffer
4		9.6	
5		10.6	

- 각 조건에 따라 아임계를 이용하여 추출한 뒤, 24시간 동안 동결건조하여 β -glucan의 분석을 진행함.
- 아임계 추출의 pH와 온도에 따른 β -glucan 함량 최적조건은 pH 4.0, 190°C-10 min이며, 모든 pH 조건에서 추출 온도에 따라 증가하다가 190°C일 때 가장 높았음. 대체적으로 추출 용매가 산일 때 알칼리일 때보다 높게 나타남(그림 1.6).

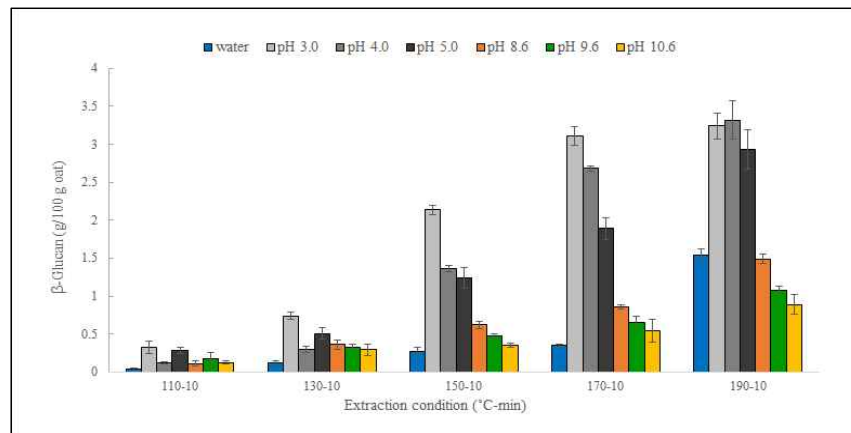


그림 1.6. 귀리의 아임계 추출 용매 pH와 온도에 따른 β -glucan 함량

- 확보한 최적조건(pH 4, 190°C-10 min)에서 입자크기를 다르게 하여 추출한 결과, 입자크기가 425 - 850 μ m일 때 β -glucan의 함량이 가장 높았음. 귀리를 분쇄하지 않은 원재료를 추출했을 때 그 함량이 가장 낮았고, 입자크기가 425 μ m 이하부터 함량이 급격하게 감소함(그림 1.7).
- 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행함. 최적조건(425 - 850 μ m)에서 다른 조건간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났음($p < 0.05$).

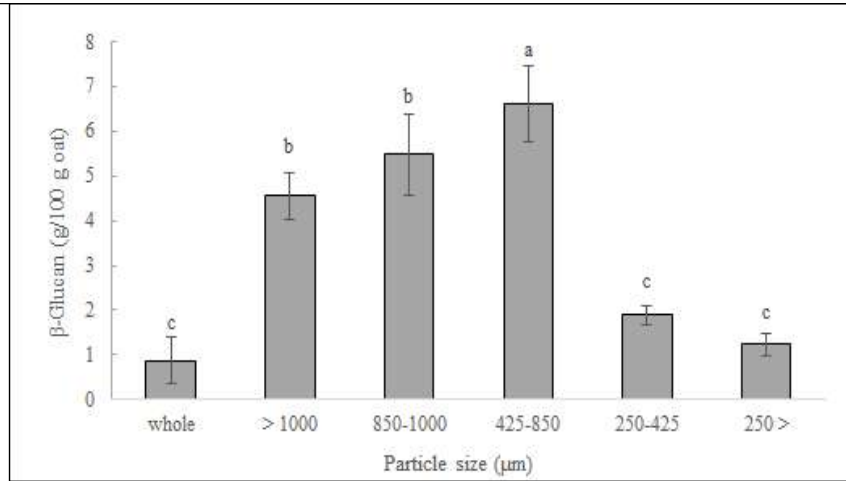


그림 1.7. 귀리의 입자크기에 따른 아임계 추출의 β-glucan 함량

- 최적조건(425-850 μm, pH 4)에서 아임계 추출 시간에 따른 결과는 200°C-10 min에서 β-glucan 함량이 가장 높았음. 추출 시간이 증가함에 따라 함량이 감소하는 경향을 나타냄(그림 1.8).
- 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행함. 최적조건(200°C-10 min)에서 다른 조건간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났음($p < 0.05$).

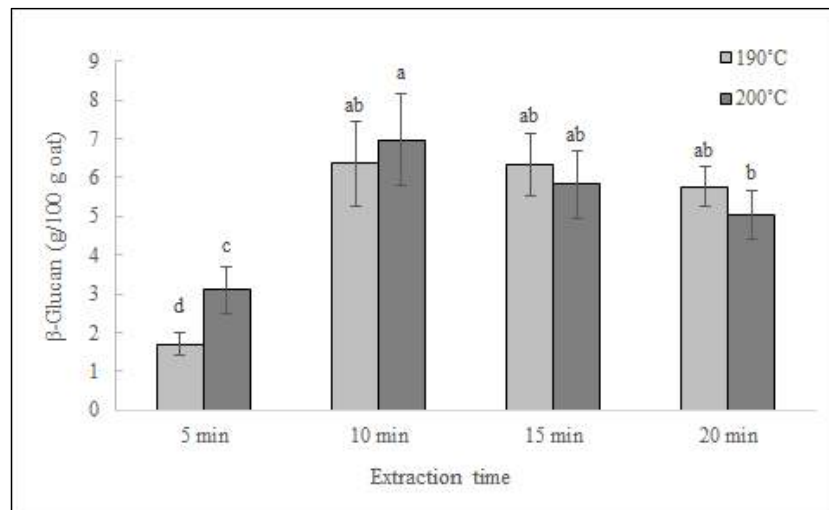


그림 1.8. 귀리의 아임계 추출 시간과 온도에 따른 β-glucan 함량

- 귀리의 β-glucan은 식이섬유의 일종으로 아임계수 추출 조건에 따라 총 식이섬유의 함량을 측정함.
- 식이섬유 측정 시 많은 양의 시료를 필요로 하기 때문에 pilot-scale의 아임계수 추출을 이용하여 각 온도 조건에 따라 추출을 진행함. 시료는 분쇄하지 않은 원재료를 사용함.
- 귀리의 총 식이섬유 함량은 170°C-10 min에서 최적조건을 나타내었으며, 170°C까지는 증가하다가 190°C에서부터는 감소하는 경향을 가짐(그림 1.9).

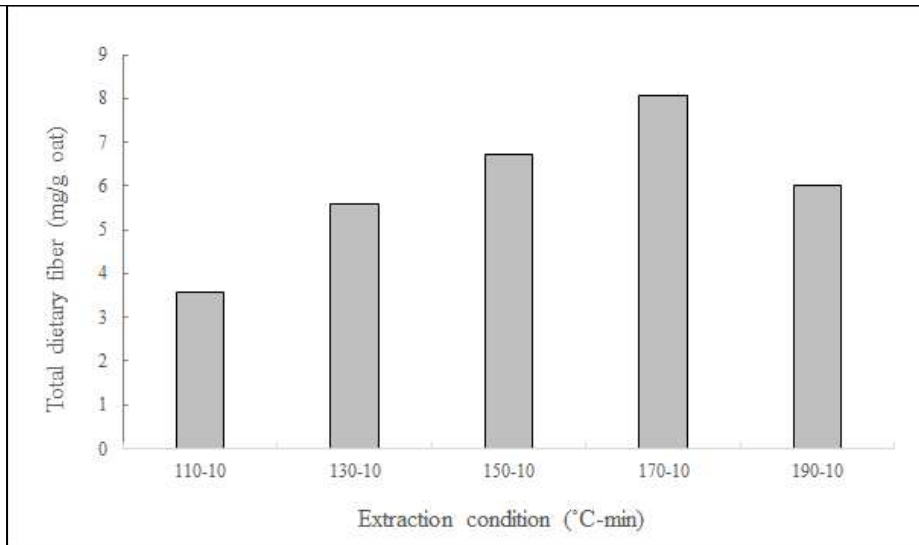


그림 1.9. 귀리의 아임계수 추출 조건에 따른 총 식이섬유 함량

1.4. 단호박

- 단호박의 대표적인 기능성분은 β -carotene임. 이는 carotenoid의 일종으로 비타민A의 전구체이며 항산화능을 가짐. 구조상 열, 빛, 공기 중에 노출되면 파괴되기 쉽다는 특징이 있음(그림 1.10).

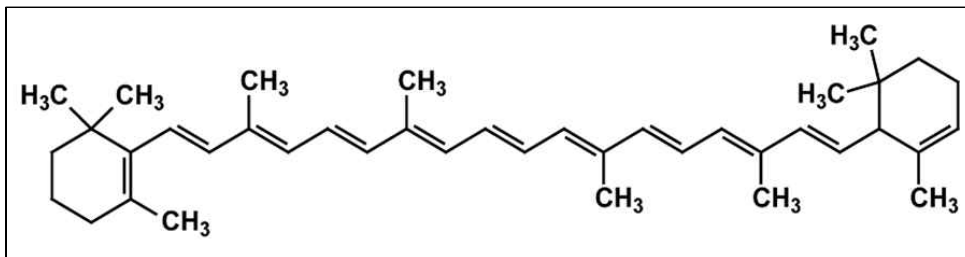


그림 1.10. β -carotene 구조

- 단호박의 전처리로는 과육을 1 cm³ 정육면체로 잘라서 사용함.
- 아임계수 추출 온도는 열에 약한 β -carotene의 특징을 고려하여 낮은 온도에서 진행하였으며 추출 용매는 물뿐만 아니라 기존 추출에 많이 이용되는 ethanol 50%를 사용하여 추출을 진행함.
- 추출물의 HPLC 분석 결과, 추출 용매가 물인 경우 어떠한 물질도 검출되지 않음(그림 1.11). 추출 용매가 ethanol 50%인 경우와 기존 추출인 경우에 retention time 3.5 min에서 동일한 피크가 검출됨(그림 1.12)(그림 1.13).
- 하지만 standard 분석 결과, 피크가 다른 곳에서 검출되어 β -carotene이 아닌 것으로 나타남(그림 1.14).
- β -carotene은 열에 매우 약한 특징을 가지고 있기 때문에 아임계 추출 시 높은 온도에서 파괴된 것으로 예측할 수 있음. 즉, 아임계 추출을 이용한 단호박의 β -carotene의 추출은 부적합하다고 판단함.

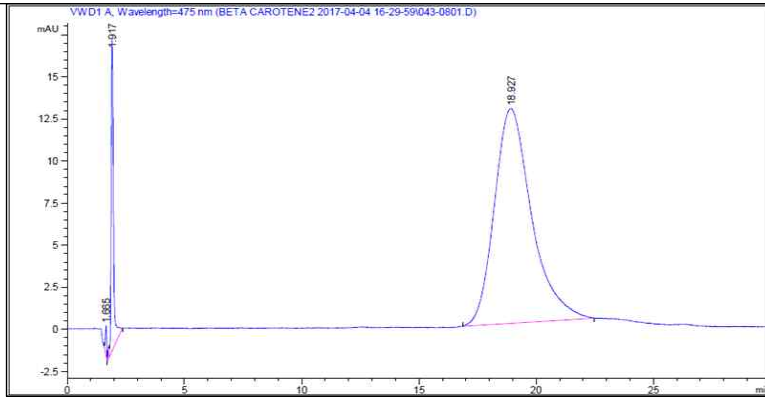


그림 1.14. β -carotene standard의 HPLC chromatogram

1.5. 생강

- 생강은 major pungent compounds이자 생리활성기능을 가진 gingerol과 shogaol을 HPLC를 이용하여 분석함.
- Gingerol은 고온에서 shogaol로 변하는 경향이 있으며 shogaol이 gingerol보다 항산화 작용이 더 뛰어나다는 보고가 있음(그림 1.15).

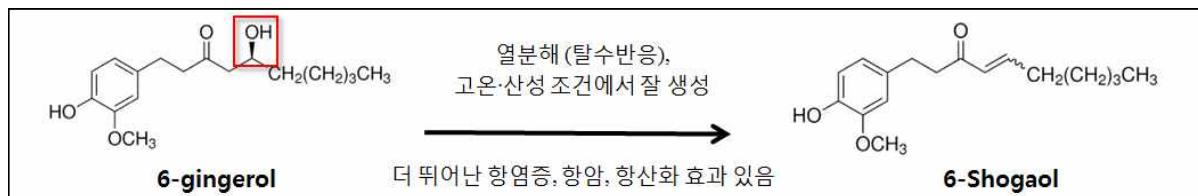


그림 1.15. Gingerol에서 shogaol로 변화하는 과정

- 따라서 shogaol을 다량 추출하는 것을 목적으로 두었으며 1차년도보다 추출 시간을 늘려서 실험을 진행함.
- Gingerol 경우 130°C-25 min에 함량이 가장 높은 것으로 확인됨. 낮은 온도(110, 130°C)에서는 25분까지 함량이 증가하다가 30분에서 감소하며 높은 온도(150, 170, 190°C)에서는 추출 시간이 증가할수록 함량이 감소하는 경향을 나타냄(그림 1.16).

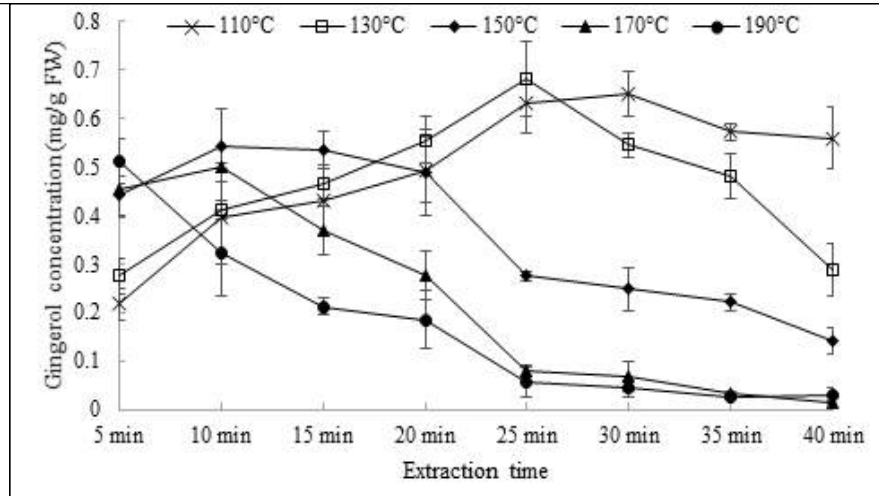


그림 1.16. 생강의 아임계수 추출 조건에 따른 gingerol 함량

- Shogaol 경우 190°C-15 min에 함량이 가장 높은 것으로 확인되었으며 이를 최적조건으로 설정함. 110, 130°C에서는 짧은 추출 시간에는 검출되지 않고 추출 시간이 증가할수록 함량이 증가함. 150, 170°C에서는 20분까지, 190°C에서는 15분까지 증가하다가 감소하는 경향을 나타냄(그림 1.17).
- 고온에서 gingerol이 shogaol로 전환되기 때문에 높은 온도에서 gingerol은 감소하고 shogaol은 증가하는 경향을 나타냄.

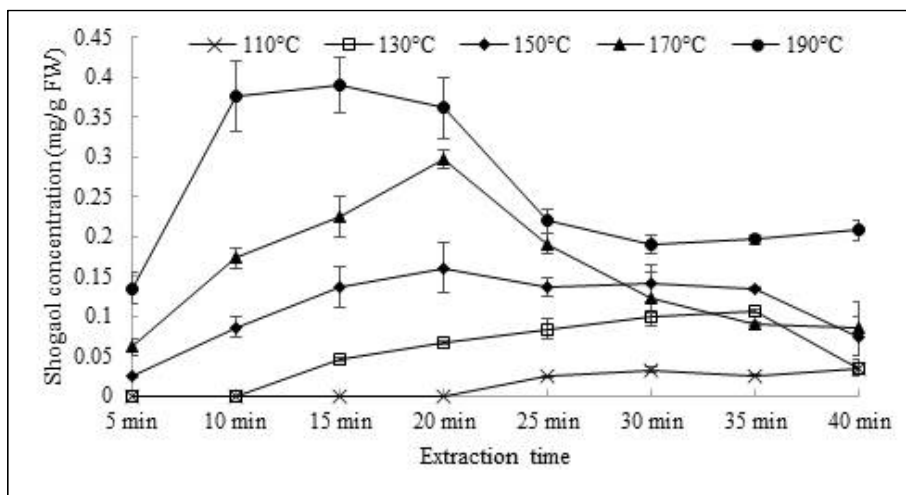


그림 1.17. 생강의 아임계수 추출 조건에 따른 shogaol 함량

1.6. 대추

- 대추의 경우 씨를 제외한 과육원물로 실험을 진행함.
- 여러 선행논문에서 rutin은 대추 과육에서 가장 많은 함량을 차지하며 quercetin의 배당체 형태로 혈관의 저항성을 강하게 해 뇌출혈을 예방하는 중요한 성분임(그림 1.18).

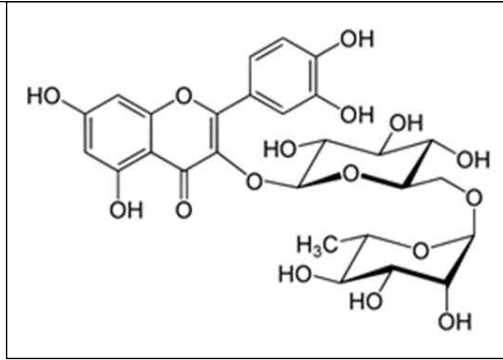


그림 1.18. Rutin의 구조

- 따라서 rutin을 대추의 지표물질로 설정하고 추출 조건에 따라 HPLC을 이용하여 rutin을 분석함. 또한 추출 조건에 따른 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능을 측정함.
- 190°C-20 min에서 rutin의 함량이 가장 높았으며 추출 온도와 시간이 증가함에 따라 함량이 증가함(그림 1.19).
- 그러나 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행하였을 때, 170°C-15 min에서 190°C-20 min까지는 유의수준 5% 내에서 유의적인 차이가 없어 추가적 실험이 필요함.

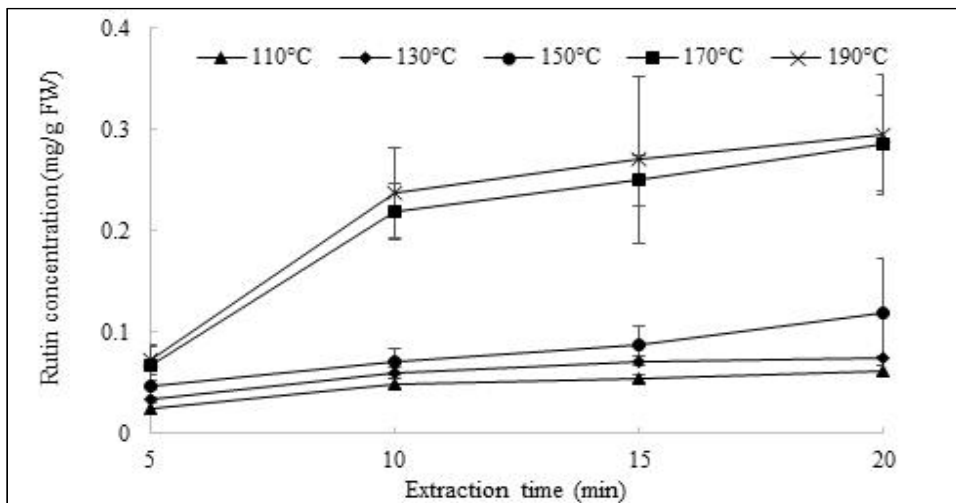


그림 1.19. 대추의 아임계수 추출 조건에 따른 rutin 함량

- 총 폴리페놀 함량이 가장 높은 조건은 190°C-15 min으로 190°C를 제외하고 추출 온도와 시간이 증가함에 따라 폴리페놀 함량이 증가하는 경향을 나타내다가 190°C-20 min에서 감소하는 경향을 보임(그림 1.20).
- 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행함. 총 폴리페놀 함량이 가장 높은 조건(190°C-15 min)에서 유의수준 5% 내 모든 조건과 유의적인 차이가 있음.

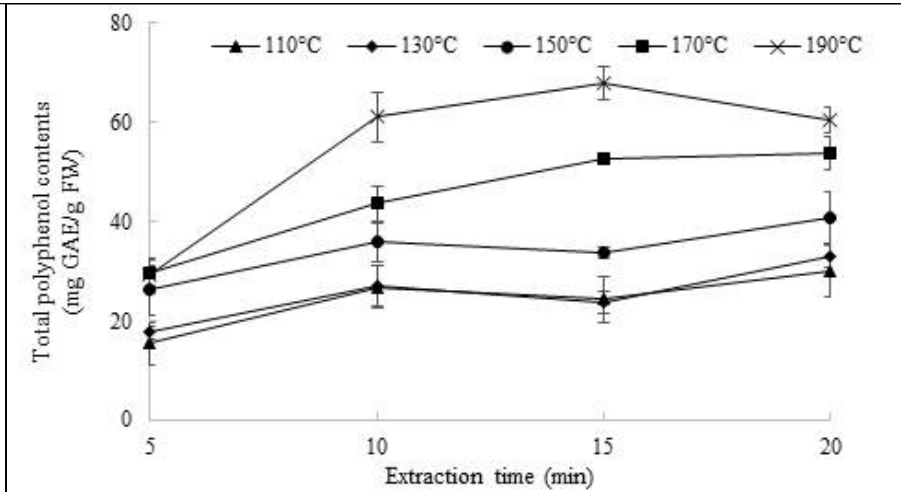


그림 1.20. 대추의 아임계수 추출 조건에 따른 총 폴리페놀 함량

- 190°C-20 min에서 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 능력이 가장 높았으며 모두 추출 온도와 시간이 증가함에 따라 라디칼 소거능 능력이 증가함.
- 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행함. 라디칼 소거능 능력이 높은 조건(190°C-20 min)에서 유의수준 5% 내 모든 조건과 유의적인 차이가 있음(그림 1.21)(그림 1.22).

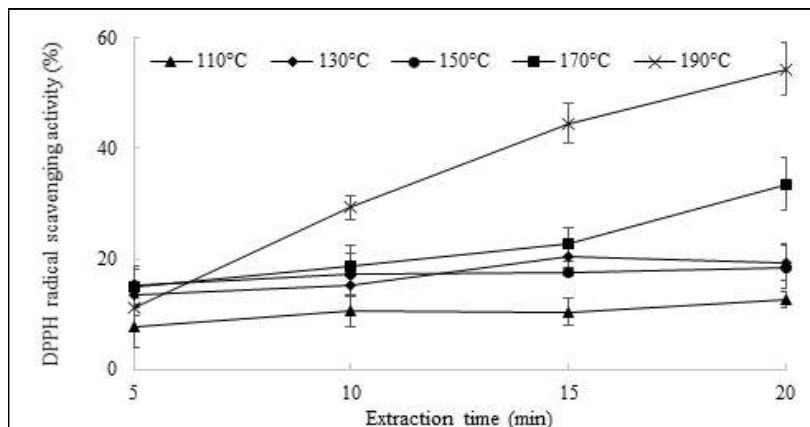


그림 1.21. 대추의 아임계수 추출 조건에 따른 DPPH 라디칼 소거능 능력

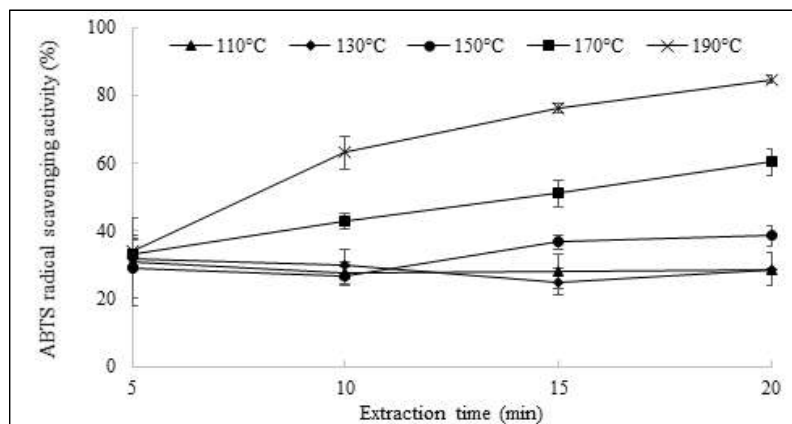


그림 1.22. 대추의 아임계수 추출 조건에 따른 ABTS 라디칼 소거능 능력

- Rutin 함량, 총 폴리페놀 함량, DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 능력에 대해 pearson 상관계수를 이용해서 상관관계를 파악함. 그 결과 모두 유의적 수준 1% 내 양의 상관관계를 가짐(표 1.5).

표 1.5. 대추의 rutin, 총 폴리페놀 함량, 라디칼 소거능 능력의 상관관계

	Rutin	Polyphenol	DPPH	ABTS
Rutin		.916	.805	.855
Polyphenol	.916		.839	.874
DPPH	.805	.839		.906
ABTS	.855	.874	.906	

- 190°C-15 min과 190°C-20 min에서 rutin 함량은 유의적 차이가 없으므로 총 폴리페놀 함량이 가장 높았던 190°C-15 min을 대추의 아임계수 추출 최적조건으로 설정함.

2. 통계처리로 설정된 추출 최적조건을 활용한 추출효율 검증

2.1. 블루베리

- 블루베리의 아임계수 추출물과 시중 가공식품 제조에 주로 사용하는 추출 방법의 anthocyanin pigment 및 malvidin-3-galactoside 함량을 비교하였음.
- Anthocyanin pigment의 경우 블루베리의 아임계수 추출 최적조건(130°C - 3 min)에서 착즙에 비하여 약 4배, 열수 추출(60°C-1 h)에 비하여 약 1.2배 높은 수율을 가졌음(그림 2.1).
- HPLC를 사용하여 분석한 malvidin-3-galactoside 함량의 경우 블루베리의 아임계수 추출 최적조건에서 착즙에 비하여 약 4.5배, 열수 추출에 비하여 약 1.46배 높은 수율을 가졌음(그림 2.2).

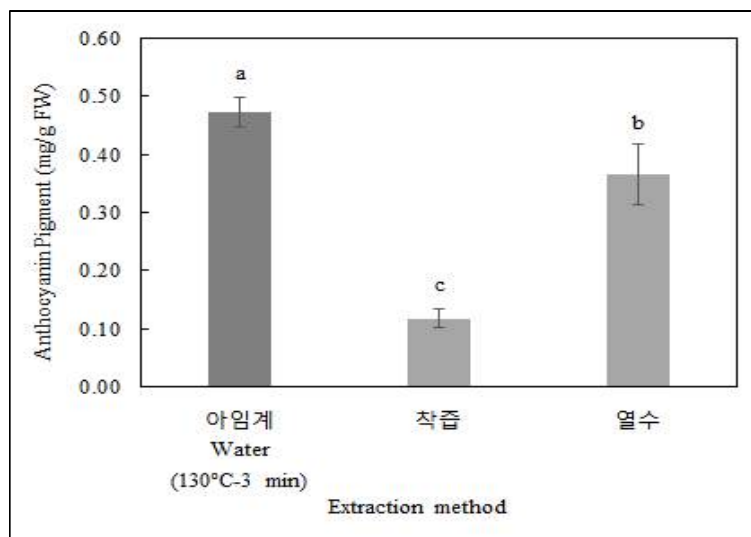


그림 2.1. 블루베리의 추출 방법에 따른 anthocyanin pigment 함량 측정 결과

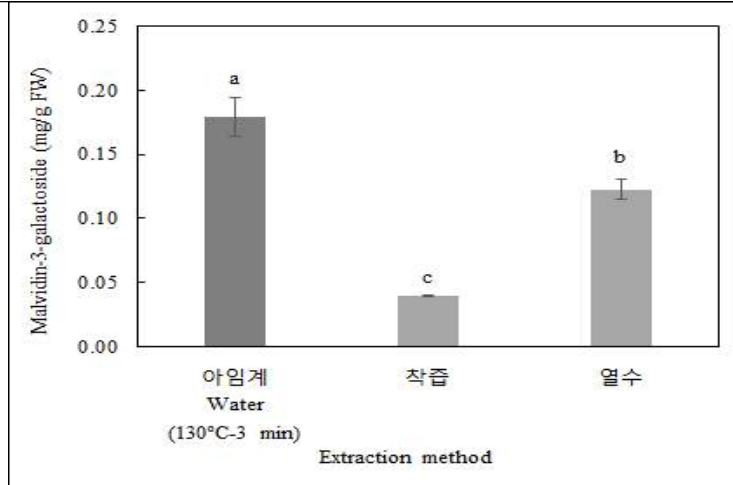


그림 2.2. 블루베리의 추출 방법에 따른 malvidin-3-galactoside 함량 측정 결과

2.2. 아로니아

- 아로니아의 아임계수 추출물과 시중 가공식품 제조에 주로 사용하는 추출 방법의 anthocyanin pigment 및 cyanidin-3-galactoside 함량을 비교하였음.
- Anthocyanin pigment의 경우 아로니아의 아임계 추출 최적조건(190°C - 1 min)에서 착즙에 비하여 약 8.32배, 열수 추출(60°C-1 h)에 비하여 약 1.3배 높은 수율을 가졌음(그림 2.3).
- HPLC를 사용하여 분석한 cyanidin-3-galactoside 함량의 경우 아로니아의 아임계 추출 최적조건에서 착즙에 비하여 약 9.39배, 열수 추출에 비하여 약 1.74배 높은 수율을 가졌음(그림 2.4).

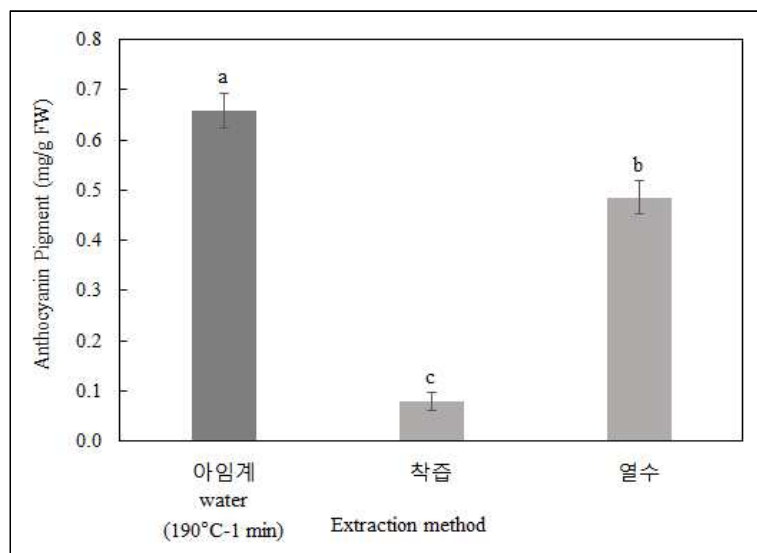


그림 2.3. 아로니아의 추출 방법에 따른 anthocyanin pigment 함량 측정 결과

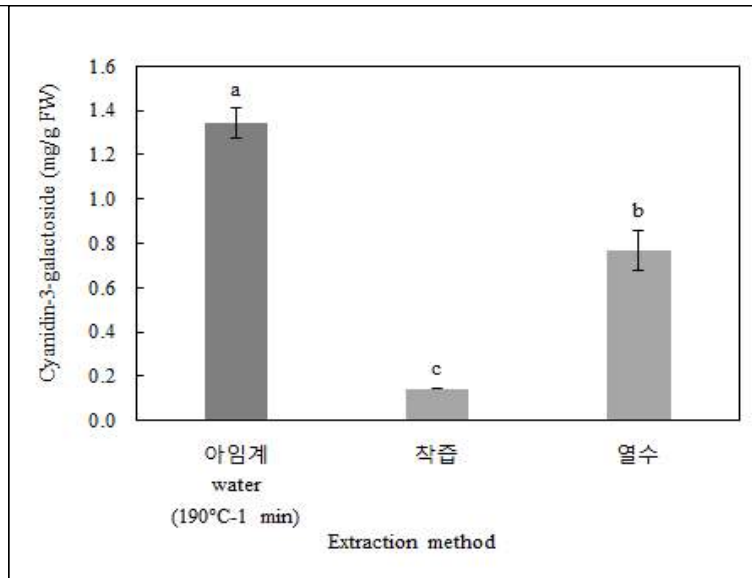


그림 2.4. 아로니아의 추출 방법에 따른 cyanidin-3-galactoside 함량 측정 결과

2.3. 귀리

- 귀리의 아임계 추출과 기존에 주로 사용하는 추출 방법과의 β -glucan의 추출 효율을 비교하였음.
- 귀리의 아임계 추출 최적조건(pH 4, 200°C-10 min)에서 열수 추출(60°C-3 h)에 비하여 약 2.4배 높은 수율을 가짐(그림 2.5). 이를 통해 아임계 추출을 이용하여 β -glucan 추출 효율을 확인함.
- 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행함. 아임계 추출 최적조건에서 열수 추출간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났음($p < 0.05$).

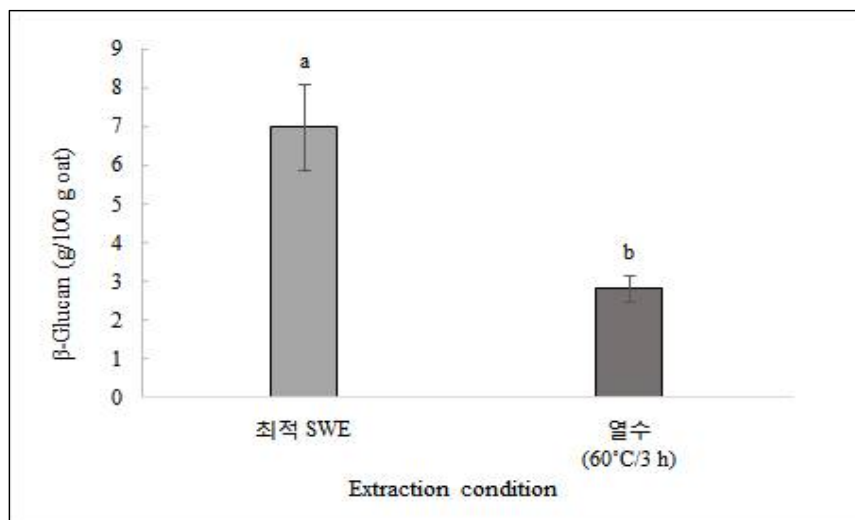


그림 2.5. 귀리의 추출 방법에 따른 β -glucan 함량

2.4. 생강

- 생강은 아임계수 추출의 최적조건(190°C-15 min)과 제품 제조 시 많이 사용하고 있는 열수 추출과 메탄올 추출을 이용하여 비교함.

- Gingerol의 경우 메탄올 추출과 열수 추출에서 더 많이 추출되었으나 shogaol의 경우 고온으로 추출하는 아임계수가 메탄올과 열수보다 더 높은 수율을 나타냄(표 2.1).
- 또한 확립된 최적화 data를 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 통계분석을 진행한 결과, 아임계수 추출이 메탄올 추출과 열수 추출 간의 유의수준 5% 내 유의적인 차이가 있는 것으로 나타남.

표 2.1. 생강의 추출 용매에 따른 gingerol과 shogaol 함량

	아임계수 추출	메탄올 추출 (60°C-2 h)	열수 추출 (90°C-2 h)
Gingerol (mg/FW)	0.68	0.83	0.73
Shogaol (mg/FW)	0.39 a	0.03 b	ND

2.5. 대추

- 대추는 아임계수 추출의 최적조건(190°C-15 min)과 제품 제조 시 많이 사용하고 있는 추출 방법인 에탄올(60°C-2 h)과 메탄올(60°C-2 h) 추출을 이용하여 비교함.
- Rutin 함량은 아임계수 추출이 메탄올 추출보다 2.14배, 에탄올 추출보다 4.17배 수율이 증가한 것을 확인했으며 유의적 수준 5% 내 조건 간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타남(그림 2.6).

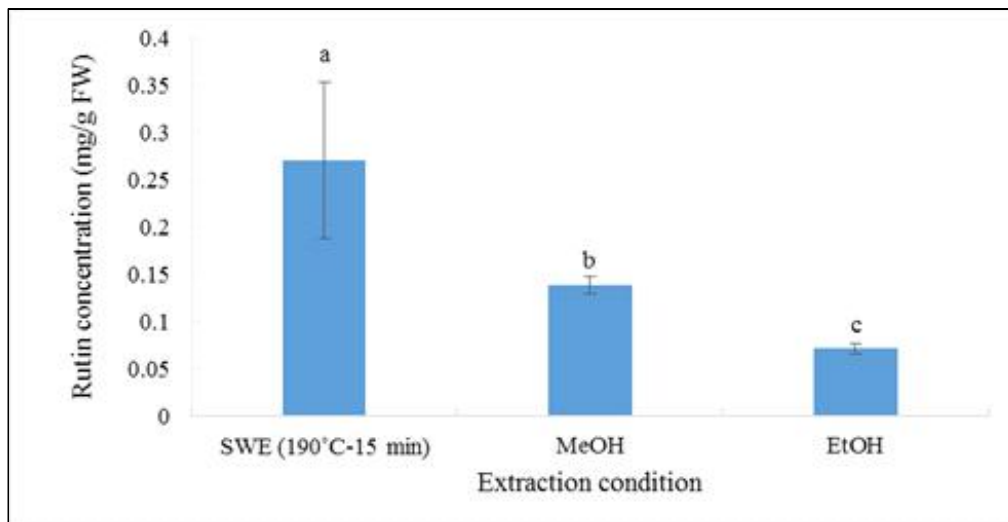


그림 2.6. 대추의 추출 용매에 따른 rutin 함량

- 이는 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 능력과 ABTS 라디칼 소거능 능력에서도 메탄올, 에탄올 추출보다 아임계수 추출에서 유의적 수준 5% 내 유의적인 차이로 더 높은 함량과 항산화능을 보임으로써 아임계수 추출 효율을 검증함(그림 2.7)(그림 2.8)(그림 2.9).

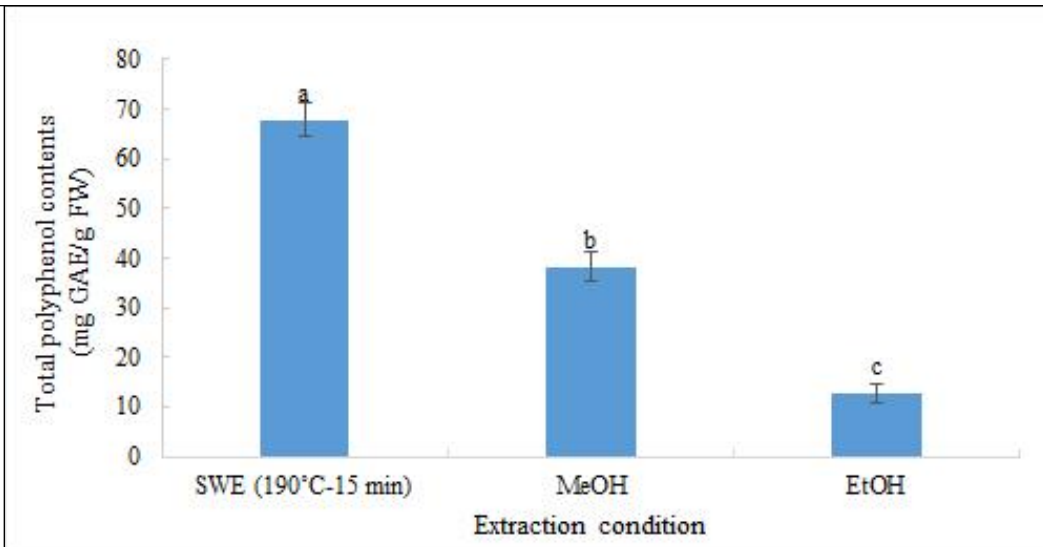


그림 2.7. 대추의 추출 용매에 따른 총 폴리페놀 함량

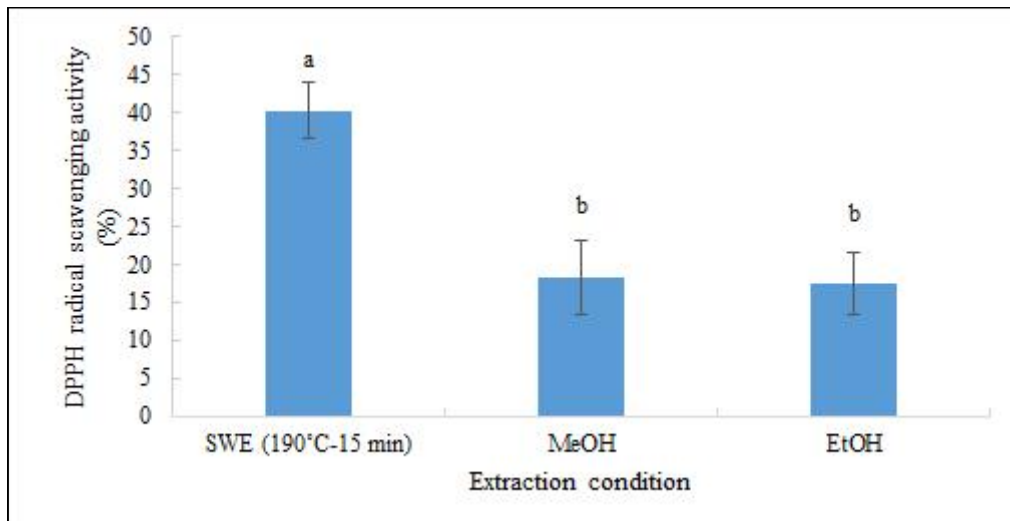


그림 2.8. 대추의 추출 용매에 따른 DPPH 라디칼 소거능 능력

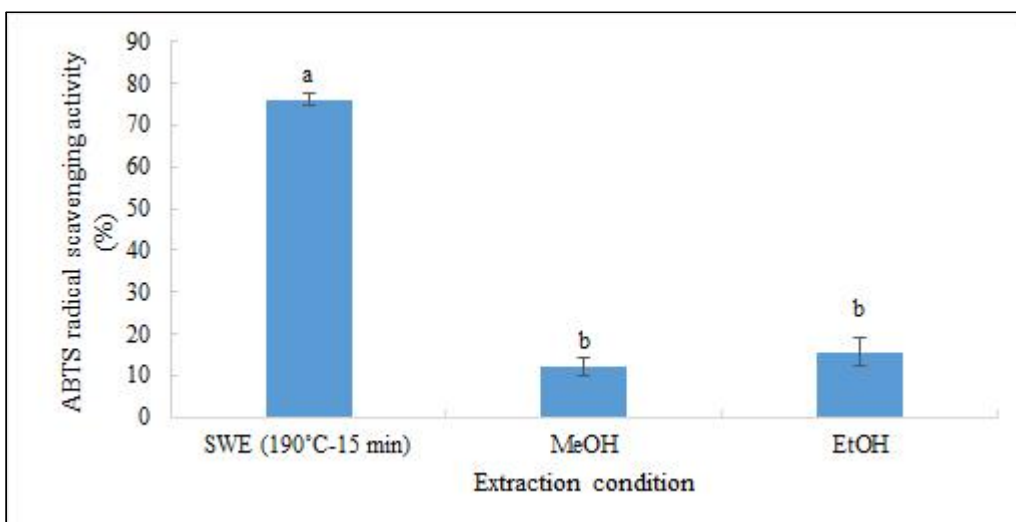


그림 2.9. 대추의 추출 용매에 따른 ABTS 라디칼 소거능 능력

3. 추출물의 분리방법 및 건조조건 확립

3.1. 블루베리, 아로니아

- 본 과제에서는 시료로부터 아임계 추출을 이용하여 유효성분을 추출하고 선택된 유효성분의 농도가 최대로 함유되어 있는 중간소재를 개발하는 것이 목표임. 따라서 유효성분의 손실을 최소화 할 수 있는 공정을 제안함.
- 블루베리와 아로니아를 활용한 중간소재 제작 시 가능한 중간소재의 형태는 농축형과 분말형이 있음.
- 농축형의 경우 아임계수 추출물의 농축방법, 농축 온도, 최종 농축액의 brix° 등이 결정되어야 하는 사항이며, 특히 온도의 경우 열에 약한 anthocyanin의 특성을 고려하여 설정해야함.
- 분말형의 경우 예비실험 시 동결건조를 통한 분말화는 시료의 특성상 당이 많아 불가함. 따라서 텍스트린을 첨가한 spray drying 방법을 제안하며, 이 경우 텍스트린의 농도, spray drying 시 온도, 펌프의 속도 등이 설정되어야 함.
- 블루베리의 아임계수 추출물 중 유효기능성분을 분리 후 분석하기 위하여 HPLC analysis를 진행함(그림 3.1). 블루베리 추출물의 분석 결과 약 33분대에서 malvidin-3-galactoside (A)가 분리되었으며, 추출물 자체의 농도는 standard와 비교해 보았을 때 약 0.075 mg/ml의 농도를 가졌음.

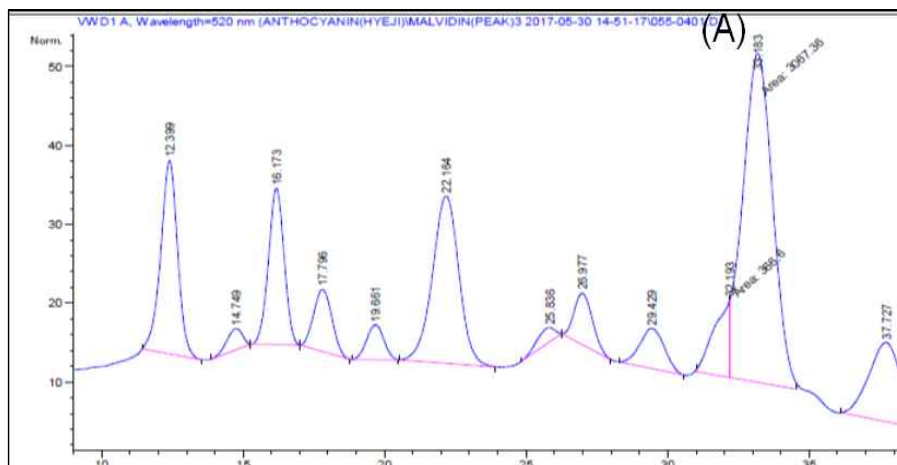


그림 3.1. HPLC분석을 이용한 블루베리의 유효성분 malvidin-3-galactoside (A)의 분리

- 아로니아의 아임계수 추출물 중 유효기능성분을 분리 후 분석하기 위하여 HPLC analysis를 진행함(그림 3.2). 아로니아 추출물의 분석 결과 약 12분대에서 cyanidin-3-galactoside (A)가 분리되었으며, 추출물 자체의 농도는 standard와 비교해 보았을 때 약 1.343 mg/ml의 농도를 가졌음.

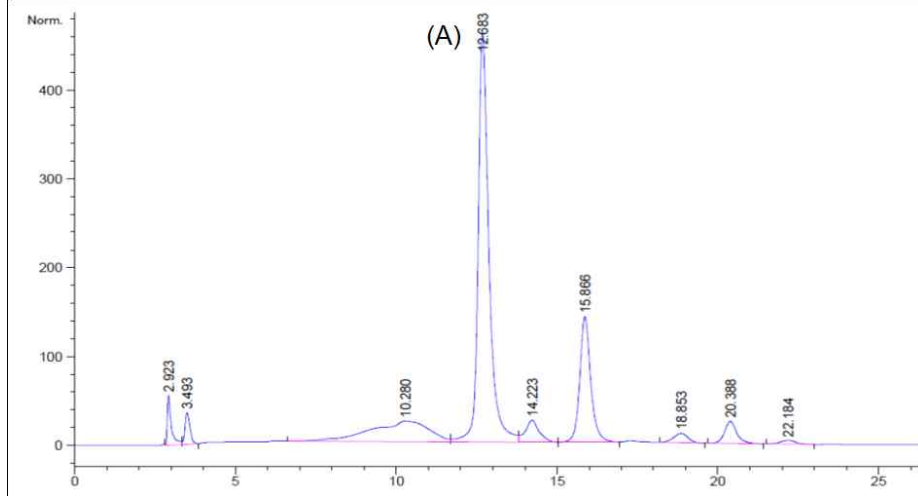


그림 3.2. HPLC분석을 이용한 블루베리의 유효성분 cyanidin-3-galactoside (A)의 분리

3.2. 귀리

- 귀리로부터 유효성분을 추출하고 유효성분인 β -glucan의 농도가 최대로 함유되어 있는 중간소재를 개발하는 것이 목표임. 따라서 다음과 같은 건조와 분리공정을 선택함.
- 귀리를 활용한 중간소재 기반 제품 제작 시 알맞은 건조조건을 확립하기 위해 아임계 추출 최적 조건에서 대량생산이 가능한 pilot-scale을 이용해 추출을 진행함. 추출 비율은 50 g:2000 mL로 추출을 진행하였으며 총 3번의 추출로 약 5470 mL의 추출물을 얻음.
- 건조방법으로는 동결건조를 선정하였으며 대량 동결건조를 위해 외부 업체(㈜푸드라이)에 의뢰함.
- 그 결과, 150 g의 귀리 원재료의 추출물을 동결건조 했을 시 79 g의 동결건조물 생산이 가능했음 (그림 3.3). 이는 52.66%의 상당한 수율을 가지므로 동결건조의 높은 공정효율을 확인하였음.
- 동결건조는 시료의 맛, 향, 기능성분을 유지시켜 줄 뿐만 아니라 보존기간도 증가시키는 장점을 가지고 있기 때문에 귀리 추출물의 건조공정으로써 적합하다고 판단됨.



그림 3.3. 귀리의 아임계 추출물의 대량 동결건조

- 귀리의 아임계수 추출물 중 유효기능성분을 분리 후 분석하기 위하여 McCleary & Glennie-Holmes(1985)의 효소분리방법으로 진행함. 추출물은 Lichenase와 β -glucosidase의 효소로 인해 차례로 분해되고 최종 가수분해물인 glucose가 되어 glucose standard와의 비교를 통해 β -glucan이 측정됨.

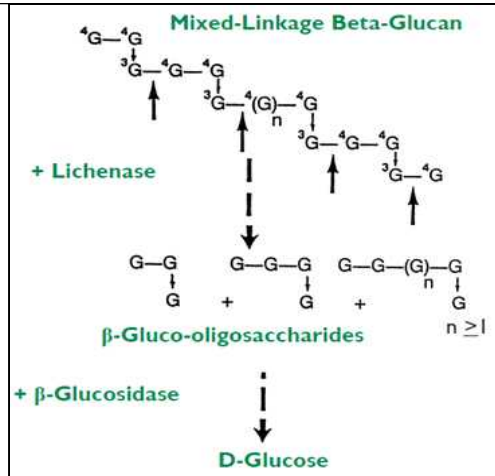


그림 3.4. β-glucan 분리 원리

3.3. 단호박

- 단호박을 활용한 중간소재 제작 시 앞의 실험 결과를 통해 아임계 추출을 이용한 지표성분 분리가 적합하지 않다고 판단되기 때문에 추출 공정을 제외하는 것을 제안함.
- 단호박의 경우 주로 분말형태의 제품으로 판매하기 때문에 용해성에 대한 가공적성에 중점을 두어 개발하는 방향이 적합하다고 생각함.
- 따라서, 동결분쇄의 기술을 이용하여 단호박 원재료를 과립화함으로써 기존 시중 제품보다 용해성이 높은 분말형의 중간소재 개발을 기대함.
- 이러한 기술을 적용한 후 생성된 중간소재는 HPLC analysis를 통해 β-carotene 분리를 다시 진행해볼 예정임.

3.4. 생강

- 효과적인 건조 공정과 분리 공정을 통해 시료로부터의 유효 성분이 최대로 함유되어 있는 중간소재를 개발하는 것을 목표로 여러 가지 공정 과정에 대해 실험을 진행함.
- 생강의 경우 주로 분말형이나 액상 형태로 제품을 판매함.
- 분말형은 dextrin을 첨가 후, 대량생산이 용이하고 열풍과의 접촉시간이 짧은 spray drying (SD)을 통해 제조하고 액상 형태는 당을 첨가해 점도를 증가시켜 제조함.
- 자체적으로 제작한 pilot-scale 기기를 이용하여 200 g 생강을 아임계수 추출해 외부 업체(㈜푸드라이)에 동결건조를 의뢰함.
- 그 결과 200 g 시료 당 약 14 g으로 약 7% 정도의 수율을 나타냄(그림 3.5).
- 따라서 추출물을 동결건조 대신 dextrin을 첨가해 spray drying을 진행하면 수율을 증가시킬 수 있을 것으로 기대됨.

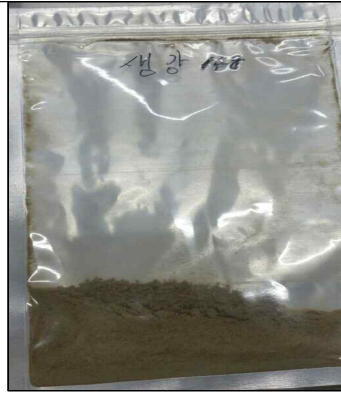


그림 3.5. Pilot-scale 기기를 이용해 추출한 생강 동결건조물

- 생강 아임계수 추출물에서 생강의 주요 성분으로 알려진 gingerol과 shogaol을 분리하기 위해 HPLC 분석을 진행함. 생강 추출물에 표준물질을 spiking 하여 HPLC 크로마토그램의 retention time의 비교로 분석한 결과, 약 5분과 11분 정도에서 gingerol (A)과 shogaol (B)이 각각 분리되는 것을 확인함(그림 3.6).

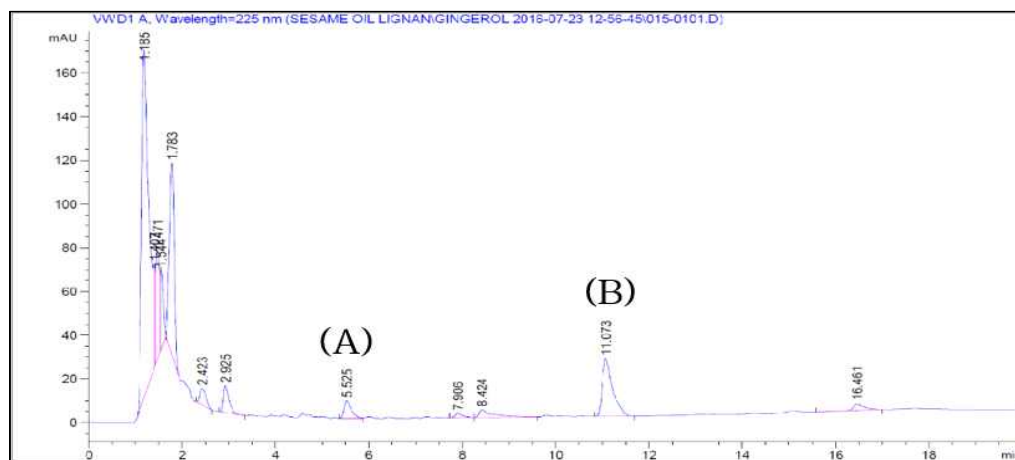


그림 3.6. HPLC 분석을 통해 생강 추출물의 유효성분인 gingerol (A)와 shogaol (B) 분리

3.5. 대추

- 효과적인 건조 공정과 분리 공정을 통해 시료로부터의 유효 성분이 최대로 함유되어 있는 중간 소재를 개발하는 것을 목표로 여러 가지 공정 과정에 대해 실험을 진행함.
- 대추의 경우 생강과 동일하게 주로 분말형이나 액상 형태로 제품을 판매함.
- 대추 아임계수 추출물(190°C-15 min)을 약 -80°C에서 24시간 동안 동결건조하면 시료 1 g당 약 0.651 g으로 약 65%의 수율을 나타냄.
- 대추 아임계수 추출물에 dextrin을 첨가해 spray drying을 진행한 결과, 시중 분말보다 대추 아임계수 추출물을 SD한 분말이 더 높은 총 폴리페놀 함량을 나타냄.
- 따라서 추출물을 동결건조해서 사용하지 않고 dextrin을 첨가해 spray drying을 진행하면 수율을 증가시킬 수 있으며 시중 분말보다 산업적 이익이 있을 것으로 기대됨.
- 대추 아임계수 추출물에서 유효 성분 중 하나인 rutin을 분리하기 위해 HPLC 분석을 진행함. 분석 결과, 약 19분에서 rutin이 분리되었음(그림 3.7).

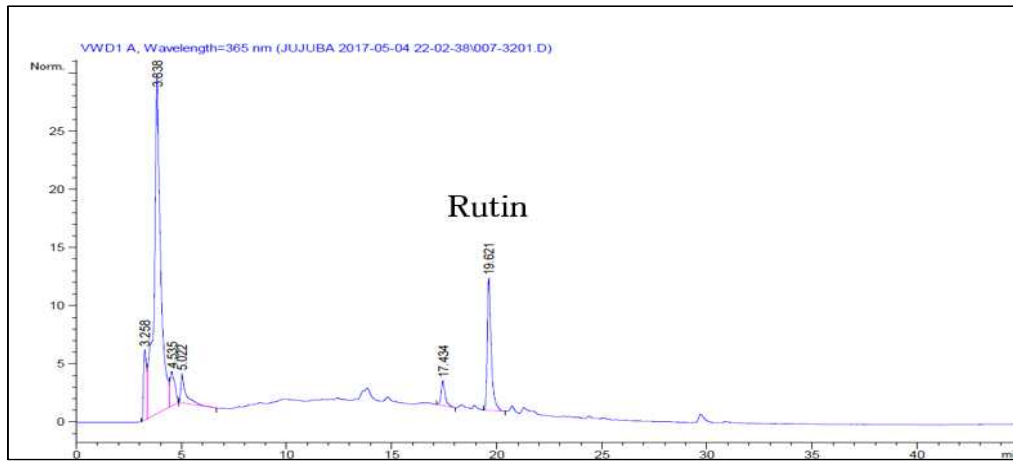


그림 3.7. HPLC 분석을 통해 대추 추출물의 유효성분 rutin 분리

4. 정확성 및 정밀성 분석을 위해 시료로부터 재현성과 회수율 측정

4.1. 블루베리

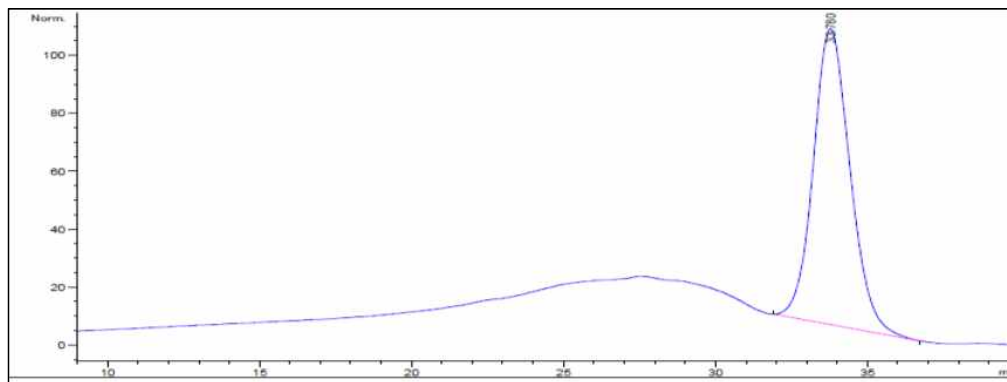


그림 4.1. Malvidin-3-galactoside standard의 HPLC chromatogram

- Malvidin-3-galactoside의 분석을 위하여 HPLC를 사용하였으며, standard에 대한 HPLC chromatogram은 그림 4.1과 같음.
- Malvidin-3-galactoside의 HPLC에 의한 정밀도 분석을 위해 Relative Standard Deviation (RSD)를 계산함. RSD는 반복수의 표준편차에 평균값을 나누고 100을 곱함으로써 계산함. RSD 값은 실험 방법의 재현성을 확인하기 위하여 사용되며, RSD 값이 작을수록 재현성이 높은 분석방법임.
- Malvidin-3-galactoside의 RSD 값은 1.035%로써 작은 값을 가졌으며, 이를 통해 높은 재현성을 가져 정밀도가 높은 실험방법임을 파악함.
- 또 다른 분석법인 pH differential method와 HPLC의 상관관계를 pearson 상관관계를 통해서 파악하였을 때, 약 0.967 정도로 상당히 높은 상관관계를 가졌음(표 4.1).

표 4.1. Pearson 상관관계를 이용하여 분석한 블루베리 시료에 대한 pH differential method와 HPLC 분석법의 상관관계

상관관계

		pH differential method	HPLC
pH differential method	Pearson 상관	1	.967**
	유의확률 (양측)		.000
	N	18	18
HPLC	Pearson 상관	.967**	1
	유의확률 (양측)	.000	
	N	18	18

** . 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측).

4.2. 아로니아

- Cyanidin-3-galactoside의 분석을 위하여 HPLC를 사용하였으며, standard에 대한 HPLC chromatogram은 그림 4.2와 같음.

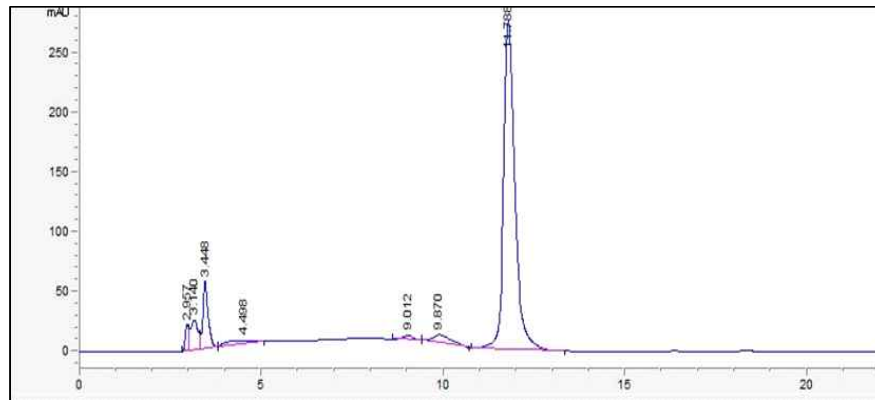


그림 4.2. Cyanidin-3-galactoside standard의 HPLC chromatogram

- Cyanidin-3-galactoside의 HPLC에 의한 정밀성 분석을 위해 Relative Standard Deviation (RSD)를 계산함. RSD는 반복수의 표준편차에 평균값을 나누고 100을 곱함으로써 계산함. RSD 값은 실험 방법의 재현성을 확인하기 위하여 사용되며, RSD 값이 작을수록 재현성이 높은 분석방법임.
- Cyanidin-3-galactoside의 RSD 값은 1.439%로써 매우 작은 값을 가졌으며, 이를 통해 높은 재현성을 가져 정밀도가 높은 실험방법임을 파악함.
- 또 다른 분석법인 pH differential method와 HPLC의 상관관계를 pearson 상관관계를 통해서 파악하였을 때, 약 0.986 정도로 상당히 높은 상관관계를 가졌음(표 4.2).

표 4.2. Pearson 상관관계를 이용하여 분석한 아로니아 시료에 대한 pH differential method와 HPLC 분석법의 상관관계

상관관계			
		pH differential method	HPLC
pH differential method	Pearson 상관	1	.986**
	유의확률 (양측)		.000
	N	23	23
HPLC	Pearson 상관	.986**	1
	유의확률 (양측)	.000	
	N	23	23

** . 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측).

4.3. 귀리

- 귀리의 원재료에 함유된 β -glucan 함량을 비교하여 아임계 추출의 회수율을 측정함.
- 회수율은 (weight of β -glucan in extracts from 1 g oat flour)/(weight of β -glucan in 1 g oat flour) \times 100(%)과 같이 계산함.
- 실험에 사용된 귀리의 원재료에 함유된 β -glucan 함량은 3.94 ± 1.37 g/100 g oat로 나타남.
- 귀리의 아임계 추출 pH와 온도에 따른 최적조건(pH 4, 190°C-10 min)에서 약 84.17%의 회수율을 보였으며, 이는 원재료에 함유된 대부분의 β -glucan이 추출되었다고 볼 수 있음(표 4.3).

표 4.3. 귀리의 아임계 추출 조건에 따른 회수율

조건 (°C-min)		β -glucan recovery yield (%)	조건 (°C-min)		β -glucan recovery yield (%)
pH 3.0	110-10	8.3450	pH 4.0	110-10	2.9925
	130-10	18.7127		130-10	7.5309
	150-10	54.1800		150-10	34.5022
	170-10	78.8441		170-10	68.0258
	190-10	82.2492		190-10	84.1685
pH 5.0	110-10	7.2739	pH 8.6	110-10	2.8536
	130-10	12.8418		130-10	9.1648
	150-10	31.3553		150-10	15.7029
	170-10	47.9975		170-10	21.7470
	190-10	74.3958		190-10	37.8106
pH 9.6	110-10	4.3442	pH 10.6	110-10	3.1493
	130-10	8.3485		130-10	7.4023
	150-10	12.0328		150-10	9.0237
	170-10	16.7090		170-10	13.7440
	190-10	27.3753		190-10	22.5889
water	110-10	0.9777			
	130-10	2.9363			
	150-10	7.0091			
	170-10	8.9065			
	190-10	38.9112			

4.4. 생강

- 생강의 지표물질인 gingerol과 shogaol의 HPLC 분석에 대한 정밀성을 확인하기 위해 relative standard deviation (RSD)을 계산함. RSD는 각 지표물질에 대해 HPLC로 3반복 측정 후, (측정값의 표준편차)/(측정값의 평균) \times 100(%)으로 계산함.
- Gingerol의 RSD 값은 0.38%, shogaol의 RSD 값은 0.56%로 매우 작은 값을 가졌으며 이는 높은 재현성을 가짐으로써 정밀성이 확인됨.

4.5. 대추

- 대추의 지표물질인 rutin의 HPLC 분석에 대한 정밀성을 확인하기 위해 relative standard deviation (RSD)을 계산함. 생강과 동일하게 rutin에 대해 HPLC로 3반복 측정 후, (측정값의 표준편차)/(측정값의 평균) \times 100(%)으로 계산함.

- 그 결과, rutin의 RSD 값은 1.59%로 작은 값을 가졌으며 이는 높은 재현성을 가져 정밀성이 확인됨.

5. 아임계수 추출 scale-up factor 조사 및 설정

- 블루베리, 귀리, 생강, 대추 시료에 대하여 lab-scale 아임계 추출 효율을 검증한 후, pilot-scale로의 scale-up을 위하여 scale-up factor를 조사 및 설정함.
- Pilot-scale 장비는 자체적으로 제작한 기기(R-401)을 사용하여 실험을 진행함(그림 5.1).
- Pilot-scale 추출 장비는 lab-scale에 비하여 약 50 - 360배 추출이 가능하며, 최대 추출 용량은 8 L임.



그림 5.1. 자체 개발 Subcritical Extraction Pilot Plant System (R-401) 장비(왼쪽) 및 cell (오른쪽)

5.1. 블루베리

- 블루베리의 lab-scale 최적조건은 130°C - 3 min이었음.
- Lab-scale의 최적조건을 바탕으로 블루베리 시료를 pilot-scale로 scale-up했을 때 lab-scale에 비하여 수율이 어느 정도 되는 지 파악하기 위한 실험을 계획함.
- Pilot-scale 추출에서 추출 온도와 시간은 lab-scale과 동일하게 130°C - 3 min으로 설정하였으며, 추출에 사용된 시료 역시 동일한 시료를 사용하였음. 추출 용량을 기존 추출에 비하여 50배 증대시켜 1100 mL로 설정하였음(표 5.1).

표 5.1. 블루베리의 아임계 추출 scale-up factor 설정

	Lab-scale	Pilot-scale
추출 용매	water	water
추출 온도	130°C	130°C
추출 시간	3 min	3 min
시료와 용매의 비율	1 g:22 mL	50 g:1100 mL
시료와 규조토의 비율	1:2	-

- 추출 결과 lab-scale 추출에 비하여 pilot-scale 추출 시 더 높은 수율을 가짐을 파악함(그림 5.2). 이는 pilot-scale 장비에는 추출 시간 동안 extractor 내부에서 일정한 속도로 회전을 하는 stirrer가 들어 있어 추출 효율이 증대됐을 것이라 예상함.
- 추후 pilot-scale 추출 조건을 더 증대시켜 실험을 진행한 후 pilot-scale 추출에서의 최적조건을 파악할 예정임.

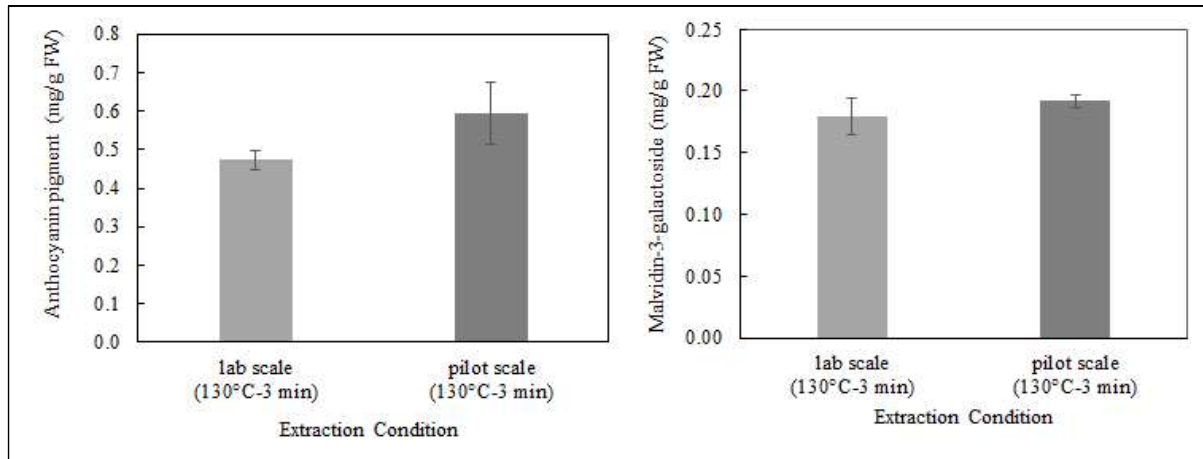


그림 5.2. 블루베리의 아임계수 추출 최적조건에서의 scale에 따른 anthocyanin pigment 및 malvidin-3-galactoside 함량

5.2. 귀리

- 귀리의 lab-scale에서의 아임계 최적조건을 기초 자료로 이용하여 자체 개발한 pilot-scale에 적용할 수 있는 scale-up factor를 조사 및 설정함.
- Lab-scale의 최적조건(pH 4, 190°C-10 min)에서의 추출 조건과 pilot-scale의 실험 환경 등을 고려하여 pilot-scale의 추출 조건을 설정함(표 5.2).

표 5.2. 귀리의 아임계 추출 scale-up factor 설정

	Lab-scale	Pilot-scale
추출 용매	pH 4	pH 4
추출 온도	190°C	190°C
추출 시간	10 min	10 min
시료와 용매의 비율	1 g:40 mL	50 g:2000 mL
시료와 구조토의 비율	1:1	-

- 설정한 조건에 따라 pilot-scale 추출 결과, lab-scale의 β -glucan 함량 결과와 유사하게 나타남(그림 5.3).
- 아임계 추출 최적조건에서 scale간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났음($p < 0.05$).
- 3차년도에서 최종 pilot-scale 아임계 추출 효능을 검증하는데 필요한 기초 자료를 확보함.

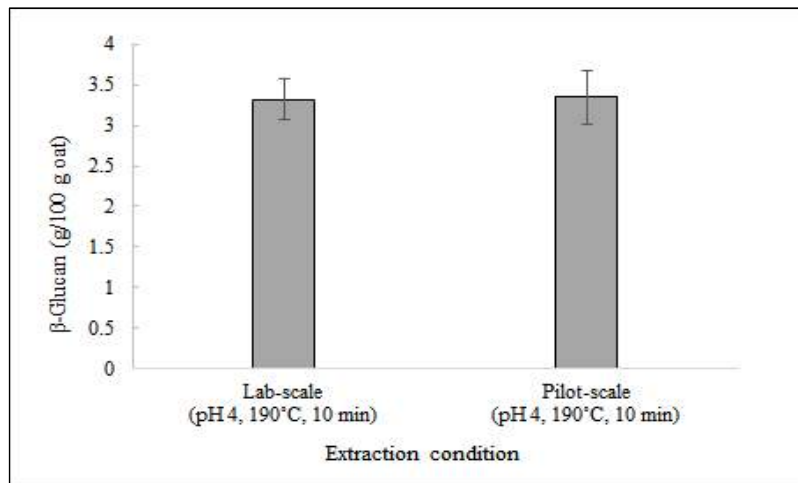


그림 5.3. 귀리의 아임계 추출 최적조건에서의 scale에 따른 β -glucan 함량

5.3. 생강

- Pilot-scale로 추출 시, lab-scale 최적조건과의 수율을 비교하기 위해 실험을 계획함.
- 추출 용매는 lab-scale과 동일하게 했으며 시료와 추출용량을 약 50배 증가시켜 추출을 진행함(표 5.3).

표 5.3. 생강의 lab-scale과 pilot-scale 아임계수 추출 조건 설정

	Lab-scale	Pilot-scale
추출 용매	water	water
추출 온도	110, 130, 150, 170, 190°C	170, 190°C
추출 시간	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 min	10, 15, 20 min
시료와 용매의 비율	1 g:22 mL	50 g:1100 mL

- 생강은 lab-scale과 동일하게 0.5 cm × 0.5 cm × 0.5 cm로 잘라서 사용함. 추출 온도는 170, 190°C, 추출 시간은 10, 15, 20 min에서 진행함. 또한 원활한 추출을 위해 교반기의 rpm을 200 - 250으로 설정함.
- Pilot-scale로 추출 후, lab-scale과 동일하게 gingerol과 shogaol에 대해 HPLC 분석함.
- Gingerol의 경우, 170°C보다 190°C에서 함량이 감소했으며 추출 시간이 증가함에 따라 함량이 증가함(그림 5.4).

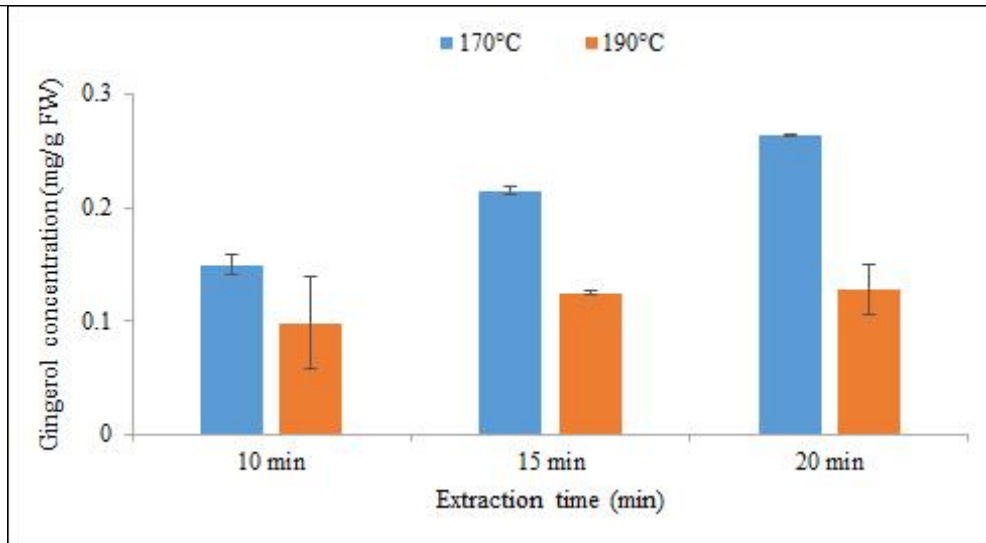


그림 5.4. 생강의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 gingerol 함량

- Shogaol의 경우, 170°C와 190°C 모두 15 min까지 증가하다가 20 min에서 감소하는 경향을 나타냈으며 shogaol 함량이 가장 높은 190°C-15 min 조건과 190°C-10 min 조건 사이에서 유의적인 차이가 없음(그림 5.5).

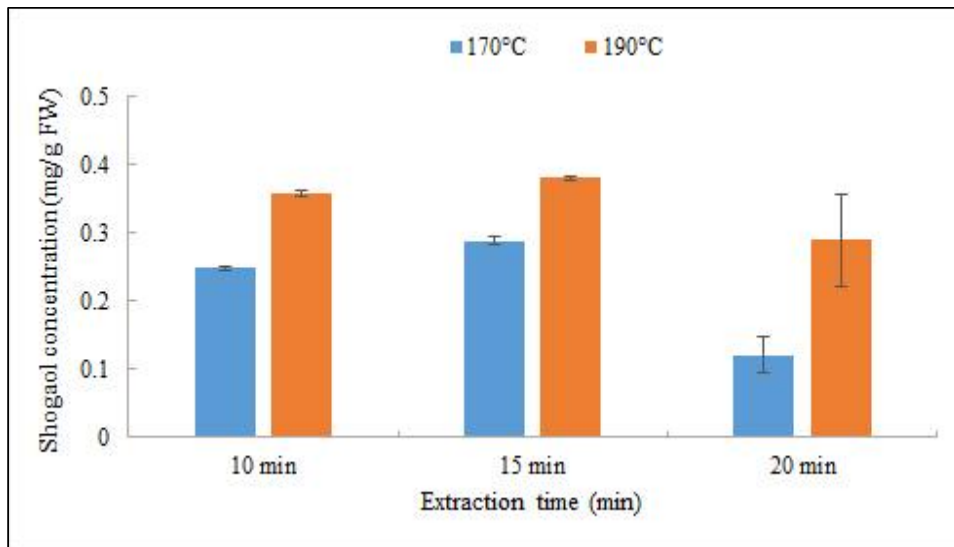


그림 5.5. 생강의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 shogaol 함량

- Lab-scale의 최적조건(190°C-15 min)과 pilot-scale의 최적조건(190°C-15 min)을 비교한 결과, 비슷한 수율을 나타낸 것을 확인함(표 5.4).

표 5.4. 생강의 아임계수 추출 규모에 따른 shogaol 함량

Lab-scale	Pilot-scale
0.39 mg/g FW	0.38 mg/g FW

5.4. 대추

- Pilot-scale로 추출 시, lab-scale 조건과의 수율을 비교하기 위해 실험을 계획함.
- 추출 용매는 lab-scale과 동일하게 했으며 시료와 추출용량을 약 40배 증가시켜 추출을 진행함(표 5.5).

표 5.5. 대추의 lab-scale과 pilot-scale 아임계수 추출 조건 설정

	Lab-scale	Pilot-scale
추출 용매	water	water
추출 온도	110, 130, 150, 170, 190°C	170, 190°C
추출 시간	5, 10, 15, 20 min	5 min
시료와 용매의 비율	1 g:22 mL	40 g:880 mL

- 추출 온도는 170°C와 190°C, 추출 시간은 5 min에서 진행했으며 원활한 추출을 위해 교반기의 rpm을 200 - 250으로 설정함.
- Pilot-scale로 추출 후, lab-scale과 동일하게 rutin에 대해 HPLC로 분석함.
- Rutin의 경우, pilot-scale이 lab-scale보다 수율이 높게 나타남(그림 5.6).
- 추후 좀 더 다양한 추출 조건에서 추출해 rutin 함량에 대해 분석할 예정임.

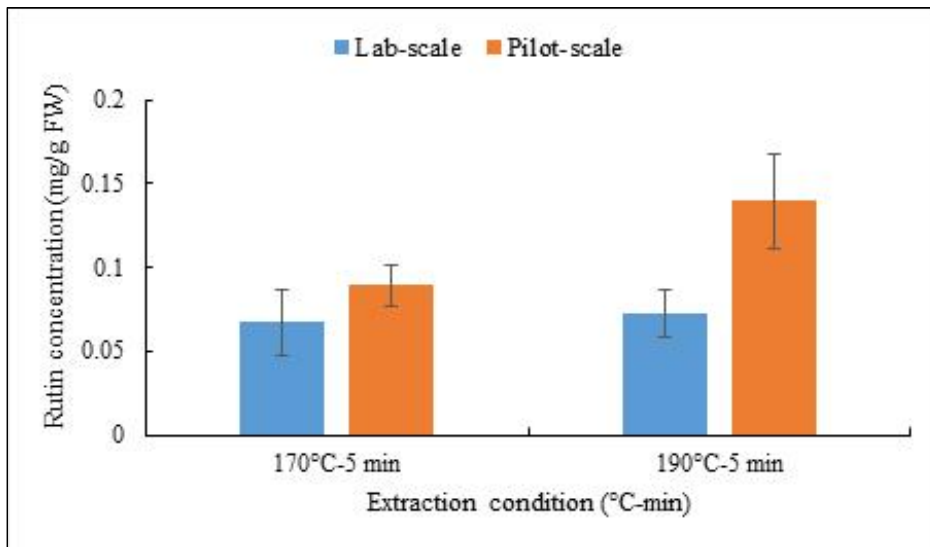


그림 5.6. 대추의 아임계수 추출 scale에 따른 rutin 함량

6. 광펄스 살균시스템의 산업적 적용에 요구되는 시료별 안전성 database 구축

6.1. 아로니아 동결건조 분말 시료

- 아로니아의 경우 동결건조 분말 형태로 시중 제품 또는 중간소재로 활용되고 있음.
- 아로니아의 아임계수 추출에 사용되는 동결건조 분말 시료의 기존 균수와 광펄스 처리 후 균수를 파악하여 광펄스의 살균 효과를 확인함

- 광펄스 살균시스템의 살균효과를 검증하기 위해 아로니아 분말의 초기균수를 측정하고 2가지 다른 조건에서 광펄스 처리한 분말의 균수를 측정하여 살균효과를 확인함.
- 아로니아 분말 살균을 위한 lab-scale 광펄스 살균장치는 크게 treatment chamber, power supply로 이루어져 있음(그림 6.1).
- 아로니아 분말은 동결건조 후 20 mesh로 분쇄하여 사용하였음. 아로니아 분말을 10^1 부터 10^5 으로 희석하여 초기균수를 측정한 결과 1.75×10^3 CFU/g정도이었음.
- 광펄스 처리는 DC voltage 800 V와 1200 V, pulse duty 1.0 ms, treatment time 60 sec, frequency 5 Hz 조건에서 진행함. 800 V의 경우 6.5×10^2 CFU/g정도의 균수를 보이며 대조군의 초기균수와 비교해 평균 0.43 log의 사멸효과를 나타내었고, 120조건에서는 5.0×10^2 CFU/g으로 평균 0.54 log의 사멸효과를 보였음(그림 6.2).
- 같은 조건에서 보관한 아로니아 분말 시료에 대해 동일한 시간으로 처리한 결과 광펄스 처리 전압이 높아질수록 더 큰 log reduction을 보임.



(A)



(B)

그림 6.1. Lab-scale IPL 장치 (A) Treatment chamber, (B) Power supply

- 학술지 “LWT - Food Science and Technology”에 게재된 논문 “Microbial inactivation and effects of interrelated factors of intense pulsed light (IPL) treatment for *Pseudomonas aeruginosa*”은 본 연구과제에서 아로니아 동결건조 분말 시료에 대한 살균효과를 확인하기 위하여 진행한 예비 실험으로서 연관이 있음.

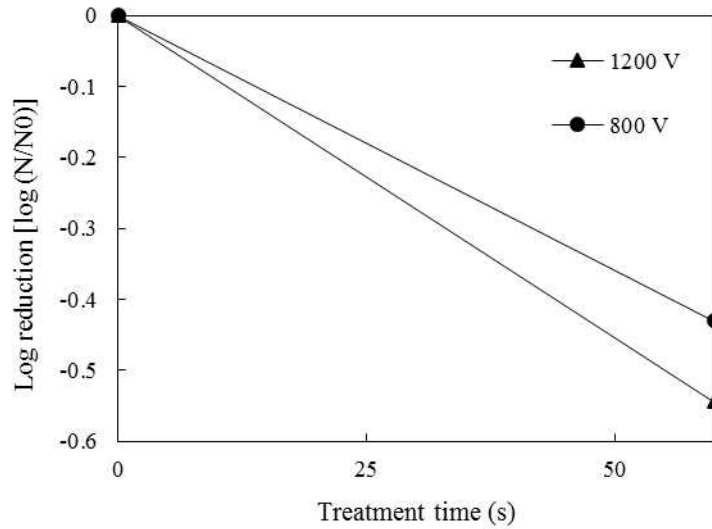


그림 6.2. DC voltage에 따른 아로니아 분말의 미생물 저감 효과 확인

3차년도 : Pilot-scale 가공적성의 최적화와 회수율 검토를 통한 신가공법 기술의 실용화 가능성 확인과

살균 시스템의 개발 및 경제성 분석
(제1협동 - 이화여대 정명수 교수)

1. Pilot-scale 아임계수 추출공정의 효능 분석 및 선택성 결정

- Pilot-scale 장비는 자체적으로 제작한 기기(R-401)을 사용하여 실험을 진행하였음.
- 본 장비는 lab-scale과 비교하였을 때, 최소 50배에서 최대 360배에 해당하는 분량의 추출이 가능하며, 최대 추출 용량은 8 L임.



그림 42.1. 자체 개발 Subcritical Extraction Pilot Plant System (R-401) 장비(왼쪽) 및 cell (오른쪽)

1.1. 블루베리

- 블루베리에는 기능 성분인 anthocyanin이 다량 함유되어 있으며, 특히 malvindicin-3-galactoside의 함량이 높음. Anthocyanin은 flavonoid계 물질로서 높은 항산화능을 가지고 있으며 콜레스테롤 감소, 눈 관련 질병 예방 등 풍부한 건강 기능적 효능을 가지고 있음.
- Anthocyanin은 pH에 따라 색이 달라지는 특성을 가지고 있으며, 이에 착안한 방법인 pH differential method를 이용하여 anthocyanin pigment를 분석하였음. 이에 더해 HPLC 분석 방법을 통하여 malvindicin-3-galactoside를 정량 분석 하였음.
- 블루베리의 기능성분을 pilot-scale로 추출하는 경우, 전처리 방법 변화에 따른 anthocyanin pigment와 malvindicin-3-galactoside의 추출량을 확인하기 위해 4 개의 다른 전처리 방법을 거친 시료를 사용하였음. 냉동된 원물을 해동시킨 것, 동결건조한 샘플을 4등분한 것, 냉동된 원물을 해동시킨 후 분쇄한 것, 동결건조 분말을 pilot-scale 아임계수 추출을 위한 시료로 사용하였음.
- 4 개의 전처리 방법 중, 동결건조 분말을 시료로 사용하여 추출하였을 때 anthocyanin pigment, malvindicin-3-galactoside 의 함량이 가장 높았음.

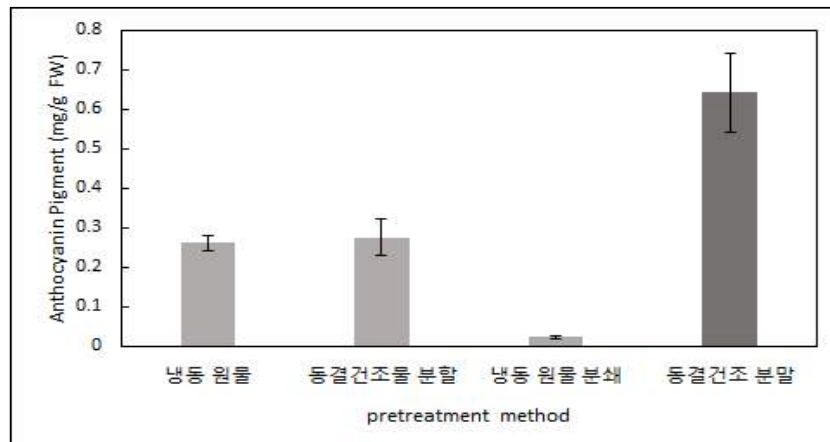


그림 42.2. 블루베리의 전처리 방법에 따른 anthocyanin pigment 함량 측정 결과

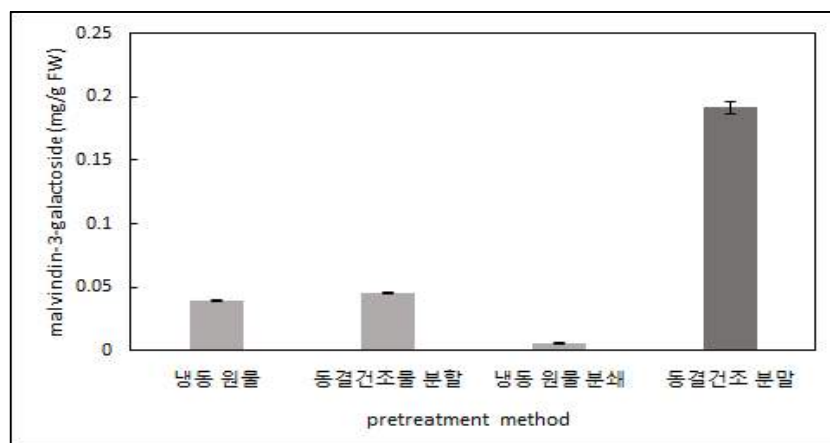


그림 42.3. 블루베리의 전처리 방법에 따른 malvindicin-3-galactoside 함량 측정 결과

- Pilot-scale 아임계수 추출의 경우, lab-scale 아임계수 추출 시 최적 온도 조건이었던 130°C에서 시간을 달리 하여(1, 2, 3 min) anthocyanin pigment와 malvindicin-3-galactoside를 비교하였음.

- pH differential method를 이용하여 분석한 anthocyanin pigment 함량의 경우, lab-scale 아임계수 추출의 최적 조건(130°C-3 min)과 일치하였음.

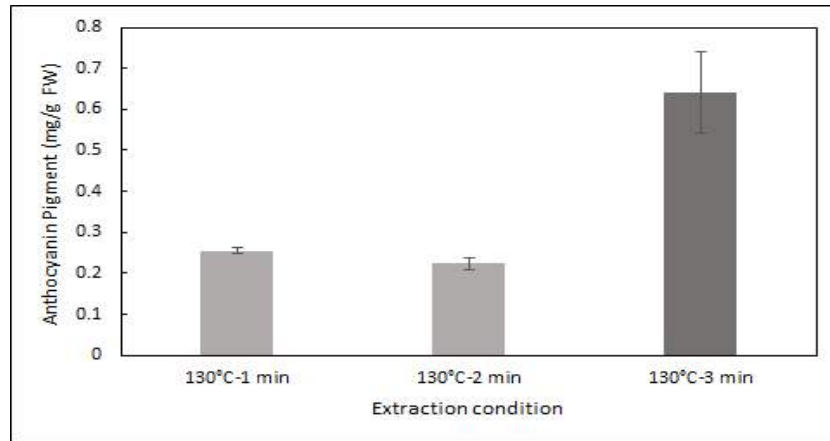


그림 42.4. 블루베리의 pilot-scale 추출 조건에 따른 anthocyanin pigment 함량 측정 결과

- HPLC를 이용하여 분석한 malvindicin-3-galactoside 함량의 경우, 130°C-1 min에서 가장 높게 나타났으며 시간이 증가할수록 함량이 감소하는 경향이 나타났음.

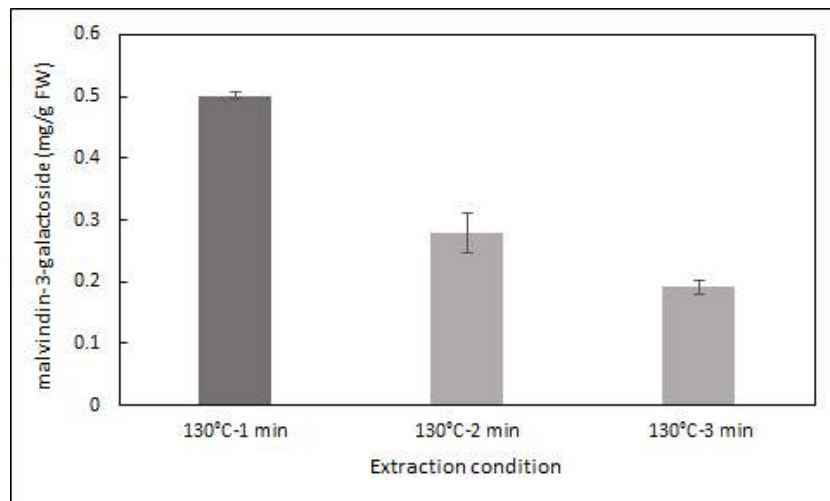


그림 42.5. 블루베리의 pilot-scale 추출 조건에 따른 malvindicin-3-galactoside 함량 측정 결과

1.2. 아로니아

- 아로니아에는 기능 성분인 anthocyanin이 다량 함유되어 있으며, 특히 cyanidin-3-galactoside의 함량이 높음. Anthocyanin은 flavonoid계 물질로서 항산화 작용이 뛰어나며 당뇨병 예방, 콜레스테롤 수치 감소 등의 다양한 건강 기능적 효능을 가지고 있음.
- pH differential method를 이용하여 anthocyanin pigment를 분석하였고, HPLC 분석 방법을 통하여 cyanidin-3-galactoside를 정량 분석 하였음.
- Lab-scale의 최적 조건(190°C-1 min)과 동일한 조건으로 pilot-scale 아임계수 추출하였음.
- 190°C-1 min 조건으로 pilot-scale 아임계수 추출하였을 때, anthocyanin pigment의 경우 0.025 mg/g FW 이었으며 lab-scale 아임계수 추출하였을 때에 비해 함량이 적게 나타났음.

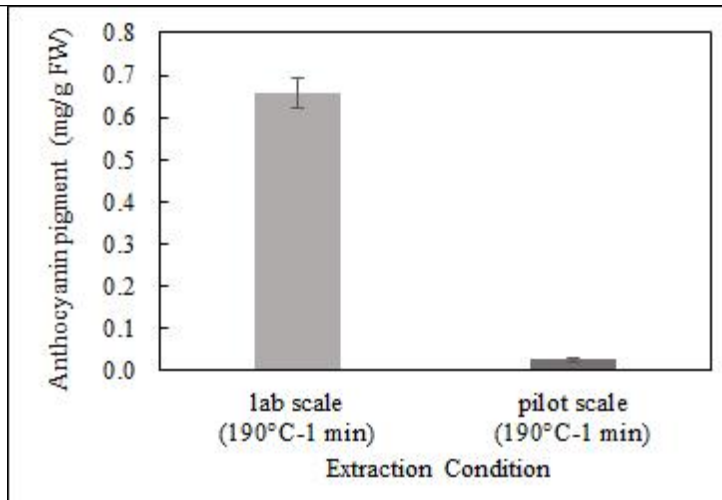


그림 1.6. 아로니아의 아임계수 추출 최적 조건에서의 scale에 따른 anthocyanin pigment 함량

- cyanidin-3-galactoside의 경우 0.048 mg/g FW 이었으며 lab-scale 아임계수 추출하였을 때에 비해 함량이 적게 나타났음.

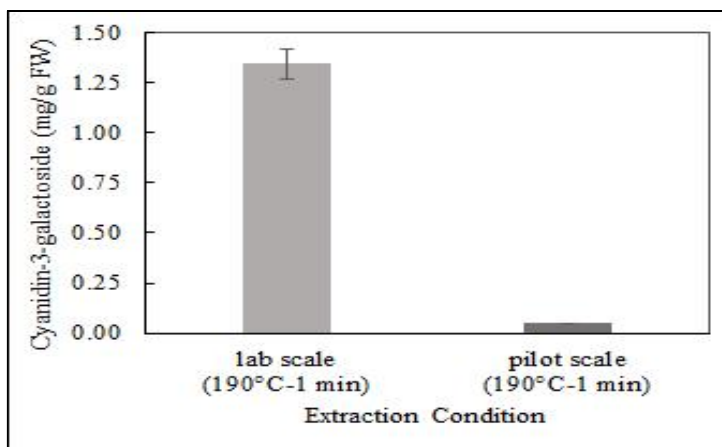


그림 1.7. 아로니아의 아임계수 추출 최적 조건에서의 scale에 따른 cyanidin-3-galactoside 함량

1.3. 귀리

- 귀리의 주요 기능성분은 β -glucan으로 면역 기능을 활성화시켜 암세포의 증식과 재발을 억제하는 효과를 가지고 있고 우수한 혈당강하 및 혈중 콜레스테롤 감소 효과를 가지고 있음.
- 귀리의 전처리로는 믹서기로 분쇄하여 입자 크기를 분류하지 않고 사용하였음. 용매로는 lab-scale과 동일하게 pH 4 buffer를 사용하였으며, 귀리 분말 50 g과 용매 1.1 L를 이용하여 추출을 진행함.
- Lab-scale 아임계 추출하였을 때, 190°C-10 min의 조건에서 β -glucan의 추출량이 가장 높게 나타났기 때문에, pilot-scale 아임계 추출 시 210, 220°C의 추출 온도 조건을 추가하였음.
- Pilot-scale 아임계 추출 조건은 170, 190, 210, 220°C의 추출 온도와 10 min의 추출 시간으로 설정하여 실험을 진행하였음.
- 그 결과, β -glucan의 추출량이 210°C까지 증가하는 경향을 보였으며, 그 이상의 온도에서는 감소하였음. 210°C-10 min에서 3.01048 g/100 g oat로 β -glucan의 함량이 가장 높게 나타났음.

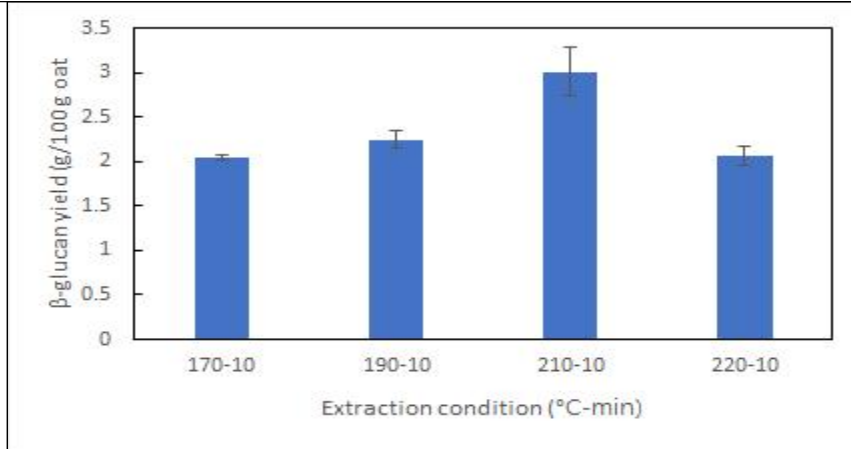


그림 1.8. 귀리의 pilot-scale 아임계 추출 조건에 따른 β-glucan 함량

1.4. 생강

- 생강에는 6-gingerol, 6-shogaol의 주요 기능성분이 함유되어 있는데, gingerol은 높은 온도에서 shogaol로 전환되는 경향을 가지고 있음. 6-gingerol과 6-shogaol은 항암, 항산화, 항염증 등의 다양한 건강 기능적 효능을 가지고 있음.
- 생강 과육의 전처리로는 생강을 흐르는 물에 세척하여 5 시간 정도 실온에서 건조시킨 후 껍질을 벗겨낸 과육을 5 mm x 5 mm x 5 mm의 정육면체로 잘라 사용하였음.
- 생강 껍질의 전처리로는 생강을 흐르는 물에 세척하여 5 시간 정도 실온에서 건조시킨 후 껍질을 벗겨내어 사용하였음. Pilot-scale 추출 조건은 lab-scale의 것과 동일하게 170, 190°C에서 10, 15, 20 min으로 설정하여 추출하였음.
- HPLC를 이용하여 추출물 속의 6-gingerol과 6-shogaol의 함량을 분석하였음. 그 결과 6-gingerol은 170°C-20 min의 추출 조건에서 함량이 가장 높게 나타났으며, 6-shogaol의 경우 190°C-15 min에서 추출하였을 때 가장 높았음.

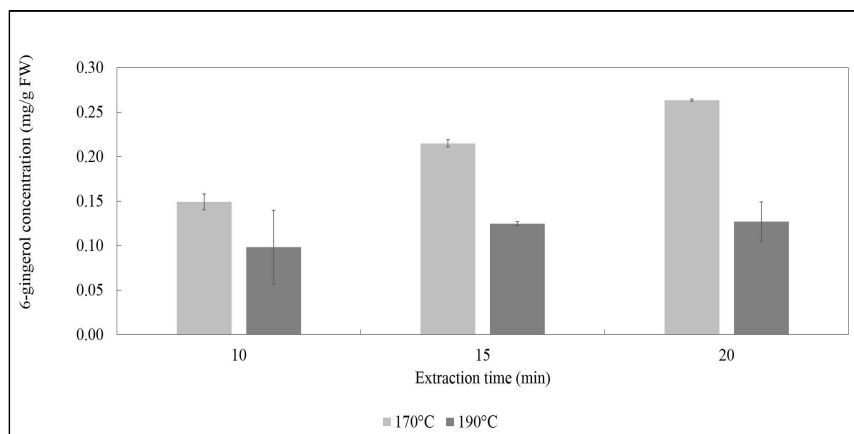


그림 1.9. 생강 껍질의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 6-gingerol 함량

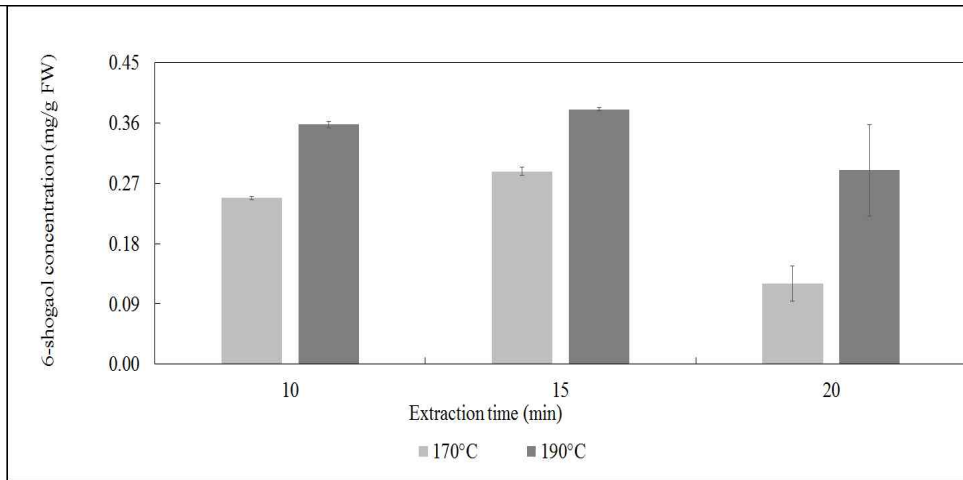


그림 1.10. 생강 껍질의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 6-shogaol 함량

1.5. 대추

- 대추에는 다양한 폴리페놀 성분이 함유되어 있으며, 폴리페놀은 항산화물로서 혈액순환을 원활하게 하고 신경 안정과 불안증상, 불면증을 완화시키는 효능을 가지고 있음.
- 건조된 대추로부터 씨앗을 제거한 후 4°C에 보관하여 사용하였음. pilot-scale의 추출 조건은 lab-scale 실험에서 높은 폴리페놀 추출량을 보였던 170°C, 190°C의 추출 온도와 5, 10, 15, 20 min 추출 시간으로 설정하여 진행하였음.
- 대추 원물의 pilot-scale 아임계수 추출물의 항산화 활성을 측정하기 위하여 DPPH radical 소거 활성, ABTS radical 소거 활성, FRAP assay를 이용하였음.
- Pilot-scale로 추출하였을 때, 총 폴리페놀 함량은 170°C 온도일 때 15 min까지는 추출량이 증가하다가 이후에 감소하는 경향이 나타났음. 총 폴리페놀의 추출량이 가장 높게 나타난 조건은 150°C-15 min이었으며, 이는 lab-scale의 경향과 동일함.

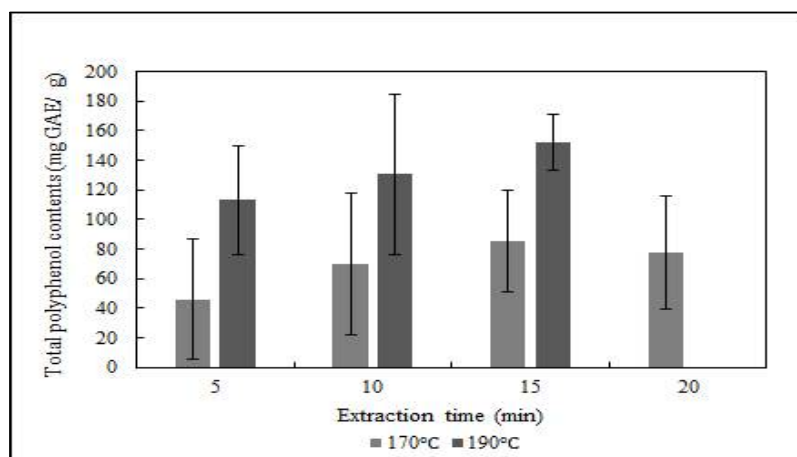


그림 1.11. 대추 원물의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 총 폴리페놀 함량

- DPPH radical 소거 활성의 경우, 모든 추출 시간에서 190°C 일 때가 170°C보다 높게 나타났으며, 190°C의 경우 15 min까지 추출 시간이 증가할수록 DPPH radical 소거 활성이 증가하는 경향을 보였음. 또한, 190°C-15 min에서 DPPH radical 소거 활성은 80.09±0.33 %로 가장 높게 나타났음.

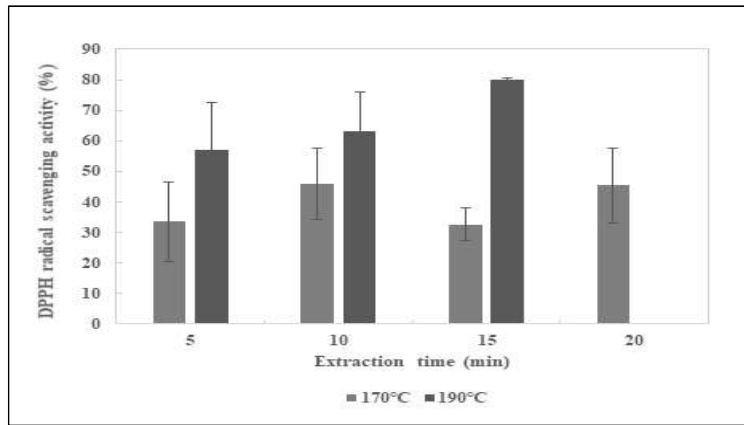


그림 1.12. 대추 원물의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 DPPH radical 소거 활성

- ABTS radical 소거 활성의 경우, 모든 시간 조건에서 190°C로 추출하였을 때, 170°C로 추출하였을 때보다 높게 나타났음. 170, 190°C에서 추출 시간이 길어질수록 ABTS radical 소거 활성이 높아지는 경향을 보였으며, 190°C-15 min 추출하였을 때 97.69±0.92 %로 가장 높게 나타났음.

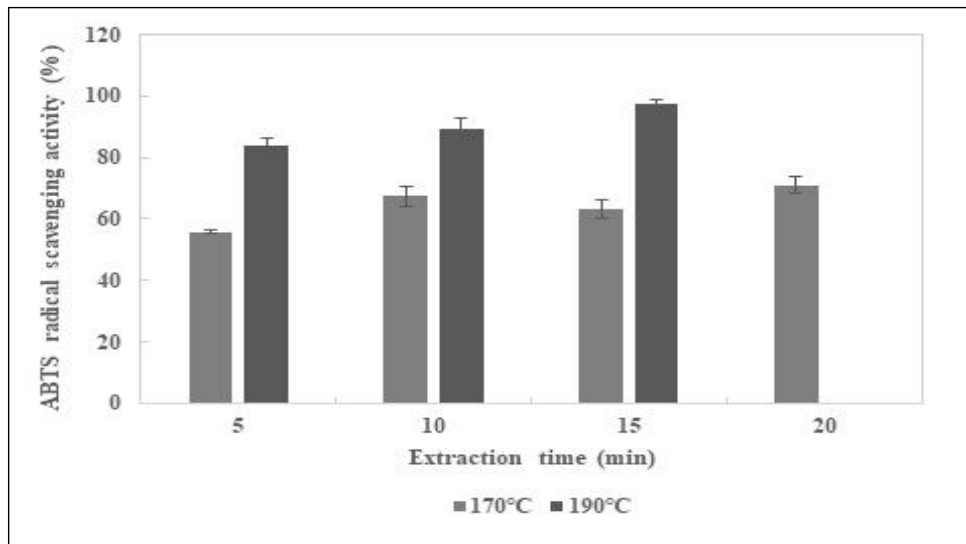


그림 1.13. 대추 원물의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 ABTS radical 소거 활성

- FRAP assay의 경우, 190°C의 추출물이 170°C의 추출물보다 높게 나타났으며, 추출 시간이 길어질수록 항산화 활성이 높아지는 경향이 나타났음. 190°C-15 min의 조건일 때, 244.22±20.92 mg TE/g DW로 가장 높은 항산화 활성을 보임.
- 170°C의 추출 온도에서는 5 min일 때 가장 낮은 항산화 활성이 나타났으며, 나머지 조건의 항산화 활성에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았음.

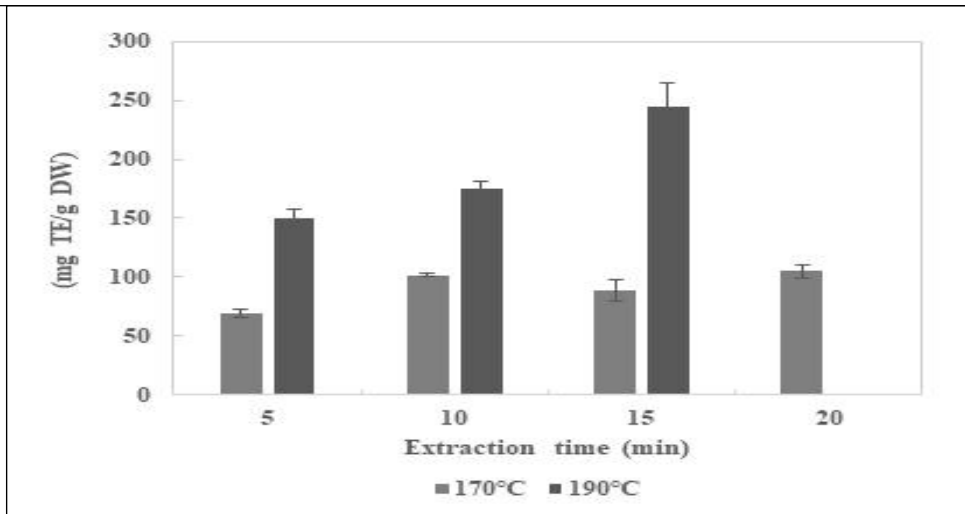


그림 1.14. FRAP assay로 측정된 대추 원물의 pilot-scale 아임계수 추출 조건에 따른 항산화 활성

2. Pilot-scale 아임계수 재현성과 회수율 측정

2.1. 귀리

- Pilot-scale 아임계수 추출 기술을 이용하여 1100 g의 생강을 추출한 후 외부업체에 동결건조를 의뢰함.
- 그 결과, 300 g의 시료 당 동결 건조물 약 220 g으로 73%의 수율을 나타냄.(그림 2.1)

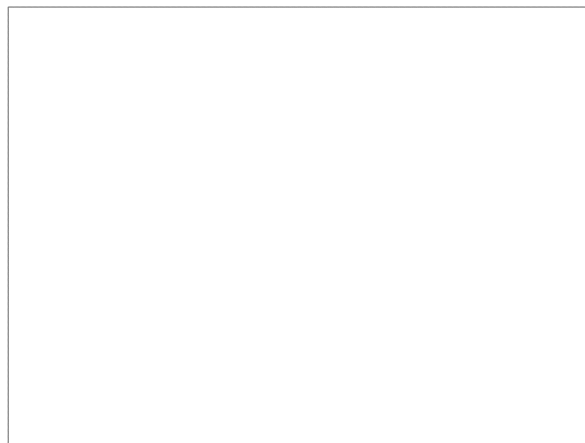


그림 2.1. Pilot-scale 기기를 이용해 추출한 귀리 동결 건조물

- 귀리의 원재료에 함유된 β -glucan 함량을 비교하여 아임계 추출의 회수율을 측정함.
- 회수율은 $(\text{weight of } \beta\text{-glucan in extracts from 1 g oat flour}) / (\text{weight of } \beta\text{-glucan in 1 g oat flour}) \times 100(\%)$ 과 같이 계산함.
- 실험에 사용된 귀리의 원재료에 함유된 β -glucan 함량은 $3.94 \pm 1.37 \text{ g}/100 \text{ g oat}$ 로 나타남.
- 귀리의 pilot-scale 아임계 추출 최적 조건인 pH 4, 210°C-10 min에서 약 76.36%의 회수율을 보였으며, 이는 원재료에 함유된 대부분의 β -glucan이 추출되었다고 볼 수 있음.(표 2.2)

표 2.1. 귀리의 pilot-scale 아임계 추출 조건에 따른 회수율

조건 (°C-min)		β -glucan recovery yield (%)
pH 4.0	170-10	51.9629
	190-10	57.0555
	210-10	76.3630
	220-10	52.4498

2.2. 생강

- Pilot-scale 아임계수 추출 기술을 이용하여 1100 g의 생강을 추출한 후 외부업체에 동결건조를 의뢰하였음.
- 그 결과, 1100 g의 시료 당 동결 건조물 65 g으로 약 5.9 %의 수율을 나타냄.(그림2.2)

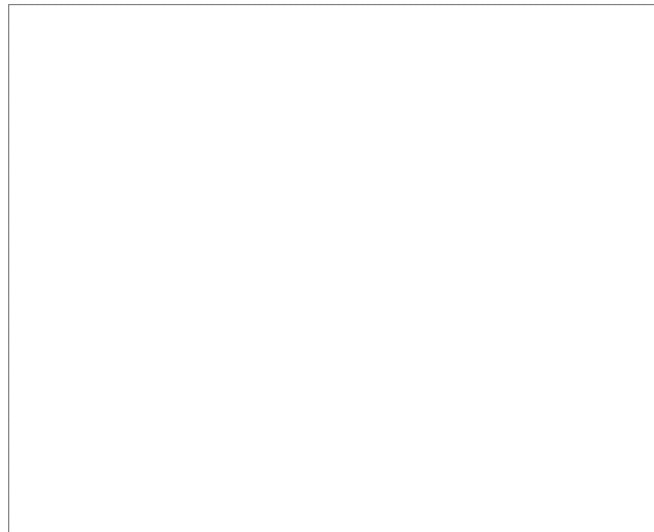


그림 2.2. Pilot-scale 기기를 이용해 추출한 생강 동결 건조물

3. SWE 기술의 실용화를 위한 engineering project

3.1. 블루베리

- 블루베리의 주요 유효 성분인 anthocyanin은 높은 온도와 열에 노출된 시간이 길어질수록 degradation이 잘 되는 물질이므로 추출 온도와 시간 조건을 설정함에 있어 주의해야 함.
- Lab-scale과 pilot-scale로 추출한 블루베리의 anthocyanin 측정 결과를 바탕으로 아임계 추출 기술의 실용화를 위한 가공 방법을 제안함.
- Lab-scale로 추출하였을 때, anthocyanin pigment의 총량은 130°C-3 min 추출하였을 때 가장 높게 나타났으며, pilot-scale로 추출하였을 때도 130°C-3 min의 조건에서 추출량이 가장 높았음.
- 블루베리의 주요 anthocyanin 성분인 malvidin-3-glucoside의 lab-scale 최적 조건은 130°C-3 min이었으나, pilot-scale로 추출하였을 때에는 130°C-1 min에서 가장 높게 나타났으며, 추출 시간이

길어질수록 감소하는 경향을 보였음.

- 이는 scale-up으로 인하여 증가한 용매와 시료의 온도를 130°C로 높이는 시간이 lab-scale보다 길어져 열에 더 장시간 노출됨으로써 malvidin-3-galactoside의 degradation된 것으로 보임.
- 실용화를 위해 pilot-scale 이상으로 scale-up 하여 추출하는 경우, 유효성분의 손상을 최소화하기 위해 용매의 온도를 높이는 시간을 줄이거나, 추출 온도 조건을 낮추어 진행해야 할 것으로 보임.

3.2. 아로니아

- 아로니아로부터 유효 성분인 anthocyanin과 특히 아로니아에 주요 anthocyanin 성분인 cyanidid-3-galactoside의 손상을 최소화 한 중간 소재를 개발하는 것이 목표임.
- 아로니아의 anthocyanin과 그 중의 cyanidid-3-galactoside은 열에 예민하게 반응하며, 높은 온도와 장시간 노출되는 경우 degradation이 진행됨. 따라서 추출 온도와 시간 조건을 주의하여 설정해야함.
- Lab-scale과 pilot-scale로 추출한 아로니아의 anthocyanin 측정 결과를 바탕으로 아임계 추출 기술의 실용화를 위한 가공 방법을 제안함.
- Lab-scale로 추출하였을 때, anthocyanin pigment의 총량은 190°C-1 min 추출하였을 때 가장 높게 나타났으나, pilot-scale로 동일한 조건에서 추출하였을 때에는 그 상당히 감소하였음.
- 아로니아의 주요 anthocyanin 성분인 cyanidid-3-galactoside의 lab-scale 최적 조건은 190°C-1 min이었으나, pilot-scale로 동일한 조건에서 추출하였을 때에는 그 상당히 감소하였음.
- 이는 scale-up으로 인하여 증가한 용매와 시료의 온도를 190°C로 높이는 시간이 lab-scale보다 길어져 열에 더 장시간 노출됨으로써 anthocyanin pigment와 cyanidid-3-galactoside가 degradation된 것으로 보임.
- 실용화를 위해서는 pilot-scale에서 최적의 추출 조건을 탐색하여 lab-scale의 것과 비교함으로써 경향성을 파악할 필요가 있음.
- scale-up 하여 추출하는 경우, 유효성분의 손상을 최소화하기 위해 용매의 온도를 높이는 시간을 줄이거나, 추출 온도 조건을 낮추어 진행해야 할 것으로 보임.

3.3. 귀리

- 귀리를 활용하여 함유된 β -glucan이 손상되지 않고 최대한 함유된 중간 소재를 개발하는 것이 목표임. Lab-scale과 pilot-scale 장치를 이용하여 추출하였던 내용을 바탕으로 아임계 추출 기술의 실용화를 위한 가공 공정을 제안함.
- 귀리의 유효 성분인 β -glucan의 경우, lab-scale에서 가장 높은 온도 조건인 190°C-10 min이 추출 최적 조건이었으며, pilot-scale에서 더 높은 온도인 210, 230°C에서 추가적으로 실험을 하였음. 그 결과 210°C-10 min에서 β -glucan의 함량이 가장 높았으며, 그 이상의 온도에서는 감소하는 경향을 보였음.
- 추출 전의 귀리 원물에 함유되어 있는 β -glucan과 비교하여 회수율을 비교해보았을 때, pilot-scale의 최적조건(210°C-10 min)으로 추출하면 76.3%의 높은 회수율을 얻을 수 있음.
- 따라서 scale-up 하여 귀리로부터 유효 성분을 추출함으로써 아임계 추출 기술을 실용적으로 상용화하고자 할 때, 210°C-10 min의 추출 조건을 이용할 수 있을 것이라고 보임.
- 용매의 pH를 달리 하여 lab-scale에서 추출하였을 때, 산성의 조건일 때가 알칼리 일 때보다 더 많은 양이 추출됨을 확인하였음. 또한, 온도가 증가할수록, pH 3.0-5.0의 용매 간에 β -glucan 추출량의 차이가 감소하는 경향을 보였음.

- 따라서 scale-up 하여 귀리로부터 유효 성분을 추출할 때에는 용매의 pH를 산성으로 조절하되 3.0-5.0 사이의 오차는 허용될 수 있을 것이라 보임.
- 동결건조 방법을 통해 귀리의 아임계 추출물을 건조시키는 경우, 73%의 높은 수율을 보였으므로 적합한 건조 방법이라고 보이므로 귀리의 분말형 시장 제품 혹은 중간 소재를 개발하고자 하는 경우 동결건조를 이용할 수 있음.

3.4. 생강

- 생강으로부터 유효성분인 6-gingerol과 6-shogaol의 농도가 최대로 함유되어 있는 중간 소재를 개발하는 것이 목표이며, 실용화를 위해서 pilot-scale 이상의 대량 생산이 필요할 것으로 보임. 따라서 다음과 같은 가공 공정을 제안함.
- 6-shogaol의 경우, 시료 1 g을 이용하여 lab-scale에서 추출하였을 때와 시료 50 g을 이용하여 pilot-scale에서 추출하였을 때의 최적 조건이 190°C-15 min으로 동일하게 나타났으므로, 실용화를 위한 대량 추출 시에도 이와 동일한 추출 조건을 이용할 수 있을 것이라고 보임.
- 동결건조 방법을 사용하여 추출물을 건조시켰을 때 5.9%의 낮은 수율을 보였음. 따라서 동결건조 대신 열풍과의 접촉 시간이 짧은 분무 건조(spray drying, SD)를 이용하면 수율을 증가시킬 수 있을 것으로 기대됨.

3.5. 대추

- 대추에 함유되어 있는 폴리페놀은 항산화 활성을 나타내며, 이를 DPPH 및 ABTS radical 소거활성과 FRAP assay로 측정하였음.
- Lab-scale과 pilot-scale을 이용한 추출물의 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 측정한 결과를 바탕으로 아임계 추출 기술의 실용화 방안을 다음과 같이 제안함.
- 총 폴리페놀 함량은 lab-scale로 추출하였을 때, 190°C-15 min에서 가장 높게 나타났으며 pilot-scale로 추출하였을 때에도 190°C-15 min에서 가장 높았음.
- DPPH radical 소거 활성의 경우, lab-scale로 추출하였을 때 190°C-20 min에서 가장 높게 나타났으며, pilot-scale로 추출하였을 때에는 190°C-15 min에서 가장 높게 나타났음. 또한 ABTS radical 소거 활성도 DPPH radical 소거 활성과 일치하는 경향을 보임.
- 총 폴리페놀 함량과 DPPH 및 ABTS radical 소거 활성으로 측정한 항산화 활성의 경우 170°C 보다는 190°C에서 높게 나타났고, lab-scale과 pilot-scale의 최적 온도 조건이 일치하며 시간 조건이 비슷하게 나타났음.
- Pilot-scale 이상으로 scale-up 하여 유효 성분의 손실을 최소화 하고 항산화 활성을 최대화 한 중간 소재를 얻기 위해서 190°C-15 min의 추출 조건을 이용할 수 있음. 그러나 추출 온도가 증가할수록 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성이 증가하는 경향을 보이기 때문에, pilot-scale 장치를 이용하여 더 높은 온도 조건에서 추출한 추출물에 대한 분석이 필요한 것으로 보임.

4. 실제 식품산업에 적용 가능한 pilot-scale 광펄스 살균시스템 개발

- Pilot-scale 아임계 추출 기술을 이용하여 귀리와 생강으로부터 추출한 후 동결건조하여 분쇄한 분말을 시료로 사용하여 살균 효과를 확인하였음. 귀리와 생강 동결건조 분말의 살균을 위해 사용한 살균 pilot-scale 광펄스 살균 장치는 크게 treatment chamber, power supply로 이루어져 있음.(그림 4.1)



(A)



(B)

그림 4.1. Pilot-scale IPL 장치 (A) Treatment chamber, (B) Power supply

- 학술지 Innovative Food Science & Emerging Technologies에 게재된 논문인 “Construction of a pilot-scale continuous-flow intense pulsed light system and its efficacy in sterilizing sesame seeds”은 본 연구과제에서 귀리와 생강의 동결건조 분말에 대한 pilot-scale IPL의 살균효과를 확인하기 위해 진행하였던 예비실험과 연관이 있음.

4.1. 귀리 동결건조 분말 시료

- 귀리의 경우 동결건조 분말 형태로 가공되어 식사 대용을 위한 셰이커 등의 시중 제품이나 중간 소재로서 활용되고 있음.
- 최적의 pilot-scale 아임계 추출 조건(210°C-10 min)에서 추출한 후 동결건조하여 분쇄한 분말을 시료로 사용하였음.
- Pilot-scale 광펄스 살균 시스템의 살균 효과를 검증하고자 귀리 동결건조 분말의 초기 균수를 측정하고, 다른 두 조건에서 처리한 시료의 균수를 측정하여 비교함으로써 살균 효과를 확인함.
- 귀리 동결건조 분말을 10^1 부터 10^5 으로 희석하여 초기 균수를 측정한 결과 630 CFU/g 정도로 나타났다음.
- 광펄스 처리는 DC voltage 800 V와 1200 V, pulse duty 0.5 ms, treatment time 60 sec, frequency 2 Hz 조건에서 진행함. 800 V의 경우 370 CFU/g정도의 균수를 보이며 대조군의 초기 균수와 비교해 평균 0.23 log의 사멸효과를 나타내었고, 1200 V 조건에서는 270 CFU/g으로 평균 0.37 log의 사멸효과를 보였음.(그림 4.2)
- 추출, 건조, 분쇄 및 저장 조건이 동일한 시료에 대하여 광펄스의 처리 전압만을 다르게 처리한 결과, 광펄스의 처리 전압이 높아질수록 더 큰 미생물의 저감 효과가 나타났음.

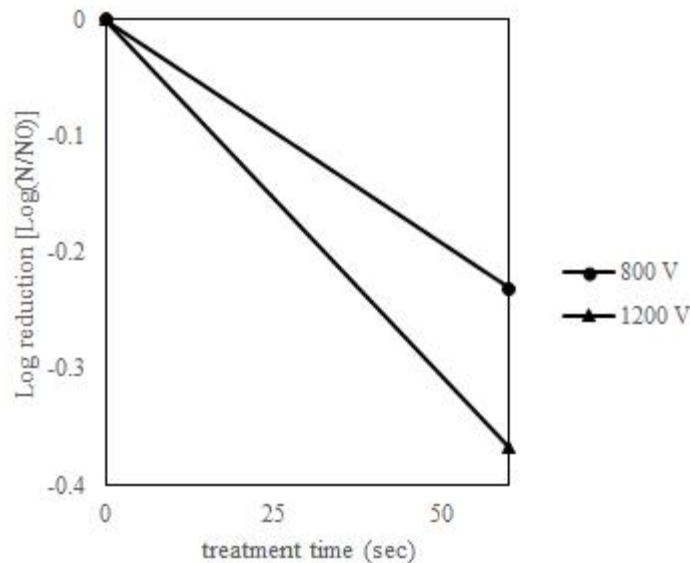


그림 4.2. DC voltage에 따른 귀리 동결건조 분말의 미생물 저감 효과 확인

4.2. 생강

- 생강의 경우 동결건조 분말 형태로 가공되어 생강차 등으로 즐길 수 있도록 가공된 시중 제품 혹은 중간 소재로서 활용되고 있음.
- 최적의 pilot-scale 아임계 추출 조건(170°C-20 min)에서 추출한 후 동결건조하여 분쇄한 분말을 시료로 사용하였음.
- Pilot-scale 광펄스 살균 시스템의 살균 효과를 검증하고자 생강 동결건조 분말의 초기 균수를 측정하고, 다른 두 조건에서 처리한 시료의 균수를 측정하여 비교함으로써 살균 효과를 확인함.
- 귀리 동결건조 분말을 10^1 부터 10^5 으로 희석하여 초기 균수를 측정한 결과 810 CFU/g 정도로 나타났다음.

- 광펄스 처리는 DC voltage 800 V와 1200 V, pulse duty 0.5 ms, treatment time 60 sec, frequency 2 Hz 조건에서 진행함. 800 V의 경우 730 CFU/g 정도의 균수를 보이며 대조군의 초기균수와 비교해 평균 0.05 log의 사멸효과를 나타내었고, 1200 V 조건에서는 520 CFU/g으로 평균 0.19 log의 사멸효과를 보였음.(그림 4.3)
- 추출, 건조, 분쇄 및 저장 조건이 동일한 시료에 대하여 광펄스의 처리 전압만을 다르게 처리한 결과, 광펄스의 처리 전압이 높아질수록 더 큰 미생물의 저감 효과가 나타났음.

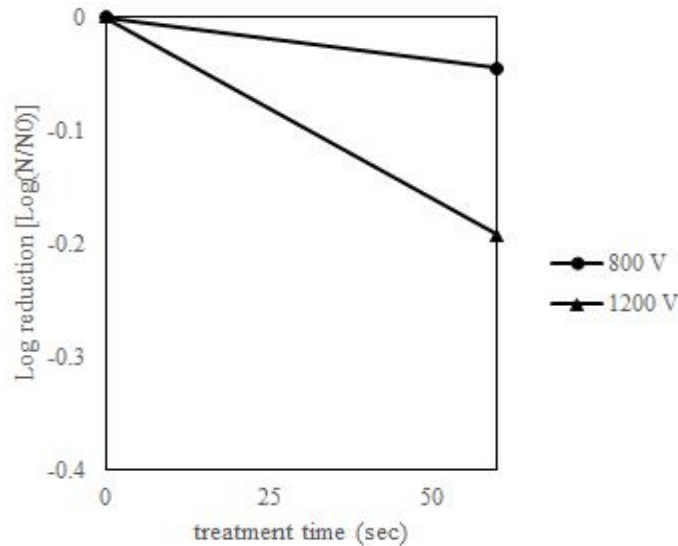


그림 4.3. DC voltage에 따른 생강 동결건조 분말의 미생물 저감 효과 확인

5. 원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시

- 본 연구에서 사용된 6가지 원료 중 향후 실제 제품에의 적용가능성이 가장 높은 귀리와 생강 추출물에 대한 경제성 분석을 실시하였음.
- 귀리의 경우 귀리 아임계수 추출물을 주관기관인 담터에서 생산되고 있는 “미숫가루” 제품에 적용하였을 때의 매출증가를 가정하였고, 생강의 경우에는 생강 아임계수 추출물을 “쇼콜라쇼 핫초코 진저”와 “온기가득 더덕생강차”에 적용하였을 때의 매출증가를 가정하였음.

5.1. 귀리

- 귀리를 아임계수 추출하여 동결건조 한 분말에 대한 경제성 분석을 실시하였음.
- 아임계수 추출 장비는 직접 제작한 장치를 사용하며 가격은 8천만원임.
- 아임계 추출 기계와 분쇄기, 냉동고 및 동결건조를 포함한 비용은 약 1억원이며, 기술과 관리, 법률 비용, 예비비를 포함하여 고정 투자자본과 유동자본을 합산한 예상되는 총 투자 자본은 1억 2800만원임.
- 투자에 대한 economic life time은 10년이며 감가상각이 매년 일정한 비율로 발생하는 것으로 가정함.
- 하루에 12시간 운전 가동하며 연중 비가동 기간을 52주/yr의 20%라고 가정하면 실제 운전 시간은 41.6/yr임.
- 귀리의 경우 1회 추출 시에 필요한 시료는 100 g으로 연간 원료비는 약 650만원임. 원료비 및 기

계 부품, 질소 가스, 유지 및 보수 등을 위한 비용을 포함한 총 생산 비용은 약 1500만원임.

- 아임계수 추출 귀리 분말을 만들기 위한 총 생산 비용은 판매액의 30%이며, 영업을 위한 총 판관비는 판매 수입의 20%로 예상됨.
- 첫해에 드는 제반비용은 300만원이며 수입에 대한 세금은 40%라고 가정하였을 때, ROI의 계산은 다음과 같음.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
투자액	12800									
판매수입	5000	6000	7200	8640	10368	12442	14930	17916	21499	25799
생산비+판매비	2500	3000	3600	4320	5184	6221	7465	8958	10750	12899
첫해 제반비용	300									
연구개발비	0									
총 비용	2800	3000	3600	4320	5184	6221	7465	8958	10750	12899
BTE	2200	3000	3600	4320	5184	6221	7465	8958	10750	12899
Depreciation(D)	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
Ti(=BTE-D)	920	1720	2320	3040	3904	4941	6185	7678	9470	11619
T(=Ti*0.4)	368	688	928	1216	1562	1976	2474	3071	3788	4648
CF(=BTE-T)	1832	2312	2672	3104	3622	4244	4991	5887	6962	8252
i = 0.22										
PVF	0.8197	0.6719	0.5507	0.4514	0.3700	0.3033	0.2486	0.2038	0.1670	0.1369
DCF	1502	1553	1471	1401	1340	1287	1241	1199	1163	1130
CDCF	1502	3055	4526	5928	7268	8555	9796	10995	12158	13288
i = 0.24										
PVF	0.8065	0.6504	0.5245	0.4230	0.3411	0.2751	0.2218	0.1789	0.1443	0.1164
DCF	1477	1504	1401	1313	1236	1168	1107	1053	1004	960
CDCF	1477	2981	4382	5695	6931	8099	9206	10259	11263	12224
i = 0.26										
PVF	0.7937	0.6299	0.4999	0.3968	0.3149	0.2499	0.1983	0.1574	0.1249	0.0992
DCF	1454	1456	1336	1232	1141	1061	990	927	870	818
CDCF	1454	2910	4246	5478	6618	7679	8669	9595	10465	11283

그림 5.1. 귀리의 아임계수 추출물에 대한 ROI 분석

- 귀리 아임계수 추출 분말에 대한 ROI(Return on Investment, 투자자본수익률) 계산식은 $y = -501.11x + 24292$ 이며, 이 식에 의하여 계산된 ROI는 22.9%임.

5.2. 생강

- 생강을 아임계수 추출하여 농축한 추출액 및 동결건조 한 분말에 대한 경제성 분석을 실시하였음.
- 생강 추출은 귀리와 동일한 조건에서 수행되므로 총 투자 자본이 1억 2800만원으로 같음.
- 투자에 대한 economic life time와 감가상각비, 연간 실제 운전 시간은 귀리와 동일함.
- 생강의 경우 1회 추출 시에 필요한 시료는 200 g이므로 연간 원료비는 약 2000만원임. 원료비 및 기계 부품, 질소 가스, 유지 및 보수 등을 위한 비용을 포함한 총 생산 비용은 약 3000만원임.
- 아임계수 생강 추출물을 만들기 위한 총 생산 비용은 판매액의 50%이며, 영업을 위한 총 판관비는 판매 수입의 20%로 예상됨.
- 첫해에 드는 제반비용은 300만원이며 수입에 대한 세금은 40%라고 가정하였을 때, ROI의 계산은 다음과 같음.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
투자액	12800									
판매수입	6000	7200	8640	10368	12442	14930	17916	21499	25799	30959
생산비+판매비	4200	5040	6048	7258	8709	10451	12541	15049	18059	21671
첫해 제반비용	300									
연구개발비	0									
총 비용	4500	5040	6048	7258	8709	10451	12541	15049	18059	21671
BTE	1500	2160	2592	3110	3732	4479	5375	6450	7740	9288
Depreciation(D)	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
TI(=BTE-D)	220	880	1312	1830	2452	3199	4095	5170	6460	8008
T(=TI*0.4)	88	352	525	732	981	1280	1638	2068	2584	3203
CF(=BTE-T)	1412	1808	2067	2378	2751	3199	3737	4382	5156	6085
i = 0.20										
PVF	0.8333	0.6944	0.5787	0.4823	0.4019	0.3349	0.2791	0.2326	0.1938	0.1615
DCF	1250	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
CDCF	1250	2750	4250	5750	7250	8750	10250	11750	13250	14750
i = 0.22										
PVF	0.8197	0.6719	0.5507	0.4514	0.3700	0.3033	0.2486	0.2038	0.1670	0.1369
DCF	1157	1215	1138	1074	1018	970	929	893	861	833
CDCF	1157	2372	3511	4584	5602	6572	7501	8394	9255	10088
i = 0.24										
PVF	0.8065	0.6504	0.5245	0.4230	0.3411	0.2751	0.2218	0.1789	0.1443	0.1164
DCF	1139	1176	1084	1006	939	880	829	784	744	708
CDCF	1139	2315	3399	4405	5343	6223	7052	7836	8580	9288

그림 5.2. 생강의 아임계수 추출물에 대한 ROI 분석

- 생강의 아임계수 추출물에 대한 ROI 계산식은 $y = -1365.5x + 41416$ 이며, 이 식에 의하여 계산된 ROI는 20.9%임.

6. 회수율 증대를 위한 공정개선 및 경제성 검토

6.1. 생강

- 아임계수 추출한 생강을 동결건조하는 경우 수율이 5.7%로 낮게 나타나기 때문에 생강 추출물을 분말형으로 가공하여 사용하고자 할 때에는 동결건조 보다는 spray drying 기술을 사용하는 것이 경제성이 높을 것이라 보임.
- spray drying 기술을 사용하여 생강의 아임계 추출물을 건조시키는 경우, 수율이 약 2 배 상승할 것으로 예상됨.
- 공정개선한 생강의 경우 pilot-scale 추출물 1회 추출 시에 필요한 시료는 100 g이므로 연간 원료비는 약 1000만원임. 원료비 및 기계 부품, 질소 가스, 유지 및 보수 등을 위한 비용을 포함한 총 생산 비용은 약 1800만원임.
- 아임계수 생강 추출물을 만들기 위한 총 생산 비용은 판매액의 30%이며, 영업을 위한 총 판매비는 판매 수입의 20%로 예상됨.
- 총 투자 자본, 투자에 대한 economic life time, 감가상각비, 연간 실제 운전 시간은 공정개선 전 생강과 동일함.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
투자액	12800									
판매수입	6000	7200	8640	10368	12442	14930	17916	21499	25799	30959
생산비+판매비	3300	3960	4752	5702	6843	8211	9854	11824	14189	17027
첫해 제반비용	300									
연구개발비	0									
총 비용	3600	3960	4752	5702	6843	8211	9854	11824	14189	17027
BTE	2400	3240	3888	4666	5599	6718	8062	9675	11610	13931
Depreciation(D)	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
TI(=BTE-D)	1120	1960	2608	3386	4319	5438	6782	8395	10330	12651
T(=TI*0.4)	448	784	1043	1354	1727	2175	2713	3358	4132	5061
CF(=BTE-T)	1952	2456	2845	3311	3871	4543	5349	6317	7478	8871
i = 0.22										
PVF	0.8197	0.6719	0.5507	0.4514	0.3700	0.3033	0.2486	0.2038	0.1670	0.1369
DCF	1600	1650	1567	1495	1432	1378	1330	1287	1249	1214
CDCF	1600	3250	4817	6311	7744	9122	10451	11739	12987	14202
i = 0.24										
PVF	0.8065	0.6504	0.5245	0.4230	0.3411	0.2751	0.2218	0.1789	0.1443	0.1164
DCF	1574	1597	1492	1401	1321	1250	1187	1130	1079	1032
CDCF	1574	3171	4664	6064	7385	8634	9821	10951	12030	13062
i = 0.26										
PVF	0.7937	0.6299	0.4999	0.3968	0.3149	0.2499	0.1983	0.1574	0.1249	0.0992
DCF	1549	1547	1422	1314	1219	1135	1061	994	934	880
CDCF	1549	3096	4518	5832	7051	8186	9247	10242	11176	12055

그림 5.2. 개선된 공정의 생강 아임계수 추출물에 대한 ROI 분석

- 공정개선한 생강의 아임계수 추출물에 대한 ROI 계산식은 $y = -536.6x + 25985$ 이며, 이 식에 의하여 계산된 ROI는 24.6%로 공정개선 전의 ROI에 비하여 약 4% 정도 향상될 것이라 예상됨.

(제1협동 공동연구 - 이화여대 이진규 교수)
 신가공 기술을 이용한 가공적성연구 및 중간소재 개발

1. 가공 공정 및 분석 방법

1.1. 가공 공정

1.1.1 Cryogenic mill processing (동결분쇄)

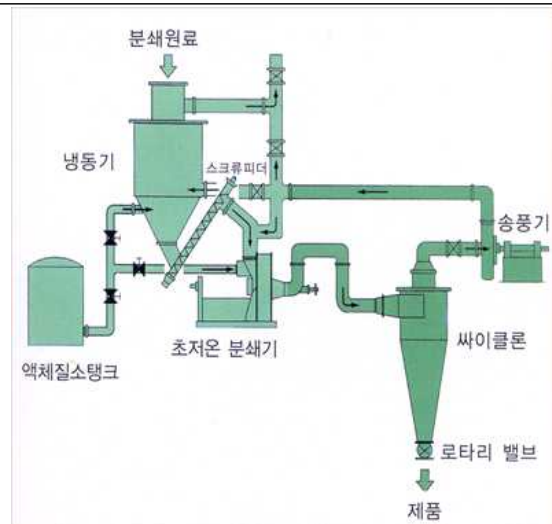
- ◆ 초저온미세분쇄기는 액체질소를 이용하여 -196도의 초저온상태에서 천연물이나 식품소재를 급속 냉동 분쇄하여 본연의 물성과 맛, 영양, 향 등의 변화를 최소화하는 가공기술임. 상온에서 분쇄가 어렵거나, 지방함량이 높은 소재, 수분이 많은 소재 등을 가공할 수 있음.
- ◆ 초미세분쇄는 매체 교반형 밀(stirred ball mill)로 분류됨. 특히, 기류식 분쇄는 제1회전익과 제2회전익의 회전으로 발생하는 선회기류내의 속도차이에서 발생하는 입자간의 마찰로 분쇄하는 방식으로 열변성 없이 1000 mesh의 고른 입자로 분쇄하는 기술임. 제2회

전익에서 발생하는 역기류에 의해 유동하는 입자와 제1, 2회전익에 의해 선회 유동하는 입자와의 충돌로 분쇄함. 분급 영역에서는 제2회전익의 역기류가 충분히 분쇄되지 못한 입자를 분쇄영역으로 되돌려줌. (그림 1.2.) 입자간 마찰에 의한 분쇄로 입자의 형태가 원형을 이루며, 타 분쇄방식에 비해 같은 입도일 경우 변성이 적고, 분쇄발열이 낮기 때문에 지분이 많은 소재의 연속분쇄가 가능하여 식품소재에 적용이 수월함. 분쇄 시료입자의 입경이 작아지면 입경의 3제곱에 역비례 하여 입자수가 증가하므로, 나노 입자의 제조를 목적으로 한 초미세분쇄 조작성은 단시간에 분쇄 시료입자와 분쇄매체의 충돌횟수를 증가시킬 수 있는 기작이 중요함. 이 과정에서 발생할 수 있는 분쇄열은 식품 재료에 대해 치명적인 영향을 줄 수 있으므로, 이를 저감화할 수 있는 초저온동결환경이 필수적이며 이런 극환경을 분쇄 공정 중 유지시킬 수 있는 분쇄 조작성이 필요함.

- ◆ 초저온 미세분쇄는 원료를 초저온으로 냉각해서 취성과파괴(충격에 대해 현저히 부서지기 쉽게 함)에 유효한 충격식 분쇄방식방법임. 입자간 마찰에 의한 분쇄로 입자의 형태가 원형을 이루며 타 분쇄방식에 비해 같은 입도일 경우 변성이 적고, 분쇄발열이 낮기 때문에 지분이 많은 소재의 연속분쇄가 가능하여 식품소재에 적용이 수월함.
- ◆ 동결분쇄는 덕산동결분쇄기(DCH-750D)를 이용하여 분쇄함. (그림 1.1.)
- ◆ 기기조건은 3000rpm, -70℃로 설정하여 분쇄함.



그림 1.1. 덕산 동결분쇄기(DCH-750D)



* Reference: 한국분쇄기계주식회사

그림 1.2. 동결분쇄공정

1.1.2. 유동층 과립 공정

- ◆ 유동층 과립이란 야채, 과일 등으로부터 얻어진 추출액이나 농축액을 열풍이 흐르는 챔버 상에 분무 건조시켜 액상을 분말화 하는 건조방법임.
- ◆ 식품소재의 건조 과정 중에 열로 인한 영양학적 손실을 최소화하여 맛과 향이 변질되지 않고 고유의 상태로 유지되며 회수율을 높이기 위한 공정을 적용하여 시도함.

- ◆ 이렇게 얻어진 분말상태의 원료를 점착성 있는 상태로 만들어 과립화하고 차 중간소재로 개발을 진행했으며, 이렇게 얻어진 과립화 입자는 다공질 구조로 습윤성의 개선, 수중에서의 분산, 침강력이 증대됨.

1.1.2.1. 유동층 과립기 공정

- ◆ 유동층 과립기를 이용하여 과립을 제조하는 공정은 아래의 모식도와 같음.
- ◆ 과립을 먼저 원물을 분쇄하여 분말로 제조한 뒤 일정한 입자군으로 분말을 분류한 다음 텍스트린과 같은 응집체와 함께 혼합하여 조립의 과정을 통해 균일한 크기의 과립상이 제조하게 됨.
- ◆ 형성된 습식 과립의 수분을 제거하게 되면 세립, 정제용 과립이 제조됨.



그림 1.3. 유동층 과립기

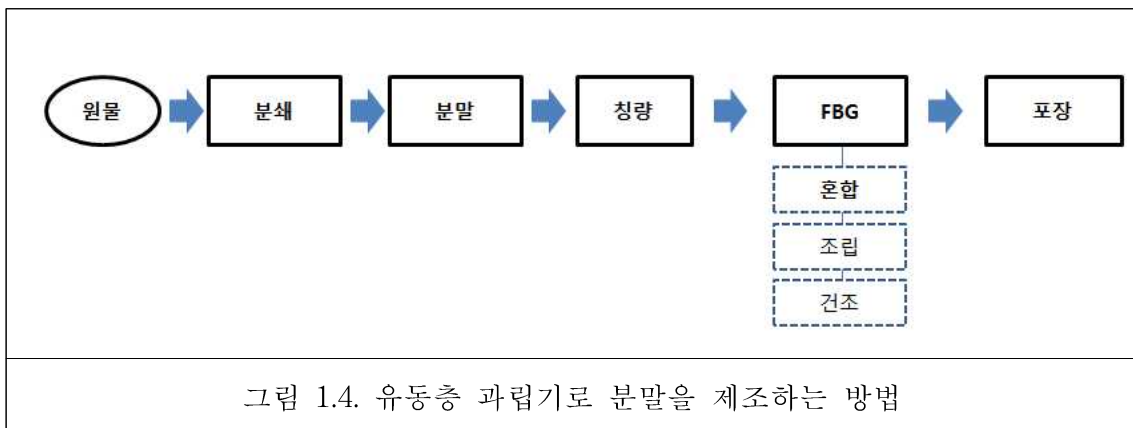


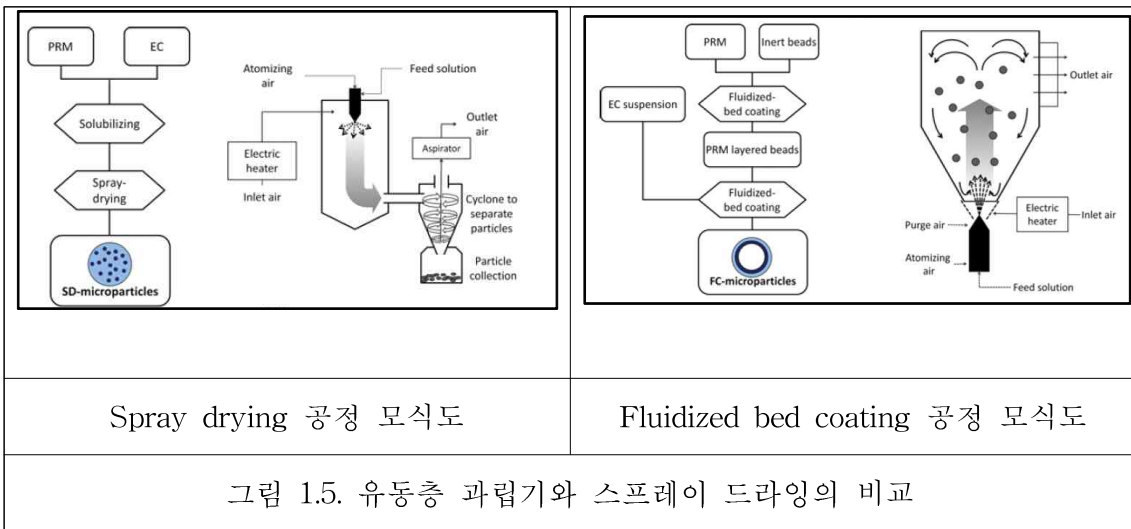
그림 1.4. 유동층 과립기로 분말을 제조하는 방법

1.1.2.2. 유동층 과립기 원리

- ◆ 유동층이란 열인 원통형관에 공기의 흐름에 따라 분체를 움직이게 하는 공정으로 입구 쪽에 열교환기와 여과포가 설치되어 공기의 온도와 청정공기를 유입하고, 출구쪽에 damper와 blower가 설치되어 공기의 유속을 조절하여 입자(분체)의 흐름을 달리하면 서

목적하는 제품을 만들어 냄

- ◆ 유동층 과립기는 결합액을 사용하여 분말을 과립으로 생성해 내는 설비로 결합액이 노즐을 통해 스프레이 되어 분말을 결합시키는 습식 과립방식에 의해 과립을 형성함. 낮은 온도에서 수분이 제거 되면서 상대적으로 적은 물질 손상과 물에 잘 녹는 잦은 비중의 결과물을 얻을 수 있기 때문에 물에 잘 녹는 용해 능력이 높음.
- ◆ 유체를 이용하여 Core(핵)물질끼리 과립 혹은 다른 물질로 코팅을 하여 용해성, 흐름성 개선 혹은 외부로부터 보호막 형성, 반응시간 지연등 분말상태에 새로운 기능을 부여해 줄 수 있음.
- ◆ 유동층 과립기는 제약 산업에서 펠렛 코팅에 사용되어 왔음.
- ◆ 유동층 공정의 형태로 유동층 건조기는 기본적인 형태의 건조기이며, 유동층 과립건조기는 분무시스템의 적용한 형태임.
- ◆ 유동과립공정은 크게 3가지로 구분할 수 있는데, spray nozzle의 설치 위치에 따라 형태를 Top spray type, Bottom spray type, Target spray type로 구분함.
- ◆ Spray drying은 제약 산업에서 고체 분산액 그리고 약물의 미립자의 제조를 위해 사용됨. 이는 혼합물을 고온 건조건기에 분무하여 혼합물의 용매가 증발 되고 마이크로미터 크기의 입자로 응고가 이루어짐.

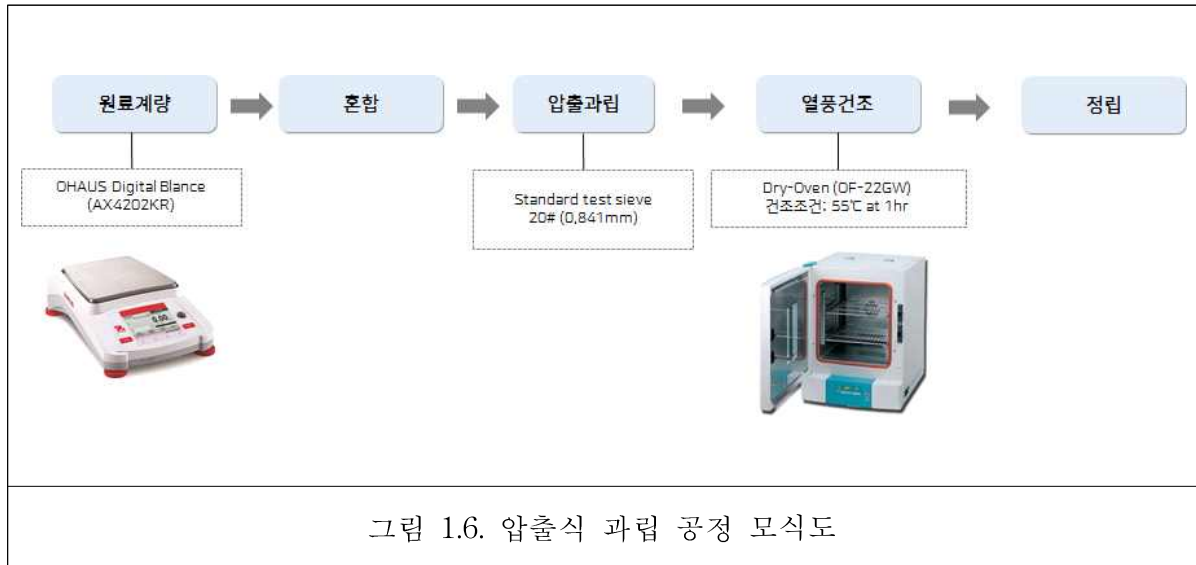


1.1.3. 압출식 과립 공정

- ◆ 과립 공정은 압출식 과립방법을 사용함. (그림 1.6.)
- ◆ 압출식 과립방법은 전통적인 습식조립으로 이용되는 방법으로 Mixing, 연합(Adding solution), 건조(Tray dryer)의 과정을 거치게 됨. 일단 공정이 완료되면 분쇄하여 평판건조 시키게 되는데 이때 건조시간이 짧으면 내부에 수분이 함유된 과립이 생성됨. 만약 건조공정 시간이 너무 길면 과건조되면서 부서지기 쉬워짐. 평판건조기(Tray dryer)의 내부 전체에 공기의 흐름과 온도는 매우 균일하게 조정되어야 함. 건조기 내부의 공기 흐름이 나쁘면 윗부분에 있는 과립은 바닥부분의 과립보다 과건조되기도 함. 과건조된

과립을 정립하면 흔히 미분(Fine Powder)이라고 하는 미세한 분말이 다량 생성됨.

- ◆ 이 과립 공정은 먼저 원료를 계량한 다음 아래의 배합비로 혼합한 후 역회전 과립기로 압출식 과립하고, 이를 열풍건조한 후 정립하여 제조함.
- ◆ 혼합 배합비는 단호박분말 40%, 덱스트린 60%, 발효주정 25%로 총 125%로 하여 제조함.



1.2. 측정 방법

1.2.1. Particle shape analysis (입형 분석)

- ◆ 분쇄 방법 별 시료의 입형을 확인하기 위해 주사전자현미경(Tabletop Microscope(TM3030Plus, HITACHI))를 이용하여 각 시료의 입형을 측정함.
- ◆ 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)은 고체 상태에서 작은 크기의 미세 조직과 형상을 관찰할 때 널리 쓰이는 현미경으로서 초점 심도가 깊고 3차원적인 영상의 관찰이 용이해서 복잡한 표면구조나 결정 외형 등의 입체적인 형상을 높은 배율로 관찰할 수 있는 분석 장비임.



그림 1.7. Tabletop Microscope(TM3030Plus,HITACHI)

1.2.2. Particle size analysis (입도 분석)

- ◆ 분쇄 방법 별 시료의 입자크기와 분포를 확인하기 위해 입도분석기(Laser diffraction particle size analyzer, SALD-2300, Shimadzu)를 이용하여 각 시료의 입도를 측정함.
- ◆ 액상에 브라운운동으로 확산되어 있는 입자를 동적 광산란 (DLS, Dynamic Light Scattering)으로 입도를 측정
- ◆ 광산란은 빛의 산란을 이용하여 고분자 혹은 콜로이드 입자의 분자량, 크기, 모양 등을 분석하는 방법으로, 용액 중에는 용질 브라운 운동에 의하여 굴절률의 변화가 생기며, 입사광은 산란됨. 따라서 빛이 산란되는 정도가 입자가 클수록 심해지는 것을 이용하여 미립자의 크기를 구할 수 있음.
- ◆ 시료를 증류수에 희석한 후 분석을 진행하였음.
- ◆ 측정된 데이터는 mean(sample의 평균 크기), median(sample의 50% 미만/초과하는 크기), D10(sample부피의 10%가 존재하는 곡선 아래 부분에서의 입경), D90(sample부피의 90%가 존재하는 곡선 아래 부분에서의 입경)로 나타내었음.
- ◆ 또한 첨부된 입도 분포도는 입자의 기여(contribution)가 해당 입자의 부피에 관여되는 부피 가중 분포로 주어짐.



그림 1.8. Tabletop Microscope(TM3030Plus,HITACHI)


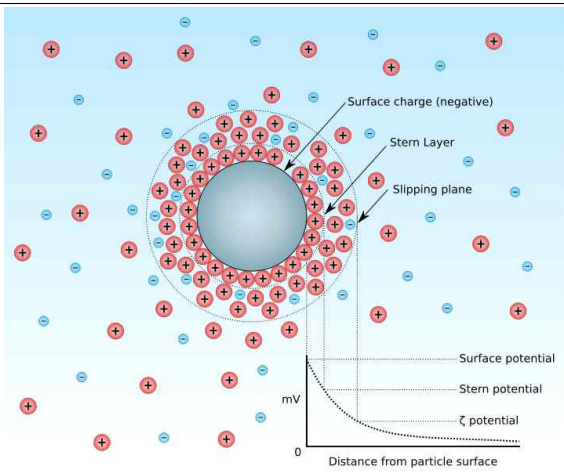
1.2.3. Dispersion analysis

- ◆ 고체입자(particle) 혹은 액체입자(droplet)가 용매에 분산(dispersion)되어 있음.
- ◆ 분산물질에 주어지는 에너지의 크기나 물질의 특성 등에 따라 분산이 이루어지기 이전의 상태로 되돌아가는 과정인 de-mixing 과정이 발생함.
- ◆ 이 de-mixing을 확인하는 것이 곧 분산 물질의 안정성을 측정하는 것임.
- ◆ 분산 안정성을 측정하기 위해 분산도 측정기를 이용하였음.
- ◆ 분산도 측정기는 주로 분산안정성, 입도, 반감기, 물질 고유의 분산도, 침강도, creaming kinetics, 겔화, 응고(coagulation), 응집(flocculation), 융합(coalescence), 침전(floc) 강도 측정에 이용됨.

1.2.3.1 Zeta potential analysis

- ◆ 분쇄 방법 별 시료의 분산도를 측정하기 위해 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 각 시료의 분산도를 측정함.
- ◆ 분산도 측정기의 원리는 전기영동광산란법(레이저 도플러법)의 원리를 이용하여 콜로이드입자의 계면화학적 성질을 측정하는 것으로 분산, 응집, 안정성, 입자 기능성의 제어 지표의 측정에 사용됨.
- ◆ 용액 중에 분산하고 있는 입자는 +나 -로 하전 되어 있으며 입자의 주변에는 전하를 중화하기 위해 반대 부호의 이온이 모여 그림 2.5와 같이 전기 이중층이 형성되어 있음. 이때 전장을 걸면 입자는 하전과는 역방향으로 입자표면에 흡착한 이온층에 따라 영동하는데, 이 입자와 용매의 계면을 미끄러운 면이라고 하며 그때의 전위를 제타 전위라고 함.
- ◆ 입자의 표면전위인 제타 전위의 절대치가 커지면 정전기적인 반발력이 커지므로 분산성은 좋게 되고, 제타 전위가 0에 가까워지면 불안정하게 되어 응집하기 쉬워지므로 제타 전위가 분산안정성을 좌우함.
- ◆ 이를 측정하여 sample의 분산도를 비교할 수 있음.

- ◆ zeta potential의 절댓값 수치가 높을수록 분산도가 높음.
- ◆ sample concentration: 0.1ppm-10%(40%)

	 <p>*reference: Modified image based upon http://en.wikipedia.org/wiki/File:Zeta_Potential_for_a_particle_in_dispersion_medium.png by Larryisgood.</p>
<p>그림 1.9. Zeta potential analyzer (ELSZ-2000, Otsuka electronics)</p>	<p>그림 1.10. Zeta potential (Diagram showing the ionic concentration and potential difference as a function of distance from the charged surface of a particle suspended in a dispersion medium.)</p>

1.2.3.2 Dispersion stability analysis

- ◆ Dispersion stability analysis는 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 분산 안정성 측정기의 원리는 자연중력 또는 중력의 최대 2300배에 해당하는 원심력 하에서 분산물질은 분산정도 및 입자의 특성에 따라 일정한 형태로 기기의 중심에서 바깥으로 이동하게 됨. 이때 튜브의 여러 위치(Space)에서 각 시각(Time) 별로 근적외선(NIR, Near Infra-Red)의 투과도(Extinction)를 측정하여 각 시각별 각 위치에서의 빛의 투과도 그래프 변화(Profile)를 하나의 도표에 표시함. 이를 아래의 그림 2.5.과 같이 STEP (Space, Time, Extinction and Profile) Technology라 함.
- ◆ STEP 그래프는 튜브 내에서 분산 물질의 liquid 내에서 이동하는 형태를 일정시간에 따라 지속적으로 측정하여 그 변화를 나타내 주는 Transmission Profile 임.
- ◆ STEP 그래프의 X축은 회전축으로부터 튜브 내 각 위치까지의 길이로 가로축의 130mm는 셀의 바닥면을 나타냄.
- ◆ STEP 그래프의 Y축은 튜브 내 분산물질을 투과한 light(근적외선)의 투과도로 투과도가 높을수록 샘플 내 입자의 양이 적음을 의미하므로 해당 위치의 입자가 다른 방향으로 이동했음을 알 수 있음.
- ◆ 측정 초기에는 셀 내부 전체에 입자가 분산되어 있으며 이 때 원심력을 가하면 입자는

셀 우측으로 침강하고 셀 상부에는 용매만 존재함. 그래서 거의 100% 에 가까운 투과도 (%) 값이 프로파일의 좌측에서 우측으로 생성됨.

- ◆ 분산물질의 종류, liquid 의 특성 및 점성, 입자 또는 droplet 종류 등의 특성에 따라 다한 Transmission Profile 을 구할 수 있으며 이로부터 Shelf-life stability 분석, Dispersion 분석, Particle size analysis 등 다양한 분석이 가능함.
- ◆ sample concentration: 0.1-90 Vol%



그림 1.11. Dispersion analyzer (LUMiSizer, LUM GmbH)

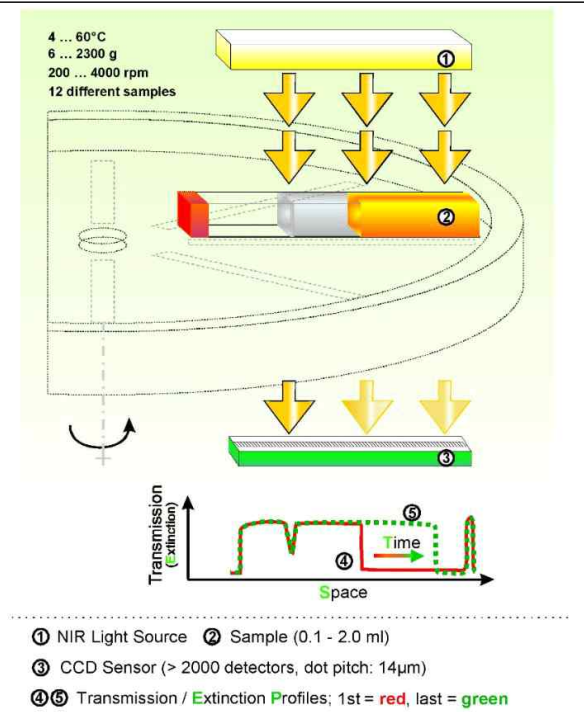
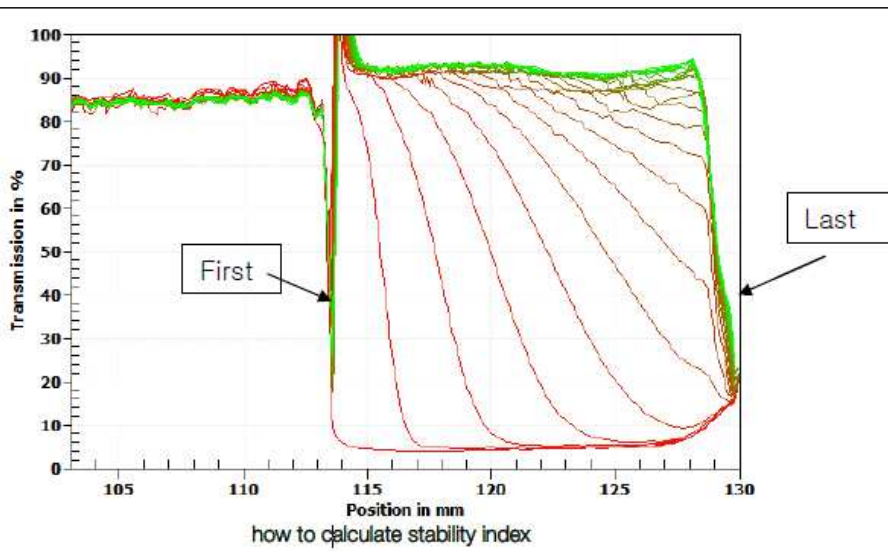


그림 1.12. STEP (Space, Time, Extinction, Profile) technology 모식도

- ◆ 분산안정성 지수(stability index)란 분산 물질이 어느 정도 안정한 상태로 있는 지 수치로 나타낸 것임. 분산된 물질은 원심력 하에서 침강하게 되는데 침강이 진행되면 될수록 tube 상층부에서부터 투명도가 증가한 층, 즉 clarification 이 나타나게 됨. 이 clarification 은 분산이 잘 이루어진 물질인 경우 clarification 이 매우 천천히 이루어지고 그렇지 않은 물질의 경우 clarification 이 매우 크게 일어남. 이 clarification 을 수치로 표시한 것이 stability index 임.
- ◆ Stability index 는 투과도 프로파일 에서 데이터를 구하게 되며 아래 그림 2.7. 공식에 의해 구함. 투과도 프로파일 에서 제일 마지막 profile 의 면적, tube 내 특정 위치에 해당하는 profile 의 면적, 투과도 프로파일 에서 초기 profile 의 면적을 이용하여 계산함.
- ◆ Stability index 는 항상 0.000 에서 1.000 사이의 값을 가지며 지수가 낮을수록 분산 안정성은 좋다는 것을 의미함. 그러나 이 수치는 절대값은 아님. 측정 범위의 설정에 따라 수치는 달라짐. 그러므로 기준이 되는 sample의 안정성 지수를 기준으로 하여 해당 sample의 분산안정성을 상대 비교해야 함.



$$\text{Stability index} = \frac{\text{Profile}_{n\text{번째}} \text{의 면적} - \text{Profile}_{\text{first}} \text{의 면적}}{\text{Profile}_{\text{last}} \text{의 면적} - \text{Profile}_{\text{first}} \text{의 면적}}$$

그림 1.13. Stability index 계산식

2. 1차년도(2016년) - 지표물질의 미세/나노캡슐화 및 분말화 최적조건 확립

2.1. Material (과립 조건)

2.1.1. 블루베리

분말배합비	과립조건	제품배합비	비고
<ul style="list-style-type: none"> 블루베리농축액 35.7% 텍스트린 	분말투입량(g) 250 발효주정투입량(g) 75 과립회수량(g) 176 건조 온도(°C) 60	<ul style="list-style-type: none"> 발효주정 30% 	<ul style="list-style-type: none"> 과립 성형 시 미분이 다소 발생 수율: 70%

2.1.2. 아로니아

분말배합비	과립조건	제품배합비	비고
<ul style="list-style-type: none"> 아로니아농축액 30% 말토텍스트린 	분말투입량(g) 250 발효주정투입량(g) 50 과립회수량(g) 245 건조 온도(°C) 60	<ul style="list-style-type: none"> 발효주정 20% 	<ul style="list-style-type: none"> 수율: 98%

2.1.3. 귀리

분말배합비	과립조건		제품배합비	비고
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 귀리농축액 30% ◆ 텍스트린 	분말투입량(g)	186	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 발효주정 20% 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 과립 성형 시 미분이 다소 발생 ◆ 수율: 94%
	발효주정투입량(g)	37		
	과립회수량(g)	176		
	건조 온도(°C)	60		

2.1.4. 단호박

분말배합비	과립조건		제품배합비	비고
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 호박푸레 51% ◆ 텍스트린 ◆ 스테비아 	분말투입량(g)	201	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 발효주정 20% 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 수율: 95%
	발효주정투입량(g)	40		
	과립회수량(g)	192		
	건조 온도(°C)	60		

2.1.5. 생강

분말배합비	과립조건		제품배합비	비고
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 생강농축액 30% ◆ 텍스트린 ◆ 검 	분말투입량(g)	186	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 발효주정 20% 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 수율: 94%
	발효주정투입량(g)	37		
	과립회수량(g)	176		
	건조 온도(°C)	60		

2.1.5. 대추

분말배합비	과립조건		제품배합비	비고
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 대추농축액 30% ◆ 텍스트린 	분말투입량(g)	250	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 발효주정 20% 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 과립 성형 시 미분이 다소 발생 ◆ 수율: 44%
	발효주정투입량(g)	50		
	과립회수량(g)	112		
	건조 온도(°C)	60		

2.2. Result

2.2.1 블루베리 과립

2.2.1.1. Particle size analysis (입도 분석)

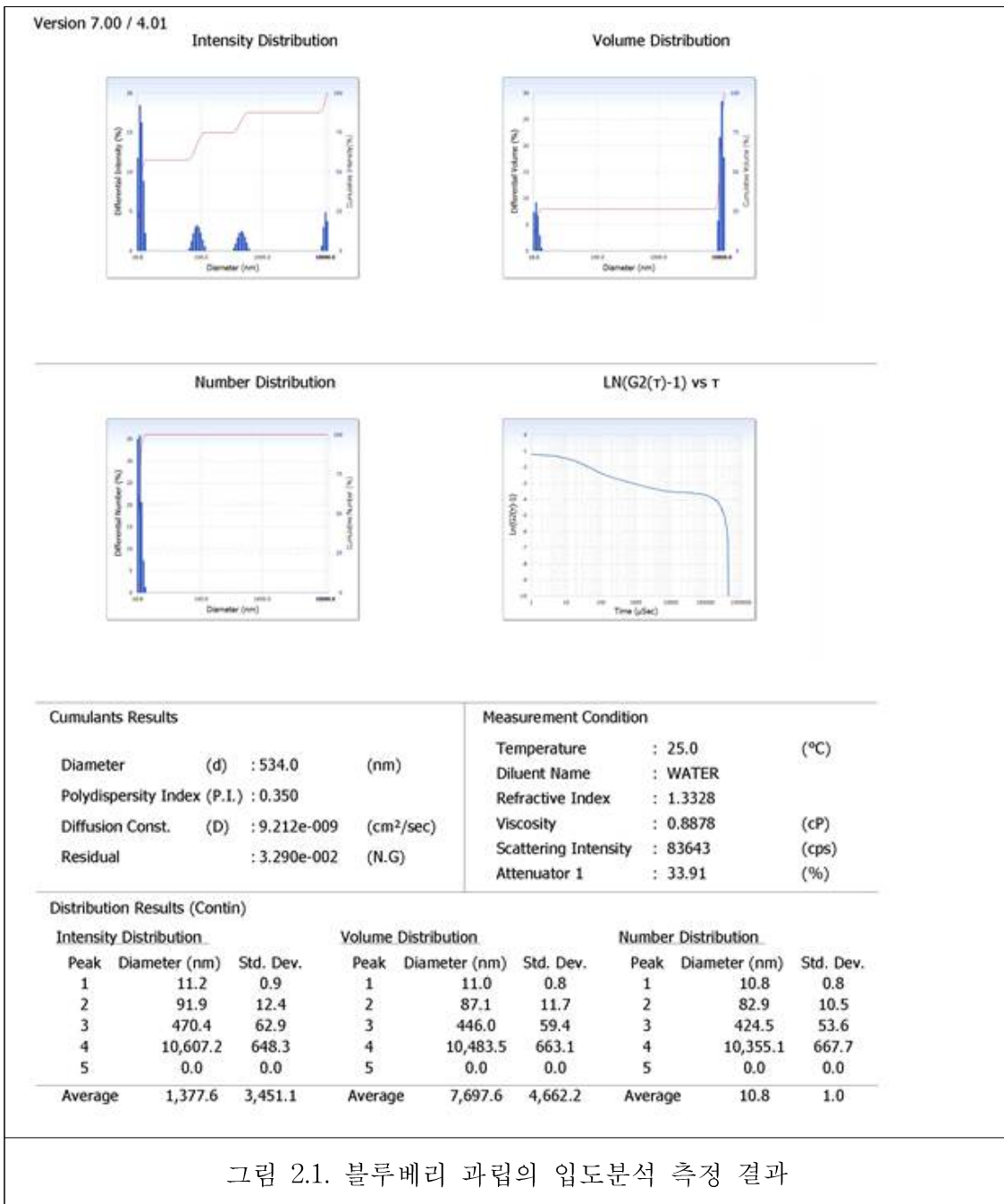
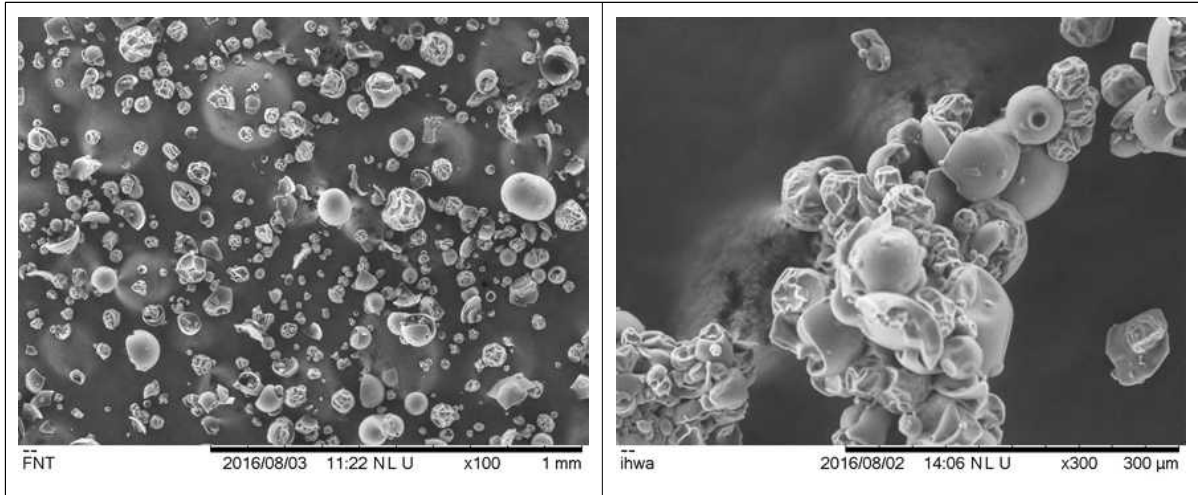


그림 2.1. 블루베리 과립의 입도분석 측정 결과

- ◆ 블루베리 과립을 분산 후, 입도를 측정한 결과 네 가지 크기의 입자가 존재하는 것으로 보이며 (평균적으로 직경 기준 11.2 nm / 91.9 nm / 470.4 nm / 10607.2 nm), 약 11.2 nm 입자가 가장 많음.
- ◆ 그러나, 11.2nm 크기의 입자의 부피가 50%가 되지 않으며, 10607.2nm 입자의 부피가 약 75%로 과반수 차지하고 있음.

2.2.1.2. Particle shape analysis (입형 분석)



블루베리 분말(x100)

블루베리 과립(x300)

그림 2.2. 블루베리 분말과 과립의 입형 분석 결과

2.2.1.3. Dispersion analysis (분산도 측정)

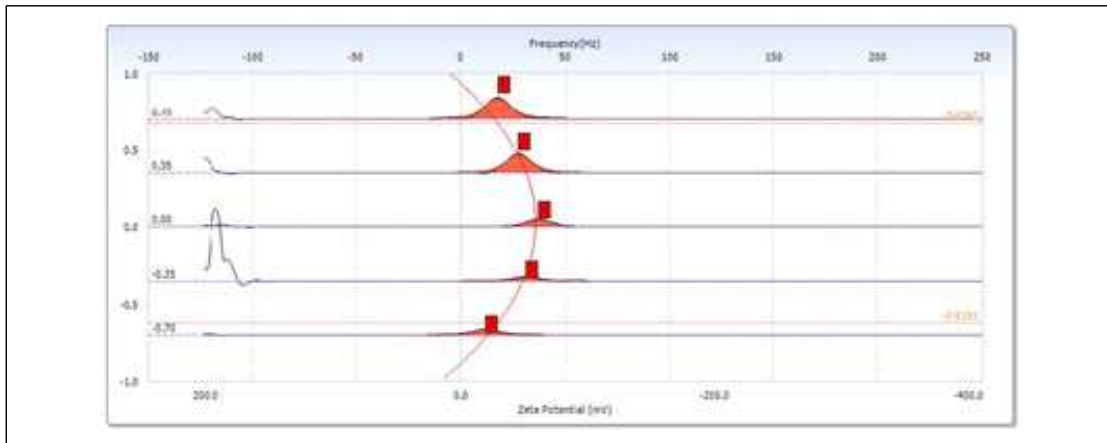


그림 2.3. 블루베리 과립의 제타전위 측정 결과

- ◆ 제타전위는 -29.24 mV로 분산유지에 용이한 조건임.

2.2.2. 아로니아

2.2.2.1. Particle size analysis (입도 분석)

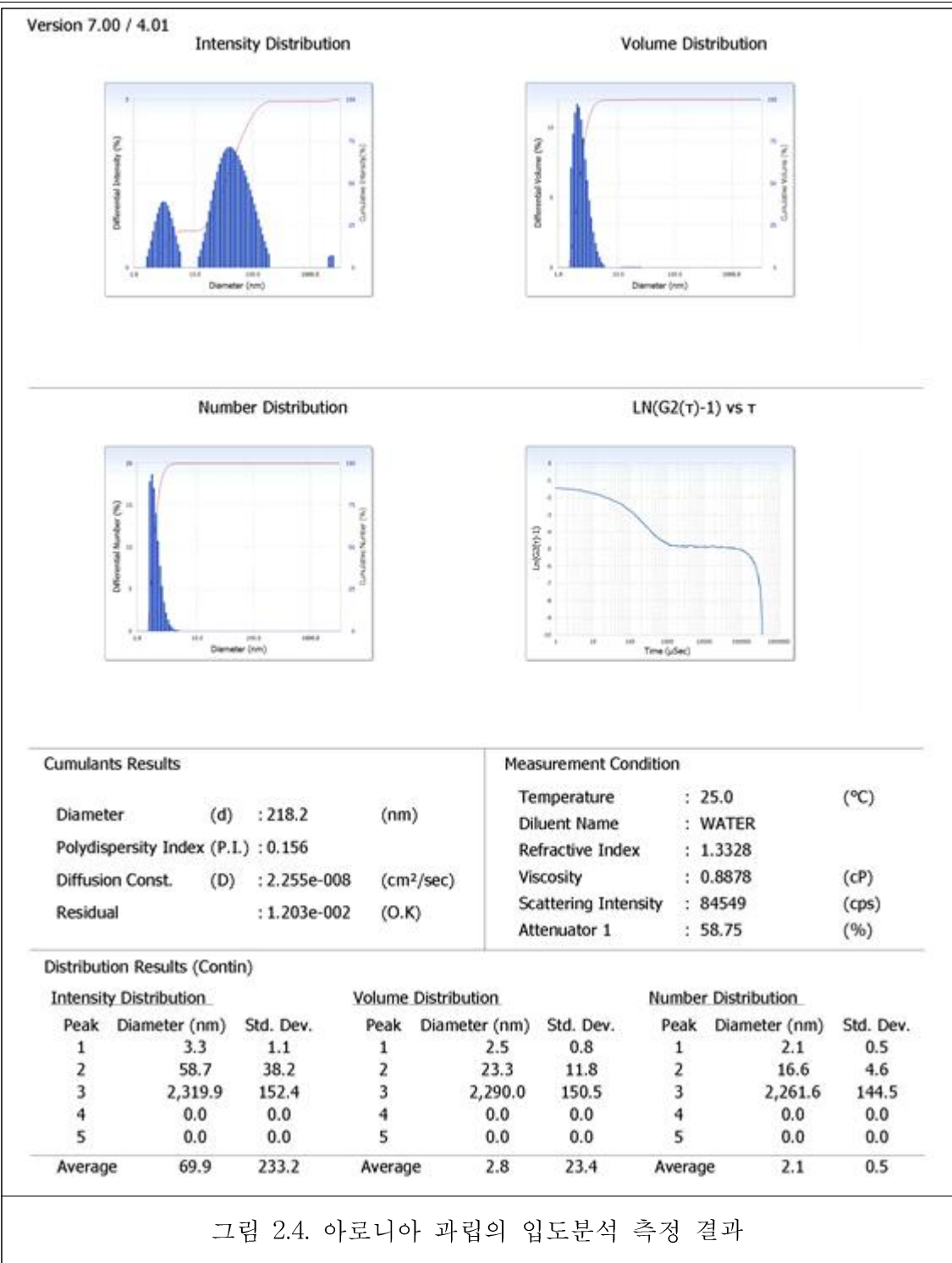
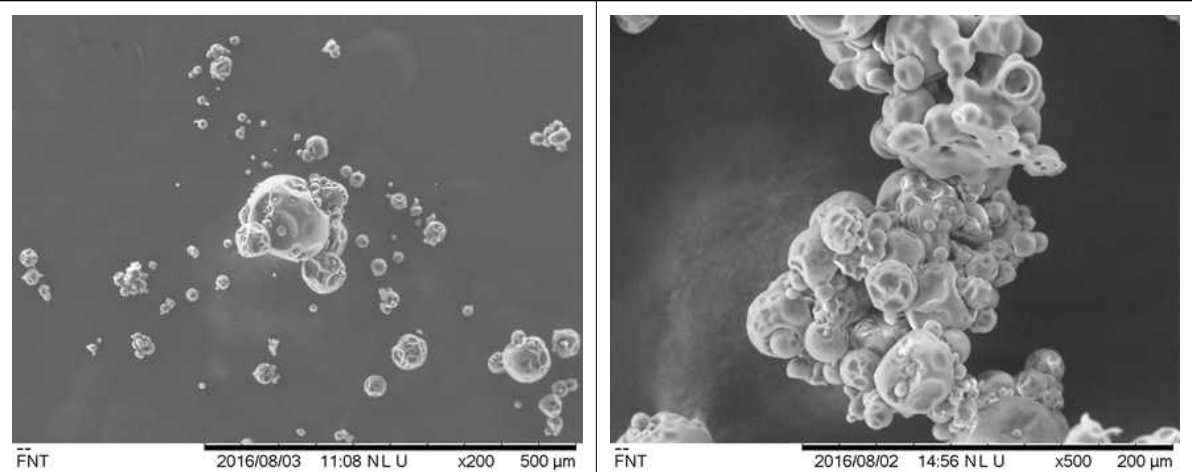


그림 2.4. 아로니아 과립의 입도분석 측정 결과

- ◆ 아로니아 과립을 분산한 후 입도를 측정한 결과, 세 가지 크기의 입자가 존재하는 것으로 보이며(평균적으로 직경 기준 3.3 nm / 58.7 nm / 2320 nm), 주로 1.0-10 nm 크기의 입자가 숫자도 많고 부피도 많음.
- ◆ 주된 입자는 대략 직경 3.3nm 크기임.

2.2.2.2. Particle shape analysis (입형 분석)



아로니아 분말(x200)

아로니아 과립(x500)

그림 2.5. 아로니아 분말과 과립의 입형 분석 결과

2.2.2.3. Dispersion analysis (분산도 측정)

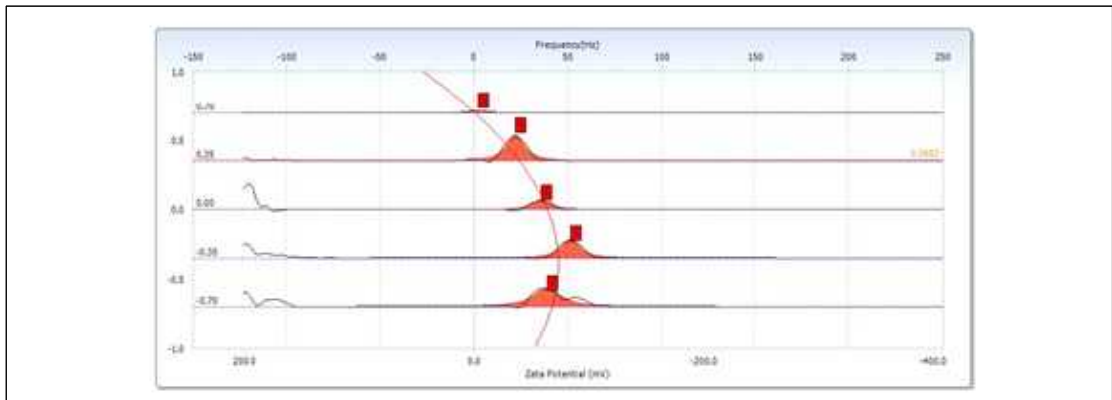


그림 2.6. 아로니아 과립의 제타전위 측정 결과

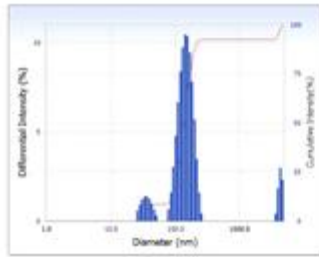
- ◆ 아로니아 과립의 제타전위는 - 38.95 mV 이었음.

2.2.3. 귀리

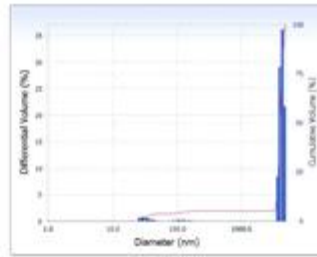
2.2.3.1. Particle size analysis (입도 분석)

Version 7.00 / 4.01

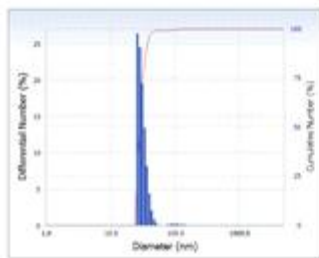
Intensity Distribution



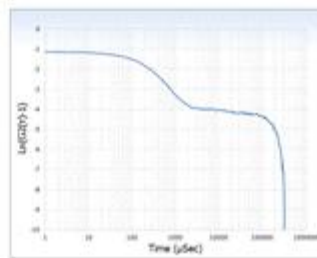
Volume Distribution



Number Distribution



LN(G2(τ)-1) vs τ



Cumulants Results

Diameter	(d)	: 301.9	(nm)
Polydispersity Index (P.I.)		: 0.203	
Diffusion Const.	(D)	: 1.629e-008	(cm ² /sec)
Residual		: 2.354e-002	(N.G)

Measurement Condition

Temperature	: 25.0	(°C)
Diluent Name	: WATER	
Refractive Index	: 1.3328	
Viscosity	: 0.8878	(cP)
Scattering Intensity	: 68395	(cps)
Attenuator 1	: 9.07	(%)

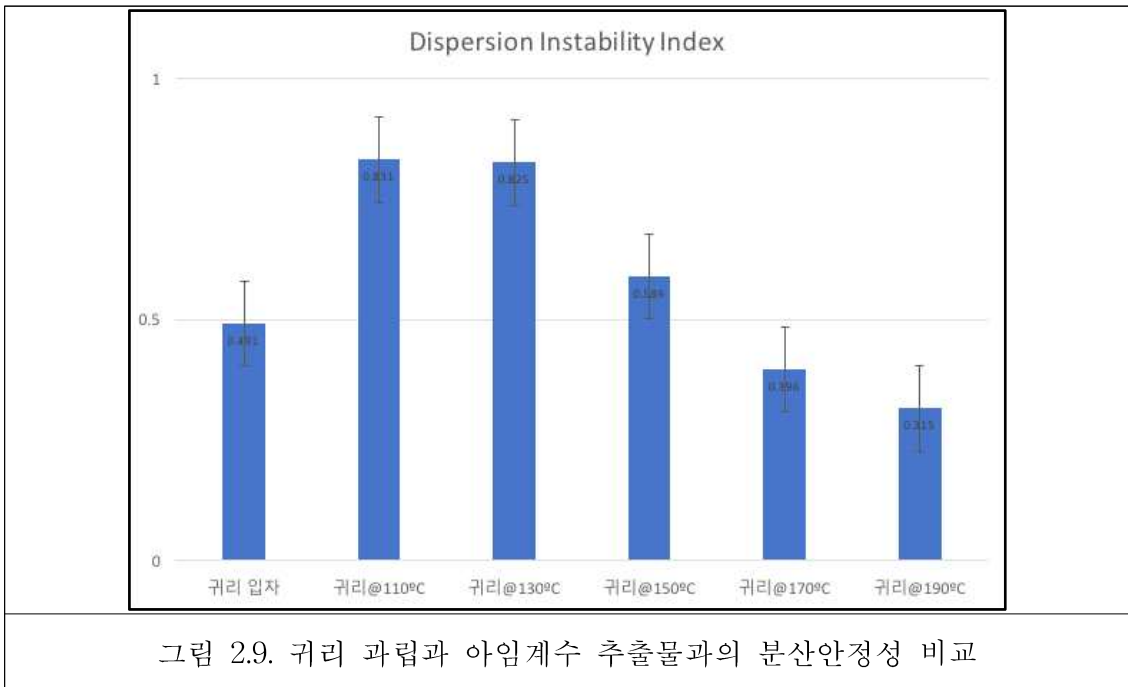
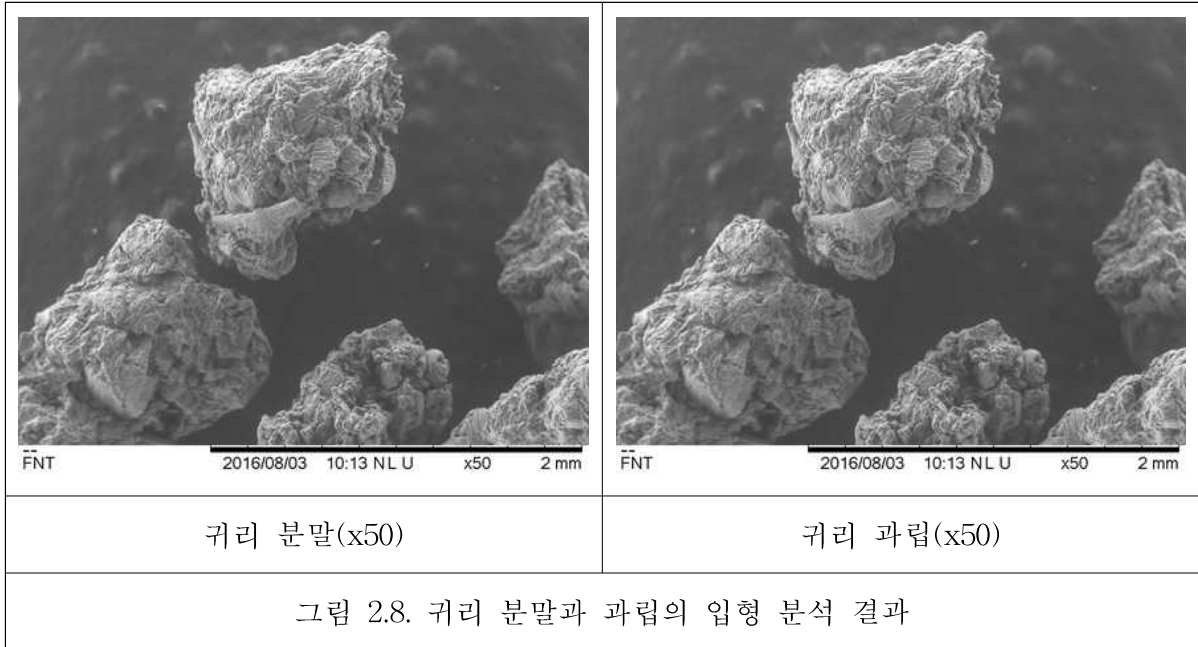
Distribution Results (Contin)

Intensity Distribution			Volume Distribution			Number Distribution		
Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	36.5	6.7	1	33.2	5.9	1	30.7	4.7
2	151.3	37.7	2	125.6	31.5	2	107.6	23.3
3	4,490.8	332.2	3	4,413.6	340.0	3	4,333.8	340.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
Average	466.6	1,149.8	Average	4,192.9	1,011.1	Average	31.4	15.9

그림 2.7. 귀리 과립의 입도분석 측정 결과

- 귀리 과립은 시판중인 제품으로 분산시킨 후, 입도를 측정한 결과, 세 가지 크기의 입자가 존재하는 것으로 보이며(평균적으로 직경 기준 36.5 nm / 151.3 nm / 4490.8 nm), 30-40 nm 크기의 입자가 숫자가 많음.
- 4490.8nm 입자가 대부분 숫자는 많으나, 부피는 4490.8 nm의 입자가 대부분으로 측정되었음.

2.2.3.2. Particle shape analysis (입형 분석)

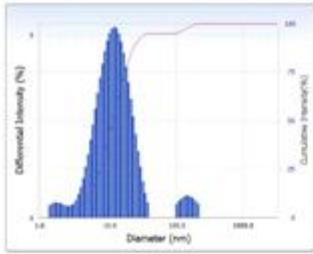


2.2.4. 단호박

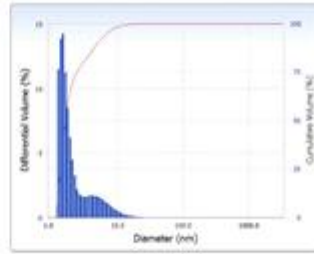
2.2.4.1. Particle size analysis (입도 분석)

Version 7.00 / 4.01

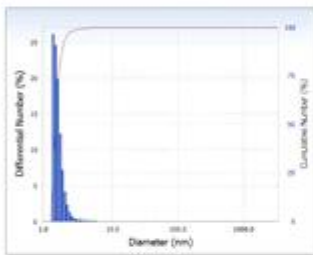
Intensity Distribution



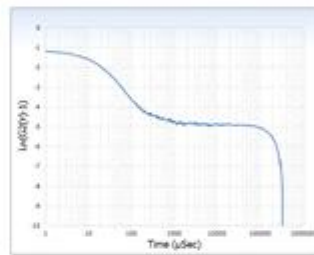
Volume Distribution



Number Distribution



LN(G2(τ)-1) vs τ



Cumulants Results

Diameter (d) : 234.1 (nm)
 Polydispersity Index (P.I.) : 0.161
 Diffusion Const. (D) : 2.106e-008 (cm²/sec)
 Residual : 1.185e-002 (O.K)

Measurement Condition

Temperature : 25.1 (°C)
 Diluent Name : WATER
 Refractive Index : 1.3328
 Viscosity : 0.8858 (cP)
 Scattering Intensity : 73446 (cps)
 Attenuator 1 : 27.22 (%)

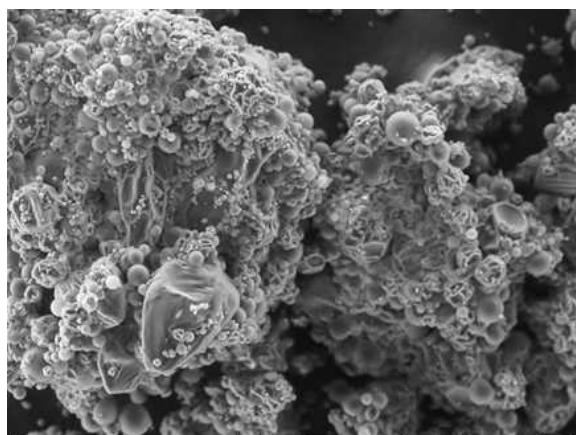
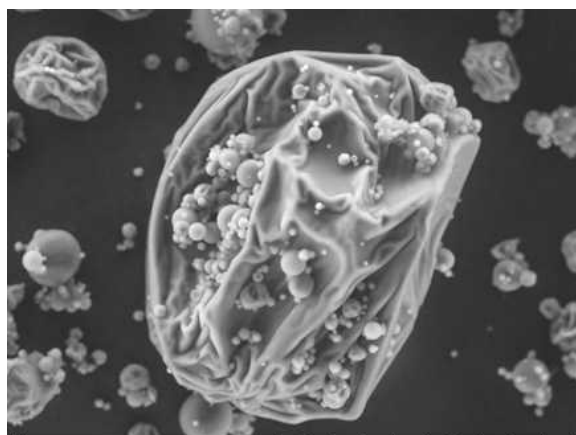
Distribution Results (Contin)

Intensity Distribution			Volume Distribution			Number Distribution		
Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	1.9	0.3	1	1.8	0.4	1	1.7	0.4
2	13.9	7.4	2	6.5	3.3	2	133.1	22.7
3	160.3	34.9	3	146.7	29.1	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
Average	20.9	33.8	Average	2.8	2.5	Average	1.7	0.4

그림 2.10. 단호박 과립의 입도분석 측정 결과

- ◆ 단호박 과립을 분산한 후, 입도를 측정한 결과 세 가지 크기의 입자가 존재하는 것으로 보이며(평균적으로 직경 기준 1.9 nm / 13.9 nm / 160.3 nm), 1.0-10 nm 크기의 입자가 숫자도 많고 부피도 많음.
- ◆ 주된 입자는 대략 직경 1.9 nm 크기임.

2.2.4.2. Particle shape analysis (입형 분석)



단호박 분말(x800)

단호박 과립(x300)

그림 2.11. 단호박 분말과 과립의 입형 분석 결과

2.2.4.3. Dispersion analysis (분산도 측정)

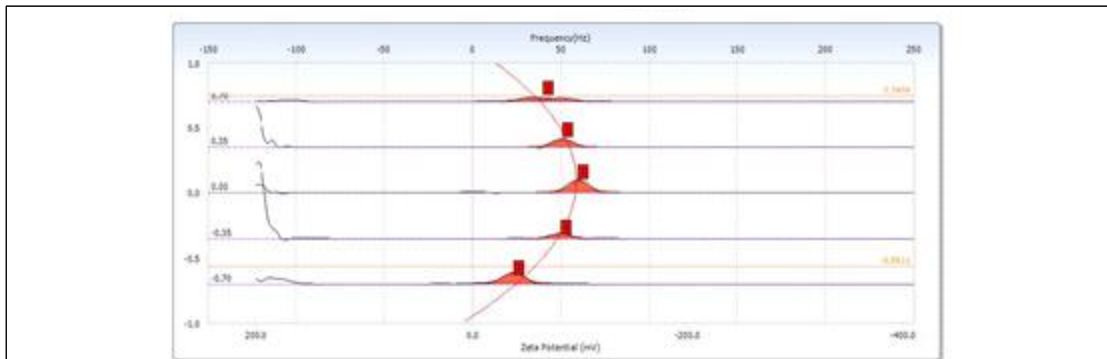


그림 2.12. 블루베리 과립의 제타전위 측정 결과

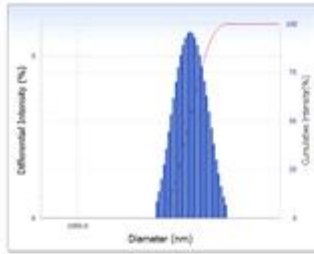
- ◆ 단호박 과립의 제타 전위는 -58.09 mV 이었음.

2.2.5. 생강

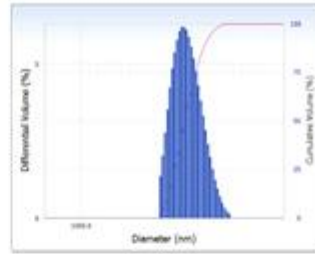
2.2.5.1. Particle size analysis (입도 분석)

Version 7.00 / 4.01

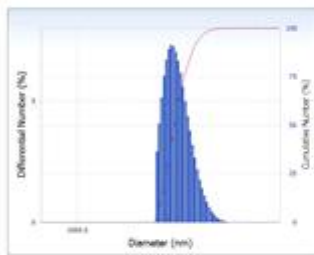
Intensity Distribution



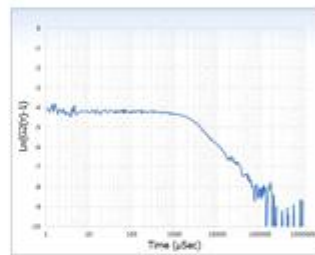
Volume Distribution



Number Distribution



LN(G2(τ)-1) vs τ



Cumulants Results

Diameter (d) : 3911.2 (nm)
 Polydispersity Index (P.I.) : 0.00e+000
 Diffusion Const. (D) : 1.258e-009 (cm²/sec)
 Residual : 8.727e-004 (O.K)

Measurement Condition

Temperature : 25.0 (°C)
 Diluent Name : WATER
 Refractive Index : 1.3328
 Viscosity : 0.8878 (cP)
 Scattering Intensity : 81103 (cps)
 Attenuator 1 : 1.74 (%)

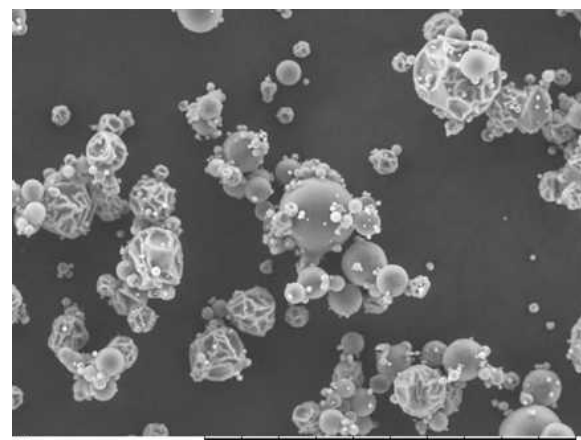
Distribution Results (Contin)

Intensity Distribution			Volume Distribution			Number Distribution		
Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	3,490.1	572.3	1	3,227.1	518.3	1	3,012.9	443.0
2	0.0	0.0	2	0.0	0.0	2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	3	0.0	0.0	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
Average	3,490.1	572.3	Average	3,227.1	518.3	Average	3,012.9	443.0

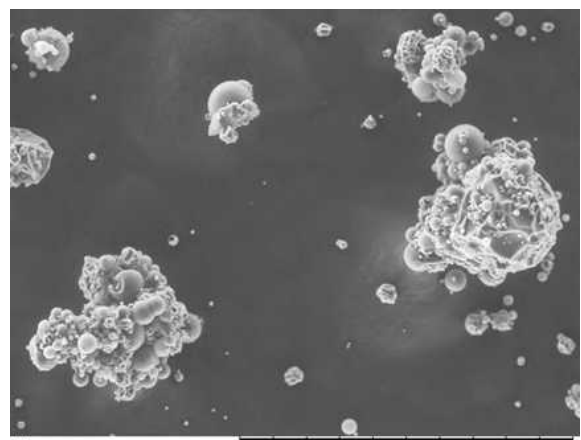
그림 2.13. 생강 과립의 입도분석 측정 결과

- ◆ 생강 과립을 분산 후, 입도를 측정한 결과, 총 3490 nm 크기의 단입자가 존재하는 것으로 보이며, 100.0-1000 nm 크기의 입자가 숫자도 많고 부피도 많음.
- ◆ 주된 입자는 대략 직경 3490.1 nm 크기임.

2.2.5.2. Particle shape analysis (입형 분석)



생강 분말(x500)



생강 과립(x300)

그림 2.14. 생강 분말과 과립의 입형 분석 결과

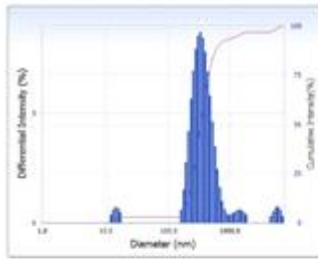
- ◆ 생강 과립의 제타전위는 -18.76 mV 이었음.

2.2.6. 대추

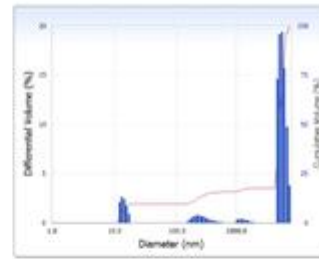
2.2.6.1. Particle size analysis (입도 분석)

Version 7.00 / 4.01

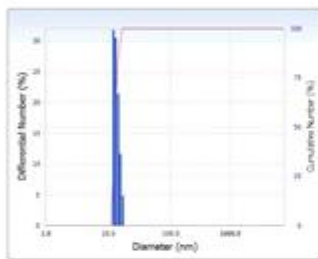
Intensity Distribution



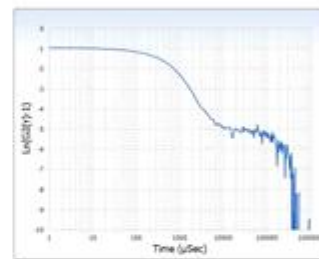
Volume Distribution



Number Distribution



LN(G2(τ)-1) vs τ



Cumulants Results

Diameter (d) : 419.7 (nm)
 Polydispersity Index (P.I.) : 0.246
 Diffusion Const. (D) : 1.172e-008 (cm²/sec)
 Residual : 1.569e-002 (O.K)

Measurement Condition

Temperature : 25.0 (°C)
 Diluent Name : WATER
 Refractive Index : 1.3328
 Viscosity : 0.8878 (cP)
 Scattering Intensity : 92570 (cps)
 Attenuator 1 : 1.12 (%)

Distribution Results (Contin)

Intensity Distribution

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	15.2	1.7
2	388.2	142.4
3	1,452.6	272.3
4	6,062.6	791.3
5	0.0	0.0
Average	599.5	1,035.0

Volume Distribution

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	14.6	1.7
2	280.3	88.1
3	1,332.9	241.3
4	5,759.8	752.1
5	0.0	0.0
Average	4,787.5	2,215.1

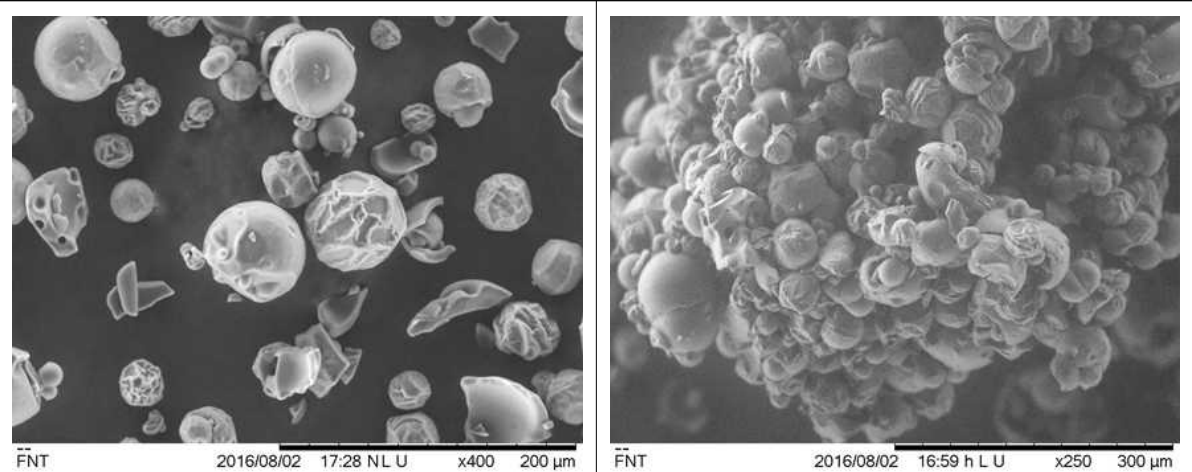
Number Distribution

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	14.1	1.5
2	229.5	54.2
3	1,226.0	195.7
4	5,496.2	670.5
5	0.0	0.0
Average	14.1	3.6

그림 2.15. 대추 과립의 입도분석 측정 결과

- ◆ 대추과립을 물에 분산 후, 입도를 측정한 결과 총 네 가지 크기의 입자가 존재하는 것으로 보이며(평균적으로 직경 기준 14.6 nm / 280.3 nm / 1332 nm / 5759 nm), 100.0-10000 nm 크기의 입자가 숫자도 많고 부피도 많음.
- ◆ 주된 입자는 직경 6062.6 nm 크기임.

2.2.6.2. Particle shape analysis (입형 분석)



대추 분말(x400)

대추 과립(x250)

그림 2.16. 대추 분말과 과립의 입형 분석 결과

2.2.6.3. Dispersion analysis (분산도 측정)

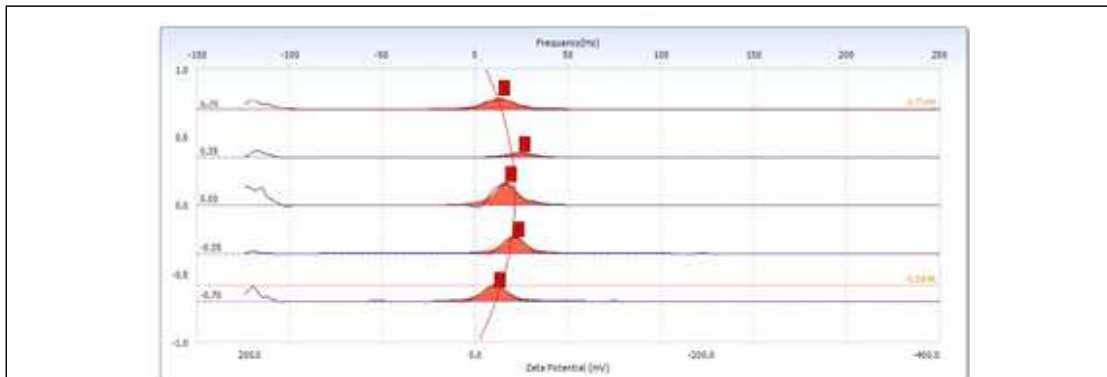


그림 2.17. 대추 과립의 제타전위 측정 결과

- ◆ 대추 과립의 제타전위는 -23.03 mV 이었음.

3. 2차 년도(2017년) - 소재캡슐화 입자의 안정성 및 복원성 확인

3.1. 블루베리

- ◆ 해당 분쇄물을 유동층과립기를 이용하여 과립화시킴.
- ◆ 그 자체의 당분이 많기 때문에 분쇄자체는 잘되지만, 분쇄 후 보관 시에 자체 뭉침 현상 발생.

- ◆ 동결 분쇄된 원물자체의 인습정도도 강하기 때문에 단순 뭉침이 아니라 딱딱하게 굳어 버림.
- ◆ 위의 상태를 고려했을 때 상품의 안정성을 확보하기 위해서는 ~20% 진행을 권장함.
- ◆ FBG작업 조건은 색소와 풍미의 손실을 최소화하기 위해, 베드온도를 50℃이하로서 45℃를 기준으로 하여 진행하였음.
- ◆ 부형제는 흐름성과 맛에 영향을 주지 않아야하고, 과립 시에 결합제 역할을 할 수 있는 것을 주로 사용하게 됨.
- ◆ 보통 사용되는 dextrin을 대신하여 유단백을 사용하여 진행함.

3.1.1. Particle size analysis (입도 분석)

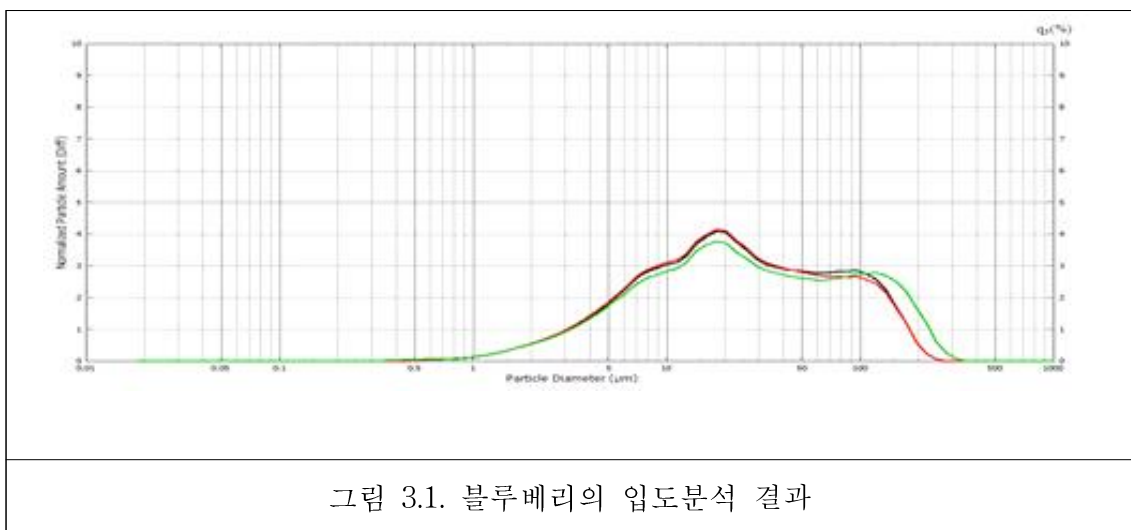
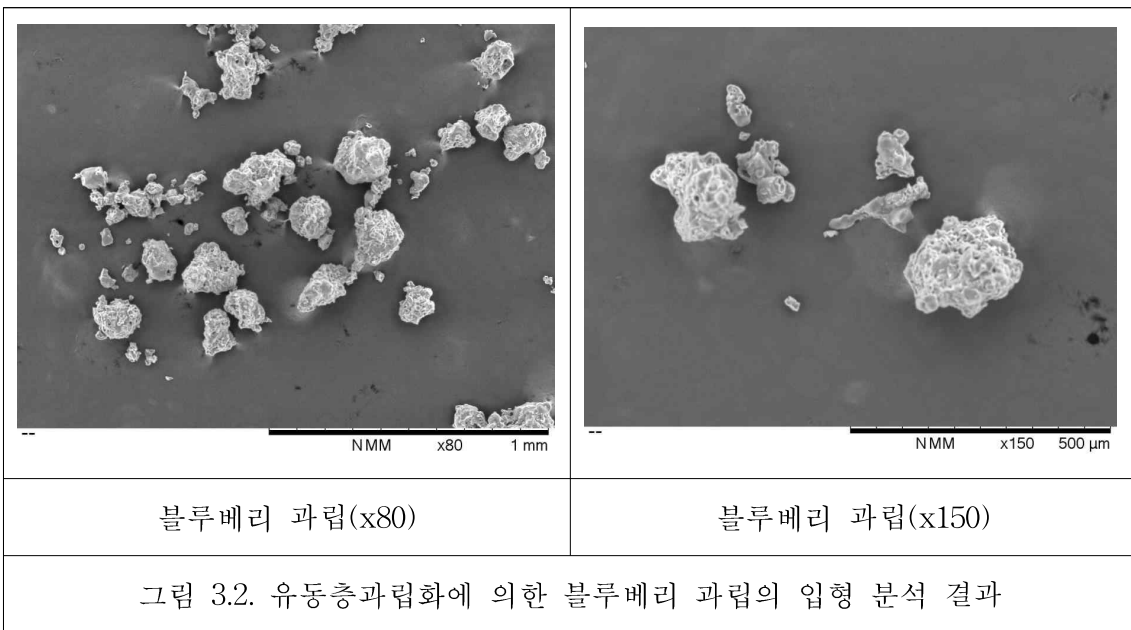


그림 3.1. 블루베리의 입도분석 결과

- ◆ 블루베리의 분쇄 후 입도분석은 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 반복 측정한 블루베리 분쇄물의 평균 입도는 평균 입자크기는 22.81 μm 이었음.

3.1.2. Particle shape analysis (입형 분석)



- ◆ 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV 이었음.

3.1.3. Dispersion analysis

3.1.3.1. 분산도 측정 (제타전위 측정)

- ◆ zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 과립과 분말을 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분말의 zeta potential 평균값은 -22.65mV 이고, 과립의 zeta potential 평균값은 -23.15mV 로, 절댓값의 수치가 높을수록 분산도가 높으므로 블루베리 과립이 블루베리 분말보다 분산도가 조금 더 높음.

3.1.3.2. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

- ◆ 분산도 측정 시 용매로서 물을 사용하였으며 농도는 0.1g/5mL 로 하였음.
- ◆ 분산안정성은 0.621로 측정되어 타 재료에 비해 보다 안정적으로 측정됨.

3.2. 아로니아

- ◆ 해당 분쇄물을 유동층과립기를 이용하여 과립화시킴.
- ◆ 동결 분쇄된 원물자체의 인습정도도 강하기 때문에 단순 뭉침이 아니라 딱딱하게 굳어버림.

- ◆ 위의 상태를 고려했을 때 상품의 안정성을 확보하기 위해서는 ~20% 진행을 권장함.
- ◆ FBG작업 조건은 색소와 풍미의 손실을 최소화하기 위해, 베드온도를 50℃이하로서 45℃를 기준으로 하여 진행하였음.
- ◆ 부형제는 흐름성과 맛에 영향을 주지 않아야하고, 과립 시에 결합제 역할을 할 수 있는 것을 주로 사용하게 됨.
- ◆ 보통 사용되는 dextrin을 대신하여 유단백을 사용하여 진행함.

3.2.1. Particle size analysis (입도 분석)

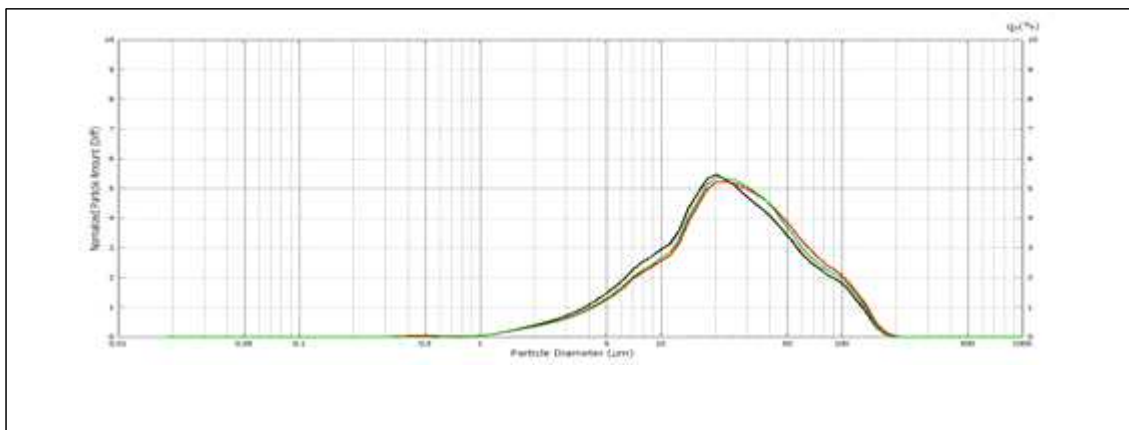
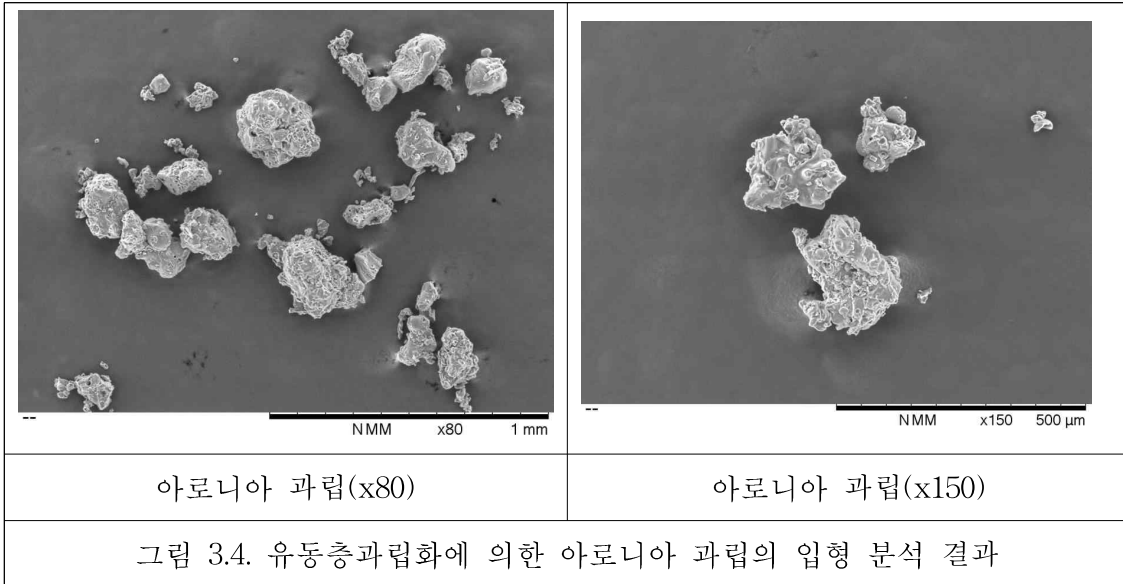


그림 3.3. 아로니아의 입도분석 결과

- ◆ 아로니아의 분쇄 후 입도분석은 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 반복 측정한 아로니아 분쇄물의 평균 입도는 평균 입자크기는 22.09 μ m 이었음.

3.2.2. Particle shape analysis (입형 분석)



- ◆ 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV 이었음.

3.2.3. Dispersion analysis

3.2.3.1. 분산도 측정 (제타전위 측정)

- ◆ zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 과립과 분말을 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분말의 zeta potential 평균값은 -21.83mV 이고, 과립의 zeta potential 평균값은 -18.29mV 로, 절댓값의 수치가 높을수록 분산도가 높으므로 아로니아 분말이 귀리 과립보다 분산도 절댓값이 약 4mV 더 높음.

3.2.3.2. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

- ◆ 분산도 측정 시 용매로서 물을 사용하였으며 농도는 0.1g/5mL 로 하였음.
- ◆ 분산안정성은 0.68로 측정되어 타 재료에 비해 보다 안정적으로 측정됨.

3.3. 귀리

- ◆ 귀리는 지방성분으로 인해 자체 뭉침 현상 발생.
- ◆ FBG 진행시 분산이 잘되지 않는 특징이 있음.
- ◆ 일반적인 방법으로 FBG 진행시 귀리의 함량은 10~20% 진행이 가능함.
- ◆ 상업적으로 추천할 만한 과립공정은 물을 용매로 사용하여 일반과립을 추천함. (단순과

립 혼합-> 열풍건조-> 정립. 연합 ->과립)

3.3.1. Particle size analysis (입도 분석)

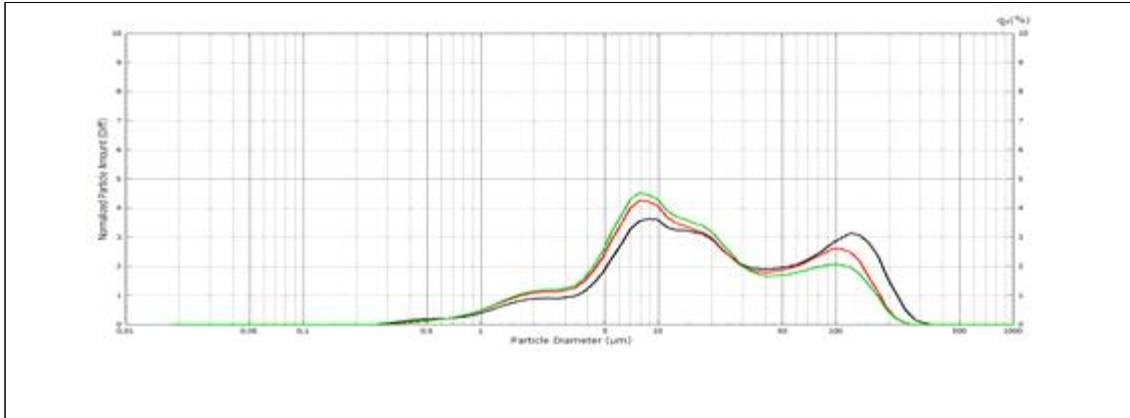
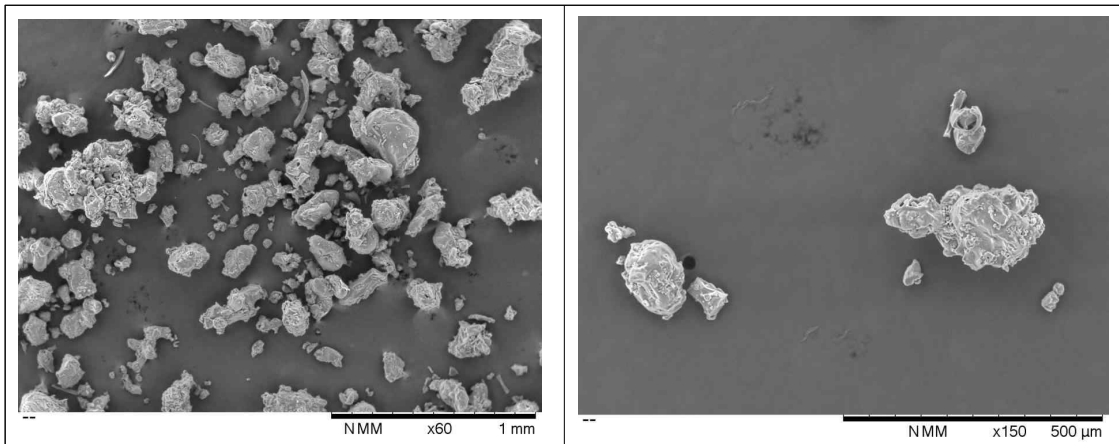


그림 3.5. 귀리의 입도분석 결과

- ◆ 귀리의 분쇄 후 입도분석은 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 반복 측정한 귀리 분쇄물의 평균 입도는 평균 입자크기는 $16.75\mu m$ 이었음.

3.3.2. Particle shape analysis (입형 분석)



귀리 과립(x60)

귀리 과립(x150)

그림 3.6. 유동층과립화에 의한 블루베리 과립의 입형 분석 결과

- ◆ 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV 이었음.

3.3.3. Dispersion analysis

3.3.3.1. 분산도 측정 (제타전위 측정)

- ◆ zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otuska electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 과립과 분말을 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분말의 zeta potential 평균값은 41.5mV 이고, 과립의 zeta potential 평균값은 -29.14mV로, 절댓값의 수치가 높을수록 분산도가 높으므로 귀리 과립보다 귀리 분말의 분산도 절댓값이 약 13mV 더 높음.

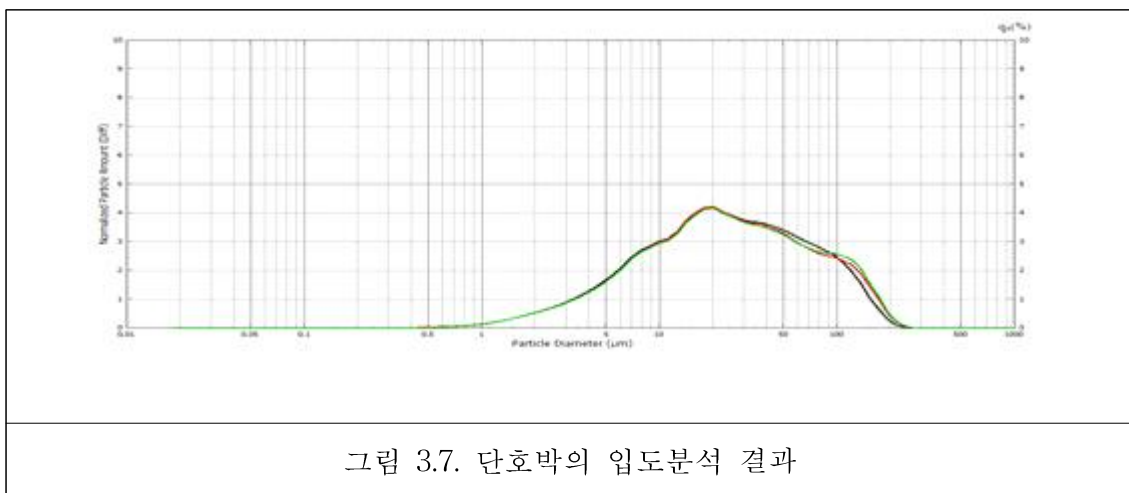
3.3.3.2. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

- ◆ 분산도 측정 시 용매로서 물을 사용하였으며 농도는 0.1g/5mL로 하였음.
- ◆ 분산안정성은 0.491로 측정되어 다소 안정적으로 측정됨.

3.4. 단호박

- ◆ 해당 분쇄물을 유동층과립기를 이용하여 과립화시킴.
- ◆ 단호박은 FBG 진행시 10~60%의 함량으로 과립은 일반적인 방법으로 가능할 것으로 예측됨.
- ◆ 단호박의 함량이 60%이상으로 과립 진행시에는 에탄올(주정)을 정제수에 희석한 용매를 사용하여 진행 검토를 해볼만함.

3.4.1. Particle size analysis (입도 분석)

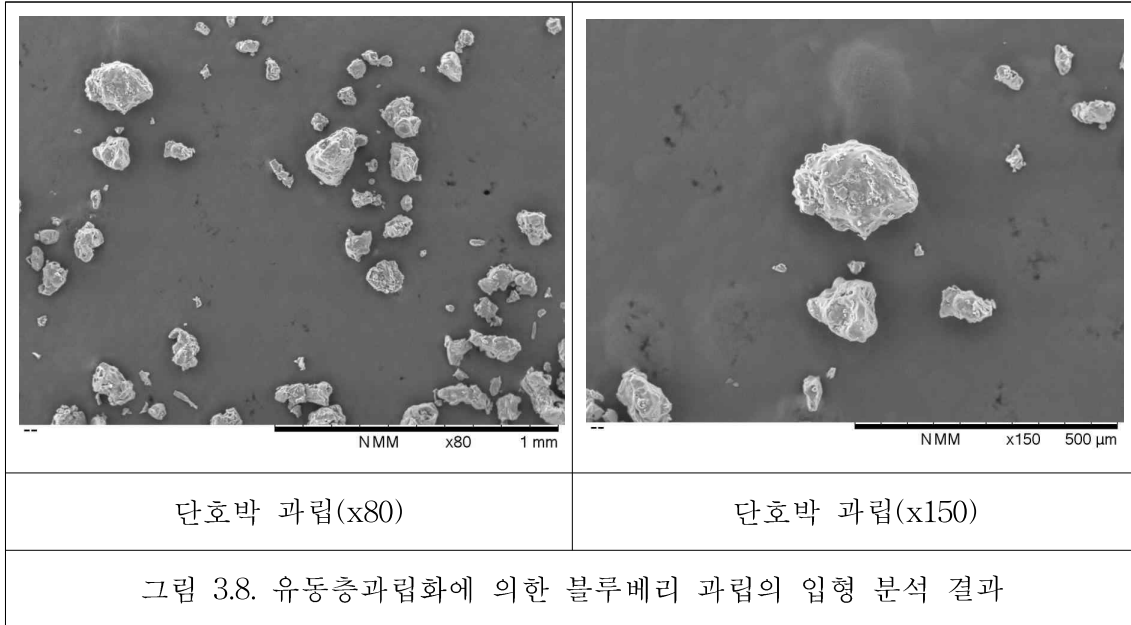


- ◆ 단호박의 분쇄 후 입도분석은 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300,

SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.

- ◆ 반복 측정한 단호박 분쇄물의 평균 입도는 평균 입자크기는 $22.20\mu m$ 이었음.

3.4.2. Particle shape analysis (입형 분석)



- ◆ 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV 이었음.

3.4.3. Dispersion analysis

3.4.3.1. 분산도 측정 (제타전위 측정)

- ◆ zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 과립과 분말을 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분말의 zeta potential 평균값은 $-30.15mV$ 이고, 과립의 zeta potential 평균값은 $-39.00mV$ 로, 절댓값의 수치가 높을수록 분산도가 높으므로 단호박 과립이 단호박 분말보다 분산도 절댓값이 약 $9mV$ 더 높음.

3.4.3.2. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

- ◆ 분산도 측정 시 용매로서 물을 사용하였으며 농도는 0.1g/5mL 로 하였음.
- ◆ 분산안정성은 0.601로 측정되어 타 재료에 비해 보다 안정적으로 측정됨.

3.5. 대추

- ◆ 해당 분쇄물을 유동층과립기를 이용하여 과립화시킴.

3.5.1. Particle size analysis (입도 분석)

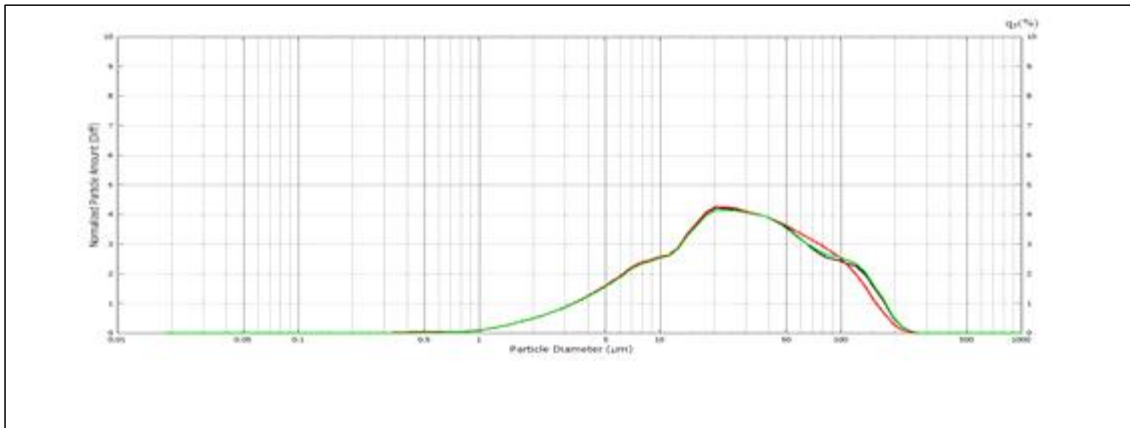
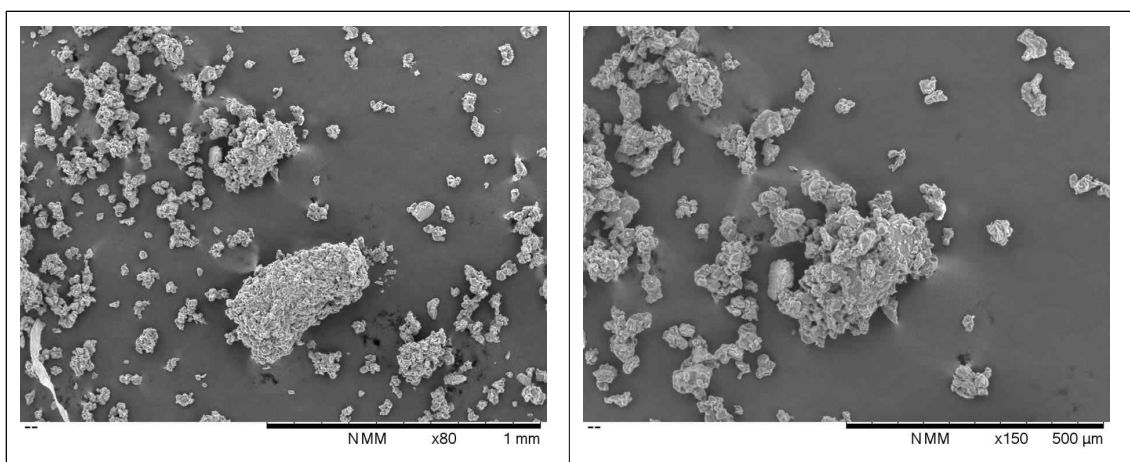


그림 3.9. 대추의 입도분석 결과

- ◆ 대추의 분쇄 후 입도분석은 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 반복 측정한 대추 분쇄물의 평균 입도는 평균 입자크기는 $23.32\mu m$ 이었음.

3.5.2. Particle shape analysis (입형 분석)



대추 과립(x80)

대추 과립(x150)

그림 3.10. 유동층과립화에 의한 대추 과립의 입형 분석 결과

- ◆ 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV 이었음.

3.5.3. Dispersion analysis

3.5.3.1. 분산도 측정 (제타전위 측정)

- ◆ zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3 번 반복 측정함.
- ◆ 과립과 분말을 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분말의 zeta potential 평균값은 -31.92mV 이고, 과립의 zeta potential 평균값은 -31.77mV 로, 절댓값의 수치가 높을수록 분산도가 높으므로 대추 분말이 대추 과립보다 분산도가 조금 더 높음.

3.5.3.2. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

- ◆ 분산도 측정 시 용매로서 물을 사용하였으며 농도는 0.1g/5mL 로 하였음.
- ◆ 분산안정성은 0.345로 측정되어 타 재료에 비해 다소 안정성이 낮은 것으로 측정됨.

3.6. 생강

- ◆ 해당 분쇄물을 유동층과립기를 이용하여 과립화시킴.

3.6.1. Particle size analysis (입도 분석)

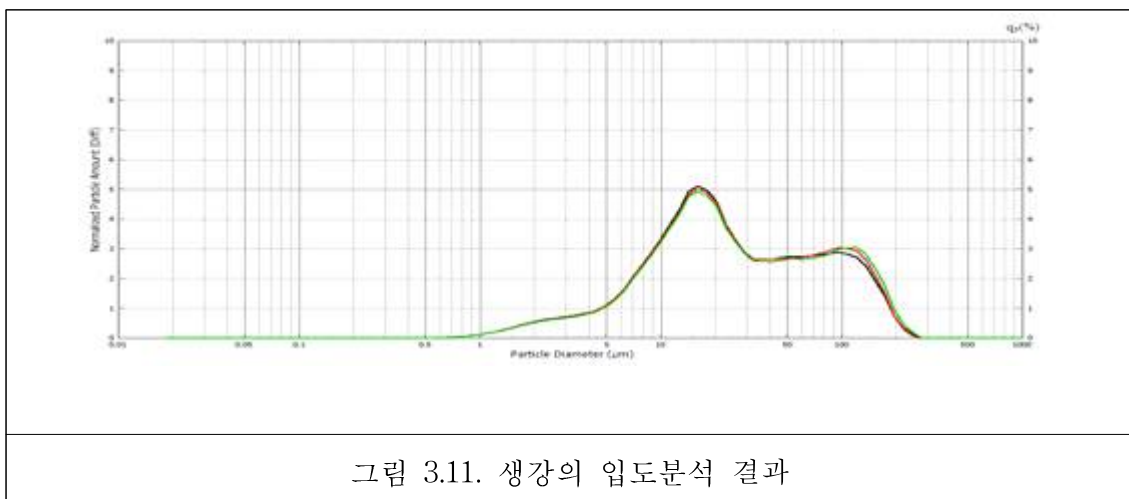


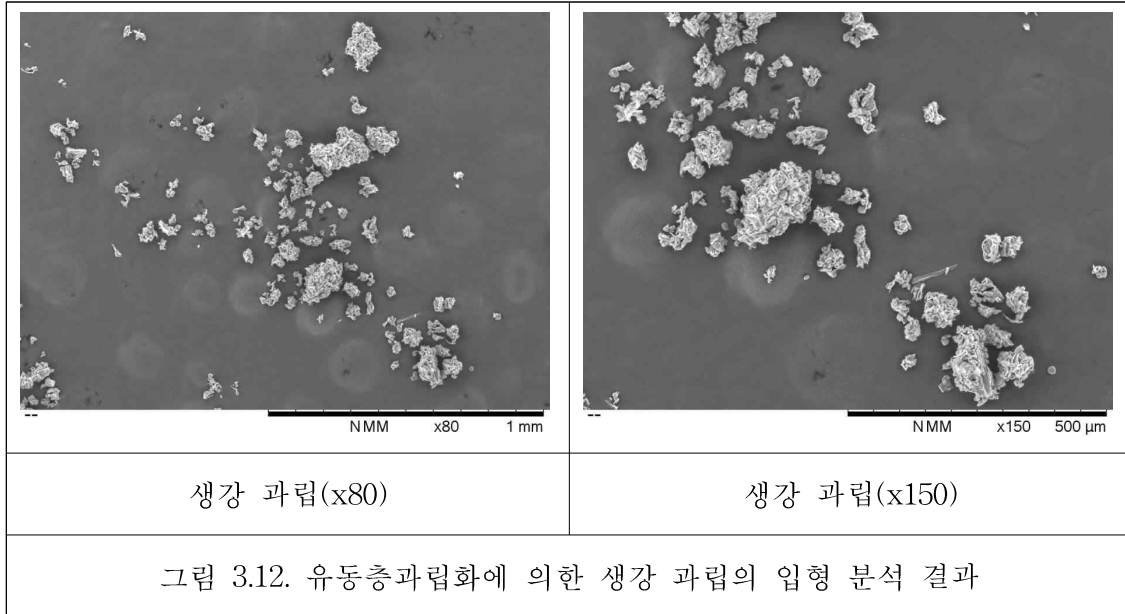
그림 3.11. 생강의 입도분석 결과

- ◆ 생강의 분쇄 후 입도분석은 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300,

SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.

- ◆ 반복 측정한 생강 분쇄물의 평균 입도는 평균 입자크기는 $24.42\mu\text{m}$ 이었음.

3.6.2. Particle shape analysis (입형 분석)



- ◆ 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV 이었음.

3.6.3. Dispersion analysis

3.6.3.1. 분산도 측정 (제타전위 측정)

- ◆ zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 과립과 분말을 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분말의 zeta potential 평균값은 -23.76mV 이고, 과립의 zeta potential 평균값은 -39.46mV 로, 절댓값의 수치가 높을수록 분산도가 높으므로 생강 과립이 생강 분말보다 분산도가 절댓값이 약 15mV 더 높음.

3.6.3.2. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

- ◆ 분산도 측정 시 용매로서 물을 사용하였으며 농도는 0.1g/5mL 로 하였음.
- ◆ 분산안정성이 0.394로 측정되어, 보다 개선이 요구되며 타 재료에 비해 다소 안정성이 낮은 것으로 측정됨.

4. 3차 년도(2018년)

4.1. Material

4.1.1. 단호박 상온분쇄분말

- ◆ 상온분쇄분말의 원재료는 (주)담터에서 판매하는 ‘단호박 마차’의 재료인 단호박 분말로 실험함.
- ◆ 상온분쇄분말을 제조하는 공정은 그림 4.2.과 같음.



그림4.1. 단호박 상온분쇄분말



그림 4.2. 단호박 상온분쇄분말 공정

4.1.2. 단호박 초미세과립물

- ◆ 상온분쇄분말의 원재료는 (주)담터에서 판매하는 ‘단호박 마차’의 재료인 단호박 분말의 상온분쇄공정 전에 가져와서 동결분쇄 및 압출식 과립화 진행 후 실험함.
- ◆ 상온분쇄분말을 제조하는 공정은 그림 4.4.와 같음.



그림 4.3. 단호박 초미세과립물



그림 4.4. 단호박 초미세과립물 공정

4.1.3. 단호박마차

- ◆ 단호박마차는 (주)담터에서 판매하는 ‘단호박 마차’로 실험함.
- ◆ 단호박과 마를 이상적으로 혼합시켜 음용 시 맛있게 만든 분말차
- ◆ 제품의 유형: 고품차
- ◆ 성분 및 배합 비율(%): 단호박알과분 [옥수수분말(수입산)85%, 단호박분말(국산)15%] 30%, 단호박분말(국산)10.5%, 마분말(국산)5%, 식물성크림분 [물엿, 야자유(수입산), 카제인나트륨(우유), 제2인산칼륨, 글리세린지방산에스테르], 정백당, 유청분말(우유, 정제염)
- ◆ 포장: 17 g * 15/30/50/80포



그림 4.5. 단호박마차 ‘단호박마차’



그림 4.6. 단호박마차 ‘단호박마차’ 포장지

4.2. Result

4.2.1. 단호박 상온분쇄분말

4.2.1.1. Particle size analysis (입도 분석)

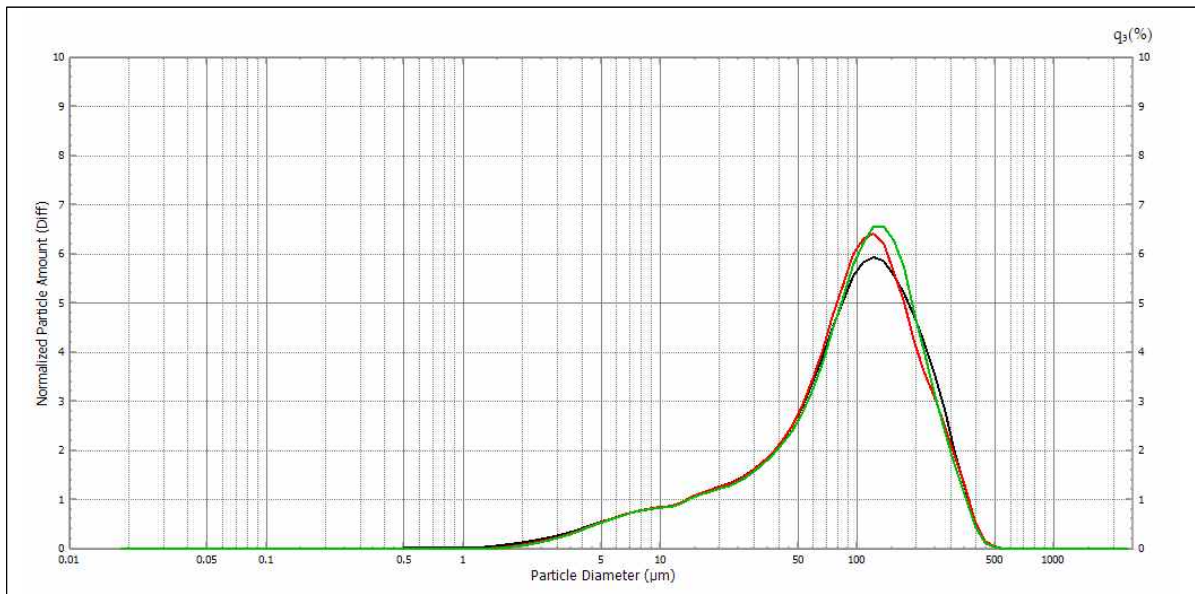


그림 4.7. 단호박 상온분쇄분말의 입도 분포

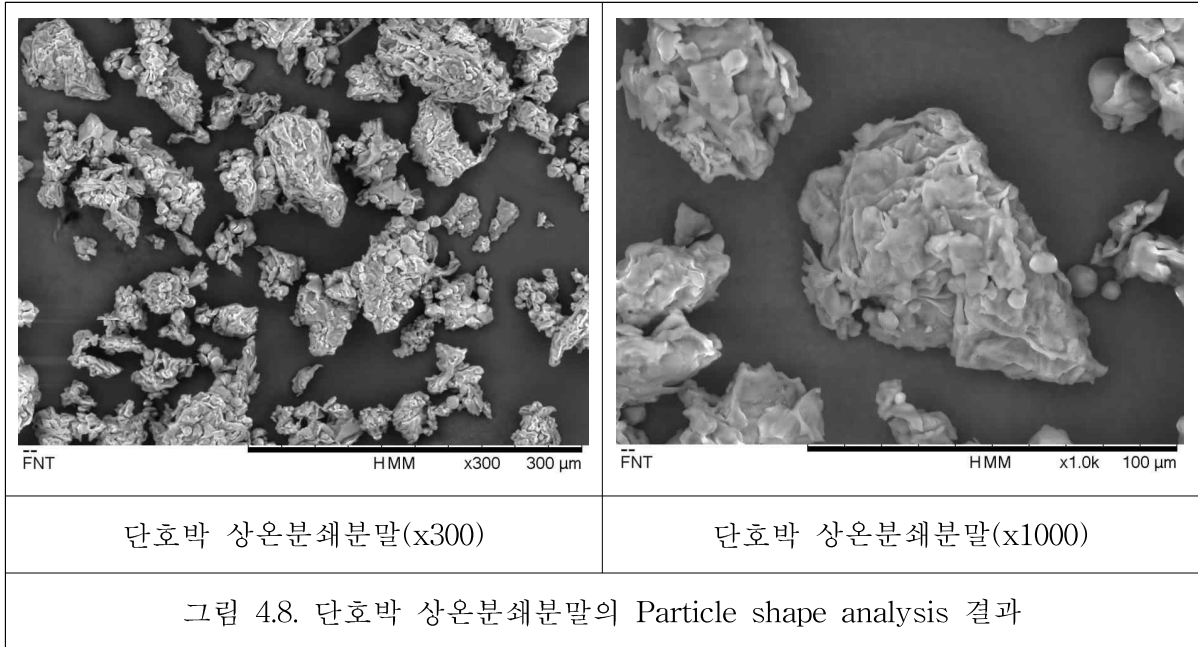
표 4.1. 단호박 상온분쇄분말의 Particle size analysis 결과

	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
상온분쇄분말	96.0881 \pm 1.0342	74.2224 \pm 1.3904	14.7249 \pm 0.3454	228.9059 \pm 2.2794

p<0.05, N=3, mean \pm SE, Duncan's multiple range test

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 단호박 상온분쇄분말의 평균 diameter는 74.2224 \pm 1.3904 μm 이였음.
- ◆ 단호박 상온분쇄분말의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 96.0881 \pm 1.0342 μm 이였음.
- ◆ 단호박 상온분쇄분말의 cumulative 10%일 때 diameter는 14.7249 \pm 0.3454 μm 이였음.
- ◆ 단호박 상온분쇄분말의 cumulative 90%일 때 diameter는 228.9059 \pm 2.2794 μm 이였음.

4.2.1.2. Particle shape analysis (입형 분석)



- ◆ Particle shape analysis은 Scanning electron microscopy(SEM, TM2020plus, HITACHI)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kDa이었음.

4.2.1.3. Dispersion analysis (분산도 측정)

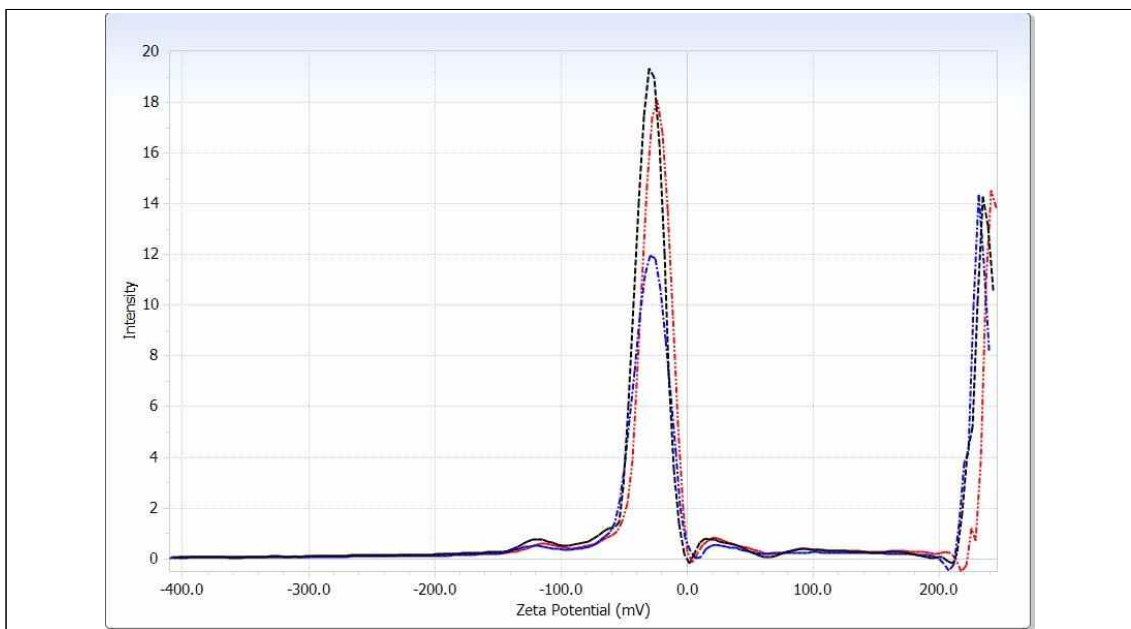


그림 4.9. 단호박 상온분쇄분말의 제타전위 측정

- ◆ Dispersion analysis은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 상온분쇄분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 상온분쇄분말의 zeta potential 평균값은 $-27.4133 \pm 1.3216 \text{mV}$ 이었음.

4.2.1.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

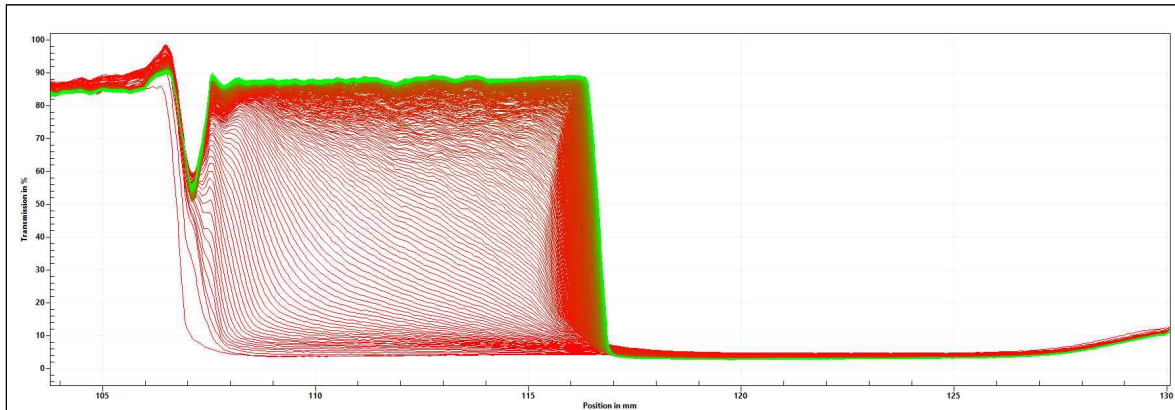


그림 4.10. 단호박 상온분쇄분말의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

그림 4.11. 단호박 상온분쇄분말의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis은 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature는 25°C로 설정하여 측정함.
- ◆ 상온분쇄분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.

- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 단호박 상온분쇄분말의 Instability index는 0.5638 ± 0.0268 이였음.

4.2.2 단호박 초미세과립물

4.2.2.1. Particle size analysis (입도 분석)

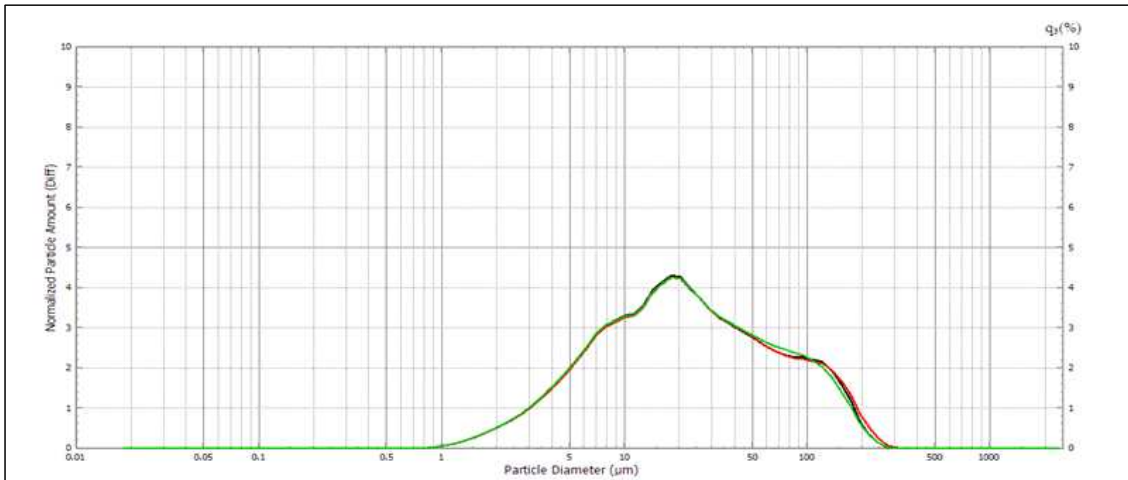


그림 4.12. 단호박 초미세과립물의 입도 분포

표 4.2. 단호박 초미세과립물의 Particle size analysis 결과

	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
초미세과립물	20.5674 ± 0.1094	21.1895 ± 0.3303	4.8258 ± 0.0213	102.2822 ± 1.8900

$p < 0.05$, $N=3$, mean \pm SE, Duncan's multiple range test

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 단호박 초미세과립물의 평균 diameter는 $21.1895 \pm 0.3303 \mu m$ 이였음.
- ◆ 단호박 초미세과립물의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 $20.5674 \pm 0.1094 \mu m$ 이였음.
- ◆ 단호박 초미세과립물의 cumulative 10%일 때 diameter는 $4.8258 \pm 0.0213 \mu m$ 이였음.
- ◆ 단호박 초미세과립물의 cumulative 90%일 때 diameter는 $102.2822 \pm 1.8900 \mu m$ 이였음.

4.2.2.2. Particle shape analysis (입형 분석)

여 3번 반복 측정함.

- ◆ 초미세과립물은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 초미세과립물의 zeta potential 평균값은 -24.6673 ± 1.2366 mV이었음.

4.2.2.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)

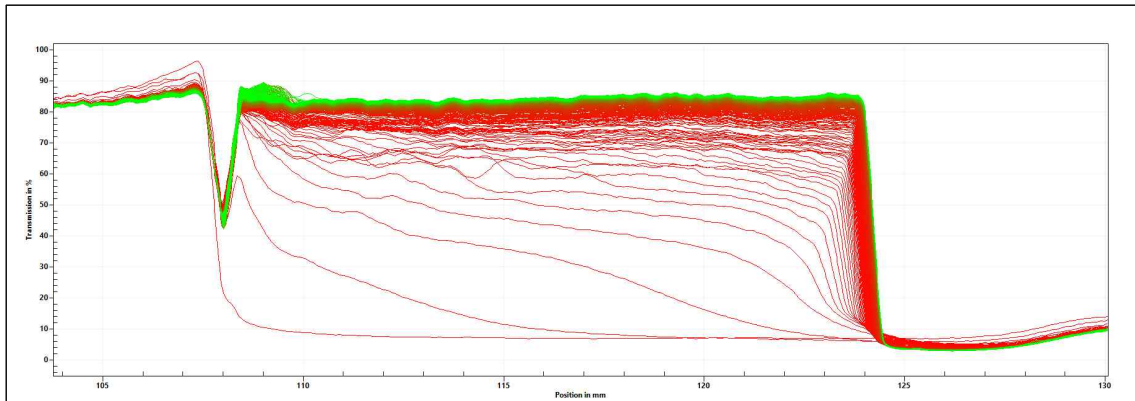


그림 4.15. 단호박 초미세과립물의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

그림 4.16. 단호박 초미세과립물의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis는 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature은 25℃로 설정하여 측정함.
- ◆ 상온분쇄분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 단호박 상온분쇄분말의 Instability index는 0.3988 ± 0.0160 이었음.

4.2.3. 단호박마차

4.2.3.1. Particle size analysis (입도 분석)

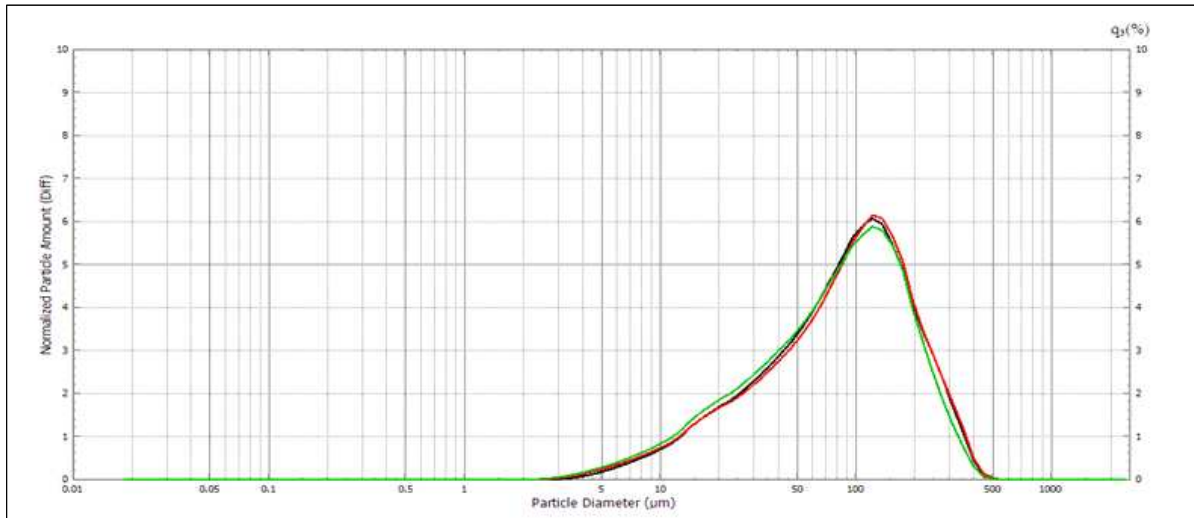


그림 4.17. 완제품 단호박마차의 입도 분포

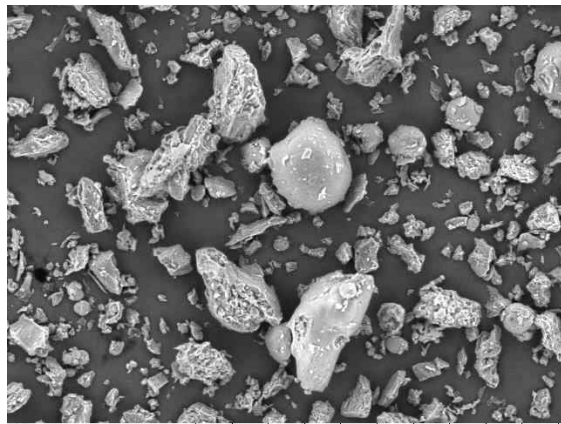
표 4.3. 완제품 단호박마차의 Particle size analysis 결과

	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
단호박마차	87.8692 \pm 2.0944 ^c	73.8870 \pm 3.6308 ^a	18.9184 \pm 0.6212 ^c	217.5290 \pm 4.3126 ^a

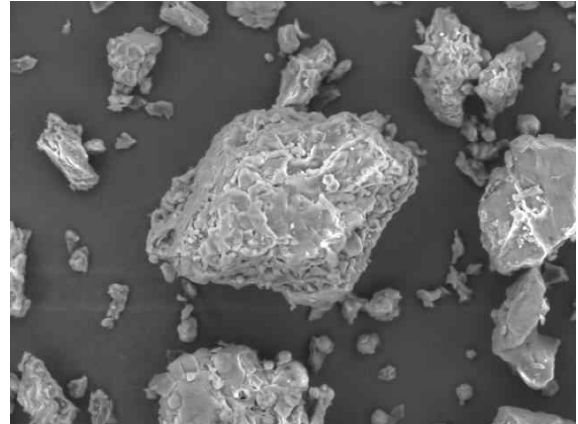
p<0.05, N=3, mean \pm SE, Duncan's multiple range test

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 완제품 단호박마차의 평균 diameter는 73.8870 \pm 3.6308 μm 이었음.
- ◆ 완제품 단호박마차의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 87.8692 \pm 2.0944 μm 이었음.
- ◆ 완제품 단호박마차의 cumulative 10%일 때 diameter는 18.9184 \pm 0.6212 μm 이었음.
- ◆ 완제품 단호박마차의 cumulative 90%일 때 diameter는 217.5290 \pm 4.3126 μm 이었음.

4.2.3.2. Particle shape analysis (입형 분석)



단호박마차(x200)



단호박마차(x500)

그림 4.18. 완제품 단호박마차의 Particle shape analysis 결과

- ◆ Particle shape analysis은 Scanning electron microscopy(SEM, TM2020plus, HITACHI)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kDa이었음.

4.2.3.3. Dispersion analysis (분산도 분석)

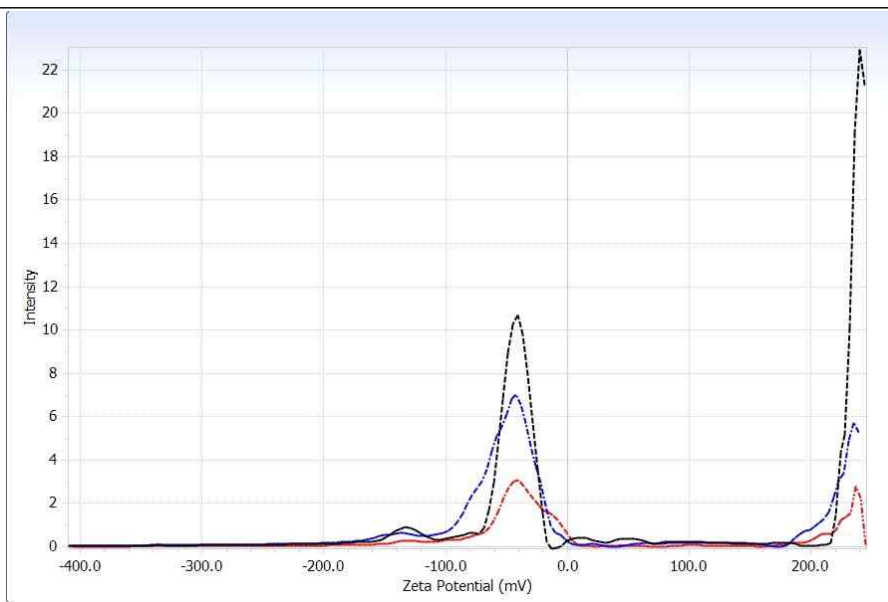


그림 4.19. 완제품 단호박마차의 제타전위 측정

- ◆ Dispersion analysis은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하

여 3번 반복 측정함.

- ◆ 상온분쇄분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 상온분쇄분말의 zeta potential 평균값은 -37.9762 ± 2.7892 mV이었음.

4.2.3.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)

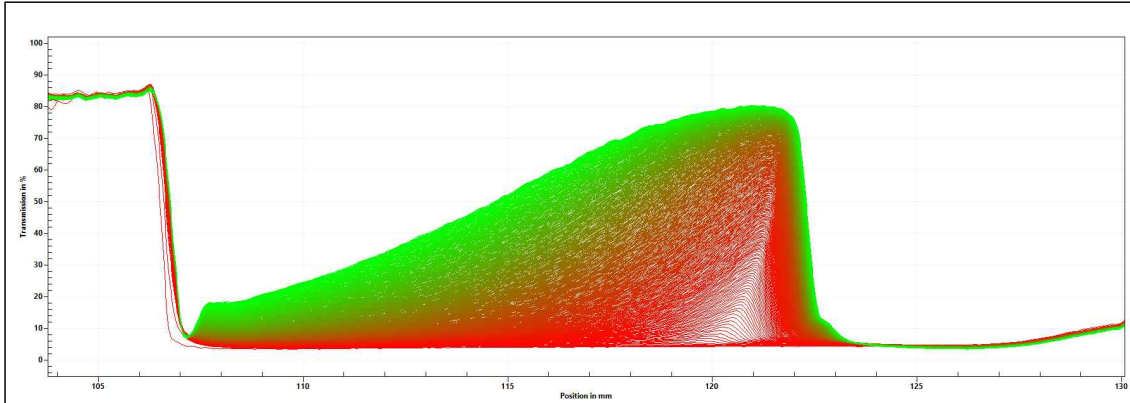


그림 4.20. 완제품 단호박마차의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

그림 4.21. 완제품 단호박마차의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis은 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature은 25℃로 설정하여 측정함.
- ◆ 상온분쇄분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 단호박 상온분쇄분말의

Instability index는 0.2052 ± 0.0082 이었음.

4.3. Conclusion

4.3.1. Particle size analysis (입도 분석)

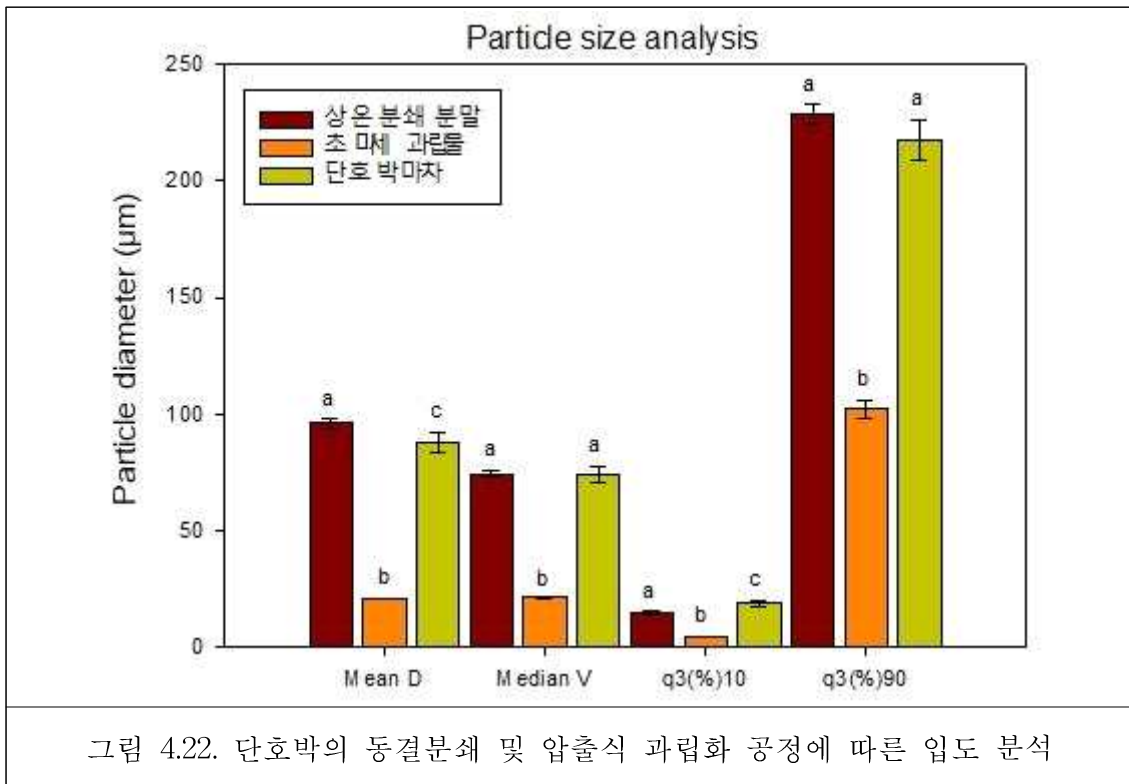


표 4.4. 단호박의 동결분쇄 및 압출식 과립화 공정에 따른 입도 분석

	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%10)	q3(%90)
상온분쇄분말	96.0881±1.0342 ^a	74.2224±1.3904 ^a	14.7249±0.3454 ^a	228.9059±2.2794 ^a
초미세과립물	20.5674±0.1094 ^b	21.1895±0.3303 ^b	4.8258±0.0213 ^b	102.2822±1.8900 ^b
단호박마차	87.8692±2.0944 ^c	73.8870±3.6308 ^a	18.9184±0.6212 ^c	217.5290±4.3126 ^a

p<0.05, N=3, mean±SE, Duncan's multiple range test

- ◆ 단호박 상온분쇄분말의 3반복 평균입도는 약 96μm이고, 완제품 단호박마차의 3반복 평균입도는 약 88μm이며 단호박 초미세과립물의 3반복 평균입도는 약 21μm으로 동결분쇄된 초미세과립물의 평균입도가 상온분쇄된 상온분쇄분말과 단호박마차의 평균입도보다

약 70 μ m 작았음.

- ◆ 초미세과립물의 입자크기가 상온분쇄분말과 단호박마차에 비해 유의적으로 작은 이유는 초미세과립물에서 진행된 동결분쇄공정에 의한 결과라 생각됨.
- ◆ 입도분포 10%와 90%에서 상온분쇄물은 약 15~229 μ m 범위이고, 단호박마차는 약 19~218 μ m 범위로 비교적 넓은 입도분포를 나타내지만 초미세과립물은 5~102 μ m 범위로 상온분쇄물과 단호박마차에 비해 비교적 좁은 입도분포를 나타냄.

4.3.2. Dispersion analysis (분산도 분석)

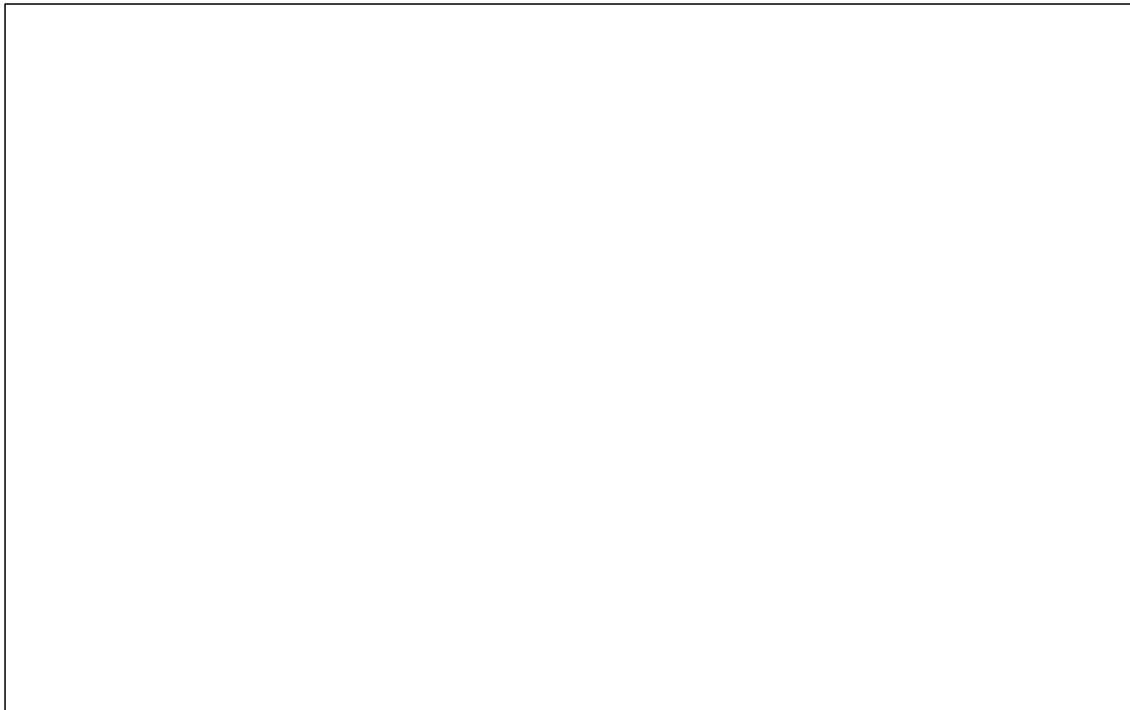


그림 4.23. 단호박의 동결분쇄 및 압출식 과립화 공정에 따른 제타전위 측정

표 4.5. 단호박의 동결분쇄 및 압출식 과립화 공정에 따른 제타전위 측정

	Zeta potential(mV)
상온분쇄분말	-27.4133±1.3216 ^a
초미세과립물	-26.9500±0.9895 ^a
단호박마차	-42.3267±1.7500 ^b

p<0.05, N=3, mean±SE, Duncan's multiple range test, Concentration: 0.005g/ml

- ◆ zeta potential의 절댓값 수치가 높을수록 분산도가 높다는 것을 의미함.
- ◆ 상온분쇄분말의 3반복 평균 제타전위는 약 -27mV이고, 초미세과립물의 3반복 평균 제

타전위는 약 -27mV으로 상온분쇄분말과 초미세과립물의 분산도는 유의적인 차이가 없었음.

- ◆ (주)담터에서 판매되고 있는 ‘단호박마차’의 평균 제타전위는 약 -42mV로 상온분쇄물과 초미세과립물에 비해 절댓값이 약 15mV정도 높아 분산도가 가장 높았음.
- ◆ (주)담터에서 판매되고 있는 단호박마차의 분산도가 초미세과립물과 상온분쇄분말에 비해 유의적으로 높은 이유는 분산제 등의 분산도를 안정화시킬 수 있는 첨가물이 들어갔기 때문이라 생각됨.
- ◆ 동결분쇄 및 과립화 공정은 변성이 적고 분산성에 도움을 줄 수 있으나 ‘단호박마차’에 들어가는 단호박분말의 가공적성에는 맞지 않는 공정이라 판단됨.

4.3.3. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)



- ◆ 기울기의 경사가 급할수록 투과도 프로파일의 면적이 급격하게 변화하는 것으로 분산안정성이 낮은 것을 의미함.
- ◆ 기울기의 경사가 낮을수록 분산안정성이 높으므로 단호박마차 > 초미세과립물 ≥ 상온분쇄분말 순으로 (주)담터에서 판매되고 있는 ‘단호박마차’의 분산안정성이 가장 높았음.

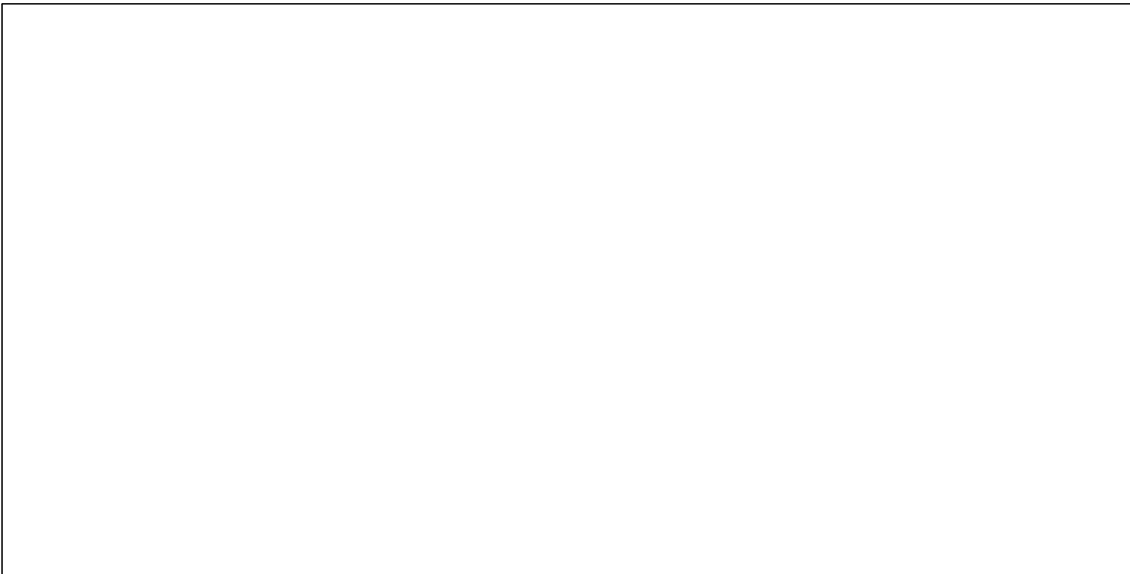


그림 4.25. 단호박의 동결분쇄 및 압출식 과립화 공정에 따른 분산안정성지수

표 4.6. 단호박의 동결분쇄 및 압출식 과립화 공정에 따른 분산안정성지수

Instability Index(분산안정성 지수)	
상온분쇄분말	0.7300±0.0503 ^a
초미세과립물	0.7710±0.0222 ^a
단호박마차	0.3145±0.0422 ^b

p<0.05, N=3, mean±SE, Duncan's multiple range test, Concentration: 0.005g/ml, time(s)=100

- ◆ 분산안정성 지수가 높을수록 투과도 프로파일의 면적이 급격하게 변화하는 것으로 분산안정성이 낮은 것을 의미함.
- ◆ 측정 후 100초 일 때의 분산안정성 지수는 상온분쇄분말은 약 0.73이고, 초미세과립물은 약 0.77로 상온분쇄분말과 초미세과립물의 분산안정성은 유의적인 차이가 없었음.
- ◆ 측정 후 100초 일 때의 분산안정성 지수는 완제품 '단호박마차'는 약 0.31로 상온분쇄분말과 초미세과립물에 비해 약 0.4정도 낮았는데, 분산안정성 지수가 낮을수록 분산안정성이 높으므로 단호박마차의 분산안정성이 가장 높았음.
- ◆ (주)담터에서 판매되고 있는 단호박마차의 분산안정성이 초미세과립물과 상온분쇄분말에 비해 유의적으로 높은 이유는 분산제 등의 분산도를 안정화시킬 수 있는 첨가물이 들어갔기 때문이라 생각됨.
- ◆ 동결분쇄 및 과립화 공정은 변성이 적고 분산성에 도움을 수 있으나 '단호박마차'에 들어가는 단호박분말의 가공적성에는 맞지 않는 공정이라 판단됨.

5.1. Material

5.1.1. 생강아임계추출액분말

- ◆ 생강아임계추출액분말의 원재료는 국내산을 이용.
- ◆ 생강아임계추출액분말을 제조하는 공정은 그림 5.2와 같음.

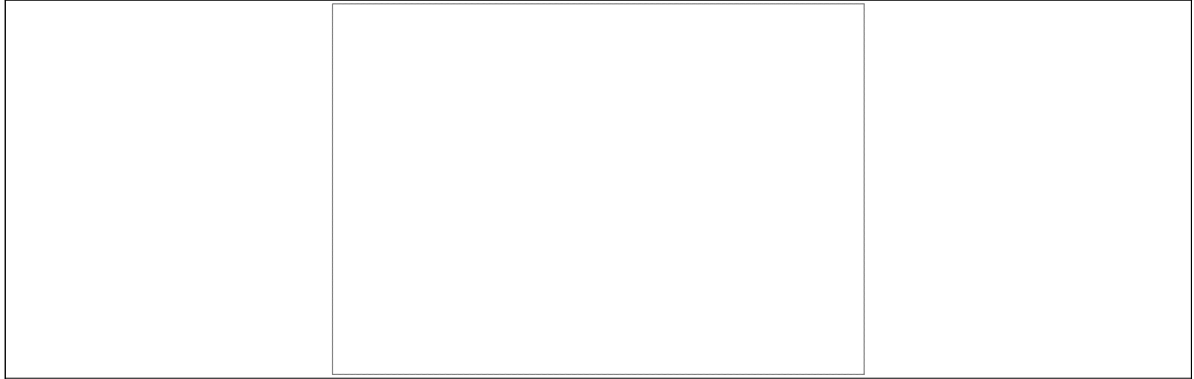


그림 5.1. 생강아임계추출액분말



그림 5.2. 생강아임계추출액분말 공정

5.1.2. 생강농축액분말a

- ◆ 생강농축액분말a의 생강 원산지는 중국산을 이용.
- ◆ 생강농축액분말a는 생강 농축액 34.13%의 함량을 가짐.
- ◆ 생강농축액분말a를 제조하는 공정은 그림 5.4과 같음.



그림5.3. 생강농축액분말a

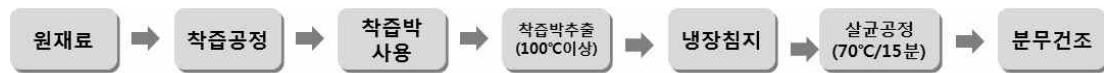


그림 5.4. 생강농축액분말a 공정

5.1.3. 생강농축액분말b

- ◆ 생강농축액분말b의 생강 원산지는 중국산을 이용.
- ◆ 생강농축액분말b는 생강 농축액 34.13%의 함량을 가짐.
- ◆ 생강농축액분말b를 제조하는 공정은 그림 5.6.와 같음.



그림 5.5. 생강농축액분말b

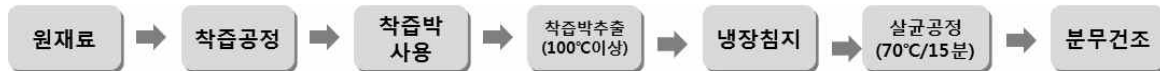


그림 5.6. 생강농축액분말b 공정

5.1.4. 생강농축액분말d

- ◆ 생강농축액분말d는 국산 생강을 사용함.
- ◆ 생강농축액분말d는 생강 착즙액 49.1%의 함량을 가짐.
- ◆ 생강농축액분말d를 제조하는 공정은 그림 5.8.와 같음.



그림 5.7. 생강농축액분말d

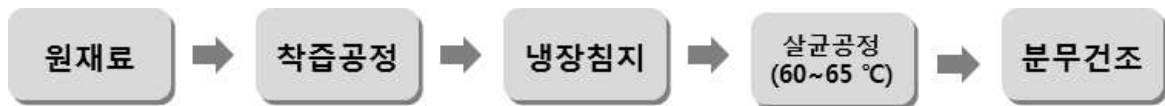


그림 5.8. 생강농축액분말d 공정

5.2. Result

5.2.1 생강아임계추출액분말

5.2.1.1. Particle size analysis (입도 분석)

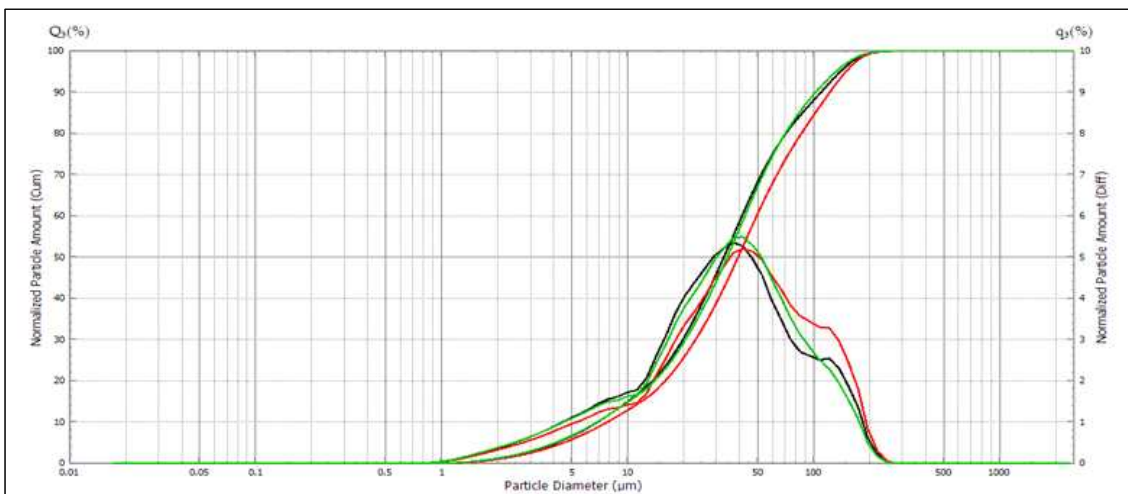


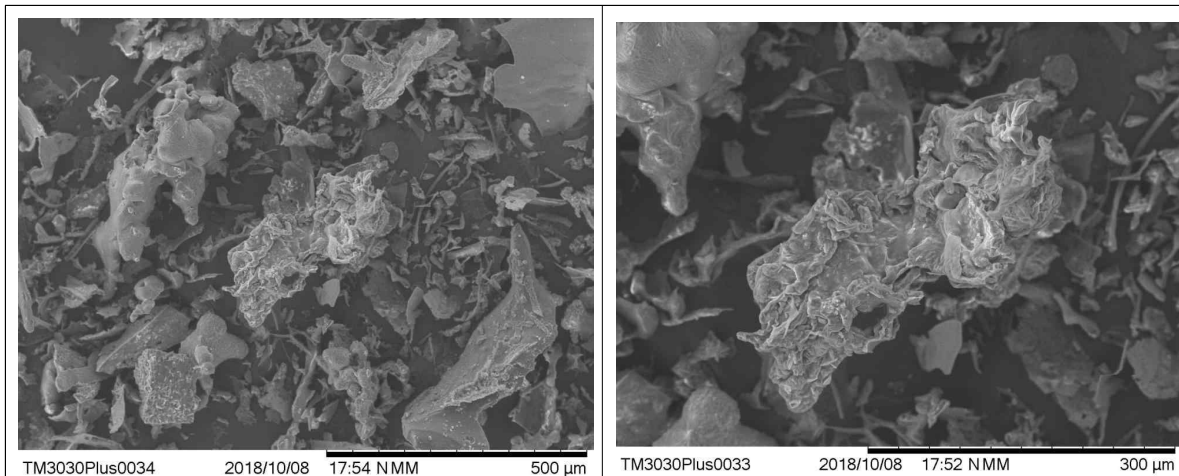
그림 5.9. 생강아임계추출액분말의 입도 분포

표 5.1. 생강아임계추출액분말의 Particle size analysis 결과

	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
아임계 추출액분말	35.1023±3.2966	31.0336±2.7055	7.0586±0.4979	110.452±9.8738

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강아임계추출액분말의 평균 diameter는 31.0336±2.7055이였음.
- ◆ 생강아임계추출액분말의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 35.1023±3.2966 μm 이였음.
- ◆ 생강아임계추출액분말의 cumulative 10%일 때 diameter는7.0586±0.4979 μm 이였음.
- ◆ 생강아임계추출액분말의 cumulative 90%일 때 diameter는 110.452±9.8738 μm 이였음.

5.2.1.2. Particle shape analysis (입형 분석)



생강아임계추출액분말(x150)

생강아임계추출액분말(x300)

그림 5.10. 생강아임계추출액분말의 Particle shape analysis 결과

- ◆ Particle shape analysis은 Scanning electron microscopy(SEM, TM2020plus, HITACHI)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kDa이였음.

5.2.1.3. Dispersion analysis (분산도 분석)

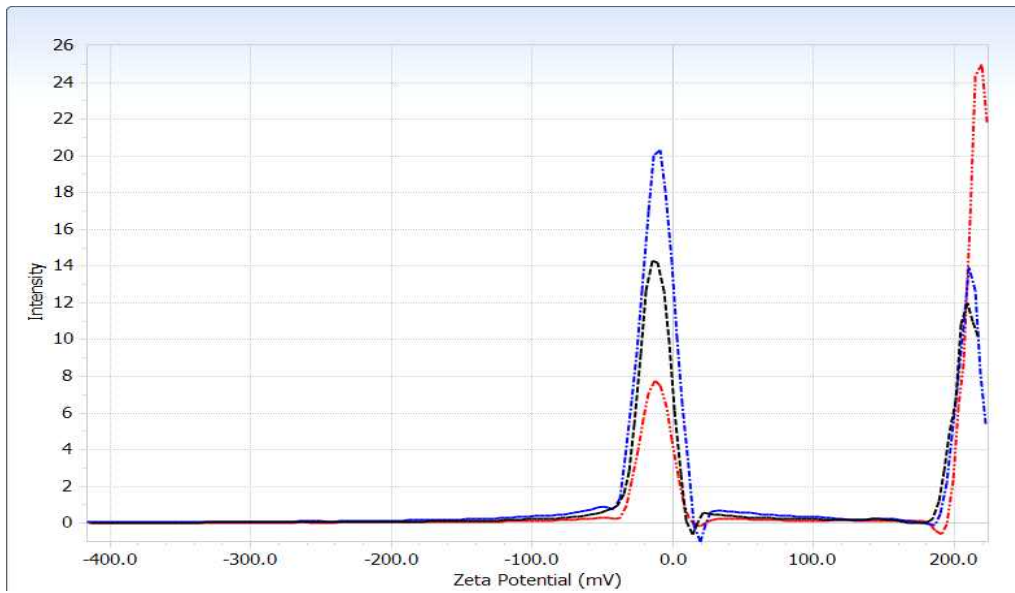


그림 5.11. 생강아임계추출액분말의 제타전위 측정

- ◆ Dispersion analysis는 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otuska electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강아임계추출액분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 생강아임계추출액분말의 zeta potential 평균값은 $-12.1 \pm 0.9013\text{mV}$ 이었음.

5.2.1.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)

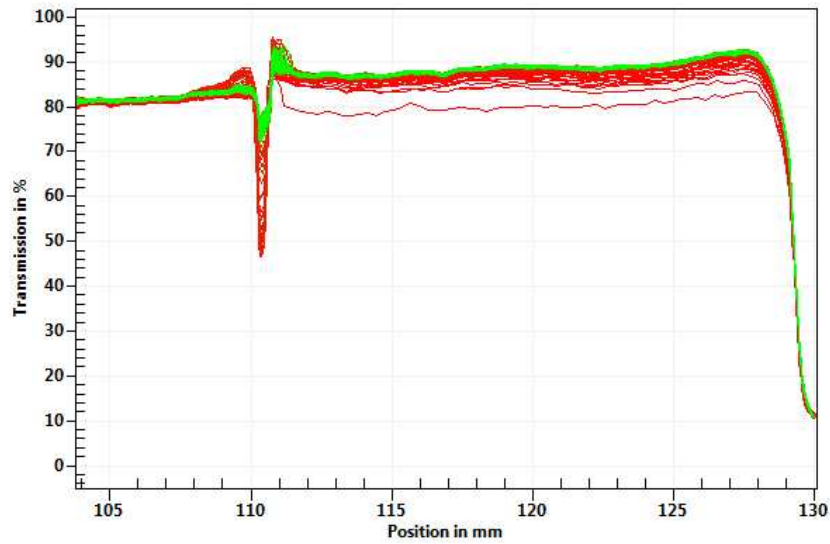


그림 5.12. 생강아임계추출액분말의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

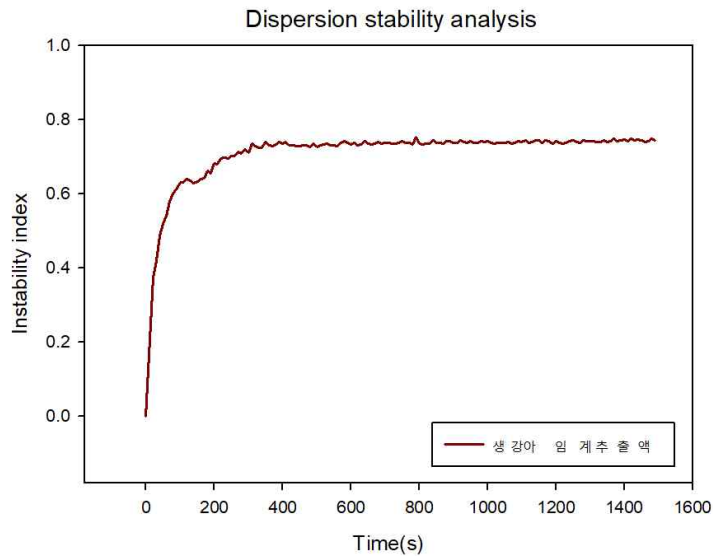


그림 5.13. 생강아임계추출액분말의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis는 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature은 25℃로 설정하여 측정함.
- ◆ 생강아임계추출액분말은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 생강아임계추출액분말의 Instability index는 0.606 ± 0.0397 이었음.

5.2.2. 생강농축액분말a

5.2.2.1. Particle size analysis (입도 분석)

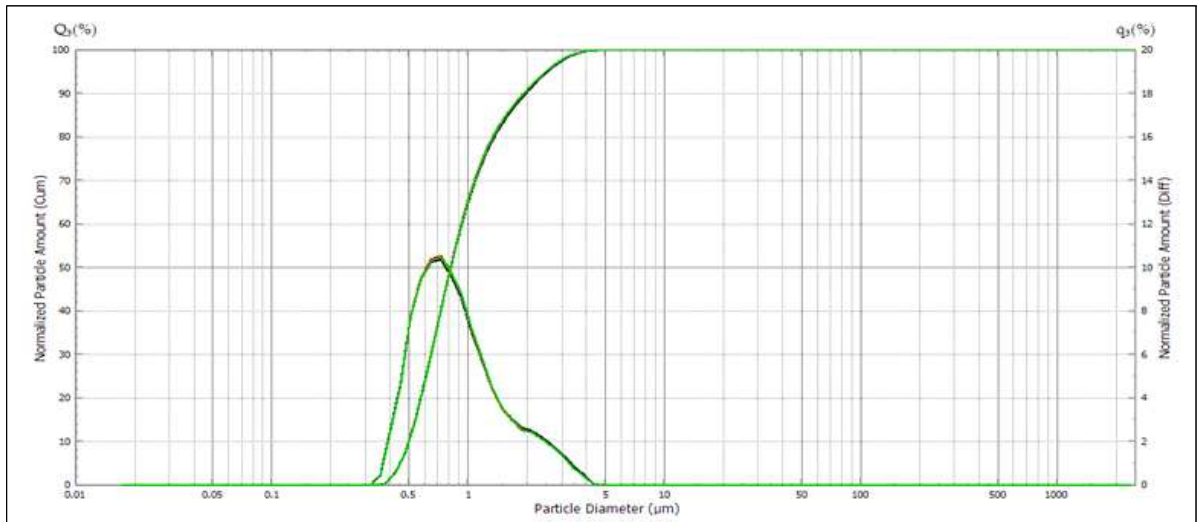


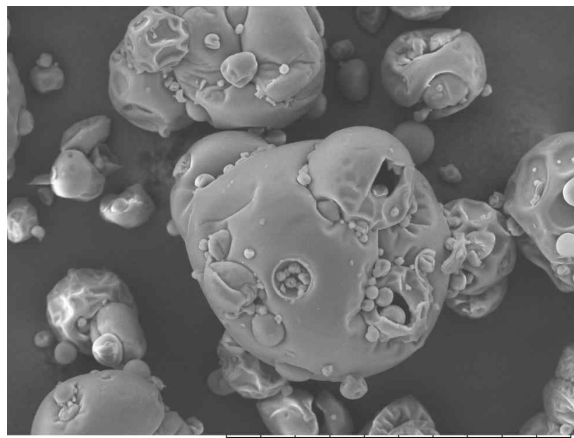
그림 5.14. 생강농축액분말a의 입도 분포

표 5.2. 생강농축액분말a의 Particle size analysis 결과

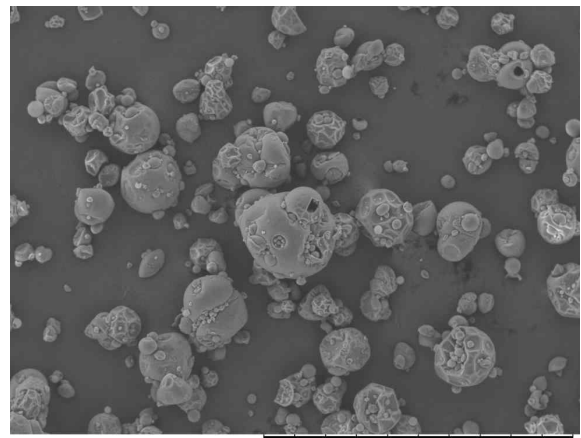
	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
농축액분말a	0.8106±0.0015	0.8836±0.0030	0.4923±0.0011	1.915±0.0242

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강농축액분말a의 평균 diameter는 0.8836±0.0030 μm 이었음.
- ◆ 생강농축액분말a의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 0.8106±0.0015 μm 이었음.
- ◆ 생강농축액분말a의 cumulative 10%일 때 diameter는 0.4923±0.0011 μm 이었음.
- ◆ 생강농축액분말a의 cumulative 90%일 때 diameter는 1.915±0.0242 μm 이었음.

5.2.2.2. Particle shape analysis (입형 분석)



TM3030Plus0039 2018/10/08 18:29 NMM 200 μm



TM3030Plus0040 2018/10/08 18:31 NMM 500 μm

생강농축액분말a(x500)

생강농축액분말a(x180)

그림 5.15. 생강농축액분말a의 Particle shape analysis 결과

- ◆ Particle shape analysis은 Scanning electron microscopy(SEM, TM2020plus, HITACHI)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kDa이었음.

5.2.2.3. Dispersion analysis (분산도 측정)

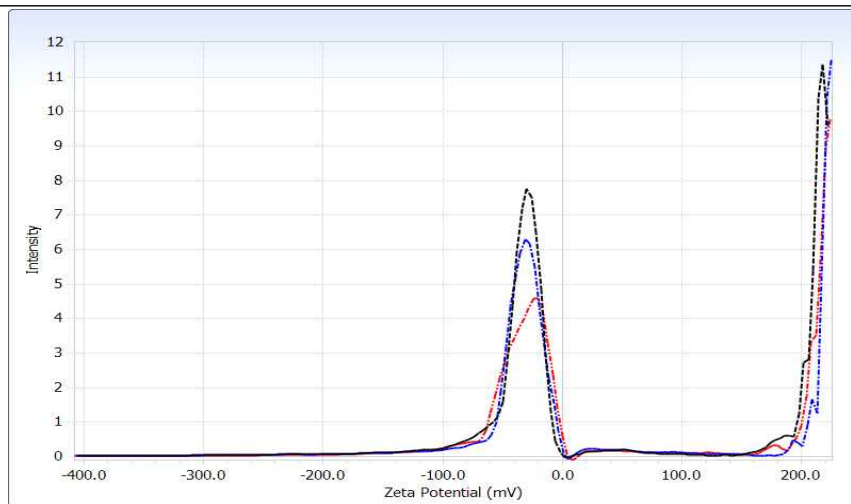


그림 5.16. 생강농축액분말a의 제타전위 측정

- ◆ Dispersion analysis은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otska electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강농축액분말a는 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 생강농축액분말a의 zeta potential 평균값은 $-29.55 \pm 1.367 \text{mV}$ 이었음.

5.2.2.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 측정)

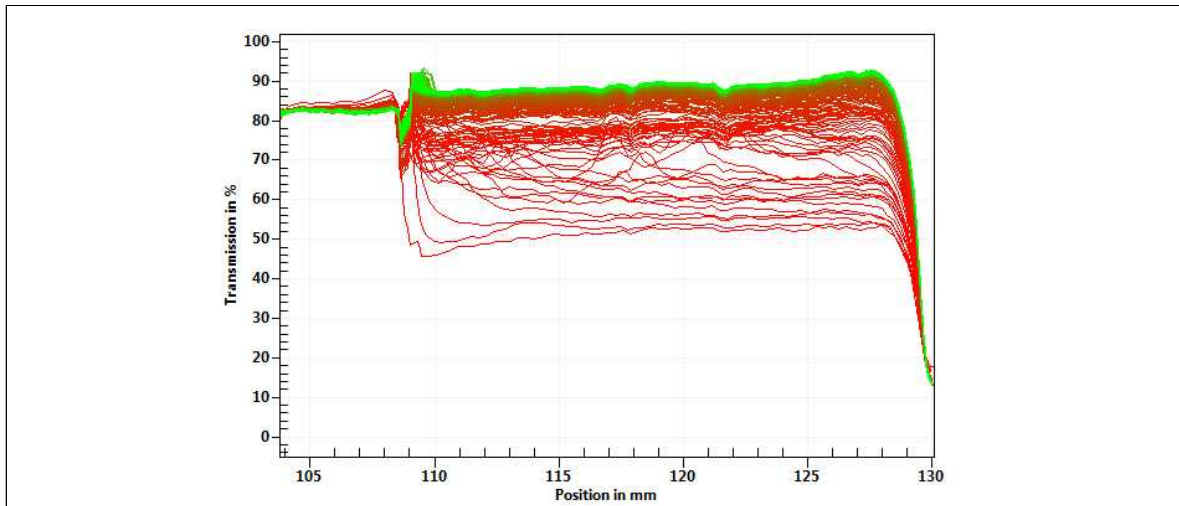


그림 5.16. 생강농축액분말a의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

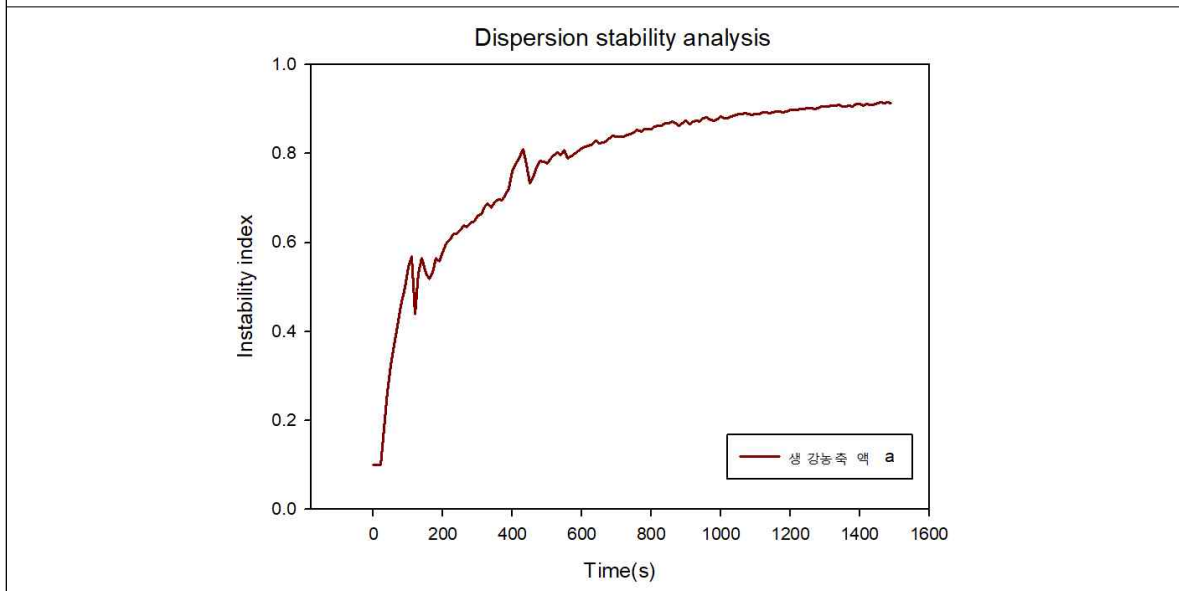


그림 5.17. 생강농축액분말a의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis은 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature는 25℃로 설정하여 측정함.
- ◆ 생강농축액분말a는 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 생강 농축액분말a의 Instability index는 0.464 ± 0.0886 이었음.

5.2.3. 생강농축액분말b

5.2.3.1. Particle size analysis (입도 분석)

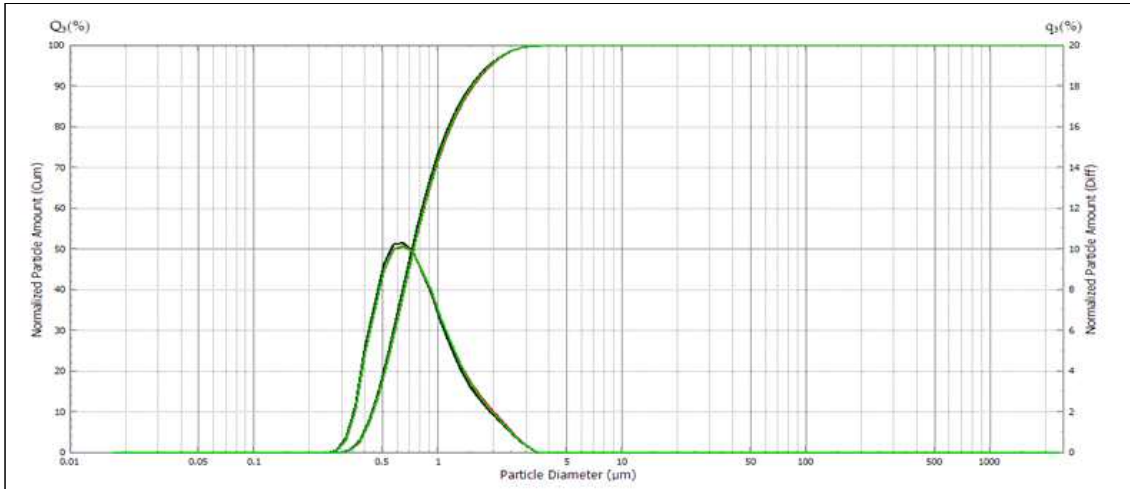


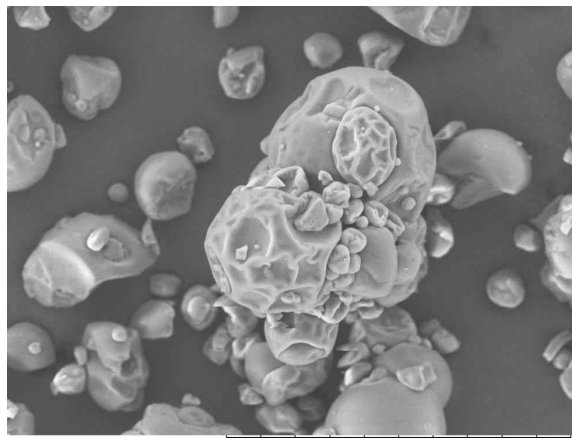
그림 5.18. 생강농축액분말b의 입도 분포

표 5.3. 생강농축액분말b의 Particle size analysis 결과

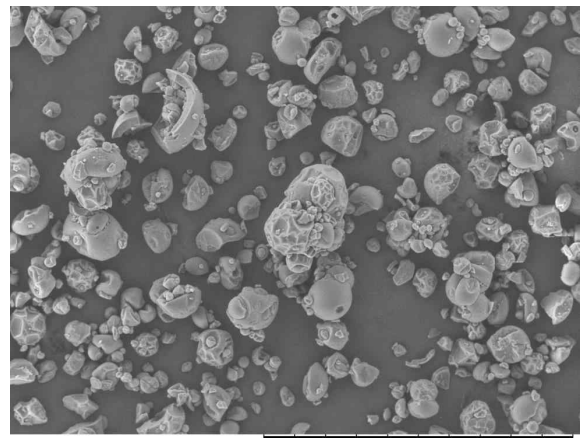
	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
농축액분말b	0.7266 ± 0.0085	0.771 ± 0.0088	0.4306 ± 0.0032	1.5196 ± 0.0196

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강농축액분말b의 평균 diameter는 $0.771 \pm 0.0088 \mu m$ 이었음.
- ◆ 생강농축액분말b의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 $0.7266 \pm 0.0085 \mu m$ 이었음.
- ◆ 생강농축액분말b의 cumulative 10%일 때 diameter는 $0.4306 \pm 0.0032 \mu m$ 이었음.
- ◆ 생강농축액분말b의 cumulative 90%일 때 diameter는 $1.5196 \pm 0.0196 \mu m$ 이었음.

5.2.3.2. Particle shape analysis (입형 분석)



생강농축액분말b(x500)



생강농축액분말b(x180)

그림 5.19. 생강농축액분말B의 Particle shape analysis 결과

- ◆ Particle shape analysis은 Scanning electron microscopy(SEM, TM2020plus, HITACHI)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kDa이었음.

5.2.3.3. Dispersion analysis (분산도 분석)

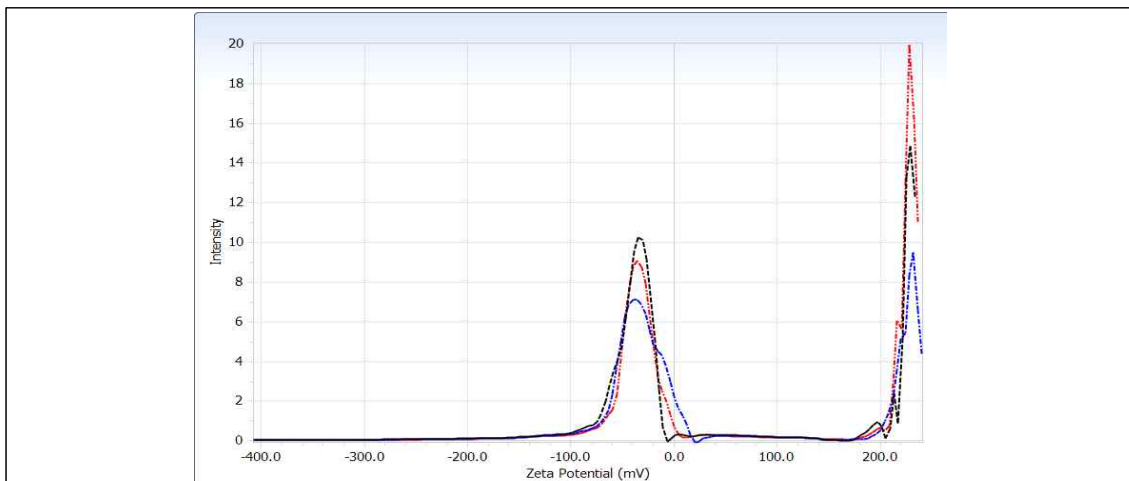


그림 5.20. 생강농축액분말b의 제타전위 측정

- ◆ Dispersion analysis은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강농축액분말b는 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 생강농축액분말b의 zeta potential 평균값은 $-34.7033 \pm 0.3302 \text{mV}$ 이었음.

5.2.3.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)

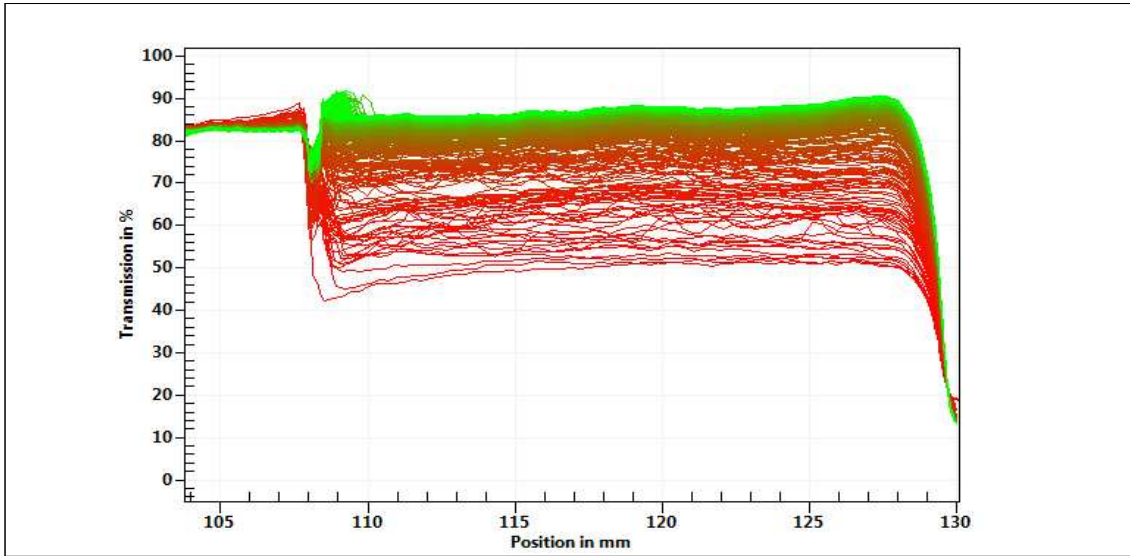


그림 5.21. 생강농축액분말b의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

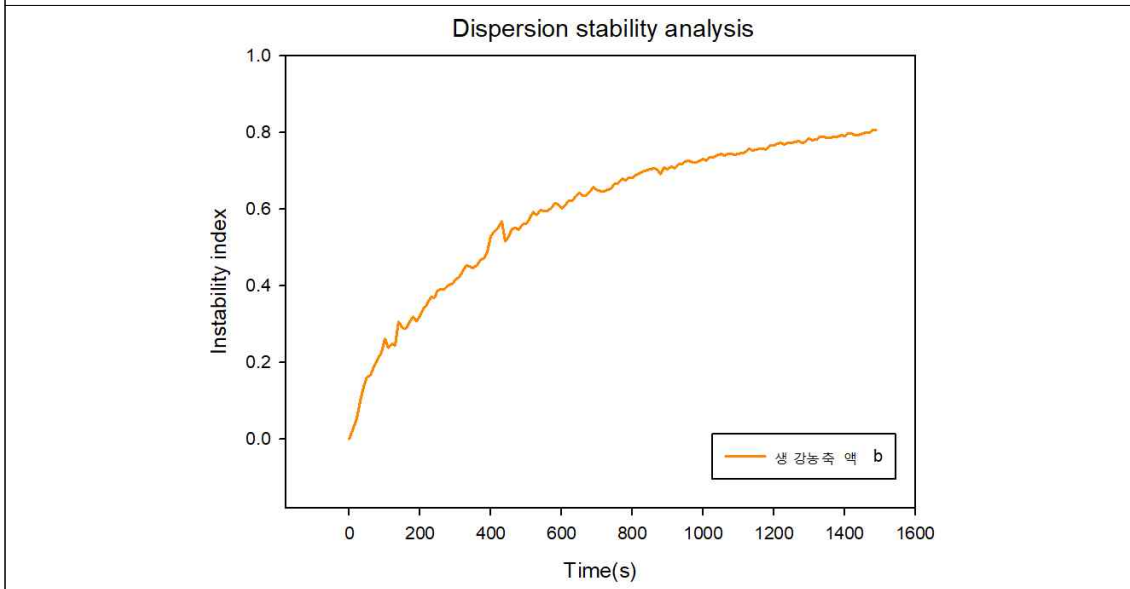


그림 5.22. 생강농축액분말b의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis은 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature은 25℃로 설정하여 측정함.
- ◆ 생강농축액분말b는 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 생강 농축액분말b의 Instability index는 0.251 ± 0.0087 이었음.

5.2.4. 생강농축액분말d

4.2.4.1. Particle size analysis (입도 분석)

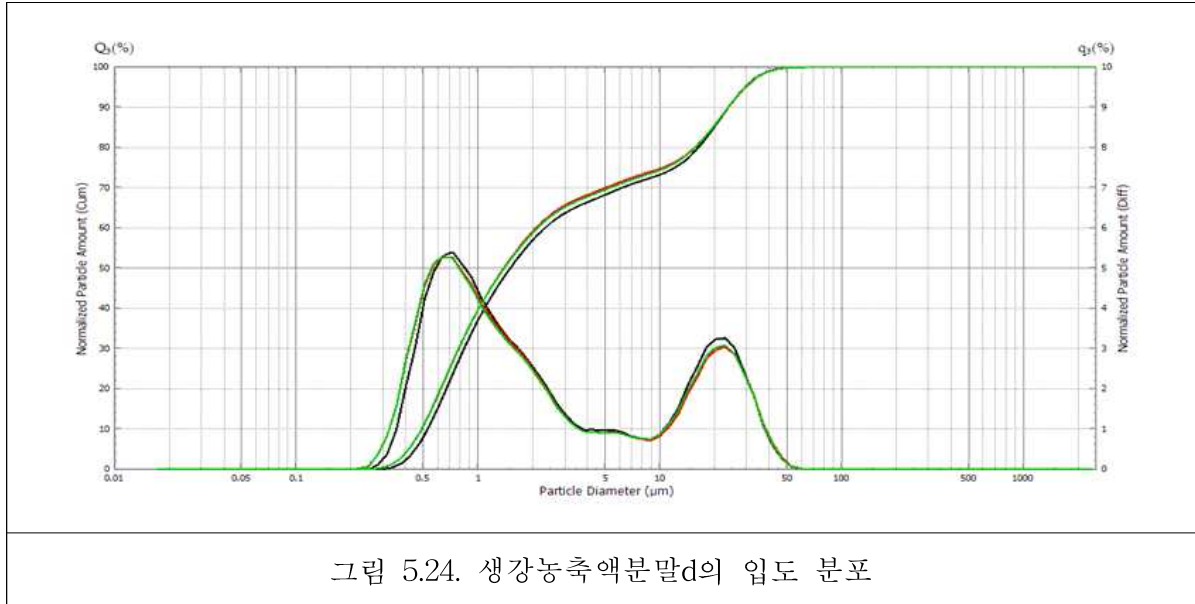


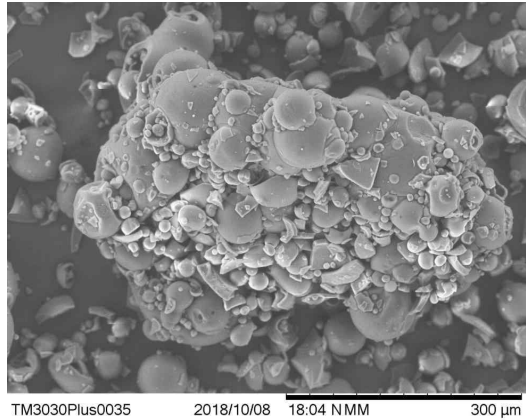
그림 5.24. 생강농축액분말d의 입도 분포

표 5.4. 생강농축액분말d의 Particle size analysis 결과

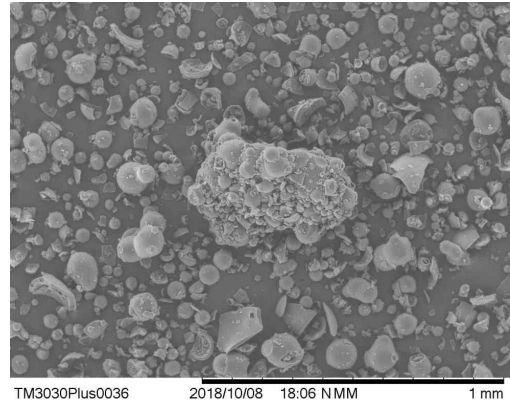
	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%)10	q3(%)90
농축액분말d	1.4176±0.0645	2.3733±0.1057	0.496±0.0199	23.627±0.0763

- ◆ Particle size analysis는 laser diffraction particle size analyzer(SALD-2300, SHIMADZU)기기를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강농축액분말d의 평균 diameter는 2.3733±0.1057 μm 이었음.
- ◆ 생강농축액분말d의 cumulative 50%(중간값)일 때 diameter는 1.4176±0.0645 μm 이었음.
- ◆ 생강농축액분말d의 cumulative 10%일 때 diameter는 0.496±0.0199 μm 이었음.
- ◆ 생강농축액분말d의 cumulative 90%일 때 diameter는 23.627±0.0763 μm 이었음.

5.2.4.2. Particle shape analysis (입형 분석)



생강농축액분말d(x250)



생강농축액분말d(x100)

그림 5.25. 생강농축액분말d의 Particle shape analysis 결과

- ◆ Particle shape analysis은 Scanning electron microscopy(SEM, TM2020plus, HITACHI)을 이용하여 관찰함.
- ◆ 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kDa이었음.

5.2.4.3. Dispersion analysis (분산도 분석)

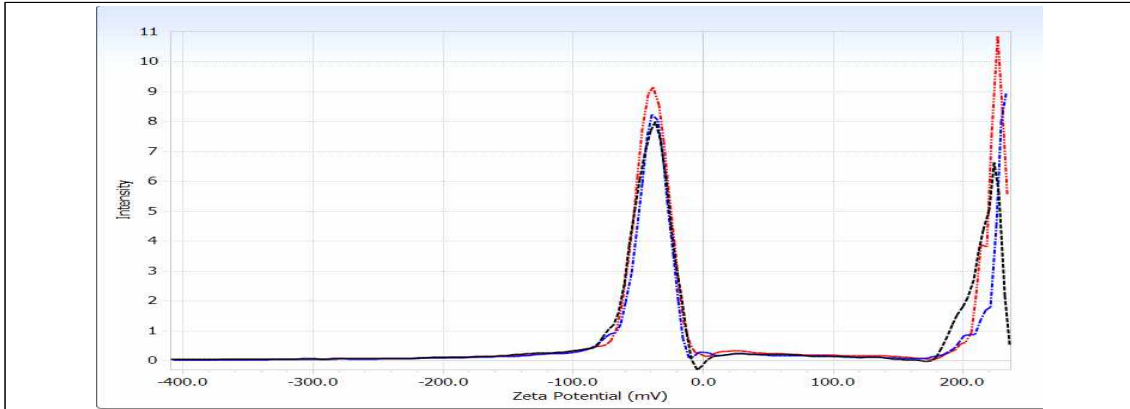


그림 5.26. 생강농축액분말d의 제타전위 측정

- ◆ Dispersion analysis은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otsuka electronics)를 이용하여 3번 반복 측정함.
- ◆ 생강농축액분말d는 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 생강농축액분말d의 zeta potential 평균값은 -38.9833 ± 04829 mV이었음.

5.2.4.4. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)

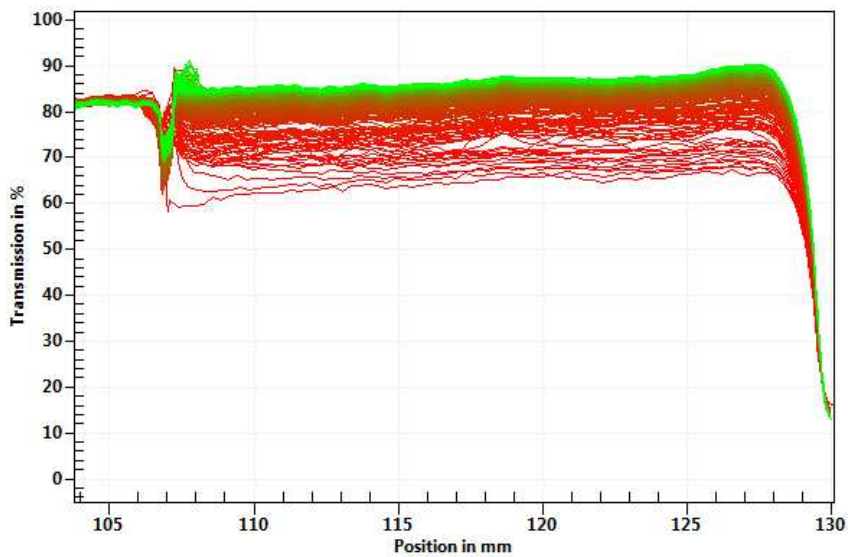


그림 5.26. 생강농축액분말d의 셀 거리에 따른 분산안정성지수 그래프

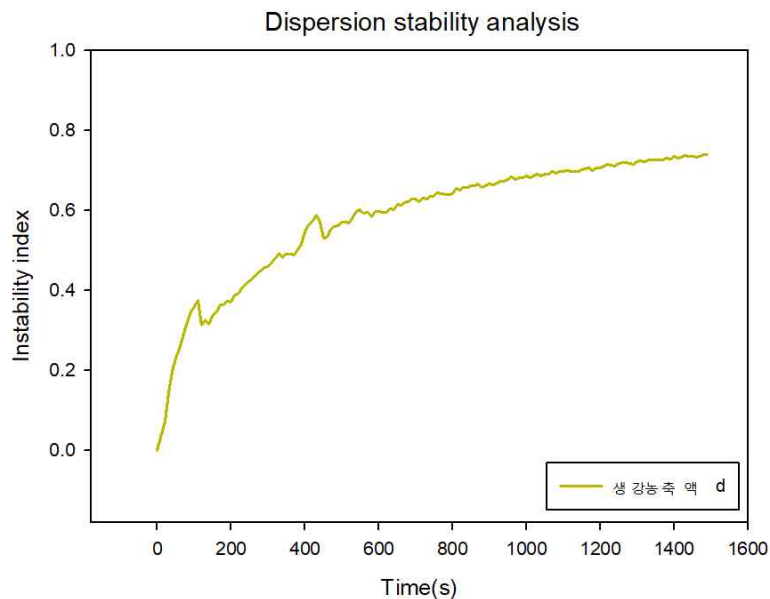


그림 5.27. 생강농축액분말d의 시간에 따른 분산안정성지수 그래프

- ◆ Dispersion stability analysis은 Dispersion analyzer(LUMiSizer, LUM GmbH)를 이용하여 측정함.
- ◆ 기기의 Total measurement time은 1500s, Speed/Gravity는 4000rpm/2325.44xg, Temperature은 25℃로 설정하여 측정함.
- ◆ 생강농축액분말d은 물에 0.005g/ml의 농도로 용해시킨 후 측정함.
- ◆ 분산안정성지수는 측정 후 100초 일 때의 값으로 하여 생강 농축액분말d의 Instability index는 0.331 ± 0.0395 이었음.

5.3. Conclusion

5.3.1. Particle size analysis (입도 분석)

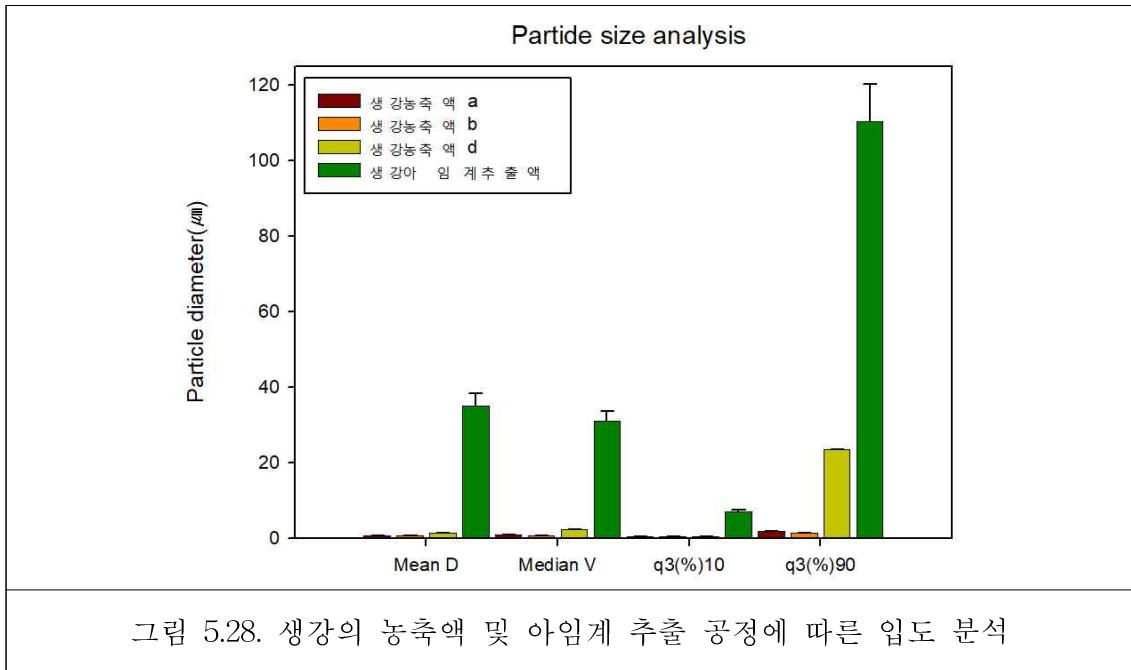


표 5.4. 생강의 농축액 및 아임계 추출 공정에 따른 입도 분석

	Particle diameter(μm)			
	Mean D	Median V	q3(%10)	q3(%90)
아임계 추출액분말	35.1023±3.2966	31.0336±2.7055	7.0586±0.4979	110.452±9.8738
농축액분말a	0.8106±0.0015	0.8836±0.0030	0.4923±0.0011	1.915±0.0242
농축액분말b	0.7266±0.0085	0.771±0.0088	0.4306±0.0032	1.5196±0.0196
농축액분말d	1.4176±0.0645	2.3733±0.1057	0.496±0.0199	23.627±0.0763

- ◆ 생강아임계추출액분말의 3반복 평균입도는 약 35 μm 이고, 생강농축액분말 a,b,d의 3반복 평균입도는 각각 약 0.8 μm , 0.7 μm , 1.4 μm 으로 농축액분말들의 평균입도가 아임계 추출 분말에 비하여 평균입도가 약 34 μm 작았음.
- ◆ 농축액분말들의 입자크기가 아임계추출분말에 비해 유의적으로 작은 이유는 농축액분말에서의 분무건조 공정의 결과라 생각됨.
- ◆ 입도분포 10%와 90%에서 아임계추출분말은 약 7~110 μm 범위이고, 농축액분말a는 약

0.5~1.92 μm , 농축액분말b는 0.4~1.5 μm , 농축액분말d는 0.5~23.68 μm 범위를 가짐. 농축액분말a, 농축액분말b가 아임계추출분말과 농축액분말d에 비해 비교적 좁은 입도분포를 나타냄.

5.3.2. Dispersion analysis (분산도 분석)

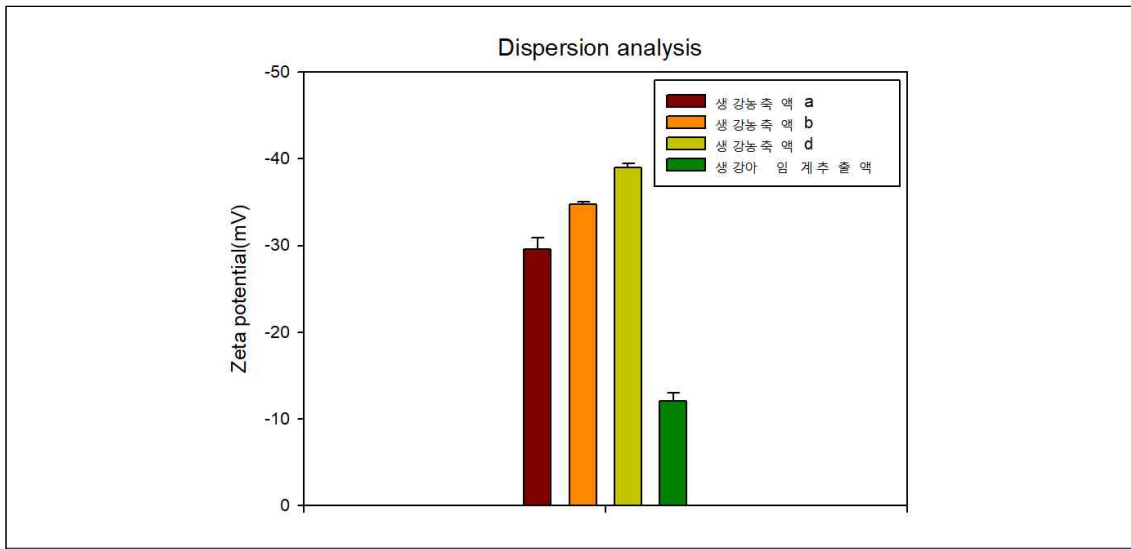


그림 5.29. 생강의 농축액 및 아임계 추출 공정에 따른 제타전위 분석

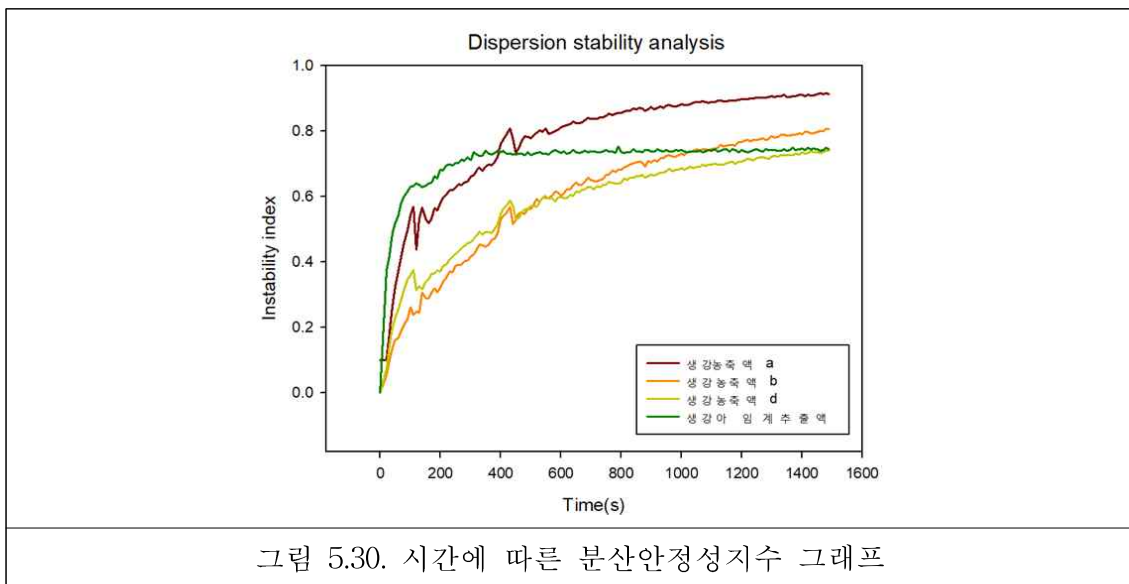
표 5.5. 생강의 농축액 및 아임계 추출 공정에 따른 제타전위 분석

	Zeta potential(mV)
아임계 추출액분말	- 12.1±0.9013mV
농축액분말a	- 29.55±1.367mV
농축액분말b	-34.7033±0.3302mV
농축액분말d	- 38.9833±04829mV

- ◆ zeta potential의 절대값 수치가 높을수록 분산도가 높다는 것을 의미함.
- ◆ 아임계추출액분말의 평균 제타전위는 약 -12mV이고, 농축액분말의 평균 제타전위는 각각 a는 -29mV, b는 -34mV, d는 -38mV으로 유의적인 차이가 있음.(p<0.05)
- ◆ 생강농축액분말d의 평균 제타전위는 약 -38mV로 생강농축액분말a,b에 비해 절대값이 약 4~10mV정도 높았고 아임계추출액분말에 비해 절대값이 26정도 높아 분산도가 가장 높았음.

- ◆ 생강농축액분말d의 분산도가 생강농축액분말a,b에 비해 높은 이유는 생강 농축액분말a,b 과 다르게 착즙공정이 있었기 때문이라고 생각됨. 또한 생강농축액분말a,b,d들의 분산도가 생강아임계추출액분말에 비해 높은 이유는 농축액을 분무건조한 공정 때문이라고 생각됨.
- ◆ 아임계추출분말 공정은 추출효율을 높이는 데는 좋지만 입도분포의 범위가 넓고, 분산도가 농축액분말공정에 비해 좋지 않다는 점에서 농축액분말공정에 비하여 효율적이지 못한 공정이라 판단됨.

5.3.3. Dispersion stability analysis (분산안정성 분석)



- ◆ 기울기의 경사가 급할수록 투과도 프로파일의 면적이 급격하게 변화하는 것으로 분산안정성이 낮은 것을 의미함.
- ◆ 기울기의 경사가 낮을수록 분산안정성이 높으므로 생강농축액d ≥ 생강농축액b > 생강아임계추출액 > 생강농축액a 순으로 생강농축액b,d가 가장 높았음.

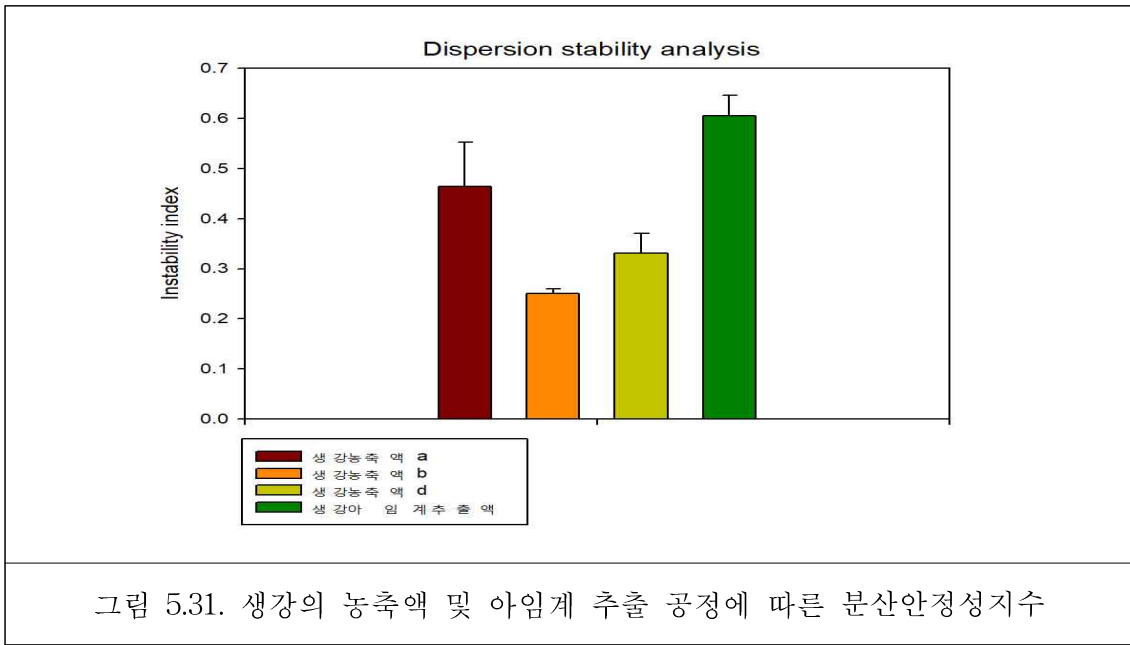


그림 5.31. 생강의 농축액 및 아임계 추출 공정에 따른 분산안정성지수

표 5.6. 생강의 농축액분말 및 아임계추출액분말 공정에 따른 분산안정성지수

Instability Index(분산안정성 지수)	
아임계 추출액분말	0.606±0.0397
농축액분말a	0.464±0.0886
농축액분말b	0.251±0.0087
농축액분말d	0.331±0.0395

분산안정성 지수가 높을수록 투과도 프로파일의 면적이 급격하게 변화하는 것으로 분산안정성이 낮은 것을 의미함.

- 측정 후 100초 일 때의 분산안정성 지수는 아임계추출액분말은 약 0.6이고, 농축액분말은 각각 a는 0.46, b는 0.25, d는 0.33으로 각각의 분산안정성은 유의적인 차이가 있음.
- 측정 후 100초 일 때의 분산안정성 지수는 아임계추출액분말은 약 0.6, 농축액분말a는 0.46, b는 0.25, d는 0.33으로 농축액분말b는 아임계추출액분말보다 약 0.4 낮았는데, 분산안정성 지수가 낮을수록 분산안정성이 높으므로 생강농축액분말b의 분산안정성이 가장 높았음.
- 생강농축액분말들의 분산안정성이 생강아임계추출액분말에 비해 유의적으로 높은 이유는 농축액 이용 및 분무건조의 공정 때문이라고 생각됨.
- 아임계 추출공정은 추출효율을 높이는 데는 좋지만 입도분포의 범위가 넓고, 분산도가 농축액분말공정에 비해 좋지 않다는 점에서 농축액분말공정에 비하여 효율적이지 못한 공정이라 판단됨.

제2협동

농산 부산물(사과껍질)을 활용한 고점도 펙틴
소재 생산 및 가공적성 연구

협동기관 : 세종대학교

연구책임자 유상호

[펙틴 추출 공정의 안정성 평가 : 추출 펙틴의 지표인자 측정 및 펙틴 공급체계구축]

1. 알칼리 처리를 통한 저메톡실펙틴의 생산 최적화 및 특성분석

- 본 연구에서는 사과박 유래 유기산 추출 펙틴의 지표인자 측정과 대량생산 최적화를 마쳤으며, 3차년도 연구를 통해 DE value가 다른 두 가지의 펙틴 중간소재 생산에 대한 최적화는 물론 식품적용 가능성 연구 모델을 도입, 상업적으로 사용되는 안정제와 비교 등을 통한 사과박 유래 유기산추출 펙틴 중간소재의 식품적용 가능성을 확인함으로써 향후 식품 적용성 연구기초자료를 제공하고자 함.
- 펙틴의 특성 분석을 위한 주요 인자로써, 펙틴 구조 내의 에스터화된 galacturonic acid와 그렇지 않은 galacturonic acid 간의 구성 비율을 나타내는 에스터화도 (Degree of esterification, DE value) 가 있음. DE value는 메톡실기와 갈락투론산의 비율에서 메톡실기의 함량이 50% 이상인 펙틴을 고메톡실 펙틴, 50% 이하인 펙틴을 저메톡실 펙틴이라 칭함. DE value가 다른 두 펙틴은 수용액 내 겔화 과정에서 메커니즘의 차이가 있기 때문에 고메톡실 펙틴과 저메톡실 펙틴은 식품적용에 있어 목적과 용도가 다르다. 때문에 펙틴연구에 있어 DE value의 확인은 필수적이며, DE value에 따른 실험 설계와 적용이 필요함.

1.1 펙틴의 효과적인 탈메톡실화를 위한 처리방법 선택

- 2차년도 연구에서 구연산 추출 사과박 펙틴의 최적 탈메톡실화를 위한 방법으로 알칼리 처리방법과 효소처리방법을 적용하여 각각의 물성학적 특성에 대한 비교·분석을 진행하였음.
- Pectin methylesterase를 이용하여 생산한 저메톡실펙틴은 효소반응시간이 비교적 짧게 걸리는 장점과 점도의 손실이 비교적 적게 일어나, 저메톡실 펙틴 제작에 물성학적 특성에서 이점을 나타냈으나, methylesterase 효소를 산업적으로 이용하기에는 효소구매비용이 매우 높다는 단점을 가지고 있으며, 효소추출과 정제를 직접 하기에 많은 시간과 노력이 필요하여 산업적 적용이 어려울 것으로 사료됨.
- 실제 산업적으로 이용하는 탈메톡실화 방법에는 산 처리 방법이나 알칼리 처리방법을 이용해 저메톡실 펙틴을 생산하고 있음. 특히 알칼리 처리방법에 있어 수산화 암모늄 (NH_4OH), 수산화나트륨 (NaOH) 등 다양한 소재가 적용되고 있다.
- 따라서 3차년도 연구에서는 전년도 연구에서 고메톡실 펙틴으로 확인한 사과박유래 펙틴을 산업적 이용이 가능한 수준의 알칼리 처리를 통해 저메톡실 펙틴 소재를 생산하고자 하였음.
- 펙틴 2차가공 시 사용하는 주 소재로 수산화나트륨을 선정하여 염산과 중화반응을 통해 식품에 적용할 수 있는 이점이 있으며, 원가가 저렴하고 취급이 다른 시약에 비해 안전함.
- 이는 국산 농산부산물 사과껍질을 유래로 한 고점도 펙틴소재의 소재 다양화를 타진할 수 있으며, 생산된 고메톡실, 저메톡실 그리고 초저메톡실 펙틴은 특징에 맞게 다양한 식품 소재에 적용할 수 있을 것으로 사료됨.

1.2 알칼리 처리를 통한 저메톡실펙틴의 생산

- 펙틴의 알칼리 2차가공은 1% 농도의 펙틴 용액을 180 rpm 속도로 교반하며 진행하였음. 5 M 농도의 수산화 나트륨을 이용하여 알칼리의 수소이온농도로 적정해주었으며, 일정 시간 반응이 끝난 펙틴 용액은 묽은염산으로 중성의 pH로 적정한 뒤, 95% 이소프로필알콜을 이용해 펙틴을

응집시켰음 (Jiang, 2004).

- 응집된 펙틴은 세 겹의 Miracloth에 통과시켜 여과하였음. Miracloth 위에 남은 응집된 펙틴은 60% 이소프로필알콜을 이용해 충분히 세척하여 잔존 알콜을 제거 하였음. 세척이 끝난 펙틴은 투석막 (MWCO: 3.5 kD)을 이용하여 24시간 투석 후 동결건조를 진행하여 저메톡실 펙틴을 확보하였음. 저메톡실 펙틴의 생산 최적화를 위하여 아래와 같이 다양한 조건으로 추출하였음.

1.3 추출 펙틴 소재의 DE value 측정

- 효소처리 탈메톡실화를 대체하는 알칼리 처리 방법에 대한 최적 조건을 확립하기 위하여 처리 시간과 pH 농도에 변화를 주며 예비실험을 진행하였음. 이로써 여러 변수에 따른 DE value의 변화를 추적하며, 갈락투론산의 손실이 거의 없이 탈메톡실화가 잘 되는 조건을 확인할 수 있음.
- 갈락투론산 함량 측정: 펙틴 용액 0.5 mL (0.01%, w/v)을 H₂SO₄에 녹인 12.5 mM sodium tetraborate 용액 3 mL에 투입하였음. 5분간 가열한 뒤, 얼음물에 5분간 냉각하였음. 그 후 즉시 발색시약인 0.15% m-hydroxydiphenyl in NaOH (0.5%, w/v) 용액 50 µL을 넣어주고 20분 뒤 520 nm에서 흡광도값을 측정하여, 갈락투론산의 함량을 측정하였음.
- 메탄올 함량 측정: 펙틴을 3 mg/mL 농도로 준비하여 KOH (1.0 N)을 5 mL 첨가 후 30분간 정지, 5% o-phosphoric acid를 이용하여 pH를 7.5로 적정한 후에, potassium hydroxide (50 mM)로 최종 부피 20 mL로 맞춰주었음 (stock 용액). 50 mM potassium phosphate에 녹여서 준비한 alcohol oxidase 1 mL를 위에서 준비한 stock 용액 1 mL와 섞어주어 최적온도인 25°C에서 15분간 반응시켰음. 발색시약은 ammonium acetate (2.0 M)와 acetic acid (0.05 M)에 용해된 acetylacetone (0.02 M)을 발색시약으로써 미리 준비하였으며, 위에서 효소가 첨가된 용액과 발색시약을 1:1 비율로 섞어 60°C에서 15 분간 열처리 후 실온 냉각 뒤 412 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여, 생산된 methanol의 함량을 측정함.
- 위 분석을 통해 얻은 갈락투론산과 메탄올의 함량비를 다음과 같은 공식에 의해 알칼리처리 펙틴의 De value를 측정하였음.

$$DE\ value\ (\%) = \frac{Methanol\ (\%)}{Galacturonic\ acid\ (\%) + Methanol\ (\%)} * 100$$

- 알칼리 처리를 통해서도 DE value의 감소가 나타나는 것을 확인하였으며 온도에 따른 알칼리 처리 농도별 (표 1.1), 처리시간별(표 1.2)로 DE value의 변화를 추적하며 최적 조건을 확인함.

표 1.1 pH 농도에 따른 DE value의 변화

Commercial pectin (from apple)	Alkali	pH 11	pH 12	pH 13
Methanol (%)	0.0075	0.0057	0.0038	0.0013
Galacturonic acid (%)	0.0034	0.0027	0.0023	0.0014
DE value (%)	68.80	68.12	62.00	47.44

- 알칼리 처리하지 않은 펙틴의 DE value값 대비 펙틴 용액의 수소이온농도를 더 높은 값으로 맞추어수록 더 많은 DE value의 감소량이 확인되었음. pH 11에서는 변화량이 큰 차이를 보이지 않았으며, 특히 pH 13에서는 DE value의 확연한 감소가 확인되었으나, galacturonic acid의 함량이 함께 줄어드는 현상이 확인됨. 이는 매우 높은 수소이온농도로 인한 galacturonic acid의 분해가 일어난 것으로 확인됨. 표 1.1의 결과를 토대로 하여 추후 알칼리 처리에 수소이온 농도를

12로 설정하되, 이후 실험에서는 알칼리 반응시간을 조절하여 서로 다른 DE value 값을 갖는 펙틴을 생산하고자 하였음.

표 1.2 알칼리 반응 시간에 따른 DE value의 변화

사과박 유래 펙틴	0 h	3 h	24 h
DE value (%)	56.2 ± 1.1	41.3 ± 6.7	17.8 ± 7.7

- 위 결과에 따라 기존 HM 펙틴을 pH 12 조건에서 처리하였을 때 효과적으로 DE value가 50% 이하인 LM 펙틴을 만들 수 있는 것을 확인하였음.
- 처리 시간을 조절하여 알칼리 반응시간 3시간에서의 40%대의 펙틴을 LM 펙틴으로, 24시간의 반응시간에서 DE value가 10%대로 매우 낮은 very low methoxyl (VLM) 펙틴을 제작할 수 있는 최적 조건을 확립하였음, 그 후 위에서 제시한 방법에 따라 투석과 동결건조를 진행하여 세 가지 각기 다른 DE value를 갖는 펙틴 소재생산을 완료하였음 (그림1.1).
- 펙틴의 전체적인 생상은 갈색톤의 색으로 큰 색상의 변화는 없으나, 알칼리 처리 펙틴은 광택의 성상이 확인됨.



그림 1.1 고메톡실 펙틴과 저메톡실 펙틴 100 mg의 성상 비교 A: HM 펙틴, B: LM 펙틴, C: VLM 펙틴

2. 저메톡실 펙틴소재의 구조적 특성 분석

- 당해년도에는 저메톡실 펙틴의 생산 최적화 및 추출 펙틴에 관한 식품 적용 연구가 주된 연구 목적이므로 알칼리 처리방법으로 생산한 저메톡실 펙틴에 관한 물성학적 기초자료가 요구 됨. 이에 따라 1, 2차년도에서 최적화 했던 다양한 분석방법을 그대로 적용하여 저메톡실 펙틴의 물성학적 특성을 분석하였음.

2.1 펙틴 소재의 분자량 측정

- 동결건조가 완료된 펙틴샘플들은 0.2% 농도(w/v)로 1 mL의 용액을 준비하여 5 μ m 사이즈 나일론 필터 (Thermo Scientific, Inc., MA, USA)로 여과하여 전처리 하였음.
- 전처리한 펙틴용액은 High-performance size-exclusion chromatography coupled with multiangle laser-light scattering and refractive index detection (HPSEC-MALS-RI, Wyatt Technology Corp., Santa Barbara, CA, USA) 장비에 Shodex OHpak SB-806과 OHpak-804 컬럼을 연결 후 0.6 mL/min 속도로 100 μ L 씩 통과시켜 분자량 변화를 측정하였음 (표2.1).

표 2.1 구연산추출 펙틴 및 알칼리 처리한 저메톡실펙틴의 분자량 비교

	HM 펙틴	LM 펙틴	VLM 펙틴
Mw ($\times 10^5$)	6.3 \pm 0.5 ^a	4.9 \pm 0.1 ^b	3.7 \pm 0.0 ^c
Mw/Mn	1.8 \pm 0.2 ^a	1.9 \pm 0.6 ^a	2.2 \pm 0.4 ^a

- 구연산추출 펙틴(HM 펙틴)과 비교하여 알칼리 처리한 LM 펙틴에서 일정량의 분자량의 감소경향이 나타나는 것을 확인할 수 있음. HM 펙틴이 LM 펙틴으로 변하는 과정 중에 약 20% 가량의 분자량 손실을 나타냈으며, VLM 펙틴 제조 시 HM 펙틴 분자량 대비 40% 가량의 분자량 손실이 나타나는 것을 확인하였음.
- 이는 높은 수소이온농도에서 반응함과 동시에 오랜시간 반응으로 발생하는 펙틴구조의 파괴가 발생한 것에 기인한 것으로 사료됨. 이는 기존 다양한 연구를 통해 펙틴의 DE value가 낮아질수록 분자량이 낮아지는 특성과 같은 경향을 나타내므로 크게 우려되는 사항이 아님을 확인되었음.
- 그러나 HM 펙틴은 1,2차년도 연구에서 상업적 펙틴보다 고분자량을 갖는 펙틴임을 검증하였음. 이에 상응하여, 결론적으로 LM 펙틴은 상업적 펙틴 수준의 분자량이며, VLM 펙틴은 상업적 펙틴의 분자량에서 소량의 분자량파괴가 있는 수준임.

2.2 펙틴 소재의 점도 측정

- 1, 2차년도에서 확인한 유기산 추출 사과박 펙틴의 고점도 특성이 알칼리 처리된 LM 펙틴과 VLM 펙틴에서 어떤 변화가 있는지 확인하기 위하여 점도를 측정함.
- 추출 및 추출 후 처리조건을 달리한 펙틴 용액의 점도를 측정하기 위하여 1% 용액 0.5 mL을 시료컵에 넣고 con spindle (CPE-40)이 장착된 cone-plate 회전점도계 (Brookfield LVDV-II+Pro, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하였음. 겔보기점도는 시료용액의 온도가 25°C에 도달하였을 때 전단속도를 7.5 sec⁻¹로 측정하였음.

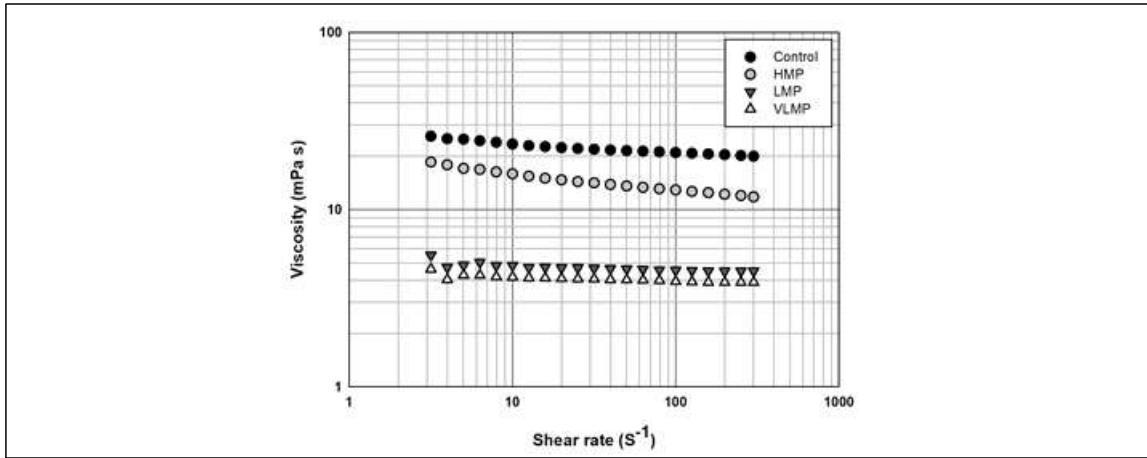


그림 2.1 알칼리 처리 유무에 따른 점도비교 그래프 (Control: Commercial pectin from apple)

표 2.2 점도측정결과표

	K (mPa · s ⁿ)	r	η (mPa · s)
Commercial pectin (apple)	23.30±1.82 ^a	0.9994	20.79±0.49 ^a
HMP	15.82±0.56 ^b	0.9989	12.90±0.15 ^b
LMP	4.95±0.20 ^c	0.9046	4.54±0.05 ^c
VLMP	4.14±0.12 ^c	0.9849	3.91±0.11 ^c

- 앞서 분석한 분자량 결과에서 알칼리 처리에 따라 약간의 분자량 감소가 있었던 만큼 점도에서도 겔보기점도의 감소가 나타나는 현상을 보였음 (그림 2.1, 표 2.2).
- 상업적인 펙틴 (Control)과 비교하여 알칼리 처리 펙틴 (LMP, VLMP)은 절반 이하의 점도 값을 나타냈으며, LMP와 VLMP 사이의 통계적인 유의성은 차이를 나타내지 않았음. 이는 알칼리에 의한 구조파괴에 기인한 것으로 사료됨.
- 비록 알칼리 처리 저메톡실 펙틴에서 분자량 감소와 점도 감소 현상이 나타나긴 했으나, 이는 앞선 선행 연구에서도 DE값이 낮아짐에 따라 점도와 분자량 감소는 불가피한 것으로 밝혀졌음.
- 특히 가공적성에 있어 저메톡실 펙틴은 고메톡실 펙틴과 용도가 다르므로 가공적성에는 이상이 없을 것으로 판단됨, 고메톡실펙틴의 경우 고점도 고분자량의 특징으로써 증점제로도 많이 사용함.
- 저메톡실펙틴의 경우 주로 증점제보다는 물성안정제로써 주로 사용을 하고 있으며, 고메톡실펙틴과 저메톡실 펙틴의 겔화 기작의 차이 때문에 이용되는 식품군이 다른 특징을 가지고 있음.
- 따라서, 분자량과 점도 분석 결과로 보아 기존 사과박 유래 유기산추출 펙틴은 고메톡실 펙틴임과 함께 고분자, 고점도의 펙틴이 확인되었으므로 그 활용가치는 증점제로서의 역할이 강할 것이며, 위 펙틴을 알칼리 처리한 저메톡실 펙틴들은 분자량과 점도 감소가 나타나긴 하지만, 유연한 겔화 기능과 안정제로써 활용가치가 있으므로, 각 펙틴들은 각 자 용도에 맞게 활용가치가 충분한 것으로 사료됨.

2.3 펙틴 소재의 구성당 분석

- 알칼리 처리를 통해 탈에스테르화되는 과정 중에 펙틴의 당함량 구성비의 변화를 확인하기 위하여 고메톡실펙틴과 저메톡실펙틴을 같은 조건으로 산분해하여 당 함량비를 비교하였음.
- 산분해는 1 mL 펙틴용액 (1%, w/v)과 4 M trifluoroacetic acid (TFA) 1 mL를 Reacti-vial (Thermo Fisher Scientific, Rockford, IL)에 넣고 121°C로 설정한 Heating module (Thermo Fisher Scientific)에 두고 2시간동안 가열 후, 식혀준 뒤에 질소 (N₂)가스를 분사하여 완전히 건조시킨 후, 다시 증류수를 1 mL 첨가하여 구성당 분석을 위한 샘플용액 (1%)을 만들어 분석에 이용하였음.
- 분석장비로 고성능 음이온 교환 크로마토그래피 (High-performance anion exchange chromatography, HPAEC)를 이용하였으며, 샘플 용액을 5배 희석하여 25 μ L 씩 1.0 mL/min 속도로 흘려주어 분석하였음 (표2.3).

표 2.3 고메톡실펙틴과 저메톡실 펙틴의 구성당 변화 분석

	Composition (%)		
	HM 펙틴	LM 펙틴	VLM 펙틴
Fucose	n.d*	n.d	n.d
Rhamnose	3.2 \pm 0.3	4.1 \pm 1.7	3.4 \pm 1.3
Arabionose	1.6 \pm 0.2	2.2 \pm 1.5	3.2 \pm 3.3
Galactose	5.7 \pm 0.4	8.2 \pm 4.1	9.5 \pm 7.1
Glucose	4.6 \pm 0.2	1.8 \pm 2.5	6.3 \pm 4.5
Xylose	2.8 \pm 0.3	4.4 \pm 2.1	3.0 \pm 1.1
Galacturonic acid	82.1 \pm 1.4	79.3 \pm 6.8	74.6 \pm 17.4

n.d*: not detected

- 알칼리 처리를 통해 DE value가 낮아짐에 따라 펙틴구조 내 구성당 변화는 주로 galacturonic acid에서 발견되었으며, 알칼리 처리에 따라 galacturonic acid의 감소하는 경향을 나타냄. 이에 따라 중성당의 구성비가 함께 변하는데, galacturonic acid의 함량이 줄어들수록 중성당의 함량비가 높아졌으며, 여러 중성당 사이의 함량비 순서는 크게 변하지 않았음.

3. 2차가공 펙틴소재의 겔 형성능 및 겔 특성 분석

- 앞서 개발한 사과박유래 유기산 추출 펙틴과 알칼리 처리된 2차가공펙틴에 대한 물성학적 특성 요소인 겔 형성능에 관하여 다양한 분석과 더불어 식품적용 모델로써 식품에 대한 적용성과 기존 제품 대체 가능성을 타진하고자 함.

3.1 칼슘이온민감도 측정

- 고메톡실펙틴과 저메톡실 펙틴의 용액 내에서 겔화되는 기작은 각각 다르게 나타나는데, 저메톡실펙틴은 용액 내 칼슘이온이 존재하였을 때 펙틴구조 내 카르복시기와 결합하여 겔을 형성하는 특징이 있음. 이에 따라 칼슘이온 민감도는 저메톡실펙틴의 정도를 비교할 수 있는 척도가 될 수 있어 이에 대한 분석을 함께 진행하였음.
- 칼슘이온 민감도는 각각의 펙틴 샘플을 증류수에 녹인 용액 (100 mg/ 10 mL)과 mM의 CaCl₂에 녹인 용액 (100 mg/ 100 mL) 두 가지 용액을 준비하였으며, 각각 펙틴 겔을 제작 후 건조하여 잔존물에 대한 무게비로 칼슘이온 민감도를 계산하였음.
- 증류수에 녹인 펙틴 용액은 70°C에서 10분간 열을 가해주고 20°C에서 냉각시켰음. HCl (0.1 N)을 이용하여 pH는 4.0으로 적정한 뒤 isopropyl alcohol (20 mL, 80%)를 첨가함. 만들어진 펙틴 겔은 8000 g, 4°C에서 30분간 원심분리 진행 후 isopropyl alcohol (20 mL, 60%)로 세척 후 같은 조건으로 원심분리 하였음. 상등액을 제거한 뒤 vacuum drying oven의 온도를 60°C로 설정하여 12시간 건조시켰음. 건조 후의 튜브 무게에서 건조 전 튜브 무게를 빼주어 최종 펙틴겔의 무게를 계산한 뒤 처음 측량했던 펙틴의 무게로 나누어 증류수에 녹인 펙틴 용액에 대한 계산을 완료함.
- 30 mM의 CaCl₂가 함유된 8% isopropyl alcohol에 녹인 펙틴 용액을 25°C 항온수조에서 24시간 동안 반응시켰음. 반응 후 8000 g, 4°C에서 30분간 원심분리 진행 후 30 mM의 CaCl₂가 함유된 8% isopropyl alcohol로 1차 세척 후 원심분리, 80% isopropyl alcohol로 2차 세척 후 원심분리, 60% isopropyl alcohol로 3차 세척 후 원심분리 하여, 상등액을 제거 한 뒤 vacuum drying oven을 위와같은 조건으로 60°C, 12시간 건조 후 최종 펙틴 겔 무게를 처음 펙틴 무게로 나누어주어 30 mM의 CaCl₂가 함유된 8% isopropyl alcohol에 녹인 펙틴 용액에 대한 계산을 완료함.
- 칼슘이온 민감도의 계산은 칼슘이온에 녹인 펙틴 겔의 건조 후 무게를 증류수에 녹인 건조된 펙틴 겔의 무게로 나누어 계산하였음 (그림 3.1).
- 각 펙틴의 칼슘이온 민감도는 DE value가 낮아질수록 칼슘이온민감도는 더욱 높아지는 양상을 나타내고 있음. 이는 LM 펙틴이 용액내에 존재할 때 겔화가 되기 위해서는 용액 내 칼슘이온과 결합하여 주된 겔 구조를 이루기 때문에, 에스터화도가 낮은 LM 펙틴일수록 칼슘이온 민감도는 상대적으로 높은 경향을 나타냄. 따라서 본 연구의 결과는 기존 연구에서 밝혀진 펙틴의 특성과 같이 VLM 펙틴에서 가장 높은 칼슘이온 민감도를 나타내고 있음.

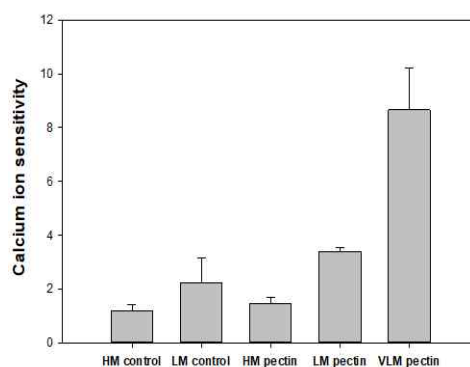


그림 3.1 여러 펙틴 소재의 칼슘이온 민감도

[펙틴 중간 소재의 음료 시제품 적용 및 품질평가]

3.2 겔 형성능 확인 및 겔 특성 분석

- 본 연구에서 추출한 사과박 유래 펙틴 소재의 음료 등의 식품 시제품 적용에 앞서 순수 펙틴 겔

에 대한 특성 분석을 진행하였음. 겔의 제작은 사과박유래 펙틴 및 2차 가공된 펙틴 중간소재를 1% 농도로 충분히 녹여준 뒤 15% 설탕과 0.1%의 calcium phosphate를 첨가한다. 이는 펙틴의 겔화를 위한 첨가제로써 이용된다. 완전히 녹은 용액은 pH의 상승을 억제하기 위하여 0.45%의 gluconolactone (GDL)을 첨가하였음. 마지막으로 펙틴 겔을 굳히기 위하여 용액은 4°C로 설정된 냉장고에 24시간 이상 보관하였음.

- 위에 나타낸 겔 제작 방법은 겔 제작 조건에 따라 겔의 물성학적 특성이 변할 것을 고려하여 사과박유래 펙틴 (HM 펙틴)과 사과박유래 2차가공 펙틴 (LM, VLM 펙틴) 모두 같은 조건으로 겔을 제작하였다 (그림 3.2).

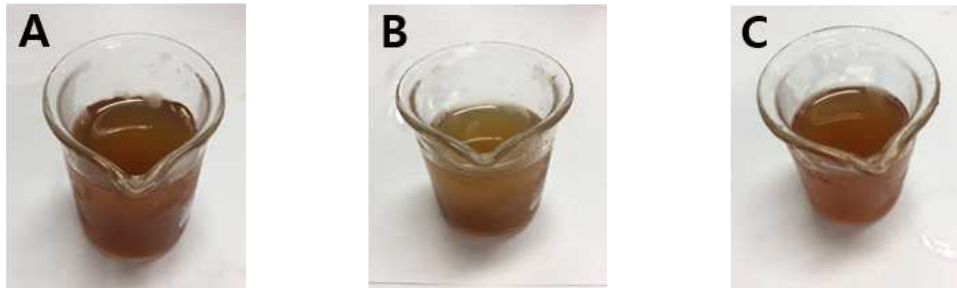


그림 3.2. 1% 펙틴용액에 15% 설탕, 0.1% calcium phosphate, 0.45% GDL 첨가하여 제작한 펙틴 겔의 겔보기성상 (A: HM 펙틴, B: LM 펙틴, C: VLM 펙틴)

- 위 방법으로 제작한 겔의 성상으로 보아 HM 펙틴은 약간 굳어 유동성이 낮은 유체로 만들어진 것 같았으나 완벽한 겔의 형태는 나타나지 않았음. 이에 반해 두 LM 펙틴은 완벽하게 굳은 겔의 성상을 나타내었으며, 그 형태를 계속 유지하는 성상을 나타내었다. 따라서 본 겔 제작 시도를 통해 HM 펙틴은 LM 펙틴과 겔화 기작에 있어 큰 차이가 있음을 확인하였음.
- 기존 연구된 문헌에서 HM 펙틴은 50% 이상의 높은 당류와 산성의 pH농도에서 겔화가 되기 때문에 HM 펙틴의 식품 적용 가능 영역은 LM 펙틴과 꽤 다른 편이다. 따라서 본 연구에서는 HM 펙틴과 LM 펙틴은 각각 다른 식품에 적용하여 특성을 분석하였으며, 특히 LM 펙틴에 대해서는 만들어진 겔에 대한 특성 분석을 추가적으로 진행하였음.
- 위 방법으로 제작된 겔은 겔의 수분 보유력을 확인하기 위한 Syneresis (이수현상)을 모델링하여 실험에 적용하였음. 제작한 겔은 냉장보관을 유지한 후 72시간 뒤 3000g의 힘으로 30분간 심분리 후에 상등액을 제거하였음. 처음 무게에서 수분이 제거된 후의 무게비를 계산하여 이수현상을 확인하였음 (표 3.1).

표 3.1 LM 펙틴의 이수현상 비교 (%)

LM control		LM 펙틴		VLM 펙틴	
1회	2회	1회	2회	1회	2회
0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.1
0.06 ± 0.00		0.07 ± 0.00		0.09 ± 0.01	

- 겔이 형성된 LM, VLM 펙틴에 대하여 상업적 LM 펙틴과 겔의 이수현상을 확인한 결과 1%이하의 낮은 수준으로 이수현상이 발생하였으며, 상업펙틴과 사과박유래 펙틴과의 통계적으로 유의성은 없었음.
- 이 결과는 충분한 겔 형성조건이 만들어진다면 본 연구에서 개발한 LM, VLM 펙틴도 상업펙틴

만큼 이수현상이 적고 수분보유능이 우수한 겔의 제작이 가능함을 의미함.

3.3 Texture analyzer를 이용한 hardness (경도) 분석

- 겔 제작 방법을 통해 제작된 저메톡실 펙틴겔은 겔특성분석 요소 중 하나인 겔의 강도를 측정하였음. 겔의 강도 측정은 Texture analyzer를 이용하였으며, 겔은 Texture Analyzer (TA.XT 2i, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 이용하여, 비커안에서 생성된 겔을 그대로 측정하였음. 50 mm diameter cylinder aluminum prove를 장착하여 1 mm/s의 속도로 40%의 compression으로 측정하였음 (그림 3.3).

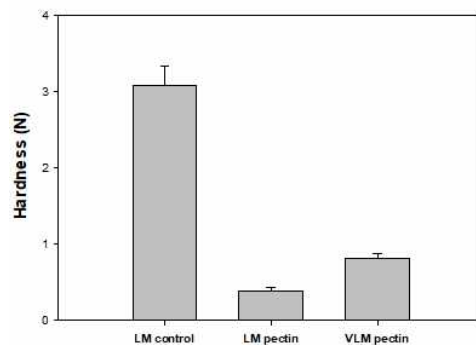


그림 3.3 LM 펙틴, VLM 펙틴 겔의 경도 비교

- 같은 겔 제작 방법으로 제작한 LM 펙틴과 VLM 펙틴은 상업적 LM 펙틴과 비교하여 상대적으로 낮은 경도값을 가지고 있음. VLM 펙틴은 LM 펙틴보다 높은 경도를 가지고 있음. 상업적 펙틴은 펙틴의 순도와 표준화과정을 거쳤기 때문에 겔의 경도가 훨씬 높은 결과를 나타내는 것으로 확인됨.
- 사과박 유래 LM, VLM 펙틴은 그 경도가 상대적으로 낮지만, 경도의 크기가 펙틴의 품질을 나타내는 것은 아님. 그 용도와 목적에 맞게 쓸 수 있어, 낮은 경도를 요구하는 식품에 적용이 가능함.

3.4 분산 안정성 분석

- 펙틴의 분산 안정성을 분석하기 위해 산성의 청징음료에 카제인 단백질을 첨가하였을 때 각 펙틴이 안정성에 미치는 영향을 분석할 수 있는 모델을 적용하였음.
- 카제인은 우유단백질의 80%이상을 차지하는 단백질로써 다양한 가공식품에 첨가제로써 널리 적용되고 있다. 그러나 카제인은 pH 4.5 이하에서 침전이 발생하며 용해 또한 감소한다. 따라서 카제인 뿐만이 아닌 유제품을 음료제품에 적용시킨 우유 가공제품 (과일주스-우유 혼합물)의 산업적 적용성이 낮아지게 됨.
- 위와 같은 문제점을 개선할 수 있는 방법으로 고분자 다당체를 첨가하는 방법이 주로 이용되고 있음. 카라기난이나 펙틴 같은 고분자 다당체는 산성 pH에서 음이온을 보유하기 때문에 단백질의 양전하와 정전기적 상호작용에 의해 산성영역에서 단백질의 안정성을 개선하는 하는 것이 가능함.
- 따라서, 본 연구에서는 산성음료에 카제인 단백질을 첨가 후 분산 안정성을 확인할 수 있는 식품적용모델을 적용하여, 사과박유래 펙틴과 2차가공한 저메톡실 펙틴이 음료 안정성에 어떠한

변화를 주는지, 상업적으로 이용되는 안정제와는 어떤 차이를 보이는지 보관실험을 통해 확인하였음 (그림3.4).

- 카제인 (Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, USA)과 펙틴이 혼합된 1% 용액을 사과주스에 최종농도가 0.5%가 되도록 하여 30 mL 씩 시험관에 각 시험군별로 준비함. 이후 7일간 냉장보관 후에 카제인의 침전여부로 각 펙틴 종류에 따른 안정성 차이를 확인하였음. 주관연구기관의 음료제품에 적용 가능성을 타진하고자 주관연구기관에서 안정제로써 사용하는 CMC (Carboxymethylcellulose)와 구아검을 양성대조군으로 설정하여 다각도로 비교를 진행하였음.

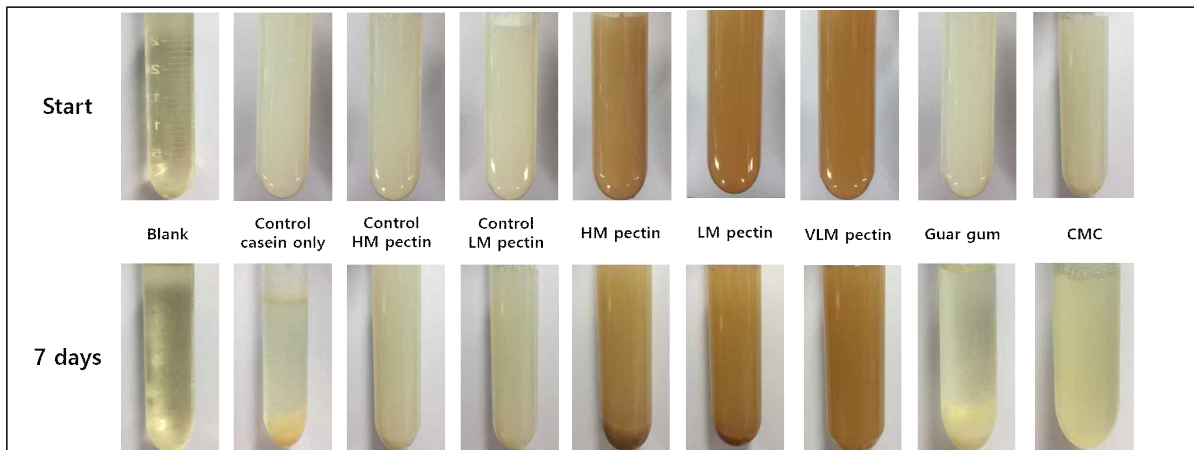


그림 3.4 사과주스에 카제인 첨가 후 일주일 뒤 침전 성상

- 아무것도 첨가하지 않은 사과주스와 비교하여 사과주스에 카제인만 첨가한 샘플은 용해되지 않은 카제인 단백질의 침전이 확연하게 나타남. 이에 반해 상업적으로 이용하는 펙틴을 넣은 실험군은 HM 펙틴과 LM 펙틴 모두 침전이 일어나지 않았으며, HM 펙틴과 LM 펙틴에 큰 차이는 없었음. 이는 표준화작업을 통해 고형분 함량이 높은 정제된 펙틴이기 때문인 것으로 확인됨.
- 상업적으로 주로 이용하는 구아검과 CMC와도 안정성을 비교한 결과, 구아검의 경우 중성~알칼리 정도의 수소이온농도하에서 최고의점도를 나타내는 것으로 알려져있음, 이에 따라 산성 음료인 과일주스류에는 구아검이 적합하지 않으며, 본 실험결과에서도 사과주스에 첨가한 카제인 단백질이 침전하는 양상을 나타내었음.
- 반면에 CMC 같은 경우 겔화조건이 구아검보다는 유연하기 때문에 겔화로 인한 사과주스 내 카제인의 분산안정성이 높아진 것으로 확인됐음.
- 본 연구에서 추출한 사과박유래 펙틴 3종의 경우 위 결과들과 다른 양상을 나타냈는데, 특히 DE value가 낮아질수록 분산안정성이 높아지는 경향을 확인할 수 있었음. HM 펙틴에서 침전물이 가장 많이 형성되었으며, VLM 펙틴에서 상업용 펙틴과 유사한 정도의 분산 안정성을 나타내고 있음. DE value가 낮을수록 분산안정성이 더 높은 이유로 높은 비율로 존재하는 카르복시기 그룹이 카제인 단백질 내 미셀구조와 응집함으로써 용액 내 안정성이 높아지는 것으로 기존 연구를 통해 밝혀진 바 있음.
- 이는 본 연구에서 개발한 VLM 펙틴이 음료 적용성에 있어서 가장 우수한 분산 안정성을 나타내는 것을 의미하며, 이는 VLM 펙틴을 통해 카제인 단백질의 산성음료 적용성을 높일 수 있는 용도로 쓰일 수 있는 가능성을 의미함.
- 또한 주관연구기관 담터에서 사용하고 있는 CMC와 마찬가지로 본 연구에서 개발한 천연물유래 펙틴소재가 첨가제로써 음료의 분산안정성을 높여주어 합성물질인 CMC를 효과적으로 대체할 수 있음을 시사함.

3.4 요거트 적용분석

- 첨가제로써 사용되는 펙틴은 산성 유제품인 요거트에 첨가되어 안정제, 증점제로써도 많이 이용되고 있음 (그림 3.5).
- 이에 따라, 산성 유제품에 대한 음료 적용 안정성을 확인하기 위하여 요거트를 선정하여 본 연구에서 추출한 HM, LM, VLM 펙틴을 음료에 적용하였음 (그림 3.5). 요거트 내의 칼슘이온이 펙틴의 카르복시기와 만나 thixotropic (요변성)의 겔을 형성함으로써 요거트 내 안정감을 부여함. 기존 연구에 의하면 칼슘이온 민감도가 더 높은 펙틴의 안정효과가 더 큰 것으로 알려져 있음.

Nutrition Facts	Amount / Serving	%DV*	Amount / Serving	%DV*
	Total Fat 0g	0%	Total Carb 10g	3%
Serv Size: 5.3oz	Sat Fat 0g	0%	Fibers 0g	0%
Calories 100	Trans Fat 0g	0%	Sugars 8g	
	Cholest 5mg	2%	Protein 15g	30%
*Percent Daily Values (DV) are based on a 2,000 calorie diet.	Sodium 40mg	2%	Calcium	15%
	Vit A 2%		Vit C 2%	
			Iron 0%	

Ingredients: Organic pasteurized Skim Milk, Organic Gooseberries, Organic Cane Sugar, Water, Apple Pectin, Organic Vanilla Extract, **Live Active and Probiotic Cultures**
 Distributed by: The New Nordic Dairy Co., 123 10th St, San Francisco, CA 94103 **Certified Organic** by: International Certification Services Inc.



그림 3.5 산성유제품 : 액상요거트

- 앞선 연구에서 개발한 저메톡실 펙틴의 칼슘이온민감도가 고메톡실 펙틴보다 월등히 높은 것이 확인되었으며, 이는 요거트에 첨가하였을 때 안정제로써 더 적용이 용이하다고 판단 됨.
- 요거트에 펙틴을 첨가 후 안정성 확인을 확인하기 위하여 겔의 성상이나 점도 등의 측정방법을 하는 것이 우선적이지만, 요거트 특성상 투명하지 않은 백색의 액체인점과 요거트 내 생성되는 겔이 쉽게 변형되고 부서지기 때문에, 선행 연구에서 개발한 겔의 형성을 겔의 수율로써 확인하는 실험 모델을 적용하였음.
- 실험 방법으로써, 상업적으로 구매할 수 있는 플레인 요거트에 미생물의 생육을 방지하기 위하여 0.075% (w/v)의 potassium sorbate를 첨가하였음. lactic acid를 이용하여 pH를 4.2로 조절하였음. 이 때 펙틴 용액은 3차 증류수 10 mL에 펙틴 100 mg을 50°C에서 녹여 따로 준비한다. 요거트 10 g에 첨가되는 펙틴의 최종농도가 5% (2000 ppm) 가 되도록 준비한 펙틴 용액을 넣어주고 잘 섞어주었음. 최소 두 시간 이상의 냉장보관 후 다음 분석을 진행하였음.
- 펙틴이 첨가된 10 g의 요거트는 13,000g의 힘으로 2시간 동안 원심분리를 진행하여 상등액을 제거한 후 의 무게 (weight of sediment, WS)를 측정하였음 (총무게 - 튜브무게). 최종 생성된 겔의 무게분율 (weight fraction, WF)은 다음과 같이 계산하였음 (표 3.2).

$$WF = \frac{WS \times 100}{10}$$

표 3.2 여러 펙틴 종류에 따른 요거트와의 겔 형성수율 (%)

Blank	Control HM 펙틴	Control LM 펙틴
22.6 ± 0.2 ^b	19.9 ± 0.8 ^b	26.5 ± 0.1 ^{ab}
HM 펙틴	LM 펙틴	VLM 펙틴
23.8 ± 3.7 ^b	25.5 ± 1.2 ^{ab}	31.8 ± 1.9 ^a

- 각종 펙틴을 액상 요거트에 첨가한 결과 생성되는 겔의 수율은 아무것도 넣지 않은 공시험값과 비교해서 HM 펙틴은 상업적인 펙틴과 사과박 유래 펙틴 모두 통계적으로 유의성이 없었음. 이는 요거트 내 존재하는 고형분이 검출된 수준의 수율을 나타냈음.

표 3.3 상업적 안정제와의 겔 형성수율 (%) 비교

구아검	CMC	VLM 펙틴
22.7 ± 0.5 ^b	18.8 ± 0.18 ^c	31.8 ± 1.9 ^a

- 담터는 물론 많은 식품산업에서 증점제 혹은 안정제로써 이용되는 구아검과 CMC를 같은 조건으로 요거트에 적용하여 안정도를 비교하였음 (표3.3).
- 요거트 내 겔 형성 수율은 구아검과 CMC 모두 VLM 펙틴보다 통계적으로 낮았고, 그 중 CMC의 요거트 안정성이 가장 낮은 것으로 확인되었음. 반면, 저메톡실 펙틴의 경우 원심분리 후 남은 침전물의 양이 더 많이 발생한 것이 확인됐다. 이는 요거트 내 카제인단백질과 저메톡실펙틴 상호작용으로 인한 겔 형성이 일정량 발생되었다고 판단할 수 있음.
- 특히, VLM 펙틴의 경우 가장 높은 칼슘이온 민감도를 가지고 있으므로 요거트와 반응하여 더 가장 높은 수준의 침전물 형성 정도를 보이고 있음. 이는 VLM 펙틴이 산성유제품인 액상요거트에도 효과적인 안정성을 부여할 수 있는 것을 의미함.

4. 결론

- 당해연도 연구에서는 유기산 추출 사과박 펙틴 소재의 2차가공을 통해 다양한 DE value를 갖는 펙틴을 생산하였으며 이를 중간소재화 하고 상업적으로 이용되고 있는 펙틴과 비슷한 역할을 하는 구아검, CMC와의 적용성 비교를 통해 가공적성 평가를 진행하였음.
- 펙틴은 구조내 DE value에 따라 그 적합한 식품과 그 용도가 달라지며, 다양한 펙틴 중간소재 확보를 위하여 당해연도 연구에서 low methoxyl 펙틴과 very low methoxyl 펙틴 제작 공정을 확립하여 지속적인 생산이 가능하도록 함. 이는 다양한 식품소재에 적용가능한 연구 소재로써 이용 가능함.
- LM 펙틴은 HM 펙틴보다 겔화 조건이 완만하며, 특히 산성음료나 유음료 적용성이 더 높은 것으로 알려져 있음. 이에 따라 본 연구에서 개발한 LM펙틴과 VLM펙틴을 음료 식품모델 시스템에 적용하여, 기존 상업적 펙틴과 견주어 안정제, 겔화제로써 충분히 활용가치가 있는 펙틴 소재임을 확인하였음.
- 위 결과를 바탕으로, 주관연구기관 담터에서 기존 공정에 안정제로써 사용하고 있는 구아검과 CMC를 첨가한 음료적용모델을 동시에 비교한 결과, 유기산 추출 사과박펙틴 소재가 충분히 기존의 안정제로 사용되는 첨가제를 대체할 수 있는 가능성이 있음을 확인.
- 따라서, 본 연구에서 추출한 LM, VLM 펙틴 중간소재가 실 제품 생산 공정에 적용된다면 이는 국내 자체생산 펙틴이 수입에 의존하던 안정제를 대체할 수 있다는 중요한 연구적 의의는 물론, 사과박 폐기물로부터 친환경적으로 생산한 펙틴이므로 버려지던 자원 활용에 대한 고부가가치를 더 높일 수 있는 중요한 연구 성과로 볼 수 있음.
- 추후 대량생산 공정화에 대한 최적화작업을 통해 펙틴생산의 제반기술을 마련한다면, 국내 기술력을 기반으로 한 펙틴 생산이 가능할 것으로 예상됨.

농식품 자원 및 부산물 활용 중간소재의 가공적성평가,
가공적성지표설정 및 위생저장안전성 평가

협동기관 : 단국대학교

연구책임자 이형재

1. 1차년도: 농식품 자원 및 부산물 활용 중간소재의 가공적성평가, 가공적성 지표 설정 및 표준 균일성 확보

1.1. 연구내용 요약

- 기능성으로 각광 받는 블루베리, 아로니아, 귀리, 단호박, 대추, 생강의 국내외 중간소재를 구입하여 추출, 농축한 후 기능성 성분을 비교, 분석하였음. 대추는 국내 공급이 많이 이뤄지고 있어 국내산 대추가루와 농축분말을 비교하여 실험하였음. 시판 중간소재 80% 메탄올 추출물의 Total phenolics contents(TPC), total anthocyanins contents(TAC), total flavonoids contents(TFC)를 측정하였고, ABTS radical 소거능, DPPH radical 소거능을 통해 항산화능을 측정 후, 통계적 유의성을 분석하였음. 총페놀함량과 총플라보노이드의 경우 국내산 블루베리와 단호박이 국외산 보다 높았고, 국외산은 아로니아, 귀, 생강의 중간소재가 더 높게 나타났음. 총안토시아닌의 경우 국내산 블루베리와 국외산 아로니아가 각각 높게 측정되었고 항산화능에서 ABTS radical 소거능의 경우 국내산 블루베리, 단호박, 생강 중간소재가 국외산보다 높게 나왔고, DPPH radical 소거능의 경우 국외산 아로니아 생강 중간소재가 국내산 보다 높게 측정되었음. 대추의 경우 ABTS radical 소거능을 제외한 모든 실험에서 농축가루보다 대추가루가 더 높은 함량을 나타냄.
- 중간소재 제품을 개발하였을 때, 기능적 측면이나 물성 등 다양한 측면에서 비교할 수 있는 기준 물질이 필요하며, 현재 논문에 나와 있는 연구결과나 수치는 품종이나 실험형태, 추출 조건이 달라 비교하기가 부적합하며 같은 품종과 가공형태 등을 고려한 실험이 필요한 실정임. 따라서 제품개발에 쓰일 원물의 품종이나 생산지 등을 고려하여 국내산 농산물 원물을 제공받거나 구입하였고, 단호박의 경우 껍질을 분리하여 총 7개의 원재료에 대하여 실험을 진행하였음. 전처리 된 원재료를 추출, 농축하여 기능성 성분 분석을 실시하였음. 그 결과 총페놀의 경우 최적 추출농도는 40-60% 메탄올 추출인 것으로 나타났으며, 총 페놀 함량은 대추>아로니아>생강>블루베리>귀리>단호박껍질>단호박 순으로 높게 나타남. 총플라보노이드의 경우 최적 추출농도는 20-60% 메탄올 추출인 것으로 나타났으며, 총플라보노이드 함량은 귀리>대추>블루베리>단호박껍질>생강>단호박 순으로 높게 측정되었음. 총안토시아닌 함량은 시판제품에서와 마찬가지로 아로니아에서 더 높은 값으로 측정되었음. 항산화능은 시료에 따라 최적추출농도가 다른 것으로 생각되며, DPPH radical 소거능의 경우 대추>아로니아>생강>블루베리>귀리>단호박껍질>단호박 순으로 높게 나타났고, ABTS radical 소거능은 대추>아로니아>블루베리>생강>귀리>단호박껍질>단호박 순으로 높게 나타남.
- 사과부산물의 경우 자체 구입한 캐나다산 사과껍질분말과 세종대에서 제공받은 냉동 사과껍질에 대하여 분석을 진행한 결과, 총플라보노이드, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능은 캐나다산사과껍질분말>사과껍질 동결건조>사과껍질 열풍건조>사과껍질원물 순으로 높게 측정되었고, 총페놀함량에서는 캐나다산사과껍질분말>

사과껍질 열풍건조>사과껍질 동결건조>사과껍질원물 순으로 높게 측정되었음. 총안토시아닌의 경우 부분적으로 측정되었는데 가장 높게 측정된 원재료는 캐나다산 사과껍질이었음.

- 1협동에서 제공받은 과립형 중간소재 3종과 Dry spray한 분말화 제품 2종을 물에 녹여 실험을 진행하였음. 그 결과 원물과 비교하였을 때 과립형의 경우 ABTS radical 소거능에서 높은 항산화능을 보였고 Dry spray한 분말화 제품에서는 총페놀 함량이 증가하는 것으로 보이나 대추의 경우 총페놀 함량이 대추원물가루에 비해 낮은 것으로 측정되었음. 그러나 귀리는 용해성이 좋지 않은데 반해 ABTS radical 소거능에서 원물보다 높은 항산화능을 나타내어 기능적으로는 향상된 수치를 볼 수 있었음.
- 중간소재에 경우 과립화를 하였을 때 귀리를 제외한 시료가 높은 농도에서도 용해성이 높은 것을 확인하였고, Dry spray 분말화제품의 경우 대추는 물에 잘 녹는 것을 확인할 수 있었지만, 생강의 경우 상온에서 가라앉는 물질이 많아 개선해야 할 것으로 생각됨.

1.2. 국내외 시판 농산물 중간소재의 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량 및 항산화 활성

- 베리류에 속하는 아로니아와 블루베리는 anthocyanins, flavonoids, phenolic acids 등과 다양한 polyphenolic compound와 vitamin C와 E 등을 다량 함유하여 기능성 원료로 각광받고 있음. 초기 수입에 의존하던 베리류는 최근 국내에서 생산되기 시작된 후 생산량이 점차 증가하고 있음. 베리류는 그 특유의 향과 맛, 색으로 인해 음료의 중간소재로써 많이 사용되며, 그 중 기능성 성분 함량이 높은 것으로 알려진 아로니아와 블루베리의 시판 중간소재를 선택하여 기능성 성분분석을 실시하였음.
- 곡물류 중 단호박은 서양계 호박(*Cucurbita maxima* Duch)으로 분류되며 당분과 단백질, 지방, 총아미노산, 유리당, vitamin A·B1,B2 및 vitamin C와 Fe 및 카로틴함량이 높고, 전자공여에 의한 라디칼소거능, SOD 유사활성 및 아질산염 소거작용 등의 항산화 활성이 우수한 것으로 알려져있음. 귀리(*Avenasativa*L.)는 수용성 식이섬유의 생리적이능이 우수한 것으로 알려지면서 수용성 β -glucan의 함량이 높은 귀리에 대한 관심이 증가하게 되었음. 귀리는 식품에 이용될 때 생곡류의 특유의 이취를 없애고 풍미를 좋게 하기 위하여 중간소재로써 볶은 귀리를 사용하는 경우가 많음. 이러한 기능적인 특성으로 선식이나 곡류차 등 음료의 중간소재로써 많이 사용하게 되었음. 본 실험에서는 곡류 중 기능성 성분함량이 높은 것으로 알려진 단호박과 귀리를 선택하여 기능성 성분분석을 실시하였음.
- 특용작물인 생강(*Zingiber officinale* Rosc.)은 생강과(*Zingiberaceae*)에 속하는 아열대 또는 열대원산의 다년생초본식물의 하나로서, 특유의 맛과 향기를 가지고 있으며, 생리활성성분으로는 항균작용, 항염작용, 혈청콜레스테롤 저하, 항산화작용을 나타내는 것으로 보고되고 있음. 특히 생강의 매운맛 성분 중의 하나인 6-gingerol은 소염, 살균효과 및 항산화활성을 나타내는 것으로 알려져있음. 대추(*Ziziphus jujube* Miller)는 갈매나무과(*Rhamnace*)에 속하는 낙엽활엽교목의 열매로서 생리활성성분으

로는 각종 sterols, alkaloids, saponins, vitamins, serotonin, or ganic acid, fatty acids, polyphenol, flavonoids 및 amino acids 등이 보고되어 있음. 천연의 단맛을 갖고 있는 대추는 우리나라에서도 생산량이 많아 수입에 의존하지 않고 다양한 식품소재로 사용되고 있음. 특용작물의 생리활성과 높은 기호도로 인해 음료류에 많이 사용되고 있는 생강과 대추의 기능성성분을 분석하였음.

- 지금까지 보고된 논문 및 연구를 살펴보면 하나의 소재의 기능적 실험에 대해서는 많이 연구되어 왔으나 최근 국내의 생산량이 많아진 소재에 대한 기초 연구로서 국내산과 외국산 식품소재 간 기능성을 비교한 논문 및 연구는 없는 실정임. 따라서, 베리류와 채소류, 곡류와 특용작물 중 기능성이 우수한 블루베리와 아로니아, 단호박과 귀리, 생강의 국내외산 총페놀함량, 총플라보노이드와 총안토시아닌 및 항산화능을 확인하고, 국내외산 소재 간 기능적 차이를 알아보고 중간소재 개발에 기초자료로 사용할 수 있을 것으로 생각됨.

1.2.(1) 방법 및 내용

- 본 연구에서 쓰인 재료 중 동결건조 분말은 블루베리와 아로니아 분말이었으며, 귀리는 볶은 형태를 실험에 사용하였음. 또한 단호박과 생강은 원료를 건조하여 분쇄한 형태의 중간소재를 구입하였음. 블루베리 미국산은 (주)자연그대로, 국산은 전북 고창에서 재배된 (주)하랑농장의 것을 구매하였으며, 아로니아의 경우 (주)갑당약초에서 폴란드산, 국산은 경북 고령에서 재배된 원료를 동결건조 된 형태로 구매하였음. 볶은 귀리가루는 외국산의 경우 캐나다산을 제공받았으며, 국산은 (주)바른약초에서 구매하였고, 단호박 분말은 중국산과 국산 단호박을 분말형태로 제조하여 (주)푸른터에서 구매하였음. 생강의 경우 (주)맑은들에서 판매되고 있는 국산과 중국산 생강분말을 구매하여 사용하였음. 구매하거나 제공받은 시료를 정리하면 다음과 같음 (표 2.1)

표 1. 시판 중간소재 원료에 따른 제공 및 구입 현황

원료명	생산지	비고
아로니아	국내산	자체 구입
	국외산	자체 구입
블루베리	국내산	자체 구입
	국외산	자체 구입
	농축분말	담터 제공
단호박	국내산	담터 제공
	국외산	담터 제공
귀리	국내산	자체 구입
	국외산	담터 제공
생강	국내산	자체 구입
	국외산	자체 구입
대추	국내산	자체 구입
	농축분말	담터 제공

- 추출은 구매하거나 제공받은 시료 5.00 g에 80% 메탄올 100 mL를 넣고 분쇄기

(Hanil)에 90초 동안 균질화한 뒤 여과하여 사용하였으며, 3번 반복하여 추출하였음. 불순물로 인해 추출이 어려운 경우 8,870×g에서 원심분리 후 추출하였음. 추출물은 농축기(Buchi)를 사용하여 감압농축 후에 50% 메탄올 상태에서 냉동 보관(-18℃)하였으며, 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 및 항산화 활성을 측정하였으며, 측정 시 필요에 따라 농축한 시료를 희석하여 사용하였음.

- 색도: 각 시료의 색도는 지름 3 cm의 원형 평판접시(petri dish)에 담아 색차계(JC801, Color techno system Co., Japan)를 이용하여 L값(명도, lightness), a값(적색도, Redness), b값(황색도, yellowness)을 측정하였으며, 3회 반복 측정하였으며, 표준 백판값은 L=98.043, a=1.185, b=-0.552이었음.
- 수분함량: 수분함량의 경우 수분측정기(MA35M, Sartorius AG., Germany)를 이용하여 측정하였으며 모든 실험은 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었음.
- 총페놀 함량 측정 (Total Phenolics ; TP): 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 (Singleton, 1999)을 변형하여 측정하였음. 시료 10 μ L와 증류수 100 μ L를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 10 μ L를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시켰음. 그 후 7% Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 80 μ L를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응 시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader(iMark, Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 3번 반복 측정하였음. 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/100 g dried sample으로 표기하였음.
- 총플라보노이드 측정 (Total Flavonoids ; TF): 총플라보노이드 함량은 건강기능식품 공전방법(Korea Food and Drug Administration, 2013)을 변형하여 실험하였음. 희석한 시료 17 μ L와 증류수 96 μ L를 혼합한 후 2.5% NaNO_2 (Sigma-Aldrich Co) 10 μ L를 넣어 균질화하였음. 그 후, 5% AlCl_3 (Sigma-Aldrich Co) 10 μ L를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 67 μ L 넣어 균질화 한 후 510 nm에서 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 catechin(Sigma-Aldrich Co)을 사용하였으며, mg catechin equivalent (CE)/100 g dried sample로 표기하였음.
- 총안토시아닌 측정 (Total anthocyanins ; TA): 총안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC International, 2005)을 변형하여 측정하였음. 적당한 농도로 희석한 시료 10 μ L를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 190 μ L씩을 넣고 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 cyaniding-3-glucoside equivalents의 molecular weight(MW)와 molecular extinction coefficient(ϵ)값을 통하여 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 사용하였음 (Giusti MM., Wrolstad RE., 2001; Baek et al., 2015).
- 항산화능 (DPPH free radical scavenging activity, ABTS radical scavenging): DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법(Brand-Williams et al., 1995)을 변형하여 진행하였음. 80% 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well

microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 항산화 활성의 표준물질은 vitamin C(Ascorbic acid, Sigma-Aldrich Co)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g으로 표기하였음. ABTS radical 소거능의 경우 1.0 mM AAPH(2,2 ϕ -azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS²⁻(2,2 ϕ -azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 PBS와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후 syringe filter (PTFE 0.2 μ m, Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 반응물을 제거한 후 ABTS⁻시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37°C이었으며, 흡광도는 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 750 nm에서 3회 반복 측정하였음. 실험방법은 Re 등의 방법(Re et al., 1999)을 변형하여 실험하였음.

- 통계분석은 국내산과 외국산 시료 간의 측정된 흡광도 값의 차이를 알아보기 위해 *t*-test를 진행하였음. SPSS Version 23.0 package program (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계분석을 실시하였고, 유의 수준은 $p < 0.05$ 이었음.

1.2.(2) 연구 결과

- 추출시 블루베리나 아로니아, 단호박의 경우 균질화 시 부유물이 많아 추출 시 어려움이 있었음.
- 농축 시 블루베리나 아로니아는 색소로 인해 농축하는데 어려움이 있었음. 당이 있는 경우 농축 시 끓어오르는 경우가 대부분임. 귀리에 경우 농축 후 부유한 형태가 유지됨.
- 각 시료의 색도는 지름 3 cm의 원형 평판접시(petri dish)에 담아 색차계(JC801, Color techno system Co., Japan)를 이용하여 L값(명도, lightness), a값(적색도, Redness), b값(황색도, yellowness)을 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균값을 구함. 이때, 표준 백판값은 L=98.043, a=1.185, b=-0.552이었음.
- 각 시료를 칭량접시에 담아 수분측정기를 이용하여 측정하였음. 측정은 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값을 나타냄.

표 2. 시판 중간소재의 색도 및 수분함량

sample		color value			water
		L	a	b	content (%M)
Aronia	Korean domestic	29.10±0.18 ¹⁾ *	19.29±0.36*	13.61±0.37	3.94±0.10*
	Foreign	22.40±0.11*	18.37±0.16*	13.38±0.36	2.54±0.19*
Blue berry	Korean domestic	32.62±0.07*	19.27±0.38*	8.68±0.13*	4.71±0.18*
	Foreign	15.68±0.23*	13.54±0.37*	10.97±0.40*	3.5±0.15*
	Concentrated powder	42.38±0.00	30.56±0.19	4.37±0.00	1.72±0.23
Sweet pumpkin	Korean domestic	69.07±0.23*	17.48±0.32*	72.80±0.89*	4.87±0.19*
	Foreign	67.74±0.10*	13.89±0.13*	62.21±0.02*	6.14±0.21*
Oat	Korean domestic	77.05±0.12*	6.97±0.16*	14.07±0.32	2.70±0.04*
	Foreign	75.18±0.22*	7.72±0.40*	18.51±0.02	2.30±0.02*
Ginger	Korean domestic	61.17±0.09*	10.65±0.28	32.46±0.12*	7.65±0.20*
	Foreign	62.03±0.07*	11.19±0.25	33.68±0.24*	6.44±0.24*
Jujube	Korean domestic	62.33±0.12*	14.70±0.18*	33.52±0.14*	4.17±0.18*
	Concentrated powder	64.54±0.14*	10.78±0.16*	25.93±0.09*	4.76±0.08*

1) Mean±SD, Triple repeated measure

- 색도의 경우 블루베리와 아로니아는 다른 시료보다 명도가 낮고 적색도와 황색도가 낮은 것을 확인할 수 있었으며, 블루베리와 아로니아는 국내산이 더 밝은 색 띠었음. 블루베리는 농축분말에서 밝은 보라색을 띄는 것을 확인할 수 있었으며, 적색도가 높고 황색도가 낮은 것을 확인할 수 있었음. 황색도에 경우 대추와 생강에서 높은 값이 확인되었고, 대추는 후숙후 나타나는 껍질의 색으로 인해 적색도가 올라간 것을 확인할 수 있었음.
- 수분함량의 경우 수분이 가장 많은 건조 시료는 생강이었으며, 대부분 4%M 수준으로 들어있는 것으로 생각됨
- 블루베리의 총페놀 함량은 국내산이 2,917±200 mg GAE/100 g, 국외산이 2,016±50 mg GAE/100 g으로 국내산이 더 높게 나타났고, 총플라보노이드 함량은 국내산이 1,327±31, 국외산이 1,033±40으로 국내산이 더 높은 것으로 나타남. 총안토시아닌 함량은 국내산이 949±57, 국외산이 647±77로 국내산의 안토시아닌 함량이 더 많았으며, 블루베리는 모든 실험에서 국내외 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타남 ($p<0.05$).
- 아로니아의 총페놀 함량은 국내산이 6,050±401, 국외산이 7,600±176으로 국외산에서 함량이 더 높게 나타났고, 총플라보노이드와 총안토시아닌 또한 국내산이 3,717±252, 996±77, 국외산이 4,283±100, 2,032±153으로 국외산에서 더 높게 측정되었으며, 국내외 소재 간에 차이는 모두 유의적인 것으로 나타났음($p<0.05$). 아로니아의 총페놀 함량을 나타낸 논문 중 Chung의 연구에서 국내산 아로니아 총페놀 함량은 117.20±3.95 mg/g 이었고, Hwang 등의 연구에선 110 mg/g, Choi 등의 연구에선 78.3±0.4-86.5±0.5 mg

GAE/g으로 나타났으며, 폴란드산 아로니아의 경우 같은 연구논문에서 71.2 ± 0.9 mg GAE/g으로 측정되어 용매와 추출횟수, 추출 온도 및 시간에 차이를 고려하였을 때 유사한 결과 값으로 생각되며, 국내산과 폴란드산을 비교한 경우 대략 1,500 mg GAE/100 g 정도에 차이가 있는 것으로 나타났는데 이는 Choi 등의 연구에서 국내산과 폴란드산을 비교한 경우 1,500 mg GAE/100 g 정도에 차이를 보인 것과 유사한 결과를 나타냄(Choi et al., 2015). 이는 본 실험이 아로니아 생과를 이용한 것이 아니라 동결건조 된 아로니아 중간소재 사용하여 총안토시아닌 함량이 높게 나온 것으로 생각됨. 이전 보고에서도 동결건조한 아로니아에서 총페놀함량과 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량이 높게 측정 된 것으로 나타남(Hwang & Thi, 2014)

- 볶은 귀리의 총페놀 함량은 국내산이 106 ± 4 , 국외산이 126 ± 3 으로 나타났으며, 총플라보노이드 함량은 국내산이 23 ± 2 , 국외산이 14 ± 1 으로 국내외산 간에 유의적으로 차이가 있었으며($p < 0.05$) 모든 실험에서 국외산의 함량이 더 높은 것으로 나타남. 품종별 귀리의 항산화 성분과 항산화 활성을 본 실험에서 귀리의 총 페놀 함량은 $83.41 \pm 4.24 - 130.59 \pm 4.54$ mg GAE/100 g sample로 나타난 것(Ham HM. 2015)과 비교하였을 때 일치 하는 것으로 보여지며 귀리를 볶았을 때와 생귀리를 사용하였을 때 총페놀 함량은 크게 차이가 없을 것으로 생각된다. 따라서, 가공소재를 개발할 때 볶은 귀리를 사용 할 시에 더 유리하게 작용할 수 있을 것으로 보임.
- 단호박의 총페놀 함량은 국내산이 476 ± 20 , 국외산이 273 ± 20 , 총플라보노이드 함량은 국내산이 23 ± 2 , 국외산이 14 ± 1 로 나타났고, 국내산 소재에서 더 높은 함량을 보였고, 국내외 소재간에는 모두 유의적인 차이가 있는 것으로 나타남($p < 0.05$). Bhagwat 등 (2011)에 의하면 호박의 총페놀 함량은 74 mg GAE/100 g이었는데, 이와 비교 시 단호박이 호박보다 더 높은 총페놀 함량을 갖는 것으로 나타남(Kim et al., 2005)
- 생강의 경우 총페놀 함량은 국내산이 $1,133 \pm 58$, 국외산이 $1,520 \pm 76$ 로 측정되었으며, 총플라보노이드 함량은 국내산이 227 ± 13 , 국외산이 229 ± 14 로 총 페놀 함량은 국내외 소재간의 유의적인 차이가 있었고, 총 플라보노이드의 경우 국내외 소재간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타남($p < 0.05$). acetone과 methanol 혼합용매를 사용하여 생강을 추출하였을 때 총 페놀 함량은 40 mg/g이었으며(Rababah et al. 2004), 80% 에탄올로 생강 원물을 추출하였을 때 총페놀 함량은 66.4 ± 0.5 mg/g으로(Bae et al. 2011) 나타났는데 이러한 차이는 가공형태의 차이로 생강 원물을 사용한 경우의 총페놀 함량이 더 높은 것으로 생각됨. (표 2.3)

표 3. 시료별 시판 중간소재의 총페놀, 총플라보노이드 및 총안토시아닌 함량

Sample	Origin	Total phenolics (mg GAE/100 g dried sample) ¹⁾	Total flavonoids (mg CE/100 g dried sample) ¹⁾	Total anthocyanin (mg CGE/100 g dried sample) ¹⁾
Blue berry	Korean domestic	2,917±200 ^{2)*}	1,327±31*	949±57*
	Foreign	2,016±50	1,033±40	647±77
	Concentrat ed powder	482±21	126±1	ND
Aronia	Korean domestic	6,050±401*	3,717±252*	996±77*
	Foreign	7,600±176	4,283±100	2,032±153
Oat	Korean domestic	106±4*	23±2*	ND ³⁾
	Foreign	126±3	71±6	ND
Sweet pumpkin	Korean domestic	476±20*	23±2*	ND
	Foreign	273±20	14±1	ND
Jujube	Korean domestic	1867±87*	179±11*	ND
	Concentrat ed powder	372±19*	33±15*	ND
Ginger	Korean domestic	1,133±58*	227±13 ^{NS3)}	ND
	Foreign	1,520±76	229±14	ND

¹⁾ Total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE), catechin equivalents (CE) and cyanidin-3-glucoside equivalents (CGE), respectively; ²⁾Mean±Standard deviation(SD); ³⁾ND, not detected
*Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

- 국내외산 블루베리의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 국내산이 7,050±321, 국외산이 6,094±184, DPPH radical 소거능은 국내산이 4,000±176, 국외산이 2,483±444으로 국내산에서 더 높은 항산화 활성이 나타났음. 블루베리는 모든 실험에서 국내외 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타남($p<0.05$).
- 국내외산 아로니아의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 국내산이 14,461±356, 국외산이 18,050±907였으며, DPPH radical 소거능은 국내산이 10,350±475, 국외산이 12,667±437로 항산화 활성은 국내산 아로니아 보다 국외산이 더 높게 측정되었고 국내외 소재 간에 차이는 모두 유의적인 것으로 나타남($p<0.05$).
- 국내외산 붉은 귀리의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우, 국내산이 161±23, 국외산이 2,384±113, DPPH radical 소거능의 경우 국내산이 72±5, 국외산이 70±6으로 나타났으나 DPPH radical 소거능에서는 국내외산 간에 유의적인 차이가 없었기 때문에($p<0.05$) 국내외 소재 간의 차이가 없거나 국외산의 함량이 더 높은 것으로 나타남. 품종별 귀리의 항산화 활성은 ABTS 라디칼 소거능의 경우 77.88-116.14 mg TEAC/100 g, DPPH 라디칼 소거능의 경우 25.85-38.58 mg TEAC/100 g로 나타났고, 본 연구와 비교하여 볼 때 본 연구에서 진행한 항산화 활성이 더 높게 나온 것을 확

인 할 수 있었으며, 이는 표준용액의 차이와 실험방법의 차이로 인한 결과라고 생각됨.

- 국내외산 단호박의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 국내산이 311 ± 8 , 국외산이 133 ± 4 , DPPH radical 소거능의 경우 국내산이 199 ± 46 , 국외산이 103 ± 10 으로 국내산이 더 높게 나타났으며, 국내외 소재 간에 차이는 모두 유의적인 것으로 나타남($p<0.05$). 늙은 호박과 동결건조 한 단호박의 항산화능을 비교한 실험에서 전자공여에 의한 라디칼 소거능과 SOD유사활성과 아질산염 소거작용 모두 늙은 호박에서 보다 단호박에서 더 크고 높게 나타남(Kim. 2005). 본 연구에서도 국내산 단호박 중간소재의 항산화 활성이 좀 더 높게 평가 되었지만, 전체적으로 항산화 활성이 낮은 이유는 건조 및 열에 의하여 활성이 다소 낮아진 것으로 생각됨.
- 국내외산 생강의 항산화 활성은 ABTS radical 소거능의 경우 $3,322\pm 109$, $1,248\pm 338$, DPPH radical 소거능의 경우 국내산이 $1,500\pm 170$, 국외산이 $2,067\pm 99$ 로 국내외산 소재간의 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났음($p<0.05$).
- 국내외 시판 중간소재의 기능성 분석 결과, 총페놀 및 총플라보노이드 함량의 경우 블루베리와 단호박 소재에서 국내산 소재가 국외산보다 유의적으로 높게 나타났으며, 총안토시아닌 함량에서는 블루베리에서 국내산 소재가 국외산 소재보다 유의적으로 높게 나타났음. 항산화능의 경우 블루베리, 단호박 소재에서 국내산 소재가 국외산보다 활성이 유의적으로 높았으며, 생강 소재에서는 ABTS radical 소거능에서 국내산 소재가 국외산 소재보다 항산화능이 유의적으로 높게 나타났음. 국내산과 국외산 중간소재의 기능성 차이는 각 소재의 전처리 방법이나 가공 및 보관방법 등에 따라 달라질 수 있으며, 중간소재의 품종이나 생산 지역, 국가, 기후 등에 의해서도 바뀔 수 있을 것으로 생각됨. 따라서 농산물을 활용하여 식품의 중간소재로서 개발하기 위해서는 여러 조건을 비교하여 알맞은 농산물을 선정하고, 농산물의 기능성을 최대한 유지할 수 있는 중간소재 가공방법의 개발 및 최적화가 필요할 것으로 생각됨.

표 4. 시료별 시판 중간소재의 항산화활성 측정*

Sample	Origin	ABTS radical scavenging activity (mg VCE/100 g dried sample) ¹⁾	DPPH radical scavenging activity (mg VCE/100 g dried sample) ¹⁾
Blue berry	Korean domestic	7,050±321 ^{2)*}	4,000±176*
	Foreign	6,094±184	2,483±444
	Concentrated powder	369±17	302±4
Aronia	Korean domestic	14,461±356	10,350±475
	Foreign	18,050±907*	12,667±437*
Oat	Korean domestic	161±23	72±5 ^{NS}
	Foreign	2,384±113*	70±6
Sweet pumpkin	Korean domestic	311±8*	199±46*
	Foreign	133±4	103±10
Jujube	Korean domestic	338±4*	933±64*
	Concentrated powder	728±11*	124±9*
Ginger	Korean domestic	3,322±109*	1,500±170
	Foreign	1,248±338	2,067±99*

¹⁾ ABTS radical scavenging activity and DPPH radical scavenging activities are expressed as vitamin C equivalents (VCE); ²⁾Mean±Standarddeviation(SD)

*Means are significantly different between Korean domestic and foreign food materials $p < 0.05$ by t -test; ^{NS}not significant

- 국내외 시판 중간소재의 기능성 분석 결과, 총페놀 및 총플라보노이드 함량의 경우 블루베리와 단호박 소재에서 국내산 소재가 국외산보다 유의적으로 높게 나타났으며, 총안토시아닌 함량에서는 블루베리에서 국내산 소재가 국외산 소재보다 유의적으로 높게 나타났음. 항산화능의 경우 블루베리, 단호박 소재에서 국내산 소재가 국외산보다 활성이 유의적으로 높았으며, 생강 소재에서는 ABTS radical 소거능에서 국내산 소재가 국외산 소재보다 항산화능이 유의적으로 높게 나타남. 국내산과 국외산 중간소재의 기능성 차이는 각 소재의 전처리 방법이나 가공 및 보관방법 등에 따라 달라질 수 있으며, 중간소재의 품종이나 생산 지역, 국가, 기후 등에 의해서도 바뀔 수 있을 것으로 생각됨. 따라서 농산물을 활용하여 식품의 중간소재로서 개발하기 위해서는 여러 조건을 비교하여 알맞은 농산물을 선정하고, 농산물의 기능성을 최대한 유지할 수 있는 중간소재 가공방법의 개발 및 최적화가 필요할 것으로 생각됨.

1.3. 국내산 농산물을 이용한 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량 및 항산화 활성

- 중간소재 제품을 개발하였을 때, 기능적 측면이나 물성 등 다양한 측면에서 비교할 수 있는 기준 물질이 필요함. 현재 논문에 나와 있는 연구결과나 수치는 품종이나 실험형태, 추출 조건이 달라 비교하기가 부적합함. 따라서 같은 품종과 가공형태 등을 고려하여 실험한 결과는 제품 개발 시 기초자료로 쓰일 수 있을 것으로 생각됨.

1.3.(1) 방법 및 내용

- 담터와 소재 개발을 하고 있는 협동 기관과 연계하여 품종이나 생산년도를 고려하여 원재료를 구매하거나 제공받은 후 기능성 분석을 실시하였음.
- 원재료에 대한 품명 및 생산지는 다음과 같음(표. 3.1)

표 5. 원료에 따른 품명, 생산지 및 기타현황

원료명	품명	생산지	비고
블루베리	듀크, 블루크롭	평택	담터 제공
아로니아	바이킹	고창	담터 제공
귀리	-	부안	자체 구입
단호박	보우짱	서귀포	자체 구입
단호박껍질	보우짱	서귀포	자체 구입
대추	-	경북	담터 제공
생강	흙생강(원강)	서산	자체 구입

- 블루베리의 경우 생산량이 높아야 많은 수익을 낼 수 있기 때문에 짧은 시간 많은 양을 수확할 수 있는 듀크와 블루크롭을 섞어 파는 경우가 대부분이었으며, 원료는 담터에서 제공받았음. (1협동과 동일한 원료)
- 아로니아의 경우 국내에 존재하는 품종 중 바이킹이 대부분임. 전북 고창 농가가 아로니아의 주생산지역이며, 생산량이 가장 많음. 원료는 1협동과 동일한 원료를 담터에서 제공받았음
- 블루베리와 아로니아는 냉동상태로 제공되어 전처리 시 실온에서 해동하여 실험에 사용하였음.
- 귀리의 경우 부안에서 생산된 2015년산 국산 귀리를 (주)이마트에서 구매함. (1협동과 동일한 원료)
- 단호박의 경우 담터에서 1협동에 제공한 원료와 같은 품종의 단호박을 구할 수 없어 음료제품에 많이 쓰이면서 등의 연구결과에 따르면 단호박 품종 중 최근에 생산량이 많아지고 있으며, 소비자기호도가 높게 평가된 단호박 품종인 보우짱을 단호박 원료의 품종으로 선택하였음. 단호박에서 후숙과정은 당도를 결정 짓는 중요한 요인이기 때문에 수확 후 30일 후숙과정을 거친 단호박을 시료로 사용하였음. 단호박은 껍질을 제거한 뒤 과육부분만 시료로 사용하였음.
- 단호박껍질은 1협동에서 전처리 한 것과 같은 방법으로 수세한 후 단호박에서 과육과 껍질을 분리하여 시료로 사용하였음.
- 대추의 경우 건조된 슬라이스로 제공받았으나 시료의 균질화를 위해 분쇄하여 사용할 경우 엉겨 붙는 성질 때문에 분쇄가 잘 되지 않아 45℃에서 하루동안 건조 후 분쇄하

여 실험에 사용하였음.

- 생강의 경우 지역적 차이로 1협동과 같은 생강을 구할 수 없어, 충남서산에서 생강을 구매하여 수세한 후 껍질을 모두 제거한 뒤 시료로 사용하였음.
- 추출물 제조 시 원물을 작은 크기로 잘라 균질화 될 때까지 분쇄한 후 -18°C 에서 저장하였다가 추출 시 사용하였음.
- 구매하거나 제공받아 전처리 한 시료 5.00g에 물추출, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% 메탄올 100 mL를 넣고 분쇄기(Hanil)에 90초 동안 균질화한 뒤 여과하여 사용하였으며, 3번 반복하여 추출하였음. 불순물로 인해 추출이 어려운 경우 $8,870\times\text{g}$ 에서 원심분리 후 추출하였음. 추출물은 농축기(Buchi)를 사용하여 감압농축 후에 50% 메탄올 상태에서 냉동 보관(-80°C)하였으며, 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 및 항산화 활성을 측정하였으며, 측정 시 필요에 따라 농축한 시료를 희석하여 사용하였음.
- 총페놀 함량 측정 (Total Phenolics ; TP): 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 (Singleton, 1999)을 변형하여 측정하였음. 시료 10 μL 와 증류수 100 μL 를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 10 μL 를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시켰음. 그 후 7% Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 80 μL 를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응 시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader(iMark, Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 3번 반복 측정하였음. 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/100 g sample으로 표기하였음
- 총플라보노이드 측정 (Total Flavonoids ; TF): 총플라보노이드 함량은 건강기능식품 공전방법(Korea Food and Drug Administration, 2013)을 변형하여 실험하였음. 희석한 시료 17 μL 와 증류수 96 μL 를 혼합한 후 2.5% NaNO_2 (Sigma-Aldrich Co) 10 μL 를 넣어 균질화하였음. 그 후, 5% AlCl_3 (Sigma-Aldrich Co) 10 μL 를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 67 μL 넣어 균질화 한 후 510 nm에서 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 catechin(Sigma-Aldrich Co)을 사용하였으며, mg catechin equivalent (CE)/100 g sample로 표기하였음.
- 총안토시아닌 측정 (Total anthocyanins ; TA): 총안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC International, 2005)을 변형하여 측정하였음. 적당한 농도로 희석한 시료 10 μL 를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 190 μL 씩을 넣고 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 cyaniding-3-glucoside equivalents의 molecular weight(MW)와 molecular extinction coefficient(ϵ)값을 통하여 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 사용하였음 (Giusti MM., Wrolstad RE., 2001; Baek et al., 2015).
- 항산화능 (DPPH free radical scavenging activity, ABTS radical scavenging): DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법(Brand-Williams et al., 1995)을 변형하여 진행하였음. 80% 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well

microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 항산화 활성의 표준물질은 vitamin C(Ascorbic acid, Sigma-Aldrich Co)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g sample으로 표기하였음. ABTS radical 소거능의 경우 1.0 mM AAPH(2,2 ϕ -azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS²⁻(2,2 ϕ -azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 PBS와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후 syringe filter (PTFE 0.2 μ m, Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 반응물을 제거한 후 ABTS⁻시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37 °C였으며, 흡광도는 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 750 nm에서 3회 반복 측정하였음. 실험방법은 Re 등의 방법(Re et al., 1999)을 변형하여 실험하였음.

- 통계분석은 같은 원료의 추출 용매 농도를 다르게 하여 농축한 추출농축액 간에 차이를 알아보기 위해 분산분석(ANOVA) 중 일원배치분산분석(one way-ANOVA)을 수행하였으며, 유의성을 검정하기 위하여 Tukey 검정(Tukey HSD test)을 수행하였음. SPSS Version 23.0 package program (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계분석을 실시하였고, 유의 수준은 $p < 0.05$ 이었음.

1.3.(2) 연구 결과

- 원재료 농축 시 부유물이 존재하여 sample로 사용 할 때 흡광도의 영향을 줄 수 있기 때문에 원심분리 하여 상등액만 시료로 사용하였음.
- 총 페놀 함량은 대추>아로니아>생강>블루베리>귀리>단호박껍질>단호박 순으로 높게 나타났음
- 총플라보노이드 함량은 귀리>대추>블루베리>단호박껍질>생강>단호박 순으로 높게 나타났음.
- 총안토시아닌 함량은 블루베리와 아로니아에서 측정되었으며 아로니아가 블루베리보다 높은 함량을 나타냄.
- 블루베리와 아로니아의 경우 빛에 노출 되거나 온도가 높아지는 경우 값에 영향을 미칠 수 있어, 암실조건에서 모든 실험을 진행함.
- 추출 농도에 따른 총페놀 함량의 최적 추출 농도는 40%-60%인 것으로 생각됨.
- 추출 농도에 따른 총플라보노이드 함량의 최적 추출 농도는 20%-60%인 것으로 생각됨.
- 추출 농도에 따른 총안토시아닌 함량의 최적 추출 농도는 인 것으로 생각됨.
- 총페놀 함량의 원료별 최적 희석배수는 블루베리, 귀리, 단호박, 단호박껍질, 생강은 추출 원액으로 실험을 진행하였고, 아로니아는 10배희석, 대추는 20배 희석하여 실험을 진행하였음.
- 총플라보노이드 함량의 원료별 최적 희석배수는 아로니아가 4배 희석하여 측정하였고, 나머지 원재료는 모두 추출액 원액을 이용하여 실험하였음.

표 6. 국내산 농산물 원재료의 총페놀 함량

시료 추출(%)	국내산 (농식품 원물) (mg GAE ¹⁾ /100 g sample)						
	블루베리	아로니아	귀리	단호박	단호박껍질	(건)대추	생강
water	154±1 ^{2)b}	611±16 ^d	136±4 ^b	45±3 ^b	79±4 ^d	3,466±129 ^b	162±3 ^b
20% MeOH	137±7 ^c	689±29 ^c	146±1 ^a	62±2 ^a	89±2 ^{bc}	3,718±45 ^{ab}	158±7 ^{bc}
40% MeOH	157±2 ^{ab}	991±15 ^a	150±1 ^a	49±2 ^b	116±4 ^a	3,663±65 ^{ab}	145±3 ^c
60% MeOH	165±1 ^a	949±7 ^a	129±4 ^b	59±1 ^a	86±2 ^{cd}	3,806±91 ^a	196±7 ^a
80% MeOH	149±3 ^b	802±19 ^b	86±4 ^c	46±0 ^b	83±3 ^{cd}	3,811±39 ^a	167±3 ^b
100% MeOH	127±2 ^d	452±12 ^e	28±2 ^d	40±2 ^c	97±2 ^b	3,130±186 ^c	185±3 ^a

¹⁾ Total phenolics contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE)

²⁾ Mean±Standard deviation(SD)

표 7. 국내산 농산물 원재료의 추출 농도별 총플라보노이드 함량

시료 추출(%)	국내산 (농식품 원물) (mg CE ¹⁾ /100 g sample)						
	블루베리	아로니아	귀리	단호박	단호박껍질	(건)대추	생강
water	44±5 ^{2)b}	226±23 ^b	9±2 ^d	2±1 ^c	7±7 ^c	193±7 ^b	24±2 ^{bc}
20% MeOH	39±3 ^b	333±20 ^a	41±2 ^b	25±2 ^a	21±15 ^c	250±12 ^a	27±1 ^{bc}
40% MeOH	46±7 ^b	382±13 ^a	67±2 ^a	16±4 ^{ab}	74±3 ^b	240±13 ^a	31±2 ^b
60% MeOH	61±4 ^a	343±25 ^a	14±0 ^{cd}	24±6 ^{ab}	63±5 ^b	269±12 ^a	29±2 ^{bc}
80% MeOH	43±6 ^b	337±65 ^a	18±2 ^c	12±5 ^{bc}	54±5 ^b	197±10 ^b	20±5 ^c
100% MeOH	34±5 ^b	195±24 ^b	16±4 ^c	16±7 ^{ab}	130±7 ^a	105±6 ^c	51±7 ^a

¹⁾ Total Flavonoids contents are expressed as catechin equivalents (CE)

²⁾ Mean±Standard deviation(SD)

- 본 실험에서 아로니아 원물의 총페놀 함량이 452±12-991±15 mg GAE/100 g으로 나온 것에 비하여 아로니아의 총페놀 함량을 나타낸 논문 중 Chung의 연구에서 국내산 아로니아 총페놀 함량은 117.20±3.95 mg/g이었고, Hwang 등의 연구에선 110 mg/g, Choi 등의 연구에선 78.3±0.4-86.5±0.5 mg GAE/g으로 나타났음. 이는 쓰인 용매와 추출 온도와 시간, 보관기관에 차이가 있을 것으로 생각되며 본 실험의 아로니아는 생과를 사용하지 않고, 냉동된 시료를 사용하였기 때문에 차이가 나는 것으로 생각됨.
- 품종별 귀리의 항산화 성분과 항산화 활성을 본 실험에서 귀리의 총 페놀 함량은 83.41±4.24-130.59±4.54 mg GAE/100 g sample로 나타난 것(Ham HM. 2015)과 비교 하였을 때 거의 일치 하는 것으로 보여짐.
- Bhagwat 등(2011)에 의하면 호박의 총페놀 함량은 74 mg GAE/100 g, 이와 비교 시 단호박이 호박보다 더 높은 총페놀 함량을 갖는 것으로 나타났는데(Kim et al., 2005) 이는 단호박에 품종이나 숙성 상태, 각 부분에 분리상태에 따라 다르게 측정 된 것으로 생각 됨. 품종에 상관없이 단호박은 껍질이 과육보다 높은 총페놀 함량을 보이는 것으로 나타남.

표 8. 국내산 농산물 원재료의 추출 농도별 총 안토시아닌 함량

(mg CGE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	국내산 (농식품 원물)						
	블루베리	아로니아	귀리	단호박	단호박껍질	(건)대추	생강
water	81±2	360±18	1±1	ND	14±6	ND	ND
20% MeOH	82±4	367±9	ND	ND	2±3	ND	ND
40% MeOH	92±4	462±35	ND	ND	ND	ND	ND
60% MeOH	92±11	440±20	ND	ND	13±3	ND	ND
80% MeOH	86±8	390±10	ND	ND	ND	ND	ND
100% MeOH	93±4	274±11	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾ Mean±Standard deviation(SD), ND; Not detected

- DPPH radical 소거능은 대추>아로니아>생강>블루베리>귀리>단호박껍질>단호박 순으로 높게 나타났음.
- ABTS radical 소거능은 대추>아로니아>블루베리>생강>귀리>단호박껍질>단호박 순으로 높게 나타났음.
- 추출 농도에 따른 DPPH radical 소거능 측정에 최적 추출 농도는 시료에 따라 다를 것으로 생각되며, 대부분의 원재료에서 40%농도 이상일 때 항산화 값이 커지는 것으로 생각됨.
- 추출 농도에 따른 ABTS radical 소거능 측정에 최적 추출 농도는 시료에 따라 다를 것으로 생각됨.
- DPPH radical 소거능 측정에 원료별 최적 희석배수는 아로니아가 4배 희석 대추가 20배 희석하여 측정하였고, 나머지 원재료는 모두 추출액 원액을 이용하여 실험하였음.
- ABTS radical 소거능 측정에 원료별 최적 희석배수는 아로니아가 4배 희석, 대추 10배 희석하여 측정할 것을 제외하고, 나머지 원재료는 모두 추출액 원액을 이용하여 실험하였음.
- DPPH radical 소거능 결과는 표 3.5와 같고, ABTS radical 소거능 결과는 표와 같음.

표 9. 국내산 농산물 원재료의 추출농도별 DPPH radical 소거능

(mg VCE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	국내산 (농식품 원물)						
	블루베리	아로니아	귀리	단호박	단호박껍질	(건)대추	생강
water	149±3 ^{2)a}	696±20 ^c	74±4 ^{ab}	41±2 ^b	49±1 ^b	1,546±60 ^b	179±7 ^b
20% MeOH	132±2 ^b	820±15 ^b	70±4 ^{bc}	43±4 ^b	52±3 ^b	1,581±90 ^{ab}	174±6 ^b
40% MeOH	145±2 ^a	1,025±14 ^a	68±3 ^{bc}	44±3 ^b	52±4 ^b	1,750±101 ^a	171±2 ^b
60% MeOH	153±5 ^a	942±79 ^a	83±3 ^a	43±3 ^b	52±4 ^b	1,733±66 ^{ab}	202±10 ^a
80% MeOH	131±3 ^b	935±40 ^a	78±6 ^{ab}	40±2 ^b	57±1 ^b	1,694±75 ^{ab}	188±6 ^{ab}
100% MeOH	116±2 ^c	621±21 ^c	60±3 ^c	61±4 ^a	73±4 ^a	1,602±27 ^{ab}	203±9 ^a

1) DPPH radical scavenging activity are expressed as vitamin C equivalents (VCE)

2) Mean±Standard deviation(SD)

표 10. 국내산 농산물 원재료의 추출농도별 ABTS radical 소거능

(mg VCE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	국내산 (농식품 원물)						
	블루베리	아로니아	귀리	단호박	단호박껍질	(건)대추	생강
water	206±7 ^{2)a}	925±38 ^c	73±7 ^a	ND	38±9 ^b	1,551±308 ^{cd}	178±1 ^a
20% MeOH	182±7 ^{ab}	1,020±20 ^c	76±9 ^a	ND	34±2 ^b	476±1,189 ^d	183±9 ^a
40% MeOH	204±2 ^a	1,388±164 ^{ab}	92±12 ^a	2±3 ^{abc}	52±6 ^{ab}	4,378±187 ^a	178±1 ^a
60% MeOH	201±5 ^a	1,487±162 ^a	82±24 ^a	12±3 ^{ab}	40±4 ^b	3,791±202 ^{ab}	192±12 ^a
80% MeOH	182±21 ^{ab}	1,153±125 ^{bc}	62±4 ^a	13±9 ^{ab}	62±15 ^a	3,551±187 ^{ab}	5±5 ^b
100% MeOH	159±11 ^b	506±125 ^d	24±2 ^b	14±2 ^a	67±1 ^a	2,342±350 ^{bc}	4±3 ^b

1) ABTS radical scavenging activity are expressed as vitamin C equivalents (VCE), Not detected; ND

2) Mean±Standard deviation(SD)

- 귀리의 경우 DPPH radical 소거능은 60±3-83±3 mg VCE/100 g ABTS radical 소거능은 24±2-92±12 mg VCE/100 g로 측정되었는데 이는 이전 연구 중 품종별 귀리의 항산화 활성을 본 논문에서 ABTS 라디칼 소거능의 경우 77.88-116.14 mg TEAC/100 g, DPPH 라디칼 소거능의 경우 25.85-38.58 mg TEAC/100 g로 나타났고, 본 연구와 비교하여 볼 때 본 연구에서 진행한 항산화 활성이 더 높게 나온 것을 확인 할 수 있었으며, 이는 표준용액의 차이와 실험방법의 차이와 품종, 보관 시기에 따라 달라질 수 있다고 생각됨.
- 단호박의 항산화활성이 낮은 이유는 후숙기간과 품종에 의해서 차이가 난 것으로 생각됨.
- 대추의 경우 DPPH radical 소거능은 1,546±60-1,750±101 mg VCE/100 g ABTS radical 소거능은 476±1,189-4,378±187 mg VCE/100 g으로 측정되었는데, 20% MeOH 의 ABTS radical 소거능은 재실험 해야할 것으로 생각됨.
- Wang 등(22)이 보고한 바에 따르면 폴리페놀의 종류에 따라 ABTS 라디칼은 제거 하지만 DPPH 라디칼은 소거하지 못하는 경우가 있으므로 반대의 결과가 도출될 수 있음. 즉, DPPH radical 소거능

1.4. 제공받은 중간소재 (과립형 중간소재 sample 및 dry spray(SD) 중간소재 sample)의

총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 및 항산화활성

1.4.(1). 방법 및 내용

- 제1협동에서 제공받은 과립형 중간소재 9종 중 과립형 시료 3종(블루베리, 아로니아, 귀리)에 대하여 기능성 분석을 진행하였음.
- 제1협동에서 제공받은 SD 분말 2종(대추, 생강)에 대하여 기능성 분석을 진행하였음
- 중간소재는 ppm단위로 희석한 뒤 실험에 사용하였음.
- 과립에 경우 아로니아와 블루베리는 10,000 ppm 희석하여 사용하였으며, 귀리과립은 물에 잘 녹지 않아 최대 농도를 2,000 ppm으로 하여 실험을 진행하였음
- SD분말의 경우 모두 10,000 ppm으로 희석하여 측정하였으며, 대추는 상온에서 모두 녹는데 반해, 생강은 가라앉는 물질이 존재함. 생강의 경우 1,000 ppm까지 희석하여도 가라앉는 부분이 생김, 용해도에 문제가 아닌 것으로 생각됨. 따라서 생강 SD 중간소재의 경우 원심분리하여 필터링 후 실험에 사용하였음.
- 총페놀 함량 측정 (Total Phenolics ; TP): 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 (Singleton, 1999)을 변형하여 측정하였음. 시료 10 μ L와 증류수 100 μ L를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 10 μ L를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시켰음. 그 후 7% Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 80 μ L를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응 시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader(iMark, Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 3번 반복 측정하였음. 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/ g dried sample으로 표기하였음
- 총플라보노이드 측정 (Total Flavonoids ; TF): 총플라보노이드 함량은 건강기능식품 공전방법(Korea Food and Drug Administration. 2013)을 변형하여 실험하였음. 희석한 시료 17 μ L와 증류수 96 μ L를 혼합한 후 2.5% NaNO_2 (Sigma-Aldrich Co) 10 μ L를 넣어 균질화하였음. 그 후, 5% AlCl_3 (Sigma-Aldrich Co) 10 μ L를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 67 μ L 넣어 균질화 한 후 510 nm에서 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 catechin(Sigma-Aldrich Co)을 사용하였으며, mg catechin equivalent (CE)/ g dried sample로 표기하였음.
- 총안토시아닌 측정 (Total anthocyanins ; TA): 총안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC International. 2005)을 변형하여 측정하였음. 적당한 농도로 희석한 시료 10 μ L를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 190 μ L씩을 넣고 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 cyaniding-3-glucoside equivalents의 molecular weight(MW)와 molecular extinction coefficient(e)값을 통하여 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 사용하였음 (Giusti MM., Wrolstad RE., 2001; Baek et al., 2015).
- 항산화능 (DPPH free radical scavenging activity, ABTS radical scavenging): DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법 (Brand-Williams et al., 1995)을 변형하여 진행하였음. 80% 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하

였음. 항산화 활성의 표준물질은 vitamin C(Ascorbic acid, Sigma-Aldrich Co)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/ g으로 표기하였음. ABTS radical 소거능의 경우 1.0 mM AAPH(2,2 ϕ -azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS²⁻(2,2 ϕ -azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 PBS와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후 syringe filter (PTFE 0.2 μ m, Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 반응물을 제거한 후 ABTS⁻시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37 °C였으며, 흡광도는 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 750 nm에서 3회 반복 측정하였음. 실험방법은 Re 등의 방법(Re et al., 1999)을 변형하여 실험하였음.

1.4.(2). 연구 결과

- 원물과 비교하였을 때 과립형의 경우 ABTS radical 소거능에서 높은 항산화능을 보였고, spray dry한 분말화 제품에서는 총페놀 함량이 증가하는 것으로 보이거나 대추의 경우 총페놀 함량이 대추원물가루에 비해 낮은 것으로 측정됨. 그러나 귀리는 용해성이 좋지 않은데 반해 ABTS radical 소거능에서 원물보다 높은 항산화능을 나타내어 기능적으로 향상된 수치를 볼 수 있었음.

표 11. 과립형 소재의 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 및 항산화 활성

시료 실험방법	국내산 농산물 활용 중간소재		
	블루베리과립	아로니아과립	귀리과립
Total phenolics (mg GAE/100 g sample)	10 \pm 0 ¹⁾	14 \pm 0	32 \pm 10
Total Flavonoids (mg CE/100 g sample)	2 \pm 0	11 \pm 0	0.5 \pm 0.3
DPPH radical 소거능 (mg VCE/100 g sample)	3 \pm 2	17 \pm 1	11 \pm 1
ABTS radical 소거능 (mg VCE/100 g sample)	125 \pm 11	404 \pm 74	114 \pm 13
Total anthocyanins (mg CGE/ 100g sample)	130 \pm 16	78 \pm 21	41 \pm 47

¹⁾ Mean \pm Standard deviation(SD)

표 12. SD 소재의 총페놀, 총플라보노이드 및 항산화 활성

시료 실험방법	국내산 농산물 활용 중간소재 (Dry spray sample)	
	대추	생강
Total phenolics (mg GAE/100 g sample)	70 \pm 28 ¹⁾	767 \pm 28
Total Flavonoids (mg CE/100 g sample)	0.6 \pm 0.4	8 \pm 1
DPPH radical 소거능 (mg VCE/100 g sample)	4 \pm 0	26 \pm 1
ABTS radical 소거능 (mg VCE/100 g sample)	4 \pm 1	24 \pm 2
Total anthocyanins (mg CGE/100g sample)	ND	ND

¹⁾ Mean \pm Standard deviation(SD), ND; Not detected

- 과립화하였을 때 귀리를 제외한 시료가 높은 농도에서도 용해성이 높은 것을 확인하였고, spray dry 분말화제품의 경우 대추는 물에 잘 녹는 것을 확인할 수 있었지만, 생강의 경우 상온에서 가라앉는 물질이 많아 개선해야 할 것으로 생각됨.

- 제공된 중간소재에 대한 물성확인실험을 진행해야 할 것으로 생각됨.

1.5. 사과부산물을 이용한 총페놀, 총플라보노이드, 총안토시아닌 함량 및 항산화 활성

- 과일은 여러 식물성 자원 중 가장 항산화능이 뛰어난 천연 자원으로 특히 유리기를 소거하는 능력이 탁월한 것으로 보고되어왔음.
- 이들 성분의 종류에는 플라보노이드, 탄닌, 카테킨 등의 폴리페놀 성분 뿐 아니라 비타민 C, 토코페롤, 카로티노이드 등의 항산화 비타민 성분 등이 관련되며, 특히 과일 중량의 10-32%를 차지하는 껍질부위에는 만성질환을 예방할 수 있는 페놀 화합물 등 각종 기능성 성분이 많이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있음.
- 최근 장수식으로 널리 알려져 많은 관심을 끌고 있는 macrobiotic diet (전체식)의 원리 또한 자연식품의 전체부위의 식용을 강조한 것으로 과일의 경우 껍질의 중요성이 강조됨.
- 지금까지 많은 연구는 과일의 식용부위 즉, 과일 주스나 과육에 함유된 항산화 성분 및 관련 기능성을 주로 보고하였으나 실제로 항산화능이 두드러진 부위는 껍질임이 밝혀지고 있음.
- 그러나 국내에서 유통되는 과일의 껍질에 함유된 항산화 성분 및 항산능에 관한 체계적인 연구 보고는 거의 발견되지 않음.
- 사과는 식이섬유, 비타민C 및 폴리페놀 등 다양한 기능성 성분을 함유하고 있으며 심혈관질환 및 암 등 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 알려지고 있음. 폴리페놀은 사과의 주된 항산화활성성분으로 특히 과피에 함유량이 높아 과육과 비교하여 품종에 따라 약 2~9배 정도 많은 것으로 알려짐. 가공은 주로 음료 및 잼 등 과육을 이용하는데 가공 중 발생하는 과피의 폴리페놀 성분은 합성소재를 대신 할 기능성 물질과 천연 항산화제로써 이용가치가 큼.

1.5.(1) 방법 및 내용

- 캐나다산 사과껍질 가루에 경우 Organic Traditions Co.에서 나온 Apple Peel Powder 를 구매하여 실험에 사용하였음.
- 사과껍질 원물과 열풍건조 시료의 경우 제2협동에서 제공받은 후 실온상태에서 해동하여 전처리를 하였음.
- 사과껍질원물 시료는 실온상태에서 해동된 사과껍질을 균질화 하여 마쇄한 후 냉동상태로 보관하였다가 실험에 사용하였음.
- 사과껍질 동결건조 시료는 제 3협동 세종대학교에서 제공받아 사용하였음.
- 사과껍질 열풍건조 시료는 실온상태에서 해동된 사과껍질을 65℃에서 하루동안 건조하여 분쇄한 후 사용하였음.
- 열풍건조의 경우 사과껍질이 갈변하여 짙은 갈색을 띠었음.
- 사과껍질을 추출 후 농축하여 보관할 때 캐나다산 사과껍질에 대하여 시료의 껍질화 상

태가 유지되는 것을 확인할 수 있었음 (실온에서 온도 유지 후 원심분리하여 시료로 사용함)

- 총페놀 함량 측정 (Total Phenolics ; TP): 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 (Singleton, 1999)을 변형하여 측정하였음. 시료 10 μ L와 증류수 100 μ L를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 10 μ L를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시켰음. 그 후 7% Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 80 μ L를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응 시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader(iMark, Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/100 g sample로 표기하였음
- 총플라보노이드 측정 (Total Flavonoids ; TF): 총플라보노이드 함량은 건강기능식품 공전방법(Korea Food and Drug Administration. 2013)을 변형하여 실험하였음. 희석한 시료 17 μ L와 증류수 96 μ L를 혼합한 후 2.5% NaNO_2 (Sigma-Aldrich Co) 10 μ L를 넣어 균질화하였음. 그 후, 5% AlCl_3 (Sigma-Aldrich Co) 10 μ L를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co) 67 μ L 넣어 균질화 한 후 510 nm에서 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 catechin(Sigma-Aldrich Co)을 사용하였으며, mg catechin equivalent (CE)/ 100g sample로 표기하였음.
- 총안토시아닌 측정 (Total anthocyanins ; TA): 총안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC International. 2005)을 변형하여 측정하였음. 적당한 농도로 희석한 시료 10 μ L를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 190 μ L씩을 넣고 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 표준물질은 cyaniding-3-glucoside equivalents의 molecular weight(MW)와 molecular extinction coefficient(ϵ)값을 통하여 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 사용하였음 (Giusti MM., Wrolstad RE., 2001; Baek et al., 2015).
- 항산화능 (DPPH free radical scavenging activity, ABTS radical scavenging): DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법(Brand-Williams et al., 1995)을 변형하여 진행하였음. 80% 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였음. 항산화 활성의 표준물질은 vitamin C(Ascorbic acid, Sigma-Aldrich Co)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g sample로 표기하였음. ABTS radical 소거능의 경우 1.0 mM AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS^{2-} (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 PBS와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후 syringe filter (PTFE 0.2 μ m, Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 반응물을 제거한 후 $\text{ABTS}^{\cdot-}$ 시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37 °C였으며, 흡광도는 96 well microplate reader(iMark)를 이용하여 750 nm에서 3회 반복 측정하였음. 실험방법은 Re 등의 방법(Re et al., 1999)

을 변형하여 실험하였음.

1.5.(2) 연구 결과

- 최근에 보고된 24종의 과일에 대한 총 페놀함량은 식용부위를 기준으로(fresh weight, FW) 15.7-1018 mg GAE/100 g의 함량으로 보고되어, 총 페놀함량은 과일의 식용부위(과육) 보다 과피에 주로 농축되어 있음을 알 수 있음

표 13. 사과부산물의 추출 농도별 총페놀 함량

(mg GAE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	캐나다산	국내산		
	사과껍질가루	사과껍질원물	사과껍질 동결건조	사과껍질 열풍건조
water	1,258±39 ^{2)e}	72±2 ^d	504±11 ^e	728±9 ^c
20% MeOH	1,722±62 ^c	90±1 ^c	692±3 ^d	816±24 ^b
40% MeOH	2,029±104 ^{ab}	94±2 ^b	931±19 ^b	881±5 ^a
60% MeOH	2,197±87 ^a	112±4 ^a	1,013±29 ^a	877±34 ^a
80% MeOH	1,866±53 ^{bc}	98±4 ^{bc}	907±6 ^b	789±15 ^b
100% MeOH	1,466±44 ^d	75±2 ^d	750±24 ^c	657±14 ^d

¹⁾ Total phenolics contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE)

²⁾ Mean±Standard deviation(SD)

- 사과부산물의 경우 최적 추출 농도는 40-80% 메탄올인 것으로 생각 되며, 총페놀 함량은 캐나다산 사과껍질가루>사과껍질원물>사과껍질동결건조>사과껍질열풍건조 순으로 높은 것을 확인하였음.
- 시료의 폴리페놀 함량은 일반적으로 품종, 숙성시기, 껍질의 색 등에 따라 큰 차이를 나타낼 뿐만 아니라(Rice-Evans CA et al; Diaz-Mulab HM et al) Folin-Ciocalteu 시약을 이용하는 방법 및 절차 등 여러 요인에 따라서도 측정치간의 결과가 다르게 나타날 수 있음.

표 14. 사과부산물의 추출 농도별 총플라보노이드 함량

(mg CE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	캐나다산	국내산		
	사과껍질가루	사과껍질원물	사과껍질 동결건조	사과껍질 열풍건조
water	1,012±14 ^{2)c}	27±5 ^d	144±10 ^{bc}	144±6 ^b
20% MeOH	1,215±37 ^b	35±1 ^{bc}	104±13 ^c	158±9 ^{ab}
40% MeOH	1,206±41 ^b	39±2 ^{ab}	244±39 ^a	168±5 ^a
60% MeOH	1,427±27 ^a	46±3 ^a	259±28 ^a	173±7 ^a
80% MeOH	1,170±73 ^b	45±2 ^a	211±13 ^{ab}	150±4 ^b
100% MeOH	979±34 ^c	28±0 ^{cd}	267±44 ^a	101±6 ^c

¹⁾ Total Flavonoids contents are expressed as catechin equivalents (CE)

²⁾ Mean±Standard deviation(SD)

- Kubola와 Siriamornpun에 따르면 과일의 부위별 플라보노이드 함량은 과피 부분이 과육과 씨 부위보다 3배 이상 높았으며, 주요 화합물은 quercetin, rutin, myricetin, luteolin, apigenin, 그리고 kaempferol 등이라고 보고된 바 있음.
- 본 실험에서 총플라보노이드 함량은 catechin으로 진행되었으나. 추후 사과부산물에 대해서 Quercetin으로 진행 할 예정이다.

표 15. 사과부산물의 추출 농도별 총안토시아닌 함량

(mg CGE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	캐나다산	국내산		
	사과껍질가루	사과껍질원물	사과껍질 동결건조	사과껍질 열풍건조
water	27±2 ¹⁾	ND	ND	ND
20% MeOH	31±3	ND	ND	ND
40% MeOH	35±3	3±3	19±1	ND
60% MeOH	35±4	ND	26±3	ND
80% MeOH	32±1	ND	31±2	ND
100% MeOH	30±2	ND	30±1	ND

¹⁾ Mean±Standard deviation(SD)

ND; Not detected

- 사과부산물의 총안토시아닌 함량의 경우 캐나다산 사과껍질에서 가장 많은 양이 있는 것으로 나타났고, 사과껍질 동결건조 0%와 20% 메탄올 추출을 제외한 나머지 추출부에서 19±1-31±2 함량을 보였음. 이는 사과껍질에 있는 대표적 플라보노이드계인 quercetin 및 색소의 영향일 것으로 생각됨.
- 사과부산물의 경우 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능에서 캐나다산 사과껍질 > 사과껍질동결건조 > 사과껍질열풍건조 > 사과껍질원물 순으로 높게 평가되었음.
- 사과부산물의 OD 안정값 최적 농도는 DPPH radical 소거능은 캐나다 사과껍질 10배를 제외한 나머지 시료는 모두 원액으로 측정됨 (OD값이 높지 않아 희석하지 않아도 됨).
- ABTS radical 소거능의 경우 캐나다산 사과껍질은 20배희석, 동결건조와 열풍건조는 4배 희석하여 최적농도로 희석하여 측정하였음.

표 16. 사과부산물의 추출 농도별 DPPH radical 소거능

(mg VCE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	캐나다산	국내산		
	사과껍질가루	사과껍질원물	사과껍질 동결건조	사과껍질 열풍건조
water	1,554±25 ^{2)c}	95±4 ^b	513±20 ^c	502±6 ^{ab}
20% MeOH	1,865±81 ^b	110±2 ^a	647±15 ^b	526±14 ^a
40% MeOH	2,108±44 ^a	112±3 ^a	836±12 ^a	453±11 ^{bc}
60% MeOH	2,119±155 ^a	117±1 ^a	868±34 ^a	510±13 ^{ab}
80% MeOH	1,967±103 ^{ab}	112±5 ^a	841±33 ^a	497±49 ^{ab}
100% MeOH	1,577±10 ^c	91±3 ^b	673±28 ^b	407±20 ^c

¹⁾ DPPH radical scavenging activity are expressed as vitamin C equivalents (VCE)

²⁾ Mean±Standard deviation(SD)

표 17. 사과부산물의 추출 농도별 ABTS radical 소거능

(mg VCE¹⁾/100 g sample)

시료 추출(%)	캐나다산	국내산		
	사과껍질가루	사과껍질원물	사과껍질 동결건조	사과껍질 열풍건조
water	2,707±389 ^{2)b}	87±5 ^b	532±11 ^c	614±43 ^a
20% MeOH	3,533±156 ^a	309±17 ^a	746±72 ^b	627±40 ^a
40% MeOH	3,444±399 ^a	323±29 ^a	1,060±39 ^a	710±43 ^a
60% MeOH	4,040±216 ^a	117±9 ^b	1,158±80 ^a	687±38 ^a
80% MeOH	4,058±132 ^a	109±9 ^b	1,096±66 ^a	684±45 ^a
100% MeOH	1,924±94 ^c	85±4 ^b	833±39 ^b	497±16 ^b

¹⁾ ABTS radical scavenging activity are expressed as vitamin C equivalents (VCE)

²⁾ Mean±Standard deviation(SD)

- 사과껍질 동결건조의 경우 DPPH radical 소거능은 93.1±0.9%, 10 mg/mL, ABTS radical 소거능은 80.1±0.5%, 10 mg/mL로 보고된바 있음.
- 항산화능 차이는 여러 조건과 환경에 의해 변화 할 수 있으므로 같은 조건과 환경에서 비교하는 과정이 필요할 것으로 생각됨.

2. 2차년도: 농식품 자원 및 부산물 활용 중간소재의 표준화, 안정화, 저장안정성 평가 / 중간소재 기반 제품의 가공적성평가, 가공적성 지표 설정 및 표준 균일성 확보

2.1. 연구내용 요약

- 농산물 소재 중 블루베리, 아로니아, 생강. 대추를 이용 중간소재로 개발을 진행하였음.

- 블루베리와 아로니아의 경우 아임계 추출하여 안토시아닌을 지표로 한 액상 추출물을 제조하였고, 공정 최적화를 진행하였음. 베리류 소재에 대한 최적공정 시료를 각각 1개 sample씩 1협동에서 제공받았고, 액상 소재에 대한 가공적성 및 소재의 안정성, 기능성을 분석하였음.
- 생강과 대추의 경우 세립 분말화를 통해 입자크기를 조절하였으며, 특용작물 소재에 대한 최적 배합비로 시료를 각각 제공받았고, 분말 소재에 대한 가공적성 및 안정성, 기능성 분석을 진행함.
- 중간소재를 이용한 제품화와 균일성을 유지하기 위한 가공적성지표를 각 소재의 기능성과 분산성으로 정하였으며, 이에 따른 가공적성을 본 후 추후 저장안정성을 실험할 예정임.
- 저장기간에 따라 가공적성이 어떻게 변화하는지 가공적성과 안정성을 함께 진행함.
- 모든 중간소재 sample에서 초기균수가 높아 액상의 경우 고농축 액상을 만드는 공정이 필요할 것으로 보이며, 총안토시아닌의 영향을 미치지 않는 살균공정이 필요할 것으로 생각됨.
- 분말 소재의 경우 흡수성과 용해성이 좋고 기능성이 높으며, 저장성이 향상된 제품을 만들기 위해서 분말을 제조하기 전 원료단계에서 보다 위생적인 세척, 가공이 필요할 것으로 판단됨.
- 추가로 가공 및 운반, 저장 시 발생할 수 있는 균의 대한 기능성을 유지할 수 있는 살균공정이 필요할 것으로 보이며, 분말제품의 경우 오염된 제품을 육안으로 판별하기 어렵기 때문에 저장안전성에 보다 초점을 맞춰야 할 것으로 생각됨.

2.2. 액상 소재의 가공 적성 및 저장 안전성 실험

2.2.(1) 실험방법

- 보관 온도 선택은 액상 소재를 보관하는 온도 중 일반적으로 액상 소재를 보관하는 5℃(냉장), 15℃(Display 냉장), 25℃(실온)온도를 보관온도로 선택하여 3개월 동안 저장하였으며, 2주에 1회씩 저장 중인 중간소재를 채취하여 가공적성 및 세균, 효모, 곰팡이의 대한 저장안전성 실험을 진행하였음.
- 액상 소재의 실험 시 가공적성 실험은 색도, 수분함량, 당도, pH, 기능성(TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging) 총 6개 실험으로 진행하였고, 저장기간에 따른 안전성을 생균수(PCA, YM, PDA) 측정을 통해 함께 평가하였음.

* 색도의 경우 colormeter(color JC801, color techno system co., LTD, Japan)를 이용하여 3번 반복 측정함.

* 수분함량의 경우 moisture meter(MA35M-000230V1, Sartorius Weighing Techno GmbH, Germany)를 이용하여 1 g씩 3번 반복 측정함.

* 당도의 경우 당도계(saccharimeter)를 이용하여 측정함.

* pH의 경우 pH meter(ORION 3 STAR series, Thermo scientific, Singapore)를 이용하여 측정함.

* 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[Singleton VL et al. 1999]을 변형하여 측정하였음. 96 well plate(SPL, Korea)에 시료 10 μ l와 증류수 100 μ l를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma, USA) 10 μ l를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시킴. 그 후 7%(w/v) Na_2CO_3 (Sigma) 80 μ l를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader (iMark, Bio-Rad Laboratories, USA)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질로 gallic acid(Sigma)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/100 g fresh weight으로 함량을 표기함.

* 총플라보노이드 함량은 건강기능식품공전방법(2013)을 변형 하여 실험함. 96 well plate에 희석한 시료 17 μ l와 증류수 96 μ l를 혼합한 후 2.5% (w/v) NaNO_2 (Sigma) 10 μ l를 넣어 균질화함. 그 후, 5% (w/v) AlCl_3 (Sigma) 10 μ l를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma) 67 μ l 넣어 균질화한 후 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 catechin(Sigma)을 사용하였으며, mg catechin equivalent(CE)/100 g fresh weight으로 함량을 표기함.

* 총안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC. 2005)을 변형하여 측정하였다. 96 well plate에 적당한 농도로 희석한 시료 10 μ l를 넣고 각각 2.5 mM potassium chloride buffer (pH 1.0)와 400 mM sodium acetate buffer(pH 4.5) 190 μ l씩 넣고, 510 nm와 700 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 cyaniding-3-glucoside equivalents의 molecular weight(MW)와 molecular extinction coefficient(ϵ)값을 통하여 monomeric anthocyanin pigment 방법을 변형하여 사용함(Giusti MM&Wrolstad RE, 2001).

* ABTS radical 소거능의 경우, Re 등의 방법(1999)을 변형하여 실험함. 96 well plate에 1.0 mM AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS2-(2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 phosphate-buffered saline와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후, 0.2 μ m PTFE syringe filter(Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 반응물을 제거 후, ABTS·-시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37°C였으며, 흡광도는 96well microplate reader를 이용해 750 nm에서 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하여, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g fresh weight으로 항산화능을 표기함.

* DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법 (Brand-williams W et al.1995)을 변형하여 진행하였음. 80% (v/v) 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g fresh weight으로 항산화능을 표기함.

* 생균수의 경우 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성을 실험하기 위해 Difco사에서 Plate Count Agar(PCA), YM agar, Potato Dextrose Agar(PDA)를 사용하였으며,

식품공전법을 참고하여 pouring법으로 실험한 후 PCA는 37℃, YM, PDA는 30℃ incubator에서 24시간에 한번 씩 count하였고, 72시간 동안 관찰한 후 균수에 따라 CFU/mL나 log CFU/mL로 표기함.

- 통계처리의 경우 SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 온도 간, 저장기간의 차이를 one-way ANOVA를 통해 분석하였고, Tukey's 검정을 진행하였음($p < 0.05$). 유의성 차이 중 알파벳 대문자는 온도간의 유의성을 나타내었고 소문자는 저장기간의 유의성 차이를 표시하였음.

2.2.(2) 가공적성 및 저장안전성 실험 결과

[1] 블루베리 아임계 추출물

- 블루베리 시료의 색도, 수분함량, 당도, pH의 저장기간 별 가공적성 변화는 Table.1과 같음.

표.18 블루베리 아임계 추출액의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 당도, 수분함량, 색도의 변화

Weeks	Temperature	pH	당도 (Brix%)	수분 함량(%M)	color		
					L	a	b
0	5°C	3.43	4.20	97.80±0.11 ^{bNS}	9.51±0.00 ^{cdNS}	-4.96±0.00 ^{cNS}	3.35±0.49 ^{bNS}
	15°C			97.80±0.11 ^{nsNS}	9.51±0.00 ^{cNS}	-4.96±0.00 ^{bNS}	3.35±0.49 ^{aNS}
	25°C			97.80±0.11 ^{cNS}	9.51±0.00 ^{eNS}	-4.96±0.00 ^{dNS}	3.35±0.49 ^{bNS}
2	5°C	3.41	4.00	97.93±0.03 ^{abB}	10.08±0.00 ^{ab}	-4.33±0.00 ^{cB}	3.29±0.24 ^{bB}
	15°C	3.41	4.00	98.00±0.17 ^{nsB}	10.33±0.21 ^{ab}	-4.45±0.26 ^{bB}	3.32±0.35 ^{ab}
	25°C	3.34	3.80	98.54±0.08 ^{abA}	12.04±0.00 ^{aA}	-2.92±0.00 ^{bcA}	6.19±0.12 ^{aA}
4	5°C	3.41	4.00	98.03±0.14 ^{abB}	9.29±0.00 ^{dB}	-0.58±0.00 ^{abNS}	1.50±0.00 ^{cA}
	15°C	3.42	4.00	97.98±0.08 ^{nsB}	9.44±0.22 ^{cB}	-0.46±0.16 ^{aNS}	0.34±0.38 ^{cdB}
	25°C	3.33	3.60	98.81±0.14 ^{abA}	9.94±0.26 ^{deA}	-0.47±0.33 ^{aNS}	1.19±0.46 ^{dAB}
6	5°C	3.41	4.20	98.04±0.04 ^{abB}	9.29±0.00 ^{dB}	0.60±0.96 ^{cNS}	1.20±0.16 ^{aA}
	15°C	3.40	4.20	98.17±0.23 ^{nsB}	9.67±0.27 ^{bcAB}	-0.28±1.26 ^{aNS}	-0.66±0.68 ^{cdC}
	25°C	3.31	3.80	99.10±0.09 ^{aA}	10.20±0.16 ^{dA}	-0.66±0.68 ^{aNS}	1.20±0.55 ^{dB}
8	5°C	3.42	4.00	98.31±0.24 ^{ab}	9.29±0.00 ^{dNS}	-0.58±0.00 ^{abA}	0.07±0.00 ^{dNS}
	15°C	3.43	4.00	97.95±0.25 ^{nsB}	9.87±0.00 ^{abcNS}	-0.15±0.00 ^{aA}	1.07±0.00 ^{bcNS}
	25°C	3.38	3.60	99.06±0.05 ^{aA}	10.85±0.00 ^{cNS}	-1.97±0.26 ^{abB}	1.42±0.00 ^{dNS}
10	5°C	3.40	4.00	98.11±0.18 ^{abB}	9.67±0.00 ^{bcB}	-1.68±0.00 ^{bA}	1.67±0.00 ^{cB}
	15°C	3.39	4.00	98.11±0.19 ^{nsB}	9.74±0.05 ^{bcB}	-2.01±0.23 ^{aA}	1.80±0.09 ^{bB}
	25°C	3.42	3.90	98.80±0.18 ^{abA}	11.07±0.15 ^{cA}	-3.85±0.26 ^{cdB}	2.76±1.62 ^{bcA}
12	5°C	3.38	4.50	98.04±0.23 ^{abB}	9.82±0.21 ^{abB}	-1.56±0.33 ^{bNS}	1.62±0.07 ^{cNS}
	15°C	3.39	4.50	98.01±0.10 ^{nsB}	10.12±0.00 ^{abB}	-1.89±0.81 ^{aNS}	1.09±0.00 ^{bcNS}
	25°C	3.54	4.20	99.07±0.11 ^{aA}	11.54±0.05 ^{bA}	-1.95±0.87 ^{abNS}	1.47±0.49 ^{cdNS}

NS: not significant

- 저장하기 전, 제공받은 블루베리 추출액의 가공적성은 pH 3.43, 당도 4.2 Brix%, 수분 함량은 97.80±0.11 %M, 색도는 L값 9.51±0.00, a값 -4.96±0.00, b값 3.35±0.49으로 나타났다.
- 블루베리 액상 소재의 경우 저장기간이 증가할수록 pH와 당도는 낮아지고, 수분함량은 점차 증가하는 경향을 보였고, 저장기간과 저장온도가 증가 할수록 수분함량이 증가하는 경향을 보였음.
- 색도의 경우 L값과 a값이 저장기간에 따라 온도별로 조금씩 증가하는 경향을 보였으며, b값의 경우 떨어지는 경향을 보임. 같은 저장기간에서 온도별로 비교하였을 때, 저장기간이 증가할수록 25°C에서 L값이 증가하는 경향을 보였으며, a값과 b값의 차이는 크지 않았음.
- 블루베리 아임계 추출액의 저장기간에 따른 시료 색의 변화는 Fig. 1에 나타냄.

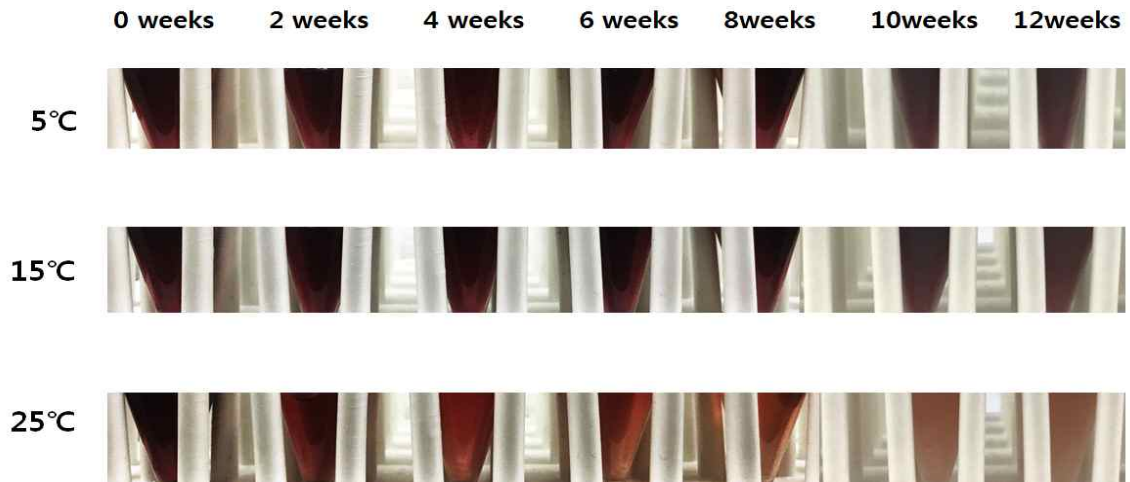


Fig. 1 블루베리 아임계 추출액의 저장일수에 따른 색의 변화

- 블루베리 액상 소재의 경우 저장기간과 온도에 따라 pH와 당도, 수분함량, 색도의 Lightness(L값)의 영향을 줄 수 있는 것으로 보임
- 블루베리 액상소재의 TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging의 분석 결과는 Fig. 2, 3, 4, 5, 6과 같음.

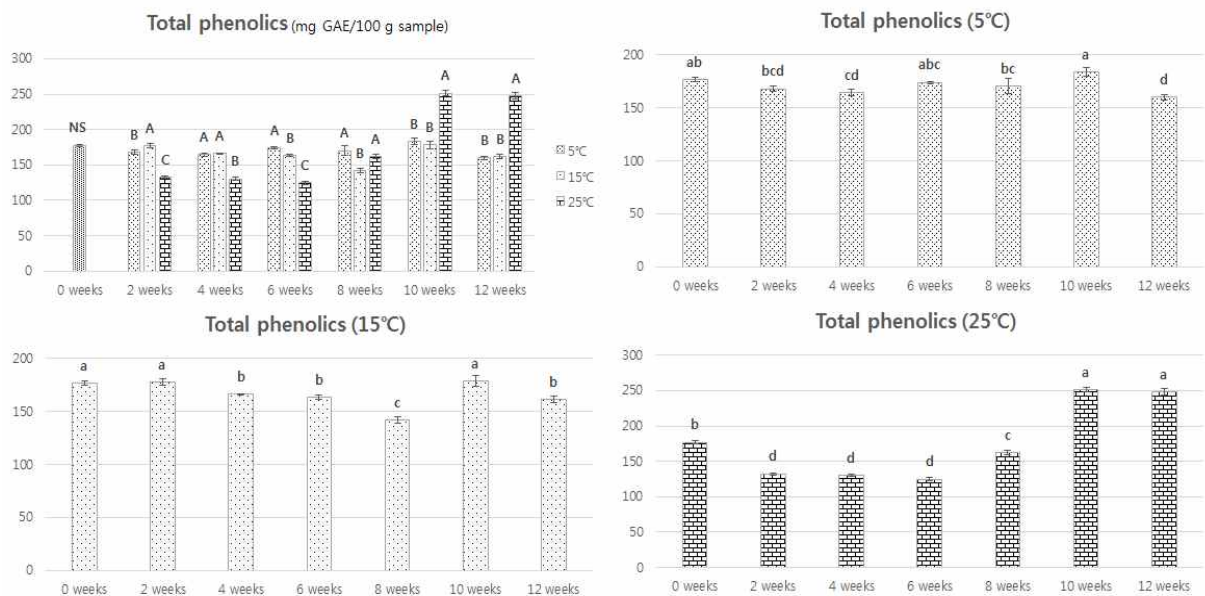


Fig. 2 블루베리 아임계 추출액의 저장기간에 따른 총페놀함량의 변화

- 블루베리의 총폴리페놀 함량은 5°C와 15°C, 25°C의 경우 초기 TP함량은 176.87±1.90 mg GAE/100 g sample이었으며, 5°C와 15°C는 저장일에 따른 변화가 거의 없었고, 25°C의 경우 6주차까지 감소하다가 8주차까지 증가하여 12주차에서 247.95±4.52 mg GAE/100 g sample로 초기 TP 함량보다 유의적으로 높아지는 것으로 나타남.
- 저장 중 생균수 변화 결과를 고려할 때 미생물의 생장이 TP 함량 변화에 영향을 주었을 것으로 생각됨.

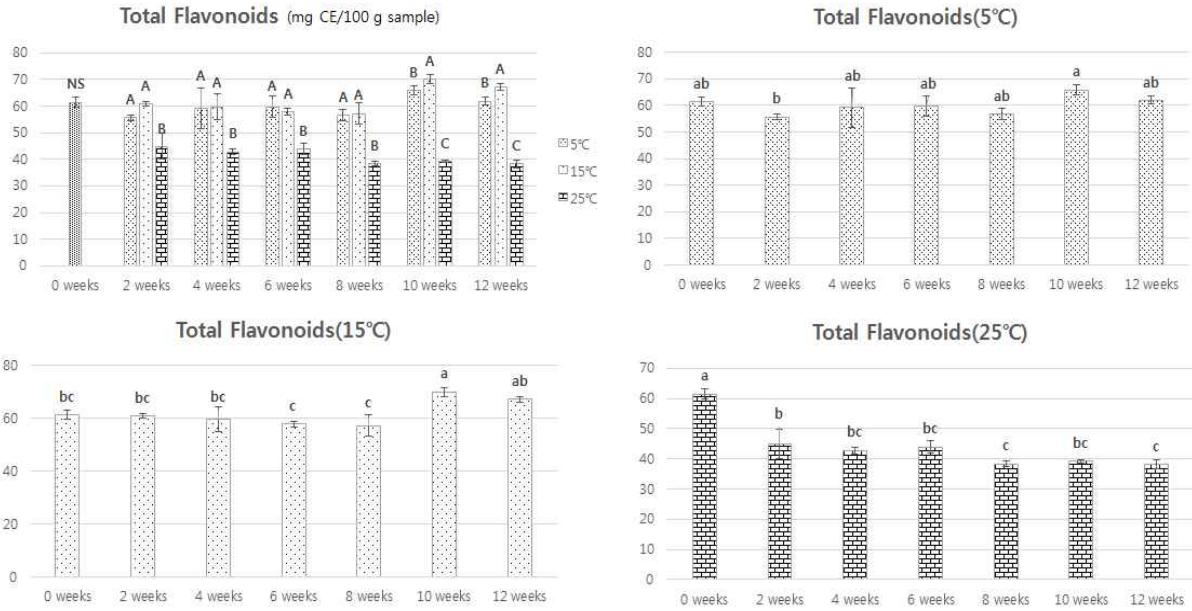


Fig. 3 블루베리 아임계 추출액의 저장기간에 따른 총플라보노이드의 변화

- 블루베리의 총플라보노이드의 경우 초기 함량은 61.47±1.78 mg CE/100 g sample이었으며, 5°C, 15°C에서는 크게 차이가 없었고, 25°C에서는 2주차부터 감소하기 시작하여 12주차까지 계속적으로 감소하는 경향을 나타냄(38.26±1.40 mg CE/100 g sample).

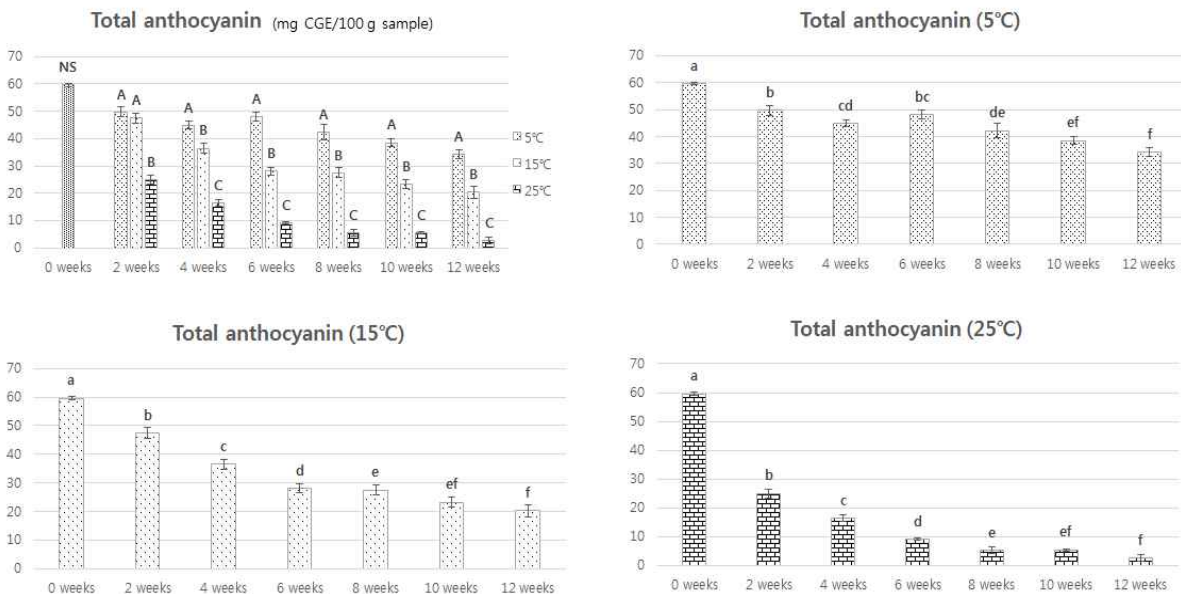


Fig. 4 블루베리 아임계 추출액의 저장기간에 따른 총안토시아닌의 변화

- 블루베리의 총안토시아닌 함량의 경우 초기 함량은 59.57±0.51 mg CGE/100 g sample이었고, 모든 온도 조건에서 저장일수에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 온도 조건이 높아질수록 더 급격히 감소하는 경향을 보였음.

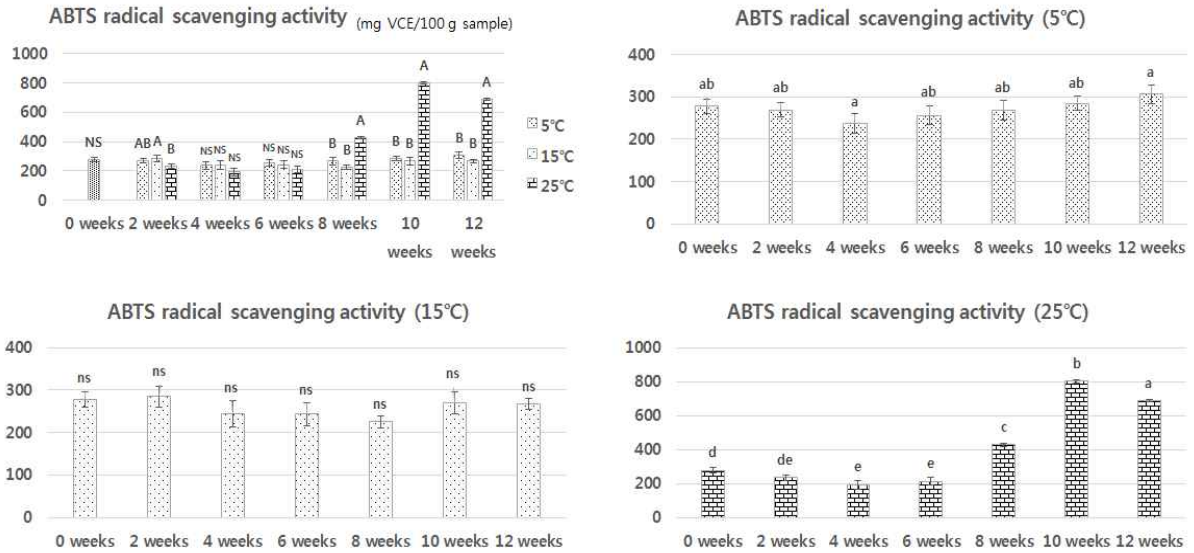


Fig. 5 블루베리 아임계 추출액의 저장기간에 따른 ABTS radical scavenging의 변화

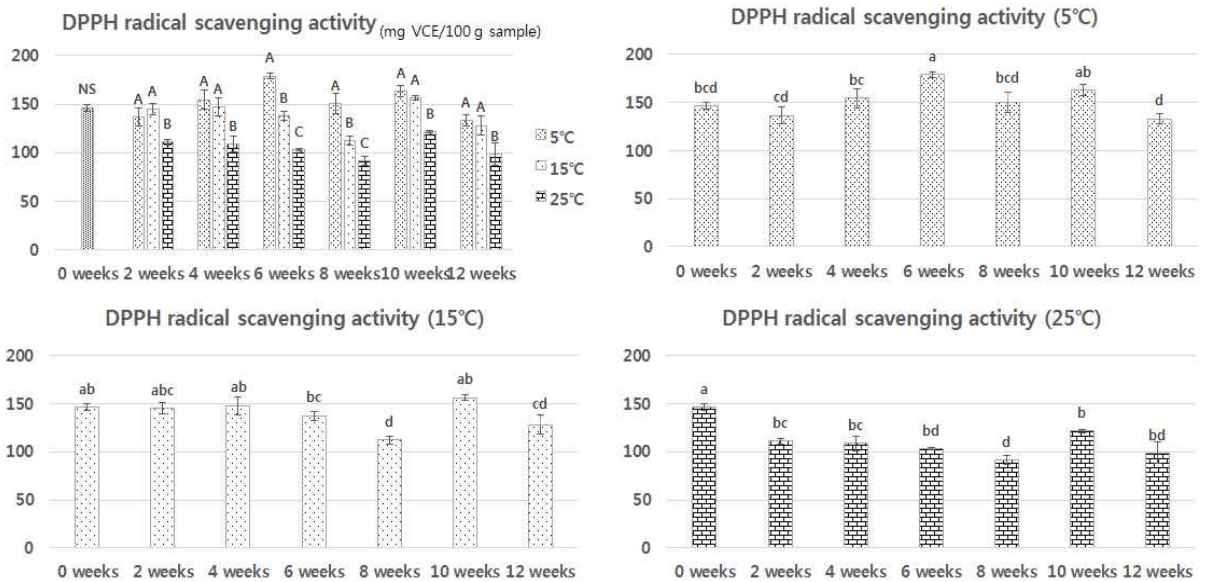


Fig. 6 블루베리 아임계 추출액의 저장기간에 따른 DPPH radical scavenging의 변화

- 블루베리 아임계추출액의 항산화능을 저장조건 및 저장기간별로 비교하였을 때 ABTS는 초기 항산화능이 277.53±17.37 mg VCE/100 g sample이었고, 5°C와 15°C 저장조건에서는 항산화능이 저장기간 동안 어느 정도 유지되는 경향을 보였음. 그러나 25°C 저장 8주차에서부터 급격하게 증가하여 항산화능이 높게 나타났음.
- DPPH는 초기 항산화능이 146.36±3.60 mg VCE/100 g sample이었고, 5°C의 경우 저장 6주차까지 증가하다가 점차 감소하는 경향을 보였으며, 15°C의 경우 저장 8주차에서 감소하는 것을 제외하면 크게 감소하지 않으며 유지되었고, 12주차에서 감소하는

경향을 보였음. 25°C의 경우, 저장 2주차에 항산화능이 낮아지면서 저장 10주차(증가하는 경향을 보임)를 제외하고 저장기간에 따라 유지되는 경향을 보임.

- 블루베리 아임계 추출액의 저장안전성 실험 결과는 Fig. 7과 같음

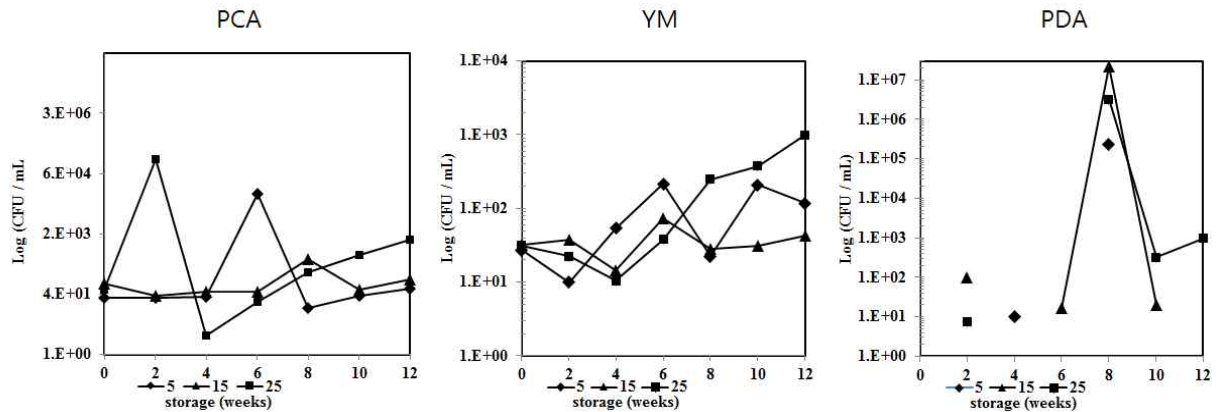


Fig. 7 블루베리 아임계 추출액의 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성

- 블루베리의 세균, 곰팡이 생균수는 저장 전부터 초기균수가 1 log CFU/mL 이상이었고, 이는 원료 자체 유래 균과 공정 및 운반 도중에 오염된 균으로 판단됨. 효모 및 진균류(YM)의 경우 25°C, 10주차에서부터 급격하게 증가하였음.
- 세균(PCA)의 경우 5°C<15°C<25°C 순으로 높은 생균수를 보였고, 효모 및 진균류(YM)는 15°C<5°C<25°C 순으로 높은 생균수를 보였음.

[2] 아로니아 아임계 추출물

- 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 온도별 이화학적 특성 변화는 Table. 2와 같음
- 아로니아 아임계 추출액의 가공적성은 pH 4.24, 당도 4.0 Brix%, 수분함량 98.06±0.19 %M, 색도는 L값 9.56±0.28, a값 0.02±0.59, b값 0.32±0.57으로 나타났음.
- 저장 기간에 따라 가공적성의 변화를 보았을 때, pH의 경우 증가하였으며, 당도의 경우 거의 변화가 없었고, 수분함량의 경우 저장기간과 높은 온도에 따라 증가하는 경향을 보임.
- 색도의 경우 L값은 낮아지는 경향을 나타내었고(색이 진해짐), a값의 경우 증가하는 경우, b값에서는 15°C, 25°C에서만 증가하는 것으로 보이며 5°C 저장 조건에서는 크게 차이가 나지 않았음.
- 아로니아 액상 소재의 경우 저장기간과 온도에 따라 pH가 높아지고, 저장기간과 저장 온도가 높을수록 수분함량이 증가하며, 저장 기간이 지남에 따라 L값 감소의 영향을 미치는 것으로 생각되며, a값의 경우 5°C와 25°C, b값의 경우 15°C와 25°C가 영향을 받는 것으로 생각됨.

표.19. 아로니아 아임계 추출액의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 당도, 수분함량, 색도의 변화

Weeks	Temperature	pH	당도 (Brix%)	수분함량(%M)	color		
					L	a	b
0	5°C			98.06±0.19 ^{nsNS}	9.56±0.28 ^{bNS}	0.02±0.59 ^{bNS}	0.32±0.57 ^{nsNS}
	15°C	4.24	4.00	98.06±0.19 ^{cNS}	9.56±0.28 ^{dNS}	0.02±0.59 ^{bcNS}	0.32±0.57 ^{aNS}
	25°C			98.06±0.19 ^{cNS}	9.56±0.28 ^{cNS}	0.02±0.59 ^{bNS}	0.32±0.57 ^{aNS}
2	5°C	4.21	4.20	98.19±0.10 ^{nsB}	9.75±0.00 ^{bNS}	0.90±0.92 ^{bNS}	-0.54±0.40 ^{nsA}
	15°C	4.30	4.20	98.17±0.04 ^{cB}	9.74±0.47 ^{dNS}	0.56±1.23 ^{abcNS}	-1.39±0.11 ^{bB}
	25°C	4.53	4.00	98.60±0.02 ^{bA}	9.56±0.28 ^{cNS}	0.01±0.24 ^{bNS}	-1.71±0.46 ^{bB}
4	5°C	4.25	4.20	97.91±0.11 ^{nsB}	9.94±0.26 ^{bB}	1.22±1.14 ^{bNS}	-1.21±0.46 ^{nsA}
	15°C	4.82	4.00	98.62±0.01 ^{bA}	10.75±0.00 ^{cA}	2.37±0.24 ^{aNS}	-2.67±0.46 ^{cB}
	25°C	4.54	4.00	98.64±0.15 ^{bA}	10.42±0.15 ^{cAB}	2.03±0.41 ^{bNS}	-2.10±0.24 ^{bAB}
6	5°C	4.22	4.50	98.20±0.13 ^{nsB}	11.44±0.25 ^{ab}	0.65±1.02 ^{bNS}	-0.98±0.19 ^{nsA}
	15°C	4.83	4.00	99.15±0.04 ^{aA}	15.48±0.18 ^{aA}	2.21±0.08 ^{aNS}	-2.17±0.35 ^{bcB}
	25°C	4.57	4.00	98.82±0.20 ^{abA}	11.51±0.25 ^{bcB}	0.37±0.79 ^{bNS}	-1.22±0.46 ^{bAB}
8	5°C	4.25	4.80	98.01±0.09 ^{nsC}	10.93±0.21 ^{aC}	0.00±0.92 ^{bNS}	-1.01±0.22 ^{nsNS}
	15°C	4.93	3.90	99.13±0.06 ^{aA}	11.64±0.05 ^{cB}	-0.53±0.20 ^{cNS}	-1.18±0.08 ^{obNS}
	25°C	4.66	4.20	98.85±0.05 ^{abB}	12.13±0.09 ^{bA}	1.22±0.39 ^{bNS}	-1.39±0.15 ^{bNS}
10	5°C	4.30	4.20	98.15±0.12 ^{nsC}	11.11±0.10 ^{aC}	1.45±0.41 ^{bNS}	-1.02±0.17 ^{nsNS}
	15°C	5.26	4.00	99.41±0.08 ^{aA}	13.99±0.16 ^{bA}	1.54±0.73 ^{abNS}	-1.45±0.24 ^{bcNS}
	25°C	4.77	4.00	99.11±0.08 ^{ab}	13.19±0.21 ^{ab}	1.38±0.66 ^{bNS}	1.30±0.57 ^{bNS}
12	5°C	4.42	5.00	98.27±0.05 ^{nsC}	-1.70±0.00 ^{cC}	8.73±2.50 ^{aA}	1.34±2.42 ^{nsNS}
	15°C	6.56	4.00	99.35±0.11 ^{aA}	3.55±0.42 ^{eA}	0.74±0.19 ^{abcB}	1.39±0.45 ^{aNS}
	25°C	4.84	4.20	98.83±0.04 ^{abB}	1.65±0.45 ^{dB}	5.71±1.95 ^{aAB}	0.48±0.33 ^{aNS}

NS: not significant

- 아로니아 액상 소재의 저장기간별 색상의 변화는 Fig. 8과 같음

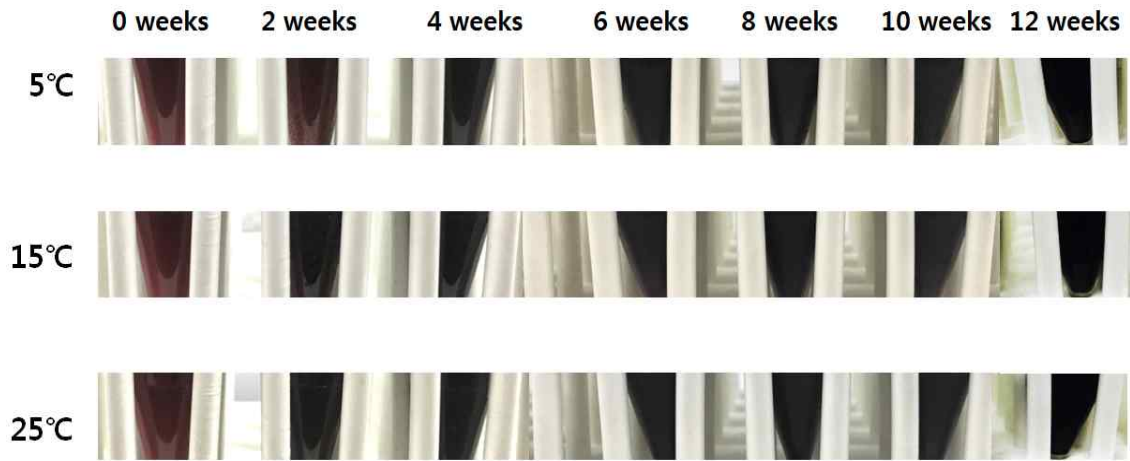


Fig. 8 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 색의 변화

- 아로니아 액상소재의 TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging의 분석 결과는 Fig. 9, 10, 11, 12 13과 같음.

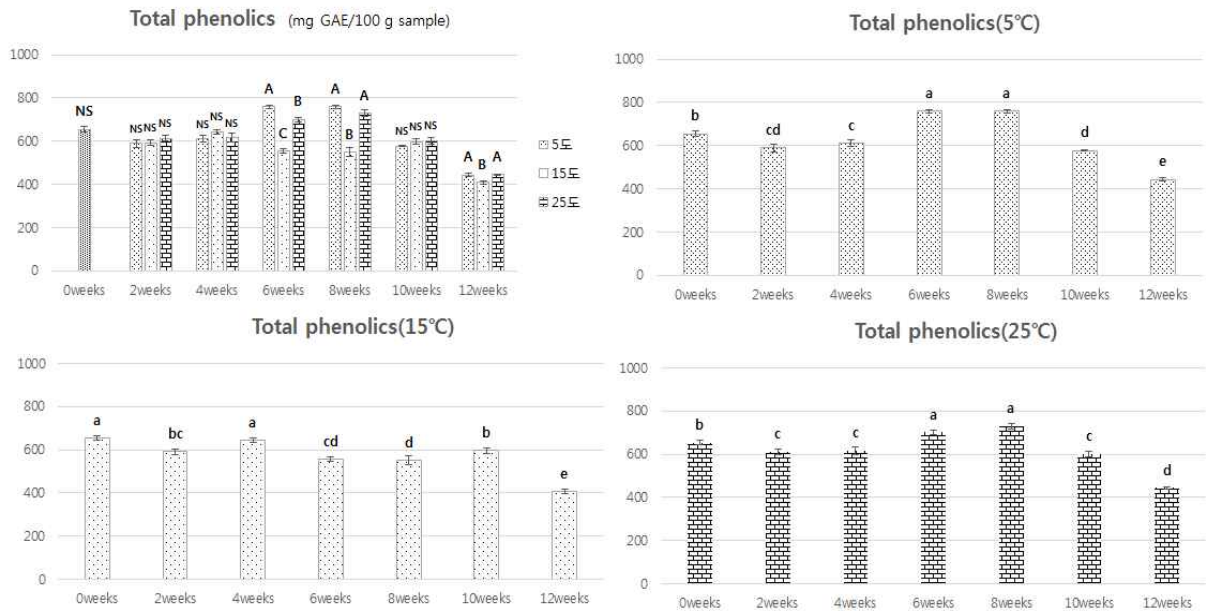


Fig. 9 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 총페놀함량(TP)의 변화

- 아로니아의 기능성 중 TP의 경우 초기 함량은 653.64 ± 12.38 mg GAE/100 g sample 이었으며, 저장 6-8주차에서 5°C에서는 증가하다가 감소하는 경향을 보였고, 15°C에서는 12주차에서 감소하는 경향을 보였으며, 25°C에서는 증가하는 경향을 나타내다가 8주차 이후 감소하여 12주차에는 초기 TP함량보다 감소하는 것으로 나타남.
- 아로니아 아임계 추출액의 같은 저장기간에 따른 온도차에 의한 차이를 볼 때, 6주차

와 8주차에서 5°C, 25°C 저장조건은 증가하는 경향, 15°C 저장조건은 감소하는 경향을 보였고, 나머지 저장 기간에서는 차이가 거의 없었음.

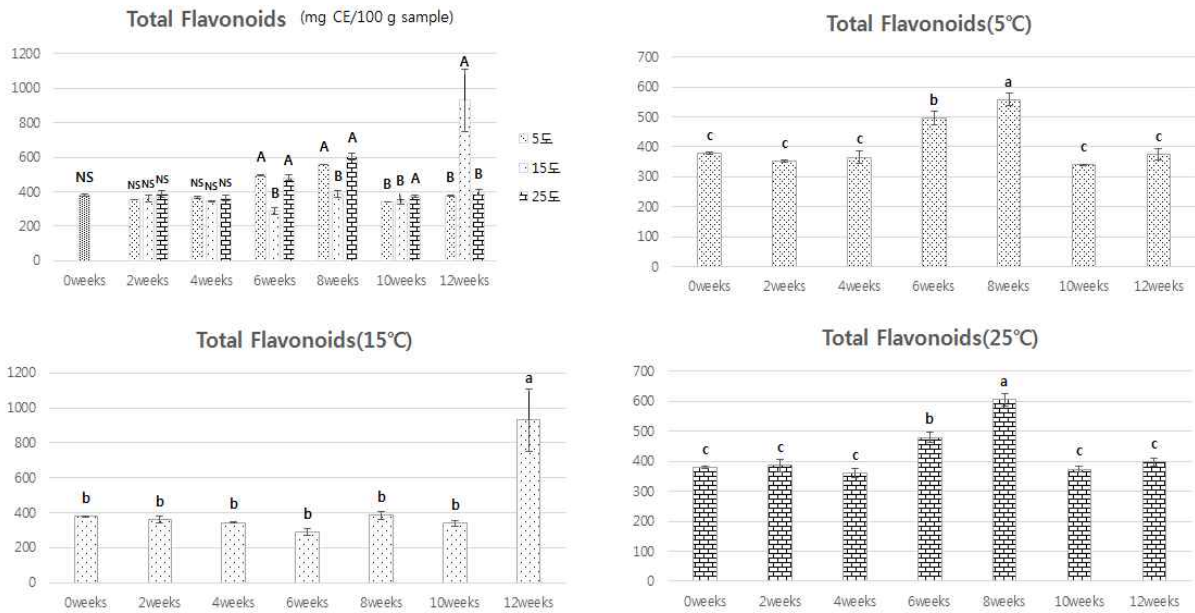


Fig. 10 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 총플라보노이드(TF) 함량의 변화

- 아로니아의 총플라보노이드의 초기 함량은 379.27 ± 4.12 mg CE/100 g sample이었고, 5°C에서는 6-8주차에 증가하는 경향을 보인 것 이외에 모든 기간에서 함량의 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었음.
- 15°C에서는 저장일수 별로 크게 차이가 나지 않다가, 12주차 급격히 증가함. 25°C의 경우, 5°C 저장 결과와 비슷하게 저장 시작 후 6-8주차에 증가하는 경향을 보이다 감소하였음.
- 아로니아 액상소재의 총플라보노이드의 경우 저장기간 초기에는 온도별 차이가 나지 않다가 6주차부터 차이가 나타났으며, 12주차에 15°C 저장온도에서 높은 TF함량 값을 보임

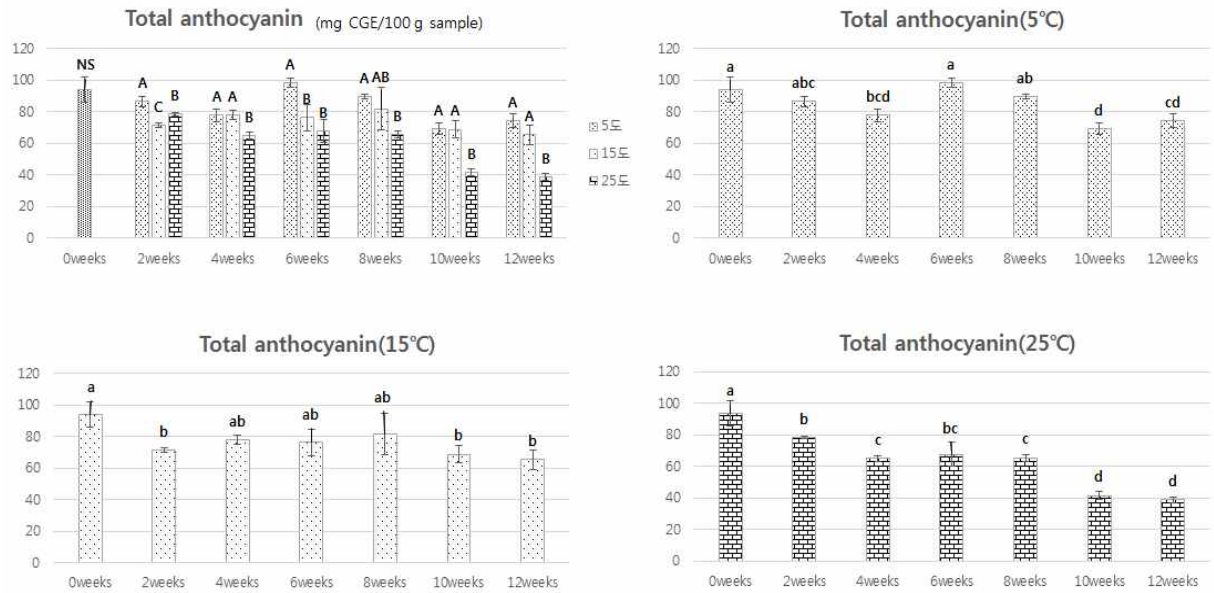


Fig. 11 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 총안토시아닌 함량의 변화

- 아로니아의 총안토시아닌 함량은 5°C는 유의적으로 감소하는 경향이 있으나, 함량 차이는 크지 않았고, 15°C 저장 시 2주차에서 기능성이 감소한 이후 저장기간에 따라 유의적인 함량 차이가 크지 않았음. 25°C에서 저장할 경우 저장 중 총안토시아닌 함량이 다른 온도조건보다 감소치가 더 컸음.
- 같은 저장기간에 따른 온도별 함량 차이를 볼 때, 5°C와 15°C에서는 큰 차이가 없었고, 25°C 저장 온도에서 저장기간별 총 안토시아닌의 유의적 감소가 나타남.

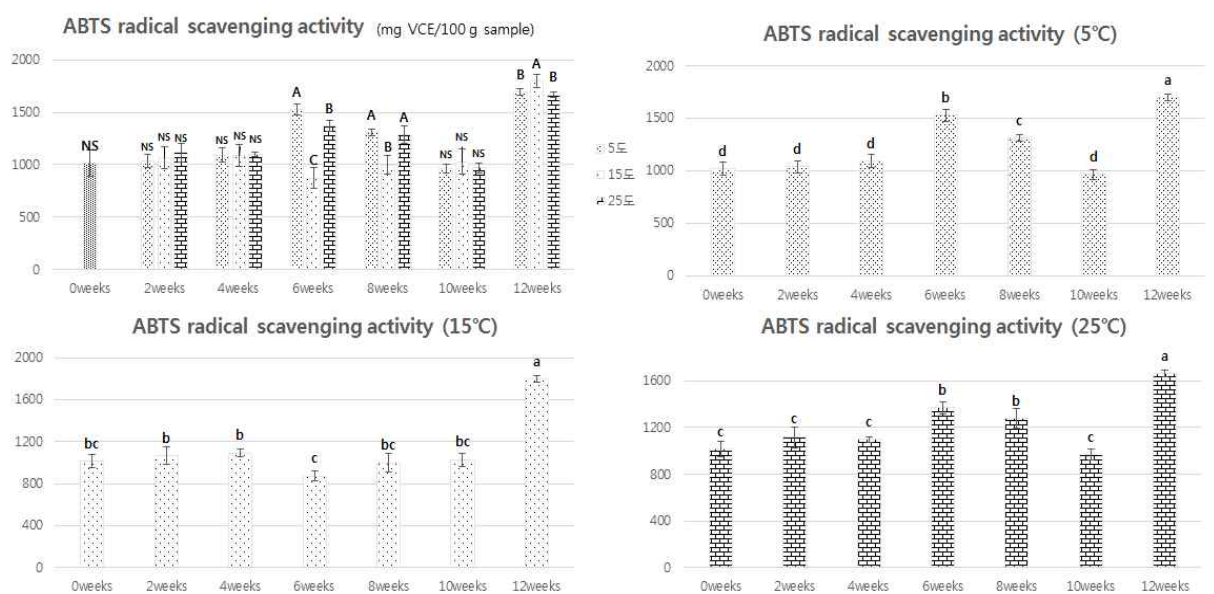


Fig. 12 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 ABTS radical scavenging의 변화

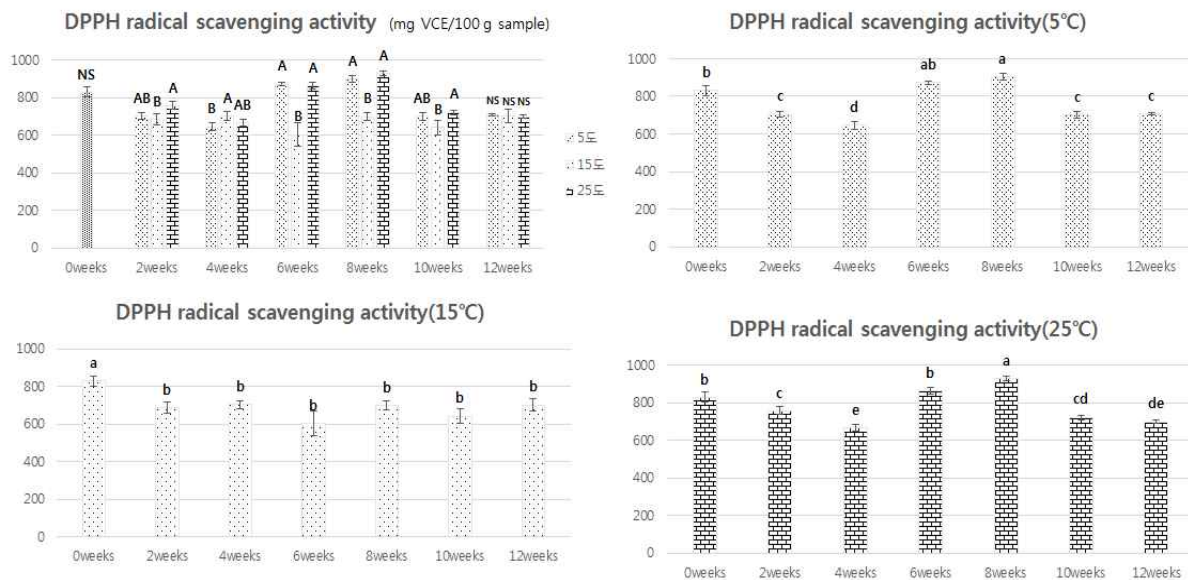


Fig. 13 아로니아 아임계 추출액의 저장기간에 따른 DPPH radical scavenging의 변화

- 아로니아 아임계 추출액의 항산화능을 저장조건 및 저장기간별로 비교하였을 때 ABTS는 초기 항산화능이 1015.47 ± 62.45 mg VCE/100 g sample이었고, 5°C와 25°C 저장조건에서는 6-8주차 저장 시 항산화능이 초기보다 증가하는 경향을 보였으며, 저장 10주차에는 다시 항산화능이 감소하는 것을 확인할 수 있었음(초기 0주차보다 유의적으로 낮아짐).
- 15°C의 경우 저장 12주차를 제외한 모든 저장기간에서 항산화능이 유지되었으며, 저장기간 12주차에서만 높은 항산화능을 보임, 12주차에는 모든 온도 조건에서 항산화능이 증가한 것으로 나타남.
- DPPH는 초기 항산화능이 830.43 ± 27.00 mg VCE/100 g fresh weight이었고, 5°C와 25°C 저장조건에서 저장 6-8주차에서 유의적으로 증가하다가 감소하는 경향을 보였음.
- 15°C 저장조건에서는 2주차부터 저장 시 유의적인 차이가 없었음. 또한 6-8주차에 증가하였다가 12주차에서 초기 항산화능보다 유의적으로 낮았음.
- 아로니아 아임계 추출액의 저장 안전성 실험을 진행한 결과는 Fig. 14와 같음.

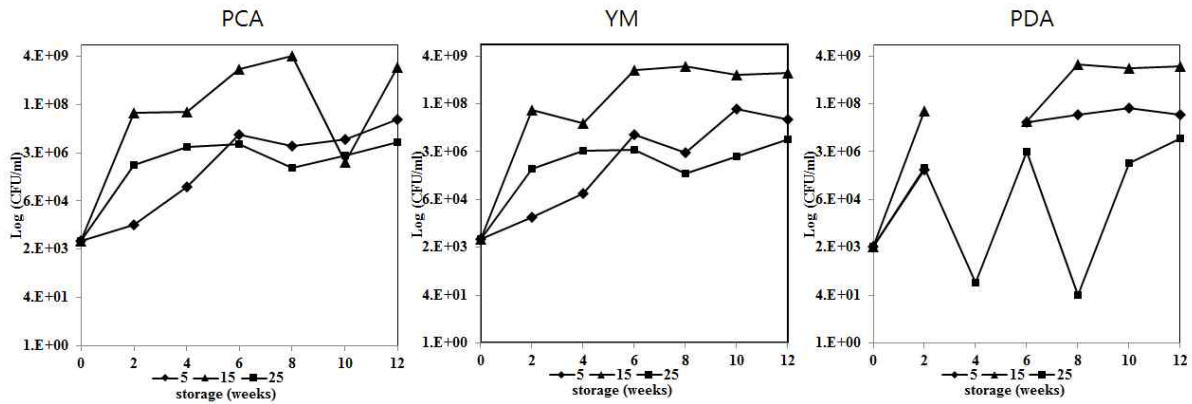


Fig. 14 아로니아 아임계 추출액의 세균, 효모, 진균류에 대한 저장 안전성

- 아로니아 아임계 추출액의 세균, 효모 및 진균류는 저장기간에 따라 증가하였고, 15°C의 경우 세균수가 10주차에서 감소하는 경향을 나타냄.
- 세균수의 경우 아로니아가 블루베리보다 초기균수가 높았고, 이는 원료 자체 유래 균과 공정 및 운반 도중에 오염된 균으로 추정됨. 아로니아 아임계 추출액의 세균(PCA), 효모 및 진균류(YM), 곰팡이(PDA)의 저장안전성에서 모두 25°C < 5°C < 15°C 순으로 높은 세균수를 보였음.
- 베리류의 가공적성 실험 결과 pH의 경우 산성을 나타냈고, 수분 함량의 경우 97%M 이상의 수분함량을 보였음.
- 당도는 3.60-4.8 Brix%이었고, 색도의 경우 미생물의 영향으로 저장일수마다 차이가 있었는데, 블루베리의 경우 저장 2주차부터 25°C에서 블루베리의 고유색이 열리는 것을 확인할 수 있었음.
- 아로니아의 경우 15°C에서 2주차부터 균이 자라기 시작해 탁한 보라색을 나타냄.

2.3. 분말 소재의 가공 적성 및 저장 안전성 실험

2.3.(1) 실험방법

- 저장온도는 분말 일반적으로 분말 보관하는데 사용되는 온도인 냉장과 실온온도인 5°C, 25°C에서 보관하면서 저장 안전성을 실험하였음.
- 분말 소재의 실험 시 가공적성 실험은 색도, 수분함량, 당도, pH, 세균수(PCA, YM, PDA), 기능성(TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging), 수분흡습성, 수분용해성 총 8개 실험으로 진행하였음.

* 색도의 경우 colormeter(color JC801, color techno system co., LTD, Japan)를 이용하여 3번 반복 측정함.

* 수분함량의 경우 moisture meter(MA35M-000230V1, Sartorius Weighing Techno GmbH, Germany)를 이용하여 1 g씩 3번 반복 측정함.

* 당도의 경우 25%로 희석된 소재를 원심분리하고, 당도계(saccharimeter)를 이용하여 측정함.

* pH의 경우 pH meter(ORION 3 STAR series, Thermo scientific, Singapore)를 이용하여 증류수로 25%농도가 되도록 희석하여 측정함.

* 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[Singleton VL et al. 1999]을 변형하여 측정하였음. 96 well plate (SPL, Korea)에 시료 10 μ l와 증류수 100 μ l를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma, USA) 10 μ l를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시킴. 그 후 7%(w/v) Na_2CO_3 (Sigma) 80 μ l를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader (iMark, Bio-Rad Laboratories, USA)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질로 gallic acid(Sigma)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/100 g fresh weight으로 함량을 표기함.

* 총플라보노이드 함량은 건강기능식품공전방법(2013)을 변형 하여 실험함. 96 well plate에 희석한 시료 17 μ l와 증류수 96 μ l를 혼합한 후 2.5%(w/v) NaNO_2 (Sigma) 10 μ l를 넣어 균질화함. 그 후, 5%(w/v) AlCl_3 (Sigma) 10 μ l를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma) 67 μ l 넣어 균질화한 후 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 catechin (Sigma)을 사용하였으며, mg catechin equivalent(CE)/100 g fresh weight으로 함량을 표기함.

* ABTS radical 소거능의 경우, Re 등의 방법(1999)을 변형하여 실험함. 96 well plate에 1.0 mM AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS2-(2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 phosphate-buffered saline와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후, 0.2 μ m PTFE syringe filter(Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 반응물을 제거 후, ABTS·-시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37°C였으며, 흡광도는 96well microplate reader를 이용해 750 nm에서 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하여, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g fresh weight으로 항산화능을 표기함.

* DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법 (Brand-williams W et al.1995)을 변형하여 진행하였음. 80%(v/v) 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/100 g fresh weight으로 항산화능을 표기함.

* 생균수의 경우 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성을 실험하기 위해 Difco사에서 Plate Count Agar(PCA), YM agar, Potato Dextrose Agar(PDA)를 사용하였으며, 식품공전법을 참고하여 pouring법으로 실험한 후 PCA는 37도, YM, PDA는 30°C incubator에서 24시간에 한번 씩 count하였고, 72시간 동안 관찰한 후 균수에 따라 CFU/mL나 Log CFU/mL로 표기함.

- 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Anderson의 방법(1982)을 이용하여 측정하였다. 이 방법은 각각 용해도와 관련하여 수분을 얼마나 흡수할 수 있는지(WAI)와 고형분이 용액상의 얼마나 녹아 들어갈 수 있는지(WSI) 나타내어 용해도를 간접적으

로 확인하는 방법으로 계산법은 다음과 같음.

$$\text{수분흡수지수} = \text{침전물양} / \text{시료의 양}$$

$$\text{수분용해지수}(\%) = (\text{상등액 고형분양} / \text{시료양}) \times 100$$

- 통계처리의 경우 SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 저장기간의 차이를 one-way ANOVA를 통해 분석하여, Tukey's 검정을 진행하였고, 온도별 차이는 대응표본-T검정을 통해 유의성을 분석하였음. ($p < 0.05$)

2.3.(2) 가공적성 및 저장안전성 실험 결과

[1] 대추 세립분말

- 대추의 색도, 수분함량, 당도, pH, 수분흡습도, 수분용해도의 저장기간 별 가공적성 변화는 Table. 3과 같음.

표.20. 대추 세립분말의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 당도, 수분함량, 색도, 수분흡수도, 수분용해도의 변화

week s	Temperature	pH	당도 (Brix %)	수분함량 (%M)	color			수분흡수지수 (WAI, g/g)	수분용해지수 (WSI, %)
					L	a	b		
0	5℃	4.83	20.0	5.50±0.06 ^{NS}	43.48±0.00 ^{ab}	15.03±0.05 ^b	33.45±0.15 ^{cd}	2.25±0.14 ^{abNS}	68.20±7.21 ^{nsN}
	25℃			5.50±0.06 ^{NS}	43.48±0.00 ^b	15.03±0.05 ^b	33.45±0.15 ^c	2.25±0.14 ^{aNS}	68.20±7.21 ^{aN}
2	5℃	4.92	14.0	7.00±0.76 ^{bcNS}	43.20±0.09 ^{bc}	14.79±0.04 ^b	32.82±0.31 ^d	2.15±0.02 ^{abNS}	58.67±5.99 ^{nsN}
	25℃	4.90	14.0	7.19±0.08 ^{cdNS}	42.81±0.05 ^d	15.08±0.21 ^b	32.63±0.31 ^d	2.14±0.02 ^{abNS}	53.17±5.37 ^{bn}
4	5℃	4.90	13.0	6.74±0.43 ^{bc*}	43.73±0.12 ^a	13.61±0.14 ^c	33.99±0.16 ^c	2.08±0.02 ^{abNS}	60.67±1.25 ^{nsN}
	25℃	4.89	13.0	9.37±0.17 ^{bc*}	43.82±0.21 ^a	13.47±0.21 ^c	33.77±0.25 ^c	2.09±0.02 ^{abcNS}	62.00±0.82 ^{abN}
6	5℃	4.91	12.8	7.19±0.51 ^{bcNS}	43.52±0.08 ^{ab}	13.74±0.15 ^c	33.80±0.11 ^c	2.21±0.02 ^{abNS}	60.33±1.25 ^{nsN}
	25℃	4.91	12.8	5.27±0.47 ^{dNS}	42.99±0.05 ^c	13.80±0.13 ^c	33.80±0.15 ^c	2.25±0.01 ^{aNS}	60.33±0.47 ^{abN}
8	5℃	4.94	11.9	9.31±0.24 ^{b*}	42.88±0.07 ^c	13.78±0.21 ^c	33.70±0.14 ^c	2.38±0.33 ^{aNS}	62.67±0.47 ^{nsN}
	25℃	4.97	12.3	8.36±0.08 ^{cd*}	42.56±0.05 ^d	13.57±0.17 ^c	33.27±0.09 ^{cd}	2.23±0.03 ^{abNS}	63.00±0.82 ^{abN}
10	5℃	4.95	10.0	14.18±2.11 ^{aNS}	41.57±0.14 ^d	16.20±0.08 ^a	37.38±0.09 ^a	1.93±0.01 ^{abNS}	60.33±0.47 ^{nsN}
	25℃	4.93	10.2	12.44±0.70 ^{abNS}	42.88±0.08 ^{cd}	16.07±0.24 ^a	37.71±0.15 ^a	1.96±0.02 ^{bcNS}	60.00±0.82 ^{abN}
12	5℃	4.90	13.4	14.15±1.22 ^{aNS}	41.54±0.13 ^d	16.30±0.39 ^a	35.97±0.38 ^b	1.87±0.02 ^{bcNS}	62.33±0.47 ^{nsN}
	25℃	4.90	13.3	13.54±2.79 ^{aNS}	41.64±0.05 ^e	16.49±0.18 ^a	36.50±0.21 ^b	1.91±0.00 ^{cNS}	63.00±0.82 ^{abN}

NS: not significant

- 대추 세립분말의 가공적성은 pH는 4.83, 당도는 20 Brix%, 수분함량은 5.50±0.06 %M, 색도는 L값 43.48±0.00, a값 15.03±0.05, b값 33.45±0.15을 보였고, 수분흡수지수는 2.25±0.14 g/g, 수분용해지수는 68.20±7.21%로 나타났음.
- 대추 세립분말의 저장기간에 따른 이화학적 변화의 경우 pH는 증가하는 경향을 보였

고, 당도의 경우 감소하는 경향, 수분함량의 경우 증가하는 경향이였으며, 색도에서 L 값은 감소, a값과 b값은 증가하는 경향을 보였음.

- 수분흡수지수의 경우 감소하는 경향을 보였고, 수분용해지수는 12주차 25°C에서만 증가하는 경향을 보였으며, 5°C 저장조건에서는 유의적인 차이가 없었음.
- 대추세립분말의 저장기간에 따른 색의 변화는 Fig. 15과 같음

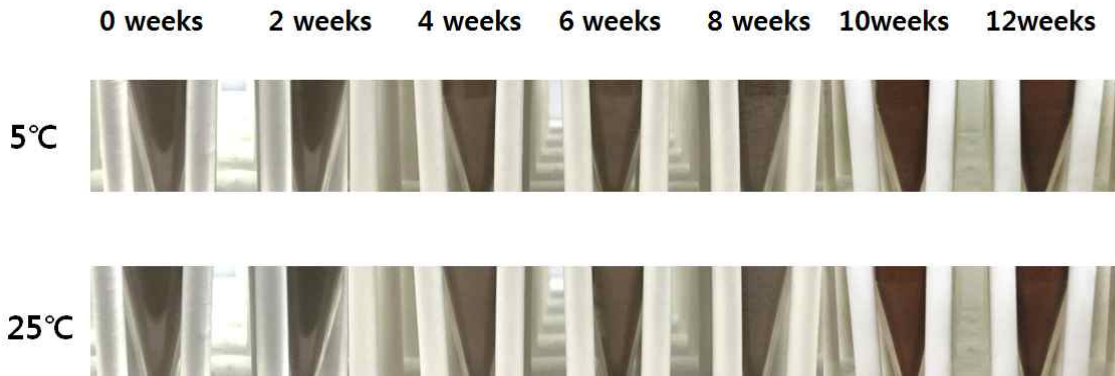


Fig. 15. 대추세립분말의 저장기간에 따른 색의 변화

- 대추세립분말의 경우 색의 변화는 육안으로 큰 차이를 보이지 않음. 10주차와 12주차에서 색도 결과와 마찬가지로 적색도가 높아지는 것으로 나타나나 유의적 차이는 없었음.
- 대추세립분말의 TP, TF, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging의 분석 결과는 Fig. 16, 17, 18, 19와 같음.

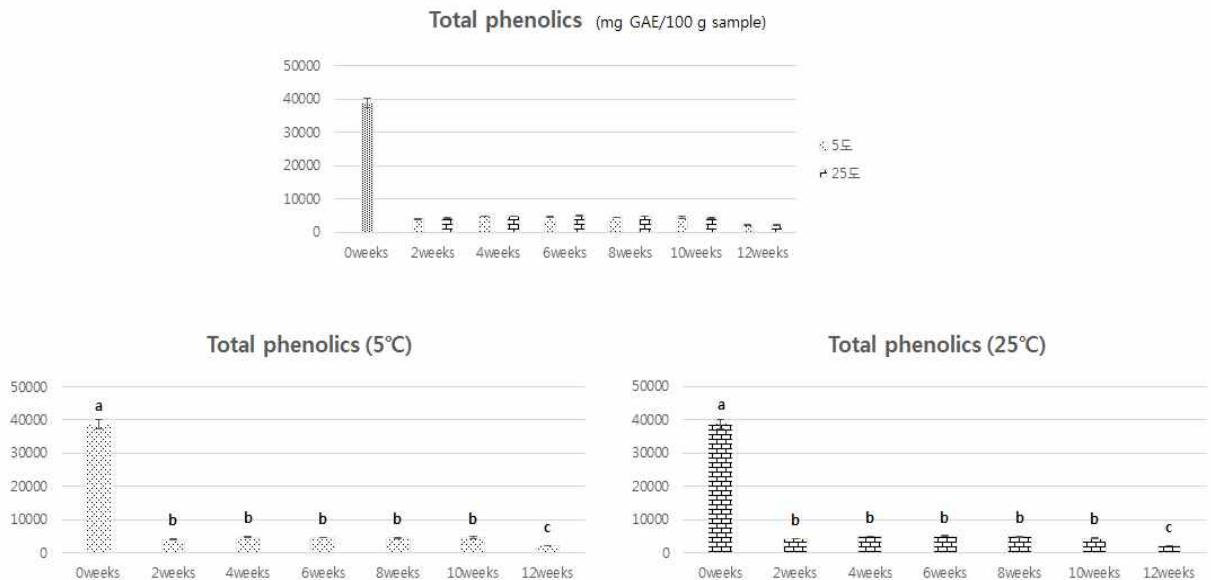


Fig. 16. 대추세립분말의 저장기간에 따른 총페놀함량(TP)의 변화

- 대추 세립분말의 경우 초기 TP함량은 38,831 mg GAE/100 g sample이었으며, 2주차의 급격하게 함량이 감소하며 10주차까지 유지하다가 12주차에 유의적으로 TP함량이

떨어짐.

- 같은 저장기간별 5°C와 25°C 저장조건의 유의적 차이는 없었음.

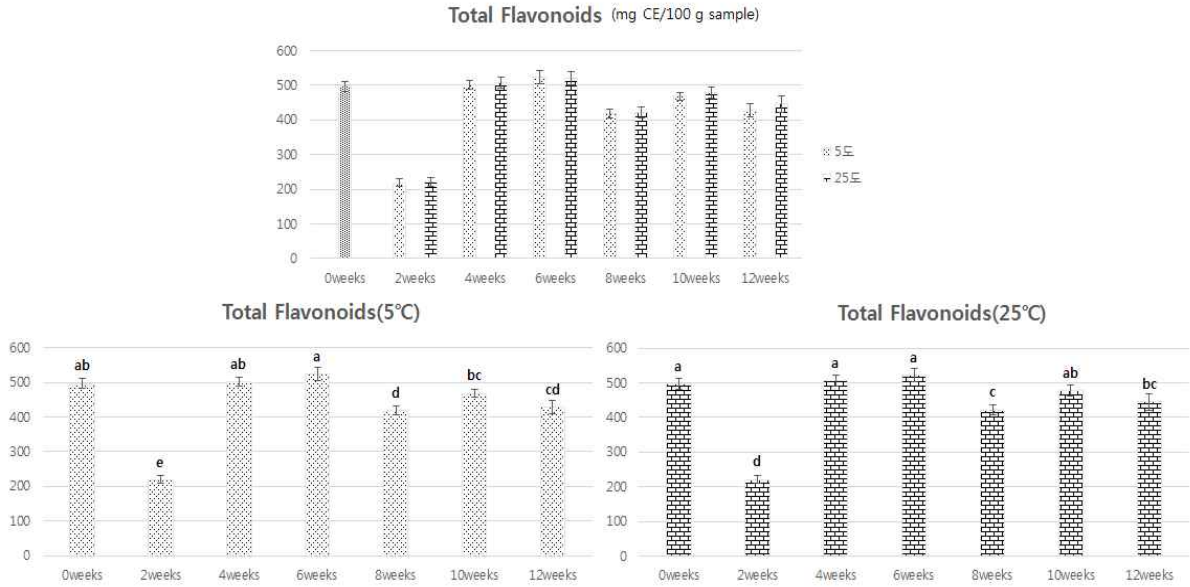


Fig. 17. 대추세립분말의 저장기간에 따른 총플라보노이드 함량(TF)의 변화

- 대추 세립분말의 경우 초기 TF함량은 497 mg CE/100 g sample이었으며, 2주차에 급격하게 함량이 감소했다가, 4주차에서 증가하며 점차적으로 함량이 감소되는 것으로 생각됨.
- 동일 저장기간별 5°C와 25°C 저장조건의 유의적 차이는 없었음.

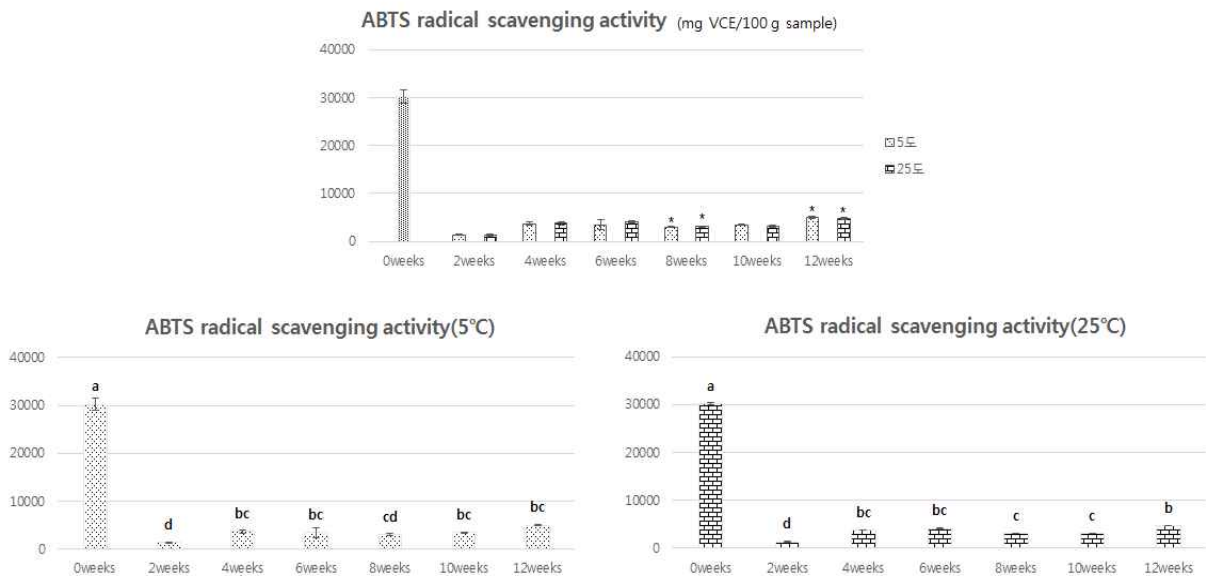


Fig. 18. 대추세립분말의 저장기간에 따른 ABTS radical scavenging의 변화

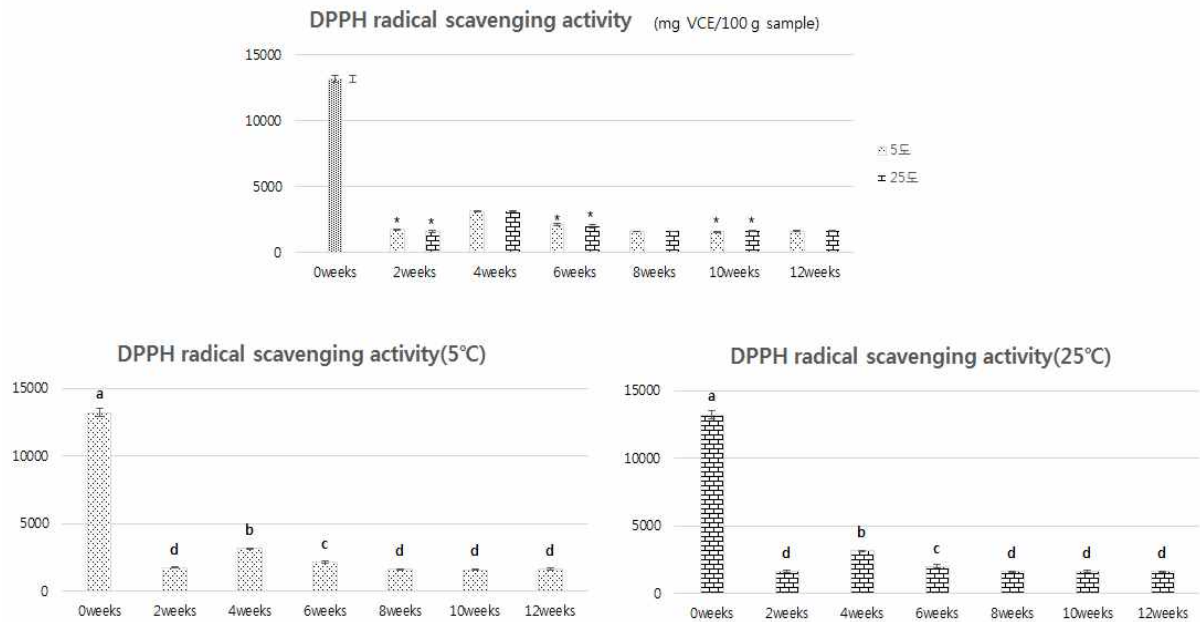


Fig. 19 대추세립분말의 저장기간에 따른 DPPH radical scavenging의 변화

- 대추 세립분말의 항산화능은 ABTS는 30,236 mg VCE/100 g sample이었으며, DPPH는 13,213 mg VCE/100 g sample이었음. 모든 항산화능에서 2주차의 급격하게 감소하였으며 12주차까지 그대로 유지되는 것으로 나타남.
- 같은 저장기간별 5°C와 25°C 저장조건의 유의적 차이는 ABTS의 경우 8주차와 12주차에서 있었으며, DPPH의 경우 2주차 6주차 10주차에서 차이가 있었음. 나머지 저장기간에는 차이가 없는 것으로 나타남.
- 대추 세립분말의 저장기간별 생균수 변화는 Fig. 20과 같음.

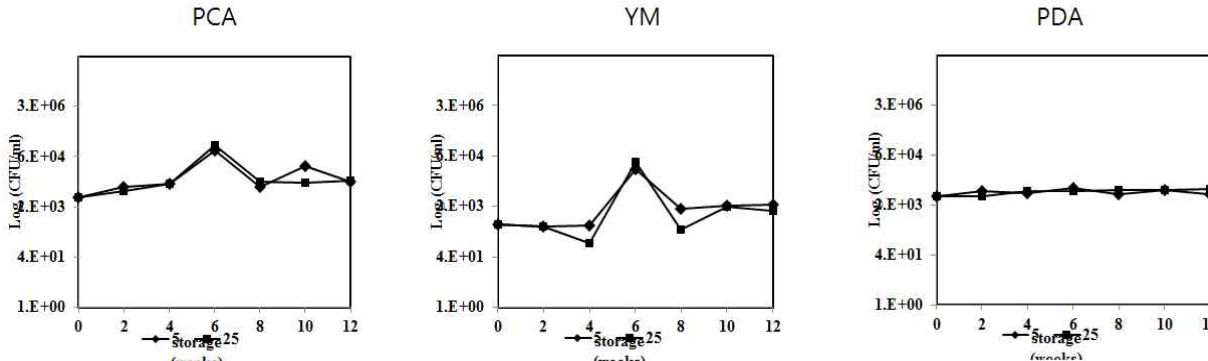


Fig. 20. 대추 세립분말의 세균, 효모, 진균류에 대한 저장 안전성

- 대추세립분말의 저장안전성을 볼 때 미생물 수가 소폭으로 증가하지만 세균, 효모 및 진균류, 곰팡이류 모두 저장기간에 따른 균수에서 큰 차이를 보이지 않음. 그러나 초기균수가 2-3 logCFU/mL 정도로 액상 소재의 초기 균수보다는 높기 때문에 가공 초기 단계에서 원료의 세척과 손질, 가공공정 개선, 살균 등을 통해 초기 균수를 낮추는

것이 필요할 것으로 생각됨.

[2] 생강 세립분말

- 생강의 색도, 수분함량, 당도, pH, 수분흡습도, 수분용해도의 저장기간 별 가공적성 변화는 Table 4과 같음.

표.21. 생강 세립분말의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 당도, 수분함량, 색도, 수분흡습도, 수분용해도의 변화

week s	Temperature	pH	당도 (Brix %)	수분함량 (%M)	color			수분흡습지수 (WAI, g/g)	수분용해지수 (WSI, %)
					L	a	b		
0	5℃	7.05	11.50	5.91±0.18 ^{eNS}	71.63±0.05 ^{dNS}	6.89±0.11 ^{eNS}	27.22±0.09 ^{eNS}	2.66±0.08 ^{abcNS}	31.37±0.21 ^{nsNS}
	25℃			5.91±0.18 ^{dNS}	71.63±0.05 ^{bNS}	6.89±0.11 ^{bNS}	27.22±0.09 ^{bcNS}	2.66±0.08 ^{bNS}	31.37±0.21 ^{nsNS}
2	5℃	7.07	7.00	6.24±0.31 ^{bcNS}	72.47±0.08 ^{aNS}	6.87±0.11 ^{eNS}	26.83±0.13 ^{dNS}	2.82±0.02 ^{abNS}	30.33±1.70 ^{nsNS}
	25℃	7.06	7.00	5.88±0.28 ^{dNS}	72.08±0.17 ^{aNS}	6.94±0.23 ^{bNS}	26.96±0.14 ^{eNS}	2.81±0.01 ^{abNS}	30.33±0.94 ^{nsNS}
4	5℃	7.08	7.00	7.75±0.11 ^{aNS}	72.07±0.04 ^{bcNS}	5.97±0.04 ^{dNS}	27.59±0.01 ^{bNS}	2.78±0.08 ^{abNS}	29.67±1.25 ^{nsNS}
	25℃	7.06	7.00	7.33±0.29 ^{abNS}	72.09±0.05 ^{aNS}	5.97±0.11 ^{eNS}	27.43±0.12 ^{bNS}	2.79±0.04 ^{abNS}	30.00±0.00 ^{nsNS}
6	5℃	7.04	5.40	7.74±0.60 ^{aNS}	71.82±0.07 ^{cd*}	5.94±0.10 ^{dNS}	27.22±0.16 ^{eNS}	2.83±0.06 ^{aNS}	30.67±0.47 ^{nsNS}
	25℃	7.03	5.50	7.49±0.10 ^{aNS}	72.34±0.06 ^{a*}	5.76±0.13 ^{eNS}	27.21±0.01 ^{bcNS}	2.89±0.14 ^{aNS}	29.67±1.25 ^{nsNS}
8	5℃	7.26	6.00	6.40±0.27 ^{bcNS}	72.27±0.09 ^{abNS}	5.75±0.02 ^{d*}	27.11±0.02 ^{cdNS}	2.66±0.07 ^{abcNS}	31.00±0.00 ^{nsNS}
	25℃	7.21	5.20	6.35±0.26 ^{cdNS}	72.27±0.08 ^{aNS}	6.23±0.25 ^{c*}	26.92±0.00 ^{eNS}	2.62±0.02 ^{bNS}	31.00±0.00 ^{nsNS}
10	5℃	7.27	4.6	7.91±0.29 ^{abNS}	71.16±0.21 ^{eNS}	7.84±0.10 ^{bNS}	27.83±0.03 ^{abNS}	2.46±0.13 ^{eNS}	31.33±0.94 ^{nsNS}
	25℃	7.23	4.5	6.92±0.22 ^{abcNS}	71.28±0.08 ^{eNS}	8.54±0.22 ^{aNS}	27.90±0.10 ^{aNS}	2.71±0.04 ^{abNS}	30.33±0.47 ^{nsNS}
12	5℃	7.16	6.3	7.01±0.21 ^{ab*}	71.03±0.04 ^{eNS}	8.85±0.02 ^{a*}	28.01±0.01 ^{aNS}	2.52±0.14 ^{bcNS}	31.67±0.47 ^{nsNS}
	25℃	7.13	6.3	6.70±0.17 ^{bc*}	70.98±0.04 ^{dNS}	7.42±0.10 ^{b*}	28.02±0.07 ^{aNS}	2.62±0.05 ^{cNS}	30.67±0.94 ^{nsNS}

NS: not significant

- 생강 세립분말의 가공적성은 pH는 7.5, 당도는 11.5 Brix%, 수분함량은 5.91±0.18 %M, 색도는 L값 71.63±0.05, a값 6.89±0.11, b값 27.22±0.09를 보였고, 수분흡습지수는 2.66±0.08 g/g, 수분용해지수는 31.37±0.21%로 나타났음.
- 생강 세립분말의 저장기간에 따른 이화학적 변화의 경우 pH는 증가하는 경향을 보였고, 당도의 경우 감소하는 경향, 색도에서 L값은 감소, a값과 b값은 증가하는 경향을 보였음.
- 수분흡습지수의 경우 감소하는 경향을 보였고, 수분용해지수는 저장기간별, 온도별 유의적인 차이가 없었음.

- 온도별 저장기간에 따른 이화학적 특성을 보면 25°C보다 5°C 저장조건에서 상기 가공적성 지표의 변화 경향이 상대적으로 뚜렷하게 나타남.
- 생강세립분말의 저장기간에 따른 색의 변화는 Fig. 21과 같음



Fig. 21. 생강세립분말의 저장기간에 따른 색의 변화

- 생강세립분말의 경우 색의 변화는 육안으로 큰 차이를 보이지 않음.
- 생강세립분말의 TP, TF, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging의 분석 결과는 Fig. 22, 23, 24, 25와 같음.

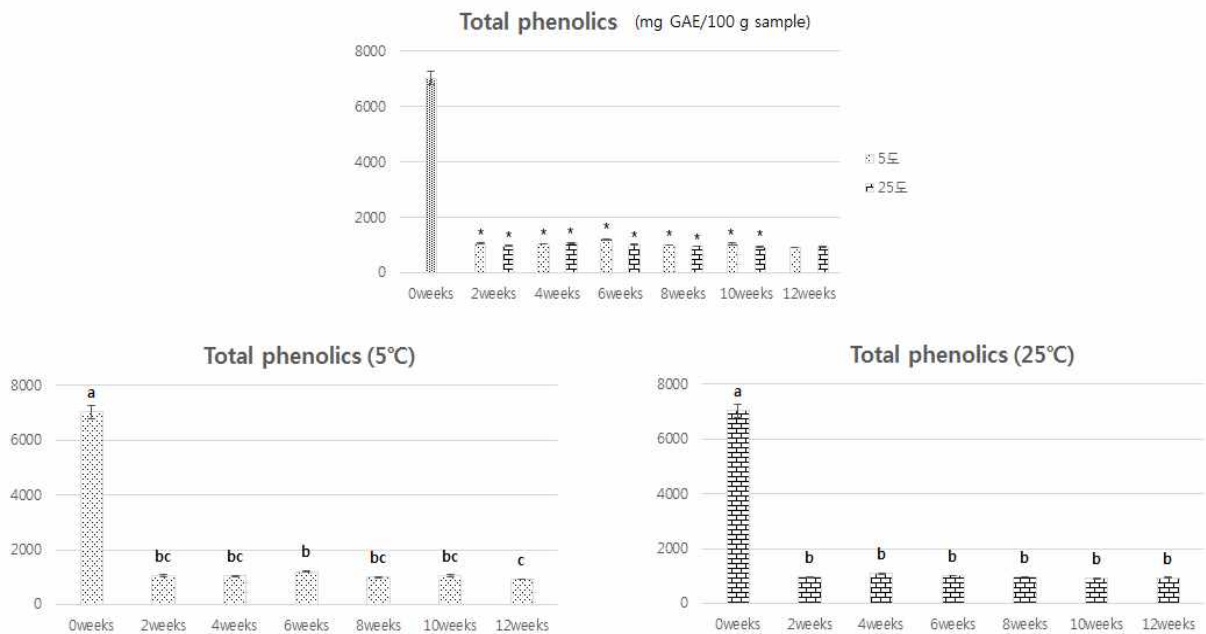


Fig. 22. 생강세립분말의 저장기간에 따른 총페놀함량(TP)의 변화

- 생강 세립분말의 경우 초기 TP함량은 7,029 mg GAE/100 g sample이었으며, 2주차의

급격하게 함량이 감소하며 12주차까지 변화가 없이 유지됨.

- 동일 저장기간별 5°C와 25°C 저장조건의 유의적 차이는 2주차, 4주차, 6주차, 8주차, 10주차에 있었음.

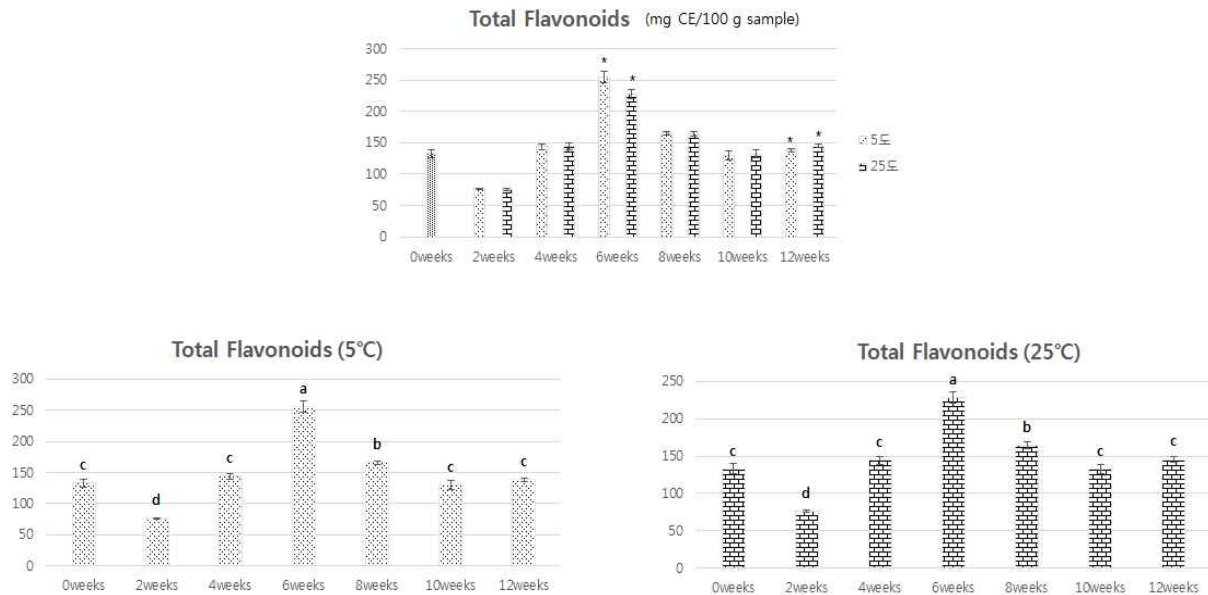


Fig. 23. 생강세립분말의 저장기간에 따른 총플라보노이드함량(TF)의 변화

- 생강 세립분말의 경우 초기 TF 함량은 133 mg CE/100 g sample이었으며, 2주차의 급격하게 감소하였다가, 4주차에서 증가하며 6주차부터 점차적으로 낮아지는 것으로 생각됨.
- 초기 기능성과 12주차 간의 유의적 함량 차이는 없는 것으로 나타남
- 같은 저장기간별 5°C와 25°C 저장조건의 유의적 차이는 6주차와 12주에만 있었음.
- 분말의 경우 저장 온도에 크게 영향을 받지 않는 것으로 생각됨.

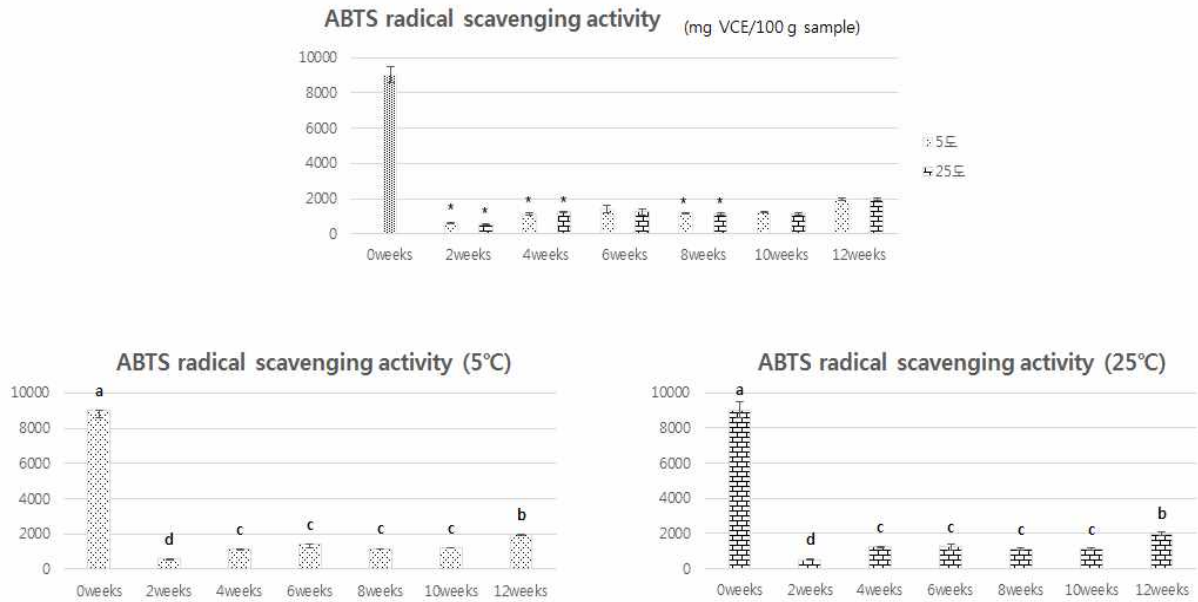


Fig. 24. 생강세립분말의 저장기간에 따른 ABTS radical scavenging의 변화

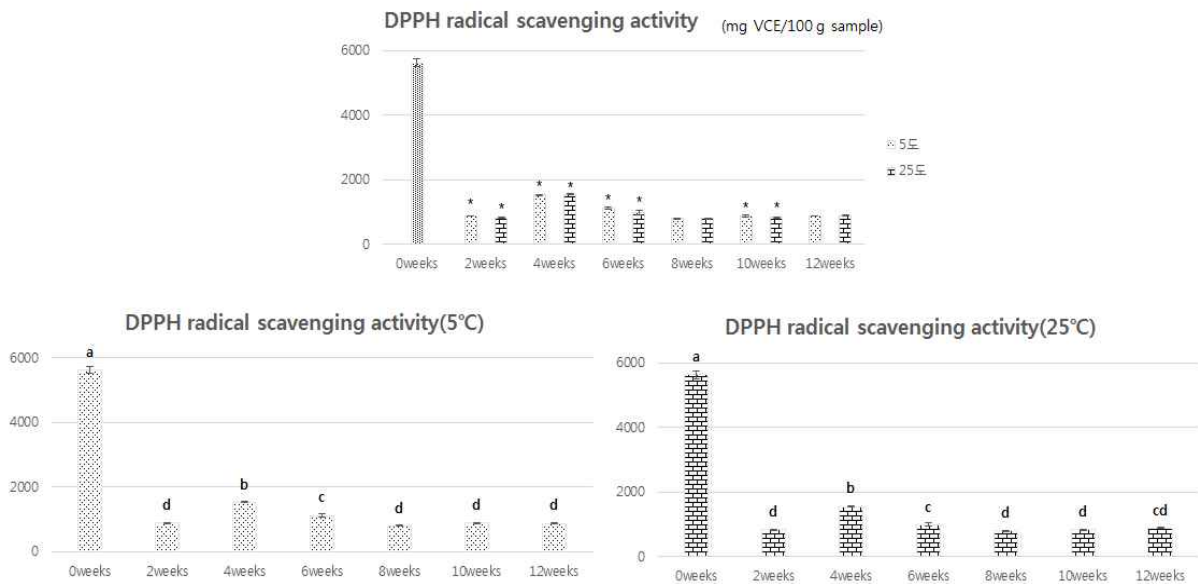


Fig. 25. 생강세립분말의 저장기간에 따른 DPPH radical scavenging의 변화

- 생강 세립분말의 항산화능의 초기 함량은 ABTS는 9,026 mg VCE/100 g sample이었으며, DPPH는 5,629 mg VCE/100 g sample이었음. 모든 항산화능에서 2주차의 급격하게 감소하였음.
- ABTS의 경우 10주차까지 유지되고 12주차의 증가하는 경향을 보임. DPPH의 경우 12주차까지 유지되는 것으로 나타남.
- 동일 저장기간별 5°C와 25°C 저장조건의 유의적 차이는 ABTS의 경우 2주차와 4주

차, 8주차에서 있었으며, DPPH의 경우 2주차, 4주차, 6주차, 10주차에서 차이가 있었음. 나머지 저장기간에는 차이가 없는 것으로 나타남.

- 생강 세립분말의 저장기간별 생균수 변화는 Fig. 12와 같음.

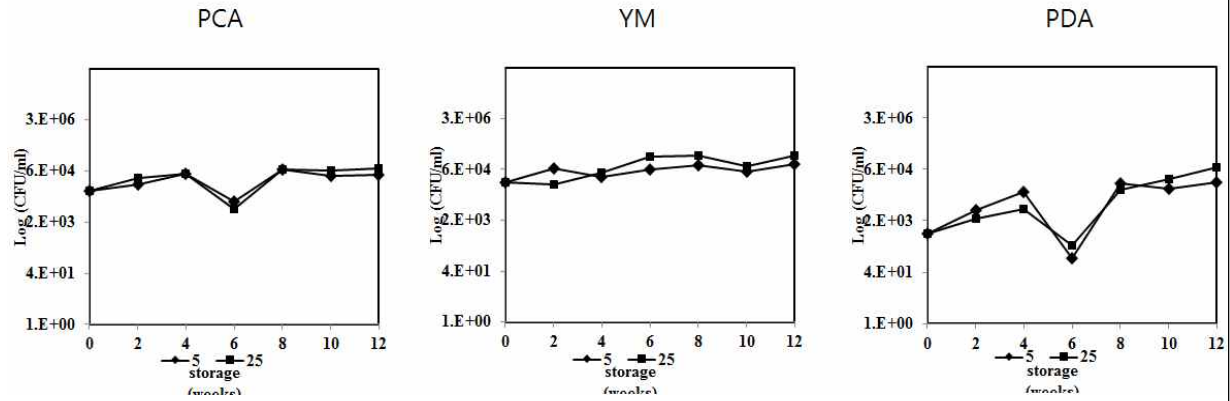


Fig. 26 생강 세립분말의 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성

- 생강세립분말의 저장안전성을 볼 때 미생물 수가 소폭으로 증가하는 경향을 보이지만 세균, 효모 및 진균류, 곰팡이류 모두 저장기간에 따른 균수에서 큰 차이를 보이지 않음. 그러나 초기균수가 2.5-3.8 logCFU/mL정도의 수준으로 높기 때문에 가공 초기 단계에서 원료의 세척과 손질, 가공공정 개선, 살균 등을 통해 초기 균수를 낮추는 것이 필요할 것으로 생각됨.

2.4. 성상별 소재 개발을 위한 실험 결과

- 액상제형 중 블루베리의 경우 저장중의 안전성은 상대적으로 좋은 것으로 생각되지만, 5°C, 15°C, 25°C에서 보관 시 주요 가공적성지표인 총안토시아닌 함량을 비교하였을 때, 저장 온도가 높아질수록 안토시아닌 함량이 감소되는 것으로 나타남.
- 따라서 저장 중 손실이 적고 기능성을 상대적으로 잘 유지하며, 기호도에 영향을 미칠 수 있으며 색도에서도 크게 차이가 나지 않는 5°C 저장이 블루베리 액상소재를 저장하는데 가장 적합하며, 액상 제형의 소재 기반 음료를 개발할 경우 5°C 냉장 보관하는 제품으로 개발해야 하는 것으로 결론을 얻었음.
- 아로니아의 경우 블루베리와 비교하여 볼 때 초기균수가 높기 때문에 초기균수를 낮추는 것이 중요할 것으로 생각되며, 총안토시아닌을 제외한 기능성에서는 5°C와 25°C 저장조건에서 큰 차이가 없지만 주요 가공적성지표인 총안토시아닌 함량을 비교하여 볼 때, 블루베리와 마찬가지로 저장기간이 증가할수록 크게 감소하여, 저장 온도는 5°C(냉장)가 적합할 것으로 결론을 얻었음.
- 또한, 모든 액상시료에서 균이 초기부터 자라기 시작한 25°C에서 저장하였던 블루베리 아임계추출액과 15°C에서 보관한 아로니아 아임계추출액은 저장 2주차부터 성상이 변하거나 색, 균 등에 의한 외관 변화가 일어났으므로 이 조건에서 두 베리류의 액상 추출물을 보관하는 것은 제품개발을 위해 추천하지 않음.

- 대추와 생강 세립분말의 pH는 점차 증가하였고, 대추의 경우 산성(4.83-4.97), 생강의 경우 중성(7.5-7.21)이었음. 당도의 경우 대추는 20 Brix%에서 저장 기간이 경과하면서 점차 감소하는 경향을 보였고, 생강의 경우 11.5 Brix%에서 저장 기간이 경과하면서 점차 감소하였음.
- 색도의 경우 대추와 생강에서 모두 큰 차이가 없었으며, 수분흡수지수의 경우 대추는 감소하였다가 증가, 생강은 증가하였다가 감소하는 경향을 나타냄(유의적인 차이는 없었음).
- 이는 대추의 흡습성으로 인한 영향으로 보임. 대추 분말의 경우, 수분용해지수가 낮아지는 것을 볼 수 있는데 이는 용해도가 낮아진 것이 아니라 흡수지수가 높아지면서 고형분이 수분을 포함하고 있어 상대적으로 용해지수가 낮아진 것으로 생각됨.
- 수분함량의 경우 저장기간이 지나면서 증가하는 경향을 보였고, 생강보다 대추가 더 크게 증가하는 것으로 볼 때 생강보다 대추가 흡습성이 높은 것을 확인할 수 있었음.
- 이는 분말화 된 대추 중간소재가 성상 유지나 오염에 취약할 수 있다는 것을 추정할 수 있었음.
- 전체적으로 모든 sample에서 초기균수가 높아 액상의 경우 고농축 액상을 만들고, 총 안토시아닌의 영향을 미치지 않는 살균공정이 필요할 것으로 생각됨.
- 분말의 경우 흡수성과 용해성이 좋고 기능성이 높으며, 저장성이 향상된 제품을 만들기 위해서 분말을 제조하기 전 원료단계에서 보다 위생적인 세척, 가공이 필요할 것으로 판단됨. 추가로 가공 및 운반, 저장 시 발생할 수 있는 균의 대한 기능성을 유지할 수 있는 살균공정이 필요할 것으로 보임.
- 또한 분말제품의 경우 오염된 제품을 육안으로 판별하기 어렵기 때문에 저장안전성에 보다 초점을 맞춰야 할 것으로 생각됨.

3. 3차년도: 농식품 자원 및 부산물 활용 중간소재 기반 제품의 표준화 설정 및 위생, 저장 안정성 평가

3.1. 연구내용 요약

3.2. 중간소재의 저장안정성과 저장안전성 실험

3.2.(1) 실험방법

- 저장온도는 일반적으로 분말 보관하는데 사용되는 온도인 냉장과 실온온도인 5°C, 25°C에서 보관하면서 저장 안전성을 실험하였음.
- 분말 소재의 실험 시 가공적성 실험은 색도, 수분함량, pH, 생균수(PCA, YM, PDA), 기능성(TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging), 수분흡습성, 수분용해성 총 7개 실험으로 진행하였음.

* 색도의 경우 colormeter(color JC801, color techno system co., LTD, Japan)를 이용하여 3번 반복 측정함.

* 수분함량의 경우 moisture meter(MA35M-000230V1, Sartorius Weighing Techno

GmbH, Germany)를 이용하여 1 g씩 3번 반복 측정함.

* pH의 경우 pH meter(ORION 3 STAR series, Thermo scientific, Singapore)를 이용하여 증류수로 25%농도가 되도록 희석하여 측정함.

* 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[Singleton VL et al. 1999]을 변형하여 측정하였음. 96 well plate (SPL, Korea)에 시료 10 μ l와 증류수 100 μ l를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma, USA) 10 μ l를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시킴. 그 후 7%(w/v) Na_2CO_3 (Sigma) 80 μ l를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader (iMark, Bio-Rad Laboratories, USA)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질로 gallic acid(Sigma)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/g sample으로 함량을 표기함.

* 총플라보노이드 함량은 건강기능식품공전방법(2013)을 변형 하여 실험함. 96 well plate에 희석한 시료 17 μ l와 증류수 96 μ l를 혼합한 후 2.5%(w/v) NaNO_2 (Sigma) 10 μ l를 넣어 균질화함. 그 후, 5%(w/v) AlCl_3 (Sigma) 10 μ l를 넣고 1 M Na_2CO_3 (Sigma) 67 μ l 넣어 균질화한 후 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 catechin (Sigma)을 사용하였으며, mg catechin equivalent(CE)/g sample로 함량을 표기하거나 415 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함.

* ABTS radical 소거능의 경우, Re 등의 방법(1999)을 변형하여 실험함. 96 well plate에 1.0 mM AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS2-(2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 phosphate-buffered saline와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후, 0.2 μ m PTFE syringe filter(Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 반응물을 제거 후, ABTS·-시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37°C였으며, 흡광도는 96well microplate reader를 이용해 750 nm에서 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하여, mg vitamin C equivalent(VCE)/g sample으로 항산화능을 표기함.

* DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법 (Brand-williams W et al.1995)을 변형하여 진행하였음. 80%(v/v) 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/g sample으로 항산화능을 표기함.

* 생균수의 경우 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성을 실험하기 위해 Difco사에서 Plate Count Agar(PCA), YM agar, Potato Dextrose Agar(PDA)를 사용하였으며, 식품공전법을 참고하여 pouring법으로 실험한 후 PCA는 37도, YM, PDA는 30°C incubator에서 24시간에 한번 씩 count하였고, 72시간 동안 관찰한 후 균수에 따라 Log CFU/mL로 표기함.

- 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Anderson의 방법(1982)을 이용하여 측정하였다. 이 방법은 각각 용해도와 관련하여 수분을 얼마나 흡수할 수 있는지(WAI)와 고형분이 용액상의 얼마나 녹아 들어갈 수 있는지(WSI) 나타내어 용해도를 간접적으

로 확인하는 방법으로 계산법은 다음과 같음.

$$\text{수분흡수지수} = \text{침전물양} / \text{시료의 양}$$

$$\text{수분용해지수}(\%) = (\text{상등액 고형분양} / \text{시료양}) \times 100$$

- 통계처리의 경우 SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 저장기간의 차이를 one-way ANOVA를 통해 분석하여, Tukey's 검정을 진행하였고, 온도별 차이는 대응표본-T검정을 통해 유의성을 분석하였음. ($p < 0.05$)

3.2.(2) 실험결과

[1] 귀리아임계추출물 중간소재

귀리를 건조, 분쇄하여 아임계추출(pH 4, 추출용매로 210°C, 10 min)하여 동결건조한 귀리아임계추출물의 이화학적특성 및 TPC, TFC, ABTS와 DPPH radical scavenging activity를 측정하였음.

- 그 결과 저장기간동안 pH의 변화는 5°C와 25°C에서 모두 pH가 서서히 증가하는 것으로 나타났고, 두 온도간의 유의적인 차이는 2주차를 제외하고는 나타나지 않았음($p < 0.05$).
- 수분함량(%M)의 경우 5°C에서는 저장기간동안 큰 차이를 보이지 않았고, 25°C의 경우 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 것을 볼 수 있었음. 두 온도간의 유의적 차이는 나타나지 않았음($p < 0.05$).
- 색도의 경우 저장기간동안 L값의 변화는 크지 않았지만 a값의 경우 점차 증가하는 경향이 확인되어 짙은 갈색을 띄는 시료에서 redness가 저장중에 증가한 것으로 생각되며, b 값에는 큰 차이를 보이지 않았음. 서로 다른 두 저장 온도 간 차이는 L값의 경우 2주부터 12주까지 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났으며, a값의 경우 유의적 차이가 없었고, b값은 2주, 4주, 6주, 10주에서 유의적 차이를 보였지만, 육안으로 달라진 형태가 보이진 않았음($p < 0.05$).
- 수분흡수지수(WAI)가 0.10-0.15 g/g 수준으로 범위가 낮고, 수분용해지수(WSI)는 72.67-87.33%로 높은 것을 보아 용해도가 다른 소재보다 높은 것을 알 수 있었음. 주차별 차이와 두 저장온도별 유의적 차이는 없었음($p < 0.05$).

표 22. 귀리 아임계추출물의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 수분함량, 색도, 수분흡수도, 수분용해도의 변화

weeks	Temperature	pH	수분함량 (%M)	color			수분흡수지수 (WAI, g/g)	수분용해지수 (WSI, %)
				L	a	b		
0	5°C	4.19±0.01 ^{1cdns}	1.70±0.61 ^{1bns}	46.00±0.07 ^{dns}	10.85±0.22 ^{dns}	27.05±0.08 ^{dns}	0.11±0.01 ^{nsns}	87.07±0.64 ^{ns}
	25°C		1.70±0.61 ^{bc}	46.00±0.07 ^d	10.85±0.22 ^c	27.05±0.08 ^a	0.11±0.03 ^{ab}	87.07±0.64 ^a
2	5°C	4.19±0.01 ^{cd*}	1.33±0.05 ^{bns}	45.35±0.00 ^{e*}	11.30±0.37 ^{bns}	26.49±0.00 ^{b*}	0.11±0.01 ^{nsns}	87.13±0.95 ^{ns}
	25°C	4.17±0.00 ^d	1.40±0.17 ^c	46.19±0.10 ^{cd}	11.73±0.04 ^{cd}	25.78±0.06 ^b	0.10±0.02 ^b	86.53±0.90 ^a
4	5°C	4.18±0.01 ^{cdns}	2.72±0.33 ^{ans}	49.12±0.14 ^{a*}	10.82±0.05 ^{dns}	23.54±0.05 ^{d*}	0.11±0.01 ^{nsns}	84.67±1.15 ^{ns}
	25°C	4.18±0.00 ^d	2.38±0.12 ^{abc}	47.61±0.09 ^a	11.14±0.39 ^{de}	24.20±0.08 ^d	0.12±0.00 ^{ab}	84.67±1.15 ^a
6	5°C	4.18±0.01 ^{dns}	2.43±0.23 ^{abns}	46.11±0.00 ^{d*}	11.63±0.00 ^{abns}	25.19±0.08 ^{e*}	0.11±0.01 ^{nsns}	78.97±7.03 ^{abns}
	25°C	4.2±0.02 ^{bcd}	2.16±0.39 ^{abc}	47.19±0.18 ^b	11.63±0.19 ^{cd}	24.66±0.14 ^c	0.12±0.01 ^{ab}	86.43±1.31 ^a
8	5°C	4.23±0.01 ^{bns}	2.41±0.59 ^{abns}	46.58±0.13 ^{c*}	12.10±0.35 ^{ans}	26.14±0.25 ^{bns}	0.14±0.00 ^{nsns}	86.67±1.15 ^{ns}
	25°C	4.24±0.01 ^{ab}	2.62±0.46 ^{ab}	46.31±0.11 ^c	12.01±0.17 ^{bc}	26.09±0.18 ^b	0.15±0.01 ^a	87.33±1.15 ^a
10	5°C	4.27±0.01 ^{ans}	2.37±0.45 ^{abns}	47.03±0.15 ^{b*}	11.68±0.32 ^{abns}	25.14±0.21 ^{e*}	0.10±0.02 ^{nsns}	73.33±3.06 ^{bns}
	25°C	4.24±0.03 ^a	2.60±0.13 ^{ab}	45.91±0.10 ^d	12.38±0.30 ^{ab}	26.74±0.18 ^a	0.09±0.01 ^b	72.67±1.15 ^b
12	5°C	4.21±0.01 ^{bns}	2.42±0.47 ^{abns}	46.54±0.11 ^{c*}	12.25±0.27 ^{ans}	26.41±0.18 ^{bns}	0.11±0.03 ^{nsns}	86.67±3.06 ^{ns}
	25°C	4.22±0.01 ^{abc}	2.90±0.43 ^a	46.11±0.06 ^{cd}	12.70±0.09 ^a	26.72±0.07 ^a	0.13±0.01 ^{ab}	86.00±2.00 ^a

*Means are significantly different between two data at 5°C and 25°C of each physical and chemical properties at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-e}Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by Tukey test to one-way ANOVA

¹⁾Mean±Standard deviation(SD)

- 저장 중의 소재의 기능성을 측정하였을때, 총폴리페놀 함량의 경우 4주차에서 함량이 높아지는 것을 볼 수 있었고, 다른 기능성 중 항산화능에서 높아지는 것을 보았을 때 항산화 관련 물질이 증가했을 것으로 생각됨.
- 총플라보노이드의 경우 총폴리페놀 함량과 반대되는 경향으로 4주차에 가장 낮은 함량을 보였음.
- 항산화능의 DPPH소거 활성의 경우 크게 차이나지 않는 것으로 생각되며 ABTS 소거능의 경우 저장기간이 지남에 따라 점차 증가하다가 8주차에서부터 떨어지다가 그대로 유지되었음. 저장온도의 차이를 보았을 때 온도별 차이는 있었으나 유의미한 차이로는 해석되지 않음($p<0.05$).
- 액상의 제품보다 분말로 소재를 보관할 때 이화학적 특성과 기능성이 좀 더 오랫동안 유지되는 것을 확인하였음. 저장 온도는 이화학적 특성을 보았을 때 기호도와 미생물의 영향, 맛에 영향을 미칠 수 있기 때문에 수분함량 증가나, pH의 증가, 색도의 변화가 좀 더 서서히 일어나는 5°C가 좀 더 보관하기 적절할 것으로 생각됨.

표 23. 귀리 아임계추출물의 온도 별 저장기간에 따른 총폴리페놀, 총플라보노이드와 항산화능 변화

weeks	Temperature	기능성			
		TPC ¹⁾	TFC	DPPH	ABTS
0	5°C	37.69±0.30 ^{2) bns}	7.10±0.46 ^{abc}	21.09±1.52 ^{abns}	27.65±1.62 ^{cns}
	25°C	37.69±0.30 ^b	7.10±0.46 ^a	21.09±1.52 ^a	27.65±1.62 ^c
2	5°C	33.66±0.22 ^{*a}	5.79±0.17 ^{bc}	16.14±0.19 ^{*a}	25.04±1.87 ^{cns}
	25°C	34.99±0.70 ^c	5.62±0.44 ^a	17.66±0.36 ^b	27.75±2.49 ^c
4	5°C	81.32±1.43 ^{*a}	1.54±0.38 ^d	21.77±0.04 ^{ans}	39.99±0.95 ^{bns}
	25°C	76.41±0.58 ^a	1.49±0.35 ^c	21.19±0.94 ^a	39.80±1.49 ^b
6	5°C	37.77±0.43 ^{bns}	1.48±0.60 ^d	14.92±0.86 ^{cdns}	46.66±3.54 ^{ans}
	25°C	37.68±0.83 ^b	2.48±1.64 ^{bc}	15.09±0.65 ^d	46.81±3.08 ^a
8	5°C	34.27±0.07 ^{cns}	8.27±1.10 ^a	15.90±0.89 ^{cns}	26.53±0.77 ^{bns}
	25°C	34.46±1.36 ^c	5.24±0.90 ^{ab}	15.34±0.49 ^{cd}	35.25±2.44 ^b
10	5°C	38.62±0.66 ^{bns}	5.32±0.85 ^c	13.06±0.24 ^{d*}	36.68±1.02 ^{b*}
	25°C	39.23±0.99 ^b	5.16±0.47 ^{ab}	14.44±0.14 ^d	34.47±0.53 ^b
12	5°C	37.63±0.85 ^{b*}	7.62±1.33 ^{ab}	19.63±0.32 ^{b*}	35.85±0.85 ^{bns}
	25°C	37.69±0.15 ^b	7.99±1.89 ^a	17.39±0.17 ^{bc}	36.70±0.46 ^b

¹⁾ Total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE) and catechin equivalents (CE), respectively. ABTS radical scavenging activity and DPPH radical scavenging activities are expressed as vitamin C equivalents (VCE); respectively; ²⁾Mean±Standard deviation(SD)

*Means are significantly different between two data at 5°C and 25°C of each physical and chemical properties at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-d}Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by Tukey test to one-way ANOVA

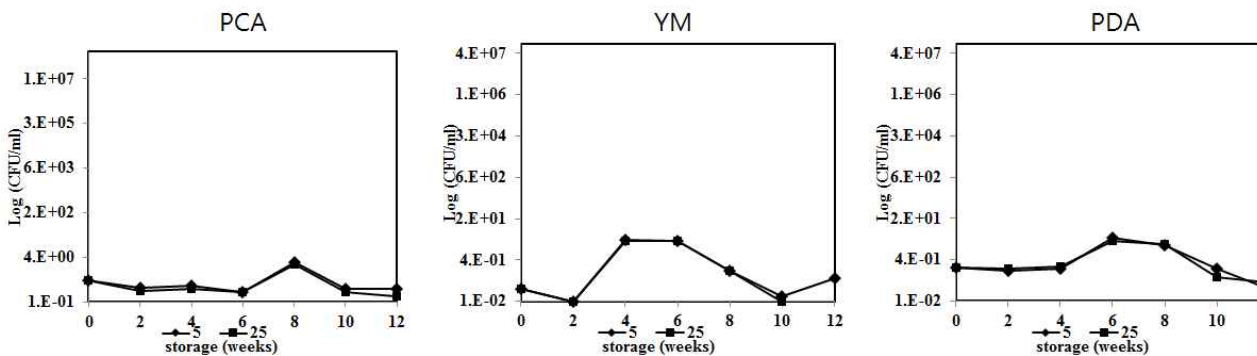


Fig. 27 귀리 아임계 추출물의 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성

- 귀리 아임계 추출물의 저장안전성을 실험한 결과, 소재의 미생물수가 2차년도보다 현저히 줄어든 것을 볼 수 있었음. 귀리 아임계 추출물은 중간소재로써 원물에 비해 흡습도, 용해도가 높고, 기능성이 높은 것으로 나타났으며, 저장 안전성에서도 낮은 균수를 보여 중간소재로 활용하기 용이할 것으로 생각됨. 온도에 따른 차이도 크게 없었기 때문에 분말로 보관 시 액상보다 좀 더 안전성이 확보된 것으로 보임.

- 따라서, 귀리 아임계 추출물을 시제품의 활용하여 저장안정성과 안전성을 측정 및 평가 하였음(참고: 3.3 결과).

[2] 단호박 초미세과립분말 중간소재

침출 및 분산안정성을 높이기 위해 단호박 원료를 건조한 후 미세분말(Fan flow 30m³/h, 투입온도 60-70°C, 배드온도 55±5°C, pump 5rpm, 용매 정제수)로 만들어 과립화를 진행하였으며. 이화학적 특성 및 TPC, TFC, ABTS와 DPPH radical scavenging activity를 측정하였음.

- 그 결과 저장기간동안 pH의 변화는 5°C와 25°C에서 모두 pH가 서서히 감소하는 것으로 보였으나 큰 차이는 없었고, 두 온도간의 차이는 25°C의 경우가 5°C에서 보관한 시료보다 pH 변화가 더 큰 것을 확인할 수 있었으며, 0주차를 제외한 나머지 주차에서 모두 유의적인 차이를 보였음($p<0.05$).
- 수분함량(%M)의 경우 저장기간동안 5°C에서 소폭 증가하는 것을 볼 수 있었고, 25°C의 경우는 차이가 없는 것으로 나타났음. 하지만 두 온도조건간의 차이는 나타나지 않았음($p<0.05$).
- 색도의 경우 저장기간동안 L값과 b값의 변화는 거의 없었고 a값의 경우 점차 감소하는 경향이 확인되어 시료의 색상을 고려하였을때 redness가 저장중에 orange계열 색상으로 바뀌며 감소한 것으로 생각됨. 서로 다른 두 저장 온도 간 차이는 L값의 경우 2주부터 12주까지 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났으며, a값의 경우 0주, 6주를 제외한 모든 주차에서 유의적 차이가 있었고, b값은 0주, 2주를 제외한 모든 주차에서 유의적 차이를 보였음. 육안으로 보아도 색이 옅은 노란색에서 짙은 노란색의 색상을 확인할 수 있었음($p<0.05$).
- 수분흡수지수(WAI)가 0.57±0.08-1.27±0.06 g/g 수준이었으며, 수분용해지수(WSI)는 64.00±3.46-71.33±2.31%로 다른 중간소재에 비해 용해도가 상대적으로 낮은 편이었음. 그러나 흡수지수로 보았을 때 다른 원료 자체보다 높은 수분흡수를 보여 분산성은 좋은 것으로 생각됨. 저장기간별 차이는 있었으나 유의미한 차이가 아니었으며, 두 저장온도별 유의적 차이는 없었음($p<0.05$).

표 24. 단호박초미세과립분말의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 수분함량, 색도, 수분흡수도, 수분용해도의 변화

Weeks	Temperature	pH	수분함량 (%M)	color			수분흡수지수 (WAI, g/g)	수분용해지수 (WSI, %)
				L	a	b		
0	5°C	5.97±0.01 ^{1)ab} _{ns}	6.58±0.44 ^{bns}	64.50±0.06 ^{cdns}	17.56±0.16 ^{ans}	51.37±0.26 ^{dns}	1.00±0.02 ^{abns}	69.80±2.23 ^{ans}
	25°C		6.58±0.44 ^{ns}	64.50±0.06 ^e	17.56±0.16 ^a	51.37±0.26 ^b	1.00±0.02 ^{cd}	69.80±2.23 ^{ns}
2	5°C	5.97±0.01 ^{ab*}	6.78±0.78 ^{bns}	66.61±0.15 ^{a*}	17.19±0.05 ^{b*}	51.96±0.25 ^{cns}	1.07±0.01 ^{ans}	67.33±3.06 ^{abns}
	25°C	5.93±0.01 ^b	7.33±0.36 ^{ns}	67.83±0.06 ^a	16.51±0.18 ^b	51.46±0.09 ^b	1.11±0.04 ^{bc}	69.33±1.15 ^{ns}
4	5°C	5.94±0.01 ^{b*}	8.59±0.83 ^{abns}	65.13±0.13 ^{b*}	15.33±0.03 ^{d*}	53.37±0.12 ^{a*}	0.64±0.04 ^{bcns}	70.00±0.00 ^{ans}
	25°C	5.86±0.01 ^c	7.91±1.06 ^{ns}	65.52±0.17 ^d	14.58±0.22 ^{ef}	52.56±0.05 ^a	0.74±0.10 ^e	70.67±1.15 ^{ns}
6	5°C	5.94±0.03 ^{b*}	8.15±0.81 ^{bns}	64.67±0.29 ^{a*}	15.33±0.23 ^{dns}	53.10±0.09 ^{a*}	1.22±0.00 ^{ans}	69.33±1.15 ^{abns}
	25°C	5.81±0.00 ^d	8.32±1.40 ^{ns}	65.88±0.14 ^c	15.02±0.18 ^{de}	51.84±0.29 ^b	1.25±0.01 ^{ab}	71.33±2.31 ^{ns}
8	5°C	5.98±0.01 ^{a*}	7.32±0.56 ^{bns}	64.14±0.03 ^{d*}	16.23±0.12 ^{c*}	53.32±0.06 ^{a*}	1.25±0.03 ^{ans}	72.00±0.00 ^{ans}
	25°C	5.86±0.01 ^c	8.70±1.23 ^{ns}	65.56±0.03 ^d	15.74±0.26 ^c	52.33±0.06 ^a	1.27±0.06 ^a	70.67±3.06 ^{ns}
10	5°C	5.97±0.01 ^{ab*}	11.50±2.69 ^{ans}	63.64±0.05 ^{a*}	15.23±0.11 ^{d*}	51.24±0.21 ^{d*}	0.57±0.08 ^{cns}	70.67±1.15 ^{ans}
	25°C	5.81±0.01 ^d	7.78±0.83 ^{ns}	67.05±0.08 ^b	14.25±0.30 ^f	50.77±0.13 ^c	0.59±0.05 ^f	70.67±1.15 ^{ns}
12	5°C	5.98±0.02 ^{a*}	7.05±0.52 ^{bns}	64.1±0.16 ^{d*}	15.90±0.11 ^{c*}	52.57±0.16 ^{b*}	1.15±0.35 ^{ans}	64.00±3.46 ^{bns}
	25°C	5.81±0.01 ^d	7.26±0.99 ^{ns}	64.64±0.08 ^e	15.21±0.22 ^{cd}	49.54±0.14 ^d	0.95±0.02 ^d	67.33±3.06 ^{ns}

**Means are significantly different between two data at 5°C and 25°C of each physical and chemical properties at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-f}Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by tukey test to one-way ANOVA

¹⁾Mean±Standard deviation(SD)

- 저장 중의 소재의 기능성을 측정하였을 때, 총폴리페놀 함량의 경우 두 저장온도 모두 10주차에 가장 높은 함량을 나타내었음. 두 온도간 차이는 10주차와 12주차에서만 보였음.
- 총플라보노이드와 항산화능의 DPPH 소거활성의 경우 소량 존재하거나 낮은 활성을 나타냈으며, ABTS 소거능의 경우 저장기간이 지남에 따라 점차 증가하였고, 그 증가폭은 12주차에서 가장 높았음. 두 온도간 유의적 차이는 12주차에서만 있었음($p<0.05$).

표 25. 단호박 초미세과립분말의 온도 별 저장기간에 따른 총폴리페놀, 총플라보노이드와 항산화능의 변화

weeks	Temperature	기능성			
		TPC ¹⁾	TFC	DPPH	ABTS
0	5°C	4.10±0.27 ^{2) bns}	0.77±0.03 ^a	0.44±0.17 ^{dns}	3.35±0.27 ^{ans}
	25°C	4.10±0.27 ^{abc}	0.77±0.03 ^a	0.44±0.17 ^c	3.35±0.27 ^{ab}
2	5°C	3.87±0.19 ^{bns}	ND	ND ^{ns}	2.72±0.06 ^{bns}
	25°C	3.92±0.20 ^{bc}	ND	ND	2.76±0.03 ^c
4	5°C	3.71±0.24 ^{bns}	0.02±0.03 ^b	1.10±0.02 ^{bcns}	2.16±0.15 ^{cns}
	25°C	3.69±0.27 ^c	0.04±0.01 ^b	0.88±0.10 ^{bc}	2.09±0.11 ^d
6	5°C	3.76±0.38 ^{bns}	ND ³⁾	1.71±0.07 ^{a*}	3.18±0.04 ^{abns}
	25°C	4.04±0.29 ^{abc}	ND	2.04±0.08 ^a	3.21±0.06 ^{ab}
8	5°C	3.83±0.29 ^{bns}	ND	1.14±0.24 ^{bcns}	3.33±0.30 ^{abns}
	25°C	3.69±0.05 ^c	0.07±0.06 ^b	0.86±0.38 ^{bc}	3.57±0.25 ^a
10	5°C	4.79±0.06 ^{a*}	0.07±0.03 ^b	0.69±0.16 ^{cdns}	3.45±0.39 ^{ans}
	25°C	4.50±0.11 ^a	0.07±0.02 ^b	0.64±0.06 ^c	2.99±0.12 ^{bc}
12	5°C	4.06±0.03 ^{b*}	ND	1.28±0.15 ^{abns}	3.17±0.10 ^{ab*}
	25°C	4.43±0.06 ^{ab}	ND	1.17±0.10 ^b	3.59±0.05 ^a

1) Total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE) and catechin equivalents (CE), respectively. ABTS radical scavenging activity and DPPH radical scavenging activities are expressed as vitamin C equivalents (VCE); respectively; 2) Mean±Standard deviation(SD); 3) ND, not detected

**Means are significantly different between two data at 5°C and 25°C of each physical and chemical properties at $p < 0.05$ by t -test; ^{NS} not significantly

^{a-d}Means are significantly different within the same column at $p < 0.05$ by tukey test to one-way ANOVA

- 기능성의 경우 단호박원료를 측정하였을때 보다 소폭 증가한 것으로 보이나, TFC나 항산화능(DPPH 소거능) 결과를 볼 때, 다른 소재의 비해 낮은 기능성과 항산화능을 가지고 있어, 단호박 소재의 경우 침출 및 분산성을 높이기 위한 소재로써 활용해야 할 것으로 생각됨.

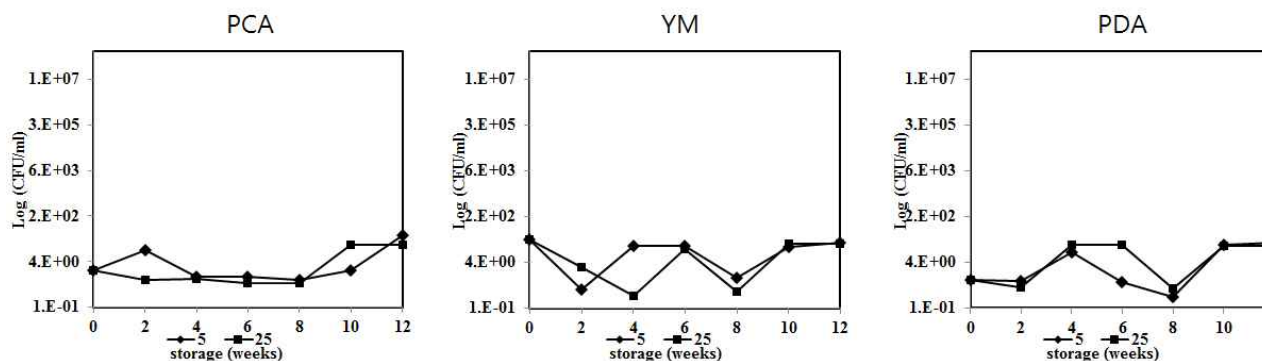


Fig. 28 단호박 초미세과립분말의 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성

- 단호박 초미세과립분말의 저장안전성 또한 귀리 아임계 추출물과 비슷하거나 낮은 균수를 보였으며, 균수가 2차년도보다 현저히 줄어든 것을 볼 수 있었음. 소재의 기능성에서는 원물보다 높은 함량을 보였으나, 기능성은 상대적으로 높은 함량을 나타나지 않았고, 용해도와 흡습성의 경우 원물보다 높았음. 또한, 보관 온도에 따른 차이는 크지 않았기 때문에 분말로 보관 시 액상보다 좀 더 안전성이 확보 된 것으로 보임.

3.3 귀리 아임계추출물을 활용한 시제품의 저장안정성과 저장안전성 실험

3.3.(1) 실험방법

- 저장온도는 일반적으로 분말 보관하는데 사용되는 온도인 냉장과 실온온도인 5°C, 25°C에서 보관하면서 저장 안전성을 실험하였음.
- 분말 소재의 실험 시 가공적성 실험은 색도, 수분함량, pH, 생균수(PCA, YM, PDA), 기능성(TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging), 수분흡습성, 수분용해성 총 7개 실험으로 진행하였음.

* 색도의 경우 colormeter(color JC801, color techno system co., LTD, Japan)를 이용하여 3번 반복 측정함.

* 수분함량의 경우 moisture meter(MA35M-000230V1, Sartorius Weighing Techno GmbH, Germany)를 이용하여 1 g씩 3번 반복 측정함.

* pH의 경우 pH meter(ORION 3 STAR series, Thermo scientific, Singapore)를 이용하여 증류수로 25%농도가 되도록 희석하여 측정함.

* 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[Singleton VL et al. 1999]을 변형하여 측정하였음. 96 well plate (SPL, Korea)에 시료 10 µl와 증류수 100 µl를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma, USA) 10 µl를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시킴. 그 후 7%(w/v) Na₂CO₃(Sigma) 80 µl를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader (iMark, Bio-Rad Laboratories, USA)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질로 gallic acid(Sigma)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/g sample로 함량을 표기함.

* 총플라보노이드 함량은 건강기능식품공전방법(2013)을 변형 하여 실험함. 96 well plate에 희석한 시료 17 µl와 증류수 96 µl를 혼합한 후 2.5%(w/v) NaNO₂(Sigma) 10 µl를 넣어 균질화함. 그 후, 5%(w/v) AlCl₃ (Sigma) 10 µl를 넣고 1 M Na₂CO₃(Sigma) 67 µl 넣어 균질화한 후 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 catechin (Sigma)을 사용하였으며, mg catechin equivalent(CE)/g sample로 함량을 표기함.

* ABTS radical 소거능의 경우, Re 등의 방법(1999)을 변형하여 실험함. 96 well plate에 1.0 mM AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS2-(2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 phosphate-buffered saline와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후, 0.2 µm PTFE syringe

filter(Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 반응물을 제거 후, ABTS·-시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37°C였으며, 흡광도는 96 well microplate reader를 이용해 750 nm에서 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하여, mg vitamin C equivalent(VCE)/g sample로 항산화능을 표기함.

* DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법 (Brand-williams W et al.1995)을 변형하여 진행하였음. 80%(v/v) 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/g sample으로 항산화능을 표기함.

* 생균수의 경우 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성을 실험하기 위해 Difco사에서 Plate Count Agar(PCA), YM agar, Potato Dextrose Agar(PDA)를 사용하였으며, 식품공전법을 참고하여 pouring법으로 실험한 후 PCA는 37도, YM, PDA는 30°C incubator에서 24시간에 한번 씩 count하였고, 72시간 동안 관찰한 후 균수에 따라 CFU/mL나 Log CFU/mL로 표기함.

• 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Anderson의 방법(1982)을 이용하여 측정하였다. 이 방법은 각각 용해도와 관련하여 수분을 얼마나 흡수할 수 있는지(WAI)와 고형분이 용액상의 얼마나 녹아 들어갈 수 있는지(WSI) 나타내어 용해도를 간접적으로 확인하는 방법으로 계산법은 다음과 같음.

$$\begin{aligned} \text{수분흡수지수} &= \text{침전물양} / \text{시료의 양} \\ \text{수분용해지수}(\%) &= (\text{상등액 고형분양} / \text{시료양}) \times 100 \end{aligned}$$

• 통계처리의 경우 SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 저장기간의 차이를 one-way ANOVA를 통해 분석하여, Tukey's 검정을 진행하였고, 온도별 차이는 대응표본-T검정을 통해 유의성을 분석하였음. ($p < 0.05$)

3.3.(2) 실험결과

기능성 및 분산안전성을 높이기 위해 기본 원료보다 기능성이 높고 용해도가 좋았던 귀리아임계추출물을 활용하여 귀리원료 대신 첨가하여 배합하였음. 이에 따른 이화학적 특성 및 TPC, TFC, ABTS와 DPPH radical scavenging activity를 측정하였음.

- 그 결과 저장기간동안 pH의 변화는 5°C와 25°C에서 모두 큰 차이는 없었고, 두 온도간의 차이는 5°C의 경우가 25°C에서 보관한 경우보다 pH 변화가 있는 것 확인할 수 있었으며, 4주차, 8주차에서만 유의적인 차이를 보였음($p < 0.05$).
- 수분함량(%M)의 경우 저장기간 동안 차이가 없는 것으로 나타났음. 하지만 두 온도조건간의 차이는 6주차와 10주차에서 나타났음($p < 0.05$).
- 색도의 경우 저장기간동안 L값과 a값, b값의 변화는 모두 유의적으로 조금씩 차이가 있는 것으로 나타났으나 육안으로 확인할 수는 없었음($p < 0.05$).

- 수분흡수지수(WAI)는 저장기간동안 큰 차이를 보이지 않다가 10주차에 감소하는 경향을 보였는데 5°C경우 유의적이었으며, 25°C의 경우 유의적 차이는 없었음. 수분용해지수(WSI)는 다른 소재보다 낮은 것으로 나타났는데 이는 시제품 자체가 다른 가공기술이 아닌 곡류 원료 자체를 건조, 분쇄하여 배합되었기 때문에 낮은 것으로 생각됨. 용해지수 또한 저장기간별 차이는 있었으나 유의미한 차이가 아니었으며, 두 저장온도별 유의적 차이는 10주차에서만 있었음($p<0.05$).

표 26. 귀리 아임계추출물을 활용한 시제품의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 수분함량, 색도, 수분흡수도, 수분용해도의 변화

weeks	Temperature	pH	수분함량 (%M)	color			수분흡수지수 (WAI, g/g)	수분용해지수 (WSI, %)
				L	a	b		
0	5°C	6.39±0.02 ^{1)bs}	3.43±0.06 ^{cn}	73.65±0.14 ^{abns}	9.19±0.14 ^{abns}	16.59±0.11 ^{bn}	1.47±0.18 ^{abns}	52.03±0.55 ^{abns}
	25°C	6.39±0.02 ^{ns}	3.43±0.06 ^e	73.63±0.14 ^{ab}	9.19±0.14 ^{ab}	16.59±0.11 ^a	1.47±0.18 ^{ns}	52.03±0.55 ^{ab}
2	5°C	6.39±0.02 ^{bn}	3.69±0.35 ^{bcns}	73.81±0.14 ^{a*}	9.29±0.18 ^{ans}	16.34±0.10 ^{b*}	1.40±0.27 ^{abns}	50.67±0.58 ^{abns}
	25°C	6.38±0.01 ^{ns}	3.58±0.19 ^{de}	73.49±0.12 ^{ab}	9.70±0.38 ^a	15.90±0.04 ^c	1.55±0.25 ^{ns}	51.00±1.00 ^b
4	5°C	6.39±0.02 ^{b*}	4.58±0.17 ^{abns}	73.58±0.09 ^{abns}	8.11±0.22 ^{dens}	17.11±0.07 ^{a*}	1.21±0.06 ^{abns}	51.33±0.58 ^{abns}
	25°C	6.33±0.01 ^{ns}	4.81±0.08 ^a	73.30±0.24 ^b	8.23±0.21 ^d	16.57±0.21 ^a	1.18±0.02 ^{ns}	51.33±0.58 ^{ab}
6	5°C	6.37±0.02 ^{bn}	4.63±0.55 ^{a*}	73.32±0.11 ^{bc*}	8.50±0.26 ^{cdns}	16.54±0.08 ^{b*}	1.75±0.03 ^{ans}	50.33±1.15 ^{bcns}
	25°C	5.34±1.73 ^{ns}	4.03±0.12 ^{bc}	73.86±0.21	8.49±0.10 ^{cd}	15.95±0.19 ^{bc}	1.25±0.62 ^{ns}	50.67±0.58 ^b
8	5°C	6.45±0.01 ^{a*}	4.51±0.07 ^{abns}	73.55±0.07 ^{abns}	8.67±0.22 ^{bcdns}	16.30±0.08 ^{b*}	1.33±0.03 ^{abns}	53.00±1.00 ^{ans}
	25°C	6.40±0.01 ^{ns}	3.95±0.14 ^{bcd}	73.35±0.16 ^b	9.04±0.18 ^{bc}	16.07±0.05 ^{bc}	1.51±0.12 ^{ns}	52.67±1.15 ^{ab}
10	5°C	6.40±0.01 ^{bn}	3.69±0.33 ^{bc*}	73.23±0.15 ^{ns}	7.90±0.31 ^{ens}	16.58±0.05 ^{b*}	1.07±0.07 ^{cn}	49.67±0.58 ^{a*}
	25°C	6.39±0.01 ^{ns}	4.28±0.11 ^b	73.39±0.11 ^b	8.51±0.32 ^{cd}	16.28±0.02 ^{ab}	1.08±0.12 ^{ns}	46.33±1.15 ^c
12	5°C	6.37±0.03 ^{bn}	3.69±0.44 ^{abns}	73.29±0.20 ^{bcns}	8.75±0.13 ^{abns}	16.57±0.23 ^{b*}	1.19±0.04 ^{abns}	52.33±1.53 ^{abns}
	25°C	6.35±0.01 ^{ns}	3.64±0.28 ^{cde}	73.21±0.14 ^b	9.03±0.14 ^{bc}	15.98±0.15 ^{bc}	1.42±0.20 ^{ns}	54.00±1.73 ^a

**Means are significantly different between two data at 5°C and 25°C of each physical and chemical properties at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-e}Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by tukey test to one-way ANOVA

¹⁾Mean±Standard deviation(SD)

표 27. 귀리아임계추출물을 활용한 시제품의 온도 별 저장기간에 따른 총폴리페놀, 총플라보노이드와 항산화능의 변화

weeks	Temperature	기능성			
		TPC ¹⁾	TFC	DPPH	ABTS
0	5°C	1.18±0.05 ^{2)cdns}	ND ³⁾	ND ^{ns}	0.46±0.04 ^{dns}
	25°C	1.18±0.05 ^b	ND	ND	0.46±0.04 ^f
2	5°C	1.35±0.02 ^{abns}	0.13±0.09 ^{ab}	1.96±0.21 ^{a*}	1.06±0.02 ^{b*}
	25°C	1.30±0.05 ^{ab}	0.06±0.05 ^b	0.98±0.10 ^{ab}	0.88±0.03 ^d
4	5°C	1.17±0.05 ^{cdns}	0.03±0.13 ^b	0.74±0.17 ^{cns}	0.90±0.05 ^{c*}
	25°C	1.17±0.07 ^b	0.13±0.03 ^{ab}	0.83±0.17 ^b	0.77±0.04 ^e
6	5°C	1.09±0.04 ^{d*}	ND	0.82±0.04 ^{cns}	1.06±0.07 ^{b*}
	25°C	1.23±0.02 ^b	ND	0.79±0.03 ^b	1.25±0.05 ^b
8	5°C	1.11±0.09 ^{dns}	0.11±0.02 ^{ab}	ND	0.92±0.03 ^{c*}
	25°C	1.22±0.02 ^b	0.21±0.02 ^a	0.28±0.09 ^{c*}	1.18±0.03 ^b
10	5°C	1.46±0.02 ^{abns}	0.24±0.04 ^a	1.26±0.10 ^{bns}	2.01±0.02 ^{abns}
	25°C	1.42±0.03 ^a	0.17±0.02 ^a	1.11±0.08 ^a	2.06±0.04 ^a
12	5°C	1.25±0.01 ^{bens}	0.15±0.02 ^{ab}	0.32±0.01 ^{d*}	0.95±0.06 ^{bens}
	25°C	1.24±0.06 ^b	0.16±0.02 ^a	0.49±0.03 ^c	1.02±0.03 ^c

1) Total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins contents are expressed as gallic acid equivalents (GAE) and catechin equivalents (CE), respectively. ABTS radical scavenging activity and DPPH radical scavenging activities are expressed as vitamin C equivalents (VCE); respectively; 2) Mean±Standard deviation(SD); 3) ND, not detected

**Means are significantly different between two data at 5°C and 25°C of each physical and chemical properties at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-e}Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by Tukey test to one-way ANOVA

- 저장 중의 소재의 기능성을 측정하였을 때, TFC와 DPPH 라디칼 소거 활성은 낮은 함량과 소거능을 나타냈음. TPC의 경우 저장기간이 증가할 때 유의적인 차이를 보였지만, 유의미한 결과를 얻지는 못하였으며, 저장 10주차에서는 모든 기능성 및 활성이 다른 기간에서보다 높게 측정되었음. 이는 시제품의 귀리 아임계추출물을 제외한 다른 원료가 기능성을 측정할 만큼의 가공기술을 거치지 않고 원료 그대로를 사용하였기 때문인 것으로 생각됨.
- 시제품의 경우 대부분 곡류 원료 자체를 건조, 분쇄하여 사용하는 게 대부분으로 높은 기능성을 기대하기 어려울 것으로 생각되지만, 시제품의 분산안정성과 용해도를 고려하여 불 때 원료를 가공한 형태를 사용하여 기능성과 분산안정성 및 용해도를 높일 수 있을 것으로 생각됨.

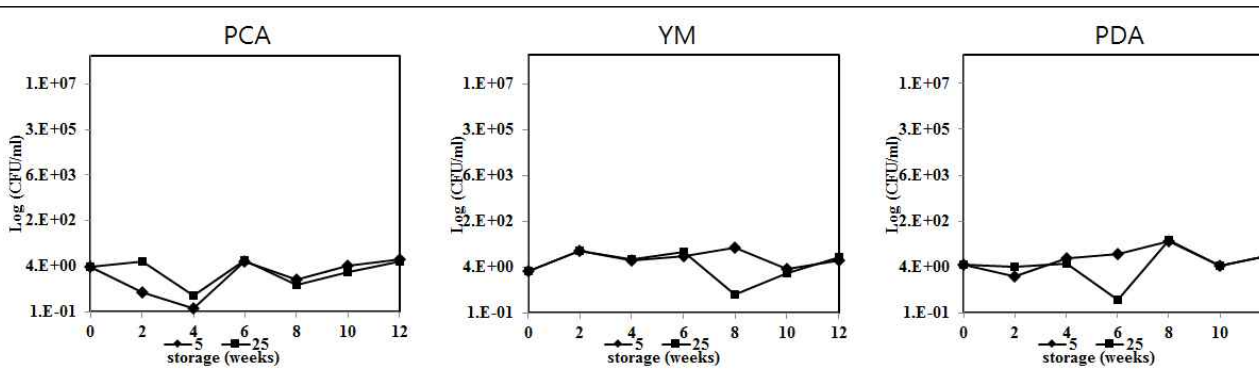


Fig. 29 귀리 아임계 추출물을 활용한 시제품의 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성

- 귀리 아임계 추출물의 저장안정성과 안전성을 실험한 결과, 원물에 비해 흡습도, 용해도가 높고, 기능성이 높은 것으로 나타났으며, 온도에 따른 차이도 크게 없었기 때문에 분말로 보관 시 액상보다 좀 더 안전성이 확보된 것으로 보임. 따라서 개발된 소재를 활용한 미숫가루형 시제품(귀리 원배합비만큼 해당 소재로 변경) 가지고 저장안전성 실험을 진행하였음.
- 그 결과, 저장 안전성은 본 연구에서 개발된 귀리 아임계 추출물과 비교 하였을 때, 비슷하거나 낮은 균수를 보여주었으며, 중간소재가 시제품의 안전성에 미치는 영향은 거의 없다고 판단됨.

3.4 사과 펙틴소재 저장안정성 및 저장안전성 실험

3.4.(1) 실험방법

- 저장온도는 일반적으로 분말 보관하는데 사용되는 온도인 냉장과 실온온도인 5°C, 25°C에서 보관하면서 저장 안전성을 실험하였음.
- 분말 소재의 실험 시 가공적성 실험은 색도, 수분함량, pH, 생균수(PCA, YM, PDA), 기능성(TP, TF, TA, ABTS radical scavenging, DPPH radical scavenging), 수분흡습성, 수분용해성 총 7개 실험으로 진행하였음.

* 색도의 경우 colormeter(color JC801, color techno system co., LTD, Japan)를 이용하여 3번 반복 측정함.

* 수분함량의 경우 moisture meter(MA35M-000230V1, Sartorius Weighing Techno GmbH, Germany)를 이용하여 1 g씩 3번 반복 측정함.

* pH의 경우 pH meter(ORION 3 STAR series, Thermo scientific, Singapore)를 이용하여 증류수로 25%농도가 되도록 희석하여 측정함.

* 총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[Singleton VL et al. 1999]을 변형하여 측정하였음. 96 well plate (SPL, Korea)에 시료 10 µl와 증류수 100 µl를 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 용액(Sigma, USA) 10 µl를 넣고 균질화 하여 6분간 반응시킴. 그 후 7%(w/v) Na₂CO₃(Sigma) 80 µl를 넣고 균질화 한 후 실온에서 90분간 반응시킨 뒤 750 nm에서 96 well microplate reader (iMark, Bio-Rad Laboratories, USA)를 이용하

여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질로 gallic acid(Sigma)를 사용하여 표준곡선을 구하고, mg gallic acid equivalent(GAE)/g sample으로 함량을 표기함.

* 총플라보노이드 함량은 건강기능식품공전방법(2013)을 변형 하여 실험함. 96 well plate에 희석한 시료 17 μ l와 증류수 96 μ l를 혼합한 후 2.5%(w/v) NaNO₂(Sigma) 10 μ l를 넣어 균질화함. 그 후, 5%(w/v) AlCl₃ (Sigma) 10 μ l를 넣고 1 M Na₂CO₃(Sigma) 67 μ l 넣어 균질화한 후 415 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 quercetin (Sigma)을 사용하였으며, mg quercetin equivalent(CE)/g sample으로 함량을 표기함.

* ABTS radical 소거능의 경우, Re 등의 방법(1999)을 변형하여 실험함. 96 well plate에 1.0 mM AAPH(2,2'-azobis-(2-amidinopropane)HCl)와 2.5 mM ABTS2-(2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)를 phosphate-buffered saline와 혼합하여 70°C에서 반응 시킨 후, 0.2 μ m PTFE syringe filter(Tokyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)로 반응물을 제거 후, ABTS·-시약과 시료를 10분 동안 반응시킴. 반응온도는 37°C였으며, 흡광도는 96well microplate reader를 이용해 750 nm에서 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하여, mg vitamin C equivalent(VCE)/g sample으로 항산화능을 표기함.

* DPPH radical 소거능은 free radical scavenging activity를 측정하는 방법 (Brand-williams W et al.1995)을 변형하여 진행하였음. 80%(v/v) 메탄올을 사용하여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였으며, DPPH 용액과 시료를 섞어 30분간 실온반응하고, 510 nm에서 96 well microplate reader를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정함. 표준물질은 vitamin C(Sigma)를 사용하였으며, mg vitamin C equivalent(VCE)/g sample으로 항산화능을 표기함.

* 생균수의 경우 세균, 효모, 곰팡이에 대한 저장 안전성을 실험하기 위해 Difco사에서 Plate Count Agar(PCA), YM agar, Potato Dextrose Agar(PDA)를 사용하였으며, 식품공전법을 참고하여 pouring법으로 실험한 후 PCA는 37도, YM, PDA는 30°C incubator에서 24시간에 한번 씩 count하였고, 72시간 동안 관찰한 후 균수에 따라 CFU/mL나 Log CFU/mL로 표기함.

- 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Anderson의 방법(1982)을 이용하여 측정하였다. 이 방법은 각각 용해도와 관련하여 수분을 얼마나 흡수할 수 있는지(WAI)와 고형분이 용액상의 얼마나 녹아 들어갈 수 있는지(WSI) 나타내어 용해도를 간접적으로 확인하는 방법으로 계산법은 다음과 같음.

$$\text{수분흡수지수} = \text{침전물양} / \text{시료의 양}$$

$$\text{수분용해지수}(\%) = (\text{상등액 고형분양} / \text{시료양}) \times 100$$

- 통계처리의 경우 SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 저장기간의 차이를 one-way ANOVA를 통해 분석하여, Tukey's 검정을 진행하였고, 온도별 차이는 대응표본-T검정을 통해 유의성을 분석하였음. ($p < 0.05$)

3.4.(2) 실험결과

용해도와 분산안전성을 높이기 위해 기본 원료보다 펙틴의 함량이 높은 사과껍질 고점도 펙틴을 분리하였음. 이에 따른 이화학적 특성 및 ABTS와 DPPH radical scavenging activity를 측정하였음.

- 그 결과 저장기간동안 pH의 변화는 5°C와 25°C에서 모두 서서히 감소하는 경향을 보였고, 두 온도간의 차이는 2주차에서만 유의적이었음($p < 0.05$).
- 수분함량(%M)의 경우 10주차부터 높은 수분함량을 보였지만 펙틴의 성질로 수분함량을 정확하게 잴수 없을 것으로 판단됨($p < 0.05$).
- 색도의 경우 저장기간동안 L값과 a값의 변화는 모두 유의적으로 조금씩 차이가 있는 것으로 나타났으나 육안으로 확인할 수는 없었음($p < 0.05$). 그러나 b값이 저장기간동안 유의적으로 감소하는 것을 볼 때, yellowness가 흡습에 의해 어두운 yellow색상으로 변화하여 b값이 감소한 것으로 생각됨.
- 수분흡수지수(WAI)는 매우 낮으며, 수분용해지수(WSI)는 높은 것으로 나타났는데 이는 사과껍질 펙틴분말 자체가 용해도와 분산안전성을 위해 만들어진 소재이므로, 수분흡수지수가 낮은 것을 볼 때, 수분 흡수력이 높은 것으로 생각되며, 수분용해지수를 볼 때, 원료자체가 물에 잘 녹아 용해됨으로, 소재의 목표에 맞게 잘 개발되었음을 알 수 있음. 또한 저장기간과 온도별 차이가 있었으나 유의미한 차이는 보기 어려움($p < 0.05$).
- 저장안전성의 경우 사과펙틴소재의 낮은 pH로 인해 균이 전혀 자라지 않아 저장 중 미생물에 대한 안전성은 매우 우수한 것으로 생각됨.

표 28. 사과펙틴소재의 온도 별 저장기간에 따른 pH, 수분함량, 색도, 수분흡수도, 수분용해도의 변화

week s	Tempera ture	pH	수분함량 (%M)	color			수분흡수 지수 (WAI,g/g)	수분용해 지수 (WSI, %)
				L	a	b		
0	5°C	2.12±0.01 ^{1)ans}	8.03±3.71 ^{bns}	59.33±0.22 ^{dns}	12.74±0.43 ^{ans}	29.54±0.11 ^{ans}	0.14±0.03 ^{abns}	82.47±0.12 ^{abns}
	25°C	2.12±0.01 ^{1)ans}	8.03±3.71 ^b	59.33±0.22 ^d	12.74±0.43 ^a	29.54±0.11 ^a	0.14±0.03 ^{abc}	82.47±0.12 ^b
2	5°C	2.12±0.01 ^{a*}	3.01±1.32 ^{bns}	62.38±0.07 ^{a*}	12.12±0.25 ^{ab*}	28.13±0.06 ^{b*}	0.06±0.04 ^{bns}	70.20±1.22 ^{d*}
	25°C	2.05±0.01 ^{bcd}	3.10±0.99 ^b	60.12±0.06 ^{bc}	12.59±0.04 ^{ab}	28.82±0.13 ^b	0.53±0.01 ^c	66.87±0.23 ^d
4	5°C	2.09±0.02 ^{ans}	3.38±2.67 ^{bns}	60.30±0.15 ^{cns}	12.28±0.16 ^{abns}	27.55±0.35 ^{bns}	0.03±0.01 ^{bns}	68.67±1.15 ^{dns}
	25°C	2.08±0.02 ^{ab}	10.40±9.21 ^b	60.39±0.13 ^{ab}	12.34±0.17 ^{ab}	27.94±0.09 ^c	0.04±0.02 ^c	69.33±1.15 ^{cd}
6	5°C	2.02±0.02 ^{bns}	4.67±0.52 ^{bns}	60.79±0.15 ^{bns}	12.29±0.30 ^{ab*}	27.97±0.22 ^{b*}	0.15±0.07 ^{abns}	79.28±1.45 ^{bns}
	25°C	2.02±0.02 ^{de}	4.86±3.68 ^b	60.67±0.07 ^a	11.48±0.27 ^c	23.22±0.13 ^e	0.09±0.02 ^{bc}	80.91±2.18 ^b
8	5°C	2.10±0.01 ^{ans}	7.27±4.64 ^{bns}	60.93±0.13 ^{b*}	11.93±0.24 ^{bns}	26.82±0.16 ^{c*}	0.31±0.11 ^{ans}	72.67±1.15 ^{dns}
	25°C	2.08±0.02 ^{abc}	9.31±1.94 ^b	60.17±0.06 ^{bc}	12.06±0.12 ^{bc}	27.65±0.15 ^c	0.35±0.04 ^{ab}	72.67±1.15 ^c
10	5°C	2.04±0.01 ^{bns}	41.24±2.85 ^{a*}	61.15±0.18 ^{b*}	12.49±0.11 ^{abns}	26.62±0.10 ^{c*}	0.37±0.17 ^{ans}	86.00±3.46 ^{ans}
	25°C	2.04±0.02 ^{cd}	30.49±0.85 ^a	60.18±0.12 ^{bc}	12.26±0.12 ^{ab}	26.12±0.22 ^e	0.26±0.08 ^{abc}	89.33±2.31 ^a
12	5°C	2.00±0.02 ^{cns}	35.42±2.61 ^{ans}	60.07±0.19 ^{cns}	12.69±0.15 ^{ans}	27.84±0.30 ^{b*}	0.37±0.07 ^{ans}	77.33±1.15 ^{cns}
	25°C	1.99±0.02 ^e	31.70±3.72 ^a	59.99±0.08 ^c	12.70±0.03 ^a	26.83±0.12 ^d	0.38±0.23 ^a	79.33±1.15 ^b

*Means are significantly different within the same row at $p<0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-e}Means are significantly different within the same column at $p<0.05$ by Tukey test to one-way ANOVA

²⁾Mean±Standard deviation(SD); ³⁾ND, not detected

표 29. 사과펙틴소재의 온도 별 저장기간에 따른 총폴리페놀, 총플라보노이드와 항산화능의 변화

wee ks	Temperat ure	기능성			
		TPC ¹⁾	TFC	DPPH	ABTS
0	5°C	2.21±0.16 ^{2)bcns}	1.34±0.06 ^a	1.33±0.11 ^{cns}	1.18±0.11 ^{ens}
	25°C	2.21±0.16 ^b	1.34±0.06 ^a	1.33±0.11 ^b	1.18±0.11 ^c
2	5°C	2.07±0.04 ^{a*}	0.54±0.03 ^c	0.79±0.02 ^{ens}	1.18±0.12 ^{ens}
	25°C	2.19±0.05 ^b	0.55±0.01 ^d	0.84±0.02 ^c	1.15±0.10 ^c
4	5°C	5.30±0.01 ^{a*}	ND ³⁾	1.41±0.03 ^{cns}	2.08±0.11 ^{cns}
	25°C	4.96±0.11 ^a	ND	1.38±0.03 ^b	1.98±0.05 ^{bc}
6	5°C	2.37±0.05 ^{bns}	0.90±0.11 ^b	2.37±0.05 ^{bns}	2.47±0.12 ^{bns}
	25°C	2.33±0.10 ^b	0.73±0.11 ^{cd}	2.38±0.05 ^a	2.58±0.08 ^b
8	5°C	2.22±0.16 ^{bcns}	0.83±0.09 ^{bc}	1.10±0.04 ^{d*}	1.47±0.06 ^{cdns}
	25°C	2.13±0.12 ^b	0.81±0.08 ^{bc}	0.95±0.08 ^c	1.51±0.05 ^c
10	5°C	2.24±0.07 ^{bcns}	0.89±0.09 ^{bc}	2.45±0.01 ^{abns}	5.92±0.06 ^{ans}
	25°C	2.18±0.08 ^b	0.82±0.08 ^{bc}	2.44±0.01 ^a	6.49±0.97 ^a
12	5°C	2.13±0.06 ^{bcns}	1.04±0.27 ^{ab}	2.60±0.14 ^{ans}	1.43±0.03 ^{cdns}
	25°C	2.26±0.05 ^b	1.02±0.08 ^b	2.52±0.03 ^a	1.50±0.06 ^c

¹⁾ Total phenolics, total flavonoids and total anthocyanins contents are expressed as

gallic acid equivalents (GAE) and quercetin equivalents (QE), respectively. ABTS radical scavenging activity and DPPH radical scavenging activities are expressed as vitamin C equivalents (VCE); respectively; ²⁾Mean±Standard deviation(SD); ³⁾ND, not detected

*Means are significantly different within the same row at $p < 0.05$ by t -test; ^{NS}not significantly

^{a-e}Means are significantly different within the same column at $p < 0.05$ by Tukey test to one-way ANOVA

3.5 쇼콜라쇼 핫초코 진저 시제품 관련 생강 중간소재의 용해성, 흡습성 실험

3.5.(1) 실험방법

- 현재 1세부에서 쇼콜라쇼 핫초코 진저 제품에서 현재 사용하고 있는 중간소재 1종과 새로 개발한 중간소재 2종(농축분말 상태), 1협동에서 개발한 생강 중간소재 1종의 흡습성과 용해성을 실험하였음.
- 각각의 소재는 기능성이나 흡습성, 용해성을 높이기 위해 개발되었음.



Fig. 30 시제품 관련 생강중간소재 4종

- 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 Anderson의 방법(1982)을 이용하여 측정하였다. 이 방법은 각각 용해도와 관련하여 수분을 얼마나 흡습할 수 있는지(WAI)와 고형분이 용액상의 얼마나 녹아 들어갈 수 있는지(WSI) 나타내어 용해도를 간접적으로 확인하는 방법으로 계산법은 다음과 같음.

$$\begin{aligned} \text{수분흡수지수} &= \text{침전물양} / \text{시료의 양} \\ \text{수분용해지수}(\%) &= (\text{상등액 고형분양} / \text{시료양}) \times 100 \end{aligned}$$

- 통계처리의 경우 SPSS Version 21.0 package program (SPSS Inc., USA)을 사용하여 저장기간의 차이를 one-way ANOVA를 통해 분석하여, Tukey's 검정을 진행하였음($p < 0.05$).

3.5.(2) 실험결과

- 소재 A, B, D의 경우 수분흡수지수(WAI)는 매우 낮으며, 수분용해지수(WSI)는 높은 것

으로 나타났는데 이는 농축분말소재 자체가 흡습성과 용해도, 분산안정성을 위해 만들어진 소재이므로, 수분흡수지수가 낮은 것을 볼 때, 수분 흡수력이 높은 것으로 생각되며, 수분용해지수를 볼 때, 원료자체가 물에 잘 녹아 용해됨으로, 소재의 목표에 맞게 잘 개발되었음을 알 수 있음. 이에 비해 생강 중간소재 C의 경우 다른 소재에 비해 용해도와 흡습도가 낮게 나타났으나 기능성이나 이화학적특성을 고려했을 때, 다른 소재보다 안정성이 더 뛰어날 수 있기 때문에 추가 안정성 실험을 진행해야 할 것으로 보임. 또한 소재 간에 차이를 보았을 때, 소재B > 소재A > 소재D > 소재C 순으로 용해도와 흡습도가 높게 나타났음($p < 0.05$).

표 30. 생강 중간소재의 수분흡수지수, 수분용해지수의 변화

	생강 중간소재 A	생강 중간소재 B	생강 중간소재 C (생강 아임계추출물)	생강 중간소재 D
수분흡수지수 (WAI, g/g)	0.01±0.00 ^{1b}	0.01±0.00 ^b	1.08±0.05 ^a	0.02±0.00 ^b
수분용해지수 (WSI, %)	91.67±0.47 ^{ab}	92.67±0.94 ^a	70.00±0.82 ^c	90.00±0.82 ^b
^{a-c} Means are significantly different within the same column at $p < 0.05$ by tukey test to one-way ANOVA ¹⁾ Mean±Standard deviation(SD)				

2-2. 연구개발 추진전략 및 방법

	코드번호	C-14-01
1) 추진전략 · 방법		
(1) 국내 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출 및 가공제조에 대한 전략		
○ 1단계(자료조사)		
▶ 국내 농식품 자원 시장을 탐색하고, 특허 및 논문을 전반적으로 분석		
▶ 자원 활용가치, 생산량, 기능성성분의 효능 및 함유량, 허가사항 등을 고려한 개발 우선순위		
도출		
▶ 연구진이 선택한 소재는 블루베리, 아로니아, 귀리, 단호박, 생강 및 대추임.		

다류, 음료류 등에 국산 농산물 활용을 위한 중간소재 개발

베리류	곡물류	특용작물류
<p>블루베리</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 재배 면적은 2007년 112 ha에서 2011년 1,082 ha로 급격히 증가 <농촌진흥청> - 미국, 칠레, 캐나다에서 대부분 수입하며 2011년에 7,358,229 kg 수입 <식약처> - 2011년에는 유제품 종류 중 25%가 블루베리 함유, 신제품 100여종 이상 상품화 <한국 블루베리협회> <ul style="list-style-type: none"> - 뼈를 강하게 만드는데 도움 - 시력에 좋은 안토시아닌이 함유 - 항산화력이 매우 우수 - 뇌세포의 노화를 방지 	<p>귀리</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 재배 면적은 2006년 2 ha에서 2013년 350 ha 꾸준히 증가 <농촌진흥청> - 매출 또한 2015년 상반기 귀리 매출 전년 대비 10배 증가 전체 잡곡 매출 6위 <홀푸드> <ul style="list-style-type: none"> - 혈압저하 - 혈중 콜레스테롤 저하 - 변비에방 	<p>생강</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 생산량은 2012년에 21,513톤, 2013년에 24,549톤으로 전반적인 수치의 변화가 크지 않음 - 수입총량은 2011년 3,519톤에서 2013년에는 7,408톤으로 증가 <ul style="list-style-type: none"> - 면역력 향상 - 혈액순환에 도움 - 암세포 증식을 억제 - 노화방지
<p>아로니아</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 충북 옥천, 강원 원주, 경남 거창 등에서 소규모로 재배 - 2013년 아로니아 생산 농가는 1만여 곳 <한국도시농업조경진흥협회> - 국내 소비량의 동향은 아직 연구된 결과가 없으므로 향후 활용도가 매우 높은 자원임. <ul style="list-style-type: none"> - 간기능 강화, 지방분해 효과, - 피부재생, 아토피 개선 - 체내 독소제거, 면역성 강화 - 성인병 예방에 효과적 	<p>단호박</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 제주산 단호박 생산량은 2006년 2,414톤에서 2007년 6,417톤으로 꾸준히 증가 - 매출 또한 2013년 전년 대비 36.9% 신장 <롯데마트> <ul style="list-style-type: none"> - 비타민, 무기질 다량 함유 - 항산화성분 함유 - 포만감 제공 	<p>대추</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 생산량 2009년 10,250톤에서 2011년에는 8,492톤으로 감소 경향 <산림청> - 대추 1인당 소비량 2006년 0.15 kg에서 2011년에는 0.17 kg으로 증가 - 수출은 2010년 56톤, 2011년 27톤, 2012년 18톤으로 감소 <한국무역협회> <ul style="list-style-type: none"> - 혈액순환 개선 - 알레르기 비염 예방 - 과민성대장증후군 개선

○ 2단계(지표물질의 추출방법 및 조건의 최적화)

- ▶ 아임계수 추출법을 비롯한 다양한 추출기술을 이용하여 추출
- ▶ 기능성 성분 추출효율과 관련된 기초 data 확보
- ▶ 아임계수 추출장치를 이용한 초기 추출 조건 설정 및 기존의 용매추출법에 의한 지표물질의

수율과의 비교

- ▶ 지표물질의 추출방법 및 조건 최적화
- ▶ 상품화하고자 하는 대표 지표물질 선정

○ 3단계(지표물질의 정량·정성분석법 확립)

- ▶ 지표물질 분석법 밸리데이션 파라미터 선정
- ▶ 분석법(최소 3가지)의 validation 및 최적 분석법 선정

○ 4단계(기능성분 활용 제품 개발을 위한 소재화)

- ▶ 지표물질의 미세/나노캡슐화 최적조건 확립
- ▶ 소재캡슐화된 아임계수 추출 지표물질의 분말화 최적조건 확립
- ▶ 소재캡슐화 입자의 안정성 및 복원성 확인

○ 5단계(지표물질의 대량생산 기반 확립)

- ▶ Pilot-scale의 아임계수 추출장치를 이용하여 지표물질의 추출조건을 확립
- ▶ 지표물질 대량생산을 위한 기반 확립

(2) 사업화 추진 전략

○ 1단계(원료 공급 네트워크 구축)

- ▶ 기존 원재료 공급라인인 다양한 재배농가, 재배품목, 재배규모 조사
- ▶ 소재 발굴에 따른 원재료 수급 라인을 배치
- ▶ 물품구매협약 체결을 통한 원재료의 안정적 수급

○ 2단계(원료 제조방법 표준화)

- ▶ 발굴 소재의 지표성분 확립
- ▶ 반응표면분석 등의 통계학적 접근법에 따른 원료 제조방법 확립
- ▶ 원료의 기준규격 확립 및 표준화
- ▶ Pilot 및 대량생산 스케일에서의 시제품 생산

○ 3단계(맞춤형 제제화/제형화)

- ▶ Pre-formulation 연구로부터 도출된 선진 제제화 및 제형화 기술 검토
- ▶ 선진 제제화 및 제형화된 발굴 소재의 안정적 대량 생산을 위한 제제기술의 플랫폼화
- ▶ 다양한 제제학적 접근을 통한 해외 국가별 소비자 기호도에 맞는 제품 개발

○ 4단계(원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시)

- ▶ 투자비용(고정투자비 및 유동자본) 분석
- ▶ 고정투자비, 유동자본
- ▶ 제조경비 및 판매관리비 분석
- ▶ 투자자본수익율(ROI) 및 순현재가(NPV) 분석
- ▶ 민감도 분석(sensitivity analysis) 및 위험요인(risk factor) 분석
- ▶ 최종적인 투자가치 분석

○ 5단계(해외 수출 판로 개척)

- ▶ 해외 국가별 에이전시를 통한 원료의 해외 수출 가능성 타진
- ▶ 해외 해당국 진입을 위한 인허가 사항 및 절차 확인
- ▶ 마케팅을 병행한 해외 진입 착수

○ 6단계(원료 대량공급 체계 구축)

- ▶ 사업기간 후, 년차별 생산 계획 수립
- ▶ 사업기간 후, 년차별 원료 수급 물량 예측
- ▶ 원재료 재배 특성에 따라, 계약재배 세부 계획 수립
- ▶ SWE 기술을 이용한 추출 제품의 상품화
 - SWE pilot plant 시운전용 원료 전처리
 - 시제품 생산을 위한 scale-up test 실시 및 control factor 수립
 - 시제품 생산 및 관능테스트 실시

- 제품 규격 및 생산표준화 구축

○ 7단계(DB 구축, 식품가공적성정보센터: www. fpdb.kr)

- ▶ 중간소재 대상 품목의 DB화를 위한 가공적성 자료 검증 및 기존 DB (식품가공적성 정보센터: www. fpdb.kr)와의 연계, 트리마란 대행업체를 통해 진행.



(3) 개발된 제품에 대한 마케팅 전략

○ 1단계(국내·외 환경분석 및 소비자 요구도 조사)

- ▶ 차, 음료 개발을 위한 국내외 환경분석
 - SWOT 분석을 이용한 국내·외 시장조사
 - 차, 음료 개발 산업의 내·외부 환경분석
- ▶ 차, 음료 개발을 위한 국내외 소비자 요구도 조사
 - 차, 음료 개발 관한 국내외 문헌자료 조사
 - 국내외 개발된 차, 음료 개발 실태 파악
- ▶ 설문조사
 - 조사대상 선정
 - 조사방법 결정
 - 관련 연구 문헌 고찰
 - 선행연구 및 관련문헌을 기초로 차, 음료 개발에 관한 요구도 설문지 개발
 - 차, 음료 개발 대한 요구도 파악
 - 차, 음료 개발 필요성, 구매의사 및 상품 홍보에 대한 필요성·요구사항 등을 조사
 - 각 나라별 조사대상을 세분화하여 조사를 실시함으로써 세분화된 소비자의 요구도

파악

- ▶ 차, 음료 개발의 개발 방향 모색
 - 전문가 대상 FGI(Focus Group interview) 실시
 - 차, 음료 개발 관련 전문가들을 중심으로 모의테스트를 실시하여 그 결과를 토대로 인터뷰 질문내용을 수정 및 작성하여 인터뷰 실시
 - FGI 결과를 토대로 차, 음료 개발 제품의 인식도 및 문제점 도출
- 2단계(해외 수출용 제품의 소비자 만족도 및 기호도 조사)
 - ▶ 해외 수출용 차, 음료의 소비자 기호도 조사
 - 선호 인자 및 비선호 인자에 대한 상관성 분석을 통한 개선점 도출
 - 선호 인자 및 비선호 인자 관련 항목 개발
 - 개발된 항목을 시료와 접목해 소비자 니즈 파악
 - 적절성 평가를 통한 소비자의 맛에 대한 강도(Intensity) 특성 조사
 - ▶ 차, 음료 개발 홍보, 마케팅 콘텐츠 개발을 위한 국내·외(중국, 일본) 요구도 조사
 - 차, 음료 개발 제품 및 소비자 만족도에 관한 국내외 문헌자료 조사
 - 기존의 해외 수출용 차, 음료 개발의 실태 파악
 - ▶ 설문조사
 - 조사대상 선정
 - 조사방법 결정
 - 관련 연구 문헌 고찰
 - 선행연구 및 관련문헌을 기초로 차, 음료 개발 관한 소비자 만족도 설문지 개발
 - 해외 수출용 차, 음료 개발에 대한 소비자 만족도 파악
- 3단계(해외 수출용 차, 음료 개발 홍보 마케팅 콘텐츠 전략 분석)
 - ▶ 홍보 마케팅 콘텐츠 개발을 위한 STP
 - 소비자행동에 대한 이해에 근거하여 차, 음료 개발 제품 시장을 세분화 (Segmentation)
 - 표적시장의 선정(Targeting)
 - 표적시장에 적절하게 제품을 포지셔닝(Positioning)
 - ▶ 4P 마케팅 믹스
 - 마케팅 목표의 효과적인 달성을 위하여 여러 가지 요소를 최적으로 조합
 - 4P(Product-제품, Price-가격, Place-유통, Promotion-판촉)에 대한 차, 음료 개발의 홍보 마케팅 전략 수립
 - ▶ 차, 음료 개발 제품에 관한 스토리텔링(안) 및 홍보 콘텐츠 개발
 - 일반 소비자들을 대상으로 해외 수출용 차, 음료 개발에 대한 홍보와 마케팅 요구도 조사
 - 분석 자료 참고
 - 차, 음료 개발 전문가 자문회의
 - 문헌조사와 설문조사 결과를 바탕으로 해외 수출용 차, 음료 개발의 스토리텔링

(안) 개발

(4) 펙틴 소재 관련 가공제조에 대한 전략

○ 1단계(지표물질의 추출방법 및 조건의 최적화)

- 효소적 추출법을 비롯한 다양한 추출기술을 이용하여 추출
- 추출효율과 관련된 기초 data 확보
- 초기 추출조건 설정 및 기존의 유기산 추출법에 의한 수율 비교
- 지표물질의 추출방법 및 조건 최적화

○ 2단계(지표물질의 구조 및 정량 분석법 확립)

- 펙틴 구조 분석법 밸리데이션 파라미터 선정
- 분석법(최소 3가지)의 validation 및 최적 분석법 선정

○ 3단계(제품 개발을 위한 소재화)

- 펙틴 추출 최적조건 확립
- 분말화 최적조건 확립
- 안정성 및 복원성 확인

○ 4단계(대량생산 기반 확립)

- 대량생산을 위한 기반 확립

(5) 펙틴 소재 관련 사업화 추진 전략

○ 1단계(원료 공급 네트워크 구축)

- 기존 원재료 공급라인인 다양한 재배농가 및 재배규모 조사
- 소재 발굴에 따른 원재료 수급 라인을 배치
- 물품구매협약 체결을 통한 원재료의 안정적 수급

○ 2단계(원료 제조방법 표준화)

- 발굴 소재의 구조 특성 및 가공적성 지표인자 확립
- 원료의 기준규격 확립 및 표준화
- Pilot 스케일에서의 시제품 생산

○ 3단계(맞춤형 제제화/제형화)

- 선진 제제화 및 제형화된 발굴 소재의 안정적 대량 생산을 위한 기술의 플랫폼화

○ 4단계(원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시)

- 투자비용(고정투자비 및 유동자본) 분석

- 고정투자비, 유동자본
- 제조경비 및 판매관리비 분석
- 투자자본수익율(ROI) 및 순현재가치(NPV) 분석
- 민감도 분석(sensitivity analysis) 및 위험요인(risk factor) 분석
- 최종적인 투자가치 분석

○ 5단계(원료 대량공급 체계 구축)

- 사업기간 후, 년차별 생산 계획 수립
- 사업기간 후, 년차별 원료 수급 물량 예측
- 원재료 재배 특성에 따라, 계약재배 세부 계획 수립

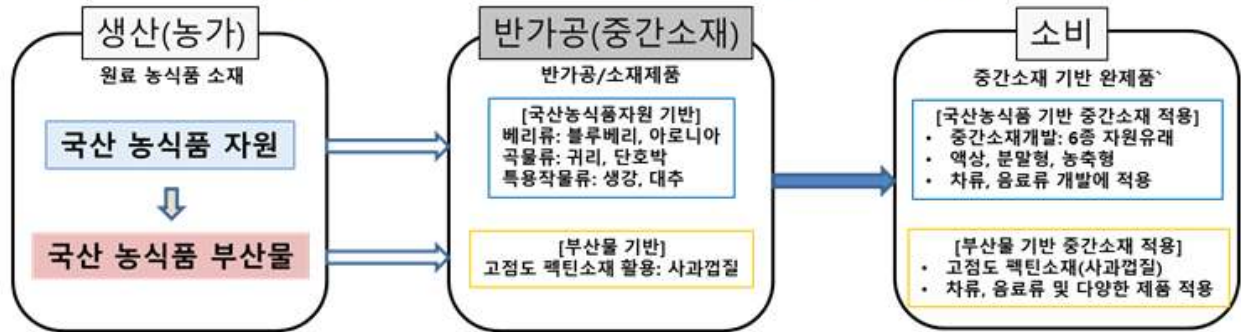
○ 6단계(DB 구축)

- 펙틴 중간소재 대상 품목의 DB화를 위한 가공적성 자료 검증 및 기존 DB와의 연계 추진(식품가공적성정보센터: www.fpdb.kr)와의 연계, 트리마란 대행업체를 통해 진행.
- 기존 식품용 다당체의 구조 및 특성과 활용범위간의 연관성을 파악하고자 DB 구축함. 펙틴 다당체의 기존 정보수집을 통한 DB 확충 및 기 수행된 가공적성연구 DB와의 연계와의 접근성이 매우 높음.

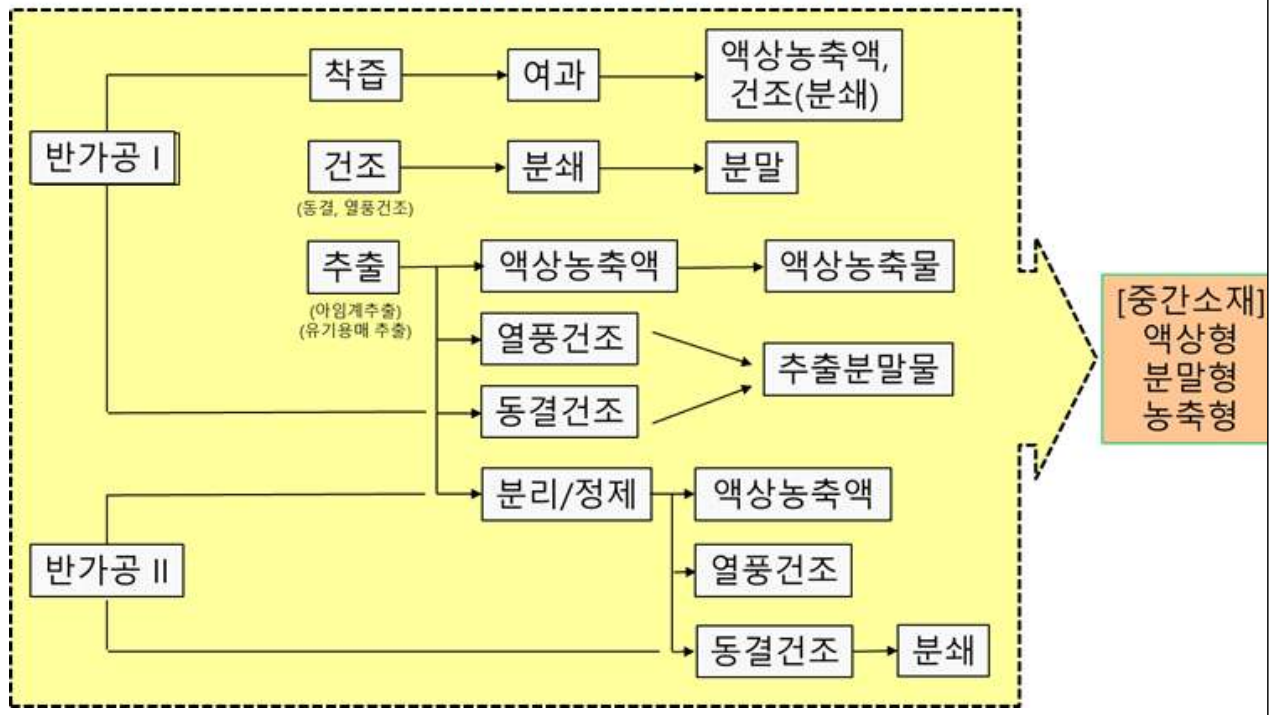
※ 분기별 세부, 협동간의 워크샵을 통하여 과제 추진 상황 공유 및 연구방향 조정 협의를 진행함.

2) 추진체계

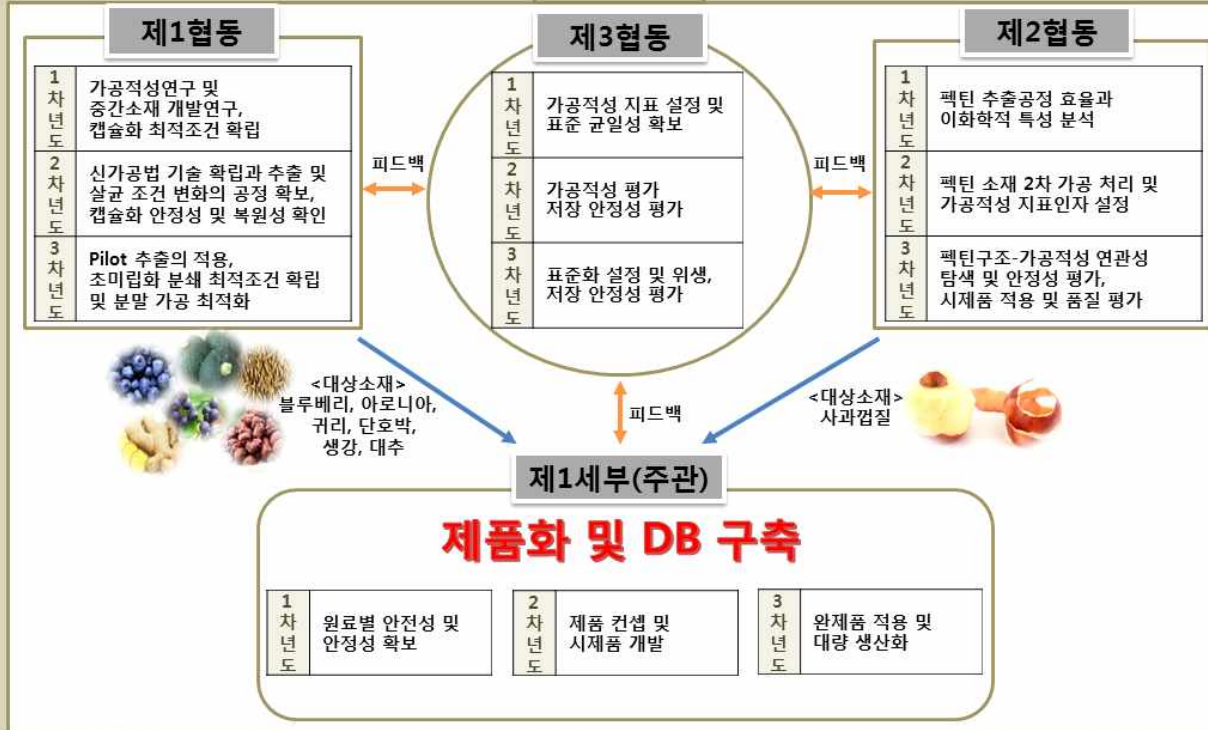
[식품소재, 반가공 산업(중간소재)]



<소재화에 따른 주요 가공공정>



식품소재 반가공산업과 농업의 동반성장



2-3. 연구개발 추진체계

<연구개발 추진체계>

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	국산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구	주관연구책임자 장호림 외 총 41명
기관별 참여 현황		
구분	연구기관수	참여연구원수
대기업		
중견기업		
중소기업	1	3
대학	3	39
국공립(연)		
출연(연)		
기타		

(주)담터	이화여자대학교	세종대학교	단국대학교
가공적성-펙틴연구를 통해 개발된 중간소재 제품들의 완제품 적용 및 대량 생산화	신가공 기술을 이용한 가공적성연구 및 중간소재 개발	농산 부산물(사과껍질)을 활용한 고점도 펙틴 소재 생산 및 가공적성 연구	농식품 자원 및 부산물 활용 중간소재와 중간소재기반 제품의 가공적성평가, 가공적성지표 설정 및 위생, 저장 중 안전성 평가
장호림 외 2명	정명수 외 24명	유상호 외 7명	이형재 외 5명
담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용
<ul style="list-style-type: none"> 국산 농식품 자원의 가공 공정 최적화를 위한 워터별 안전성 확보 가공적성 연구를 통해 생사되는 워터 증가수제를 이용한 제품상용화를 위한 컨셉 개발 및 시제품 개발 제품의 품질테스트 및 보완적 개선 담터의 기존 파로트를 통해 마케팅 및 홍보 담터의 중국, 미국 지사와 40여개 수출업체를 통해 제품 수출 시장 점유율 확대 및 후속 응용제품 및 신제품 개발 소비자 관능검사 대상 품목의 DB화를 위한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 농식품 자원의 가공적성연구 및 증가수제 개발을 위한 기초 data 확보와 lab-scale에서의 신가공법 적용 지표물질의 미세/나노캡슐화 및 분말화 최적조건 확립 가공적성의 최적화를 통한 신가공법 기술 확립과 분석결과를 확용한 추출 및 살균 조건 변화의 feedback과 공정 조건 확보 소재캡슐화 인자의 안정성 및 복원성 확인 화립된 조건의 추출 및 살균 기술을 이용한 pilot-scale SWE 장치의 적용과 분석의 정확성 및 정밀성 확보 추진 미립화 분쇄 최적 조건 확립 및 분말 품질 특성 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> 펙틴 최대 추출 수율을 위한 농산부산물(사과껍질)의 최적 전처리 방법 설정 친화적 펙틴 추출을 위한 추출용매 설정: 유기산 (구연산) 추출 펙틴의 대량생산을 위한 추출공정 최적화 및 안정화 아정적 펙틴 생사성 여부 확인을 통한 펙틴 소재 공급 체계 구축 2차 가공 공정 (압칼리처리를 이용한 탈메톡시 펙틴) 수행 및 지표인자 측정 평가 용액 아정성이 우수한 펙틴 소재의 음료류의 가공특성 관찰 기존 농산물 활용 자원의 가공적성 DB 구축을 위한 펙틴 가공적성 기초 자료화 	<ul style="list-style-type: none"> 국산 농산물 및 부산물의 증가수제 및 제품의 가공적성 평가 및 가공적성 지표설정 국산 농산물 및 부산물의 증가수제 및 제품의 표준 균일성 확보 연구 국산 농산물 및 부산물의 증가수제 및 제품의 아정화 평가 국산 농산물 및 부산물의 증가수제 및 제품의 저장 중 안전성 평가 증가수제 개발 기본 공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완 (제1세부, 제1, 2협동과의 협력연구)

2-4. 연구개발 추진일정

(2)차년도															
일련 번호	연구내용	추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	표준화된 원료 생산 공정 개발	■	■											10,000	장호림 (담터)
2	색사공정 모니터링을 통한 품질관리 방법 개발		■	■	■									10,000	장호림 (담터)
3	제품 커센 개발 및 시제품 개발				■	■	■	■	■					20,000	장호림 (담터)
4	원료와 첨가물과의 배합비 결정 및 제조원가 설정				■	■	■	■	■					20,000	장호림 (담터)
5	용해도 측정 및 최적화					■	■	■	■	■				20,000	장호림 (담터)
6	제품의 맛, 향, 색 등의 관능검사						■	■	■	■	■	■		20,000	장호림 (담터)
7	대상 품목의 DB화를 위한 연구								■	■	■	■	■	33,334	장호림 (담터)
8	통계처리를 통한 추출 최적조건 설정	■	■	■	■									10,000	정명수 (이화여대)
9	최적조건의 추출효율 검증		■	■	■	■								10,000	정명수 (이화여대)
10	추출물의 건조조건 확립					■	■	■	■					10,000	정명수 (이화여대)
11	재현성과 회수율 측정							■	■	■	■			10,000	정명수 (이화여대)
12	Scale-up factor 조사 및 설정									■	■	■		10,000	정명수 (이화여대)
13	광펄스 시스템의 database 구축											■	■	10,000	정명수 (이화여대)
14	초 미립화 분쇄 최적조건 확립											■	■	20,000	정명수 (이화여대)
15	신가공 기술 적용 중간소재 개발											■	■	20,000	정명수 (이화여대)
16	추출 처리 조건에 따른 펙틴 소재 감습이온 민감도 평가 및 점도 측정	■	■											7,000	유상호 (세종대)
17	효소 및 알칼리 처리 공정을 거친 펙틴 소재의 감습이온 민감도 평가 및 점도 측정		■	■	■									7,000	유상호 (세종대)
18	알칼리 처리를 통한 다양한 메톡실화도를 가진 펙틴 중간 소재 제조				■	■	■	■						7,000	유상호 (세종대)
19	펙틴 소재의 최적 겔화 농도 확인 및 온도에 따른 겔 특성 파악					■	■	■						7,000	유상호 (세종대)

20	분자량 및 DM을 추출된 펙틴 중간소재의 가공적성 지표인자로 설정													7,000	유상호 (세종대)
21	HPSEC-MALLS 시스템을 이용하여 펙틴 및 효소처리된 펙틴 소재의 분자량 측정													7,000	유상호 (세종대)
22	가공적성지표 표준화설정: 농산물 및 부산물 기반 중간소재													10,000	이형재 (단국대)
23	안정화 평가: 농산물, 부산물 기반 중간소재													7,000	이형재 (단국대)
24	저장 안정성 평가: 농산물, 부산물 기반 중간소재													7,000	이형재 (단국대)
25	차류, 음료류로의 활용 국산 농산물의 중간소재 기반 제품의 가공적성 평가 및 가공적성 지표설정													8,000	이형재 (단국대)
26	차류, 음료류로의 활용 국산 농산물의 중간소재 기반 제품의 표준 균일성 확보연구													5,500	이형재 (단국대)
27	국내 농산물 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 기반 제품의 가공적성 평가 및 가공적성 지표설정													8,000	이형재 (단국대)
28	사과껍질을 이용 개발된 중간소재 기반 제품의 표준 균일성 확보연구													5,500	이형재 (단국대)

(3)차년도																
일련 번호	연구내용	추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	제품의 품질테스트 및 보완점 개선														20,000	장호림 (담터)
2	담터의 기존 파로를 통해 마케팅 및 홍보														20,000	장호림 (담터)
3	담터의 중국, 미국 지사와 40여개 수출업체를 통해 제품 수출														40,000	장호림 (담터)
4	시장 점유율 확대 및 후속 응용제품 및 신제품 개발														40,000	장호림 (담터)
5	소비자 관능검사														20,334	장호림 (담터)
6	대상 품목의 DB화를 위한 연구														40,000	장호림 (담터)

공정(제1세부, 제1, 2협동과 협력)									
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2-5. 연구개발 성과

가. 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	코드번호		C-06-01		
					국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	국내외 시판 농산물 중간소재의 총폐놀, 총플라보노이드, 총아티시아닌 함량 및 항산화 활성	Microbiology and Biotechnology Letters (한국미생물생명공학회지)	윤소정 (제1저자) / 이형재 (교신)	44(3)	대한민국	한국미생물생명공학회	비SCI (SCOPUS)	2016. 09.28.	MBL16-06003
2	아이계수 추출 기술을 이용한 당귀 추출물의 유효성분 및 항산화 활성 평가	Korean Journal of Food Science and Technology (한국식품과학회지)	고민정 (제1저자) / 정명수 (교신)	49(1)	대한민국	한국식품과학회	비SCI (SCOPUS)	2016. 09.02.	0367-6293
3	Construction of a pilot-scale continuous-flow intense pulsed light system and its efficacy in sterilizing sesame seeds	Innovative Food Science & Emerging Technologies (JCR 2016 IF: 2.573)	황희정 (제1저자) / 정명수 (교신)	39	미국	Elsevier	SCI	2016. 10.22.	1466-8564
4	Microbial inactivation and effects of interrelated factors of intense pulsed light (IPL) treatment for Pseudomonas aeruginosa	LWT - Food Science and Technology (JCR 2016 IF: 2.329)	이지윤 (제1저자) / 최찬익 (교신) / 정명수 (교신)	77	영국	Elsevier	SCI	2016. 11.12.	0023-6438
5	Pilot-scale subcritical water extraction of flavonoids from satsuma mandarin (Citrus unshiu Markovich) peel	Innovative Food Science & Emerging Technologies (JCR 2016 IF: 2.573)	고민정 (제1저자) / 정명수 (교신)	38	미국	Elsevier	SCI	2016. 12.01.	1466-8564
6	분말가공법에 따른 국내산 사과껍질분말의 총폐놀,	Food Engineering Progress (산업식품공학)	윤소정 (제1저자) / 이형재 (교신)	21(4)	한국	(사)한국산업식품공학회	비SCI	2017. 11.22	1226-4768

	총플라보노이드 및 항산화능 비교								
7	Subcritical water extraction of bioactive components from red ginseng (Panax ginseng C.A. Meyer)	Journal of Supercritical Fluids (JCR 2017 IF: 2.991)	이정현 (제1저자) / 고민정 (제1저자) / 정명수 (교신)	133	네덜란드	Elsevier	SCI	2017. 10.12.	0896-8446
8	Versatile Chemical Derivatizations to Design Glycol Chitosan-Based Drug Carriers	Molecules a journal of synthetic chemistry and natural product chemistry (JCR 2017 IF: 2.861)	김성은 (제1저자) / 이진규 (교신) / 박경순 (교신)	22 (1662)	스위스	MDPI	SCI	2017. 10.31.	1420-3049
9	Conversion of 6-gingerol to 6-shogaol in ginger (Zingiber officinale) pulp and peel during subcritical water extraction	Food Chemistry (JCR 2018 IF: 4.946)	고민정 (제1저자) / 남화현 / 정명수 (교신)	270	영국	Elsevier	SCI	2018. 07.11.	0308-8146
10	Green process development for apple-peel pectin production by organic acid extraction	Carbohydrate polymer	조은이 (제1저자) / 유상호 (교신)	204	미국	Elsevier	SCI	2019. 1. 15	CARP_1 4129
11	Anti-Obesity Effect of Red Radish Coral Sprout Extract by Inhibited Triglyceride Accumulation in a Microbial Evaluation System and in High-Fat Diet-Induced Obese Mice	Journal of microbiology and biotechnology	이남근 (제1저자) / 이진규 (교신)	28			SCI	2018.3.1.	1017-7825

나. 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	코드번호	C-06-02
				장소	국명
1	한국식품과학회	정명수 외 5명	2016년 8월 18일	대구 EXCO	대한민국
2	IUFoST (International Union of Food Science and Technology)	정명수 외 3명	2016년 8월 23일	더블린 RDS	아일랜드
3	(사)한국산업식품공학회 춘계학술대회 및 심포지엄(국내)	이형재 외 3명	2016년 4월 29일	경희대학교 (용인국제캠퍼스)	대한민국
4	(사)한국산업식품공학회	이형재 외 3명	2016년 4월 29일	경희대학교	대한민국

	춘계학술대회 및 심포지엄(국내)			(용인국제캠퍼스)	
5	(사)한국산업식품공학회 춘계학술대회 및 심포지엄(국내)	이형재 외 3명	2016년 4월 29일	경희대학교 (용인국제캠퍼스)	대한민국
6	(사)한국산업식품공학회 추계학술대회 및 심포지엄(국내)	이형재 외 3명	2016년 10월 06일	강릉 라카이 샌드파인 리조트 (라카이 볼룸)	대한민국
7	(사)한국산업식품공학회 춘계학술대회 및 심포지엄	권미리 외 2명	2017년 4월 21일	서울대학교	대한민국
8	(사)한국산업식품공학회 춘계학술대회 및 심포지엄	남화현 외 4명	2017년 4월 21일	서울대학교	대한민국
9	(사)한국산업식품공학회 춘계학술대회 및 심포지엄	조혜림 외 3명	2017년 4월 21일	서울대학교	대한민국
10	(사)한국산업식품공학회 춘계학술대회 및 심포지엄	김수민 외 3명	2017년 4월 21일	서울대학교	대한민국
11	한국식품과학회	김수민 외 3명	2017년 6월 21일	제주 ICC	대한민국
12	한국식품과학회	남화현 외 2명	2017년 6월 21일	제주 ICC	대한민국
13	IFT17 (Annual Meeting & Food Expo)	강혜지 외 4명	2017년 6월 26일	Las Vegas Sands EXPO	미국
14	IFT17 (Annual Meeting & Food Expo)	유하은 외 4명	2017년 6월 27일	Las Vegas Sands EXPO	미국
15	한국산업식품공학회	정명수 외 6명	2017년 11월 2일	강릉 라카이 샌드파인 리조트	대한민국
16	한국산업식품공학회	정명수 외 5명	2017년 11월 2일	강릉 라카이 샌드파인 리조트	대한민국
17	한국식품영양과학회	유상호 외 1명	2016년 10월 31일	제주 ICC	대한민국
18	한국식품과학회	유상호 외 1명	2017년 6월 22일	제주 ICC	대한민국
19	한국식품과학회	이형재 외 2명	2017년 6월 23일	제주 ICC	대한민국
20	한국식품영양과학회	유상호 외 1명	2017년 11월 9일	경주화백컨벤션 센터(HICO)	대한민국
21	한국식품과학회	정명수 외 5명	2018년 6월 29일	부산 Bexco	대한민국
22	한국식품과학회	정명수 외 5명	2018년 6월 29일	부산 Bexco	대한민국
23	한국식품과학회	유상호 외 3명	2018년 6월 27일	부산 Bexco	대한민국
24	한국식품과학회	이형재 외 1명	2018년 6월 29일	부산 Bexco	대한민국
25	한국식품과학회	이형재 외 1명	2018년 6월 29일	부산 Bexco	대한민국

다. 생명자원(생물자원)/화합물

		코드번호		C-06-03
No	생명자원(생물자원)/화합물명	등록/기탁번호	등록/기탁기관	발생년도

라. 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램

		코드번호		C-06-04					
No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	생강으로부터 쇼가올을 추출하는 방법	대한민국	주식회사 담터 / 장호림	2016.09 .22.	10-2016-0 121298	주식회사 담터	2018. 6.8.	1868225	100
2	유기산을 이용하여 사과껍질로부터 고수올로 펙틴을 제조하는 방법	대한민국	세종 대학교산 학협력단 / 유상호	2016.09 .30.	10-2016-0 126390				100
3	아임계 추출법을 이용한 안토시아닌의 대량 추출 방법	대한민국	이화여자 대학교 산학 협력단	2017. 07.19.	10-2017 -0091469				100
4	섬유 제조장치	대한민국	이화여자 대학교 산학 협력단	2017. 07.14.	10-2017- 0089669	이화여자 대학교 산학협력 단	2018. 7.25	1883935	5
5	항산화능 증대를 위한 커피 원두의 가공 방법	대한민국	이화여자 대학교 산학 협력단	2017. 08.14.	10-2017- 0103216				100
6	생강 분말의 제조방법	대한민국	주식회사 담터 / 장호림	2018.10 .31	10-2018- 0132029				100
7	코어-셸 구조의 생강 과립 및 이의 제조방법	대한민국	주식회사 담터 / 장호림	2018.10 .31	10-2018- 0132030				100
8	단호박을 주재료로 하는 단호박 복합 분말의 제조방법	대한민국	주식회사 담터 / 장호림	2018.10 .31	10-2018- 0132031				100

마. 저작권(소프트웨어, 서적 등)

					코드번호		C-06-05
No	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율

바. 전문연구 인력양성

			코드번호		C-06-06
No 1	분류	기준	현 황		

		년도	학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	석사졸업	2016		○				○	○				
1	석사졸업 (서지현)	2017		○				○	○				
2	석사졸업 (이정현)	2017		○				○	○				
3	석사졸업 (김수민)	2017		○				○	○				
4	석사졸업 (남화현)	2017		○				○	○				
5	석사졸업 (조혜림)	2017		○				○	○				
6	석사졸업 (이미현)	2017		○				○	○				
7	석사졸업 (이상큼)	2017		○				○		○			
8	석사졸업 (윤병학)	2017		○			○		○				
9	연구교수 인력양성 (고민정)	2017	○					○	○				
10	박사과정 인력양성 (윤소정)	2017		○				○		○			
11	석사과정 인력양성 (강혜지)	2017			○			○	○				
12	석사과정 인력양성 (유하은)	2017			○			○	○				
13	석사과정 인력양성 (조은이)	2017			○			○	○				
14	기타 인력양성 (장호림)	2017	○				○		○				
15	기타 인력양성 (최성돈)	2017		○			○		○				
16	기타	2017			○		○		○				

	인력양성 (이병준)												
17	석사졸업 (조은이)	2018		○			○	○					
18	석사과정 인력양성 (유다연)	2018			○		○	○					
19	연구인력 활용 (한동주)	2016		○			○	○					
20	석사과정 인력양성 (고선경)	2018			○		○	○					

사. 산업기술 인력양성

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	코드번호		
					C-06-07	총 교육인원	
1	관능 검사 및 통계처리	관능 검사 및 통계처리의 실습과 이론	한국 식품정보원	1		16	1
2	국산 농식품 자원의 특징 및 가공 특성	가공적성연구에 사용되는 국산 농식품 자원의 특징 및 가공 특성	대학교	1		3	5
3	가공 신기술 및 표준 물질 분석 법 교육	가공 신기술 및 표준물질 분석법 교육	대학교	1		3	5
4	농식품 자원의 제품화 공정	농식품 자원의 특성에 따른 제품화 공정	풀무원	1		6	50
5	기능성 식품소재 세미나	기능성 식품소재 (식이섬유&당류) 세미나	삼양사	1		8	100
6	HACCP 제조업체의 위생관리 교육	HACCP 제조업체의 위생관리교육	캐처스	1		6	100
7	이물질 저감화를 위한 위생교육	이물질 저감화를 위한 위생교육	캐처스	1		6	100

아. 기술거래(이전) 등

				코드번호		C-06-08	
No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황	
1	자체실시	국산농식품자원의 활용도 증진 및 수입소재대체를 위한 가공적성연구	(주)담터	2018.11.13	3,360,000원		

자. 사업화 투자실적

				코드번호		C-06-09	
No	추가 R&D 투자	설비 투자	기타 투자	합계		투자자금 성격	

차. 사업화 현황

(단위 : 명, 년)

						코드번호		C-06-10		
No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액(백만원)		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		
1		기술보유자의 직접사업화-기존업체-상품화	국내	단호박을 활용한 제품개발		(주)담터	1,280		2017	
2		기술보유자의 직접사업화-기존업체-상품화	국내	생강을 활용한 제품개발		(주)담터	68		2017	
3		기술보유자의 직접사업화-기존업체-상품화	국내	생강을 활용한 제품개발		(주)담터	30		2018	

카. 표준화

					코드번호		C-06-11	
No	수행기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련번호	제출(제택)일	국가	

타. 기술요약정보

			코드번호		C-06-12	
연도	기술명	요약내용	기술완성도		등록번호	

파. 보고서 원문

		코드번호	C-06-13
연도	보고서 구분	발간일	등록번호

하. 기타

1. 중간소재 개발 보고서 (4건)

1) 생강 중간소재 개발

- 생강의 경우 lab-scale 아임계수 추출법을 이용하여 추출했을 때 shogaol의 함량이 가장 많이 나왔던 추출조건 (190°C - 15 min)으로 추출함.
- 자체적으로 제작한 pilot-scale의 기계를 이용하여 50 g의 생강을 추출함.
- 생강추출물을 대량생산이 용이하고 가격이 저렴하며 보관이 용이한 spray drying을 이용하여 건조하였으며 이 때 내부온도를 170°C로 설정해 spray drying을 진행함.
- 현재 담터에서 사용하고 있는 생강의 경우에는 spray drying을 원활하게 하기위해 30% 정도의 dextrin을 첨가하지만 아임계수 추출을 이용한 추출물을 dextrin을 첨가하지 않아도 원활히 spray drying을 할 수 있는 특징이 있음(표 1).
- 또한 현재 사용하고 있는 분말에는 생강의 맛을 강화하기 위하여 생강올레오레진을 첨가물로 사용하는데 개발한 중간소재에서는 생강올레오레진을 첨가하지 않고도 첨가한 기존의 분말과 유사한 함량의 shogaol을 함유하고 있었음.

표 1. 자체 개발 SD 생강 분말과 기존 담터 생강 분말의 사진 및 특징 비교

	자체 개발 SD 분말	기존 담터 분말
사진	 <p>아임계수를 이용하여 추출한 생강추출물을 spray drying한 분말</p>	 <p>기존 담터에서 중간소재로 사용하고 있는 생강 분말</p>
추출	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 아임계수를 이용하여 190°C에서 15 분동안 추출함. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 착즙을 이용하여 추출을 진행함.
특징	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 추출 시간이 15 min 내외임. ◆ dextrin을 첨가하지 않아도 원활한 spray drying이 가능함. ◆ 첨가물을 사용하지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ spray drying을 원활하게 하기 위해 30%정도의 dextrin을 첨가 ◆ 생강의 맛을 강화하기 위하여 생강올레오레진을 첨가함.

2) 대추 중간소재 개발

- 대추의 경우 lab-scale 아임계수 추출법을 이용하여 추출했을 때 항산화능이 가장 좋았던 추출조건인 190°C에서 10 min동안 추출함.
- 자체적으로 제작한 pilot-scale의 기계를 이용하여 50 g의 건조대추과육을 추출함.
- 대추추출물의 경우는 담터에서 사용하는 dextrin의 비율을 이용하여 59%의 cyclodextrin을 섞어 spray drying의 내부온도를 170°C로 설정해 spray drying을 진행함.
- 아임계수를 이용한 대추추출물을 spray drying한 분말과 기존에 담터에서 사용하고 있는 열수추출을 한 분말의 총 폴리페놀함량을 측정해 본 결과 아임계수를 이용한 대추추출물을 spray drying한 분말에 더 많은 양의 폴리페놀이 들어 있었음(표 2).

표 2. 자체 개발 대추 SD 분말과 기존 담터 대추 분말의 사진 및 특징 비교

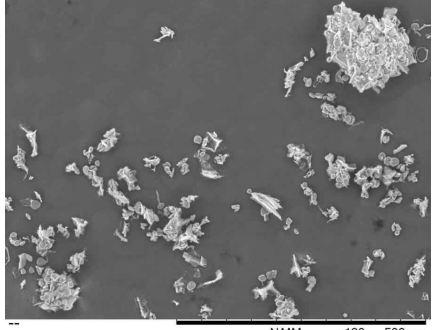

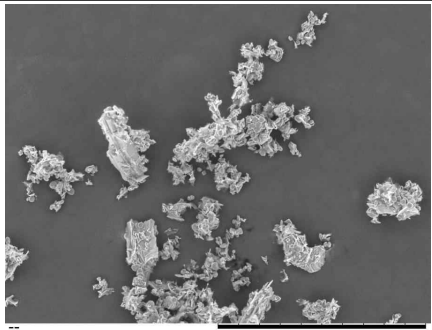
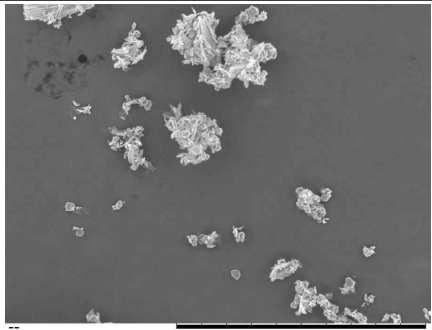
	자체 개발 SD 분말	기존 담터 분말
사진	 <p>아임계수를 이용한 대추추출물에 dextrin을 혼합한 시료(왼쪽)와 spray drying을 한 분말(오른쪽)</p>	 <p>기존 담터에서 중간소재로 사용하고 있는 대추 분말</p>
추출	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 아임계수 추출법을 이용하여 190°C에서 10분 동안 추출함. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 열수를 이용하여 100°C에서 4시간 동안 추출함.
특징	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 추출 시간이 10 min 내외임. ◆ spray drying을 원활하게 하기 위해 59%정도의 cyclodextrin 첨가. ◆ 상대적으로 높은 폴리페놀 함량을 가짐. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 추출 시간이 4 h 내외임. ◆ spray drying을 원활하게 하기 위해 59%정도의 dextrin을 첨가 ◆ 상대적으로 낮은 폴리페놀 함량을 가짐.

1) 생강 중간소재 개발

- 동결건조된 생강을 5가지 조건에서 분쇄 진행함
- 생강1은 mesh0.5, 3000rpm에서 진행하였고, 생강2는 mesh1, 3000rpm, 생강3은 mesh1.5, 3000rpm, 생강4는 mesh2, 3000rpm, 생강5는 mesh2.5, 3000rpm에서 진행.
- 과립의 입형은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰함. 관찰 시 MIX(BSE+SE)로 관찰하였고 세기는 15kV였음.
- zeta potential은 Zeta potential analyzer(ELSZ-2000, Otska electronics)를 이용하여 물에 0.67mg/ml의 농도로 용해시킨 후 3번 반복 측정함. 측정값의 절댓값 수치가 30에 가까울수록 분산도가 높으므로 zeta potential값이 -29.85mV인 생강3이 분산도가 가장 높음.
- 분산안정성을 측정한 결과, 분산안정지수가 0.116에서 0.141로 측정되어 유의적 차이가 있지 않아, mesh1.5의 조건으로 분쇄조건을 설정함. 생강 분쇄물의 경우 유화와 분산이 공존하는 형태, 즉 solid한 particle과 oil의 droplet 이 포함되어 있음. 분산안정도 프로파일의 일부기간에서 보면 투과도가 갑자기 낮아지는 곳이 있는데 이는 oil 성분으로 인해 creaming이 형성된 것을 의미함.
- 일반적으로 과립물을 만드는 공정은 5단계로 나눔.
1단계: 분쇄 - 물리적인 수단에 의해 소재를 분말/소편으로 하는 공정

2단계: 분급 - 분쇄된 분립체를 일정한 입자군으로 분류하는 공정
 3단계: 혼합(연합) - 여러 가지 원료분말을 섞어 균질한 분립체로 하는 공정
 4단계: 조립 - 균일한 크기의 과립상을 만드는 공정
 5단계: 건조 - 습식과립 중의 수분을 제거하는 공정

- 본 중간소재 개발에 사용된 유동층 과립(조립)은 1) 혼합.조립.건조의 세가지 조작을 하나의 장비로 가능, 2) 원의 분립체를 기류로서 유동층으로 만든 후 이것에 액체를 분무하여 조립, 3) 1mm이하의 소립의 제조에 적합하고, 연한 과립을 능률적으로 만들 수 있으므로 세립, 정제용 과립의 제조에 많이 쓰일 수 있는 장점이 있음.
- FBG 진행시 10~60%의 함량으로 과립은 일반적인 방법으로 가능할 것으로 예측됨
- 생강의 함량이 60%이상으로 과립 진행시에는 에탄올(주정)을 정제수에 희석한 용매의 배율을 조정하여 최적화를 검토중임.
- 생강분말의 분산안정성이 0.419에서 과립제조후 0.394로 측정되어 안정성이 다소 확보되었으나, 보다 개선이 요구됨.

<p>생강 1 (mesh 0.5, 3000rpm)</p>		
	x180	x250
<p>생강 2 (mesh 1, 3000rpm)</p>		
	x150	x180

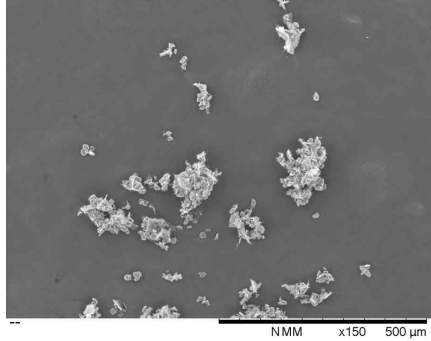
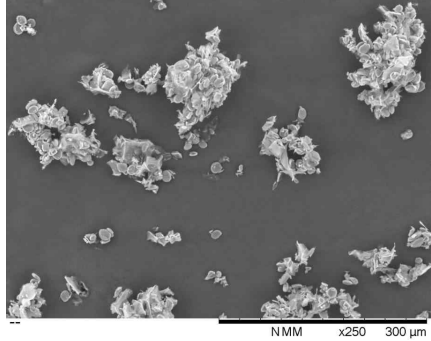
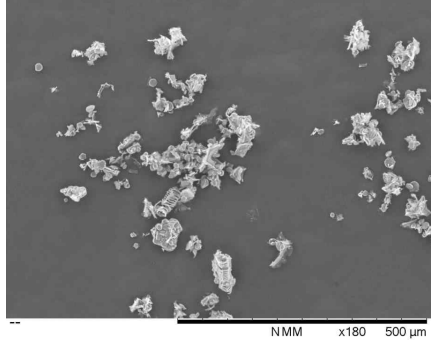
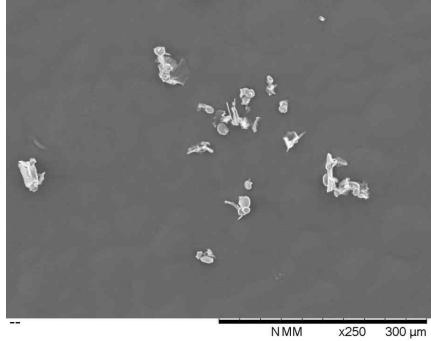
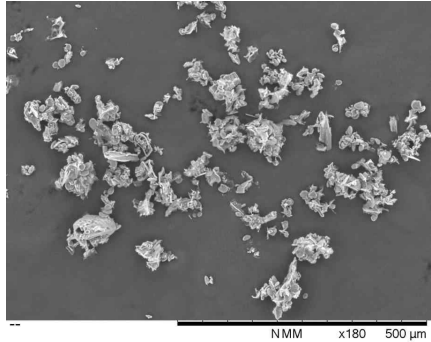
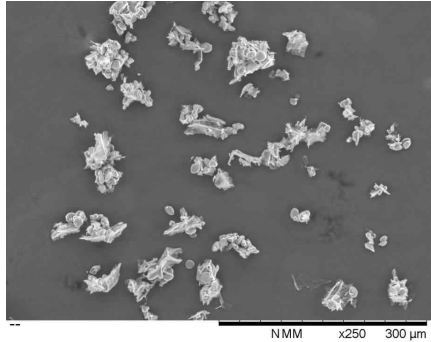
<p>생강 3 (mesh 1.5, 3000rpm)</p>		
	x150	x250
<p>생강 4 (mesh 2, 3000rpm)</p>		
	x180	x250
<p>생강 5 (mesh 2.5, 3000rpm)</p>		
	x180	x250

그림 1. 5가지 분쇄조건에 따른 생강분말의 입형

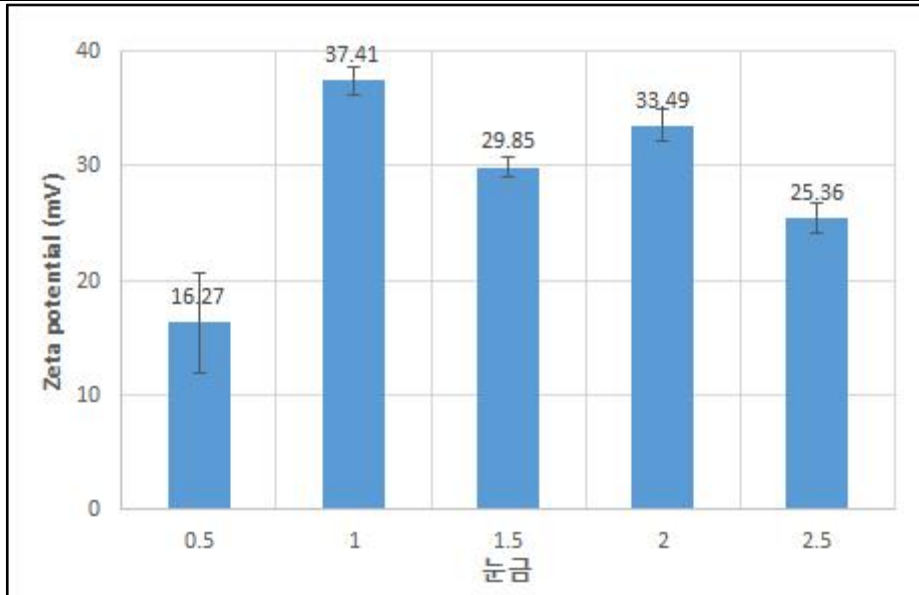


그림 2 5가지 분쇄조건에 따른 생강분말의 zeta potential



그림 3. 본 연구에 사용된 유동층 과립기

표 1. 생강분말제조를 위한 유동층 과립제조 조건

배합

원료명	비율	비고
생강	15	
텍스트린	85	
소계	100	

FBG조건

Fan Flow(m ³ /h)	투입온도(°C)	배드온도(°C)	Pump(rpm)	용매(용액)
30	60~70	55±5	5	정제수



2) 펙틴 중간소재 개발

- 본 연구에서 펙틴 추출에 사용되는 원료로는 사과가공 후 생성되는 사과껍질 부산물을 이용함으로써 단순 폐기처리 되는 사과 껍질을 식품 또는 소재 산업에 재활용 할 수 있어 사과의 산업적 고부가가치를 높임.
- 사과껍질의 건조 및 분쇄 방법은 추출 수율을 비교하여 가장 생산 수율이 높았던 동결 건조 후에 미세분쇄 (1250 mesh) 처리 된 사과껍질을 사용함.
- 펙틴의 추출 방법으로는 대량생산이 용이한 산처리 방법을 선정하였으며, 기존의 펙틴 추출 방법을 이용하여, 85°C에서 염산과 2시간 반응 시킨 후 isopropyl alcohol을 이용하여 침전시킨 후, 여과천 (miracloth)을 이용한 여과단계 후 투석을 거쳐 이틀간의 동결건조로 펙틴중간소재를 생산함.
- 본 연구에서는 식품 안전성 및 환경 개선 효과를 높이고자 천연 식품에도 존재하는 유기산 (malic, tartaric, citric-acid)을 펙틴 추출 용매로 선정하여, 위의 펙틴 추출 방법에 적용하여 염산과 비슷한 특성을 지니는 펙틴을 추출하였음. 그중 다양한 추출에 널리 사용되며, 비용적인 측면에서도 경쟁력이 뛰어난 citric acid를 선정하여 사과박 펙틴의 추출의 대량 생산에 적용하였음.
- 대량 생산 공정을 새로 개발하여 1회 추출 시 사용되는 사과 껍질분말의 양을 100 g으로 크게 증가시켰으며, 투석 단계를 진행하는 것을 대신하여 isopropyl alcohol (20%)를 이용하여 시료를 충분히 세척해 주었음.
- 이 시료를 동결건조 처리 후, 향후 펙틴소재의 다양한 가공적성 연구에 필요한 사과박 유래의 펙틴소재를 다량으로 확보하였음.
- 위 방법으로 개발한 펙틴의 중간소재는 수입에 의존하던 펙틴이 아닌, 국산 사과 부산물로부터 유래된 펙틴의 국내 생산 가능성을 확인함. 또한, 이 방법은 기존의 상업적인 추출 방법인 HCl을 대체하여 유기산을 적용 시켜 보다 친환경적인 측면에서 생산이 가능한 이점이 있으며, 본 연구를 통해 확보한 **유기산 펙틴 추출 기술을 특허 출원함.**
- 또한, 본 연구를 통해 생산된 펙틴 중간소재는 높은 점도와 분자량을 가지고 있어, 향후 다양한 가공적성 평가를 통해 식품 점증제 및 안정제 등 식품첨가물로써 적용 가치 효용성이 높을 것으로 판단됨.
- 본 연구에서 생산된 사과박 펙틴을 향후 화학적, 효소적 처리를 통한 새로운 펙틴 소재의 개발 및 그 물리·화학적 특성을 확립하며, 중간소재의 안정성 평가와 다양한 물리적/

관능적 특성이 개선된 식품 소재로서의 응용을 연구하고자 함.

- 향후 연구에선 개발된 펙틴 중간소재를 다양한 조건으로 첨가한 음료 시제품 적용성 평가를 확인할 예정이며, 특히 용액 안정성이 우수한 펙틴 소재의 산성 유제품을 개발하여 음료시스템에 최적화된 펙틴의 개발을 목표로 함.

표 1. 기존 소량 추출 펙틴과 대량생산 펙틴중간소재의 사진 및 특징 비교

	기존 소량 추출 방법 (1 g 사과박)	대량 추출 방법 (100 g 사과박)
사진		
추출	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 유기산 반응 후 투석진행 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 투석을 대신하여 20% isopropyl alcohol을 이용한 washing
특징	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 아이보리색의 솜 같은 폭신평신했던 형태. ◆ 24시간 투석 과정이 있어 오랜 추출하는데 오래 걸림. ◆ 염산추출 방법의 펙틴 소재보다 고점도 고분자량의 펙틴 소재로 확인. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 아이보리색의 약간은 푸석한 질감을 지님. ◆ 동시에 많은 양의 사과박을 이용하여 추출할 수 있음. ◆ 투석 과정이 없어 추출 시간이 줄어듦.

2. 교육지도 보고서

◇ 교육지도(현장컨설팅)

- 2016년 4월 22일에 인천광역시 중구에서 기술 지도를 위한 워크샵을 개최하였음. 각 기관의 연구 책임자와 연구원들이 참석하였음.
- 워크샵을 통해 각 세부기관은 주관 담터 소속의 연구원들을 대상으로 연구에 사용되는 농식품 자원 원료들의 특성 및 가공 기술에 대한 교육 지도를 수행하였음.

일시	장소	교육 기관	교육 내용
2016. 04. 22 - 04. 23	인천 광 역시 중구	제1협동 (이화여대)	신 가공 기술의 원리 및 효율 - 아임계수 추출 - 광펄스 살균 - 초미립 분쇄
		제2협동 (세종대)	사과껍질 부산물로부터의 펙틴 제 조 기술 및 추출 방법
		제3협동 (단국대)	플라보노이드 및 항산화능 분석법



그림 1. 영종도에서 개최된 워크샵(현장 컨설팅) 현장

세부 교육 내용

1. 신 가공 기술의 원리 및 효율 (아임계수 추출, 광펄스 살균, 초미립 분쇄)

1-1 아임계수 추출

- 아임계수(subcritical water)란 상온, 상압의 물을 압력 및 온도의 조절을 통하여 100-200°C의 아임계 상태를 만듦으로써 낮은 상대 유전율($1 < \epsilon < 25$)로 전환된 물을 말함.
- 아임계수 추출기술(Subcritical water extraction, SWE)은 아임계수를 용매로 이용하여 물의 물리화학적 성질인 상대유전율을 변화시켜 극성에 따른 생리활성 물질을 잘 녹이고 농축 조작이 용이하며 순수한 물만을 이용하여 값이 싸고 독성이 없어 천연물로부터 생리활성 물질을 얻어내는데 매우 적합하고 효과적인 기술임.
- 아임계 상태의 물은 운전조건을 변화시킴에 따라 상대 유전율을 다양하게 변화시킬 수 있으므로 중간극성 화합물을 추출하는 경우 매우 효과적임.
- SWE는 비극성물질 추출에 국한되는 초임계 이산화탄소 추출법에 비해 대상 추출물질의 적용범위가 매우 넓으며, 상대적으로 낮은 압력에서 운전하므로 산업적 규모의 장치구축 시 초기 설비 투자비가 낮아 산업화에 유리함.



그림 2. Lab-scale 아임계수 추출 장비



그림 3. Pilot-scale 아임계수 추출 장비(자체 제작 기기)

1-2 광펄스 살균

- 광펄스 살균 기술(Intense pulsed light sterilization, IPL)은 식품에 열을 가하지 않고 식품의 안전성 및 보존성을 효과적으로 향상시킬 수 있는 비가열살균 기술임.
- 광펄스(IPL)는 170-2600 nm 의 전 파장대의 빛을 이용하여 살균하는 기술로 UV 살균에 비해 월등히 높은 살균력을 가지는 것으로 알려지고 있으며 강한 빛을 아주 짧은 시간 안에 가하여 식품 표면, 포장재, 투명한 액상식품에 존재하는 미생물을 효과적으로 사멸시킬 수 있음.
- UV 살균보다 미생물에 주는 damage가 강하고 미생물이 회복될 수 있는 확률을 훨씬 낮추어 주기 때문에 UV 살균법에 비해 효과적으로 미생물을 제어할 수 있을 뿐만 아니라 식품 특성(색상, 향미, texture) 에 영향을 미치지 않기 때문에 가열살균의 대체 기술로서의 잠재력이 큼.



그림 4. Lab-scale 광펄스 살균 시스템 controller(자체 제작 기기)



그림 5. 광원 lamp

1-3 초미립 분쇄

- 초미립 분쇄 시스템은 귀리와 같은 곡물 등 다양한 종류를 최적의 분말 상태로 분쇄가 공이 가능함. 분쇄입자는 원형에 가까운 구상화가 잘 이루어져 효과를 극대화시킬 수 있음.
- 1차 가공한 초미립자 분말을 재투입 시, 나노 입자에 가까운 분말까지 분쇄가능하며 분쇄와 분급, 포집 기능이 하나로 되어 있어 분말이 날리거나 용기에 묻지 않아 위생적이

고 후처리가 필요 없음. 분해조립이 간단하여 내부 세척이 매우 용이함.

2.1 사과껍질 부산물의 화학 구조적 특성

- 사과 생산 후 가공 부산물로 발생하는 사과 껍질에는 다량의 펙틴이 존재함. 펙틴은 천연 소재로서 가장 복잡한 구조를 가지고 있는 탄수화물 중 하나로 알려짐. 이러한 펙틴은 분리, 정제, 산에 의해 구조의 변형에 따른 매우 다양한 양상 생리활성을 나타냄. 그러므로 펙틴 구조에 대한 명확한 이해가 요구됨.
- 현재는 펙틴의 간단한 구조분석 및 분자량 확인에 그친 연구가 주를 이룸(그림 6).

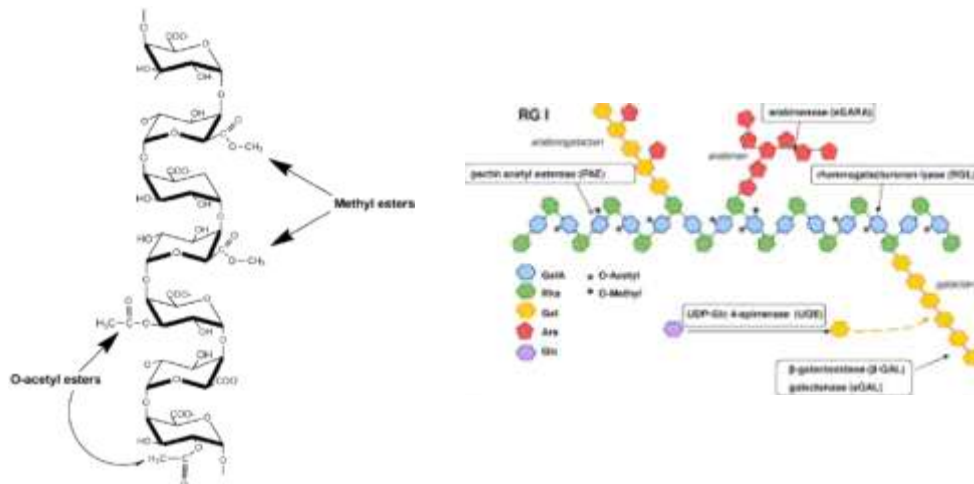


그림 6. 펙틴 구조내의 homogalacturonan(HG)와 Rhamnagalactoronan I(RGI) 사슬 구조

2.2 사과껍질 부산물로부터의 펙틴 제조 기술 및 추출 방법

- 기존의 펙틴 추출방법은 산처리에 의한 추출을 이용하지만 폐수의 정화비용이 많이 들기 때문에 환경친화적 고효율 추출방법으로써 효소를 이용한 추출이 가장 적절함.
- 효소와 유기산을 함께 처리함으로써 펙틴의 수율 증대 가능성을 증가시킬 수 있고, 더 나아가 활용범위의 증가를 위해 2차 가공으로써 알칼리 처리가 필요함.
- 추출에 이용되는 효소는 hemicellulase 활성이 강하고 pectinase가 포함되지 않은 세포벽 분해능을 중심으로 선정함.
- 사과 껍질의 전처리 방식으로는 건조방식이나 입자 크기에 따른 펙틴 추출 수율이 달라지기 때문에 적절한 전처리의 탐색이 중요함.
- 펙틴의 고점도와 높은 분자량을 유지하기 위해서는 점도, 분자량 등 이화학적 특징 분석이 필요함.

3.1 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 가공적성 평가방법

- 각 제형별 중간소재 물성을 측정하여 가공적합성 결정함.
- 이화학적 주요 가공적성 평가로는 입도, 색도, 수분활성도, 수분흡수도, 용해도, 분산성, pH 등이 있고 기능적 주요 가공적성 평가로는 식이섬유, 페놀류, 항산화능, 비타민 등의 생리활성물질의 보존율을 측정함.

3.2 플라보노이드 및 항산화능 분석법

- 식품의 폴리페놀 함량 및 항산화능 분석을 위한 실험방법에 관한 교육을 진행함.
- 총 폴리페놀 함량 측정을 위해서는 Folin-Denis법을 사용하여 분석함.
- Folin-Denis법은 페놀이 반응하는 시약인 folin시약을 이용하여 페놀의 함량에 따라 색이 변화를 분광광도계를 이용하여 측정하는 방법임. 실험방법은 2% Na_2CO_3 2 ml에 분석할 sample 0.1 ml 첨가 후 50% Folin-Ciocalteau reagent 0.1 ml와 혼합하여 실온에서 30분 방치 후 흡광도를 측정함.
- 항산화능 측정은 DPPH 소거능과 ABTS 라디칼 소거능 분석을 통해 확인할 수 있음.
- DPPH 라디칼 소거능은 라디칼을 발생시켜 시료가 라디칼을 소거하는 정도를 분광광도계를 이용하여 측정하는 방법임. 실험 방법은 100 μM DPPH시약 1 ml과 측정할 sample 0.2 ml을 혼합하여 실온에서 15분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하고 환산하여 항산화능을 예측함.
- ABTS 라디칼 소거능은 인위적으로 라디칼을 발생시켜 시료가 라디칼을 소거하는 정도에 따라 색이 달라지며 이를 분광광도계를 이용하여 측정하는 방법임. 실험 방법은 ABTS 7 mM 제조 후 potassium persulfate의 최종농도가 2.45 mM가 되도록 제조하고 이를 12-16시간 동안 실온암실 방치 후 무수 ethanol로 희석해서 제조한 시약이 734 nm에서 0.70 ± 0.02 되도록 함. 제조한 시약 900 μl 시료 100 μl 혼합하여 6분간 반응 후 743 nm에서 흡광도 측정하는 과정을 거치고 무첨가구와의 또는 표준물질과의 비교를 통해 항산화능을 예측하는 방법임.

- 2017년 7월 17일에 경기도 양평에서 기술 지도를 위한 워크숍을 개최함. 각 기관의 연구 책임자와 연구원들이 참여하였음.
- 워크숍을 통해 각 세부기관과 소속 연구원은 농식품 자원의 특성에 따른 제품화 공정에 대한 교육지도를 받음.

일시	장소	교육 기관	교육 내용
2017. 07. 17 - 07. 18	경기도 양평군	조상우 박사 (폴무원)	국내 농식품 자원의 특성에 따른 제품화 공정
			식품 기업 연구에 임하는 연구원의 자세

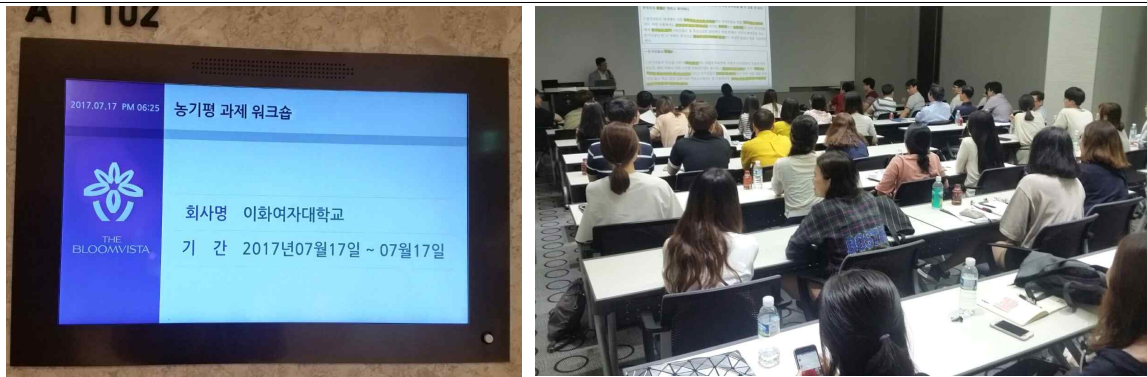


그림 1. 양평에서 개최된 워크숍(현장 컨설팅) 현장

세부 교육 내용

1. 농식품 자원의 특성에 따른 제품화 공정

- 중간소재 및 가공제품 제조 시 사용되는 다양한 공정방법 중 국내 농식품 자원의 특성을 반영한 가공 방법, 처리 조건 등을 이론적으로 제시함.

1.1. 건조

- 식품의 건조는 단순히 식품에 들어있는 수분을 제거하는 조작임. 건조를 함으로써 무게와 부피를 줄여 수송과 유통을 편하게 할 뿐만 아니라 미생물의 번식을 억제하여 오랜 기간 동안 저장이 가능하도록 함. 식품의 종류에 따라서 건조과정에서 독특한 색깔, 맛, 향미를 나타내는 경우가 많아 상품적 가치를 높임.
- 식품을 건조시킬 때는 원료의 조직상태, 성분조성, 농도에 알맞은 건조방법과 조건을 선택해야 함.
- 대표적인 건조방법에는 열풍건조, 분무건조, 가압건조, 동결건조, 피막건조, 적외선건조 등이 있음.
- 가압건조는 수분함량이 비교적 적은 식품을 밀봉 건조용기에 넣고 외부로부터 회전 가열시키거나 직접 가열공기를 주입하여 높은 압력에서 150°C 까지 가열함. 그 후 건조용기를 개방하여 상압 중으로 식품을 분출시켜 가열 중 가열상태로 된 조직중의 수분을 순간적으로 증발시켜 건조한 것임. 건조와 함께 조직이 팽창되어 다공질 구조를 갖게 되므로 복원성이 좋음. 곡류, 채소, 과일, 축육, 어패류 등에 이용됨.
- 열풍건조는 가열한 공기를 식품 표면에 보내서 수분을 증발시키는 방법임. 비교적 단시간에 건조되며 품질의 변화가 적으나 경비가 많이 든다는 단점이 있음.
- 분무건조는 액체상태의 식품을 안개처럼 건조실 내로 분무하여 열풍 중에서 순간적으로 건조되어 분말이 되는 방법임. 성분변화가 거의 없고, 비교적 저렴해서 인스턴트커피, 분유, 분말 과즙, 분말 향 등 식품사업에서 가장 많이 이용되고 있는 방법임.
- 동결건조는 식품을 -80°C까지 급속 동결시킨 후 진공상태에서 얼음을 승화시켜 건조하는 방법임. 장점으로는 수축현상이 일어나지 않고, 건조 도중에 화학변화가 없기 때문에

색, 맛, 영양성분, 향 등이 잘 보존됨. 또한, 저수분까지 건조되므로 저장성이 높음. 반면 냉동 중에 세포구조가 파괴되었기 때문에 기계적 충격에 대하여 부스러지기 쉽고 포장이나 수송에 문제점이 많으며 경비가 많이 든다는 단점이 있음.

1.2. 농축

- 식품의 농축은 식품가공 플랜트에서 필수적으로 운용되고 있는 탈수 기법의 하나임.
- 농축은 열을 가하여 액상의 용매를 증기로 변화시켜 물질분리를 수행하거나 용액의 고형분 농도를 높여주는 공정으로서 식품가공과정에서는 식품의 유효물질의 농도가 낮을 때 농도를 높이는 수단으로 이용됨.
- 농축액상식품으로 제조되는 식품(농축우유, 농축주스, 농축소스, 농축수프 등)과 식품가공 공정에서 건조나 동결, 살균의 전단계로 사용됨.
- 대표적인 농축방법에는 증발농축, 냉동농축, 막분리농축 등이 있음.
- 농축을 함으로써 식품 무게 및 부피의 감소, 저장 및 유통 경비의 절감뿐만 아니라 저장성을 부여함. 하지만 휘발성 물질이 손실되고 색과 영양소가 변화할 가능성이 있음.

1.3. 살균

- 살균은 세균, 효모, 곰팡이 등 미생물의 영양세포를 사멸시켜 식품의 보존성을 향상시키는 데 목적을 둠.
- 살균 방법은 가열 살균, 비가열 살균으로 분류되며 식품의 특성, 미생물의 종류, 식품의 형태, 산소 유무, pH 등을 고려하여 사용함.
- 가열 살균은 가장 보편적으로 쓰이는 살균 방법으로 저온 살균과 고온 살균이 있음.
- 저온 살균은 높은 온도에서 열처리로 인하여 식품의 특성이 파괴될 우려가 있는 식품에 대하여 100°C 이하의 낮은 온도에서 열처리해 미생물을 사멸시키는 방법으로 모든 미생물을 사멸시키지 못하므로 보조적인 방법(산 처리, 효소 처리 등)을 병행함. 주로 산 함량이 많은 과일주스나 과일주 등에 사용됨.
- 고온 살균은 100°C 이상의 고온에서 내열성 포자를 형성하는 미생물까지 사멸시키는 방법으로 주로 통조림이나 병조림의 형태에서 많이 사용됨. 고온 살균에는 화염이나 열풍을 이용하는 건열 살균과 수증기, 열수 등을 사용하는 습열 살균으로 분류됨. 가열 살균은 대체적으로 식품 내부까지 살균이 가능하며 경제적인 장점이 있으나 식품의 변질, 변색 등 품질 저하의 우려가 있음.
- 비가열 살균은 방사선 살균, 자외선 살균, 약제 살균 등으로 분류됨. 방사선은 에너지 수준에 따라 여러 방사선으로 분류되며 식품용 조사에는 대부분 Co⁶⁰의 감마선을 사용함. 식품 자체의 온도가 상승하지 않고 포장식품도 쉽게 살균 처리가 가능하며 연속공정으로 처리가 가능하다는 장점이 있음. 자외선 살균은 자외선 파장의 100 - 380 nm에서 작용하며 주로 제품의 표면살균이나 액상 식품에 많이 이용됨. 약제 살균은 약제분자가 미생물의 세포막을 투과하여 여러 작용부위에서 작용해 사멸시키는 방법을 말함. 요오드계 살균제, 산소계 살균제(과산화수소, 오존) 등으로 분류되며 효과가 지속적이나 인체에 부정

적인 영향을 미칠 가능성이 있음.

1.4. 냉장 및 냉동

- 냉동은 식품에 함유된 수분 중 미생물, 효소, 화학적 반응 등에 이용 가능한 수분을 불활성화 시키는 과정으로 식품의 저장 기간을 연장하기 위한 수단으로 이용됨.
- 냉장은 상온으로부터 식품의 동결점 이상까지를 말하며 냉동은 식품의 동결점 이하의 온도를 말함.
- 천연식품을 동결할 시 온도는 급격히 직선적으로 하강해 식품의 빙결점에 도달하게 되는 빙결점은 식품의 종류에 따라 차이가 있음.
- 냉동은 완만동결과 급속동결로 나뉨. 완만동결은 냉각속도가 늦고 빙정(얼음결정)이 크며 빙정 수가 작은 것이 특징임. 그에 반해 급속동결은 냉각속도가 빨라 빙정의 크기가 작고 모양이 균일한 것이 특징임. 빙정이 작고 고르게 분포될수록 냉동 제품의 품질과 향미가 형성되기 때문에 냉동을 빠른 속도로 하는 것을 더 선호함.
- 냉동은 미생물의 낮은 온도에 대한 저항성에 따라 효과가 달리 나타남. 그람양성균은 효모나 그람음성균보다 저항성이 강하기 때문에 냉동의 영향이 적음. 이러한 미생물 작용을 불활성화하기 위해 산소 차단, 산 첨가, 이산화황 처리 등 여러 보조적인 방법을 병행해 미생물의 효소 활동을 제어함.

2. 식품 기업 연구에 임하는 연구원의 자세

- 식품기업에서는 기초연구를 기반으로 하여 신제품 개발 및 제품의 품질향상까지 전 과정에서 기본적인 연구가 요구됨. 특히 식품은 소비자와 직접적으로 맞닿아 있는 제품군으로써 실험 결과에 대한 정확도뿐만 아니라 윤리적인 사항도 매우 중요시 됨.
- 또한 식품에 대한 지식 이외에도 마케팅에 대한 기본적인 이해를 필요로 하고 창의력과 문제해결 능력을 기본적으로 요구함. 이 뿐만 아니라 여러 나라의 식문화를 이해함으로써 식품의 글로벌화에 발돋움할 수 있는 인재를 원함.
- 현재 사회는 노령 인구가 증가하면서 건강에 대한 관심이 커지고 이에 따라 기능성 식품이 증가하고 있는 추세임. 또한 핵가족화와 싱글족이 증가해 HMR 시장이 커지면서 편의점 도시락, 컵밥 같은 1인용 식품이 각광받고 있음. 이에 더해 사람들은 식품 안전문제와 품질에 대해 관심이 커지면서 기업들은 식품의 고급화 전략을 내세우고 있음.
- 이러한 기본적인 식품산업 현황과 트렌드를 파악하는 것도 식품 기업 연구에 임하는 연구원의 자세임.

기능성 식품소재(식이섬유&당류) 세미나

● 전체 리뷰

- 당류 저감 기술은 생활 습관병 증가에 따른 건강 관심 증대, WHO 권고등 건강한 식생활을 통한 삶의질 향상, 사회적 필요와 노력에 의해 현재도 진행중.
- 설탕 및 대체당 사용을 통한 제품-시장출시로 소비자 선택권 강화 필요함.
- 개발팀내에서는 설탕을 사용한 가공제품의 특징에 적합한 가공공정, 제품특징은 살리고, 건강한 단맛으로 소비자 만족도를 높일 수 있도록 준비하는 것이 중요.



[가공식품 당류 트렌드]

- WHO :총 열량 10%이내 권고, 건강을위해서는 5% 미만으로 권고(15')
- 우리 국민 당 섭취 실태(2013) : 2007년 보다 증가.

식품 종류	하루 섭취량	연령별
모든 식품	72.1 g	모든식품기준, 전연령대 섭취량 문제없음
가공 식품	44.7 g	3-29세 연령대 가공식품을 통한 당 섭취는 기준 초과

- 주요 급원은 음료류>과자,빵>떡 등이고, 음료류중에는 탄산음료>과일채소음료>커피.

※ 한국인의 당류 섭취기준(15, 보건복지부)

- 총 당류 섭취량은 총 섭취 열량의 10-20 %. 단, 첨가 당 섭취량은 총 섭취 열량의 10 % 이내

※ 함량강조표시 중 저당류기준 신설(고시 16.12)

- ‘저당류’ 등에 명확한 표시기준 설정

영양성분	강조표시	표시조건
당류	저	식품 100g 당 5g 또는 식품 100ml 당 2.5ml 미만일 때
	무	식품 100g 당 또는 식품 100ml 당 0.5g 미만 일 때

- 덜, 더, 감소 또는 라이트, 강화, 첨가 외 낮춘, 줄인 용어 추가 : 30 % 표시기준(25 % 이상)

[당류 관리사례]

- 해외 : 자판기 진열칸 신호등 색상 구분 및 재배열
- 대체당 개발을 통한 가공식품 적용 : 1세대 당(에너지 공급원)->2세대(저칼로리, 정장)-> 3세대 당(단맛& 체지방억제등의 기능성 강화)

삼양사 보유 당류저감 소재

- 알룰로스
- 올리고당(프락토올리고당, 이소말토올리고당, 말토올리고당, 갈락토올리고당)
- 당알콜(솔비톨시럽/분말, 말티톨시럽/분말, 폴리글리시톨시럽)
- 고감미감미료(수크랄로스, 아세설팜칼륨, 아스파탐)

I. 희소당: 알룰로스(Allulose)

: 건포도, 무화과, 밀 등에 극히 미량으로 존재하는 희소 당

삼양 제품	알룰로스A100_100%이상, 고순도 알룰로스(액상_90%이상, 분말_98%이상)			
식품 유형	당류가공품			
제조방법	과당 유래의 3번 탄소 에피머 (효소 반응_자연계 미생물, 전환반응_반응 탭)			
생리적 기능성	1. 0 kcal/g, non-GI 2. 혈당 억제 3. 체지방 축적 억제 및 지방구 크기 축소			
이화학적 특성	1. 상대 감미도(설탕대비) : 알룰로스A(92%), 고순도 알룰로스(70%) 2. 점도 : 알룰로스 함량 높을수록 점도 낮아짐(바디감 개선 소재 처방) 3. 내열성 및 내산성 : 장시간 열처리 및 낮은 PH에도 안정 4. 빚짐 강하 : 빚점이 낮아 녹는 속도 증가(펜슬 바 적용) 5. 착색성 : 낮은 pH에서 착색성 낮고, 중성에 가까울수록 착색성 높음 6. 열량 : 알룰로스A100(2.6kcal/g), 액상알룰로스(0.04kcal/g)			
관능적 특성	(1) 알룰로스A100 1. 감미도 : 액상과당 대비 92%, 청량감 우수 2. 보습성 향상			
	저칼로리 0.1kcal/g미만 낮은 당류함량 다이어트 혈당조절	보습 식감 개선 노화 방지	촉촉한 식감 깨짐 방지 경시 안정성	조화로운 감미 설탕 일부 또는 전량 대체

II. 올리고당: 프락토올리고당

: 설탕에 과당이 1-3개 결합된 구조의 올리고당

삼양 제품	프락토올리고당F250
제품 유형	프락토올리고당
제조 방법	설탕에 전이효소를 작용시켜 제조
생리적기능성	1. 장내 유익균 선택적으로 증식시킴 2. 칼슘 흡수 촉진 3. 배변 원활
이화학적 특성	1. 상대 감미도(설탕 대비) : 프락토올리고당F250(85%), 액상프락토올리고당(60%) 2. 점도 : 액상과당보다 점도 높고, 설탕과는 유사 3. 내열성 및 내산성 : 열과 Ph에 민감함(105도 이상, ph 5 이하에서 분해) 4. 빙점 강하 : 설탕과 빙점 강하 효과 거의 유사
관능적 특성	1. 당류 함량 낮으며 2. 설탕과 유사한 감미질

II-2. 올리고당: 이소말토올리고당

: Isomaltose, Panose, Isomaltotriose의 분지구조를 가지는 올리고당

삼양 제품	이소말토올리고당M500, 이소말토올리고당M300, 이소말토올리고당M200
제품 유형	이소말토올리고당
제조 방법	옥수수전분을 원료로 전이효소 작용시켜 제조
생리적 기능성	장내 유익한 비피더스균의 영양원으로 작용하여 장 개선 역할
이화학적 특성	1. 상대 감미도(설탕 대비) : M500(60%), M300(30%), M200(20%) 2. 점도 : 점도가 높아 바디감 개선 소재로 적용 3. 내열성 및 내산성 : 열과 산에 대하여 안정함 4. 빙점 강하 : 빙점 강하가 작음(빨리 녹아)
관능적 특성	1. 부드럽고 온화한 다맛으로 각종 감미료와 잘 조화됨 2. 당류 함량이 매우 낮음(설탕 대비) : M500(37.5%), M300(15%), M200(12%) 3. 부착성 감소하여 치아에 달라붙는 현상 완화 4. 쫄쫄한 식감 증가 5. 액상과당과 유사한 바디감 구현 6. 촉촉하고 걸착력 좋아 부스러짐 적음 7. 수분활성도 높아 수분 보유 능력이 좋음
활용	물엿 대체제

III. 당알콜

: 당류를 수소첨가 반응하여 비환원 말단(술비톨 분자)를 가지는 감미료

삼양 제품	말티톨시럽, 폴리글리시톨시럽, 자일리톨, 솔비톨, 에리스리톨
제품 유형	-
제조 방법	당류를 효소반응과 수소첨가반응에 의해 제조
생리적 기능성	1. 저칼로리(2.4kcal/g)_국가별 당알콜 칼로리 차이 있음 2. 난추치성 : 구강 내 미생물에 의한 산을 생성하지 않음
이화학적 특성	1. 상대 감미도(설탕 대비) : 솔비톨(60%), 말티톨(70%) 2. 점도 : 설탕과 거의 유사함

	3. 비착색성 : 가열처리에도 갈변되지 않고 투명하게 유지됨
관능적 특성	1. 설탕과 유사한 감미질 2. 보습성 및 습유 조정효과 : 수분함량 높아 촉촉하고 부드러운 식감 부여, 유연성 부여

IV. 고감미감미료

1. 상대 감미도

감미료	상대감미도
설탕	1
아스파탐	200
아세설팜칼륨	200
수크랄로스	600
스테비올배당체	200-300
효소처리스테비아	100-200

2. 특성

항목	아스파탐	아세설팜칼륨	수크랄로스
1일 섭취 허용량(ADI)	40 mg/kg	15.0 mg/kg	5.0 mg/kg
칼로리(kcal/g)	4	0	0
용해도(20도)	1g/100ml	27g/100ml	28.2g/100ml
ph안정성	안정(ph4.0이하)	매우 안정	매우 안정
내열성	보통	매우 안정	매우 안정

V. 식이섬유

일반적 특성	식이섬유원 저열량, 포만감 증진 칼슘흡수 촉진 낮은 감미도, 부드러운 바디감 부여		
생리적 기능	1. 배변활동 원활 2. 식후 혈당 상승 억제 3. 혈중 중성지방 개선		
관능적 특성	1. 고감미감미료 후미 마스크킹으로 이미 이취감소 2. 쓴맛 개선으로 이미 감소 3. 발효유 특유 발효취 마스크킹으로 이미 이취감소 4. 바디감 개선, 부드러운 목넘김		
항목		난소화성말토덱스트린	폴리덱스트로스
함량 및 열량		85 % 이상 / 2kcal/g	65 % 이상 / 2kcal/g
이화학적 특성	상대감미도(설탕대비) 및 당류함량	10 % 1.4g/ 100g	5 % 4.3g/ 100g
	점도	점도 낮음	점도 낮음
	내산성, 내열성	매우 안정	매우 안정
	냉해동 안정성	우수함	우수함

VI. 기능성 혼합 설탕: 자일로스 설탕

삼양 제품	자일로스설탕
제품 유형	기타설탕 또는 당류가공품
제조 방법	산가수분해
생리적 기능성	1. 설탕 흡수 저해 2. 혈당 상승이 적고 인슐린 분비가 적음 3. 제 2형 당뇨병의 고혈당인 사람에게 도움
이화학적 특성	1. 상대 감미도(설탕대비) : 95 % (설탕과 유사한 감미)

	2. 점도 : 설탕과 유사 3. 보습성이 좋음 : 부드러운 조직감 4. 빠른 갈변화
관능적 특성	1. 당류 함량 : 90g/ 100g 2. 목넘김, 바디감 기준 설탕과 유사 3. 액상발효유 특유 후미 발효취 개선

일본 기능성 당 동향

: 트레할로스(Treha)-활용: 제과제빵, 떡, 케익, 캔디, 레토르트 등

제조 방법	전분을 원료로 액화공정을 거쳐 트레할로스 생성 효소를 작용시켜 제조
생리적 기능	1. 지방세포 감소 2. 인슐린 감소
이화학적 특성	1. 저분노화방지 기능 2. 단백질 변성 방지 기능 3. 지방 산패 방지 4. 우수한 보습효과로 제품 조직감 개선 5. 내열 내산성 우수
관능적 특성	이미 이취 제거 기능이 뛰어나 식품의 맛을 향상 시키는 효과

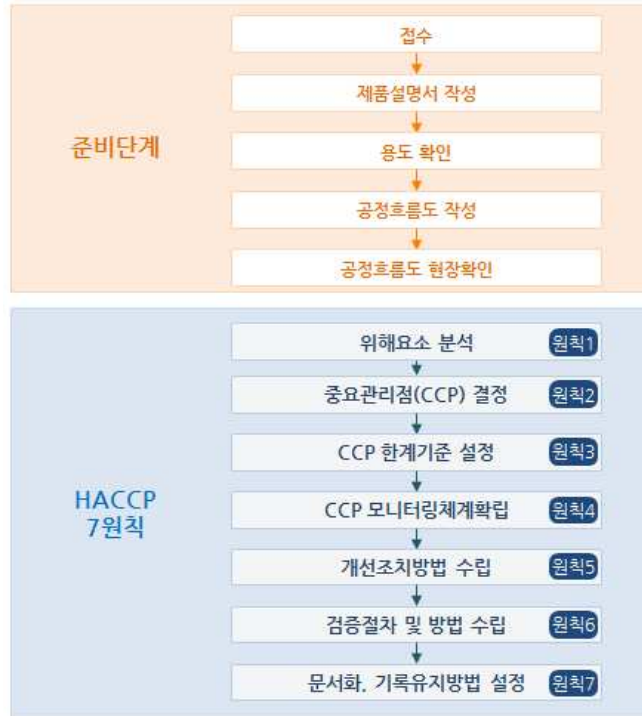
HACCP 제조업체의 위생관리교육

2017.03.30.
캐처스



[HACCP 제조업체의 위생관리]

- HACCP란 "Hazard Analysis Critical Control Points"의 머리글자로서, 일명 "해썹"이라 부르며 식품의약품안전청에서는 이를 "식품위해요소중점관리기준"으로 불림.
- HACCP은 위해분석(HA)과 중요관리점(CCP)으로 구성되어 있는데, HA는 위해가능성이 있는 요소를 찾아 분석, 평가하는 것이며, CCP는 해당 위해 요소를 방지, 제거하고 안전성을 확보하기 위하여 중점적으로 다루어야 할 관리점을 말함.
- 종합적으로, HACCP란 식품의 원재료 생산에서부터 제조, 가공, 보존, 유통단계를 거쳐 최종 소비자가 섭취하기 전까지의 각 단계에서 발생할 우려가 있는 위해요소를 규명하고, 이를 중점적으로 관리하기 위한 중요관리점을 결정하여 자주적이며 체계적이고 효율적인 관리로 식품의 안전성(safety)을 확보하기 위한 과학적인 위생관리체계임.
- 식품의 원료관리 및 제조·가공·조리·유통의 모든 과정에서 위해한 물질이 식품에 섞이거나 식품이 오염되는 것을 방지하기 위하여 각 과정의 위해요소를 확인·평가하여 중점적으로 관리하는 과학적인 선진식품 관리제도임.
- 의무적용 대상 업체가 해당기한까지 해썹(HACCP)을 적용하지 않으면, 1차 영업정지 7일, 2차 영업정지 15일, 3차 영업정지 30일, 4차 영업취소까지 행정처분 대상이고, 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금에 해당하는 벌칙 대상이 됨.



[개인 및 현장 위생관리]

- 위생관리
 - 위생관리에 필요한 시설 및 기구 등을 충분히 구비
 - 위생관리 용품은 지정된 장소에 위생적 상태로 관리
 - 원료와 식품의 처리 가공 등에 사용되는 기구 및 용기는 작업전후에 세척 및 소독
 - 기구와 용기는 용도별로 구분 및 표시하여 사용
 - 위생복, 위생모, 위생화 등을 항상 착용해야 하며, 위생적으로 관리
 - 작업장내에서 작업하는 모든 종업원의 개인용 장신구 등을 착용 금지
 - 모든 작업장 출입자는 규정된 복장을 착용하고 정해진 개인 위생 수칙과 이동 동선에 따라 출입
 - 작업장내의 지정된 장소이외에서 음식물 등의 섭취 또는 비위생적인 행위 금지
 - 작업 중 오염 가능성이 있는 물품 등과 접촉하였을 경우 세척 또는 소독 등 필요한 작업 진행
- 복장규정
 - 작업구역에 적합한 복장을 착용하고 항상 청결히 유지
 - 작업장에서 식품위생에 위해한 행위 금지
 - 작업전후, 화장실사용후, 오염구역에서 비오염구역으로 이동시 위생수칙을 철저히 준수
 - 작업시 불필요한 개인용품등의 휴대 금지
- 작업자 건강
 - 식품에 위해를 주는 신체질환이 있는 작업원은 작업금지 등의 적절한 조치를 취함.
 - 고용전 신체검사 및 정기적 신체검사를 실시하여 기록을 보관, 관리.
- 교육 훈련
 - 작업원의 위생에 대한 교육을 정기적으로 실시

이물질저감화를 위한 위생교육

2017.06.12
캐처스



[이물질저감화를 위한 위생교육]

- 식품 위생 및 위생 교육이란
- 위생교육의 정의 : 식품의 안전을 확보하기 위해 개인위생, 시설·설비 관리, 온도, 시간, 교차오염, 세척과 소독 등 식품 취급자가 지켜야 할 행동요령을 습득하게 하는 것.
- 위생교육의 목적 : 식품위생에 있어 잘 모르고 있었거나, 잘못 알고 있었던 지식 및 정보를 올바르게 제공하여 사람의 인식과 행동의 변화를 일으켜 위생수준을 향상시키는 것.

- 세척과 살균소독
 - 세척(cleaning) : 표면에서 식품과 다른 여러 형태의 오염물을 제거하는 과정또는 급식기구 및 용기 표면을 세제를 사용하여 음식찌꺼기와 잔여물을 제거하기 위한 작업
 - 살균 독소 (disinfecting or sanitizing) : (disinfecting or sanitizing) : 급식기구, 용기 및 음식이 접촉되는 표면에 존재하는 미생물을 위생상 안전한 수준으로 감소시키는 과정
 - 살균, 소독 및 세척을 목적으로 사용되는 화학제제
 - ① 1종 세척제(식품첨가물)
 - ② 2종 세척제(식품첨가물)
 - ③ 3종 세척제(식품/비식품접촉표면)

- 올바른 살균소독 처리법
 - 1) 살균소독 처리 전 세척
 - 표면을 세척하지 않고 살균소독제를 사용하게 되면 식품접촉 표면에 남아있는 유기물질이나 지방 등의 이물질 때문에 살균소독 효과가 감소하므로 반드시 세척하고 물로 헹군 후 살균소독(세척 → 헹군 → 살균소독)하여야 함
 - 살균소독제 처리 후 헹구지 않고 바로 건조보관
 - 2) 살균소독제의 사용

- 사용목적에 맞게 알맞은 살균소독제를 선택, 허용한계를 준수하여 사용
- 세척제 혹은 살균소독제는 절대 섞지 말고 구분하여 사용
- 사용 전 물로 희석하여 사용하고, 사용하고 남은 살균 독제는 소 폐기
- 식품과 구분하여 화기와 직사광선을 피하여 환기가 잘 되는 곳에 보관

3) 자외선 살균 처리

- 자외선 등에 조사되는 부분이 살균되므로 살균하려는 부분을 자외선 등쪽에 배치
- 물기를 제거한 건조상태에서 적정시간 처리
- 열처리와 병행 처리 시 효과를 높일 수 있음

● 개인위생

1) 건강진단

- ‘식품위생법’에서 식품을 다루는 개인의 건강진단을 의무화하고 있음
- 매년 1회의 건강검진 대상자: 식품 또는 식품첨가물을 채취·제조·가공·조리·저장·운반·판매하는데 직접적으로 종사하는 자
- 식품영업에 종사하지 못하는 질병의 종류(식품위생법 시행규칙)
- 제1군감염병(콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성이질, 장출혈성대장균감염증, A형간염 등)
- 결핵(비전염성인 경우는 제외)
- 피부병 또는 그 밖의 화농성질환
- 후천성면역결핍증(AIDS)
- 그 외 다음과 같은 증상이 있는 경우
- 복통이나 설사가 있을 때
- 콧물이 나거나 목이 간지러울 때
- 피부가 가렵거나 발진이 있을 때
- 구토나 황달 증상이 있을 때

2) 복장관리작업에 적합한 복장과 용모를 갖추고, 상시 청결 유지

- 두발두발을 청결 유지위생모 착용
- 용모 및 장신구손톱을 짧게 깎고 매니큐어나 인조손톱, 장신구 등은 착용 금지손이나 몸에 상처가 있어 밴드 등을 사용하는 경우는 장갑 착용
- 작업복 또는 위생복세탁하기 쉬운 재질로 된 작업복(위생복) 착용항상 청결한 상태 유지 작업장 내에서만 착용, 외부 출입 금지조리사의 경우, 조리용, 배식용, 세척용을 구분하여 앞치마 사용, 조리실전용 작업화 착용
- 화장실 사용반드시 전용화장실 사용작업복을 벗고, 화장실 전용 신발 착용, 용무 후 손을 깨끗이 씻고 소독 후작업장으로 복귀

3) 손의 위생관리

- 주요 교차오염의 원인
- 식품취급자의 손을 위생적으로 관리하는 것은 식품으로 인한 질병의 예방에 가장 중요한 첫걸음
- 다음과 같은 경우 반드시 손을 씻고 작업을 수행해야 함
- 화장실 이용 후
- 귀, 입, 코, 머리 등 신체부위를 만진 후
- (애완)동물을 만지고 난 후
- 흡연 후
- 쓰레기 등의 오물을 만진 후
- 원재료를 다듬거나 세척작업 후

- 조리실에 들 긴 어가 전
- 손을 오염시킬 수 있는 물건과 접촉 후

● 이물의 정의

식품위생법 제46조(식품등의 이물 발견보고 등)

- 판매의 목적으로 식품등을 제조·가공·소분·수입 또는 판매하는 영업자는 소비자로부터 판매제품에서식품의 제조·가공·조리·유통 과정에서 정상적으로 사용된 원료 또는 재료가 아닌 것으로서 섭취할 때위생상 위해가 발생할 우려가 있거나 섭취하기에 부적합한 물질 [이하 "이물(異物)"이라 한다]을 발견한사실을 신고받은 경우 지체 없이 이를 식품의약품안전청장, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장에게보고하여야 한다.
- [소비자기본법]에 따른 한국소비자원 및 소비자단체는 소비자로부터 이물 발견의 신고를 접수하는경우 지체 없이 이를 식품의약품안전청장에게 통보하여야 한다.
- 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 소비자로부터 이물 발견의 신고를 접수하는 경우 이를 식품의약품안전청장에게 통보하여야 한다.
- 식품의약품안전청장은 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 이물 발견의 신고를 통보받은 경우이물혼입 원인 조사를 위하여 필요한 조치를 취하여야 한다.
- 제1항에 따른 이물 보고의 기준·대상 및 절차 등에 필요한 사항은 보건복지부령으로 정한다.

3. 홍보전시 보고서

아띠중문잡지 홍보기사 발간

2016.12.01

- 매월 발간되는 중문잡지 아띠에 제품 홍보기사 기재
- 중국공항 라운지 및 기내 배치 및 중국인 관광객들이 온라인 및 휴대폰 앱으로 잡지 구독 가능
- 중국남방항공과 중국국제항공의 주요 노선인 베이징, 상하이, 광저우 등에 기내지로 매월 12,000부 배포
- 중국 공항과 기차역에 위치한 드래곤 패스 VIP 라운지에 매월 각 10-20부씩 총 500여부 배포



중국 국제항공 기내지 비치



광저우 기차역 비치



광저우 공항 비치

소비자 체험 마케팅

2016.12월-2017년 1월

<행사 내용>

- 행사원을 투입하여 적극적인 시음행사와 제품 특성 설명 진행
- 자사 제품 중 과제로 진행된 신제품 쇼콜라쇼 진저 홍보 진행
- 행사기간 담터 카달로그 배포, 한국제품 인지도 확대
- “한국무대공연,” “한글배우기,” “한복입어보기,” “김밥,김장 만들기 체험”등의 이벤트 행사를 통해 한국전통문화를 소비자들이 직접적으로 체험하고 느낄 수 있는 활동 지원
- 행사 프로그램 내용

10:00-10:30 행사준비	14:30-15:00 한국문화 큐즈쇼(선물증정)
10:30-10:50 한국무대공연	15:00-15:10 경품추첨행사
10:50-11:00 사회자 인사 및 담터회사소개	15:10-15:30 장기자랑
11:00-11:20 한글배우기 및 담터제품 소개(선물증정)	15:30-16:00 담터홍보 TV동영상 방영
11:20-12:00 김장나누기	16:00-16:10 경품추첨행사
12:00-12:10 경품추첨행사	16:10-16:30 김장나누기
12:10-13:00 점심휴식시간(담터TV동영상 방영)	16:30-17:00 한국문화큐즈쇼(선물증정)
13:00-13:10 경품추첨행사	17:00-17:10 경품추첨행사
13:10-13:30 한국문화 큐즈쇼(선물증정)	17:10-17:30 김밥만들기
13:30-14:00 김밥만들기	17:30-18:00 게임
14:00-14:10 경품추첨행사	18:00-18:10 경품추첨행사
14:10-14:30 한국무대공연	



한복입기 체험	한복입기 체험
	
무대행사 테이블 (김장나눔)	무대행사 (김밥만들기 체험)
	
무대장치	무대공연

<행사 홍보 광고>

- 온라인 서비스 활용 고객유지 및 제품 홍보
- 지역중심사이트인 “北方時空” 위챗공중플랫폼을 통한 행사언론홍보
- 위챗 QR코드 스캔하기 이벤트 등을 활용하여 담터 제품 홍보
- 심양철서구만달광장 위챗공중플랫폼을 통하여 행사 홍보
- 지역중심신문사를 통한홍보- 심양완바오(沈陽晚報) (2016.11.27. 발행)
- 온라인 활용하여 제품홍보 -지역중심사이트인(北方時空網站)
- <http://www.northtimes.com>
- - 핫뉴스로 이미지 업로드, 사전홍보 (2016.11.24)
- - 간단한 인터뷰형식의 담터 제품 홍보 (2016.11.28)
- 메시지를 통한 홍보:메시지플랫폼을 활용하여 제품 홍보 진행일자(2016.11.25)
- 택배소포물을 통한 홍보 진행 (2016.11.25.)



<선물증정 이벤트>

- 담터 티몰QR코드스캔 활용하여 담터 제품 증정
- 행사장에서 제품 구매 시 선물증정
- 장기자랑, 퀴즈쇼, 경품 추첨행사 등 소비자 선물증정 행사



<TV언론 매체를 활용 브랜드 홍보>

- 지역TV(遼宁衛視都市頻道) 방영시간 : 2016.12.1. 오후 4:00-4:30
- 제품 무료 시음, 시식 행사 및 방송 촬영



<심양지역신문사 홍보기사 기재, 지역온라인사이트 내 행사 및 제품 홍보>



11月26、27日在沈阳举办的2016韩国丹特食品展为大家展出了“韩国株式会社丹特”生产的“丹特牌”系列饮品、食品，现场还与观众互动，进行了“韩语教学”，“韩国辣白菜现场制作”，“韩国紫菜包饭现场制作”，韩服试穿、有奖问答等活动。



4. 제품화 보고서

1. 생강을 활용한 제품 개발

- 생강은 특유의 향과 맛이 강하여 생강차로 섭취하나, 기호식품으로서는 큰 활용도가 떨어지는 식품소재임.
- 최근 식음료 시장에서 초코와 생강, 계피 등을 혼합한 초콜렛이나 초코 음료 등과 같은 새로운 타입의 초코 제품에 대한 틈새시장이 형성되고 있음.

1.1. 각 변수 별 Segmentation

- 심리적 변수는 비싼 값이라도 프리미엄 상품을 가치로 추구하는 라이프 스타일임.
- 구매 행동적 변수는 근처 마트에서도 쉽게 구할 수 있으며 쉽고 간단한 음용 방법 선호, 주요 성분 함량(코코아분말)을 비교하고 제품을 선택하여 구매하는 행동임.
- 인구 통계적 변수는 코코아 함량이 높은(17%이상) 핫초코를 구매하는 2030세대임.
- 앞의 변수들을 고려하여 초코&생강으로 기존 핫초코 시장에 새로운 조합을 시도해 틈새 시장에 진입함.
- 즉, 코코아 함량이 높으며 새로운 초코와의 조합을 기대하는 2030 소비자들에게 프리미엄 핫초코를 제공함으로 시장에 진입함.

1.2. Targeting

- 코코아 함량이 높은 진한 초콜렛 맛을 가진 핫초코를 선호하는 20, 30대 남녀 타겟 가능함.
- 핫초코의 진한 단맛을 싫어하는 성인 남녀 타겟 가능함.
- 즉, 동서양에서 공통적으로 사용되어온 소재인 생강을 응용, 성인을 위한 프리미엄 핫초코를 개발함.

1.3. Positioning

- 코코아분말 함유(%)를 높여 프리미엄 상품으로 포지셔닝함.

1.4. 컨셉 포인트

- 정통 유럽스타일의 핫초코, 달콤하고 진한 초코와 은은한 생강의 황금비율로 더 따뜻하게, 풍부한 거품으로 부드러운 질감을 컨셉 포인트로 잡음.

1.5. 컨셉 실현을 위한 개발 과정

- 배합비 결정 및 제조 원가 설정: 진한 생강, 은은한 생강, 생강의 맛을 잘 보완해주는 계

피를 사용한 샘플 3가지 방향으로 1차 배합비 설계 및 제조 원가 설정을 진행함.

- 용해도 측정 및 최적화: 기존 시장 제품과 비교 시, 개발 샘플은 카카오 함량이 15% 내외로 분산정도는 떨어지는 단점이 있으나 온수 적용 상품으로 섭취하는 데는 무리가 없다고 판단함.
- 제품의 맛, 향, 색 등의 관능검사: 프로토타입에 대한 기호도 검사 결과, 생강의 맛을 잘 발현하기 위해 사용한 계피 원료가 생강의 맛 표현에 있어 방해적 요소가 된다는 점을 확인했으므로 생강 맛 기호도와 컨셉 일치도 부분에서 기호도 평균치가 더 높았던 진한 생강 샘플로 최종 배합비를 설정함.

1.6. 제품 개발 (쇼콜라쇼핫초코 진저)

- 식품의 유형: 기타 코코아 가공품(그림 1, 그림 2).
- 포장: 30 g * 10/20포로 2 가지 타입.



그림 1. 쇼콜라쇼핫초코 진저 제품

제품명	쇼콜라쇼 핫초코 진저	식품유형	기타 코코아 가공품
업소명 및 소재지	(주)담터 경기도 포천시 신북면 청신로 2097번길 85-8		
유통기한	측면 상단표기일까지	내용량	600 g(30 g x 20입)
원료명 및 함량	박스당 포밍파우더(폴리디옥사이드) 1.0%, 계피 0.3%, 생강 0.3%, 코코아분말 15%, 달걀노른자 15%, 탈지분유 (미국산), 가공유장분(가공유장분(중유) 49.10%, 유청분말(외국산), 식물성스테arate, 분당건면, 초콜릿파우더 3%, 알기(에산), 구아검, 정제염, 황색리보플라빈, 생강혼합분말 0.3%, 생강(국산) 49.10%, 쇼콜라쇼 핫초코 진저, 우유, 대두 함유		
포장재질	내포장재질-폴리에틸렌(PE)	품목보고번호	19710372001219
주의사항	• 본 제품은 호두, 땅콩 및 복숭이를 사용한 제품과 같은 제조시설에서 제조하고 있습니다. • 직사광선을 피하여 통풍이 잘되는 서늘한 장소에 보관 하십시오. • 본 제품은 공정거래위원회 고시 소비자분쟁해결기준에 의거 교환 또는 보상받을 수 있습니다. • 부정·불량식품 신고는 국번없이 1399		
반품 및 교환처	구입처 및 제조사		
음용방법	온수(잔(약 135 ml)에 본 스틱 제품 1포(30 g)를 넣고 잘 저은 후 드십시오.		

2. 단호박을 활용한 제품 개발

- 단호박은 가식부위 자체, 즉 과육을 섭취하는 식품이므로 추출 등의 방법보다는 직접 가공과정에서 단호박의 관능적 요소를 유지하되 미생물적 관리가 용이한 방식을 본 공정 개발의 목표로 설정함.

2.1. 각 변수 별 Segmentation

- 심리적 변수는 원물 간식, 천연 식품 등에 대한 소비 욕구 증대임.
- 구매 행동적 변수는 쉽고 간단한 응용 방법 선호임.

2.2. Targeting

- 단호박 자체의 색과 맛이 풍부한 제품으로 자연의 맛을 즐기는 소비자층을 타겟으로 함.
- 간편하게 단호박을 즐기고자 하는 소비자를 타겟으로 함.

2.3. Positioning

- 간편한 식사대용 단호박 차 상품으로 포지셔닝함.

2.4. 컨셉 포인트

- 달콤하고 진한 단호박의 맛, 부드러운 질감, 식감을 자극하는 단호박 자체의 노란색 그 대로를 제품 컨셉 포인트로 잡음.

2.5. 컨셉 실현을 위한 개발 과정

- 단호박 분말의 원료 생산 공정 개발: 단호박 원료자체 가공 과정중의 미생물 제어 및 호화과정을 통해 소비자가 직접 섭취 시 관능선호도가 높은 알파화(압출성형)된 단호박을 첨가함(그림 3).



그림 3. 단호박 큐브의 알파화한 형태

- 배합비 및 방향 선정 테스트: 기존 제품을 원료 가공 방식을 변경하여 전체 원료 안정성 확보, 관능적 선호도를 높이는 방향으로 개발 방향을 설정함.
- 용해도 측정 및 최적화: 3가지 배합비 조건 중 알파화한 원료 함량이 높은 개선샘플이 기존 샘플에 비해 멍침 정도가 적고 덩어리도 크게 눈에 띄지 않음. 이는 알파화한 원료는 호화 속도가 빨라, 용해도 측면에 기여한 것으로 유추됨.
- 제품의 맛, 향, 색 등의 관능검사: 기존샘플에 비하여 외관적 차이는 크지 않고, 단호박 향미, 바디감과 맛의 조화도 강화에 초점을 맞추어 최적의 배합비를 설계하였을 때 기호도 검사 기존대비 선호도가 높은 제품으로 확인됨.

2.6. 제품 개발 (단호박 마차)

- 식품의 유형: 고품차 (그림 4).
- 포장: 17 g * 15/30/50/80포



그림 4. 단호박 마차 제품

2-6. 연구결과

2-6-1. 기술적 성과

- 아임계 추출 방법을 이용하면 기존의 식품 원료를 가공하던 방식과 달리 동결건조하여 분말형으로 가공하여 원료의 맛을 보다 풍부하고 다양하게 하는 중간소재로 활용 할 수 있음
- 사과 껍질에 대한 연구를 통해 펙틴 중간소재의 이화학적, 가공적성 특성 분석, 펙틴 중간 소재의 알칼리 처리 2차 가공에 대한 연구를 통해 기존의 펙틴을 대체할 수 있는 중간소재를 개발함.
- 아임계 추출기술에 대한 특허 출원 및 등록을 진행하였으며, 다수 논문게재 및 식품 관련 학술대회에 참석하여 발표를 진행함.
- 일부 국내산 농산물 및 부산물 중간소재, 제품의 가공적성 지표설정, 표준화 설정, 저장 중 안정성 및 안전성 등에 대한 연구를 진행함.

2-6-2. 경제적 성과

- 국내산 농산물에 대한 가공적성 연구를 진행하고 이를 데이터베이스화 함으로써 향후 이를 연구하는 대학 및 산업화하려는 기업에 원료에 대한 저장 중 기능성 변화 및 물리적 특성변화, 미생물학적인 안전성에 대해 정보를 제공함으로써 경제적인 부담을 감소시킴.
- 제2협동에서 진행한 사과를 가공할 때 부산물로 발생하는 껍질을 활용하여 국내 생산이 어려운 펙틴의 대량생산 시스템을 구축하는데 활용할 수 있으며, 이를 통한 수입산 대체효과가 일부 있을 것으로 사료됨.
- 소재를 산업화함으로써 농가 소득증개, 농촌경제의 활성화 등 농민경제향상과 식품 제조산업 및 수출산업에 높은 기여를 하게 됨.
- 기능성을 검증하여 용도 특허를 출원함으로써 산업화를 위한 독점권을 확보함으로써 국내 산업경쟁력에 기여함.

2-6-3. 사업화 성과 및 매출실적

- 사업화성과 및 매출실적
 - 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	2억원	
			향후 3년간 매출	6억원	
		관련제품	개발후 현재까지	0.5억원	
			향후 3년간 매출	1.3억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 1 % 국외 : 0%	
			향후 3년간 매출	국내 : 2% 국외 : 0%	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 0% 국외 : 0%	
			향후 3년간 매출	국내 : 0% 국외 : 0%	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		3		
	소요예산(백만원)		50		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			2	3	4
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	1	2	3
국외					
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

2-7. 종합분석

성과목표	자 체 평 가
<p>[제 1 세부]</p> <p>○ 개발된 시제품의 가공적성 연구 및 제품 적용을 위한 실용화 방안 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 생강과 단호박을 제품에 표준화된 원료로 사용하기 위해 협력업체와 논의하여 가공과정에서의 외적, 내적 문제점을 확인하고 개선하는 공정 설계를 진행함. 미생물 함량, 수분, 관능 및 외관 검사를 모니터링하여 생산공정을 관리하는 방법을 개발함. 원료의 특성을 연구하고, 현재 시중에서 판매되고 있는 국내외 제품을 분석

<ul style="list-style-type: none"> 가공적성 연구를 통해 생산되는 원료 중간소재를 이용한 제품상용화를 위한 컨셉 개발 및 시제품 개발 	<p>하였으며, 이를 통해 마케팅 분석 방법을 통해 제품의 컨셉을 정하여 시제품 개발을 진행함. 제품의 특성과 컨셉에 맞는 주원료와 부원료를 선택하여 1차 배합비를 결정한 후 세부 원료로 관능과 용해도를 확인하며 세부 배합비 결정한 후 원재료비와 부재료비, 제조경비를 합한 제조원가를 설정함. 상기의 배합비 결정시 용해도를 개선하기위해 배합비별 측정하여 최적화를 진행함. 시제품 배합비를 개발하여 맛, 향, 색 등의 관능 검사를 내외부 패널조사를 진행하여 개선점을 파악하여 실제제품에 반영함. 연구결과로 단호박, 생강 중간소재를 이용한 제품 2건을 개발하는 우수한 성과를 이룸.</p> <ul style="list-style-type: none"> DB의 효과적인 추진을 위하여 식품가공적성정보센터: www.fpdb.kr와의 연계를 추진하였으며, 트리마란 대행업체를 통해 진행함.
<p>[제 1 협동]</p> <p>○ pilot-scale 가공적성의 최적화를 통한 신가공법의 실용화 가능성 확인과 분석결과를 활용한 추출 및 살균 시스템 개발 및 경제성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> pilot-scale 아임계수 추출공정의 효능 분석 및 선택성 결정 pilot-scale 아임계수 재현성과 회수율 측정 SWE 기술의 실용화를 위한 engineering project 실제 식품산업에 적용 가능한 pilot-scale 광펄스 살균 시스템 개발 원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시 회수율 증대를 위한 공정개선 및 경제성 검토 지표물질의 미세/나노캡슐화 및 분말화 최적조건 확립 소재캡슐화 입자의 안정성 	<ul style="list-style-type: none"> 1차년도에 진행하였던 예비 실험 결과를 바탕으로 2차년도에 lab-scale 아임계 추출의 원료별 최적 추출 조건을 확립하였음. 2차년도에 확보한 최적의 lab-scale 아임계 추출 조건을 이용하여 pilot-scale의 최적 추출 조건을 확립하였음. 확립된 최적화 조건에서 추출된 추출물의 지표물질을 분석하여 유효성분의 추출량을 확인하였음. lab-scale의 경향성과 크게 다르지 않고 추출 효율이 뛰어난 것을 확인함. 실험의 반복 횟수를 늘려 pilot-scale 아임계수 추출의 재현성을 확인하였으며, 최적 추출 조건을 활용하여 추출의 효율을 검증하고 지표물질의 원료로부터의 회수율을 확인하였음. 회수율, 추출 효율 등을 고려하여 아임계 추출 기술의 실용화 가능성을 검토하고 개선점을 탐색하여 실용화 방안을 제안하였음. 2차년도에 확보한 lab-scale의 광펄스 살균 시스템의 처리 조건을 참고로 하여, pilot-scale 광펄스 살균 장치를 이용하여 동결건조 분말의 살균 효과를 확인하였음. 처리 조건에 따른 살균 효과의 확인을 통하여 실제 산업에서 이용 가능한 pilot-scale 살균 시스템을 개발하였음. 국산 농산품을 아임계수 추출 기술을 접목시켜 활용하였을 때의 경제성을 분석하였음. 또한, 이 결과를 바탕

<p>및 복원성 확인</p> <ul style="list-style-type: none"> • 초 미립화 분쇄 최적조건 확립 • 초 미립화 분말 가공에 의한 식품성분 특성 최적화 	<p>으로 개선해야할 공정 과정을 확인하고 공정 변화에 따른 경제성을 재검토하였음.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Core material과의 부합성에 따른 나노캡슐화 적합 기술의 선정 ● 마이크로유체 platform에서의 최적 flow rate 설정 ● 마이크로유체 기반 나노캡슐화 공정의 분산매 (dispersion fluid) 조건 최적화 ● 미세/나노캡슐화 입자의 저장안정성을 측정함. ● 생체이용률(bioavailability) 분석지표를 확립하고 미세/나노캡슐화 입자의 복원(recovery) 수율을 측정함. ● 건조 및 고형화된 추출물의 액상화, 분말화에 적합한 균일 입도 확보 ● 내부구조, 점도, 입도, 적용성 등 분석 ● 기존 분쇄법 의해 제조된 입자와의 물성 비교분석 ● 색도, 수분, 손상도, 수분흡수지수(WAI), 수분용해지수(WSI), 향 profile, 주요성분의 안정도 등의 측정 및 분석
<p>[제 2 협동]</p> <p>○ 펙틴구조-가공적성 연관성 탐색 및 펙틴 중간소재 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 화학구조와 가공적성 지표인자간의 연관성 확립 • 측정된 용액 안정성과 가공적성간의 연관성 파악을 통해 음료로의 가공적성이 우수한 펙틴 중간소재 개발 • 기존 농산물 활용 자원의 가공적성 DB등재를 위한 펙틴 가공적성 기초 자료화 <p>○ 펙틴 추출공정의 안정성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> • 반복적인 펙틴 추출 및 2차가공 공정 수행 및 지표인자 측정 평가 • 안정적 펙틴 생산성 여부 확인을 통한 펙틴소재 공급체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1,2 차년도 연구에서 개발한 펙틴소재의 화학적 구조파악결과 고메톡실펙틴 (HMP)임을 확인하였으며, 3차년도연구에서 펙틴구조파괴를 최소화하며 저메톡실펙틴으로 가공할 수 있는 2차가공법을 적용하였음. ● 알칼리(NaOH)처리를 통해 2차가공을 진행하였으며, 메톡실화도가 다양한 저메톡실 펙틴소재 2종을 확보하였음. ● 추출 펙틴들에 관한 화학구조 (분자량, 구성당, DE value)를 파악함은 물론 이에따른 가공적성을 위한 점도분석등의 분석을 통해 구조에따른 가공적성에 연관성을 파악하였음. 이는 분자량과 점도의 상관관계를 나타내었음. ● 다양한 지표인자분석을 통하여 펙틴소재의 가공적성 DB등재를위한 자료 제출을 완료하여 향후 연구를 위한 기초자료화를 완료하였음. ● 총 3년간에 걸친 반복적인 펙틴 추출과 2차가공 공법으로 추출공정에 관한 안정성과 공급체계가 구축되었으며, 실험실에서도 상당량 추출할 수 있는 pilot scale로의 생산규모 확장을 성공하였음. ● 최종적으로 음료 적용성을 파악하기 위하여 산성음료에 카제인 단백질분산안정성을 확인한 결과 상업적으로 이용하는 CMC와 견주어 본 연구에서 개발한 펙틴

<p>○ 펙틴 중간 소재의 음료 시제품 적용 및 품질평가</p>	<p>소재, 특히 VLM 펙틴이 산성음료에 적용가능성이 가장 높은 것으로 확인함.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 요거트 적용 시 요거트 내에서 적절한 겔화가 일어나 이수현상이 적고 가식성이 높은 고품질의 요거트 생산이 가능하도록 도울 수 있는 첨가제로써의 중요한 역할 또한 가능할 것이라고 확인함.
<p>[제 3 협동]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국산 농산물 및 부산물의 중간소재 및 제품의 가공적성 평가 및 가공적성 지표설정 ○ 국산 농산물 및 부산물의 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구 ○ 국산 농산물 및 부산물의 중간소재 및 제품의 안정화 평가 ○ 국산 농산물 및 부산물의 중간소재 및 제품의 저장 중 안전성 평가 ○ 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완 (제1세부, 제1, 2협동과의 협력연구) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 원료에 대한 기능성을 확인하여 추후 개선된 가공소재 연구에 활용할 수 있을 것으로 생각됨. ● 베리류(블루베리, 아로니아)의 가공적성 지표를 안토시아닌 함량으로 정하고. 특용작물류(대추, 생강)의 경우 분산성과 기능성을 지표로 설정하고 이에 대한 공정표준화와 안정화를 1협동에서 진행하였음. 그 중 공정최적화를 통해 안토시아닌 함량이 높은 베리류 액상소재와 초미세분말 공정최적화를 통해 기능성이 높은 특용작물류의 세균, 효모, 진균류에 대한 저장안정성 실험을 진행하였음. 베리류의 저장온도와 액상소재의 변화로 볼 때 저장온도는 낮고, 소재는 분말소재가 저장 중 안전성과 안정성이 높은 것으로 보임. 이를 통해 저장안정성 평가 자료를 확보함. ● 중간소재 기반 제품을 1세부에서 제공받아 원물과 비교하여 가공된 제품의 가공적성 평가를 진행하였음(색도, 수분함량, 수분흡수 및 용해도, pH, 당도, 기능성). 이를 기반으로 보다 높은 함량의 기능성을 가진 제품을 생산하기 위한 소재개발 자료를 확보함. ● 원료의 가공지표와 동일한 분산성과 용해도, 기능성을 가공지표로 설정하였음. 표준화된 균일성을 위해 소재의 성상과 저장온도가 중요한 요인이라는 결과를 확보함. ● 사과껍질을 이용 개발된 중간소재를 세립 분말화 할 때 기능성이 높아지는 것을 확인하였고, 사과껍질 펙틴소재의 생산으로 낮은 pH범위와 높은 분산성과 용해성과 세균, 효모, 곰팡이의 저장 중 안전성을 확인하였음. 이를 통해 부산물 중간소재인 사과껍질 펙틴의 저장 중 안전성 자료를 확보함.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

구분	내용
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> ☞ 국산 농식품 자원의 활용도 증진을 위한 가공적성 평가 및 소재화를 위한 가공기술 개발 ☞ 국산 농식품 자원을 기반으로 차류, 음료류 개발을 위한 가공적성 평가 및 지표설정 ☞ 차류, 음료류에 적용하기 위하여 수입소재 대체를 위한 국내 농산물 유래 부산물을 활용한 중간소재의 가공적성 지표인자 설정 및 안정화 연구를 진행하여 시제품을 개발 ☞ 개발된 중간소재의 차류, 음료류 제품으로의 적용성, 위생, 저장안정성 평가를 통해 제품의 우수성, 차별성, 가격경쟁력의 확보 ☞ 가공 부산물인 사과껍질로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 중간소재화 및 가공적성 평가 ☞ 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출 ☞ 국내·외 환경분석 및 소비자 요구도 조사를 통한 소비자 기호성이 강화된 소재화 및 가공기술개발 ☞ 국내 차, 음료 산업 진흥 및 관련 농가 수익 안정화
세부목표	<p>[농식품 자원의 활용 가치 향상을 위한 가공적성 연구]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에 생산되는 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사를 통한 개발 소재 선정 및 제품 연구 개발 전략 수립 - 자원의 활용가치, 생산량, 기능성성분의 효능 및 함유량, 허가사항 등의 분석을 통한 개발 우선순위 도출 ○ 차류, 음료류 등에 농식품 자원의 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발을 위한 목적 성분 분리 동정 <ul style="list-style-type: none"> - 지표물질 추출법(열수 추출, 유기용매 추출, 아임계수 추출 등)을 적용한 물질 선정/분리 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 지표물질의 분석법 벨리데이션(validation) - 성분 분리 동정 연구 및 소재화 연구 ○ 중간소재 기능 성분을 향상하는 가공제조법 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 용해도 극대화 가공기술, 과립화(향, 맛 보존 등)를 위한 특수공정 연구 및 제품화 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 신 가공법 아임계수 추출기술을 이용한 지표물질 수율 향상 가공법 개발 - Encapsulation 기술을 이용한 소비자의 음용 기호(가용성) 증진 가공법 개발 ○ 성분의 목적기능을 충족하는 복합 가공 기법연구 및 이에 따른 신규 성분

- 분리 동정 및 제품 개발을 위한 소재화
- 성분의 추출, 제품화에 용이한 분쇄, 고품분 제조를 위한 농축 등 복합적 가공방법
 - 연구를 통한 중간 소재의 표준 균일성 확보 연구
 - 저장안정성 증진 가공법 연구 (시료 오염도 조사 및 광펄스 살균실험)
 - 광펄스 살균시스템의 산업적 적용에 요구되는 시료별 안전성 database 구축
 - 분체식품 제품의 특성별, 제품 종류별, 포장재별 살균효과 분석
 - 제품별 주요공정요소 및 공정조건 확립
 - 나노캡슐화 연구를 통한 지표물질의 생체이용률 향상
 - 신규 성분 분리 동정 연구 및 소재화 연구
- 국산 농식품 자원 기반 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 지표설정 및 표준화 설정
- 선정소재를 이용 개발한 중간소재(intermediate food products)의 가공적성 평가:
 - 수분활성도, 입도크기, 생리활성물질(식이섬유, vitamin C 등) 보존, 용해도, 분산성, pH 등
 - 제품별 가공적성 지표 선정: 가공 시 가공적성 중 주요지표 설정
 - 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구
- 국산 농식품 자원 기반 중간소재의 안정화 및 저장 중 안전성 평가
- 안정화 평가: 흡습성 변화, 용해도 변화 등
 - 안전성 평가: 미생물학적 안전성 평가(일반 및 위해미생물: 세균, 효모, 곰팡이 등)
- 농식품 자원 기반 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완(제1세부, 제1협동과의 협력연구)
- 원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시
- SWE 기술의 실용화를 위한 engineering project
- [수입소재 대체를 위한 부산물을 활용한 가공적성 연구]**
- 사과껍질 가공 부산물로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 화학구조 특성 분석
- 사과껍질 전처리 공정 적용을 통한 사과 펙틴 추출 수율 경제성 확보
 - 환경친화적 추출공정 적용을 통한 펙틴 추출 효율 개선 및 고품질 펙틴 소재 생산
 - 고분자량 또는 고메틸화 펙틴 추출방법 확립
 - 추출된 사과껍질 유래 펙틴 소재의 분자 수준의 화학구조적 특성 분석
- 사과껍질 유래 펙틴 소재의 2차 가공을 통한 중간 소재화 및 가공적성 평가
- 추출된 펙틴의 칼슘이온에 대한 민감도(Ca²⁺ sensitivity) 평가를 통한 펙틴 소재

	<p>개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 효소 및 알칼리 처리 공정을 통한 펙틴 중간 소재 개발 - 추출 및 2차 가공된 사과껍질 유래 펙틴의 메틸화도 및 gel화 특성 분석 - 추출 및 2차 가공된 펙틴의 가공적성 지표인자(분자량, 메톡실화도, 블록화도)설정 <p>및 중간소재화</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 펙틴 추출 공정의 안정화 및 개발된 펙틴 중간 소재의 제품 적용성 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 반복추출 및 가공적성 지표인자 평가를 통한 펙틴 추출 공정의 안정화 및 중간 소재 2종 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사과껍질 펙틴 중간소재의 화학구조와 가공적성간의 연관성 분석 - 개발된 펙틴 중간소재의 음료 식품모델 적용성 평가 ○ 사과껍질(부산물) 기반 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 지표설정 및 표준화 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 사과껍질 유래 고점도 펙틴 기반 중간소재의 일반 가공적성평가 및 가공적성 지표 설정: 수분활성도, 입도크기, 생리활성물질(식이섬유, vitamin C 등) 보존, 용해도, 분산성, pH 등 - 제품별 가공적성 지표 선정: 가공 시 가공적성 중 주요지표 설정 - 중간소재 및 제품의 표준 균일성 확보연구 ○ 부산물 기반 중간소재의 안정화 및 저장 중 안전성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 안정화 평가: 흡습성 변화, 용해도 변화, 분자량 저하여부, 메톡실 그룹의 분리 - 안전성 평가 <ol style="list-style-type: none"> 1) 미생물학적 안전성 평가(일반 및 식품위해미생물: 세균, 효모, 곰팡이 등) 2) 유해성분 검출: 주요 지표위해인자(예: 메탄올 등)의 기기분석(FID-GC) 등을 이용한 검출 ○ 부산물 기반 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완(제1세부, 제2협동과의 협력연구) ○ 원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시 <p>[가공적성 연구성과 공유 및 제품 적용을 위한 실용화 방안 연구]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 가공 처리된 전통 차의 소비 편의성을 높이는 상품화 연구(제형 포함) 및 제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 음용 편의성 향상 기술 개발(분말화, 과립화, 액상화, 소형화 등) - 소비자 만족도 향상 연구(비 선호 맛의 차폐 기술, 소재 브랜딩 등을 통한 <p>음용</p> <ul style="list-style-type: none"> 기호도 향상 연구 등) - 발굴 소재의 사업화를 위한 원료의 제조방법 표준화 및 대량생산 공정기술
--	---

<p>확립</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 및 해외 판매 컨셉에 부합하는 원료의 제제화 및 제형화 - 소재의 글로벌화를 위한 해외 판로 개척 및 이를 위한 인허가 추진 - 주요 경쟁 제품 비교 분석 및 차별화 전략 수립 ○ 개발된 차류 또는 제품에 대한 마케팅 전략 수립 ○ 소비자 관능검사 ○ 농산 자원의 가공 적성연구 및 소재화 연구 결과물에 대한 활용 및 실용화 증진 방안 연구 ○ 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출 ○ 농산 자원 및 부산물의 중간 소재화 또는 최종 제품화를 위한 표준화된 소재활용 레시피 제작 ○ 소재의 품질관리 지표인자 설정 및 시제품 제작 ○ 레시피, 품질관리 지표인자, 가공 적성, 소재화 결과물에 대해 기업 및 민간에서 쉽게 활용 또는 이전 가능한 DB를 구축하고 이를 현 연구 진행 DB와 연계 ○ 기업 또는 민간에서 상품화 기획 단계부터 최종제품 형태별, 중간 소재별, 가공 기술별 세부 검색이 가능하도록 사용자 중심형 가공적성 연구 성과물 활용 시스템 연계 ○ 상기 기술들에 대한 실질적, 지속적으로 민간에서 활용 가능하도록 연구 성과 내용 홍보 및 관련 서비스 운영 방안 확립
-----------	---

3-2. 목표 달성여부

당초목표	달성도 (%)	가중치	기여도
다류, 음료류 등에 농식품 자원의 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발을 위한 목적 성분 분리 동정	100	5	100
중간소재 기능 성분을 향상하는 가공제조법 연구	100	10	100
농식품 자원 기반 중간소재 개발 기본공정에 대한 타당성 검토 및 개선점 보완	100	5	100
원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시	100	5	100
SWE 기술의 실용화를 위한 engineering project	100	10	100
레시피, 품질관리 지표인자, 가공 적성, 소재화 결과물에 대해 기업 및 민간에서 쉽게 활용 또는 이전 가능한 DB를 구축하고 이를 현 연구 진행 DB와 연계	100	15	100
소재캡슐화 입자의 안정성 및 복원성 확인	100	10	100
초 미립화 분쇄 최적조건 확립	100	5	100
초 미립화 분말 가공에 의한 식품성분 특성 최적화	100	5	100
사과껍질 가공 부산물로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립	100	10	100
차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재(intermediate food products) 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정	100	5	100
차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가	100	5	100
국내 농산물 유래 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정	90	5	100
사과껍질 유래 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가	90	5	100

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

- 아로니아 원물의 동결 건조 분말과 생강, 귀리를 아임계 추출하여 동결건조한 분말을 각각 lab-scale과 pilot-scale의 광펄스 살균 기계를 이용하여 살균하였을 때, DC voltage가 높은 조건에서 미생물의 사멸이 잘 되는 경향성을 확인하였음. 2차년도와 3차년도에서 진행하였던 살균 조건이 적합하다고 판단되나, 경제적인 측면과 유효성분의 손실을 고려한 구체적인 살균 시스템 확립을 위한 후속연구가 필요한 것으로 보임.
- 사과껍질 중간소재의 개발은 마무리 되었으나, 관련 제품의 개발이 진행 중에 있음. 이에 따라 관련 제품의 평가 등 관련 연구가 추가로 진행되어야 함. 추후 이에 대한 보완에 대한 기술이 필요

4. 연구결과의 활용 계획 등

(1) 연구개발결과의 활용방안

- 신가공법 그린테크놀로지 추출장치 보급
 - 시장개척에 따른 수요증가로 pilot-scale 제작기술을 바탕으로 산업용 추출기 제작 및 보급 개시
 - 신가공법 아임계수 그린테크놀로지를 이용한 고부가가치 식품소재의 대량생산으로 국내 수입 시장 대체 및 수출경쟁력 확보
- 사업기간 내 연구개발 결과물 활용 방안
 - 발굴 소재 원재료 대량 확보 및 농가 수익 창출을 위한 계약 재배 실시
 - 사업기간 내 원료 및 제품의 상용화를 통한 수익 창출
- 사업종료 후 연구개발 결과물 활용 방안
 - 음용에 노출이 많이 된 해외시장으로부터 선진화된 대형 시장의 진입을 위한 해외인허가 착수
 - 해외인허가 및 해외 마케팅을 병행하여 해외 수출 활성화 기반 구축
 - 공격적 해외 수출 마케팅을 통한 개별인정 원료 및 제품의 해외 수출 활성화
- 개발된 해외 수출용 차, 음료의 우수성 홍보
 - 해외 수출용 차, 음료 및 식품 개발과 대중화를 위한 홍보 콘텐츠 개발
 - 차, 음료의 소비행태와 인지도·신뢰정도 및 구매의사를 파악하고
 - 차, 음료 확대 및 홍보방안의 기초자료로 제시
 - 마트, 백화점에서 상품화하는데 자료 제공 가능 → 상품화 시간 단축

(2) 연구개발결과의 기대성과

기술적 측면

- 아임계수 그린테크놀로지를 이용한 친환경적인 성분 생산 원천기술 확보:
식품 소재로 이용 가능한 자원을 아임계수 추출기술을 이용하여 친환경적으로 대량생산할 수 있는 기술적 기반을 확립함. 특히 신가공법으로 효율적으로 추출하는 기술을 개발함으로써 시장경쟁력을 확보함.
- 다양한 식품소재의 추출에 응용가능:
SWE 기술은 유기용매가 아닌 순수한 물을 사용한 추출방법이므로 특히 안전성 측면이 가장 중요한 식품분야로의 적용에 대한 관심이 증가하고 있으며, 향후 향신료로부터 정유성분의 추출, 식용식물로부터 향산화물질 및 2차 대사산물의 추출 등이 가능함.
- 식품의 안전성 향상기술에 적용:
빵, 칩, 감미료 등의 고체 식품으로부터 콜레스테롤의 제거, 쇠고기 간으로부터 atrazine의 제거, 과일과 채소로부터 농약, chlorobenzene의 제거 등 일반식품의 안전성 제고에도 응용이 가능함.
- SWE 기계 제조기술 확립:

SWE 기술개발로 대량생산 장치의 개발 시 필요한 engineering key factor를 확인하여 SWE 장치의 효율적인 설계 및 생산이 가능하게 하여 기계, 설비분야의 발전에 기여함.

- 효율적 생리활성 평가방법 확보:
본 연구에 의한 생리활성 평가 방법을 표준화함으로써 타 신물질의 기능성을 객관적 방법으로 비교함으로써 효율적 검증 방법을 제시할 것임.
- 반도체산업 등 타 산업으로의 응용가능:
SWE 기술의 개발로 유전상수가 낮은 비교적 수용성성질이 낮은 물질의 제거기술에 응용될 수 있으며, 예로서는 토양이나 침전물 등에 포함된 유기오염물의 제거나, 반도체산업에서 웨이퍼의 세척 등 다양한 분야에 기술적용이 가능함.
- 본 연구는 펙틴의 환경친화적 고효율 추출방법을 확립하고, 펙틴 소재의 대량생산을 위한 기초자료를 제공함. 또한 펙틴의 화학구조적 특성과 가공적성 간의 연관성 관련 체계적인 연구 및 DB 구축을 통해 다양한 펙틴 소재의 용도별 생산 및 식품학 분야의 응용학문적 기초자료의 제공이 가능함.
- 이를 통해 펙틴 소재의 구조 및 분자량에 따른 기능별 다양화 및 제품 특성 조절 용이하여 펙틴의 고기능성 및 고부가가치 향상 개발이 가능함.
- 최적의 가공적성을 갖는 펙틴의 구조를 분석하여 과학적인 기초자료 및 또한 구조 변화를 통한 펙틴의 가공적성 증진을 통한 상업화에 이바지하고자 함.

경제·산업적 측면

- 소재를 산업화함으로써 농가소득증대, 농촌경제의 활성화 등 농민경제향상과 식품제조산업 및 수출산업에 높은 기여를 하게 됨. 기능성을 검증하여 용도 특허를 출원함으로써 산업화를 위한 독점권을 확보함으로써 국내 산업경쟁력에 기여함.
- 각종 추출과정 중 발생하는 천연 부산물에 대한 연구가치 향상으로 인한 재활용 산업의 발전을 도모함.
- 본 연구에서는 encapsulation에 의해 가용성이 강화된 제품을 제조할 것이며 이를 이용한 최적 조건 성립 및 표준공정시스템을 확립하여 제품을 대량 제조하고자 함. 또한 개발되어진 제품의 scale-up 및 제품화를 통한 산업화를 진행하고자 함.
- 소비자의 요구도 및 인지도 조사 결과를 토대로 경영전략의 방향을 제시하여 해외 수출용차, 음료의 소비확대를 기대할 수 있음. 특히, 베트남, 중국 등 아시아권 국가에 수출이 증대될 것으로 기대함.
- 개발된 제품의 시연회 등 홍보를 통해 소비자 신뢰도 및 선호도 상승을 유발하여 소비를 촉진하고 경제적 이익 창출을 기대함.
- 다류, 음료류 소재 생산의 다변화로 소비자 선택의 폭 확대될 것으로 보이며, 제품개발과 홍보 콘텐츠를 통하여 대중화 및 식품산업의 활성화를 기대함.

- 영세 전통식품 제조업체 (농한기 작업, 유기농 겸업자 등)들에 첨단가공법의 기술이전을 통한 전통식품의 질적 개선과 함께 수출증대 방안 확보 및 고부가가치 가공산업의 시장 확대에 기여함.
- 펙틴 중간 소재를 활용한 제품 개발능력 확보 및 품질관리 기술축적의 기회를 제공하며, 소비자의 기호를 충족시킬 수 있는 맛, 영양성, 질감 등의 개선이 다각적으로 이루어짐으로써 내수용뿐만 아니라 수출로의 가능성도 기대할 수 있음.
- 국내 기후의 특성상 특정기간에 생산되는 농식품 자원을 신선농산물로 유통하기 위해서는 수확 후 저장 등의 한계점이 있음. 따라서 국내산 농식품 자원을 식품원료로서 효율적으로 활용하기 위하여 중간소재(농축액, 건조분말 등)으로 개발하여 다류, 음료류에 적용함으로써 국내산 농식품 자원의 효과적인 활용에 기여할 수 있음.

파급효과

- 식품폐기물로부터 일반 물로서는 추출하기 힘들지만 유기용매에 잘 추출되는 성분을 SWE 기술을 이용하여 안전하면서도 환경친화적인 방법으로 추출하여 부가가치를 창출할 수 있음. 이에 따라 1차 농수축산업의 생산성을 향상시키며, 2차 식품가공산업의 부가가치를 증대시킬 수 있고, 수출을 통한 국가경쟁력을 향상시킬 수 있음.
- 국내산 농식품자원을 활용하여 개발 후 국내유통이 원활하도록 하여 다류, 음료류로의 적용성을 타진하여 수입산 중간소재 대체효과를 얻을 수 있을 것으로 기대됨. 동시에 국산 농가의 수익증대에도 큰 도움이 될 것으로 기대됨.

붙임. 참고문헌

- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., Tiwari, B. K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science & Technology*, 21(1): 3-11.(2010)
- Wilkes, K., Howard, L. R., Brownmiller, C., Prior, R. L. Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(18):, 4018-4025 (2013)
- King, J. W., Grabiell, R. D., Wightman, J. D. Subcritical water extraction of anthocyanins from fruit berry substrates. In *Proceedings of the 6th Intl. Symposium on Supercritical Fluids*. 1: 28-30 (2003)
- Hofmann, T., Glabasnia, A., Schwarz, B., Wisman, K. N., Gangwer, K. A., Hagerman, A. E. Protein binding and astringent taste of a polymeric procyanidin, 1, 2, 3, 4, 6-penta-O-galloyl- β -D-glucopyranose, castalagin, and grandinin. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(25): 9503-9509 (2006)
- Hyo-Nam S., Myoung-Su P., Ho-Sik Y., Sung-Jin P., Christer H. Nutritional compositions and antioxidative activities of two blueberry varieties cultivated in South Korea. *Korean J. Food Preserv.* 21(6): 790-798 (2014)
- Lee, J., Rennaker, C., Wrolstad, R. E. Correlation of two anthocyanin quantification methods: HPLC and spectrophotometric methods. *Food Chemistry*, 110(3): 782-786 (2008)
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5): 1269-1278 (2005)
- Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., Chun, O. K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of food composition and analysis*, 24(7): 1043-1048 (2011)
- Wood, P. J. Physicochemical characteristics and physiological properties of oat (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan. *Oat Bran*. St. Paul, MN, USA. Amer. Assoc. Cereal Chem, 83-112 (1993)
- Wood, P. J., Weisz, J., Fedec, P. Potential for β -glucan enrichment in brans derived from oat (*Avena sativa* L.) cultivars of different (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)-BD-glucan concentrations. *Cereal chemistry*, 68(1): 48-51 (1991)
- Anderson, J. W., Bridges, S. R. Hypocholesterolemic effects of oat bran in humans. *Oat bran*, 139-157 (1993)
- Wolever, T. M., Tosh, S. M., Gibbs, A. L., Brand-Miller, J., Duncan, A. M., Hart, V., Wood, P. J. Physicochemical properties of oat β -glucan influence its ability to reduce serum LDL cholesterol in humans: a randomized clinical trial. *The American journal of clinical nutrition*, 92(4): 723-732 (2010)
- Luhadoo, M., Mårtensson, A. C., Andersson, R., Åman, P. Compositional analysis and viscosity measurements of commercial oat brans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(1): 142-148 (1998)
- Graham, H., Groen Rydberg, M. B., Aaman, P. Extraction of soluble dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(3): 494-497 (1988)
- Yonei, Y., Ōhinata, H., Yoshida, R., Shimizu, Y., & Yokoyama, C. Extraction of ginger flavor

with liquid or supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, 8(2): 156-161 (1995)

- Schwertner, H. A., Rios, D. C. High-performance liquid chromatographic analysis of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, and 6-shogaol in ginger-containing dietary supplements, spices, teas, and beverages. *Journal of Chromatography B*, 856(1): 41-47 (2007)
- Jiang, H., Sólyom, A. M., Timmermann, B. N., Gang, D. R. Characterization of gingerol related compounds in ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc.) by high performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid communications in mass spectrometry*, 19(20): 2957-2964 (2005)
- Li, X., Lou, Z., Zhang, H., Zhao, L., Wu, H., Zhang, G. Chai, Y. Rapid LC - TOFMS separation and identification of diarylheptanoids and gingerol-related compounds in dried ginger. *Chromatographia*, 69(5-6): 531-536 (2009)
- Gong, F., Fung, Y. S. Liang, Y. Z. Determination of volatile components in ginger using gas chromatography-mass spectrometry with resolution improved by data processing techniques. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(21): 6378-6383 (2004)
- Sasidharan, I., Menon, A. N. Comparative chemical composition and antimicrobial activity fresh & dry ginger oils (*Zingiber officinale* Roscoe). *Int J Curr Pharm Res*, 2(4): 40-43 (2010)
- El-Ghorab, A. H., Nauman, M., Anjum, F. M., Hussain, S., Nadeem, M. A comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) and cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(14): 8231-8237 (2010)
- Ok, S., Jeong, W. S. Optimization of extraction conditions for the 6-shogaol-rich extract from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Preventive nutrition and food science*, 17(2): 166 (2012)
- Baranowski, J. D. High-performance liquid chromatographic separation of pungency components of ginger. *Journal of Chromatography A*, 319: 471-474 (1985)
- Choi, S. H., Ahn, J. B., Kozukue, N., Levin, C. E., Friedman, M. Distribution of free amino acids, flavonoids, total phenolics, and antioxidative activities of jujube (*Ziziphus jujuba*) fruits and seeds harvested from plants grown in Korea. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(12): 6594-6604 (2011)
- Zhang, H., Jiang, L., Ye, S., Ye, Y., Ren, F. Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) from China. *Food and chemical toxicology*, 48(6): 1461-1465 (2010)
- Wang, B. N., Liu, H. F., Zheng, J. B., Fan, M. T., Cao, W. Distribution of phenolic acids in different tissues of jujube and their antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(4): 1288-1292 (2011)
- Li, J. W., Fan, L. P., Ding, S. D., & Ding, X. L. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. *Food chemistry*, 103(2): 454-460 (2007)
- Axelos, M. A. V., & Thibault, J. F. The chemistry of low-methoxyl pectin gelation. *The chemistry and technology of pectin*, 6, 109-108 (1991).
- Axelos, M. A. V.; Thibault, J. F. The chemistry of low-methoxyl pectin gelation. In *The Chemistry and Technology of Pectin*; Walter, R. H., Ed.; Academic Press: New York, 109-118 (1991).
- Filisetti-Cozzi, T. M. C. C.; Carpita, N. C. Measurement of uronic acids without interference from neutral sugars. *Anal. Biochem.* 197, 157-162 (1991).

- Fishman, M. L., Cescutti, P., Fett, W. F., Osman, S. F., Hoagland, P. D., Chau, H. K. Screening the physical properties of novel *Pseudomonas* exopolysaccharides by HPSEC with multi-angle light scattering and viscosity detection. *Carbohydr. Polym.*, 32, 213–221 (1997).
- Fishman, M. L.; Cooke, P.; Levaj, B.; Gillespie, D. T., Sondey, S. M.; Scorza, R. Pectin microgels and their subunit structure. *Arch. Biochem. Biophys.* 294, 253–260 (1992).
- Fraeye, I., Duvetter, T., Doungra, E., Van Loey, A., & Hendrickx, M. Fine-tuning the properties of pectin-calcium gels by control of pectin fine structure, gel composition and environmental conditions. *Trends in Food Science & Technology*, 21(5), 219–228 (2010).
- Fraeye, I., Duvetter, T., Verlent, I., Sila, D. N., Hendrickx, M., & Van Loey, A. Comparison of enzymatic de-esterification of strawberry and apple pectin at elevated pressure by fungal pectinmethylsterase. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 93–101 (2007).

- Genovese, D. B., & Lozano, J. E. Contribution of colloidal forces to the viscosity and stability of cloudy apple juice. *Food Hydrocolloids*, 20(6), 767–773 (2006).
- Gerhauser, C. Cancer chemopreventive potential of apples, apple juice, and apple components. *Planta medica*, 74(13), 1608–1624 (2008).
- Glahn, P.-E.; Rolin, C. Properties and food uses of pectin fractions. In *Gums and Stabilizers for the Food Industry 8*; Phillips, G. O., Williams, P. A., Eds.; Oxford University Press: New York, 393–402 (1995).
- Gu, H. Tensile behaviours of the coir fibre and related composites after NaOH treatment. *Materials & Design*, 30(9), 3931–3934 (2009).
- Hotchkiss, A. T., Savary, B. J., Cameron, R. G., Chau, H. K., Brouillette, J., Luzio, G. A., & Fishman, M. L. Enzymatic modification of pectin to increase its calcium sensitivity while preserving its molecular weight. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 2931–2937 (2002).
- Hwang, J., Roshdy, T.H., Kontominas, M., Kokini, J., L., Comparison of dialysis and metal precipitation effects on apple pectins, *J. Food Sci*, 57, 1180 - 1184 (1992).
- Ilse F., Ines C., et al, Influence of pectin structure on texture of pectin-calcium gels. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.*, 11, 401–409 (2010).
- J. Paga'na et al, Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. *Journal of the Food Research International*, 34 , 605 - 612 (2001).
- Jarvis, M. C. Structure and properties of pectin gels in plant cell walls. *Plant, Cell & Environment*, 7(3), 153–164 (1984).
- Joye, D. D., & Luzio, G. A. Process for selective extraction of pectins from plant material by differential pH. *Carbohydrate Polymers*, 43(4), 337–342 (2000).
- Kashyap, D. R., Vohra, P. K., Chopra, S., & Tewari, R. Applications of pectinases in the commercial sector: a review. *Bioresource technology*, 77(3), 215–227 (2001).
- Kim, Y., Kim, Y. S., Yoo, S. H., & Kim, K. O. Molecular differences of low methoxy pectins induced by pectin methyl esterase I: Effects on texture, release and perception of aroma in gel systems. *Food Chemistry*, 123(2), 451–455 (2010).
- Knox, J. P., Linstead, P. J., King, J., Cooper, C., & Roberts, K. Pectin esterification is spatially regulated both within cell walls and between developing tissues of root apices. *Planta*, 181(4), 512–521 (1990).

- Laurent, M. A., & Boulenguer, P. Stabilization mechanism of acid dairy drinks (ADD) induced by pectin. *Food Hydrocolloids*, 17(4), 445–454 (2003).
- Limberg, G., Korner, R., Bucholt, H. C., Christensen, T. M. I. E., Roepstorff, P., Mikkelsen, J. D. Analysis of different deesterification mechanisms for pectin by enzymatic fingerprinting using endopectin lyase and endopolygalacturonase II from *A. niger*. *Carbohydr. Res.*, 327, 293–307 (2000).
- Limberg, G., Korner, R., Bucholt, H. C., Christensen, T. M. I. E., Roepstorff, P., & Mikkelsen, J. D. Analysis of pectin structure part 3 – Quantification of the amount of galacturonic acid residues in blocksequences in pectin homogalacturonan by enzymatic fingerprinting with exo- and endo-polygalacturonase II from *Aspergillus niger*. *Carbohydrate Research*, 327(3), 321–332 (2000).
- Maroziane, A., & De Kruif, C. G. Interaction of pectin and casein micelles. *Food hydrocolloids*, 14(4), 391–394 (2000).
- Parker, A., Boulenguer, P., & Kravtchenko, T. P. Effect of the addition of high methoxy pectin on the rheology and colloidal stability of acid milk drinks. In *Food hydrocolloids* (pp. 307–312). Springer, Boston, MA (1994).
- Pereyra, R., Schmidt, K. A., & Wicker, L. Interaction and stabilization of acidified casein dispersions with low and high methoxyl pectins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(9), 3448–3451 (1997).
- Powell, D. A., Morris, E. R., Gidley, M. J., Rees, D. A. Conformations and interactions of pectins. II., Influence of residue sequence on chain association in calcium pectate gels. *J. Mol. Biol.*, 155, 517–531 (1982).
- S.G. Kulkarni, P. Vijayanand, et al, Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel. *Journal of the LWT – Food Science and Technology*, 43, 1026 - 1031 (2010).
- Sang-Ho Y., Marshall L. F., Brett J. S., & Arland T. H., Monovalent salt-induced gelation of enzymatically deesterified pectin. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* (2003).
- Schieber, A., Hilt, P., Streker, P., Endreß, H. U., Rentschler, C., & Carle, R.A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 4(1), 99–107 (2003).
- Surh, J., Decker, E. A., & McClements, D. J. Influence of pH and pectin type on properties and stability of sodium-caseinate stabilized oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 20(5), 607–618 (2006).
- Thakur, B. R., Singh, R. K., Handa, A. K., & Rao, M. A. Chemistry and uses of pectin—a review. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 37(1), 47–73 (1997).
- Thibault, J. F., & Rinaudo, M.. Interactions of mono-valent and divalent counterions with alkali-deesterified and enzyme-deesterified pectins in salt-free solutions. *Biopolymers*, 24(11), 2131–2143 (1985).
- Tromp, R. H., de Kruif, C. G., van Eijk, M., & Rolin, C. On the mechanism of stabilisation of acidified milk drinks by pectin. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 565–572 (2004).
- Vandana, T., Paramod, S., & Rishabha, M. Pectins And Their Role in Food and Pharmaceutical Industry: A Review. *Journal of Chronotherapy and Drug Delivery*, 6(3), 65 - 78 (2015).

- Wang, X., Chen, Q., & Lü, X. Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. *Food Hydrocolloids*, 38, 129–137 (2014).
- Yoo, Y. H., Lee, S., Kim, Y., Kim, K. O., Kim, Y. S., & Yoo, S. H. Functional characterization of the gels prepared with pectin methylesterase (PME)-treated pectins. *International journal of biological macromolecules*, 45(3), 226–230 (2009).
- Young-Hee Y., Suyong L., Yang K., Kwang-Ok K., Young-Suk K., Sang-Ho Yoo., Functional characterization of the gels prepared with pectin methylesterase (PME)- treated pectins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 45, 226–230 (2009).
- Lee, YC., Lee, JH., Kim, SD., Chang, MS., Jo, IS. 2015. Chemical composition, functional constituents, and antioxidant activities of berry fruits produced in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci, Nutr.* 44, 1295–1303
- Giusti, MM., Wrolstad, RE. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In *Current protocols in food analytical chemistry*, R. E. Wrolstad, Ed.; John Wiley & Sons, Inc.: New York. pp F1.2.1–F1.2.13
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 4617. 1199–1200
- Singleton V.L., Rossi J.A., Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144–158
- Van den Berg, R.; Haenen, G. R. M. M.; van den Berg H.; Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem.* 66, 511–517
- Heo SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD. 1998. The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J. dietary culture.* 13, 91–96
- Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim Y., Park YK. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kabocha squash and pumpkin. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37,171–177
- Sung JM. 2015. Food Science and industry: Research trend and characteristic of imported functional grains. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48, 35–41
- Lee JA, Park GS, Ahn SH. 2002. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with barleys and oatmeals. *Korean J. Food Cook Sci.* 18: 238–246
- Kang TS, Jeong HS, Park HJ, Lee MY, Kong YJ, Jung IS. 2003. Biological activities of oat soluble β -glucans. *Korean J. Food Preserv.* 10: 547–553
- Lee GS, Han GP. 2013. Quality Characteristics of Bread Supplemented with Sweet Pumpkin. *J. of Korean Soc. of Dietary Culture.* 28, 386–391
- Jung HA, Kim AN, Ahn EM, Kim YJ, Park SH, Lee JE, Lee SM. 2011. Quality Characteristics of Curd Yogurt with Sweet pumpkin. *Korean J. Food Preserv.* 18, 714–720
- Kim KB, Jang JA, Ko JY, Choi ji. 2009. Quality Characteristics of Sweet Pumpkin on Mayonnaise. *Food Service Industry Journal*, 5, 71–87
- Ham HM, Woo KS, Lee BW, Park JY, Sim EY, Kim BJ, Lee CW, Kim SJ, Kim WH, Lee JS, Lee YY. 2015. Antioxidant compounds and activities of methanolic extracts from oat cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci & Nutr*, 44, 1660–1665.
- Jeong YS, Kim JW, Lee ES, Gil NY, Kim SS, Hong ST. 2014. Optimization of alkali

- extraction for preparing oat protein concentrates from oat groat by response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1462-1466.
- Pomeranz, Y., V.L. Youngs and G.S. Robbins. 1973. Protein content and amino acid composition of oat species and tissues. *Cereal Chem.* 50, 702-707
 - Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrate and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
 - AOAC International. 2005. AOAC official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Rockville, MD, USA. p 37-39.18.
 - Korea Food and Drug Administration. 2013. Health Functional Food Code Testing Methods. Cheong ju, Korea. p 307-309.
 - Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Sci Technol* 28: 25-30.
 - Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
 - Seeram NP, Adams LS, Zhang Y, Lee R, Sand D, Scheuller HS, Heber D. 2006. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. *J Agric Food Chem* 54: 9329-9339.
 - Moyer RA, Hummer KE, Finn CE, Frei B, Wrolstad RE. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. *J Agric Food Chem* 50: 519-525.
 - Mikulic-Petkovsek M, Schmitzer V, Slatnar A, Stampar F, Veberic R. 2012. Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. *J Food Sci* 77: C1064-1070.
 - Jun HI, Kim YA, Kim YS. 2014. Antioxidant activities of *Rubus coreanus* Miquel and *Morus alba* L. fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 381-388.
 - Chung HJ. 2014. Comparison of total polyphenols, total flavonoids, and biological activities of black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1349-1356.
 - Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J. Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1375-1381.
 - Jeong JM. 2008. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37, 1109-1113
 - Lee HM., Kong BJ., Kwon SS., Kim KJ., Kim HS., Jeon SH. 2013. Antioxidative Activities of *Aronia melanocarpa* Fruit and Leaf Extracts. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea.* 39, 337-345
 - Kim MH, Joo SY, Choi HY. 2015. The Effect of aronia Powder (*Aronia melanocarpa*) on Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Pork Patties. *Korean J. Food and Cook. Sci.* 31, 83-90
 - Hwang SJ, Yoon WB, Lee OH, Cha SJ, Kim JD. 2014. Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. *Food Chem* 146: 71-77.

- Choi KH, Oh HJ, Jeong YJ, Lim EJ, Han JS, Kim JH, Kim OY, Lee HS. 2015. Physico-Chemical Analysis and Antioxidant Activities of Korea Aronia melanocarpa. *J. Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 1165-1171
- Kim, J.S., M.S. Koh, Y.H. Kim, M.K. Kim J.S. Hong. 1991. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 23, 141-149
- Connell, D.W. 1970. The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Flavour Industry* 1, 677.
- No, K.M., H.Y. Seo, R. Gyawali, S.L. Shim, S.H. Yang, S.J. Lee and K.S.J. Kim. 2005. Effect of gamma-irradiation on the volatile flavor compounds from dried ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34, 892-898
- Bae JS., Kim TH. 2011. Pancreatic lipase inhibitory and antioxidant activities of *Zingiber officinale* Extracts. *Korean J. Food preservation* 18, 390-396
- Kroon P, Williamson G. 2005. Polyphenol: dietary components with established benefits to health? *J Sci Food Agric* 85: 1239-1240.
- Knekt P, Jarvinen R, Seppanen R, Helleovaara M, Teppo L, Pukkala E, Aromaa A. 1997. Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasm. *Am J. Epidemiol* 146: 223-230
- Park MK., Kim CH. 2009. Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and Estimation of Antioxidant activity. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38, 535-540
- Wang MF., Shao Y., Li JG., Zhu NQ., Ho CT. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J. Agr. Food Chem.* 46: 4869-4873
- Lee MY., Yoo MS., Whang YJ., Jin YJ., Hong MH., Pyo YH. 2012. Vitamin C, Total Polyphenol, Flavonoid Contents and Antioxidant Capacity of Several Fruit Peels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44, 540-544
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2: 152-159
- Diaz-Mulab HM, Japhata PJ, Guillena F, Martinez-Romeroa D, Castillo S, Serranob D. 2009. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. *Postharv. Biol. Tec.* 51: 354-363
- Kubola J, Siriamornpun S. 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril, and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis Spreng*). *Food Chem.* 127:1138-1145

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구				
	(영문) Research on processing suitabilities of Korean domestic agricultural and food resources applications and replacement of imported food materials				
주관연구기관	(주)담터		주 관 연 구	(소속) (주)담터	
참 여 기 업	(주)담터		책 임 자	(성명) 장호림	
총연구개발비 (천원)	계	1,000,002	총 연구 기간	2015. 10. 12~2018. 10. 11(36개월)	
	정부출연 연구개발비	750,000	총 참 여 원 수	총 인 원	42
	기업부담금	250,002		내부인원	42
	연구기관부담금			외부인원	

○ 연구개발 목표 및 성과

- 국산 농식품 자원의 활용도 증진을 위한 가공적성 평가 및 소재화를 위한 가공기술 개발
- 국산 농식품 자원을 기반으로 차류, 음료류 개발을 위한 가공적성 평가 및 지표설정
- 차류, 음료류에 적용하기 위하여 수입소재 대체를 위한 국내 농산물 유래 부산물을 활용한 중간소재의 가공적성 지표인자 설정 및 안정화 연구를 진행하여 시제품을 개발
- 개발된 중간소재의 차류, 음료류 제품으로의 적용성, 위생, 저장안정성 평가를 통해 제품의 우수성, 차별성, 가격경쟁력의 확보
- 가공 부산물인 사과껍질로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 중간 소재화 및 가공적성 평가
- 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출
- 국내·외 환경분석 및 소비자 요구도 조사를 통한 소비자 기호성이 강화된 소재화 및 가공기술개발
- 국내 차, 음료 산업 진흥 및 관련 농가 수익 안정화

○ 연구내용 및 결과

- 국내에 산재한 다류, 음료류에 활용가능한 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출
- 다류, 음료류 등에 활용하기 위한 가공적성 연구 및 중간소재 개발(블루베리, 아로니아, 귀리, 단호박, 생강, 대추)
- 차류, 음료류 등에 활용하기 위한 가공적성 평가와 가공적성 지표 설정 연구
- 지표물질 추출법(열수 추출, 유기용매 추출, 아임계수 추출 등)을 적용한 목적기능 지표물질 선정/분리 연구
- 국산 농식품 자원을 기반으로 차류, 음료류 개발을 위한 가공적성 평가 및 지표설정
- 차, 음료류 적용을 위한 중간 소재의 표준 균일성 확보 연구 및 저장안정성 증진연구(분쇄, 시료 오염도 조사 및 광펄스 살균실험)
- 용해도 극대화 가공기술, 과립화(향, 맛 보존 등)를 위한 특수공정 연구 및 제품화연구
- Encapsulation 기술을 이용한 소비자의 음용 기호(가용성) 증진 가공법 개발
- 수입 소재 대체를 위한 부산물을 활용한 가공적성 연구
- 수입소재 대체를 위한 국내 농산물 유래 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 개발
- 수입소재 대체용 중간소재의 가공적성 지표인자 설정, 안정화 및 시제품 개발
- 수입소재 대체용 중간소재의 제품으로의 적용성 평가
- 수입소재 대체용 중간소재의 안정화 및 저장 중 안전성 평가

- 고점도 펙틴(사과껍질 유래)의 산업적 이용을 위한 가공적성연구 및 소재 개발
- 사과껍질 가공 부산물로부터 고품질 펙틴 소재 추출방법 확립 및 화학구조 특성 분석
- 사과껍질 유래 펙틴 소재의 2차 가공을 통한 중간 소재화 및 가공적성 평가
- 가공적성 평가 및 자원의 중간 소재화
- 가공적성 지표인자 설정, 안정화 및 시제품 연구
- 개발된 중간소재의 제품 적용성, 위생, 저장안정성 평가
- 수입 고점도 펙틴의 생산 원가 및 증점 효율 비교 평가 등을 종합한 경제성 분석 실시
- 가공 처리된 다류, 음료류의 소비 편의성을 높이는 상품화 연구(제형 포함) 및 제품 개발
- 가공적성 연구 성과 공유 및 제품 적용을 위한 실용화 방안 연구
 - 대상 품목의 DB화를 위한 연구
 - * 기 공고된('13,'14 공고된 가공적성연구 과제) 가공적성연구와 DB 연계 방안 제시
 - ** 과제 추진시 농식품부 정책부서와 연구 방향 조정 협의 및 과제 추진 상황 공유 (년 2회 이상)
- 정성적 기대성과
 - 국내 차, 음료의 신규 소재 발굴로 국민 건강 증진을 위한 과학적인 토대 마련
 - 국내 차, 음료의 소비자 기호성 증진으로 해외 차류의 유입에 따른 판매 위축을 전환할 수 있는 계기 마련
 - 국내 차 및 이를 이용한 음료 시장에 새로운 패러다임을 제시하여 침체 일로에 있는 국내 시장의 활성화 가능
 - 제품개발과 홍보 콘텐츠를 통하여 제품의 대중화 및 식품산업의 활성화 기대
 - 소비자의 요구도 및 인지도 조사 결과를 토대로 차, 음료의 소비확대 기대
 - 다류, 음료류 제품에서 수입에 더 많이 의존하는 중간소재의 국내개발을 통해 중간소재 개발 기술 축적 및 해당 농산물 생산하는 국내농가의 소득 증대
 - 다류, 음료류 제품에서 부산물 유래 고점도 펙틴의 가공적성 기술개발을 통한 기술 축적
 - 부산물을 활용한 고점도 펙틴 기반 중간소재 개발을 통한 신기능성 다류, 음료류 제품 개발
 - 수입에 많이 의존하는 중간소재 개발을 통한 다류, 음료류 원료의 국산 점유율 및 농가소득증대 기대
 - 농산자원의 가공적성 연구 및 소재화 결과물의 정보 축적 및 이를 통한 DB 구축으로 가공적성 지표 및 표준화 실현
 - 정량적 기대성과
 - 특허출원 5건
 - 특허등록 2건: 등록특허에 대한 국내 공인기관의 기술가치 평가
 - SCI(E) 논문 6편, KCI급 논문 3편
 - 기술이전 1건
 - 기술제품 상용화(제품화, 매출발생 등) 3건
 - 중간소재를 활용한 제품 개발 7건
 - 다류, 음료류 활용보고서 1부
 - 고점도 펙틴 가공적성 활용 보고서 1부
 - 사업화를 통한 과제 종료 후 3년 내 매출 10억 원 이상 달성
 - 농산자원의 가공 적성연구 및 소재화 결과물 활용을 위한 통합 연계 DB 구축
 - 기 수행되고 있는 가공적성연구 성과 DB와 연계 방안 도출
- 연구성과 활용실적 및 계획
 - 신가공법 그린테크놀로지 추출장치 보급
 - 시장개척에 따른 수요증가로 pilot-scale 제작기술을 바탕으로 산업용 추출기 제작 및 보급을 위한 기반 마련
 - 신가공법 아임계수 그린테크놀로지를 이용한 고부가가치 식품소재의 대량생산으로 국내 수입 시장 대체 및 수출경쟁력 확보
 - 사업기간 내 연구개발 결과물 활용 방안
 - 발골 소재 원재료 대량 확보 및 농가 수익 창출을 위한 계약 재배 실시

- 사업기간 내 원료 및 제품의 상용화를 통한 수익 창출
- 사업종료 후 연구개발 결과물 활용 방안
 - 음용에 노출이 많이 된 해외시장으로부터 선진화된 대형 시장의 진입을 위한 해외인허가 착수
 - 해외인허가 및 해외 마케팅을 병행하여 해외 수출 활성화 기반 구축
 - 공격적 해외 수출 마케팅을 통한 개별인정 원료 및 제품의 해외 수출 활성화
- 개발된 해외 수출용 차, 음료의 우수성 홍보
 - 해외 수출용 차, 음료 및 식품 개발과 대중화를 위한 홍보 콘텐츠 개발
 - 차, 음료의 소비행태와 인지도·신뢰정도 및 구매의사를 파악하고
 - 차, 음료 확대 및 홍보방안의 기초자료로 제시
 - 마트, 백화점에서 상품화하는데 자료 제공 가능 → 상품화 시간 단축

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	315063-3		
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	식품-식품공학-식품가공·공정			과제구분	단위
사업명	고부가가치식품기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	국산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	(주)담터			연구책임자	장호림
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2015. 10. 12 - 2016. 10. 11	250,000	83,334	333,334
	2차연도	2016. 10. 12 - 2017. 10. 11	250,000	83,334	333,334
	3차연도	2017. 10. 12 - 2018. 10. 11	250,000	83,334	333,334
	4차연도				
	5차연도				
	계		750,000	250,002	1,000,002
참여기업	(주)담터				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 :

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주) 담터	차장	장호림

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	장호림
----	-----

1. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

아임계 추출 기술은 일반적으로 추출에 이용되었던 열수 추출, 용매 추출과 비교하였을 때 추출 효율과 환경적인 면에 있어서 우수함. 또한 원물의 전처리 및 추출 용매의 pH 선택은 국산 농산물로부터 유효 성분의 추출량을 창의적으로 높였으며 농식품 자원으로서의 활용가치를 향상시킴.

본 연구를 통해 사과박유래 펙틴추출의 대량생산 및 2차가공 공정 시스템을 구축하여 안정적인 펙틴 수급을 성공적으로 진행하였음. 추출 방법으로 유기산을 적용하여 상업적인 펙틴보다 고분자, 고점도의 펙틴을 가지고 있어 건강기능성의 이점을 가지고 있음. 또한 2차가공을 통해 펙틴의 메톡실함량을 낮추고 칼슘이온 민감도를 높임으로써 산성유제품이나 다양한 음료 제품에 첨가제로써 활용가치가 우수함.

연구개발결과 귀리아임계추출이 기존 귀리원료보다 가공공정을 개선하여 기능성면에서 더 뛰어난 소재임을 확인하였고, 부산물 사과펙틴소재는 pH가 낮고 용해성과 분산성이 좋으며 저장안정성이 높은 부산물 소재임을 확인 하였음. 이를 통해 국내산 농산물 및 부산물 중간소재 및 제품의 가공적성 지표설정, 표준화 설정, 저장 중 안정성 및 안전성 등에 대한 연구가 매우 성공적으로 진행되었음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

기존의 추출 방식과 비교하였을 때, 아임계 추출 기술의 경우 국산 농산물로부터 유효 성분을 상당히 많은 양을 추출해내었으며 이 성과를 바탕으로 국산 농산물의 활용도를 높이기 위해 신 가공 기술인 아임계 추출 기술이 산업화되는 파급효과를 얻을 수 있을 것으로 보임.

사과 주스 공장에서 사용되고 폐기처리 될 사과박을 주 원료로 펙틴을 추출하였으며, 펙틴 추출 용매로 식품업계에서 흔히 사용하는 구연산을 사용하였기 때문에 국내 기술과 원료를 기반으로 한 농산물의 고부가가치를 높일 수 있는 기술로써 산업적, 경제적인 파급효과를 일으킬 것으로 기대됨.

귀리아임계수 추출물을 시제품(미숫가루의 소재) 소재로 활용하였을때 이에 용해도와 가공공정 개선을 통해 기능성이 높은 소재로써 활용성이 높을 것으로 생각됨. 부산물 사과펙틴소재는 부산물 사용으로 높은 경제성을 가지고 있으며 pH가 낮고 용해성과 분산성이 높기 때문에 식품의 천연 분산 안정제로써 중간소재로의 활용성이 좋을 것으로 생각됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

아임계 추출물은 동결건조하여 분말의 형태로 가공하여 식품 그 자체로 소비하거나 미숫가루, 핫초코 등의 분말 식품에 혼합하여 식품의 맛을 풍부하고 다양하게 하는 중간소재로 활용될 수 있음. 뿐만 아니라, 연구개발결과를 DB로 작성해 식품산업 종사자가 쉽게 접근할 수 있도록 함으로써 다양한 분야에서 활용될 것으로 보임.

사과박 폐기물을 원료로 하여 식품 등급의 구연산으로 추출하였기 때문에 본 추출 시스템을 활용하여 산업적 생산이 가능할 것으로 기대됨. 이는 고점도를 부여하는 증점제로써 활용이 가능할 것이며, 2차 가공을 통한 저메톡실 펙틴은 저칼로리 잼, 음료에서 증점제나 안정제, 혹은 산성 유제품에 안정성을 부여할 수 있을 것으로 기대됨.

국내산 농산물에 대한 가공적성 연구가 많이 수행되지 않았음. 따라서 본 실험은 가공적성 database를 확보하고 이를 활용하여 개선되고 체계화된 공정을 통해 다양한 국내산 농산물 및 부산물의 중간소재를 개발할 수 있을 것임.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

아임계 추출 기술이라는 신 가공 기술을 접목시키기 위하여 국산 농산물을 탐색하는 것에서부터, 국산 농산물을 최대한 활용할 수 있는 가공 조건을 연구하고 이에 대한 살균 시스템 및 활용 가능성을 연구하고 DB를 작성하는 것까지 연구개발을 꾸준히 수행하였음. 뿐만 아니라, 다수의 특허 출원과 논문 게재, 학술대회 발표 참석 등에도 성실하게 임하였음.

본 연구에서 다룬 펙틴의 분석을 위하여 반복적인 펙틴 추출 및 추출공정 최적화에 많은 노력을 기울였음. 추출한 펙틴은 이화학적 특성 분석은 물론, 더 나아가 식품 적용 모델을 개발하여 사과박유래 펙틴의 식품 적용 가능성연구를 다각도로 성실히 수행하였음.

3협동의 수행 실험의 특성 상 연구과제 내 타 기관과의 긴밀한 협력이 필요하였음. 개발된 시료를 요청하고 기능성 및 안정성 이화학적특성을 장기간에 걸쳐 성실히 실험하였음. 또한 시료 상태와 특성을 공유하여 나아갈 방향을 모색하였으며, 시제품에 대한 논의를 정기적인 회의를 통해 진행하였음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

추출 기술에 대한 특허 출원 및 등록을 진행하였으며, 다수의 SCI 및 비SCI 논문을 게재하였음. 뿐만 아니라 IFT, 한국식품과학회 등 큰 규모의 국내외 식품 관련 학술대회에 참석하여 25 번의 포스터 발표를 진행함으로써 연구 성과를 공개하였음.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
① 국내에 생산되는 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출	5	100	시장조사를 통하여 국산 농산물이 소비되고 있는 형태를 파악하였으며 신가공기술을 접목시킴으로써

			활용가치를 향상시킬 수 있을 것이라 보이는 국산 농산물의 우선순위를 도출하였음.
② 다류, 음료류 등에 농식품 자원의 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발을 위한 목적 성분 분리 동정	5	100	국산 농산품의 주요 유효성분을 지표물질로 선정하고 그에 알맞은 추출법을 적용함. 추출물에 대하여 지표물질의 분석을 위하여 HPLC 피크의 분리 방법을 고안하였으며 spiking 방법을 통해 물질 분석법을 검증함.
③ 중간소재 기능 성분을 향상하는 가공제조법 연구	5	100	lab-scale 아임계수 추출 기술을 이용하여 국산 농산품에 대한 추출을 진행하였던 경우 기능 성분을 최대로 함유하고 있는 추출물을 얻기 위하여 원료의 전처리, 추출 용매, 추출 온도, 추출 시간 등의 조건을 다르게 하여 최적의 조건을 탐색하였음.
④ 광펄스 살균시스템의 산업적 적용에 요구되는 시료별 안전성 database 구축	5	90	추출 과정을 거치기 전의 원물의 동결건조 분말과 추출물의 동결건조 분말에 대하여 각각 lab-scale과 pilot-scale의 광펄스 살균을 진행하였으며, 처리 조건에 따른 분말 살균의 경향성을 확인하였음. 그러나 경제적인 측면과 유효성분의 손실을 고려한 구체적인 살균 시스템 확립을 위한 후속연구가 필요한 것으로 보임.
⑤ 원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시	5	100	신 가공기술을 적용하였을 때 필요한 전기세, 수도세, 세금, 원재료 비용 등을 계산하여 본 기술의 경제성을 분석하였음.
⑥ SWE 기술의 실용화를 위한 engineering project	5	100	아임계 추출 기술의 실용화를 위하여 lab-scale 아임계 추출의 실험 내용을 바탕으로 scale-up한 실험을 진행하였음. pilot-scale 아임계 추출을 이용한 추출물에 대해 지표물질을 분석하였고 경향성을 파악하여 실용화를 위한 엔지니어링 프로젝트를 제안하였음.
⑦ 사과껍질 원료의 전처리공정	5	100	펙틴의 수율을 높이기 위한 사과껍질 원료의 최적 전처리공정연구가 완료 되었으며, 동결건조 후 미세분쇄 처리된

			사과껍질 원료의 펙틴 수율이 가장 높음을 확인하였음.
⑧ 펙틴 추출 조건의 탐색 및 추출 공정의 효율화	5	100	세 가지 유기산을 이용한 펙틴의 최적 추출 조건 탐색 및 대량생산 공정 최적화를 성공적으로 수행하였음.
⑨ 추출 펙틴 소재의 이화학적 특성 분석	5	100	추출 펙틴 소재에 관한 분자량, 점도 구성당 등 펙틴에 관한 다양한 분석을 진행하였음.
⑩ 추출 펙틴 소재의 2차 가공 처리	5	100	2차가공에 알칼리를 이용함으로써 경제적, 환경적 효율성을 높임과 동시에 저메톡실 펙틴을 성공적으로 추출하였음.
⑪ 추출 펙틴 소재의 가공적성 탐색	5	100	펙틴 소재의 가공적성을 확인할 수 있는 칼슘이온 민감도와 이에 따른 겔 특성을 확인하여 증점제로써 활용가치가 충분한 것으로 평가함.
⑫ 추출 및 2차 가공 된 펙틴 소재의 가공적성 지표인자 설정	5	100	2차가공으로 생산한 저메톡실 펙틴에 관한 이화학적 특성 분석을 통해 가공적성 탐색을 위한 기초자료를 확보하였음.
⑬ 펙틴구조-가공적성 연관성 탐색 및 펙틴 중간소재 개발	5	100	각 펙틴소재의 분자량과 점도, DE value 간의 상관관계를 규명하여 DE value에 따라 변하는 펙틴
⑭ 펙틴 추출 공정의 안정성 평가	5	100	지속적인 펙틴 추출과 2차가공을 통하여 분자량과, DE value가 일정한 펙틴제조를 성공적으로 수행하여 안정적으로 추출이 가능한 수준에 도달하였음.
⑮ 펙틴 중간소재의 음료 시제품 적용 및 품질평가	5	100	본 연구의 펙틴 중간소재를 음료 분산안정성 측정 모델에 적용하였을 때 상업적으로 사용하는 안정제와 동일한 수준으로 분산안정성을 나타냈으며, 산성유제품에 적용해서도 충분한 안정성을 부여할 수 있음을 입증하였음.
⑯ 레시피, 품질관리 지표인자, 가공적성, 소재화 결과물에 대해 기업 및 민간에서 쉽게 활용 또는 이전 가능한 DB를 구축하고 이를 현 연구 진행 DB 와 연계	5	100	식품 산업에 종사하고 있는 민간 및 기업에서 연구개발 결과를 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 접근하기 쉽고 구체적인 DB를 구축하였음.
⑰ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재(intermediate food products) 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정	5	95	아임계추출법, 초미세분말법, 과립화 등의 가공공정을 통해 생산된 중간소재 및 제품에 대한 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성

			지표설정 및 표준화 설정을 수행함.
⑱ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가	5	100	중간소재와 중간소재를 활용한 제품을 받아 특성과 미생물에 대한 안전성 평가를 수행함.
⑲ 국내 농산물 유래 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정	5	90	사과껍질을 이용한 사과펙틴소재를 개발하였고, 분산성과 용해도를 가공지표로 설정함.
⑳ 사과껍질 유래 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가	5	90	사과껍질 유래 펙틴소재의 기능성과 저장안정성을 연구하여, 분산성과 용해도가 높은 천연 분산안정제로 활용할 수 있을 것으로 기대됨.
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

국내산 농산물에 대한 가공적성 연구가 많이 수행되지 않았음. 따라서 본 실험은 가공적성 database를 확보한다는 데 큰 의미가 있음. 원료에 대한 저장 중 기능성 변화 및 물리적 특성 변화와 미생물학적인 안정성을 확인하여 추후 개선된 가공소재 연구에 활용할 수 있을 것으로 생각됨.

본 연구로 국산 농식품 자원의 고부가가치 향상을 위한 가공적성 연구를 수행하였음. 특히 제2협동으로써 사과가공 후 폐기되는 사과찌꺼기를 활용해 국내 생산이 어려운 펙틴의 대량생산 시스템을 구축하였으며, 펙틴 중간소재의 이화학적, 가공적성 특성 분석을 진행하였음. 또한 펙틴 중간소재의 알칼리 처리 2차 가공을 통해 다양한 DE 값을 갖는 펙틴을 생산함으로써 다양한 펙틴 중간소재를 성공적으로 확보하였음. 이는 펙틴의 DE값에 따라 적용되는 식품분야가 다른 펙틴의 가공적성을 반영하여, 본 연구의 펙틴소재 3종이 용도에 맞게 적극 활용된다면 기존의 펙틴보다 우수한 효과를 부여할 수 있는 소재가 될 수 있을 것으로 기대됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

국내산 농산물에 대한 가공적성 연구가 많이 수행되지 않았음. 따라서 본 실험은 가공적성 database를 확보한다는 데 큰 의미가 있으므로, 중간소재의 물리적, 화학적, 기능적 특성 및 저장 중 중간소재의 안정성 및 안전성에 결과의 확보가 중요함.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

각 국내산 농산물의 특성과 중간소재의 저장 안정성 및 안전성에 대한 결과가 국내산 농산물 기반 중간소재 개발에 큰 도움이 될 것임.

본 연구의 펙틴 소재는 기존 국내 생산이 아닌 수입에 의존하는 소재 중 하나이며, 본 연구에서 확립한 고점도, 고분자량의 펙틴 소재를 생산하기 위한 대량 생산 규모에서의 국내생산 시스템 확립 및 그에 따른 생산 안정성에 관한 추가연구가 필요하다고 사료됨. 이를 통해 실제 산업화 및 제품화의 가능성이 높아질 것이며, 향후 다양한 식품 모델 적용연구와 관능평가가 함께 동반된다면 펙틴 소재의 활용성을 더욱 구체화 할 수 있을 것으로 예상됨.

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

특이사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

특이사항 없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	식품-식품공학-식품가공·공정	
연구과제명	국산 농식품 자원의 활용도 증진 및 수입 소재 대체를 위한 가공적성연구			
주관연구기관	(주)담터		주관연구책임자	장호림
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	750,000	250,002		1,000,002
연구개발기간	2015. 10. 12 - 2018. 10. 11 (36개월)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 국내에 생산되는 농식품 자원의 활용가치와 우선순위 도출	시장조사를 통하여 국산 농산품이 소비되고 있는 형태를 파악하였으며 신가공기술을 접목시킴으로써 활용가치를 향상시킬 수 있을 것이라 보이는 국산 농산품의 우선순위를 도출하였음.
② 다류, 음료류 등에 농식품 자원의 활용을 위한 가공적성연구 및 중간소재 개발을 위한 목적 성분 분리 동정	국산 농산품의 주요 유효성분을 지표물질로 선정하고 그에 알맞은 추출법을 적용함. 추출물에 대하여 지표물질의 분석을 위하여 HPLC 피크의 분리 방법을 고안하였으며 spiking 방법을 통해 물질 분석법을 검증함.
③ 중간소재 기능 성분을 향상하는 가공제조법 연구	lab-scale 아임계수 추출 기술을 이용하여 국산 농산품에 대한 추출을 진행하였던 경우 기능 성분을 최대로 함유하고 있는 추출물을 얻기 위하여 원료의 전처리, 추출 용매, 추출 온도, 추출 시간 등의 조건을 다르게 하여 최적의 조건을 탐색하였음.
④ 광펄스 살균시스템의 산업적 적용에 요구되는 시료별 안전성 database 구축	추출 과정을 거치기 전의 원물의 동결건조 분말과 추출물의 동결건조 분말에 대하여 각각 lab-scale과 pilot-scale의 광펄스 살균을 진행하였으며, 처리 조건에 따른 분말 살균의

	경향성을 확인하였음. 그러나 경제적인 측면과 유효성분의 손실을 고려한 구체적인 살균 시스템 확립을 위한 후속연구가 필요한 것으로 보임.
⑤ 원재료 수급 및 원가를 고려한 경제성 분석 실시	신 가공기술을 적용하였을 때 필요한 전기세, 수도세, 세금, 원재료 비용 등을 계산하여 본 기술의 경제성을 분석하였음.
⑥ SWE 기술의 실용화를 위한 engineering project	아임계 추출 기술의 실용화를 위하여 lab-scale 아임계 추출의 실험 내용을 바탕으로 scale-up한 실험을 진행하였음. pilot-scale 아임계 추출을 이용한 추출물에 대해 지표물질을 분석하였고 경향성을 파악하여 실용화를 위한 엔지니어링 프로젝트를 제안하였음.
⑦ 사과껍질 원료의 전처리공정	펙틴의 수율을 높이기 위한 사과껍질 원료의 최적 전처리공정연구가 완료 되었으며, 동결건조 후 미세분쇄 처리된 사과껍질 원료의 펙틴 수율이 가장 높음을 확인하였음.
⑧ 펙틴 추출 조건의 탐색 및 추출 공정의 효율화	세 가지 유기산을 이용한 펙틴의 최적 추출 조건 탐색 및 대량생산 공정 최적화를 성공적으로 수행하였음.
⑨ 추출 펙틴 소재의 이화학적 특성 분석	추출 펙틴 소재에 관한 분자량, 점도 구성당 등 펙틴에 관한 다양한 분석을 진행하였음.
⑩ 추출 펙틴 소재의 2차 가공 처리	2차가공에 알칼리를 이용함으로써 경제적, 환경적 효율성을 높임과 동시에 저메톡실 펙틴을 성공적으로 추출하였음.
⑪ 추출 펙틴 소재의 가공적성 탐색	펙틴 소재의 가공적성을 확인할 수 있는 칼슘이온 민감도와 이에따른 겔 특성을 확인하여 증점제로써 활용가치가 충분한 것으로 평가함.
⑫ 추출 및 2차 가공 된 펙틴 소재의 가공적성 지표인자 설정	2차가공으로 생산한 저메톡실 펙틴에 관한 이화학적 특성 분석을 통해 가공적성 탐색을 위한 기초자료를 확보하였음.
⑬ 펙틴구조-가공적성 연관성 탐색 및 펙틴 중간소재 개발	각 펙틴소재의 분자량과 점도, DE value 간의 상관관계를 규명하여 DE value에 따라 변하는 펙틴
⑭ 펙틴 추출 공정의 안정성 평가	지속적인 펙틴 추출과 2차가공을 통하여 분자량과, DE value가 일정한 펙틴제작을 성공적으로 수행하여 안정적으로 추출이 가능한 수준에 도달하였음.
⑮ 펙틴 중간소재의 음료 시제품 적용 및	본 연구의 펙틴 중간소재를 음료 분산안정성

품질평가	측정 모델에 적용하였을 때 상업적으로 사용하는 안정제와 동일한 수준으로 분산안정성을 나타냈으며, 산성유제품에 적용해서도 충분한 안정성을 부여할 수 있음을 입증하였음.
⑯ 레시피, 품질관리 지표인자, 가공 적성, 소재화 결과물에 대해 기업 및 민간에서 쉽게 활용 또는 이전 가능한 DB를 구축하고 이를 현 연구 진행 DB 와 연계	식품 산업에 종사하고 있는 민간 및 기업에서 연구개발 결과를 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 접근하기 쉽고 구체적인 DB를 구축하였음.
⑰ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재(intermediate food products) 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정	아임계추출법, 초미세분말법, 과립화 등의 가공공정을 통해 생산된 중간소재 및 제품에 대한 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정을 수행함.
⑱ 차류, 음료류로의 활용 선정 국산 농산물의 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가	중간소재와 중간소재를 활용한 제품을 받아 특성과 미생물에 대한 안전성 평가를 수행함.
⑲ 국내 농산물 유래 부산물(사과껍질)을 활용한 중간소재 및 제품의 가공적성 평가, 가공적성 지표설정 및 표준화 설정	사과껍질을 이용한 사과펙틴소재를 개발하였고, 분산성과 용해도를 가공지표로 설정함.
⑳ 사과껍질 유래 중간소재 및 제품의 안정화 연구 및 저장 중 안전성 평가	사과껍질 유래 펙신소재의 기능성과 저장안정성을 연구하여, 분산성과 용해도가 높은 천연 분산안정제로 활용할 수 있을 것으로 기대됨.

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표	정책 활용			홍보 전시		
												SCI	비SCI						논문 평균 IF	
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	25	5		5		10	5		5		5			15	5	5		5	20	
최종목표	5	2		1		2	1		1		2	6	3		10	3	57		4	7

연구기간내 달성실적	8	2		1		3	20		1		0	8	3		25	7	20		4	7
달성율(%)	100	100		200		200	100		100			117	100		220	233	53		100	100

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	블루베리, 아로니아, 생강, 귀리, 대추, 단호박 등 농산물의 lab-scale 아임계 추출 기술
②	블루베리, 아로니아, 생강, 귀리, 대추, 단호박 등 농산물의 pilot-scale 아임계 추출 기술
③	농산물의 원물 및 분말에 대한 광펄스 살균 기술
④	초미세분말기술: 동결분쇄공정을 이용한 귀리, 단호박, 블루베리, 아로니아, 대추, 생강 분말의 초미세분말화
⑤	분무건조과립기술: 분무건조과립공정을 이용한 귀리, 단호박, 블루베리, 아로니아 초미세 분말의 과립화
⑥	유동층과립기술: 유동층과립공정을 이용한 귀리, 단호박, 대추, 블루베리, 생강, 아로니아 초미세 분말의 과립화
⑦	압출식과립기술: 압출식과립공정을 이용한 생강, 단호박 초미세 분말의 과립화
⑧	유기산을 이용하여 사과껍질로부터 고수율로 펙틴을 제조하는 방법
⑨	물리적, 화학적 가공적성 측정기술
⑩	저장 중 안정성 및 안전성 측정기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장으로 해결	정책 자료	기타
①의 기술				v		v				
②의 기술				v		v				
③의 기술				v		v				
④의 기술				v		v				
⑤의 기술				v		v				
⑥의 기술				v		v				
⑦의 기술										v
⑧의 기술						v				
⑨의 기술										v
⑩의 기술										v

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	아임계 추출 기술의 실용화를 위한 추출효율 분석 및 선택성 결정에의 활용
②의 기술	①의 연구 결과를 바탕으로 아임계 추출 기술의 실용화
③의 기술	가열 살균으로 인한 유효성분의 손실을 감소하기 위해 비가열 살균 기술 활용
④의 기술	열풍건조, 일반분쇄 공정으로 인한 유효성분 손실을 감소하기 위해 동결분쇄기술 활용
⑤의 기술	다공질의 작은 구형 과립 제조로 분말의 흐름성과 용해성을 좋게하기 위해 분무건조과립기술 활용
⑥의 기술	동결분쇄 기술의 실용화를 위한 열손실 최소화를 위해 유동층과립기술 활용
⑦의 기술	분말의 유동성을 확보하기 위해 원료물질의 밀도 증가 및 분말의 압축성을 향상시켜 압출식과립기술 활용
⑧의 기술	산업적 펙틴 추출 시 사용되는 염산과 같은 강산용매를 대체하여 유기산을 이용할 수 있음. food grade의 유기산용액은 더욱 안전한 펙틴을 만들 수 있으며, 사용 후 생기는 폐수의 처리도 강산에 비해 효율적임
⑨의 기술	국내산 농산물 및 부산물 중간소재의 가공적성 결과 활용
⑩의 기술	국내산 농산물 및 부산물 중간소재의 저장 안정성 및 안전성 결과 활용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책활용			홍보전시		
												SCI	비SCI						논문평균IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치	25	5		5		10	5		5		5			15	5	5		5	20	
최종목표	5	2		1		2	1		1		2	6	3		10	3	57		4	7
연간내 달성실적	8	2		1		3	200		1		0	8	3		25	7	20		4	7
연구종료 후 성과창출 계획		1										1								

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

섬유 제조장치(등록번호 10-1883935)에 대한 기술가치 평가서



SMART 3

발명의 명칭 : 섬유 제조장치

출원 번호 : 10-2017-0089669

등록 번호 : 10-1883935

기술 분야 : 기계

전체 평가 분석

WIPO 기술분야별 평가분석

평가지표(비중)	등급	대분류(기계)	중분류(기계)	소분류(섬유/제지기계)
		[325,558건]	[217,902건]	[14,859건]
		백분위(%)	백분위(%)	백분위(%)
권리성 (35)	BB	55.1	56.9	67.1
기술성 (35)	B	61.3	63.1	75.6
활용성 (30)	BBB	37.7	35.9	43.3
종합평가 (100)	BB	46.8	47.7	65.4

동일 출원년도(2017) WIPO 기술분야별 평가분석

평가지표	대분류(기계)	중분류(기계)	소분류(섬유/제지기계)
	[14,036건]	[7,938건]	[521건]
		백분위(%)	백분위(%)
권리성	25.4	9.2	9.9
기술성	25.7	9.2	14.0
활용성	59.8	19.4	17.4
종합평가	28.4	29.6	43.6

CPC별 평가분석

평가지표	D[15,281건]	D01[2,411건]	D01D[680건]
	백분위(%)	백분위(%)	백분위(%)
권리성	66.4	73.6	68.8
기술성	75.4	82.5	79.0
활용성	37.8	33.3	31.0
종합평가	63.2	72.0	66.9

D: 섬유; 종이, D01: 천연사 또는 인조사 또는 섬유; 방직 (금속사 B21; 연화된 유리, 광물 또는 슬래그의 섬유 또는 필라멘트)

*CPC별 평가분석은 WIPO 기술분야에 해당하는 모델로 평가 한 점수로 상대 평가한 참고용 등급임

총평

특허 제 10-1883935호, "섬유 제조장치"는(은) "기계" 기술분야 특허 중 종합평가등급이 BB등급(상위 46.8% 수준)으로 평가되었습니다. 세부 평가지표는 권리성 BB등급(상위 55.1% 수준), 기술성 B등급(상위 61.3% 수준), 활용성 BBB등급(상위 37.7% 수준)으로 평가되었습니다.



* 현재 등록된 동일 기술 분야 전체 특허에 대하여, 위의 등급분포표에 제시된 백분율에 따라 평가등급이 부여됩니다.

발명의 명칭 : 섬유 제조장치
출원 번호 : 10-2017-0089669
등록 번호 : 10-1883935
기술 분야 : 기계

평가지표별 평가 분석

■ 권리성 [BB]

권리성에 대한 평가등급은 "BB"등급으로 평가되었습니다. 본 특허는 독립항수가 기술분야의 평균보다 많으며, 독립항의 길이도 기술분야의 평균보다 길며, 발명의 설명의 길이가 기술분야 평균보다 깁니다. 제출된 의견서가 있습니다.

* 권리성이란 평가대상특허가 제 3자와의 특허분쟁에서 독점배타적 지위를 유지할 수 있는 정도를 의미함

■ 기술성 [B]

기술성에 대한 평가등급은 "B"등급으로 평가되었습니다. 본 특허는 선행문헌 중 논문이나 외국특허가 포함되어 있어 기술동향과 부합하고 있으며, 5개의 도면을 포함하고 있습니다.

* 기술성이란 평가대상특허가 기술동향과 부합하거나 선도하는 정도를 의미함

■ 활용성 [BBB]

활용성에 대한 평가등급은 "BBB"등급으로 평가되었습니다. 본 특허는 3년차까지 연차료를 납부했으며, 우선심사를 신청 하였습니다.

* 활용성이란 평가대상특허가 비즈니스에 활용되는 정도 및 활용 가능성을 의미함

■ 평가요소

번호	평가요소(단위)	평가요소 정보	번호	평가요소(단위)	평가요소 정보
1	IPC 수(개)	1	17	연차등록 회수(년차)	3
2	거절결정불복심판 수	0	18	우선심사 청구 여부	1
3	권리자 변동 수	0	19	의견서 제출 수	1
4	금융기관 질권설정 수	0	20	적극적 권리범위확인 인용수	0
5	도면 수(개)	5	21	적극적 권리범위확인 기각,취하,각하수	0
6	독립항 길이(단어)	313	22	정보제공 수	0
7	독립항 수(개)	2	23	정정심판	0
8	무효 심판 기각수	0	24	조기공개 여부	0
9	무효 심판 인용 취하 각하수	0	25	본속기간 연장등록결정 여부	0
10	발명의 설명의 길이(단어)	2,869	26	종속항 수(개)	18
11	발명자수(명)	1	27	종속항의 평균길이	3
12	분할출원 우선권주장수	0	28	청구항 계열 수(개)	1
13	선행문헌 중 논문/외국특허수	4	29	종 피인용 수	0
14	소극적 권리범위확인 기각수	0	30	피인용 특허의 인용문헌 중 논문/외국특허수	0
15	소극적 권리범위확인 인용,취하,각하수	0	31	피인용과 출원일 차이	0
16	실시권자 수(건)	0	32	해의 패밀리 국가수	0

향산화능 증대를 위한 커피 원두의 가공 방법(등록번호: 10-1895468)
에 대한 기술가치 평가서



SMART 3

발명의 명칭 : 향산화능 증대를 위한 커피 원두의 가공 방법
출원 번호 : 10-2017-0103216 등록 번호 : 10-1895468
기술 분야 : 화학

전체 평가 분석

WIPO 기술분야별 평가분석

평가지표(비중)	등급	대분류(화학) [128,571건]	중분류(화학2) [128,571건]	소분류(식료품) [18,307건]
		백분위(%)	백분위(%)	백분위(%)
권리성 (35)	BBB	31.6	31.6	32.1
기술성 (35)	CCC	85.5	85.5	73.1
활용성 (30)	BB	50.9	50.9	39.8
종합평가 (100)	BB	46.9	46.9	39.9

동일 출원년도(2017) WIPO 기술분야별 평가분석

평가지표	대분류(화학) [4,574건]	중분류(화학2) [4,574건]	소분류(식료품) [776건]
	백분위(%)	백분위(%)	백분위(%)
권리성	25.0	8.3	9.1
기술성	70.1	23.4	16.4
활용성	39.4	13.1	13.2
종합평가	35.4	35.4	38.1

CPC별 평가분석

평가지표	A[125,252건]	A23[17,055건]	A23F[763건]
	백분위(%)	백분위(%)	백분위(%)
권리성	12.8	29.7	36.6
기술성	68.9	71.1	75.9
활용성	31.6	37.6	46.7
종합평가	27.7	37.2	47.1

A:인간의 필수품, A23:식품 또는 식료품; 다른 클래스에 의해 포함되지 않는 그들의 처리, A23F: 커피; 차; 그들의 대용품; 그

*CPC별 평가분석은 WIPO 기술분야에 해당하는 모델로 평가 한 점수로 상대 평가한 참고용 등급임

총평

특허 제 10-1895468호, "향산화능 증대를 위한 커피 원두의 가공 방법"은(은) "화학" 기술분야 특허 중 종합평가등급이 BB등급(상위 46.9% 수준)으로 평가되었습니다. 세부 평가지표는 권리성 BBB등급(상위 31.6% 수준), 기술성 CCC등급(상위 85.5% 수준), 활용성 BB등급(상위 50.9% 수준)으로 평가되었습니다.



* 현재 등록된 동일 기술 분야 전체 특허에 대하여, 위의 등급분포표에 제시된 백분율에 따라 평가등급이 부여됩니다.

발명의 명칭 : 향산화능 증대를 위한 커피 원두의 가공 방법

출원 번호 : 10-2017-0103216

등록 번호 : 10-1895468

기술 분야 : 화학

평가지표별 평가 분석

■ 권리성 [BBB]

권리성에 대한 평가등급은 "BBB"등급으로 평가되었습니다. 본 특허는 독립항수와 독립항의 길이가 기술분야의 평균 이하이며, 방법과 물건 청구항으로 구성되어 있으며, 발명의 설명의 길이가 기술분야의 평균 이하입니다. 제출된 의견서가 있습니다.

* 권리성이란 평가대상특허가 제 3자와의 특허분쟁에서 독점배타적 지위를 유지할 수 있는 정도를 의미함

■ 기술성 [CCC]

기술성에 대한 평가등급은 "CCC"등급으로 평가되었습니다. 본 특허는 선행문헌 중 논문이나 외국특허가 포함되어 있어 기술동향과 부합하고 있으며, 23개의 도면을 포함하고 있으며, 2명이 공동 발명한 특허입니다.

* 기술성이란 평가대상특허가 기술동향과 부합하거나 선도하는 정도를 의미함

■ 활용성 [BB]

활용성에 대한 평가등급은 "BB"등급으로 평가되었습니다. 본 특허는 3년까지 연차료를 납부했습니다.

* 활용성이란 평가대상특허가 비즈니스에 활용되는 정도 및 활용 가능성을 의미함

■ 평가요소

번호	평가요소(단위)	평가요소 정보	번호	평가요소(단위)	평가요소 정보
1	IPC 수(개)	1	17	연차등록 회수(년차)	3
2	거절결정불복심판 수	0	18	우선심사 청구 여부	0
3	권리자 변동 수	0	19	의견서 제출 수	2
4	금융기관 질권설정 수	0	20	적극적 권리범위확인 인용수	0
5	도면 수(개)	23	21	적극적 권리범위확인 기각,취하,각하수	0
6	독립항 길이(단어)	269	22	정보제공 수	0
7	독립항 수(개)	2	23	정정심판	0
8	무효 심판 기각수	0	24	조기공개 여부	0
9	무효 심판 인용 취하 각하수	0	25	본속기간 연장등록결정 여부	0
10	발명의 설명의 길이(단어)	4,450	26	종속항 수(개)	5
11	발명자수(명)	2	27	종속항의 평균길이	2
12	분할출원 우선권주장수	0	28	청구항 계열 수(개)	2
13	선행문헌 중 논문/외국특허수	2	29	총 피인용 수	0
14	소극적 권리범위확인 기각수	0	30	피인용 특허의 인용문헌 중 논문/외국특허수	0
15	소극적 권리범위확인 인용,취하,각하수	0	31	피인용과 출원일 차이	0
16	실시권자 수(건)	0	32	해의 패밀리 국가수	0