

발간등록번호

11-1543000-004604-01

식물성 대체 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발 및 제품화

2024.05.31

주관연구기관 / (주)에코맘의산골이유식 농업회사법인
공동연구기관 / 경상국립대학교
위탁연구기관 / (재)진주바이오산업진흥원

2023

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

식물성

대체

천연안심소재

발굴과

비건용

건강지향형

마요네즈

개발 및

제품화

최종보고서

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

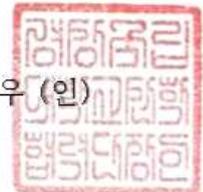
본 보고서를 “식물성 대체 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발 및 제품화”(개발기간 : 2021. 04. 01 ~ 2023. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

납본일자 2024.05.31

주관연구기관명 : (주)에코맘의산골이유식 농업회사법인 (대표자) 오천호



공동연구기관명 : 경상국립대학교 (대표자) 정재우 (인)



참여기관명 : (재)진주바이오산업진흥원 (대표자) 정영철 (인)



주관연구책임자 : 오천호

공동연구책임자 : 최성길

참여기관책임자 : 추영무

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

최종보고서							보안등급						
							일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]						
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		고부가가치식품기술개발사업						
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		미래대응식품						
공고번호		농축2021-66호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-						
					연구개발과제번호		121011-3						
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 LB1706	50%	2순위 LB1705	25%	3순위 LB1704	25%						
	농림식품과학기술분류	1순위 PA0103	50%	2순위 PA0104	50%	-	-						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문	-										
		영문	-										
연구개발과제명		국문	식물성 대체 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발 및 제품화										
		영문	Development and commercialization of mayonnaises for vegan with health functional properties and screening for natural plant emulsifier										
주관연구개발기관		기관명	㈜에코맘의산골이유식 농업회사법인		사업자등록번호		613-81-64930						
		주소	(52302) 경남 하동군 악양면 정서길 199-8		법인등록번호		194711-0010489						
연구책임자		성명		오천호		직위		대표이사					
		연락처	직장전화		휴대전화		국가연구자번호						
			전자우편										
연구개발기간		전체		2021. 04. 01 - 2023. 12. 31(2년 9개월)									
		단계	1단계[2]		2021. 04. 01 - 2022. 12. 31(1년 9개월)								
			2단계[1]		2022. 01. 01 - 2022. 12. 31(1년)								
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금			합계		연구개발비 외 지원금			
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계				
총계		807,000	20,176	181,574	-	-	-	-	827,176	181,574	1,008,750	-	
1단계	1년차	220,000	5,500	49,500	-	-	-	-	275,500	49,500	275,000	-	
	2년차	293,500	7,338	66,037	-	-	-	-	300,838	66,037	366,875	-	
2단계	1년차	293,500	7,338	66,037	-	-	-	-	300,838	66,037	366,875	-	
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고		
											역할		기관유형
공동연구개발기관		경상국립대학교 신학협력단	최성길		교수						공통		대학
위탁연구개발기관		(재)진주바이 오산업진흥원	추영무		실장						위탁		공립연
연구개발기관 외 기관		-	-		-		-		-		-		-
연구개발담당자 실무담당자		성명		김은선		직위		연구소장					
		연락처	직장전화		휴대전화		국가연구자번호						
			전자우편										

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 02월 27일

연구책임자: 오 천 호 (인)
 주관연구개발기관의 장: 오 천 호 (직인)
 공동연구개발기관의 장: 정 재 우 (직인)
 위탁연구개발기관의 장: 정 영 철 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

사업명	고부가가치식품기술개발사업	총괄연구개발 식별번호 호 (해당 시 작성)	-				
내역사업명 (해당 시 작성)	-	연구개발과제번호	121011-3				
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 LB1706	50%	2순위 LB1705	25%	3순위 LB1704	25%
	농림식품 과학기술분류	1순위 PA0103	50%	2순위 PA0104	50%	-	-
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	-						
연구개발과제명	식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발 및 제품화						
전체 연구개발기간	2021. 04. 01 - 2023. 12. 31(2년 9개월)						
총 연구개발비	총1,008,750천원 (정부지원연구개발비: 807,000천원, 기관부담연구개발비: 201,750천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)						
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]	기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(2) 종료시점 목표(8)			
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)	-						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)	-						
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<p>본 과제의 목표는 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈를 제조하여 상품화 (2건 이상)하는데 있음. 이를 위해, 난황을 대체할 수 있는 <u>식물성 천연유화소재를 발굴하고 유화기술 및 산화제어기술 접목을 통한 순식물성 비건용 마요네즈 제조공정을 확립하고자 함.</u> 또한, 콩기름과 옥수수유 대체를 위한 우수한 생리학 적특성을 지닌 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40%, 총지방대비 55% 이상)를 개발하고자 함. 경쟁력있는 고품질·고기능성의 마요네즈 상품화를 위해 <u>품질우수성 평가 및 소비자기호도 조사와 건강기능적·영양학적·관능학적특성 및 저장안정성 개선을 위한 연구를 수행하고자 함</u></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 식물성 대체식품 제조를 위한 선정된 천연유화소재 탐색 및 선정 □ 선정된 천연유화소재의 특성과 다양한 환경 및 가공조건하에서의 품질특성 및 안정성 평가 □ 선정된 천연유화소재의 유화능력 향상을 위한 신가공기술접목 □ 발굴된 선정된 천연유화소재의 품질특성 및 우수성 입증 (난황과의 비교) □ 마요네즈제조 부재료선정 및 배합비율 확립 □ 순식물성 비건용 마요네즈 제조기술 구축 □ 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제조기술구축 □ 개발된 비건용, 건강지향형 마요네즈의 건강기능적가치, 산화안정성, 저장안정성 방안 모색(산화제어기술 및 천연산화방지제 발굴_품질유지 6개월 이상) □ 비건용 및 건강지향형 마요네즈의 품질우수성 평가 및 소비자 기호도 조사 □ 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 고 오메가-3 마요네즈의 혈중콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석 					

전체 내용

◎ 주관연구기관((주) 에코맘의 산골이유식 농업회사법인)

: 식물성대체식품제조를 위한 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈의 시제품생산 및 비건용, 건강지향형 마요네즈의 소비자기도 조사 및 개발된 제품의 관능평가 조사

- 원료의 규격화를 통한 제품품질의 표준화를 위한 품질지표 선정 및 안정성 평가
- 선정된 천연유화소재를 이용한 기초 제조공정 확립 및 시제품 생산 관능검사 및 소비자 기호도 조사를 통한 시판중인 마요네즈와의 비교분석
- 비건용 마요네즈 및 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 영양성분분석, 상품디자인 개발을 통한 제품화
- 관능평가 및 구매의향 분석에 따른 각 가공품의 개선방안 탐색 후 적용을 통한 상품성 향상

◎ 협동연구기관(경상대학교):

식물성 대체식품제조를 위한 천연안심소재발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총 지방대비 55% 이상) 개발을 위한 신가공기술구축 및 가공적성 평가와 개발된 제품의 저장안정성 평가와 품질유지기한 설정(6개월 이상) 및 우수성 입증

- 기존의 난황 대체를 위한 식물성 선정된 천연유화소재 탐색, 선정 및 특성과 안정성조사
- 발굴된 식물성 선정된 천연유화소재의 특성과 다양한 환경 및 가공조건하에서의 품질특성 및 안정성 평가
- 선정된 천연유화소재의 유화능력 향상을 위한 신가공기술 접목
- 기존의 난황과의 비교분석을 통한 품질특성 및 우수성입증
- 마요네즈제조 부재료 선정 및 배합비율 확립
- 순식물성 비건용 마요네즈 제조기술 구축
- 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유(총중량대비 40% 이상, 총 지방대비 55%이상) 마요네즈 제조기술구축
- 개발된 비건용 및 건강지향형 마요네즈의 건강기능적가치, 산화안정성, 저장안정성 방안 모색(산화제어기술 및 천연산화방지제 발굴, 품질유지기한 6개월 이상)

◎ 위탁연구기관(진주바이오산업진흥원):

제품의 소비자기도 조사와 관능평가 및 개발된 제품의 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중 콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석

- 제품의 소비자 기호도 조사 및 관능평가 조사
- 개발된 마요네즈와 시판마요네즈의 비교분석
- 개발된 천연안심소재를 이용하여 제조한 비건 마요네즈와 동물성유화소재를 이용하여 제조한 마요네즈의 혈중 콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석
- 건강지향형 고 오메가-3 마요네즈의 혈중 콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석
- 혈청지질농도 분석: 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 트리글리세리드
- 체중 및 지방 무게의 변화를 비교분석
- 비건용, 건강지향형 마요네즈의 관능평가 조사

		<p>목표</p>	<p>[1단계 (1년 9개월)] : 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴 및 순식물성 비건용 마요네즈 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 탐색 ○ 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 비건용마요네즈 제품 제조 공정 확립 및 제품화 기술 구축 ○ 비건용 마요네즈의 품질우수성 평가 및 소비자 기호도 조사
	<p>1 단계</p>	<p>내용</p>	<p>[1단계 (1년 9개월)] : 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴과 천연식물성유화제 및 순식물성 비건용 마요네즈 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 탐색 <ul style="list-style-type: none"> • 난황(기존)대체를 위한 식물성 선정된 천연유화소재 탐색 및 선정 • 식물성 선정된 천연유화소재의 이화학적 품질특성조사와 다양한 환경 및 가공조건하에서의 품질특성 및 가공적성(용해도, 수분흡습성, 오일흡습성, 유화안정성, Viscosity, Forming capacity, Forming stability, Droplet size, Zeta - potential, CLSM 등) 평가 • 발굴된 식물성 선정된 천연유화소재의 유화능력 향상을 위한 신 가공기술접목 • 유화능력향상 소재 개발을 위한 제조기술구축 및 물리화학적 특성 비교 연구 • 대표적인 동물성유화소재인 난황(기존)과의 비교연구를 통한 식물성선정된 천연유화소재의 우수성 입증 - 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 비건용마요네즈 제품제조공정확립 및 제품화기술 구축, 품질우수성평가 및 소비자 기호도 조사 <ul style="list-style-type: none"> • 마요네즈 제조를 위한 부재료 선정 배합비율 최적화 • 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 순식물성 비건용 마요네즈 제품개발 및 제조기술구축 • 이·화학적 품질 특성 및 가공적성 (유화안정성, zeta-potential, Droplet size, CLSM 등) 평가 • 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석(D, Z, Q₁₀ value)을 통한 저장특성 예측 • 제품의 소비자 기호도 분석 및 개선방안 도출 :관능평가 및 구매의향 평가분석 후 제품의 보안을 통한 상품성 향상 • 순식물성 비건용 마요네즈의 영양성분분석, 품질평가, 저장특성 및 저장안정성 개선방안 모색
	<p>2 단계</p>	<p>목표</p>	<p>[2단계 (1년)] : 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총지방대비 55% 이상) 제조공정확립 및 제품화기술구축, 저장안정성 방안모색(품질유지기한 6개월 이상), 품질우수성평가 및 소비자 기호도 조사, 관능평가 조사, 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중콜레스테롤 및 체지방에 미치는 영향 분석</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총지방대비 55% 이상) 제조공정 및 제품화기술구축 ○ 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 저장안정성 방안 모색(품질유지기한 6개월 이상) ○ 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총지방대비 55% 이상)의 품질우수성 평가 및 소비자 기호도 조사, 관능평가 조사 ○ 개발된 제품의 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중콜레스테롤 및 체지방에 미치는 영향 분석
		<p>[2단계 (1년)] : 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총지방대비 55% 이상) 제조공정확립 및 제품화기술구축, 저장안정성 방안모색, 품질우수성평가 및 소비자 기호도 조사, 관능평가 조사, 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중콜레스테롤 및 체지방에 미치는 영향 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제조공정 및 제품화 기술 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 전체 지방산 중 55% 이상 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품개발을 위한 제조기술 구축 • 이화학적 품질 특성 및 가공적성(유화안정성, zeta-potential, Droplet size, CLSM 등) 평가 • 신가공기술(산화제어기술) 접목을 통한 산화안정성 및 유화안정성 개선 제조공정 및 기술구축 • 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총지방대비 55% 이상)에서의 천연항산화제 첨가효과 분석(항산화활성, 산패도 개선, 주요물질분석) - 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 저장안정성 방안 모색(품질유지 및 유화안정성 6개월 이상 확보) <ul style="list-style-type: none"> • 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석(D, Z, Q₁₀ value)을 통한 저장특성 예측 • 항산화활성, 산가 및 과산화물가 측정을 통한 천연 항산화제 첨가 효과 분석에 따른 최적 첨가비율 설정 후 저장안정성 개선 분석 - 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 품질우수성 평가 및 소비자 기호도 조사, 관능평가 조사 <ul style="list-style-type: none"> • 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 식품등록을 위한 영양성분분석 및 표시 • 제품의 우수성 입증을 위한 품질평가, 저장특성 및 저장안정성 개선방안 모색 • 관능평가 및 구매의향평가 분석 후 각 가공품의 보완으로 인한 제품의 상품성 향상 - 개발된 제품의 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중 콜레스테롤 분석 및 체지방에 미치는 영향 분석 <ul style="list-style-type: none"> • 개발된 제품의 혈중 콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석 • 동물모델을 통한 섭취기간에 따른 혈청지질농도 분석: 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 트리글리세리드 • 동물모델을 통한 체중변화와 장기조직의 지방무게 및

			변화 조사
--	--	--	-------

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 제품화 4건 ◎ 특허출원 4건 ◎ 기술이전 4건 ◎ 사업기간 내 매출액 10억 달성 / 수출계약 3억 ◎ 인력양성 5명 (석사급 5명) ◎ 고용창출 8명 ◎ 논문게재(국내외) 2건 이상 / 학술발표 2건 이상 - 식물성 천연안심소재 발굴, 순식물성 비건용 마요네즈 및 식물성 오메가-3 고탍유 마요네즈 제품 2종 이상 상품화
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> - 안전성·기호성·기능성이 구비된 선정된 천연유화소재, 순식물성 비건용 마요네즈 및 식물성 오메가-3 고탍유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총지방대비 55% 이상) 제품으로 국민 건강증진에 기여 - 가공에 적합한 최첨단 신 가공기술 및 천연안심소재의 접목을 통한 유화안정성 개선, 산화안정성, 저장안정성 품질 개선(유화안정성 및 품질유지기한 6개월 이상 확보) - 기호성과 영양특성이 매우 우수한 제품의 생산판매를 통하여 안전성·기호성·기능성을 중요시하는 소비자의 니즈에 부합하므로써 소스류 시장에서 파급효과가 클 것으로 예상 - 개발된 선정된 천연유화소재 및 식물성 오메가-3 고탍유 마요네즈의 가공품 제조에 응용 및 고품질·고부가가치에 기여 - 우수한 신 가공기술 개발 및 이에 기초한 고품질 제품의 출시로 인한 수입대체 효과 및 수출시장 개척 토대 마련
---------------------	--

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	해당사항 없음
--------------------	---------

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	Y	Y	Y									
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	식물성 대체 식품			순식물성 비건용 마요네즈		고 오메가-3 마요네즈		산화방지 가공기술		가공적성평가		
영문핵심어 (5개 이내)	Plant-based food alternatives			Vegan mayonnaise		Mayonnaise with high omega-3		Process technology for prevention of oxidation		processing quality test		

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	25
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	166
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여정도	175
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	176

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 개요

(1) 개요

- 전 세계적으로 소비자들은 식품은 단순히 ‘사는 것’(buying thing)이 아니라 ‘하는 것’(doing thing)이라는 ‘경험 경제’(Experience Economy)의 성장으로 오랜 시간 이어 온 ‘건강한 식품’에 대한 트렌드는 기본이며 동시에 스토리와 혁신, 윤리와 가치를 갖춘 제품으로 달라진 소비 수요에 따라 베지테리언 시장이 일반화되어가는 원인으로 보고 있음
- 현대인들은 건강한 삶을 보내기 위해 자신의 건강뿐만 아니라 환경과 동물권, 윤리적 소비에 대한 관심이 높아지고 있으며 소수의 취향으로 여겨졌던 베지테리언 뿐만 아니라 일반대중들도 동물복지, 건강 등을 이유로 육류 및 동물성 단백질 섭취 제한에 동의하는 소비자가 늘어나면서 다양한 ‘플렌트-베이스’ 식품시장이 성장. 특히, 콩 기반의 대체제와 같은 고단백 원료를 활용한 동물 대체 식품시장이 급성장하고 있음
- ‘국제채식인연맹(IVU)’는 전 세계의 채식 인구를 1억 8,000여 명으로 추산중이며 전 세계 베지테리언 인구가 늘고있는 현재, 채식·비건은 가장 강력한 키워드라고 전망. 베지테리언 중에서도 동물성 음식을 전혀 먹지 않는 비건인은 채식인의 5,400만 명 정도로 추산함. 한국채식연합에서도 2008년 15만명에 불과했던 베지테리언 인구가 현재 10~150만명으로 10배 정도 증가하였으며 그 중 완전 채식을 하는 비건 인구는 50만명으로 추산하고 있으며 채식·비건 시장은 급성장할 것이라고 전망
- 특히, 단백질 섭취가 부족한 채식주의자들을 겨냥해 식물성 원료를 사용한 ‘대체 육류’ 시장 또한 급성장하고 있으며 세계적인 시장조사업체 유로모니터에 따르면 2010년 글로벌 식물성 고기 시장은 12억 달러 규모에 불과했지만 지난해엔 18억 달러 규모로 성장했고 2020년엔 30억 달러(약 3조5000억원)로 커질 것으로 전망하였음
- 전문가들은 ‘대체 육류’ 시장 확대에 따라 미국과 유럽 등 식품시장에서는 음식에 곁들이기 좋은 만능 마요네즈 및 소스류 시장 또한 소비자들의 수요의 증가에 의해 급격히 성장할 것으로 전망함
- 또한, 채식을 하면 비만과 심혈관 질환, 당뇨병과 같은 만성 질환의 위험을 줄일 수 있다고 알려져 건강에 관심이 높은 노년층에서도 채식주의에 주목하기 시작함. 최근에는 일반식품보다 더 좋은 성분으로 이루어져 있을 것이라는 인식이 확산되면서 베지테리언이 아니더라도 베지테리언 식품을 구매하는 소비자가 증가하고 있음
- 채식주의가 단순히 식품산업에만 적용되는 것이 아니라 하나의 삶의 방식으로 인식되기 시작하면서 베지테리언 소비자 대부분이 환경과 동물보호 문제에 민감한 것에 착안, 환경에 악영향을 미치는 포장재료의 사용을 줄이고 동물실험을 금지하는 등의 활동으로 이어지고 있음. 따라서 기업들은 베지테리언 식품과 연계할 수 있는 마케팅 방법까지 확대하는 추세임
- 국내 건강기능식품 시장은 매년 급격하게 성장하여 2019년 국내 건강기능식품시장은 4

조 6000억원을 형성하였음. 한국건강기능식품협회는 건강기능식품 구매경험률이 78.2%로 100명 중 78명이 1년에 한 번 이상 구매한다고 보고하였음. 전 연령대에 걸쳐 일상 생활에서의 건강 기능 식품 섭취가 보편화되면서 시장 성장세가 안정화되고, 소비자 선택권은 넓어지는 긍정적인 흐름과 현대사회에서는 앞으로도 건강의 중요성이 더욱 부각되는 만큼, 시장의 양적·질적·혁신을 꾸준히 이어나가야 한다고 전망함

- 대표적인 건강기능식품의 기능성 소재는 홍삼, 비타민류, omega-3 순이며, 금액 기준으로 상위 5개 기능성소재가 전체 시장에서 80% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타남. 이외에도 최근에는 Vitamin D, K, A, 루테인, 아스타잔틴, DHA-EPA, α-linolenic acid 등 지용성기능성 소재의 판매가 확대되고 있음. 제형별로는 액상제형 39.0%, 연질캡슐 21.8% 순으로 섭취유형 및 형태가 매우 제한적임
- 이러한 기능성 소재가 함유된 식품을 매일 섭취한다는 것은 현실적으로 쉽지 않아 보통 식품(conventional foods)에 보강함으로써 필요한 양을 섭취할 필요가 있음. 그러나 이러한 지용성물질은 혼합이 쉽지 않아 현재 시장에서 판매되고 있는 제품은 소량을 첨가하거나 대부분 합성유화제를 이용하는 실정임
- 그러나, 소비자들은 이러한 건강 기능식품 소재가 보충·강화된 제품을 손쉽게 구매하길 원하며, 섭취 또한 식품형태로 일상식품에서 손쉽게 섭취하기를 원함. 따라서, 식품으로의 활용을 높이기 위해서 수분과 잘 혼합 가능한 안전한 선정된 천연유화소재 발굴이 필요함
- 유화제는 일반적으로 혼합되지 않는 두 종류 이상의 액체를 혼합하도록 만드는 혼합물로 식품가공(아이스크림, 식물성마요네즈, 기능성음료, 아이스크림, 빵 등), 제약분야 등 널리 사용됨. 천연유화제로는 난황 레시틴, 합성유화제로는 대표적으로 모노글리세린 지방산 에스터, 폴리글리세린 지방산에스터, 자당 지방산에스터, 폴리소르베이트 80, 솔비탄지방산에스터, 스테아릴 젯산나트륨 등이 사용되는 것으로 알려져 있음
- 합성유화제의 국내 일일 허용기준치는 ADI는 0~125mg/kg, 자당지방산에스터 0~30mg/kg, 프로필렌글리콜지방산 에스터는 0~20mg/kg, 폴리옥시 에틸렌 소르비탄 지방산에스터(폴리소르베이트류)는 0~25mg/kg로 규정되어 있음. 이는 대부분의 합성유화제는 화학물질로 인체 내에서 분해나 제거되지 않고 축적되는 경우가 있으며, 인체 내 성분과 상호 반응할 가능성이 있어 문제시되고 있음
- 또한, 최근에 여러 연구결과에서 합성유화제의 여러 안전성 문제점이 대두되고 있으며, 대표적으로 2015년 네이처지에서 발표된 연구에서 합성유화제가 장점액층의 두께가 얇아지며 장내미생물에 악영향을 주어 체중증가, 포도당 대사 문제, 염증성 장질환 등을 일으키며 만성 염증 및 대사증후군을 일으킨다고 보고함
- 최근에는 건강에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 건강지향형 천연소재분야가 주목받고 있음. 특히, 소비자들의 천연유화제에 대한 관심이 고조되면서 새로운 기능성을 가지며 활용이 편리하고 안전성 및 품질특성이 뛰어난 소재의 발굴이 절실히 요구되는 실정임. 선정된 천연유화소재의 발굴은 기존의 사용하던 식품의 합성유화제를 대체

가능하게 됨으로써 소비자의 생활다변화, 제품에 대한 인식향상 확대, 세분화되면서 안전성과 고품질화된 제품 생산을 가능하게 함

- 레시틴(Lecithin)은 한 쪽에는 친유성이 강한 지방산기를 두 개나 갖고 있으면서 다른 한 쪽에서는 친수성이 강한 인산, choline부분을 갖고 있는 양성물질의 하나이고 물과 유지의 혼합물을 안정화시켜 주는 유화제로서 역할을 함. 특히, 레시틴의 유화기능은 혈행개선효과가 있어 고혈압이나 심근경색 등과 같은 혈관성 질환을 예방할 수 있게 해주고 아연, 셀레늄, 항산화물질, 비타민 E, 불포화지방산 등을 풍부하게 함유하고 있어 건강에 도움을 주는 것으로 알려져 있음

<식품용 레시틴 적용>

식품용 레시틴 적용

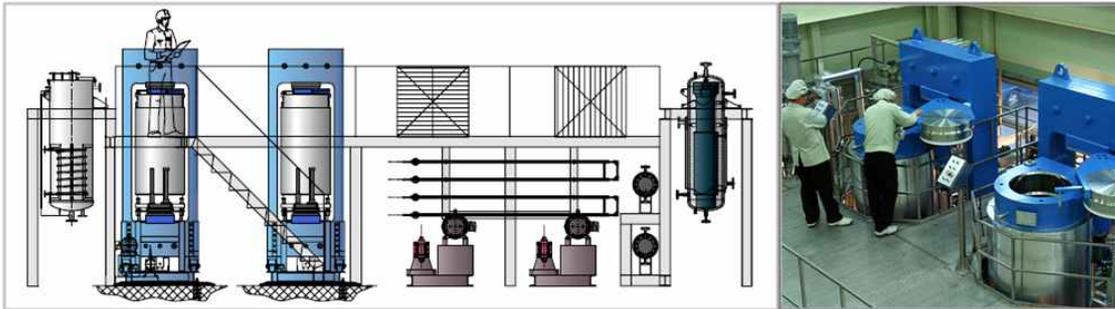
상품명	특징	적용
Emcithin Topcithin	역상정제 표준화 대부 담색, 저대두취 타입, 저점도 타입 세균수 컨트롤 타입, 저중금속 타입 PC,PE,PI,PA함량 표준화 타입 등	식품전반, 초콜릿 Infant Food
Emulfluid	효소분해 역상 대두레시틴	베이커리 제품, 마가린
Emulpur	탈지 대두레시틴	식품전반, 베이커리
Emultop	효소분해 탈지 대두레시틴	소맥분제품(베이커리, 면류)
Metarin	인스턴트식품, 음료용 대두레시틴 탈지타입, 제제타입, PC강화타입 등	식품전반, 인스턴트제품, 소맥분제품, baby food, 유제품
Chocotop	초콜릿용 대두레시틴 PC,PE,PI,PA함유조정/분화, 제제타입 등	초콜릿, 초콜릿 코팅
Lecimulthin Emulthin	베이커리제품, 소맥분처리용 대두레시틴 탈지, spray dry, 제제, 효소분해 타입	베이커리, 웨하스 아이스크림콘, 소맥분
Emulgum	츄잉검용 탈지 대두레시틴	츄잉검
Topcithin NGM	Non-GMO 역상정제 대두레시틴(역상)	식품전반, 초콜릿
Emulpur IP	Non-GMO 탈지 대두레시틴(분말)	식품전반, 베이커리제품

출처 : 식품의약품안전처

- 그러나, 레시틴은 특유의 냄새와 색, 열에 약한 물분산성 등 단점을 가지는 것으로 알려져 있음. 따라서 현재 이를 대체하기 위한 천연유래 유화소재의 발굴 및 연구가 필요한 실정임
- 난황은 열에 불안정한 특성을 가져 열처리온도 65도에서부터 단백질이 응고하기 시작하여 제조공정 중에 활용도가 매우 떨어져 식품을 만들 수 없게 됨. 따라서 난황을 대체할 수 있는 유화소재 발굴 및 유화력 및 유화안정성 연구가 요구됨
- 대두는 절반 이상이 단백질 성분으로 이루어져 있으며 특히 콩 종류 중 대두 단백질의 아미노산기는 현재 기준으로 100(최고치)에 이르고 소고기, 닭고기, 돼지고기 등 동물성 단백질과 비교해 류신 등 아미노산가가 동등한 수준으로 함유하고 있어 단백질 우수성이 인정받고 있음. 또한, 이소플라본, 비타민 A, B1, E 등 생리활성 물질의 섭취가 가능하여 건강에 전반적으로 도움을 주며 콜레스테롤 개선효과와 두뇌에 영양을 공급해 주는 것으로 알려져 있음
- 그러나, 식품에 사용되어지는 천연유화제는 대부분 추출과정이 유기용매를 사용하여 이루어져 인체에 유해한 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며 유화력 또한 합성유화제에 비해 현저히 떨어지는 것으로 알려져 있음. 따라서 선정된 천연유화소재의 유화 능

력을 향상시키기 위하여 초임계유체기술을 접목하여 방안을 모색하고자 함

- 초임계유체기술은 친환경적이며 저에너지의 그린 추출기술, 온도에 따른 변화를 최소화할 수 있는 기술이며 높은 확산성과 낮은 점도로 미세구조에 대한 침투성이 뛰어나 기능성 재료를 만드는데 유리하여 최근 식품분야에서는 커피원두 속의 카페인, 호프엑기스, 향료, 방향유, 향신료, DHA-EPA 추출에 사용되고 있음



<초임계 유체 장치의 구조/ 출처_google>

- 유화제는 가공식품에서 사용되는 필수 불가결한 식품첨가제로 단순한 유화안정성의 목적 뿐만 아니라 다양한 용도로 활용가능성이 뛰어난 소재임. 천연유화제의 탐색 및 유화력 개선을 위한 연구를 통하여 천연원료로부터 안정적으로 활용이 가능하고 가공적성이 우수한 소재를 통해 고부가가치 창출과 유화제시장 확대 및 활성화를 가져올 것으로 예상되며 국내 시장뿐만 아니라 해외시장에도 파급효과를 가져올 것으로 전망됨

(2) 마요네즈의 시장 현황 및 개발의 중요성

- 국민영양통계에 의하면 2016년 기준 1인당 연간 소스류 섭취량은 마요네즈(941.7g), 토마토케첩(770.2g), 고기용 소스(142.4g) 순으로 많이 섭취하는 것으로 나타났으며 모든 소스 유형이 2012년 대비 섭취량이 증가한 것으로 나타남
- 국내 소스류 생산량은 2005년 35만 6000톤에서 2017년 95만 2000톤으로 2.7배 증가했으며 생산액도 같은 기간 7826억 원에서 2조 3839억 원으로 크게 신장돼 전년대비 생산량은 19.4%, 생산액은 5.6% 증가함. 마요네즈 생산량의 경우 2015년 4만 8000톤으로 급격히 감소된 후(2014년 대비 32.4% 감소) 정체된 모습임
- 이러한 시장의 정체성 극복과 트렌드에 발맞춰 고기능성 및 맞춤형 소스류 개발이 필요하며 소비자들의 요구에 부합하는 제품의 혁신성과 고품질화가 요구되는 설정임
- 일반적인 마요네즈의 경우 포화지방함량이 높은 식품으로 지방의 과다섭취는 혈중 콜레스테롤 농도를 높이고, 고지혈증, 동맥경화증, 심장질환 등 각종 성인병을 유발하며 암 발생과 관련이 깊은 식이인자 중 하나가 지방인 것으로 밝혀져 지방섭취량과 영양 및 건강에 대한 관심이 고조되어 가면서 저 열량, 저지방 및 고기능성 식품을 요구하는 경향이라고 보고됨

(3) 오메가-3 지방산 시장의 성장 및 중요성

- 국내 건강기능식품 시장이 2019년 4조 6000억원을 형성하여 매년 성장을 거듭하고 있는 것으로 조사되었으며 100명 중 78명이 1년에 한 번 이상 구매하는 것으로 조사되었음. 2019년 한 해 동안 가장 많이 판매된 상위 5개 기능성 원료는 홍삼, 비타민, 프로바이오틱스, 오메가-3, 루테인 순으로 건강의 중요성이 대두됨에 따라 전 연령대에 걸쳐 일상생활에서의 건강기능식품 섭취가 보편화되면서 시장 성장세는 안정화되고 소비자 선택권은 넓어지는 긍정적 흐름에 의한 것이라고 보고됨
- 오메가-3 지방산은 한국인의 주요사망원인인 심장질환, 뇌혈관 질환, 당뇨병, 알츠하이머병, 고혈압성 질환을 개선시키는 효과가 입증되고 있음. 수많은 연구결과로 입증된 오메가-3 지방산의 건강기능적 효과와 고령화 시대 가속화에 따라 전 세계적으로 이에 대한 관심이 높아짐에 따라 소비자의 생산과 소비가 더 확대되어 오메가-3 지방산 시장이 급속도로 성장하고 있는 추세임. 세계 오메가-3 식품시장은 국내외적으로 지속적 성장세를 보이고 있으며 국내 시장의 경우, 2013년 567억원에서 2018년 1,100억원으로 14.2% 증가하였고 국제 시장의 경우, 2013년 24,136억원에서 2018년 49,871억원으로 15.5% 성장하였음
- 그러나, AOCS에 따르면 지난 5년간 동물성 오메가-3계 불포화지방산의 생산량 통계에서 아시아는 약 10%로 필요한 오메가-3제품을 대부분 수입에 의존하고 있다고 보고하였고 오메가-3 가공품의 주 응용분야는 건강기능식품, 식품첨가물, 의약품, 동물사료 첨가제, 화장품 등이 있으며 건강기능식품과 의약품 형태로 대부분 캡슐이나 알약형으로 판매되고 있는 실정으로 오메가-3 강화 제품의 경우 대부분 캡슐이나 알약형으로 소비자의 선택이 매우 좁으며 일상식품에서 손쉽게 섭취할 수 있도록 하려는 연구가 필요함
- 대부분 가공품들은 수용성에 기초하는 것과는 달리 오메가-3 지방산은 지용성으로 가공에 제한적이기 때문에 캡슐이나 지용성을 기초로 하는 가공품에만 적용되어, 제품유형의 다양화에 한계가 되고 있음
- 세계의 오메가-3 시장은 용도별로는 영양 보조 식품이 최대 부문이며, 이 부문은 포화 상태에 이르렀기 때문에 성장이 둔화되고 있는 것으로 알려져 있고 다양한 제품으로 섭취하고자 하는 소비자의 니즈가 점차 증가하고 있음
- 특히, 식물성 오메가-3의 경우 기술 개발에 따른 안전성이 검증됨에 따라 기존의 동물성 오메가-3대체 및 동물성오메가-3가 지닌 중금속 등으로 치명적인 위험성을 줄일 수 있는 신생아 분유 등에 적극 대체되고 있고, 분유 외에도 건강 기능성 음료, 일반 식품 시장으로도 적극 확장될 추세임. 그러나 건강기능식품의 다양화가 진행되고 복합기능제품을 요구하는 소비자 니즈를 비취봤을 때 확실한 효능과 차별화된 제품 경쟁력이 없는 제품은 생존에 한계가 있을 것으로 예상됨.
- 국내·외 오메가-3 가공품은 대부분 오메가-3의 가공 시 문제점인 산화안정성에 관한 연구가 부족한 실정이기 때문에 오메가-3가 안정적으로 소비자에게 전달되는지 알 수 없으며, 정확한 오메가-3 함량이 기입되어 있지 않은 경우가 대부분임

- 예로부터, 가장 우수한 식물성 기름으로 동양에서는 들깨, 서양에서는 아마씨로 회자될 정도로 들깨는 우수한 식물성 오메가-3 급원이며 아마씨가 가지는 독성문제로부터도 자유롭기 때문에 국내뿐 아니라 세계 시장에서도 수요가 확대될 전망이다.
- 식물성 오메가-3 필수지방산 중 하나인 알파 리놀렌산(α -linolenic acid) 화학 구조상 3개의 이중결합을 갖고 있는 고도불포화지방으로서 극히 산화되기 쉬운 단점이 있어 이에 적절한 항산화제를 첨가하지 않으면 보존성에 문제가 됨. 또한, 오메가-3 지방산은 건강기능 효과가 매우 우수하지만 다중 이중결합이 많이 함유된 오메가-3 필수지방산은 산화가 일어나기 쉬우며, 특히 고온의 열처리나 산소 및 태양광선(빛) 접촉 시 산패가 일어나는 속도가 포화지방산에 비해 $10^3(1000)$ 배 빨리 일어나는 단점이 있음.
- 본 연구에서 제조하고자 하는 식물성 오메가-3 함유 가공품은 하루권장섭취량을 충분히 만족할 수 있는 오메가-3 함량에 맞추어 첨가하며, 가공·유통 중 오메가-3가 안정적으로 소비자에게 전달되도록 체계적인 산화안정성 연구를 실시할 예정임

2) 기술개발의 필요성

(1) 선정된 천연유화소재 및 오메가-3 고 함유 마요네즈 개발의 필요성

- 현대사회에서 오메가-3 지방산이 함유된 식품을 매일 섭취한다는 것은 현실적으로 쉽지 않아 오메가-3 지방산을 보통식품(conventional foods)에 보강함으로써 필요한 양을 섭취할 필요가 있음
- 특히 오메가-3 급원으로 동물성이 88%로 대부분을 차지하고 식물성은 동물성에 비해서 양적인 측면에서 제한적으로 가공품이 존재하기 때문에 소비자들이 식물성 오메가-3를 쉽게 공급할 수 있는 제품이 필요한 실정임. 그러나 오메가-3 강화 제품의 경우 대부분 알약이나 캡슐형으로 소비자의 선택이 매우 좁으며, 일상식품에서 손쉽게 섭취할 수 있도록 하려는 연구가 필요함
- 또한 경제적·문화적 수준 향상에 따른 웰빙 문화의 영향으로 소비자의 건강에 대한 관심이 증가되어, 건강 기능성 소재개발 및 이를 이용한 기능성 식품의 시장규모가 비약적으로 성장함과 동시에 최근 현대인들은 건강을 유지하고 영양성분을 손쉽게 보충·강화하며 또한 섭취를 용이하게 하기위하여 식품형태를 선호하고 있음
- 세계의 오메가-3 시장은 용도별로는 영양 보조 식품이 최대 부문이며, 포화 상태에 이르렀기 때문에 성장이 둔화되고 있어 제품의 다양화가 더욱더 중요한 실정(Markets and Markets, 오메가-3 다가불포화지방산 시장 : 종류, 원료, 크릴, 식물, 용도, 지역별 : 세계 동향과 예측)

(2) 유화안정성 개선의 필요성

- 고기능성 지질의 경우 식품 산업에서 영양 강화 목적으로 식품 천연 첨가물로 많이 사용되고 있지만 이들의 섭취를 용이하게 하기 위해서는 에멀전이나 캡슐의 형태로 존재해야 함. 에멀전 형태일 경우 지질은 물에 용해되지 않기 때문에 유화안정성을 증진시키고자 하는 여러 연구가 진행 중임
- 하지만 대부분 식품산업에서 사용하는 유화제는 화학물질로 인체 내에서 분해나 제거되지 않고 축적되는 경우가 있으며, 인체 내 성분과 상호 반응할 가능성이 있어 건강식품을 섭취하고자하는 소비자의 요구와 맞지 않기 때문에 천연 유화제를 탐색하고자 하는 연구가 필요함
- 또한 에멀전을 형성하고 안정시키는 성질은 분자의 크기나 형태 등의 분자구조에 의한 내적인 요소에 일차적으로 영향을 받을 뿐만 아니라 열처리, 온도, pH, 이온강도, 점도 등의 매우 복잡한 외적 인자의 영향을 받기 때문에 다양한 환경 및 조건 하에서 제품의 유화안정성을 유지하는 연구 또한 필요한 실정임
- 국내 유화안정성 관련 연구로는 다양한 유화제 및 유화안정제 첨가, 균질기 압력 및 입자크기에 따른 유화안정성 특성 분석에 관한 기초 연구가 대부분이며, 실질적으로 제품에 활용할 수 있는 연구가 부족한 실정임

(3) 식물성 오메가-3 제품의 산화안정성 개선 관련

- 최근까지 연구된 들기름의 산화안정성 연구를 살펴보면, 각종의 합성지용성산화방지제인 BHA, BHT 등을 첨가하여 산화안정성을 조사한 결과 들기름에는 BHA는 효과를 나타내지 않음. 또한 인공 합성 항산화제 물질인 BHA(butylated hydroxy anisole), BHT(dibutyl hydroxy toluene)의 위해성이 거론되면서 안전성이 확보된 천연물로부터 항산화 효과가 있는 물질을 찾고자함
- 천연 지용성 항산화물질을 추출하기 위한 방법으로 일반적으로 유기용매추출이 많이 이용되고 있지만, 이러한 방법은 인체 유해한 용매 잔존 위험이 있으며, 가열로 인해 성분 변화의 우려가 있음
- 위와 같은 단점을 보완할 수 있는 공정인 초임계 유체 추출(SFE, supercritical fluid extraction)은 최근 청정 기술로 각광 받고 있는 추출공정으로 추출용매로 임계온도와 임계압력 부근과 이상의 상태인 초임계 유체를 이용하여 천연물이 지니는 유용성분을 효과적으로 추출할 수 있음
- 초임계 유체로 주로 사용되는 이산화탄소는 다른 물질에 비해 임계점 (73.8 bar, 31℃)이 낮고 무색, 불연성, 무독성 및 용질과의 비 반응성과 같은 이점으로 인해 산업적으로 적용하기에 용이함. 또한 기존의 용매추출 법에 비하여 추출 시간이 짧고, 샘플 처리량이 우수 하며 높은 선택성을 지님

(4) 유지 산화안정성 관련

- 식물성 오메가-3 급원인 들기름에는 다른 식용유에 비해 linolenic acid 함량이 높아 일반온도에서도 산패하기 쉬워 장기간 저장 이용하기가 어려움
- 최근까지 연구된 들기름의 산화안정성 연구를 살펴보면 들깨 자체의 천연 항산화 성분을 조사하거나, 화학적 합성 항산화제를 첨가하여 항산화 효과를 보는 것이 대부분이며, 다양한 조리 및 전처리 조건에 따른 들기름의 산화안정성에 미치는 영향에 대해 연구가 대부분임
- 여러 연구에서 각종의 합성지용성산화방지제인 BHA, BHT 등을 첨가하여 산화안정성을 조사한 결과 들기름에는 BHA는 효과를 나타내지 않으며, BHT는 미약한 산화방지 효과를 보임
- 따라서 합성지용성산화방지제가 아닌 천연물 유래 지용성 산화방지물질을 탐색하여 이를 기능성 원료 소재로서 들기름에 적용하여 들기름의 산화안정성을 개선하기 위한 체계적인 연구가 필요함

2) 국내외 관련 분야 환경변화

(1) 국내외 대체식품 환경변화

- 세계 대체식품 시장규모는 2018년 기준 96억 2,310만 달러에서 2025년 178억 5,860만달러로 연평균 9.5%씩 성장할 것으로 전망
- 대체식품 제품 유형 중 식물단백질 제품(식물성 고기, 식물성 계란, 식물성 우유 등) 시장이 전체 시장규모의 87.2%로 압도적이며, 연평균 증가율은 곤충단백질 제품과 배양육이 빠르게 증가하는 추세
- 국내 대체식품 시장규모는 2016년 4,760만 달러에서 2026년 2억 1,600만 달러로 성장 전망

<세계 대체식품 제품 유형별 시장규모(2017~2025)>

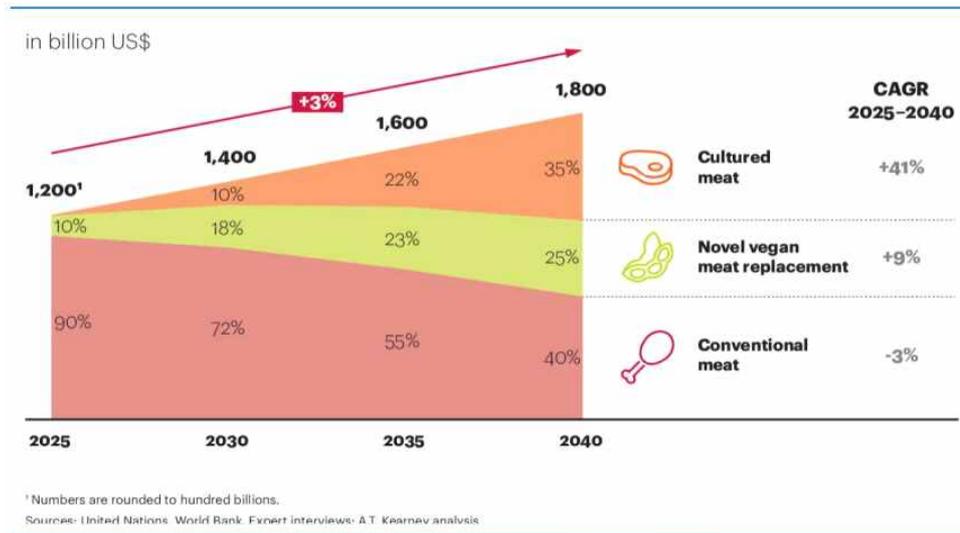
(단위 : 백만달러)

구분	2017년	2018년	2019년(예상)	2025년(예상)
식물단백질 제품	7,890.8	8,395.8	8,962.5	14,319.8
곤충단백질 제품	514.8	607.5	722.9	2,470.1
해조류단백질 제품	485.1	517.6	553.8	894.0
미생물단백질 제품	98.2	102.2	106.5	143.1
배양육	0.0	0.0	0.0	31.6
전체	8,988.9	9,623.1	10,345.7	17,858.6

자료 : Meticulous Research. Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geography(2019) 박미성, 박시현, 이용선 대체식품 현황과 대응과제 농정포커스 제 호 재인용

- 전 세계적으로 지속 가능성 및 동물복지 등 가치소비를 실천하는 글로벌 트렌드가 일어나면서 인당 육류 소비가 점차 감소하고 대체식품을 대안으로 찾고 있음
- 시장조사회사인 IBWorld에 따르면 호주의 1인당 육류 소비량이 5252년 연간 99.5kg으로 1996년 이후 최저를 기록했고, 2021년 육가공산업이 10% 감소할 것으로 예측
- 독일에서도 2020년 생산된 육류제품의 총가치가 468억 달러로 2019년에 비해 4% 감소한 반면 식물성 대체식품의 경우 2019년 2억 7280만 유로에서 2020년 3억 4900만 유로로 급증함
- 글로벌 컨설팅 회사 는 세계 육류 소비시장의 전통 육류와 대체식품의 AT Kearney는 소비비율이 2025년 9:1에서 2040년 4:6으로 변화할 것으로 전망

<세계 육류 소비시장 전망>



자료 : How Will Cultured Meat and Meat Alternatives Disrupt the Agricultural and Food Industry?(A.T. Kearney), 편집

- 대체식품은 동물성 단백질을 대체한 식품을 의미하며, 식물성 고기, 곤충단백질 식품, 배양육 등을 포함
- 식물성 고기는 식물에서 추출한 단백질에 가공기술을 적용하여 식육과 유사한 식감 맛, 색상을 나타내도록 한 식품을 말하며 곤충단백질 식품은 식용 곤충으로부터 추출한 단백질을 이용하여 제조한 식품을 배양육은 살아있는 동물의 세포를 채취한 뒤 세포공학기술로 증식하여 제조한 식육을 의미함
- 대체식품은 기존 육류 생산에 비해 지속가능하고 환경오염 등의 문제가 적다는 점에서 앞으로 더욱 더 주목받을 것으로 예상

(2) 소스류 시장 개요

□ 소스류의 정의 및 유형

- 식품공전에 따르면 소스류는 ‘조미식품’의 하위품목 중 하나이며, ‘조미식품’의 정의는 다음과 같음
 - 조미식품이라 함은 식품을 제조·가공·조리함에 있어 풍미를 돋우기 위한 목적으로 사용되는 것으로 식초, 소스류, 카레, 고춧가루 또는 실고추, 향신료 가공품, 식염 등을 포함함
 - 이 중 소스류는 동·식물성 원료에 향신료, 장류, 당류, 식염, 식초, 식용유지 등을 가하여 가공한 것으로 식품의 조리 전·후에 풍미 증진을 목적으로 사용되는 것을 말하며, 소스류에는 소스, **마요네즈**, 토마토케첩, 복합조미식품의 4가지 유형이 포함되어 있음
- 마요네즈
 - 식용유지와 난황 또는 전란을 사용하고 또한 식초 또는 과즙, 난황, 난백, 단백질가수분해물, 식염, 당류, 향신료 등의 원료를 사용하여 유화 등의 방법으로 제조한 것을 말함

<마요네즈 주요제품>

		
오뚜기 골드 마요네즈	대상 청정원 프레시 마요네즈	오뚜기 칼로리를 줄인 마요네즈

○ 소스류(마요네즈) 제조·가공기준 규격

[원료등의구비요건]

(1) 풍미증진의 목적으로 알코올 성분을 사용할 수 있다.

[규격]

- (1) 수분(%) : 8.0 이하(복합조미식품에 한한다.)
- (2) 대장균군 : n=5, c=1, M=10(살균제품에 한한다.)
- (3) 대장균 : n=5, c=2, m=0, M=10(비살균제품에 한하며, 복합조미식품은 n=5, c=2, m=0, M=10으로 한다.)
- (4) 세균수 : n=5, c=0, m=0(멸균제품에 한한다.)
- (5) 타르색소 : 검출되어서는 아니 된다.
- (6) 보존료(g/kg) : 다음에서 정하는 것 이외의 보존료가 검출되어서는 아니 된다.

안식향산 안식향산나트륨 안식향산칼륨 안식향산칼슘	1.0 이하(안식향산으로서, 마요네즈에 한한다.)
-------------------------------------	-----------------------------

* 2023 식품공전 해설서, 식품의약품안전처

□ 마요네즈 제조 공정

- 마요네즈는 난황 또는 전란을 사용하고 또한 식용유(식물성 식용유 65% 이상이어야 함), 식초 또는 과즙, 난황, 난백, 단백질수분해물, 식염, 당류, 향신료, 조미료(아미노산 등), 산미료 및 산화방지제 등의 원료를 사용한 것을 말함
- 마요네즈는 기름에 식초, 난황, 조미료(소금, 설탕, MSG, 호박산), 향신료를 혼합하여 만든 O/W형(수중유지)임. 난황의 유화성에 의해 작은 물방울을 분산시킨 반 고형식품으로 유화형 드레싱에 속함. 마요네즈에는 일반적으로 기름이 65% 이상으로 기름과 식초의 비율은 7:1 정도이며, 보통 마요네즈의 굳기는 재료의 배합과 교반 방법에 따라 다름. 기름의 비율이 많으면 마요네즈는 단단해지고 식초의 양이 많으면 부드럽고 유동성이 커짐
- 난황과 겨자는 유화 역할을 하기 때문에 양이 많을수록 안정도가 높음. 이때 난황의 균일화가 중요한데 응고성과 점성에 큰 영향을 미침. 난황의 균일화를 위해 소금, 당류를 첨가하거나 살균처리를 하기도 함. 마요네즈는 0℃ 이하 또는 30℃ 이상에서 오래 보관하게 되면 분리현상이 일어나므로 보관온도에 주의하여야 함
- 마요네즈의 제조 공정은 식용유지를 제외한 나머지 원료를 혼합하여 잘 섞어 균질화한 후 서서히 기름을 첨가하여 유화 액을 만듦. 교반 중 공기가 혼입되면 산패가 일어나므로 진공교반기나 진공콜로이드밀을 사용함. 마요네즈는 독특한 경도를 장기간 유지해야 하므로 유화의 순서, 배합, 기계설비, 작업조건이 매우 중요함. 작업온도는 16~21℃, 기름 방울의 지름은 2~4 μ m가 적당하며 제조 공정상 가열산균공정을 거치지 않는 것이 일반적임. 재료 중 달걀은 난단백이 변성되지 않는 60℃에서 3분 가열 후 냉각하면 살모넬라균, 대장균을 사멸시킬 수 있음

<마요네즈 제조공정>



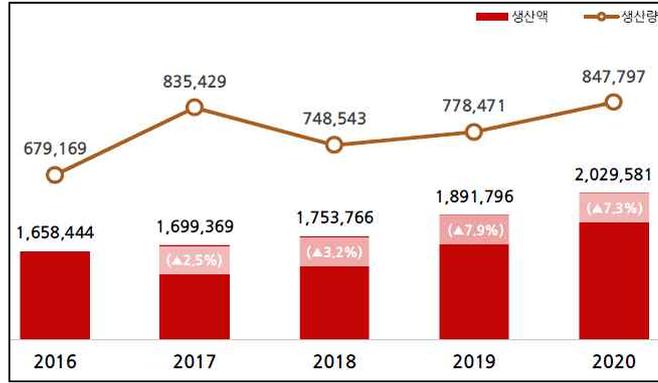
* 2019 식품공전 해설서, 식품의약품안전처

□ 소스류 생산규모

- 2020년 소스류 생산량은 847,797톤으로 2016년 679,169톤에 비해 24.8% 증가하였으며, 생산액도 같은 기간 1조 6,584억 원에서 2조 296억 원으로 22.4% 크게 신장함
- 또한, 전년과 비교하여 2020년 소스류 생산량 및 생산액은 각각 8.9%, 7.3% 증가하였음

<소스류 생산 현황>

(단위 : 백만 원, 톤, %)



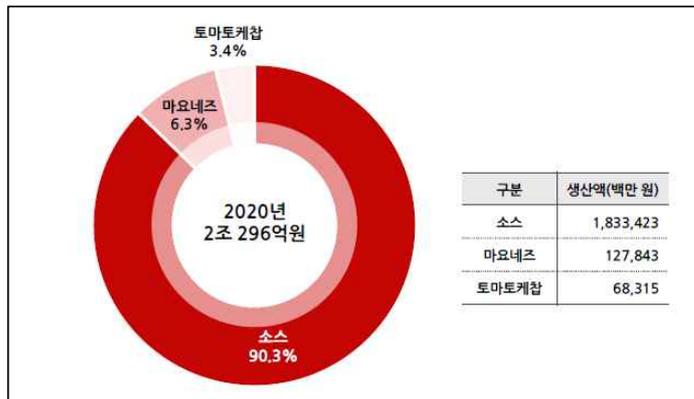
※ 식품의약품안전처(2016년~2020년), 식품 등의 생산실적. 각 연도별 소스류 생산실적(소스, 마요네즈, 토마토케첩) 자료로 재구성함

- 1) 원천 자료의 합계를 백만 원 단위로 반올림했으므로 합계의 일의 자릿수에서 다소 오차가 발생할 수 있음
- 2) 소스(2018년부터 드레싱이 소스에 포함)

- 소스류 시장은 1인·맞벌이 가구 증가 및 간편식 시장의 성장, 그리고 쿡방 (요리방송) 시청 등에 따라 집에서 직접 조리해 먹는 집밥 열풍이 불면서 다양한 소스류를 찾는 소비자들이 증가하면서 성장하게 됨
- 또한, COVID-19 확산 등으로 내식 선호 현상이 두드러지면서 집에서 직접 요리하는 집밥의 빈도가 늘어나, 음식을 조리함에 있어 조리 시간은 물론 요리에 드는 수고를 덜어주는 간편 소스가 소비자들의 필수품으로 자리 잡았기 때문임
- 2020년 기준 생산액 점유율이 가장 높은 유형은 소스이며, 소스 생산액은 1조 8,334억 원으로 전체 소스류 생산액의 90.3%를 차지함. 그 다음으로 마요네즈 1,278억 원 (6.3%), 토마토케첩 683억 원(3.4%) 순으로 나타남

<소스류 유형별 점유율>

(단위 : 백만 원, %)



※ 식품의약품안전처(2016년~2020년), 식품 등의 생산실적. 각 연도별 소스류 생산실적(소스, 마요네즈, 토마토케첩) 자료로 재구성함

- 1) 원천 자료의 합계를 백만 원 단위로 반올림했으므로 합계의 일의 자릿수에서 다소 오차가 발생할 수 있음
- 2) 소스(2018년부터 드레싱이 소스에 포함)

□ 유형별 생산 현황

- 식품 유형별로 살펴보면, 소스의 성장이 소스류 시장의 성장을 견인하는 모습을 보임. 2020년 소스 생산량은 744,678톤으로 전년 대비 14.1% 증가했으며, 생산액 역시 1조 8,334억 원으로 전년 대비 11.1% 증가함
 - 소스의 생산액 및 생산량이 급격히 증가한 이유는 위에서 언급했듯이 간편식 시장이 성장하여 간편식 제품의 구성품에 소스가 필수 포함 (밥+소스, 면+ 소스) 되어 동반 성장함
 - 또한, 먹방, 맛집, 1인 미디어 등 먹거리 관련 방송이나 프로그램이 지속적으로 방영됨에 따라 소비자들이 다양한 매체에서 다양한 소스가 노출되어 트렌드가 형성되고 소비가 확산이 됨
- 마요네즈의 생산량은 2015년 47,892톤으로 급격히 감소한 이후(2014년 대비 32.4% 감소) 정체된 모습을 보였으나, 2018년에는 74,261톤으로 증가함. 이후 유사한 생산량을 보이다가 2020년 다시 56,286톤으로 전년 대비 24.0% 감소함. 이와 더불어 2020년 마요네즈 생산액 역시 전년 대비 23.9% 감소한 1,278억 원을 기록함

<소스류 유형별 생산량 현황>



※ 식품의약품안전처(2016년~2020년). 식품 등의 생산실적. 각 연도별 소스류 생산실적(소스, 마요네즈, 토마토케첩) 자료로 재구성함

- 1) 원천 자료의 합계를 백만 원 단위로 반올림했으므로 합계의 일의 자릿수에서 다소 오차가 발생할 수 있음
- 2) 소스(2018년부터 드레싱이 소스에 포함)

<소스류 유형별 생산량 현황>

(단위: 톤, 백만 원, %)

구분		2016	2017	2018	2019	2020
소스	생산량	574,845	739,918	630,402	652,497	744,678
	생산액	1,472,043 (88.8)	1,572,076 (92.5)	1,553,177 (88.6)	1,650,709 (87.3)	1,833,423 (90.3)
마요네즈	생산량	59,490	56,181	74,261	74,095	56,286
	생산액	138,665 (8.4)	80,735 (4.8)	148,536 (8.5)	167,950 (8.9)	127,843 (6.3)
토마토케첩	생산량	44,834	39,330	43,880	51,879	46,833
	생산액	47,736 (2.9)	46,558 (2.7)	52,053 (3.0)	73,137 (3.9)	68,315 (3.4)
합계	생산량	679,169	835,429	748,543	778,471	847,797
	생산액	1,658,444	1,699,369	1,753,766	1,891,796	2,029,581

※ 식품의약품안전처(2016년~2020년). 식품 등의 생산실적. 각 연도별 소스류 생산실적(소스, 마요네즈, 토마토케첩) 자료로 재구성함

- 1) 원천 자료의 합계를 백만 원 단위로 반올림했으므로 합계의 일의 자릿수에서 다소 오차가 발생할 수 있음
- 2) 소스(2018년부터 드레싱이 소스에 포함)

□ 소스류 출하 현황

- 2020년 소스류의 출하액은 2조 3,187억 원으로 전년 대비 1.5% 증가했으며, 2016년 1조 9,085억 원 대비 21.5% 상승하였음
- 유형별로는 소스가 2020년 2조 1,306억 원으로 전년 대비 5.6% 증가 했으며, 점유율 91.9%로 소스류 유형 중 가장 큰 비중을 차지했으며, 마요네즈 5.1%, 토마토케첩은 3.0% 순으로 나타남
- 참고로 재고 물량에 따라 생산량과 출하량에 차이가 있으며, 생산액과 달리 출하액에는 인건비, 관리비, 제조업체 마진 등이 포함되어 있음

<소스류 출하현황>



※ 식품의약품안전처(2016년~2020년). 식품 등의 생산실적. 각 연도별 소스류 생산실적(소스, 마요네즈, 토마토케첩) 자료로 재구성함

- 1) 원천 자료의 합계를 백만 원 단위로 반올림했으므로 합계의 일의 자릿수에서 다소 오차가 발생할 수 있음
- 2) 소스(2018년부터 드레싱이 소스에 포함)

<소스류 출하규모>

(단위: 톤, 백만 원, %)

구분		2016	2017	2018	2019	2020
소스	출하량	533,109	693,976	584,224	611,828	662,167
	출하액	1,723,609	1,777,639	1,910,143	2,017,016	2,130,569
		(90.3)	(90.7)	(88.0)	(88.3)	(91.9)
마요네즈	출하량	56,153	51,701	74,326	72,891	47,258
	출하액	133,703	128,944	185,302	178,752	117,843
		(7.0)	(6.6)	(8.5)	(7.8)	(5.1)
토마토 케첩	출하량	42,597	45,999	47,998	54,692	45,629
	출하액	51,215	53,841	74,575	89,751	70,331
		(2.7)	(2.7)	(3.4)	(3.9)	(3.0)
합계	출하량	631,859	791,676	706,548	739,411	755,054
	출하액	1,908,527	1,960,424	2,170,020	2,285,519	2,318,743
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

※ 식품의약품안전처(2016년~2020년). 식품 등의 생산실적. 각 연도별 소스류 생산실적(소스, 마요네즈, 토마토케첩) 자료로 재구성함

- 1) 원천 자료의 합계를 백만 원 단위로 반올림했으므로 합계의 일의 자릿수에서 다소 오차가 발생할 수 있음
- 2) 소스(2018년부터 드레싱이 소스에 포함)

□ 소스류 제조업체 현황

- 2020년 국내 매출액 기준, 소스류 생산업체 1위는 오뚜기이며 전체 소스류 매출액의 9.3% 점유하고 있음. 이어서 대상(주)(5.1%), CJ제일제당(4.1%), (주)동원홈푸드(2.6%), 태경농산(주)(1.5%) 등이 상위를 차지하고 있음
- 국내 마요네즈 시장은 오뚜기가 약 80%의 점유율로 1위를 꾸준히 기록하고 있으며, 웰빙 및 비건 트렌드 변화에 따른 소스류 시장이 커짐에 따라 관련 기업들도 마요네즈 시장에 진출하기 시작하여 품질 혁신, 고급 이미지화를 추구하고 있음
- 이 외에 동방푸드마스타, 시아스, 원일식품, 삼진푸드, 태원식품산업 등이 있으며 외식 제조분야에 소스, 드레싱, 씨즈닝 등 제조·유통하면서 꾸준히 시장 규모를 유지하고 있음

<소스류 주요 업체 현황(출하액 기준)>

(단위 : 백만 원, %)

순위	업체명	주요품목	매출액	점유율
1	(주)오뚜기	토마토케첩, 마요네즈, 육류소스, 스파게티 소스, 중식소스, 샐러드드레싱, 핫소스, 간장소스 등	414,977	(9.3)
2	대상(주)	스파게티 소스, 디핑 소스, 마요네즈, 토마토케첩, 샐러드드레싱 등	228,528	(5.1)
3	씨제이 제일제당(주)	찌개양념소스, 불고기/갈비양념소스, 파스타 소스, 스파게티 소스, 샐러드드레싱, 데리야키 소스 등	182,019	(4.1)
4	(주)동원홈푸드	(B2B용) 육류용 소스, 스파게티용 소스, 기타양식소스, 피자용 소스, 머스터드소스, 샐러드드레싱 등	117,445	(2.6)
5	태경농산(주)	(B2B용) 불고기/갈비양념소스, 닭갈비 양념장, 비빔장, 우동국물, 메밀소바국물, 떡볶이 소스 등	66,608	(1.5)
6	주식회사 동방푸드마스타	(B2B용) 돈까스 소스, 양념치킨 소스, 머스터드 소스, 간장양념 소스, 샐러드드레싱 등	61,649	(1.4)
7	(주)세우	(B2B용) 우동소스, 샤브육수농축액 등	60,797	(1.4)
8	(주)시아스	(B2B용) 머스터드 소스, 양념치킨소스, 스파게티 소스, 샐러드드레싱 등	51,679	(1.2)
9	(주)원일식품	(B2B용) 피자 소스, 양념치킨 소스, 디핑소스, 스테이크 소스, 바비큐 소스, 파스타 소스, 샐러드드레싱 등	42,339	(0.9)
10	(주)에스앤디	(B2B용) 콩나물추출농축액, 냉면베이스, 치킨농축액, 우동베이스 등	40,558	(0.9)
		기타	3,193,039	(71.6)
		합계	4,459,638	(100)

* 2020년 식품 등의 생산실적, 식품의약품안전처. 2021.07.29 발간

1) 조미식품(소스류)의 출하 규모 현황임

2) 백만 원 기준으로 작성한 가운데, 합계 값 일의 자릿수에 다소 오차가 발생할 수 있음

3) 2020년 식품 등의 생산실적 기준 조미식품 국내 출하액 기준 10위는 (주)한주이나 주요 품목이 소스류에 포함되지

않아 제외 후, 11위 업체 제시

□ 국내 생산 유통 마요네즈 현황

제품명	오뚜기 골드 마요네즈	오뚜기 후레시 마요네즈	오뚜기 논콜 마요네즈	오뚜기 올리브유 마요네즈
사진				
가격(용량)	4,050원(500g)	2,090원(500g)	4,040원(500g)	2,980원(300g)
식품유형	마요네즈	마요네즈	소스	마요네즈
유통기한	8개월	8개월	8개월	8개월
품목보고번호	2001044505524	2001044505525	2001044505569	20010445055106
판매원	(주)오뚜기	(주)오뚜기	(주)오뚜기	(주)오뚜기
제조원	(주)오뚜기	(주)오뚜기	(주)오뚜기	(주)오뚜기
제품특징	고소한 풍미를 강조한 오뚜기 대표 마요네즈	골드 마요네즈를 리뉴얼한 제품으로 보다 산뜻한 풍미	오뚜기 마요네즈의 고소한 맛은 그대로 살리면서 콜레스테롤을 없앴 제품	스페인산 올리브유가 가미된 마요네즈, 향긋한 맛과 향이 은은히 배어있는 제품

제품명	잇츠베러마요	청정원 고소한 마요네즈	피코크 마요네즈	오뚜기 올리브유 마요네즈
사진				
가격(용량)	5,500(245g)	2,690(300g)	2,580원(300g)	6,000원(240ml)
식품유형	소스(살균제품)	마요네즈	소스	마요네즈
유통기한	제조일로부터 6개월	8개월	실온, 12개월	제조일로부터 5개월
품목보고번호	199903641581261	19800347002184	200504150202863	19910443029408
판매원	(주)더플랜잇	(주)대상	(주)이마트	(주)초록마을
제조원	(주)진성에프엠	대상(주)기흥공장	(주)시아스	(주)삼진푸드
제품특징	새콤한 뒷맛, 계란대신 대두와 약콩을 볶아 사용, 합성보존료 무첨가, 비건인증 마요(국내 유일 비건인증)	콩기름 사용	고소하고 담백한 맛으로 느끼하지 않는 마요네즈 제품	유기농대두유 사용

제품명	하티스푼 유자마요	혼신마켓 명란마요네즈	마켓컬리 명란 마요네즈
사진			
가격(용량)	2,970원(150g)	6,500(200g)	(140g)
식품유형	마요네즈	소스	소스
유통기한	제조일로부터 10개월	30일	제조일로부터 2개월
품목보고번호	200004430423375	2016003389714	1999012821082
판매원	(주)원일식품	(주)혼신마켓	(주)컬리
제조원	(주)원일식품	(주)혼신마켓	대경에프앤비(주)
제품특징	유자과즙 함유, 대두유	명란 마요네즈	저온숙성, 명란과 불향 느끼함 덜함

□ 수입 마요네즈

제품명	하인즈 굿 마요네즈(오리지널)	큐피 마요네즈	초سن푸드 클래식마요
사진			
가격(용량)	4,900~6,990(500ml)	5,600원(350g)	12,690원(710ml)
식품유형	마요네즈	마요네즈	소스
유통기한	제조일로부터 15개월	-	-
수입원	(주)그래프트하인즈코리아	매크로통상(주)	(주)코스트코코리아
원산지	뉴질랜드	일본	미국
제조원	뉴질랜드 방목달걀 사용 무드러운 맛과 깔끔하고 고소한 향이 특징	일본 시장 점유율 1위, 계란노른자, 식초 사용으로 진한 고소함과 깔끔한맛	아보카도 마요네즈
제품특징	고소한 풍미를 강조한 오뚜기 대표 마요네즈	골드 마요네즈를 리뉴얼한 제품으로 보다 산뜻한 풍미	오뚜기 마요네즈의 고소한 맛은 그대로 살리면서 콜레스테롤을 없앤 제품

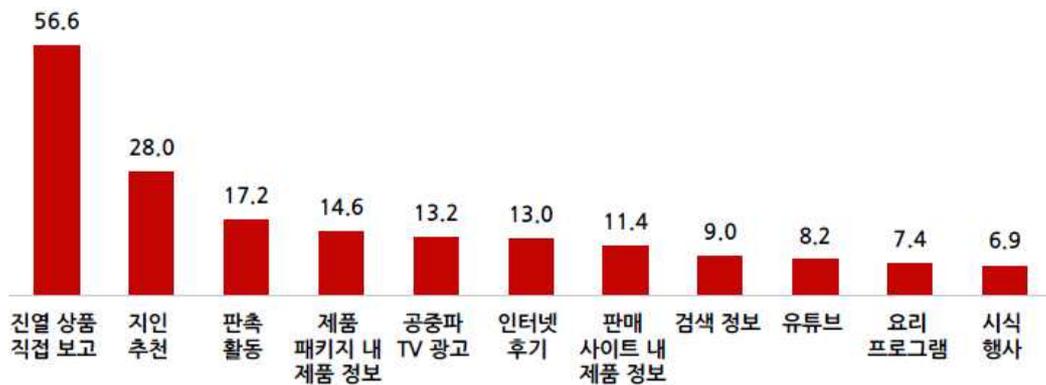
□ 전통적소스류(토마토케첩/마요네즈/머스터드) 구입 및 취식 행태

○ 정보 수집 경로

- 토마토케첩/마요네즈/머스터드 등의 전통적 소스에 대한 정보는 매장 내진열 상품(56.6%)을 통해 알게 되는 경우가 가장 많았으며, 이어서 주변 지인(28.0%), 판매사원의 판촉 활동(17.2%) 등을 통해 제품 정보를 얻고 있음
- 세부 유형별로 살펴보면, 상대적으로 마요네즈는 주변 지인을 통해 마요네즈 관련 정보를 습득하는 경우가 많았으며, 머스터드는 인터넷 검색, 판매 사이트 내 정보, 유튜브 먹방 채널 등 인터넷을 통한 정보 수집 비중이 높은 특성을 보임
- 이는 최근 들어, 갈지 않은 겨자씨를 식초, 설탕, 소금 등으로 양념해 만든 홀그레인 머스터드를 활용한 음식이 유튜브, 인터넷 블로그 등에 많이 언급되었기 때문임

<토마토케첩/마요네즈/머스터드 정보 수집 경로>

(Base: 전통적 소스 최근 구입자, n=288, 단위: %)



- 1) 주요 데이터 기준으로 작성함
- 2) 그 외 케이블 TV(4.8%), SNS(3.2%), 지면광고(2.1%), PPL(2.1%), 기업체 홈페이지(1.9%) 순으로 나타남

<토마토케첩/마요네즈/머스터드 정보 수집 경로>

(Base: 전통적 소스 최근 구입자, n=288, 단위: %)

구분	(Base)	진열 상품 직접 보고	지인 추천	판촉 활동	제품 패키지 내 제품 정보	공중파 TV광고	인터넷 후기	판매 사이트 내 제품 정보	검색 정보	유튜브	요리 프로그램	시식 행사
전통소스 전체	(288)	56.6	28.0	17.2	14.6	13.2	13.0	11.4	9.0	8.2	7.4	6.9
토마토 케첩	(185)	55.7	28.1	16.8	13.0	10.8	11.9	11.4	7.0	8.1	7.0	8.1
마요네즈	(142)	57.7	33.1	17.6	16.9	15.5	13.4	9.9	9.9	7.0	9.2	7.0
머스터드	(51)	56.9	13.7	17.6	13.7	15.7	15.7	15.7	13.7	11.8	3.9	2.0

2021 가공식품 세분시장 현황(소스류)

○ 구입장소

- 토마토케첩/마요네즈/머스터드를 주로 구입하는 채널은 대형마트 (38.4%), 동네가게/슈퍼마켓(23.5%), 대형마트 기반의 온라인몰(10.8%) 순으로 나타나며, 세부 유형별로 주구입 채널에 있어 큰 차이를 보이지 않음

<구입장소>

(Base: 전통적 소스 최근 구입자, n=288, 단위: %)



- 1) 주요 데이터 기준으로 작성함 / 5% 이상 값만 제시
- 2) 세부 소스별 데이터는 1순위를 기준으로 작성함
- 3) 그 외 창고형 매장(3.4%), 온라인 쇼핑몰(2.6%), 소셜커머스(2.6%), 새벽배송/신선식품 배송업체(1.9%) 순으로 나타남

○ 구입요인

- 토마토케첩/마요네즈/머스터드 구입시 가장 중요하게 고려하는 요인은 맛(28.3%)이며, 이는 이전부터 먹었던 익숙한 맛으로 해석될 수 있음. 대체로 해당 제품의 경우 판촉 행사와 관계없이 본인이 선호하는 특정 브랜드를 무의식적, 습관적으로 구매하는 경향이 있어, 주로 구입하는 브랜드에 대해 입맛이 길들여져 있을 가능성이 있음
- 이어서, 토마토케첩/마요네즈/머스터드 구입에 영향을 미치는 요인은 적당한 가격 (14.6%), 긴 유통기한(8.7%), 좋은 재료/원료 사용(8.5%) 순으로 나타남. 세부 유형별로 살펴보면, 토마토케첩의 경우 브랜드/제조사 신뢰성(11.9%)을 중요하게 생각하여 구입하며, 마요네즈는 판촉행사 여부에 대한 고려, 머스터드는 구입 용이성에 대한 고려가 상대적으로 높게 나타남

(3) 국외 기술수준 및 시장 현황

□ 비건(Veagan) 해외 식품시장 동향

- 최근 동물복지 및 환경보호 또는 건강 문제에 대한 관심이 높아짐에 따라 전 세계적으로 채식 및 비건식을 따르는 인구가 증가하고 있음
 - 국제 채식인 연맹(international Vegetarian Union, IVU)은 전 세계 채식인구를 1억 8,000명(2017년 기준)으로, 추산하고 있으며, 이중 모든 동물성 음식을 먹지 않는 완전 채식주의자인 ‘비건(vegan)’인 약 30%인 5,400만 명 정도에 이룸
- 특히 북미, 유럽 및 아시아 태평양 지역은 비건 인구 비율이 높은 경향을 보임
 - 미국, 호주, 영국, 뉴질랜드, 스웨덴, 캐나다, 이스라엘, 아일랜드, 오스트리아 및 독일은 전 세계에서 가장 높은 비율의 비건 인구를 보유하고 있음

<전 세계 비건 식품 시장 규모>



- 그랜드뷰리서치 보고서에 따르면, 전 세계 비건 식품시장 규모는 2018년 126억 9천만 달러였으며, 2019년에서 2025년까지 연평균 9.6%의 성장률을 기록한 240억 6천만 달러에 달할 것으로 예상됨
- 전 세계적으로 급증하는 비건 인구가 시장을 주도하고 있으며 식물기반(plant-based) 제품의 건강상의 이점에 대한 인식이 높아짐에 따라 시장 성장이 가속화되고 있음
- 이러한 비건식품에 대한 관심은 부유한 국가에서 호황을 누리고 있으며, 전 세계 유명 인사들이 완전채식주의(veganism)을 주장하고 있음
 - 시장조사 기관인 닐슨(Nielsen)에 따르면, 미국의 “식물기반(plant-based)”식품 판매량은 2018년 6월까지 20% 증가하였고, 이는 동일기간 전체식품 성장의 10배에 달하며 전년도 비건 식품 성장의 2.5배 빠른 수치로 나타남
- 2018년 6월까지 미국에서 비건식품 판매가 전체 식품 판매보다 10배나 빠르게 증가하였고, 거대한 식품회사들은 이러한 기류를 타고 비건 라인을 구축 혹은 신생회사를 매입하거나, 두 가지 모두를 추진하기도 함

○ 미국 베지테리언 식품시장

- 2016년 미국 비(非)육류제품(Free from meat; 육류가 포함되지 않은 식품) 시장은 10억 5,450만 달러(한화 약 1조, 1,773억원)이며 2012~2016년간 연평균 약 5.1%의 성장률을 기록함
- 식품전문 매체인 뉴홈내추럴미디어(New Hope Natural Media)는 미국 베지테리언 식품시장의 성장배경을 건강에 대한 관심으로 지목하였음. 베지테리언 식품 소비자들의 35%는 건강을 이유로 구입하는 것으로 집계되었으며, 그 외에 동물보호(23%), 체중감량(12%), 환경보호(11%) 등이 주요 구입 목적으로 나타남
- 2016년 발표된 미국 여론조사기관 해리스 폴(Harris Poll)의 자료에 따르면, 미국 성인 인구 2억 4,500만 명 중 3.3%인 약 8백만 명이 베지테리언으로 집계됨. 베지테리언 중 절반은 동물성 식품을 일체 섭취하지 않는 비건(Vegan)으로 추정
- 미국 성인의 37%는 외식할 때 채식메뉴를 선택하는 것으로 나타남. 채식을 건강한 식사로 인식하는 소비자들이 증가하면서 채식과 관련된 외식산업 역시 성장하는 추세임.
- 시장조사기관인 민텔(Mintel)에 따르면, 미국의 육류 대체식품시장은 2012년 5억 1,300만 달러에서 2014년 기준 5억 5,300만 달러(한화 약 6,210억원) 규모로 성장. 미국 농무부(USDA) 자료에 의하면 미국의 1인당 육류 및 가금류 소비량이 2007년 221.6lb (파운드)로 약 9% 이상 감소한 것으로 나타남
- 미국에서 채식주의에 대한 관심이 높아지고 채식이 건강에 이롭다는 인식이 확산되면서 외식산업계도 이를 반영하기 시작함. 미국의 패스트푸드 체인 타코벨(Taco Bell)은 동물성 식재료(고기, 크림, 치즈 등)를 일체 사용하지 않는 비건(Vegan)메뉴를 출시함. 2015년, 타코벨은 미국채식협회(AVA)가 인증한 최초의 채식 패스트푸드 체인점으로 선정
- 특히 베지테리언 식품 전문판매점이 아니더라도 월마트(Walmart), 타겟(Target), 크로거(Kroger) 등의 슈퍼마켓 체인을 통한 유통이 보편적임. 특히 미국의 대형 슈퍼마켓은 베지테리언 제품을 별도로 판매하는 코너가 마련되어 있음.
- 세계 최대 온라인 쇼핑 플랫폼 아마존(Amazon)에서는 베지테리언(Vegetarian) 식품, 비건(Vegan) 식품을 불류하여 판매하고 있음. 온라인 쇼핑몰에서는 일반 매장에서 구하기 어려운 제품의 구입이 용이함
- 특히, 연령대별로 18~34세 베지테리언 인구 비율이 높는데 이는 젊은 세대들이 기성세대보다 온라인 매체 등을 통해 채식주의에 대한 많은 정보를 취득하기 쉽고, 베지테리언 식품을 제조 및 유통하는 기업들이 많아지면서 과거보다 쉽게 베지테리언 식품을 인터넷 쇼핑, 마켓 등에서 구입할 수 있게 되었기 때문이라고 분석함

○ 독일 베지테리언 식품시장

- 유럽 내 최대 채식 식품 시장인 독일은 전체 인구의 9%인 약 800만명이 채식 인구로 추정되며, 이중에서도 비건(vegan)인구가 약 130만 명으로 추산됨
- 2015년 독일의 베지테리언 식품 매출액은 4억 5,400만 유로(한화 약 5, 690억 원)이며 독일채식협회(Vebu)에 따르면, 독일의 베지테리언 식품 매출액은 계속해서 증가추세에 있으며 증가폭 또한 점차 확대되고 있음

<독일 베지테리언 식품 매출액 및 증가율>

(단위: 백만유로, %)

년도	매출액	증가율
2011	224	7.7
2012	256	14.3
2013	301	17.6
2014	361	19.9
2015	454	25.9

* 출처 : 독일채식협회(Vebu)

- 스탓티스타(Statista)에 따르면 2011년부터 2015년까지 독일에서 출시된 베지테리언 식품의 수는 총 1,672개로 집계됨. 가장 많이 출시된 베지테리언 식품은 육류 대체식품으로 5년 동안 410개의 제품이 출시됨.

<독일의 베지테리언 식품 출시 현황>

분류	육류 대용물	채소 페이스트	스낵/ 시리얼	감자 스낵	간편 조리식	제과류	베이킹 재료	기타
개수	410	239	149	141	138	127	121	347

* 주: 조사기간은 2011-2015년

* 출처: Statista

- 독일채식협회 조사에 따르면 독일의 베지테리언 수는 약 780만 명이며 이 중 완전채식주의를 따르는 '비건(Vegan)' 인구가 약 200만 명이며, 독일채식협회는 해마다 비건 인구가 더욱 빠르게 증가할 것이라고 전망
- 시장조사기관인 TNS는 2015년 독일 인구 중 56%가 육류를 적게 섭취하려고 노력하는 '플렉시테리언(Flexitarian)' 범주에 속한다고 발표함. 플렉시테리언 인구가 점차 채식주의로 이동하면서 향후 베지테리언 시장이 더욱 확대될 것으로 전망하고 있으며 채식주의를 지향하는 사람들은 주로 건강에 대한 관심과 동물보호, 환경보호 등의 이유로 채식주의를 시작함
- 독일채식협회에 따르면, 베지테리언 식품을 긍정적으로 인식하는 소비자들이 계속해서 증가하는 추세이며 주로 젊은 연령층에서 베지테리언 식품과 채식주의에 높은 관심을 나타낸다고 보고하였음

○ 영국 베지테리언 식품시장

- 2016년 영국 비(非)육류제품 시장은 3억 390만 파운드(한화 약 4,410억원)이며 2012~2016년간 연평균 약 9.1%의 성장률을 기록하면서 계속해서 시장이 확대되고 있음
- 영국에서는 2000년대 광우병 발병으로 인한 사망자가 발생한 이후 육식에 대한 부정적 인식이 확산되었고, 이로 인해 베지테리언 식품시장이 꾸준히 성장해 옴
- 영국정부가 2014년 실시한 국민식이영양조사(NDNS)에 따르면, 베지테리언 인구는 성인인구의 약 2.6%, 137만명에 이르는 것으로 나타남

- 채식주의자(vegetarians) 및 비건(vegan)인구는 1,684,000명, 비건식을 따르는 인구는 542,000명으로 10년전 150,000명 대비 360% 증가한 것으로 추산됨

<영국 내 비건 및 베지테리언 인구>



* 출처 : The Vegan Society(2016년 10,000명 대상 조사 기반 추정치)

- 영국 또한 미국과 독일과 마찬가지로 젊은 연령층(15~24세)에서 베지테리언 인구가 가장 많았으며 전체 베지테리언 인구의 42%가 젊은 연령층이었고 65세 이상 베지테리언은 전체 채식주의자의 14%로 나타남
- 인디펜던트(Independent) 신문은 2017년 주목해야 할 식품트렌드로 플렉시테리언(Flexitarian)을 언급하였음. 채소를 다양하게 섭취하여 건강한 삶을 유지하고자 하는 경향에서 비롯되었으며 채식 식품에 대한 관심이 높은 것으로 나타남. 또한 영향력 있는 영국의 유명 인사들은 플렉시테리언 캠페인을 지지하면서 영국인들의 채식주의를 선도하고 있음
- 채식 전문매체인 베그뉴스(Veg News)는 2017년 영국인들이 가장 많이 구입하게 될 품목 중 하나로 식물성 유제품(Plant-based Milk)을 선정하였음. 전문가들은 영국에서 우유와 치즈, 계란 등의 낙농품의 판매가 감소한 반면 식물성 대체 유제품의 성장이 두드러졌다고 발표함
- 최근 베지테리언 소비자의 증가를 고려하여 식물성 단백질을 육류와 동시에 배치하여 판매하고 있으며 베지테리언 식품 구매 고객에게 상품권을 증정하고 채식 제품에 대한 조리법을 함께 제공하는 방식의 프로모션을 진행중임

□ 미국 비건 소스 시장

○ 미국 비건소스(마요네즈) 경쟁제품 분석

<미국 비건소스(마요네즈)>

제품 종류	경쟁제품(제조사)	소비자가격 ²⁾	100g 당 가격	용량	유통기한 ³⁾	주요 성분	포장	원산지	인증
비건 마요네즈	① 오리지널 비거네즈 (팔로우유어하트)	5.69달러 (6,779원)	1.27달러 (1,513원)	448g	8개월	콩 단백질	유리병	미국	Kosher Parve
	② 리듀스 팻 비거네즈 (팔로우유어하트)	5.69달러 (6,779원)	1.27달러 (1,513원)	448g	8개월	유기농 두유 분말	유리병	미국	Kosher Parve
	③ 저스트 마요 (저스트)	5.99달러 (7,136원)	1.43달러 (1,704원)	420g	15개월	완두 단백질	플라스틱 병	미국	(-)
	④ 클래식 비건 마요 (쇼즌푸드)	9.49달러 (11,306원)	2.82달러 (3,360원)	336g	8개월	유기농 아쿠아피바, 피바콩 단백질 분말	유리병	캐나다	Vegan.org

* 2020해외시장 맞춤 조사(비건소스)

○ 소비자들이 선호하는 비건소스 인증은 글루텐프리 제품, 인증은 논지엠오, 비건, Keto 등을 선호하며, 비건 제품을 찾는 주 소비자 층은 달걀, 생선, 조개 등 음식 알레르기를 앓고 있는 소비자층이 큰 부분을 차지함

<미국 비건소스 바이어 인터뷰>



사진자료: 프레쉬다이렉트, 몰턴윌리엄스, 아이지에이푸드라이너, 랄프스, 비건에센셜스 판매 페이지

미국 (U.S.A) 비건소스 바이어 인터뷰					
AA사	프레쉬다이렉트 (Fresh Direct) 소매업체	몰턴윌리엄스 (Morton Williams) 소매업체	이지에이푸드라이너 (IGA Foodliner) 소매업체	랄프스 (Ralphs) 소매업체	비건에센셜스 (Vegan Essentials) 소매업체
4.62달러 ¹⁾ (5,500원)	취급 제품 평균가 7.99-10.99달러 대비 저렴한 편	취급 제품 3종 대비 저렴한 편	유사 제품 대비 비슷한 가격이나 용량 대비 비합리적	취급 제품 평균가 6.49-6.99달러 대비 저렴한 편	취급 제품 대비 비슷한 편
플라스틱 병	항아리 모양의 플라스틱 용기가 일반적	비건 마요네즈 기준 주로 유리병 사용	재활용이 가능한 플라스틱 병 선호	취급 제품 기준 플라스틱 병 또는 유리병이 일반적	용도에 따라 플라스틱 병 또는 유리병이 일반적
245g	미국 시장 내 12fl oz가 일반적으로 매우 적은 편	취급 제품의 절반 수준, 용량 늘릴 것을 제안	유사 제품 대비 매우 적은 편	일반 소스 평균 기준 적은 편	미국 제품 용량 대비 적은 편
6개월	(-)	평균 1-3년의 현지 제품 대비 짧은 편	여유분을 구매하는 소비자, 6개월은 짧은 편	유사 제품 대비 짧은 편	취급 제품 평균 1년 대비 짧은 편

(*) 현지 경쟁제품 취급 바이어 인터뷰 5개사

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1) 식물성 대체식품 제조를 위한 자료조사 및 맞춤형 천연안심소재 발굴

(1) 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 탐색

□ 문헌조사 및 정보수집

- 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴을 위해 아래의 검색조건에 따라 문헌연구를 수행하였음

<마요네즈의 천연유화소재 관련 문헌 검색 조건>

검색 DB	Google 학술 DB 및 PUBMED DB 활용
키워드	마요네즈 (Mayonnaise or salad dressing) 식품 천연 유화제 (food natural emulsifiers)

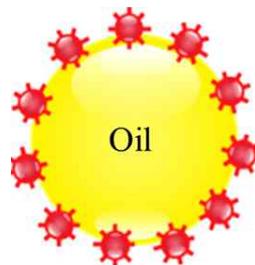
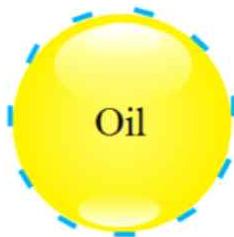
- 문헌연구를 통해 다양한 천연유화소재에 대한 연구결과는 주관 및 공동연구개발기관과 논의를 통하여 비건용, 건강지향형 마요네즈에 적합한 소재를 선정하는데 활용하였음

○ 천연유화소재의 정의 및 종류

: 천연유화소재의 종류로는 크게 다당류, 단백질 등이 있음

① 전분(starch)

- 다당류 중 전분은 분자량이 높은 친수성 바이오폴리머로 글리코사이드 연계를 통해서 연결된 글루코스 단위를 구성하며 시리얼, 뿌리식물 등의 작물에서 주로 얻을 수 있음
- 일반적으로 변성시키지 않은 전분분자는 이상적인 유화제로 사용되기 어려우며 나노 수용체 및 산 가수분해와 같은 방법의 전분 변성의 공정이 필수적으로 필요함
- 변성 전분을 사용하면 유화 성능의 향상, 양호한 계면 특성 및 환경 스트레스에 대한 저항성 측면에서 이점을 제공함

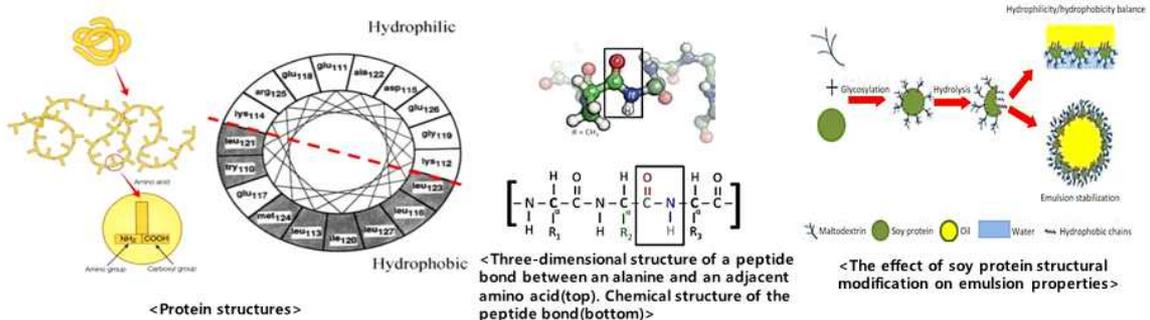


<전분 에멀전과 단백질 에멀전의 구조>

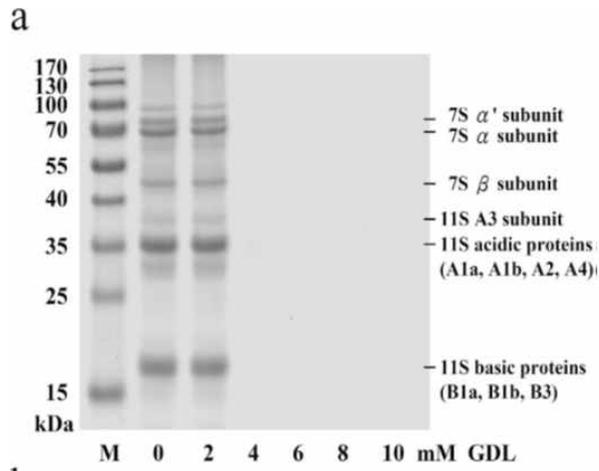
② 단백질

- 단백질은 다른 pH와 염분 농도에서 전기적 특성을 조절하는 폴리 펩타이드 사슬의 음이온, 양이온, 중성 아미노산으로 구성된 amphiphilic 분자임
- Amphiphilic 분자는 양 친매성 분자로 친수성 및 친유성 특성을 모두 가지고 있기 때문에 유화형성에 유리한 구조로 알려져 있음

- 단백질 에멀전은 강력하고 정적인 거부반응으로 인해 물방울 사이에 물리적 장벽을 형성함
- 대표적인 단백질 소재로는 난황과 대두가 있음
- 난황은 마요네즈, 샐러드 드레싱, 베이커리 제품 등 영양성분이 높고 독특한 관능적 특성을 지니고 있기 때문에 가장 많이 쓰이는 동물성 천연 유화소재 중 하나로 알려져 있음
- 난황은 마요네즈와 같은 제품에서 유화액의 안정성을 강화하고 에멀전의 표면에 응집력있는 막을 형성하는 작용을 함
- 또한, 가열시 점탄성을 나타내는 네트워크 구조를 형성함
- 유청 단백질은 대표적인 동물성 유화소재 중 하나로, β -Lactoglobulin과 α -Lactalbumin으로 구성된 food-grade의 GRAS 구상 단백질로 치즈를 만드는 과정에서 얻어진 부산물로 알려져 있음
- 최근에는 유청단백질의 열 변성을 통한 에멀전의 제조에 관한 연구가 많이 진행되고 있음
- 식물성 소재인 대두는 동물성 천연유화소재보다 비용이 더 싸고, 쇠고기 보다 소화, 흡수력(PCAAS)가 더 높고 식물성 단백질 중 필수아미노산의 균형(아미노산 스코어) 또한 가장 높은 것으로 보고되어 그 우수성을 인정 받음
- 건강 기능적 특성으로는 뇌 신경전달 호르몬 생성(이소플라본), 항암(유방암) 효과, 대장암 유발물질 억제 및 전이 억제 효과, 피부노화 예방 효과 등 건강기능학적으로 매우 우수한 소재로 밝혀져 대표적으로 이용되는 식물성 단백질 소재임
- 대두의 저장 단백질은 glycinin 30%와 b-conglycinin 40%로 구성되어있으며, b-conglycinin은 오일-워터 접촉면의 높은 구조적 안정성 때문에 더 나은 유화 안정제로 여겨져 옴
- 대두 단백질이 안정화된 에멀전에서 장기간 보관 시 결합에 대한 탁월한 안정성을 보여주었으며 conglycinin성분의 구조적 안정성이 잘 유지됨을 보고함
- 단백질 소재의 유화력 향상을 위한 지방질 제거를 통한 단백질의 개선 필요성이 대두되고 있음



<단백질의 구조 및 유화기작>



<대두 단백질의 패턴>

○ 합성 유화제 및 천연 유화제의 정의, 종류 및 문제점

- 유화제란 물과 기름과 같이 서로 혼합되지 않는 두 종류의 물질을 안정하게 혼합시켜 장시간 유화상태를 가능하게 해주는데 이는 분자내의 친수성기와 친유성기가 존재하기 때문에 유화기능을 가짐
- 식품유화제는 화학적합성에 의해 제조되는 합성유화제와 천연소재의 천연유화소재로 구분할 수 있음
- 식품산업에서 사용할 수 있는 유화제에는 단백질, 다당류, 인지질 및 합성 유화제의 종류들이 있음
- 이러한 유화제는 대표적으로 아이스크림, 기능성음료, 제빵, 초콜릿, 두부, 식물성 마요네즈 등 다양한 식품가공분야와 의료분야에서 널리 사용되고 있음.
- 합성유화제에는 모노글리세린 지방산 에스터, 폴리글리세린 지방산에스터, 자당 지방산에스터, 폴리소르베이트, 솔비탄지방산에스터, 스테아릴 젯산 나트륨 등이 사용되는 것으로 알려져 있음
- 합성유화제의의 국내 일일 허용기준치는 ADI는 0~125mg/kg, 자당지방산에스터 0~30mg/kg, 프로필렌글리콜지방산 에스터는 0~20mg/kg, 폴리옥시 에틸렌 소르비탄 지방산에스터(폴리소르베이트류)는 0~25mg/kg로 규정되어 있음. 이는 대부분의 합성 유화제는 화학물질로 인체 내에서 분해나 제거되지 않고 축적되는 경우가 있으며, 인체 내 성분과 상호 반응할 가능성이 있어 문제시되고 있음
- 천연 유화제의 종류에는 단백질, 다당류, 인지질을 이용한 천연소재에서 유래한 유화제가 존재함
- 또한 최근에 여러 연구결과에서 합성유화제의 여러 안전성 문제점이 대두되고 있으며, 대표적으로 2015년 네이처지에서 발표된 연구에서 합성유화제가 장점액층의 두께가 얇아지며 장내미생물에 악영향을 주어 체중증가, 포도당 대사 문제, 염증성 장질환 등을 일으키며 만성 염증 및 대사증후군을 일으킨다고 보고함
- 현재 대표적인 천연유화제로는 난황 레시틴, 대두 레시틴으로 알려져 있으나 식품산업에서 소비자들의 클린 라벨 요구가 늘어나면서 천연물로 대체하거나 천연성분으로 제품을 만들기 위한 노력이 계속되고 있음

- 레시틴은 가장 많이 사용되는 천연소재로 서로 다른 머리 및 꼬리 그룹을 가진 인지질 (포스파티딜레타놀아민, 포스파티딜리노시톨)과 삼각세리드, 당지질 및 스테롤의 혼합물로 구성됨
- 레시틴은 물에 잘 용해되며 콜로이드 분산액을 형성하면서 수용성기에 쉽게 분산될 수 있으며, 친수성 및 소수성 그룹을 포함하고 있기 때문에 물속의 유체의 안정성이 좋음
- Bai et al. (2016) 의 연구에 따르면 천연 유화소재인 유청단백질, 아라빅검, quilaja 사포닌, 대두 레시틴 등이 oil in water 에멀전에서 나노 에멀전의 형성이 가능하였고 유화제 농도가 증가함에 따라 입자의 크기가 감소함을 확인함

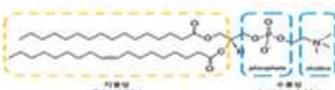
합성 유화제

- 모노글리세린 지방산 에스터
- 폴리글리세리 지방산에스터
- 자당 지방산에스터
- 폴리소르베이트
- 술포탄지방산에스터
- 스테아릴 젯산 나트륨



천연 유화제

- 난황 레시틴
- 대두 레시틴



<레시틴의 기본구조>

<합성 유화제 및 레시틴>

○ 유화제의 국·내외 시장 조사

- 세계의 식품 유화제 시장은 2018년 29억 달러에서 2023년 37억 달러로 확대될 것이며 2018~2023년 연평균 성장률(CAGR) 5.1%로 보고함
- 대륙별 유화제 시장 변화 예측에 따르면 유화제 시장은 2016년에는 유럽지역이 크지만 2021년에는 아시아 및 태평양권의 식품 유화제 사용이 증가할 것으로 전망함
- 국내의 유화업체들은 세계시장에서 어느정도 입지가 있는 것으로 보고되고 있으며, 해외의 수출전망 또한 밝은 것으로 평가받고 있음
- 최근 국제적인 추세에 맞추어 국내에서도 천연유화소재에 대한 연구는 시작단계에 있지만 매우 소규모로 한정적으로 이루어져 연구개발이 미비한 상태로 아직은 낮은 수준



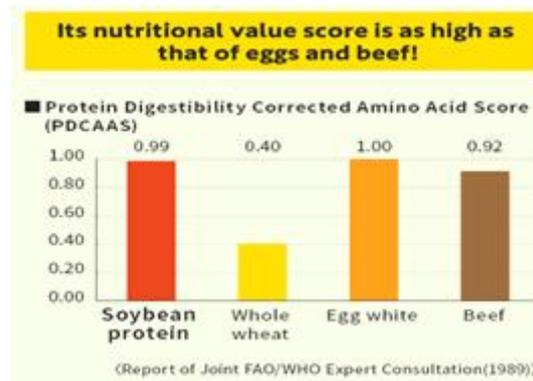
Type of Ingredients	China	Hong Kong	Indonesia	Malaysia	Philippines	Singapore	Thailand	Vietnam	Australia
China Lipids	78,979	1,837	14,823	2,261	4,154	1,875	1,849	1,191	23,872
China Protein	185,443	1,788	37,371	6,891	8,944	1,877	4,872	4,873	12,342
China Vitamins	54,545	1,063	7,948	1,624	8,242	284	8,418	5,106	12,164
Emulsifiers/Co-emulsifiers	76,880	1,560	16,606	2,303	6,720	779	4,440	2,224	10,193
Oil & Fats	13,328,788	102,357	2,400,132	1,068,352	916,545	78,367	798,426	745,425	937,245
Flavors	183,131	1,387	16,144	3,485	11,838	757	16,540	8,188	15,723
Flavor Enhancers	896,125	1,885	488,254	3,789	26,918	1,639	122,340	79,909	10,612
Flours	14,399,038	127,838	2,357,987	273,238	612,337	96,416	332,201	781,420	948,828
Milk	28,592,174	184,181	1,138,548	479,254	341,879	148,368	1,347,964	1,299,317	3,468,273
Modified Flour	87,836	1,871	12,831	3,821	3,322	427	2,887	3,458	10,148
Proteins/Protein Derivatives	29,799	462	4,342	1,085	1,325	288	1,888	362	2,712
Proteins	336,178	3,221	20,413	10,870	11,337	1,748	17,283	12,074	27,888
Starches	146,628	1,853	19,546	5,200	8,173	1,924	6,340	19,740	21,894
Sweeteners	12,825,221	148,848	1,315,012	370,350	1,831,531	77,318	741,263	678,115	781,735
Vitamins & Derivatives	18,859	344	3,549	887	1,149	185	1,477	1,747	6,978

Note: figures are rounded to the closest decimal

<유화제의 국·내외 시장>

□ 합성 및 동물성 유화소재 대체를 위한 천연유화 소재 탐색

- 현재까지 다양한 식물성 단백질 및 유지성분 또는 저지방 유단백, 변성전분 등을 이용한 유화소재에 관한 연구가 진행되고 있음
- 천연 유화소재 중 다당류인 전분을 사용하는 방법은 산가수분해 등 변성을 시키지 않고서는 유화소재로 사용하기 적합하지 않음. 따라서, 천연유화소재로 단백질을 이용하고자 함
- 단백질을 이용한 천연유화소재로는 난황, 유청단백질, 대두단백질이 식품 산업에서 가장 많이 사용되는 것으로 알려져 있음
- 난황과 유청단백질은 동물에서 유래된 동물성 천연유화소재로, 본 과제에서의 식물성 유화소재로 사용하기에는 적합하지 않음. 따라서, 문헌 조사를 통한 기존의 연구사례를 통하여 동물성 유화소재를 대체하기 위해, 단백질 소재인 대두의 사용이 적합함으로 사료됨
- 단백질이 풍부한 다양한 대두소재의 탐색을 통해 천연 유화소재로 활용하고자 함



<대두 단백질의 영양학적 우수성>

○ Reference

1. Xia, T., Xue, C., &Wei, Z. (2021). Physicochemical characteristics, applications and research trends of edible Pickering emulsions. *Trends in Food Science &Technology*, 107, 1–15.
2. Arancibia, C., Riquelme, N., Zúñiga, R., &Matiacevich, S. (2017). Comparing the effectiveness of natural and synthetic emulsifiers on oxidative and physical stability of avocado oil-based nanoemulsions. *Innovative Food Science &Emerging Technologies*, 44, 159–166.
3. Chassaing, B., Koren, O., Goodrich, J. K., Poole, A. C., Srinivasan, S., Ley, R. E., &Gewirtz, A. T. (2015). Dietary emulsifiers impact the mouse gut microbiota promoting colitis and metabolic syndrome. *Nature*, 519(7541), 92–96.
4. Bai, L., Huan, S., Gu, J., &McClements, D. J. (2016). Fabrication of oil-in-water nanoemulsions by dual-channel microfluidization using natural emulsifiers: Saponins, phospholipids, proteins, and polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 61, 703–711.
5. Yang, T., Zheng, J., Zheng, B. S., Liu, F., Wang, S., &Tang, C. H. (2018). High internal phase emulsions stabilized by starch nanocrystals. *Food*

6. X. F. Zhu, N. Zhang, W. F. Lin, and C. H. Tang, "Freeze-thaw stability of pickering emulsions stabilized by soy and whey protein particles," *Food Hydrocoll.*, vol. 69, pp. 173-184, 2017, doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.02.001.,
7. Kiosseoglou, V. (2003). Egg yolk protein gels and emulsions. *Current opinion in colloid & interface science*, 8(4-5), 365-370.

(2) 원료의 규격화를 위한 제품 품질 표준화

□ 식물성 대체 식품 제조를 위한 맞춤형 천연안심소재 규격 품질지표 선정

○ 천연안심소재의 규격화를 위한 품질지표의 선정

- 천연안심소재의 규격화를 위한 품질지표로는 일반성분 중 수분, 조지방함량, 조단백질 함량, 입자크기, pH, 고형분 함량으로 함
- 수분함량의 경우 원료의 미생물 수에 영향을 미치기 때문에 관리가 매우 중요하며, 선정된 천연안심소재의 수분함량의 경우 초임계이산화탄소 처리 후를 기준으로 함. 수분 함량은 3.30%이하, 조지방함량의 경우 두유의 유화 안정성에 영향을 주는 요인 중 하나로 초임계 이산화탄소 처리 후 1.00%이하로 선정하였음. 또한 조단백질함량은 초임계 이산화탄소 처리 후 45.00%이상으로 품질지표를 선정하였음
- 천연안심소재의 입자크기는 60 μ m 이하로 규정하고자하며, 천연안심소재의 입자크기는 분말상태의 대두에서 정제수를 첨가 및 가열하여 두유액을 제조할 때 총 가용성 고형분함량에 영향을 주기 때문에 품질지표로 선정하였으며, 초임계 이산화탄소 처리 공정은 분말입자의 평균 입자크기를 감소시키는 공정이기도 함
- 천연안심소재의 미생물수는 식품 및 식품첨가물공전의 식품별 기준 및 규격에 따라 대장균군은 살균제품에 한해 n=5, c=1, m=0, M=10을 기준, 세균수는 멸균제품에 한해 n=5, c=1, m=0, M=10, 대장균은 비살균 제품에 한해 n=5, c=1, m=0, M=10을 미생물수의 기준으로 함
- 천연안심소재 액상형의 pH는 6~7범위, 총 고형분 함량의 경우 4.5~5g/100g sample로 함

<천연안심소재의 규격화를 위한 품질지표 설정>

대상	품질지표	품질지표 기준
DSF	수분	3.30 % 이하
	조지방	1.00 % 이하
	조단백질	45.00 % 이상
	입자크기	60 μ m 이하
	미생물 수	대장균군 : n=5, c=1, m=0, M=10 (살균제품)
세균수: n=5, c=1, m=0, M=10 (멸균제품)		
대장균 : n=5, c=1, m=0, M=10 (비살균제품)		
DSF-101	pH	6-7
	총고형분 함량	4.5-5 g/ 100g sample

* n:검사시료수, c:최대허용 시료수, m:미생물 허용기준치, M:미생물 최대허용한계치

□ 품질지표에 따른 원료 등급화 및 제품 표준화에 응용

- 원물 표준화 : 원재료 유사종, 원재료의 부위, 원산지, 채취시기, 원재료의 경우, 대두는 품종은 대원콩, 백태를 사용하며. 대두의 저장은 -20°C , 원산지는 국내산, 매년 가을(채취시기)에 생산된 것을 사용함

- 제조공정 표준화
 - 추출장치 : 추출조, 분리조, 가압펌프, 이산화탄소 저장탱크
 - 추출조건 : 대두분말을 시료로 사용하였을 때, 400 bar의 압력조건, 10시간 초임계 이산화탄소 추출조건으로 함
 - 먼저 추출조의 뚜껑을 열고 시료를 투입, 이산화탄소는 실린더로부터 check valve를 거쳐 고압 피스톤펌프(HP pump)에 의해 가압. 이산화탄소 flow rate는 0.06 L/m 로 유량을 공급하였으며 약 30분 이내로 압력을 조절하였음
 - 이산화탄소 공동화 현상을 방지하기 위하여 냉각조(Cooler)를 설치하여 이산화탄소의 기화를 방지함. 가압된 이산화탄소는 역압 조절기(BPR)에 의하여 압력이 조절되었고 압력계(pressure gauge)dp 의해 압력이 측정되었으며 추출조로 이송됨. 추출조의 내용적은 400L이고, 온도는 비례형 온도조절기에 의하여 조절되었으며 추출조로 이송됨. 추출조의 내용적은 1L, 온도는 비례형 온도조절기에 의하여 조절되었으며 열전쌍 온도계(TC)에 의하여 측정됨. 추출조를 통해 대두유를 용해한 초임계 이산화탄소 Micrometering valve를 통해 분리조(seperator)에서 기체 이산화탄소와 추출물로 분리되었음. 그 후 추출조에 탈지된 샘플을 회수하였으며 -20°C 에 보관함
 - 표준화시 고려사항에 따라 원료의 등급화를 위해 품질지표 이상의 함유량을 지닌 소재의 경우 상한치와 하한치 범위를 20% 이내에서 설정함. 품질지표보다 낮은 함유량을 지님으로써 유화형성에 큰 영향을 미치지 않는 상한치와 하한치의 함량 범위로 설정함



초임계 추출 장치

<천연안심소재의 표준화를 위한 품질지표 설정>

항목	고려해야할 항목	대상 소재
원물 표준화시 고려사항	원재료 유사종(정확한 종 확인)	선정된 천연안심소재
	원재료의 부위	
	원산지	
	채취시기 (계절)	
	채취시기 (년생)	
제조공정 표준화시 고려사항	추출용매	
	추출온도	
	추출시간	
	추출 압력	
	원물 입자크기	

(3) 천연유화소재 제조공정 확립

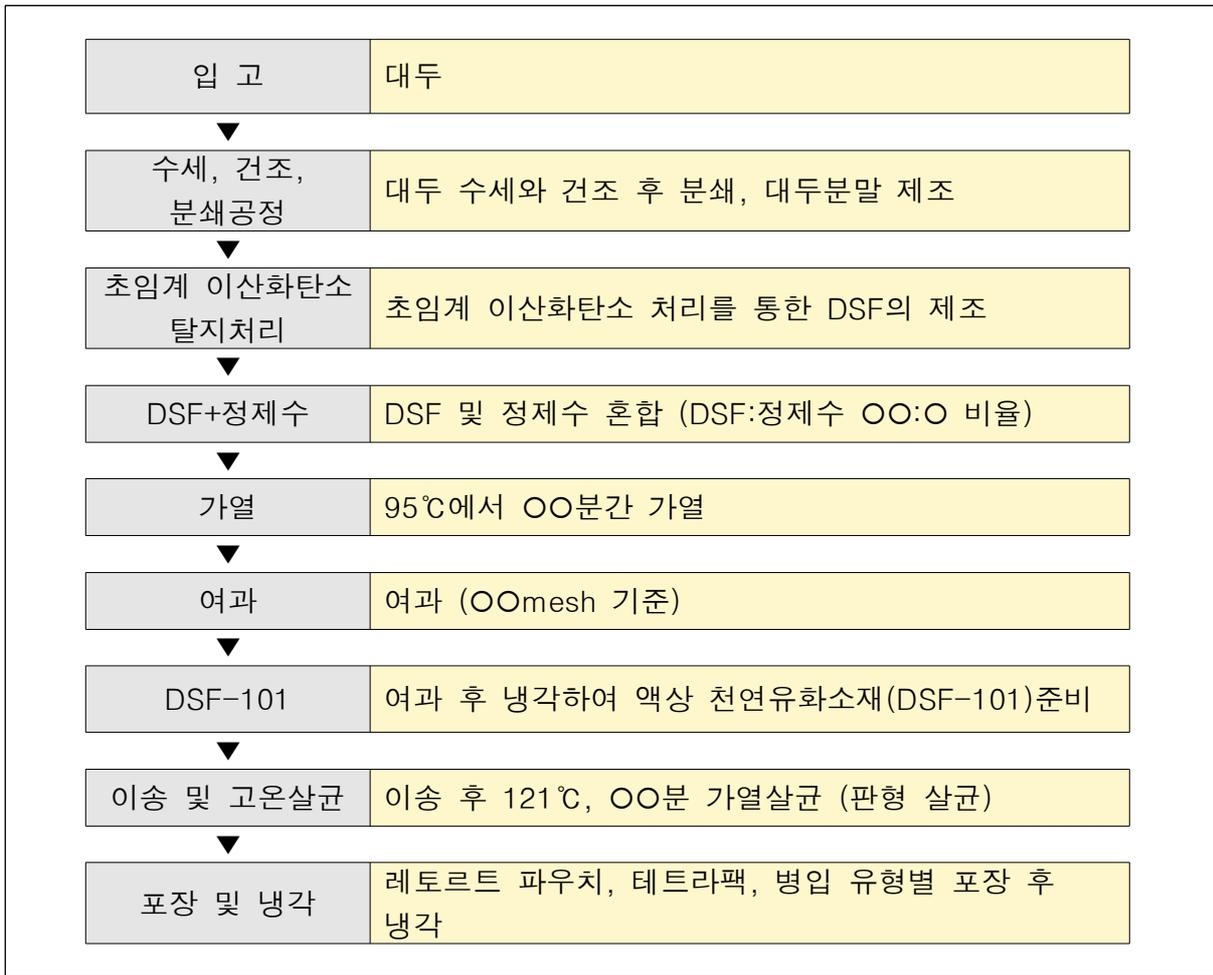
□ 기초 제조공정기술 구축

- 대두 원료 입고 후 수세, 건조, 분쇄공정을 거쳐 대두분말을 제조, 대두분말은 초임계 이산화탄소 처리 공정에 따라 400 bar에서 10시간의 최적 처리 조건에서 초임계추출을 진행하여 DSF를 제조함. 제조한 탈지대두분말은 정제수와 혼합한 후 가열을 하고, 불용성물질을 체를 이용하여 제거하여 액상형태의 천연유화소재를 제조함. DSF-101의 저장성향상을 위해 살균공정을 거친 후 소재로써 사용하기 전 포장단계를 거침

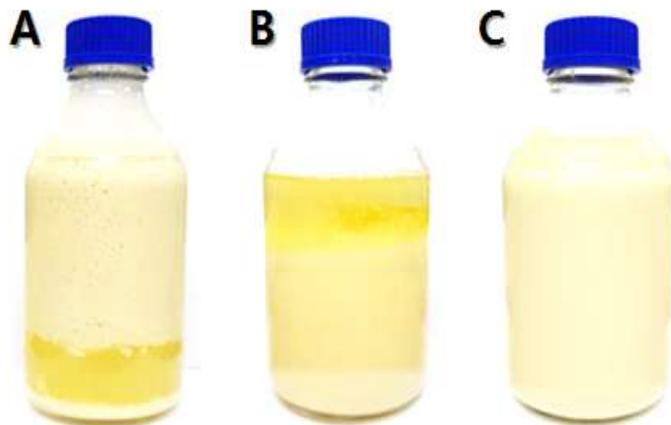
<식물성 천연유화소재의 제조공정도>



<천연안심소재 제조를 위한 단위공정 설명>



○ 초임계 이산화탄소 처리공정을 한 액상 천연유화소재인 DSF-101의 저장성은 5일 후에도 그 유화형성력이 깨지지 않아 우수한 유화안정성을 지니고 있는 것으로 나타나, 천연유화소재로서의 활용이 적합함



<처리방법을 달리한 천연유화소재 분말을 이용하여 제조한 액상 천연유화소재의 5일 후 외관>

(A) 대조구(Whole), (B) n-hexane 처리구, (C) DSF

2) 천연안심소재 선정과 유화안전성 분석

(1) 실험방법

□ 재료

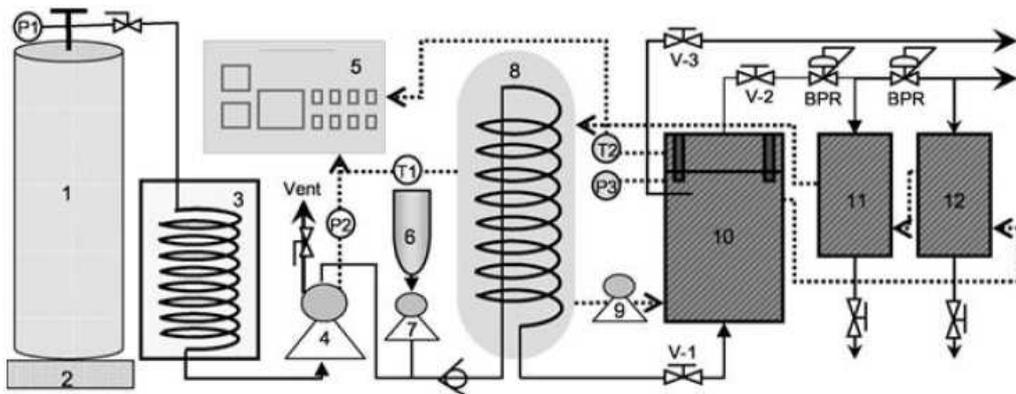
- 본 실험에 사용된 레드 렌틸콩은 2020년도에 생산된 호주산, 서리태는 20년산 국내산으로 한끼농산에서 구입하여 사용하였음. 충청북도 충주시(품종:대원콩)에서 2020년 07월 4품 제에 가공·생산된 것으로 쥐눈이콩과 함께 (주)늘푸른에서 구매하였고 모든 시료는 -20°C 에 보관하며 실험에 사용하였음

□ 선정된 천연유화소재로의 활용을 위한 분말로의 제조

- 레드 렌틸콩과 서리태 분말을 제조하기 위해 원물 500g을 한일 후드믹서(HMF-4050TG)에 넣고 5분간 분쇄, 분쇄된 분말은 표준 체(sieve)를 이용하여 40 mesh로 통과시켜 얻은 것을 사용하였음. 분쇄된 분말은 모두 -20°C 에 보관하며 실험에 사용하였음

□ 선정된 천연유화소재의 유화안정성 개선을 위한 초임계 이산화탄소처리 공정

- 레드 렌틸콩, 서리태, 쥐눈이콩, 대두 분말 500 g을 시료로 사용하였으며 초임계 유체(SC-CO₂) 추출조건은 선행연구와 예비실험을 통하여 60°C 에서 400 bar에서 10시간으로 설정하였음
- 본 실험에 사용한 초임계 유체 추출장치 (ISA-LIS-140126-01, ILSHIN AUTOCLAVE Co., Ltd, Korea)의 모식도를 그림에 나타냈으며, 추출장치는 추출조, 분리조, 가압펌프, 이산화탄소 저장탱크로 구성되어 있음. 추출조, 가압펌프, 이산화탄소 저장탱크는 (주) 일신오토클레이브에서 제작하여 조립한 것을 사용하였음



<초임계 이산화탄소(SC-CO₂) 추출 장치>

Schematic diagram of supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) system; 1, CO₂ cylinder; 2, electronic balance; 3, chiller; 4, CO₂ pump; 5, controller; 6, co-solvent reservoir; 7, co-solvent pump; 8, heating bath; 9, circulation pump; 10, extractor; 11, 1;12, separator 2; V-1, valve 1, V-2, valve 2; BPR, back pressure regulator; dotted lines, water line; solid lines, CO₂ line

- 먼저 추출조(Extractor)의 뚜껑을 열고 대두분말 500g을 투입하였음. 이산화탄소는 실린더(CO₂ gas container)로부터 Check valve를 거쳐 고압 피스톤펌프(HP pump)에 의해 가압되었음. 이 때 이산화탄소 주입부의 공동화 현상을 방지하기 위하여 냉각조(Cooler)를 설치하여 이산화탄소의 기화를 방지하였음
- 가압된 이산화탄소는 역압 조절기(BPR)에 의하여 압력이 조절되었고 압력계(pressure gauge)에 의해 압력이 측정되었으며 추출조로 이송되었음. 추출조의 내용적은 1L이고,

온도는 비례형 온도조절기에 의하여 조절되었으며 열전쌍온도계(TC)에 의하여 측정되었음

- 추출조를 통해 대두유를 용해한 초임계 이산화탄소 micrometering valve를 통해 분리조(seperator)에서 기체 이산화탄소와 추출물로 분리되었음. 초임계 이산화탄소 처리 탈지 대두분말을 회수하여 300g씩 진공 포장하여 -20℃에 보관 및 시료로 사용하였음

□ 선정된 천연유화소재의 유화안정성 개선을 위한 초임계 이산화탄소처리 공정

- 선정된 천연유화소재의 일반성분 분석을 위해 AOAC의 방법에 따라 수분, 조지방, 조회분, 조단백질을 이용하였음. 수분은 105℃ 상압가열건조법으로 산출, 조단백질은 질소 단백질 분석기를 이용하여 Nitrogen determination after Dumas의 방법에 따라 측정하였음. 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정, 조회분은 550℃ 직접 회화법으로 측정하였음

□ 전기영동 분석(SDS-PAGE electrophoresis)

- 선정된 천연유화소재의 단백질을 추출하기 위해 분말 25mg에 증류수 1.5 mL를 넣고 ultrasonicator water bath에서 1시간 동안 초음파 처리한 후 원심분리기(64R Centrifuge, BeckmanCoulter Inc, USA)를 이용하여 13,000rpm에서 20분간 원심분리하고, 상등액을 취하여 샘플로 사용하였음
- 대두추출용액은 용액 1mL에 증류수 2mL를 넣고 희석하여 샘플로 사용하였음. 샘플 10μL와 22μL의 0.1M Tris-HCl(pH7.0)과 혼합한 후에 이어서 8μL의 5배수 sample buffer[60mM Tris-HCl(pH6.8), 20%(v/v)glycerol, 2%(w/v) sodium dodecylsulfate 0.1%(w/v) bromophenol blue, 5%(v/v) 2-mercaptoethanol]를 넣고 30초간 vortexing 한 후, water bath 100℃에서 5분간 열처리하여 원심분리하여 상등액 5μL를 시료로 사용하였음
- Normal gel PAGE 조건하에 전기영동장치(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 수행하였음. Marker로는 DokDo-MARK(cat.No.EBM-1032)를 사용, Normal gel PAGE 조건은 5%(w/v) stacking gel과 12% separating gel로 구성된 1.5 mm-thick PAGE gel을 사용하였음, running buffer(pH 8.3)는 192mM glycine, 0.1% SDS 및 25mM tris(hydroxymethyl) aminomethane으로 구성되었으며, 일차적으로 80V에서 30분간 이어서 120V에서 60~70분간 전기영동을 진행하였음
- PAGE gel은 Coomassie blue(1 g/L)로 염색하였고 10% Isopropanol과 10% Acetic acid를 혼합하여 만든 시약으로 탈색을 2회 진행하여 단백질의 분포를 평가하였음

□ 오일 흡습성

- 오일 흡수력은 2g의 시료에 20 mL의 오일을 가하고 1시간 동안 교반 후 원심 분리기(64R Centrifuge, BeckmanCoulter Inc., USA)를 이용하여 4℃에서 8,000 rpm으로 15분간 원심분리하였음. 원심분리 후 상등액을 제거하여 침전물의 무게를 측정하여 처음 시료량과의 중량비로부터 오일 흡수력을 계산하였음

□ 가용성 고형분 함량

- 0.5g의 시료에 물 30 mL을 넣고 90°C에서 시간별로 water bath에서 shaking 한 후 4000rpm에서 30분간 원심 분리하여 105°C 드라이 오븐에서 상등액을 건조하여 고형분 함량을 계산함

□ 총 폴리페놀함량

- 선정된 천연유화소재의 총폴리페놀 함량은 시료 50에 10배가량의 70% 에탄올을 가하여 추출한 후 이를 여과한 여액을 사용하였음. 여과액 1mL과 증류수 9mL을 혼합한 후 1 mL의 Folin & Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 실온 암실에서 5분간 방치함
- 그 후 7%의 Na₂CO₃ 10 mL과 증류수 4 mL을 첨가한 후 실온 암실에서 2시간 방치하였으며 분광광도계(UV-1800, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였음. 표준곡선은 gallic acid를 표준물질로 0.025, 0.05, 0.1, 0.25, 1mg/mL로 제조하여 흡광도를 측정하였으며 총 페놀 함량은 g gallic acid equivalent(GAE)/kg로 나타내었음

□ 항산화 활성

- 측정은 0.3 M Sodium acetate buffer(pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM Tripydyltriazine(TPTZ), 20 mM FeCl₃·6H₂O을 제조하였음
- 분리 제조된 0.3 M Sodium acetate buffer, 10 mM TPTZ, 20 mM FeCl₃·6H₂O을 10 : 1 : 1(v/v/v) 비율로 혼합하여 준비하여 FRAP 용액을 준비하였다. 그 후 원심 분리한 상층액 50 μL와 FRAP 1.5 mL을 혼합 후 실온 암실에서 30분간 방치한 후 593nm에서 흡광도를 측정하였음. DPPH radical 소거활성은 100 mL 에탄올에 8mg의 DPPH(2,2 Diphenyl-1-picrylhydrazyl)를 용해시켜 여과지로 여과한 후 DPPH 용액 0.9mL과 원심 분리한 상층액 0.1mL을 혼합하여 실온 암실에서 30분 방치 후 517nm에서 흡광도를 측정하였음
- ABTS radical 소거활성은 7 mM ABTS (2,2-azinobis (3-e thylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt 와 2.45 mM Potassium persulphate를 혼합 후 실온 암실에서 16시간 방치 후 ABTS(+) 용액 3.9mL과 원심분리 상층액 0.1mL을 혼합 후 6분간 실온 암실에 방치 후 734nm에서 흡광도를 측정하였음

□ 입도크기

- 천연 유화소재의 입도 크기는 laser-based particle size analyzer (Cilas 1090, Cilas corporate, Orleans, France)로 측정하였으며 Size Export software로 결과를 분석하였음. 각각의 시료는 증류수에 희석하여 즉시 tank에 넣은 후 obscuration이 15%가 되도록 하여 측정하였음. 측정 결과는 De Broucker의 방법에 따라 평균 입자크기로 나타내었음

□ 천연 유화소재의 유화형성 능력

- 유화소재의 유화형성능력은 1g의 시료에 17g의 증류수를 넣고 30초간 homogenizer Wiggerhauser d-500(Wiggerhauser Mashinenbau, Berlin, Germany)로 15,000rpm에서 균질화 시켜 균질화액을 제조하며, 균질액에 17g의 콩기름(오뚜기)를 넣고 15,000 rpm에서 60초간 균질화하여 유화액을 제조함. 유화액을 원심분리기에 넣고 3000rpm에서 5분간 원심분리(Hanil, FLETAS, Gimpo, Korea)하여 전체 높이 대비 유화된 높이로 계산하여 백분율로 나타내었음. 유화형성능력의 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsifying capacity (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Total volume of emulsion}} \times 100$$

□ 천연 유화소재의 유화안정성 분석

- 균질화 시킨 유화액을 95℃ water bath에서 1시간 동안 가열 한 후 30분간 냉각시킨 후 원심분리기(Hanil, FLETAS, Gimpo, Korea)를 이용하여 3000rpm에서 5분간 원심분리 하여 초기 유화층 대비 남아있는 유화층 높이로 계산하여 백분율로 나타내었음. 유화 안정성의 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsifying stability (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Volume of initial emulsified layer}} \times 100$$

□ 유화소재의 거품형성력

- 1g의 시료에 50 mL의 증류수를 가한 후 25℃에서 5분간 균질화하여 거품을 형성시킨 후 메스실리더에 옮겨 거품의 부피를 측정하여 기포력을 구하고 거품형성 60분이 경과한 후 기포 안정성을 측정하였음

□ 유화소재의 색도

- 유화소재의 색도는 표준백색판으로 보정된 색차계 (Minolta CT-310, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) 값을 5회 반복 측정하였음

(2) 합성 및 동물성 유화소재 대체를 위한 천연유화소재 탐색 및 선정

□ 선정된 천연유화소재의 탐색 및 외관

- 합성 및 동물성 유화소재 대체를 위한 선정된 천연유화소재로 레드 렌틸콩, 서리태, 쥐눈이콩, 대두를 선정하였음. 선정된 유화소재의 유화력 향상을 위해 초임계유체 기술을 적용하였음. 선정된 천연유화소재의 초임계처리 전과 후의 외관은 아래 그림에 나타냈음
- 그 결과, 외관상으로 모든 시료는 초임계 이산화탄소 처리 이후 그 색이 밝아지는 경향을 나타내었고, 또한 분말의 뭉쳐짐성이 적어지고, 입자의 크기 또한 감소하는 경향을 나타냈음

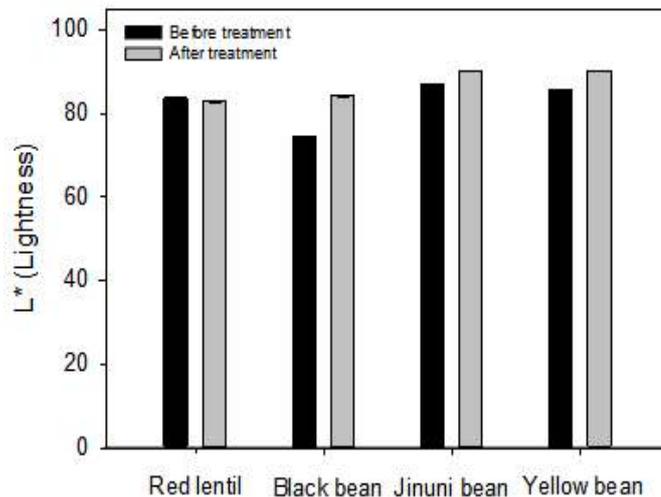


<선정된 천연 유화소재의 초임계 처리 전, 후 외관>

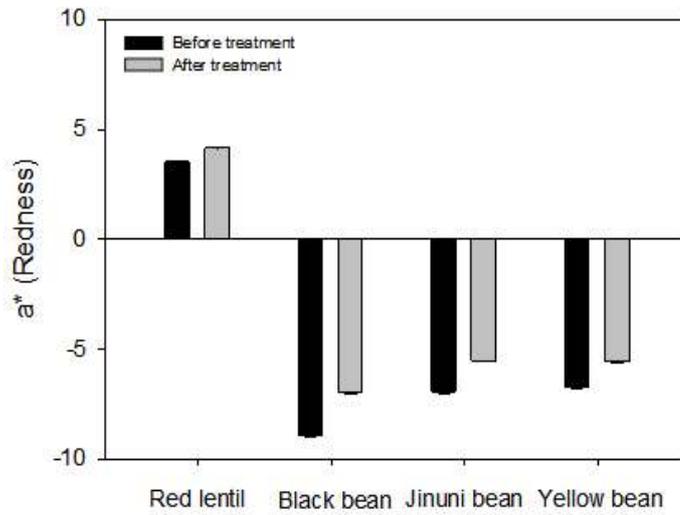
□ 선정된 천연유화소재들의 색도

- 색도 분석결과, 외관으로 확인한 바와 같이 색상의 밝기가 초임계 처리 후 증가하는 양상을 보임. 색도의 측정은 아래 그림을 통해 나타냈음

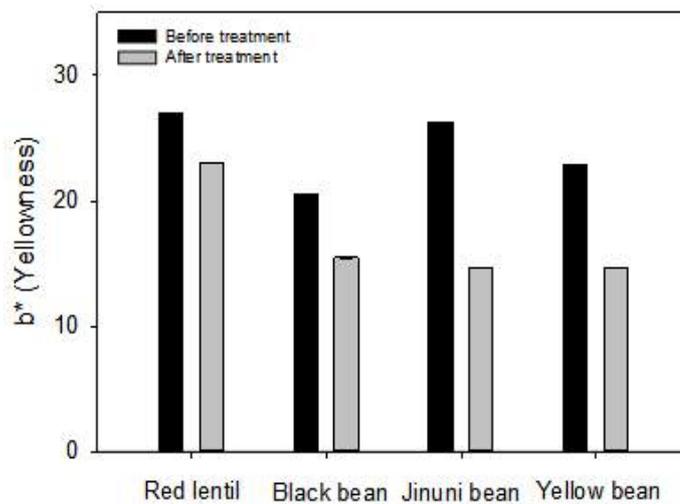
(A)



(B)



(C)



<선정된 천연유화소재의 초임계 처리 전, 후 색도>

(A) L*(lightness), (B) a*(Redness), (C) b*(Yellowness)

- 밝기를 나타내는 L* 값은 초임계 처리 후 모두 증가하였고 적색도를 나타내는 a* 값은 레드 렌틸콩에서 가장 높은 값을 나타내었으며 초임계 처리 후에도 그 값이 증가하여 4.12로 가장 높은 값을 나타냈음
- 서리태와 쥐눈이콩 대두에서도 초임계 처리 후 모두 a값이 증가하였음. 황색도를 나타내는 b값은 초임계 처리 전 모든 시료에서 높은 값을 나타내었고 초임계 처리 이후 모두 감소하였음. 쥐눈이콩과 대두에서 초임계 처리 전후 황색도의 감소가 가장 큰 것으로 나타났음
- 이를 통해 초임계 처리를 통한 지방의 제거로 색도의 변화가 일어남을 예측할 수 있었고 탈지 효과를 색도의 변화로도 확인할 수 있었음

□ 선정된 천연유화소재의 일반성분 분석

- 선정된 천연유화소재의 일반성분 분석을 위해 AOAC의 방법에 따라 수분, 조지방, 조회분, 조단백질을 이용하였음. 수분은 105℃ 상압가열건조법으로 산출, 조단백질은 질소 단백질 분석기를 이용하여 Nitrogen determination after Dumas의 방법에 따라 측정하였음. 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정, 조회분은 550℃ 직접 회화법으로 측정하였음

<천연 유화소재의 초임계 처리 전, 후의 일반성분 분석>

일반성분 분석	레드 렌틸콩		서리태		쥐눈이콩 (서목태)		대두	
	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후
수분 (%)	7.35±0.06	5.06±0.12	9.40±0.61	7.97±0.31	5.68±0.43	3.51±0.13	7.41±0.65	3.30±0.08
조지방 (%)	1.67±0.09	0.31±0.00	17.94±0.05	2.85±0.93	18.38±1.03	2.51±0.01	18.95±0.95	0.51±0.37
조회분 (%)	2.12±0.06	2.95±0.06	4.71±0.10	5.96±0.11	5.79±0.12	7.33±0.32	5.41±0.29	6.26±0.14
조단백 (%)	28.39±0.40	30.37±0.40	40.70±0.26	47.28±0.19	45.93±0.22	55.42±0.46	38.66±0.66	48.93±.82

- 수분의 함량은 초임계 처리 전 시료에서 모두 높게 나타났음. 서리태에서의 수분함량이 9.40 %로 가장 컸으며 쥐눈이콩의 수분함량이 5.68 %으로 가장 낮은 것으로 나타났음. 초임계 처리 후에서도 유사한 경향을 나타내었으나 초임계 이산화탄소 처리한 대두의 수분함량이 3.30 %으로 가장 낮은 것으로 나타났음. 조지방의 경우 초임계 처리전 쥐눈이콩과 대두에서 18.38±1.03 과 18.95±0.95 %으로 가장 높은 지방함량을 나타내었고 레드 렌틸콩은 1.67±0.09 %으로 가장 낮은 지방함량을 나타냈음
- 초임계 처리 후의 지방함량은 서리태와 쥐눈이콩은 2.85 %와 2.51 %로 나타났고 레드 렌틸콩과 대두는 0.31%와 0.51%로 낮은 지방함량을 가졌으며, 초임계 처리를 통한 높은 탈지의 효과를 나타냈음. 조회분의 경우 쥐눈이콩과 대두 5.79%와 5.41%로 가장 높은 함량을 나타내었고 서리태 4.71%, 레드렌틸콩 2.12% 가장 낮은 회분함량을 나타냈음. 초임계 처리 이후에는 지방의 추출로 인해 회분의 함량이 모두 다소 증가하는 것으로 나타났음. 유화의 형성에 중요한 요소 중 하나인 단백질의 함량은 초임계 처리전 쥐눈이콩 45.93 %로 가장 높은 값을 나타내었음
- 이는 식품의약품안전처에서 제공하는 식품영양성분 데이터베이스에서의 쥐눈이콩(검정소립콩)의 42.31%와 유사한 결과이며 다소 높은 값을 나타내는 것은 쥐눈이콩의 재배조건과 품종의 차이로 보임. 대두와 서리태 또한 38.66%, 40.70%로 높은 단백질 함량을 나타내었고 데이터베이스 상의 34.36%, 38.68% 와 유사한 결과임. 레드 렌틸콩의 경우에는 28.39%로 데이터베이스 상의 22% 보다 다소 높은 함량을 나타냈지만 다른 종류보다 낮은 단백질 함량을 나타내었으며 이는 추후의 유화형성능력에 영향을 미칠 것으로 보임
- 초임계 처리 후 모든 시료의 단백질 함량이 증가하였으며, 서리태 대두 쥐눈이콩 순으로 초임계 처리에 따른 높은 단백질 함량을 나타내었음. 따라서, 유화형성에 영향을 미치는 단백질 함량의 증가와 지방함량의 감소를 위해서는 초임계 처리를 통한 탈지 기술의 적용이 필요할 것으로 예상됨

□ 천연유화소재의 영양성분 분석

- (재)하동녹차연구소 식품분석센터에 초임계 처리된 천연유화소재 레드렌틸콩, 서리태, 쥐눈이콩, 대두를 열량, 탄수화물, 수분, 회분, 조단백질, 조지방, 트랜스지방, 포화지방, 당류, 나트륨, 콜레스테롤 등 11종 영양성분 시험을 의뢰하여 분석하였음

<레드렌틸콩>

시험항목	시험결과
열량 (kcal)	372.9
탄수화물 (g/100g)	67.5
수분(g/100g)	5.8
회분(g/100g)	2.1
조단백질(g/100g)	23.7
조지방(g/100g)	0.9
트랜스지방(g/100g)	0
포화지방(g/100g)	0.2
당류(g/100g)	1.3
나트륨 (mg/100g)	3.3
콜레스테롤 (mg/100g)	불검출

<서리태>

시험항목	시험결과
열량 (kcal)	351.8
탄수화물 (g/100g)	41.9
수분(g/100g)	8.6
회분(g/100g)	5.7
조단백질(g/100g)	42.0
조지방(g/100g)	1.8
트랜스지방(g/100g)	0
포화지방(g/100g)	0.3
당류(g/100g)	8.3
나트륨 (mg/100g)	불검출
콜레스테롤 (mg/100g)	불검출

<쥐눈이콩>

시험항목	시험결과
열량 (kcal)	364.1
탄수화물 (g/100g)	38.7
수분(g/100g)	4.6
회분(g/100g)	7.0
조단백질(g/100g)	47.6
조지방(g/100g)	2.1
트랜스지방(g/100g)	0
포화지방(g/100g)	0.5
당류(g/100g)	4.8
나트륨 (mg/100g)	불검출
콜레스테롤 (mg/100g)	불검출

<대두>

시험항목	시험결과
열량 (kcal)	381.0
탄수화물 (g/100g)	45.9
수분(g/100g)	4.5
회분(g/100g)	6.0
조단백질(g/100g)	39.0
조지방(g/100g)	4.6
트랜스지방(g/100g)	0
포화지방(g/100g)	0.9
당류(g/100g)	8.1
나트륨 (mg/100g)	불검출
콜레스테롤 (mg/100g)	불검출



분서확인번호 : 3Q00-G20-4775-DBR

참고용 시험성적서

본 성적서는 식품의약품안전처 「식품·의약품분야 시험·검사 등에 관한 법률」에 따른 것이 아닙니다.

발행번호	R20211109-0008	접수번호	210100423-003
검사완료일	2021-11-09	접수완료일	2021-11-01
제품명	DUF		
(품목)제조번호	음료제조신고번호		
유통·재질·품질명	기타기준규격외		
제조(수입)일	2021-09-01	유통(출시)유지(기한)	
성명	오천호	업체명	[주]에코임의 산골이유식
위탁자	소재지	경상남도 창원군 악양면 장서길 199-8 전화번호: 010-6625-9967 팩스번호: 055-884-7463 전자우편: kimes@1915m.kr	
제조원	업체명	소재지	제조국
시험목적	식품 (기타(참고용))		

시험 항목 및 결과

시험 항목	시험 기준	시험 결과	비고
열량(kcal)	기준없음	372.9	
탄수화물(g/100g)	기준없음	67.5	
수분(g/100g)	기준없음	5.8	
회분(g/100g)	기준없음	2.1	
조단백질(g/100g)	기준없음	23.7	
조지방(g/100g)	기준없음	0.9	
트랜스지방(g/100g)	기준없음	0	
포화지방(g/100g)	기준없음	0.2	
당류(g/100g)	기준없음	1.3	
나트륨(mg/100g)	기준없음	3.3	
클로르테롤(mg/100g)	기준없음	불검출	



분서확인번호 : 2F0W-CLDY-RBCL-20YD

참고용 시험성적서

본 성적서는 식품의약품안전처 「식품·의약품분야 시험·검사 등에 관한 법률」에 따른 것이 아닙니다.

발행번호	R20211109-0008	접수번호	210100423-001
검사완료일	2021-11-09	접수완료일	2021-11-01
제품명	DUF		
(품목)제조번호	음료제조신고번호		
유통·재질·품질명	기타기준규격외		
제조(수입)일	2021-09-01	유통(출시)유지(기한)	
성명	오천호	업체명	[주]에코임의 산골이유식
위탁자	소재지	경상남도 창원군 악양면 장서길 199-8 전화번호: 010-6625-9967 팩스번호: 055-884-7463 전자우편: kimes@1915m.kr	
제조원	업체명	소재지	제조국
시험목적	식품 (기타(참고용))		

시험 항목 및 결과

시험 항목	시험 기준	시험 결과	비고
열량(kcal)	기준없음	351.8	
탄수화물(g/100g)	기준없음	41.9	
수분(g/100g)	기준없음	8.6	
회분(g/100g)	기준없음	5.7	
조단백질(g/100g)	기준없음	42.0	
조지방(g/100g)	기준없음	1.8	
트랜스지방(g/100g)	기준없음	0	
포화지방(g/100g)	기준없음	0.3	
당류(g/100g)	기준없음	8.3	
나트륨(mg/100g)	기준없음	불검출	
클로르테롤(mg/100g)	기준없음	불검출	

레드렌틸콩 영양성분시험성적서

서리태 영양성분 시험성적서



분서확인번호 : PLSA-JQFD-TG00-RCCJ

참고용 시험성적서

본 성적서는 식품의약품안전처 「식품·의약품분야 시험·검사 등에 관한 법률」에 따른 것이 아닙니다.

발행번호	R20211109-0007	접수번호	210100423-002
검사완료일	2021-11-09	접수완료일	2021-11-01
제품명	DUF		
(품목)제조번호	음료제조신고번호		
유통·재질·품질명	기타기준규격외		
제조(수입)일	2021-09-01	유통(출시)유지(기한)	
성명	오천호	업체명	[주]에코임의 산골이유식
위탁자	소재지	경상남도 창원군 악양면 장서길 199-8 전화번호: 010-6625-9967 팩스번호: 055-884-7463 전자우편: kimes@1915m.kr	
제조원	업체명	소재지	제조국
시험목적	식품 (기타(참고용))		

시험 항목 및 결과

시험 항목	시험 기준	시험 결과	비고
열량(kcal)	기준없음	364.1	
탄수화물(g/100g)	기준없음	38.7	
수분(g/100g)	기준없음	4.6	
회분(g/100g)	기준없음	7.0	
조단백질(g/100g)	기준없음	47.6	
조지방(g/100g)	기준없음	2.1	
트랜스지방(g/100g)	기준없음	0	
포화지방(g/100g)	기준없음	0.5	
당류(g/100g)	기준없음	4.8	
나트륨(mg/100g)	기준없음	불검출	
클로르테롤(mg/100g)	기준없음	불검출	



분서확인번호 : 2F0S-20GK-ICDH-YZAW

참고용 시험성적서

본 성적서는 식품의약품안전처 「식품·의약품분야 시험·검사 등에 관한 법률」에 따른 것이 아닙니다.

발행번호	R20211109-0009	접수번호	210100423-004
검사완료일	2021-11-09	접수완료일	2021-11-01
제품명	DUF101		
(품목)제조번호	음료제조신고번호		
유통·재질·품질명	기타기준규격외		
제조(수입)일	2021-09-01	유통(출시)유지(기한)	
성명	오천호	업체명	[주]에코임의 산골이유식
위탁자	소재지	경상남도 창원군 악양면 장서길 199-8 전화번호: 010-6625-9967 팩스번호: 055-884-7463 전자우편: kimes@1915m.kr	
제조원	업체명	소재지	제조국
시험목적	식품 (기타(참고용))		

시험 항목 및 결과

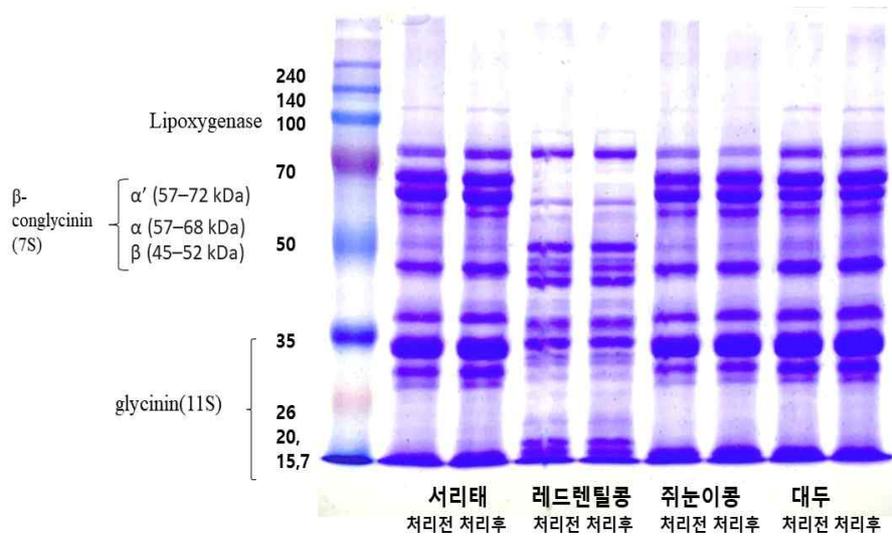
시험 항목	시험 기준	시험 결과	비고
열량(kcal)	기준없음	381.0	
탄수화물(g/100g)	기준없음	45.9	
수분(g/100g)	기준없음	4.5	
회분(g/100g)	기준없음	6.0	
조단백질(g/100g)	기준없음	39.0	
조지방(g/100g)	기준없음	4.6	
트랜스지방(g/100g)	기준없음	0	
포화지방(g/100g)	기준없음	0.9	
당류(g/100g)	기준없음	8.1	
나트륨(mg/100g)	기준없음	불검출	
클로르테롤(mg/100g)	기준없음	불검출	

쥐눈이콩(서목태) 영양성분 시험성적서

대두 영양성분 시험성적서

□ 선정된 천연 유화소재의 단백질패턴 (SDS-PAGE) 분석결과

- 천연 유화소재의 단백질 패턴 분석을 위해 전기영동을 실시한 결과는 아래 그림에 나타내었음

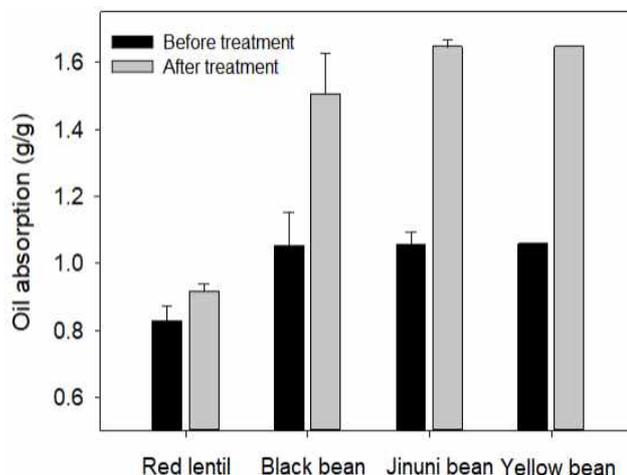


<천연 유화소재의 초임계 처리 전,후의 전기영동을 통한 단백질 패턴 분석>

- 서리태와 쥐눈이콩 대두는 모두 유사한 단백질 패턴을 나타내었음. 레드렌틸콩의 경우에는 다른 소재들과 다르게 60 kDa에서의 단백질 밴드가 나타나지 않았으며 50kDa 부근에서 여러개로 분리된 단백질 밴드가 나타났음. 20kDa에서도 분리된 단백질 패턴을 확인할 수 있었음
- 특히 lipoxigenase를 나타내는 100kDa 부근에서 초임계처리 전후로 모두 나타나지 않았음. lipoxigenase는 콩의 이취를 나타내는 효소로 알려져 있는데, 서리태와 쥐눈이콩 대두는 초임계 처리 후에도 단백질 패턴의 변화가 없었으며 이를 통하여 초임계 이산화탄소 처리가 단백질의 변성을 일으키지 않으며 지방만 제거할 수 있는 방법으로 사료되며, 천연유화소재의 제조에 적합한 탈지 공정으로 사료됨

□ 선정된 천연유화소재의 오일 흡습성

- 천연 유화소재의 오일 흡습성은 아래 그림에 나타냈음

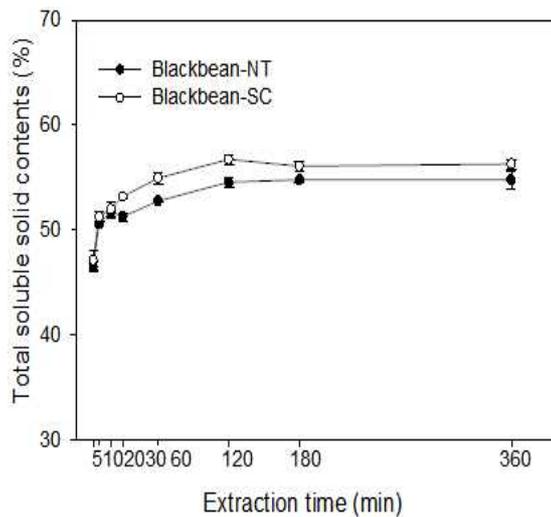
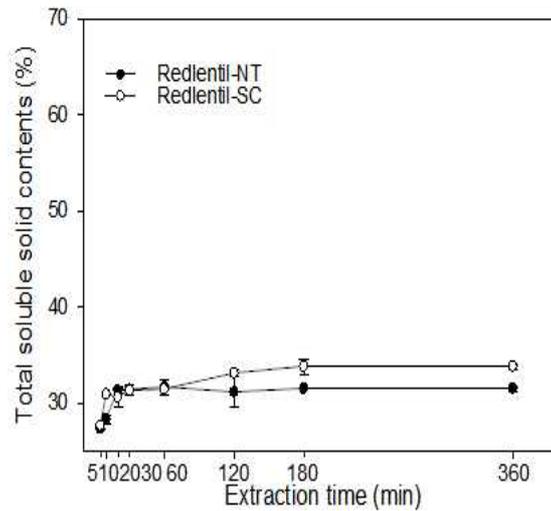


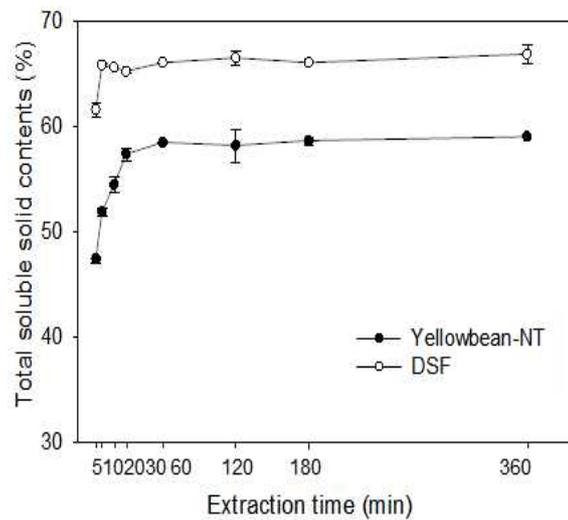
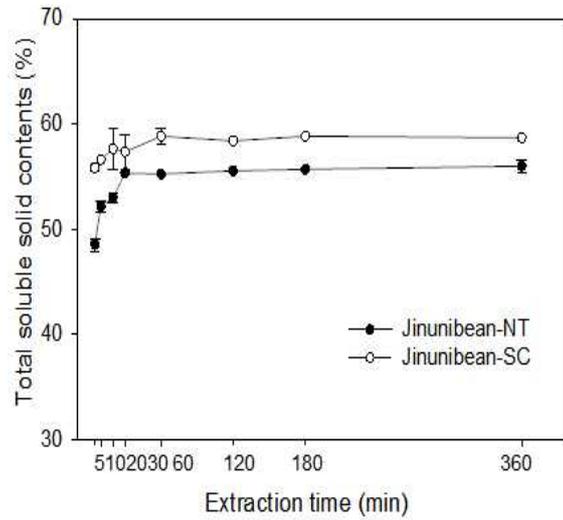
<선정된 천연유화소재의 초임계 처리 전, 후 오일 흡습성 >

- 일반적으로 시료에서의 지방의 제거는 오일의 흡수력을 증가시킨다고 알려져 있음. 레드 렌틸콩에서의 오일 흡수력이 초임계 처리 전, 후로 가장 적게 나타났음. 초임계 처리 전 서리태와 쥐눈이콩, 대두의 오일 흡수력은 유사한 값을 나타내었지만 처리 후에는 쥐눈이콩과 대두에서의 오일 흡수력이 가장 좋은 것으로 나타났음
- 따라서 초임계 이산화탄소 처리를 통한 탈지 공정은 기름 흡수력을 증가시켜 선정된 천연유화소재의 제조에 적합한 공정임을 알 수 있었음

□ 선정된 천연유화소재의 총 가용성 고형분 함량

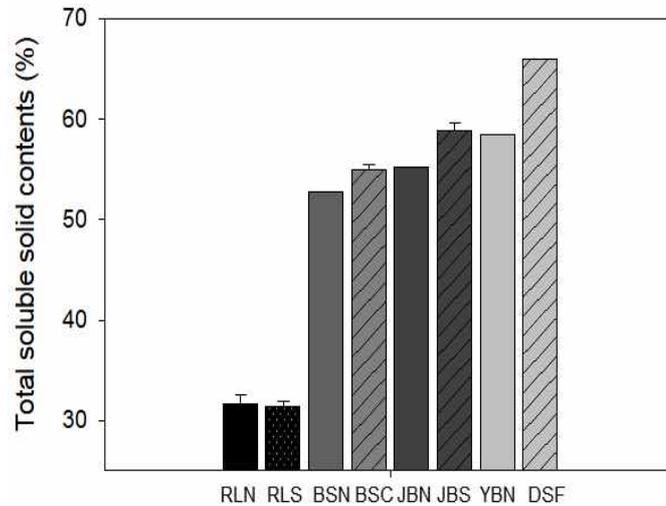
- 천연 유화소재의 초임계 이산화탄소 처리 전, 후의 가용성 고형분 함량을 처리 시간별로 비교한 그래프는 아래 그림과 같음





<천연 유화소재의 초임계 처리 전, 후 가용성 고형분 함량>

- 모든 시료에서의 가용성 고형분은 초임계 처리를 통한 지방의 제거로 그 함량이 증가 하였음. 처리 전에서는 레드렌틸콩의 가용성고형분이 30% 이하로 가장 작게 나타났고 서리태, 쥐눈이콩, 대두 순으로 높게 나타났음. 초임계 처리 후에는 레드 렌틸콩에서는 가용성고형분 함량이 크게 변화하지 않았지만 서리태, 쥐눈이콩, 대두에서는 탈지에 의한 가용성 고형분함량이 유의적으로 증가하였음
- 대두에서의 처리 전, 후의 가용성 고형분 함량의 증가율과 그 함량이 가장 컸으며 초 임계 이산화탄소 처리가 가용성 고형분의 함량의 증가에 효과가 있음을 나타냄. 따라서 선정된 천연유화소재의 제조에는 초임계처리가 적합하다고 생각될 수 있음. 가용성 고형분의 함량을 처리 시간에 따라 비교해 보면 모든 시료에서 1시간 이후 부터 가용 성 고형분 변화가 크게 나타나지 않는 것으로 보였음
- 이에 따라 1시간에서의 가용성 고형분 함량을 비교한 그래프는 아래 그림에 나타내었 음

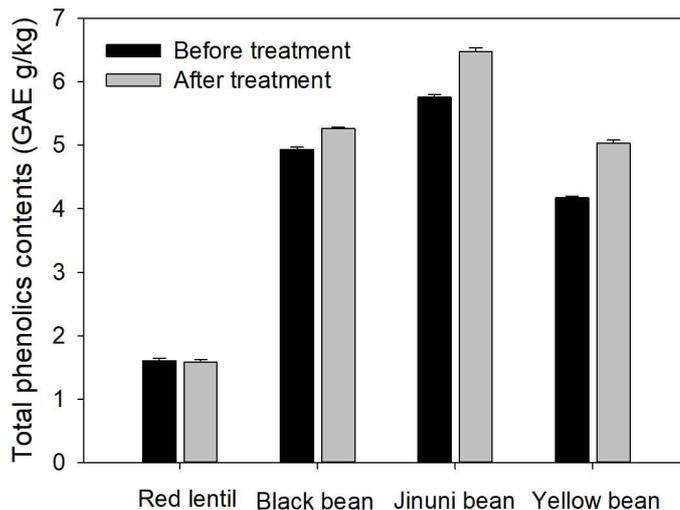


<천연 유화소재의 90℃ 1시간 처리 시 가용성 고형분 함량>

RLN;레드렌틸콩 처리전, RLS;레드렌틸콩 처리후, BSN;서리태 처리전, BSC;서리태 처리후, JBN;쥐눈이콩 처리전, JBS;쥐눈이콩 처리후, YBN; 대두 처리전, DSF;대두 처리 후

□ 선정된 천연유화소재의 총 폴리페놀 함량

- 천연 유화소재의 총 폴리페놀 함량을 비교한 그래프는 아래 그림과 같음. 총 폴리페놀 화합물의 함량은 폴리페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리로, 표준물질로는 GAE g/kg 로 나타내었음



<천연 유화소재의 총 폴리페놀 함량 비교>

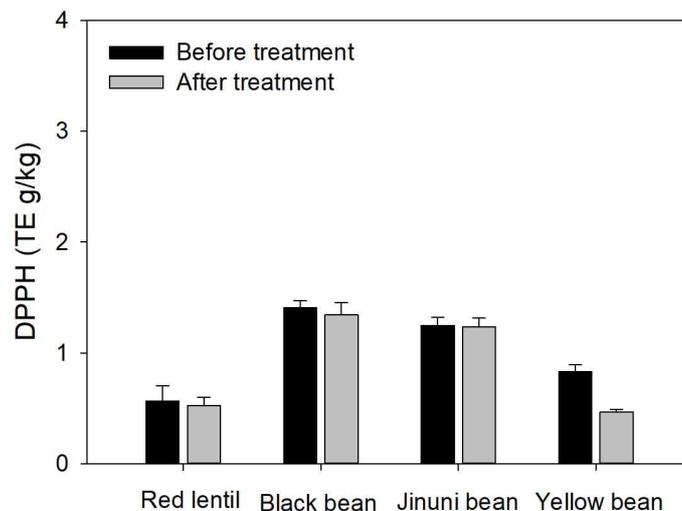
- 최근 생활환경과 식생활 패턴의 변화 등으로 현대인들은 노화를 포함한 각종 성인병 발생의 원인이 되고 있는 활성산소가 주목받고 있음. 생체 내 정상적인 세포대사과정에서 생성되는 활성산소는 체내에서 세포막 손상, DNA 변성, 지질 산화, 단백질 분해 등을 초래함. 이에 따라 대두에 함유된 대표적인 항산화 물질인 폴리페놀의 총 함량을 비교하고자 함
- 초임계 이산화탄소 처리에 따라 서리태와 쥐눈이콩, 대두의 총 폴리페놀 함량이 증가하는 것으로 나타났음. 서리태에서는 4.94 GAE g/kg dw에서 초임계처리 이후 5.26

GAE g/kg dw으로 증가하였고 대두에서는 4.17 GAE g/kg dw에서 5.03 GAE g/kg dw으로 증가하였음. 특히, 쥐눈이콩에서 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내었는데, 초임계 처리 전 5.76 GAE g/kg dw에서 초임계 처리후 6.48 GAE g/kg dw으로 증가하였음

- 이를 통해 초임계 이산화탄소 처리가 대표적 항산화 물질인 폴리페놀 화합물을 감소시키지 않고 증가시키며, 초임계를 통한 지방의 제거는 건강지향형 천연 유화소재의 제조에 적합함으로 사료됨

□ 선정된 천연유화소재의 항산화활성

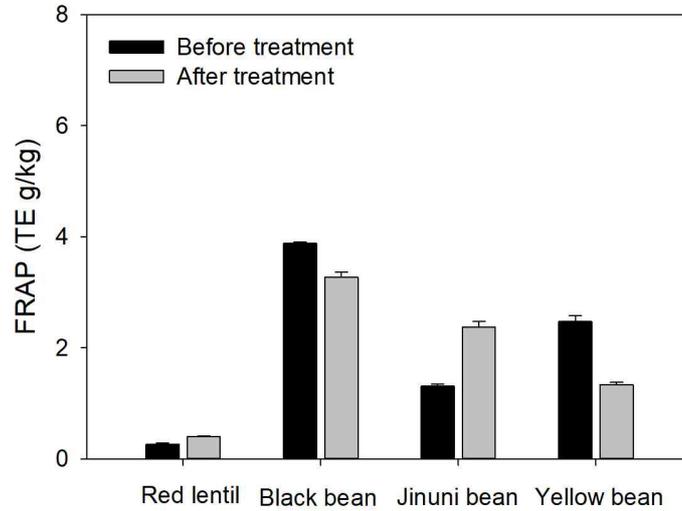
- 식품 유래 물질의 항산화 기전 중 가장 일반적이고 대부분의 항산화물질이 속한 분야는 수소공여 기전임. 수소 공여 항산화물질의 특징은 hydroxyl기를 하나 이상 함유하고 있는 환구조(ring)와 메틸기나 비극성 탄화수소 사슬 구조와 같은 비극성기를 가지고 있는 것임. 식품에 함유되어 있는 폴리페놀계 물질이 이와 같은 분자 구조적 특징을 가지고 있는 대표적인 항산화 물질임
- 수소공여성을 측정하는 대표적인 방법은 DPPH법을 들 수 있음. DPPH는 자유라디칼 (free radical)로 특유의 색을 나타내지만, 전자나 수소원자에 의해 전자가 쌍이 되어 비라디칼이 되면 특유의 색이 사라지게 됨. 이 원리를 이용하여 수소공여를 하는 물질의 수소 혹은 전자공여능을 측정하여 항산화능을 측정하는 방법임
- DPPH법에 의한 시료들의 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 아래 그림에 나타냈음



<선정된 천연유화소재의 DPPH법을 통한 항산화 활성 비교>

- 모든 시료에서 0.5-1.4 TE g/kg 사이의 값을 나타냈음. 서리태와 쥐눈이콩에서 초임계 처리 전, 후 가장 높은 라디칼 소거활성을 가지고 있는 것으로 나타났음. FRAP 방법은 비교적 최근에 Benzie와 Strain에 의해 개발되어진 총항산화능을 측정하는 방법으로 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyltriazine (Fe^{3+} -TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine (Fe^{2+} -TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안된 방법임
- Benzie와 Strain은 FRAP법이 재현성이 높고, in vivo에서 혈청에 함유되어 있는 항산화제들의 농도에 직선적으로 비례하여 FRAP값이 증가하므로 혈장의 총항산화능을 직접적으로 측정할 수 있다고 보고하였음

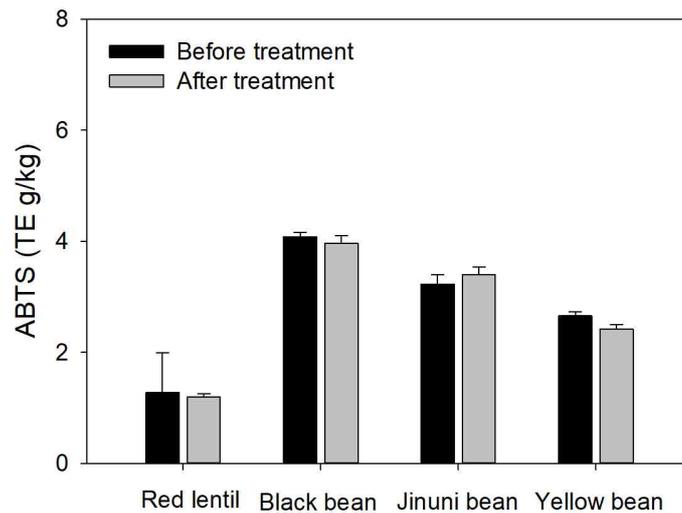
○ FRAP법을 이용하여 시료들의 항산화활성을 측정 한 결과는 아래 그림에 나타냈음



<선정된 천연유화소재의 FRAP법을 통한 항산화 활성 비교>

○ 레드 렌틸콩에서의 활성이 가장 낮게 나타났고 서리태에서의 항산화활성이 가장 높은 것으로 나타났음. 쥐눈이콩과 대두의 경우 유사한 활성을 나타냈음. 콩의 항산화활성을 나타내는 것으로 알려진 물질로는 chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid 등 phenolic acids 와 kaemferol, quercetin, genistein, daidzein 등의 flavonoid aglycone 또는 glycosides 그리고 trypsin inhibitor 등이 있음. 특히 검은 콩 종피에는 배당체 형태로 함유되어 있는 안토시아닌에 의해 강력한 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 노란 콩 종피에는 lutein 등 carotenoids 물질이 함유되어 있어 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있음

○ ABTS법을 이용하여 선정된 천연유화소재의 항산화능을 측정 한 결과는 아래 그림에 나타냈음



<천연 유화소재의 ABTS법을 통한 항산화 활성 비교>

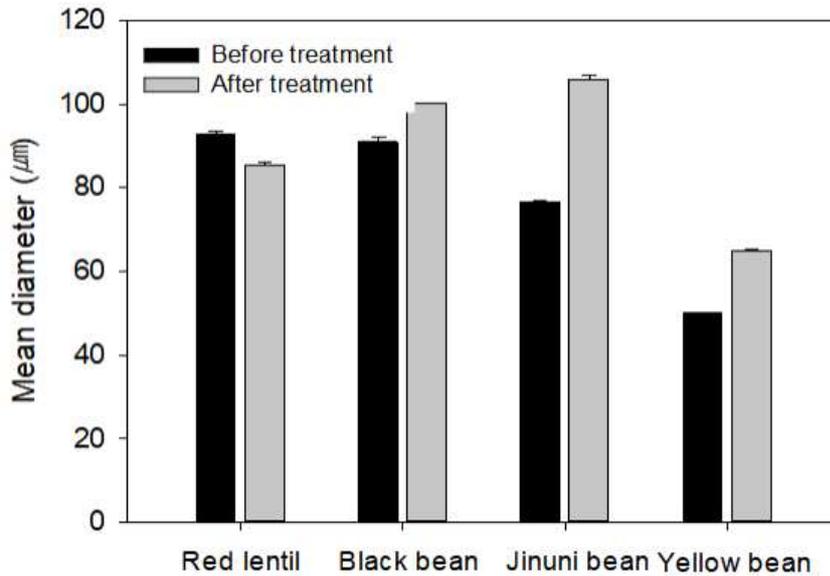
○ Floegel등에 의하면 친수성 및 색소 물질을 함유하는 식물성 식품의 항산화 활성 측정은 DPPH 방법 보다 ABTS 방법에서 더 높은 값을 나타낸다고 보고하였음. 레드 렌틸콩에서 가장 낮은 항산화 활성을 나타냈으며 대두, 쥐눈이콩, 서리태 순으로 높은 항산화 활성을 나타냈음. 천연 유화소재의 항산화능은 DPPH < FRAP < ABTS 순으로 증가하는 경향을 보였으며 각 시료들의 항산화능의 차이는 유사한 경향을 나타냈음. 서리태

의 향산화능이 가장 높았으며 쥐눈이콩 대두 레드렌틸콩 순으로 나타났음

- 초임계 처리에 의한 향산화능은 크게 변화하지 않았으며 이를 통해 선정된 천연유화소재의 제조에 초임계 이산화탄소 처리를 접목하면 향산화능을 감소시키지 않고 지방질만을 제거할 수 있는 적합한 처리 공정으로 사료됨

□ 선정된 천연유화소재의 입자크기 분석

- 선정된 천연유화소재의 입자크기 결과는 아래 그림에 나타내었음

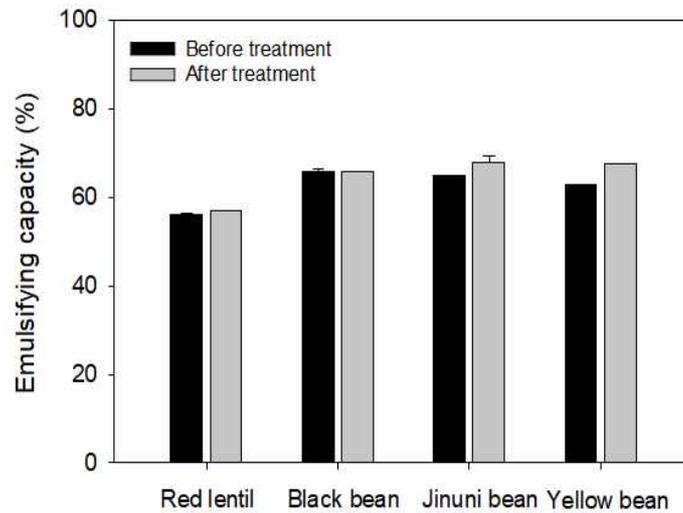


<선정된 천연유화소재의 초임계 처리 전, 후의 입자크기 분석 결과>

- 일반적으로 물을 용매로 입자크기를 측정할 경우 물 흡습성이 좋은 입자들은 물을 흡수하여 입자크기가 증가하는 것으로 알려져 있음. 초임계 처리 전 후 모두 대두에서의 입자크기가 49.84 μm로 가장 작은 것으로 나타났으며 입자크기는 레드렌틸콩, 서리태, 쥐눈이콩 순으로 작았음. sunyder HE 등(1888)에 따르면 기름의 함량이 작아질수록 분말에서의 입자 크기가 감소한다고 하였음
- 분말의 평균입도는 분말의 지질 함량과 밀접한 관련이 있었으며 지방의 함량이 적을수록 분말의 평균입도가 줄어드는 것으로 나타났음. 따라서 초임계 이산화탄소 처리 공정은 분말입자의 평균 입자크기를 감소시키는 공정으로, 선정된 천연유화소재의 제조에 적합한 공정이라고 사료되어짐

□ 선정된 천연유화소재의 유화형성력

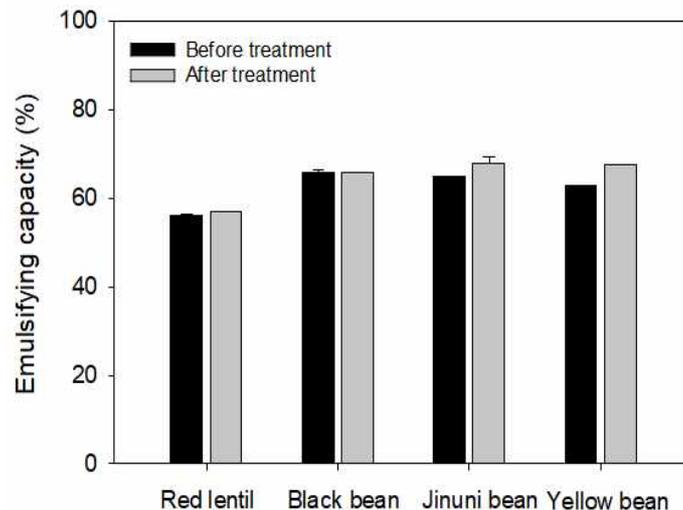
- 선정된 천연유화소재의 유화형성력은 아래 그림에 나타냈음. 초임계처리 전, 후의 유화형성력은 레드렌틸콩에서 가장 작게 나타났으며 서리태 쥐눈이콩 대두는 렌틸콩보다 높은 유화형성력을 나타냈음. 특히 쥐눈이콩과 대두는 초임계 처리 후 67.79% 와 67.56 %로 높은 유화 형성력을 보였음



<선정된 천연 유화소재의 유화형성력 비교>

□ 선정된 천연유화소재의 유화안정성

○ 선정된 천연 유화소재의 유화 안정성을 비교한 그래프는 아래 그림에 나타냄

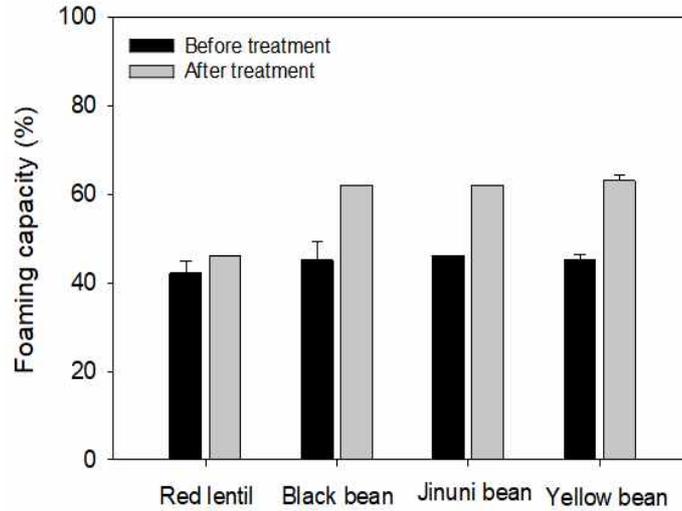


<선정된 천연 유화소재의 유화안정성 비교>

- 유화 안정성은 형성된 유화층 대비 분리된 유화층의 정도를 백분율로 나타내는 지표임. 레드 렌틸콩에서의 유화 안정성이 가장 높게 나타났으나, 유화 형성력에서 낮은 유화 형성을 보였기 때문에 유화층의 분리가 상대적으로 적게 일어나 안정성도 높게 측정된 것으로 보임
- 검정콩과 쥐눈이콩 대두는 모두 초임계 처리 이후 향상된 유화안정성을 나타냄. 검정콩에서의 유화안정성이 초임계 처리에 따라 크게 증가하였고, 초임계 처리한 대두에서의 유화안정성이 97.95%로 가장 높게 나타냄
- 따라서 유화안정성의 개선을 위해서는 초임계이산화탄소 처리공정이 효과적이며, 천연 유화소재의 유화안정성 개선을 위한 탈지공정에 초임계 유체기술이 적합함으로 사료됨

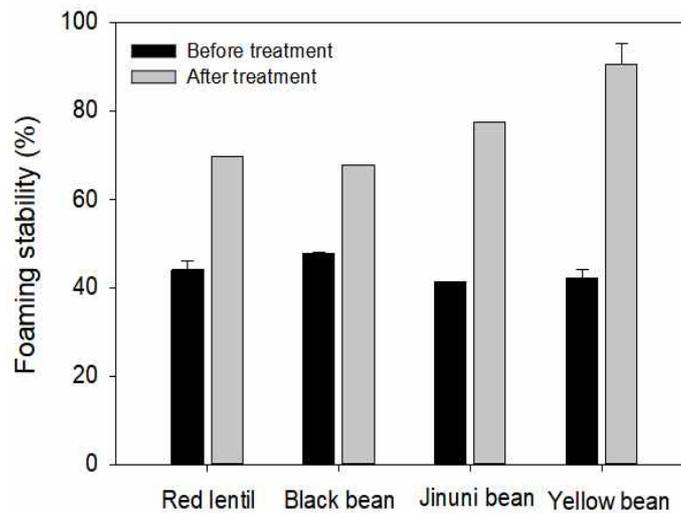
□ 선정된 천연 유화소재의 거품 형성력과 거품 안정성

○ 천연 유화소재의 거품 형성력과 거품 안정성을 나타낸 그래프는 아래 그림과 같음



<선정된 천연 유화소재의 유화형성력 비교>

- 모든 시료에서의 유화형성력이 초임계 처리를 통해 향상되는 것으로 나타났음. 일반적으로 단백질의 거품 형성력은 표면적이 커지면서 표면활성의 증대를 유발하기 때문으로 알려져 있음. 초임계 이산화탄소 처리를 통한 두류의 지방의 제거로 그 입자 크기가 작아지기 때문에 물과 결합하는 표면적이 증가하게 됨. 특히, 서리태와 쥐눈이콩, 대두에서 거품의 형성력이 1.4배 가량 더 향상된 것을 확인할 수 있었음
- 천연유화소재의 거품 안정성은 아래 그림에 나타냈음

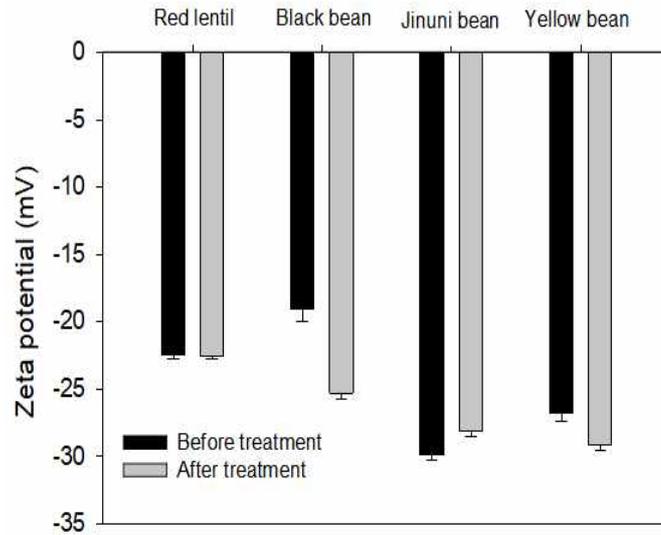


<선정된 천연 유화소재의 거품 안정성 비교>

- 초임계 처리 전의 시료에서의 거품 안정성은 41-47% 수준으로 낮았으나 초임계 처리 이후의 천연 유화소재의 거품 안정성은 67-90%의 높은 안정성을 나타냈음. 특히 초임계 처리한 대두에서의 유화안정성이 90.42%로 높은 거품 안정성을 나타내었음

□ 선정된 천연유화소재의 제타전위 측정

- 제타전위는 콜로이드 시스템의 안정성을 예측하는데 이용하며, 그 값이 +30mV 이상 또는 -30mV 이하에 가까운 값을 나타낼 경우 대부분 안정하다고 인정한다 (McClements, 2005). 천연 유화소재의 제타전위 값은 아래의 그림에 나타냈음



<선정된 천연 유화소재의 제타전위 측정 결과>

- 레드 렌틸콩, 서리태, 쥐눈이콩, 대두는 초임계 처리 전 보다 후 제타전위 값이 감소하여 -30mV에 근접하는 것을 확인할 수 있었음. 이는 초임계 이산화탄소 처리를 통한 두류의 지방질 제거가 단백질 콜로이드의 안정성을 향상에 효과가 있음으로 생각할 수 있음. 초임계 처리한 쥐눈이콩과 대두의 제타전위값은 -29.9mV와 -29.15mV로 안정한 지표인 -30mV에 가깝게 측정되었으며 이는 콜로이드 시스템의 안정성이 높음을 알 수 있었음

□ 합성 및 동물성 유화소재 대체를 위한 선정된 천연유화소재의 선정

- 천연 유화소재의 선정을 위해 탐색한 두류로는 레드렌틸콩, 서리태, 쥐눈이콩, 대두가 있음. 두류의 소매가를 비교해보면 본 연구에서의 구매기준으로 2kg당 레드렌틸콩 6,900원, 서리태 22,900원, 쥐눈이콩 17,900원, 대두 15,500원 이었음. 수입산인 레드렌틸콩의 구매가가 가장 낮은 것으로 나타났음
- 본 연구에서의 유화안정성 향상을 통한 천연 유화소재의 개발을 위해서는 유화형성에 필요한 이화학적 특성들이 적합하여야 함. 초임계 이산화탄소 처리를 통한 지방질의 제거 효과가 높고, 입자크기가 작으며, 단백질 패턴이 변성되지 않는 특성이 중요함
- 또한 오일 흡수력이 높고 가용성 고형분함량이 높으며 제타전위 값이 -30mV에 가깝고, 거품 형성력과 안정성이 개선되어야 함
- 이를 통해 유화 형성력과 유화안정성 또한 개선되어야 선정된 천연유화소재로서의 활용성이 높을 것으로 사료됨. 따라서 본 과제에서는 초임계 이산화탄소 처리한 대두를 선정된 천연유화소재로 선정하여 그 품질특성과 우수성을 입증하고자 함

3) 개발된 천연안심소재의 유화능력 향상을 위한 초임계유체기술 적용, 품질특성 및 우수성 입증

(1) 실험방법

□ 대두

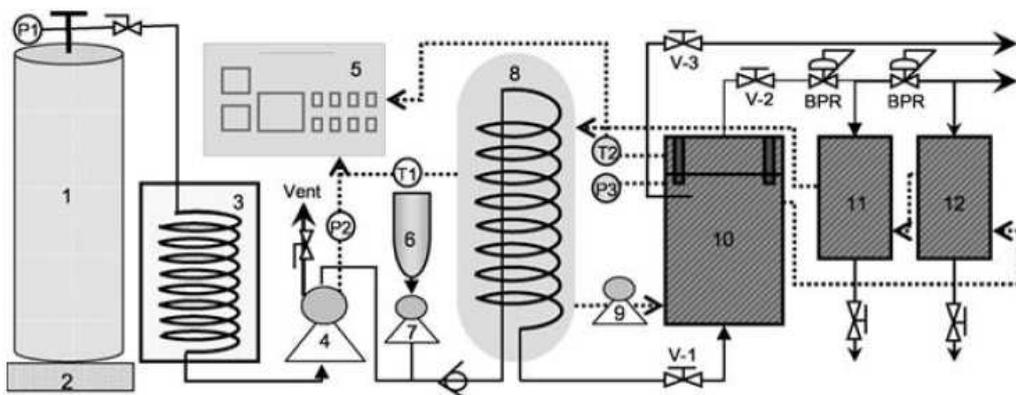
- 대두 분말은 충청북도 충주시(품종:대원콩)에서 2020년 07월에 가공·생산된 것으로 (주)늘푸른에서 구매하였음

□ 초임계 이산화탄소 처리 공정

- 대두 분말 500g을 시료로 사용하였으며 초임계 유체(SC-CO₂) 추출조건은 압력 (200, 300, 400 bar), 시간(0, 1, 3, 5, 10h)을 달리하여 진행하였으며 추출조건은 아래 표에 나타내었음

<초임계유체기술을 이용한 추출조건>

압력 (bar)	시간 (h)
200	1
	3
	5
	10
300	1
	3
	5
	10
400	1
	3
	5
	10



<초임계 이산화탄소(SC-CO₂) 추출 장치>

Schematic diagram of supercritical carbon dioxide(SC-CO₂) system; 1, CO₂ cylinder; 2, electronic balance; 3, chiller; 4, CO₂ pump; 5, controller; 6, co-solvent reservoir; 7, co-solvent pump; 8, heating bath; 9, circulation pump; 10, extractor; 11, 1;12, separator 2; V-1, valve 1, V-2, valve 2; BPR, back pressure regulator; dotted lines, water line; solid lines, CO₂ line

- 추출장치는 추출조, 분리조, 가압펌프, 이산화탄소 저장탱크로 구성되어 있다. 추출조, 가압펌프, 이산화탄소 저장탱크는 (주) 일신오토클레이브에서 제작하여 조립한 것을 사용하였음
- 먼저 추출조(Extractor)의 뚜껑을 열고 대두분말 500 g을 투입하였음. 이산화탄소는 실린더(CO2 gas container)로부터 Check valve를 거쳐 고압 피스톤펌프(HP pump)에 의해 가압되었음
- 이산화탄소 flow 0.03 L/m 로 유량을 공급하면서 약 30분 내로 압력을 조절하였다. 이 때 이산화탄소 주입부의 공동화 현상을 방지하기 위하여 냉각조(Cooler)를 설치하여 이산화탄소의 기화를 방지하였음
- 가압된 이산화탄소는 역압 조절기(BPR)에 의하여 압력이 조절되었고 압력계 (pressure gauge)에 의해 압력이 측정되었으며 추출조로 이송되었음. 추출조의 내용적은 1 L이고, 온도는 비례형 온도조절기에 의하여 조절되었으며 열전쌍온도계 (TC)에 의하여 측정되었음
- 추출조를 통해 대두유를 용해한 초임계 이산화탄소 micrometering valve를 통해 분리조(seperator)에서 기체 이산화탄소와 추출물로 분리되었고, 추출 직후 대두 분말의 수율을 측정하였음. 이후 대두분말은 이중 지퍼백에 넣어 -20℃에서 보관하며 사용하였다. 각 조건 당 3회 반복하여 수율을 측정하였음
- 콩가루의 수율은 다음과 같은 공식에 의해 계산되었음

$$yield \% = \frac{W_2}{W_1} * 100$$

W 1 : 추출 전 시료 양 (g), W 2 : 추출 후 시료 양 (g)

- 각 수율은 평균 , 표준편차로 나타내었음

□ 대두분말 탈지 방법

- 대조구로써 일반 대두분말을 사용하였으며 이를 초임계 이산화탄소 처리와 n-hexane을 이용한 지방질 제거한 탈지분말을 이용하여 유화소재로써의 적합성을 확인하고자 함

□ 총 가용성 고형분 함량 및 탁도

- 가용성 고형분 함량(Total soluble matter, %)은 알루미늄 접시(Aluminum weighing dish)에 상기 추출물들을 취해 105℃의 열풍건조기(JSOF-150, JSR Co., Korea)에서 상압 가열법에 의해 항량에 이를 때까지 건조한 후, 건조 전과 후의 중량 차이를 이용하여 총 가용성 고형분 함량을 산출하였음. 탁도(Turbidity)는 90℃에서 3시간 동안 추출한 시료에 대해 분광광도계(UV-1800, Shimadzu corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 590nm에서 흡광도를 측정하였음

□ 수분결합력 및 팽윤력

- 수분결합력은 2g의 시료에 20mL의 증류수를 가하고 1시간 동안 교반한 후 원심 분리기(64R Centrifuge, BeckmanCoulter Inc., USA)를 이용하여 4℃에서 8,000rpm으로 20분간 원심 분리하였음. 원심분리 후 상등액을 제거하여 침전물의 무게를 측정하여 처음 시료량과의 중량비로부터 수분결합력을 계산하였음

$$\text{Water binding capacity(\%)} = \frac{\text{침전 후 시료 무게(g)}}{\text{처음 시료 무게(g)}} \times 100$$

- 팽윤력은 0.5g의 시료를 50mL의 증류수에 취하고, 30mL의 증류수를 가하여 진탕향 온수조(Shaking water bath)에서 30℃에서 30분간 진탕한 후 원심 분리기(64R Centrifuge, BeckmanCoulter Inc., USA)를 이용하여 4℃에서 8,000 rpm으로 20분간 원심 분리하였음. 원심분리 후 상등액을 제거하고 고형물을 그대로 측정하여 팽윤력을 산출하였음

$$\text{Swelling power (\%)} = \frac{\text{원심분리후의 무게(g)}}{\text{처음 시료 무게(g)} \times (100 - \text{solubility})} \times 100$$

□ 기포력 및 기포안정성

- 1g의 시료에 50mL의 증류수를 가한 후, 25℃에서 5분간 균질화하여 거품을 형성시킨 후 메스실린더에 옮겨 거품의 부피를 측정하여 기포력을 구하고, 거품 형성 후 60분이 경과한 뒤 기포 안정성을 측정하였음

□ 오일 흡수력

- 오일 흡수력은 2g의 시료에 20mL의 오일을 가하고 1시간 동안 교반 후 원심 분리기(64R Centrifuge, BeckmanCoulter Inc., USA)를 이용하여 4℃에서 8,000 rpm으로 20분간 원심분리하였음. 원심분리 후 상등액을 제거하여 침전물의 무게를 측정하여 처음 시료량과의 중량비로부터 오일 흡수력을 계산하였음

□ 현탁액 안정도(Suspension stability) 측정

- 시료 100mL를 메스실린더에 취해 이 때의 높이를 측정하고 4℃에 보관하며 1, 3, 5, 7일후에 현탁액이 분리되어 내려온 높이를 측정하였음. 현탁액 안정도 지수는 다음과 같이 계산하였음

$$\text{현탁액 안정도 지수} = \frac{\text{x일 방치 후 내려간 현탁액의 높이}}{\text{현탁액의 처음 높이}}$$

□ 아미노산 분석

- 각 시료 50 mg을 취하여 6 N HCl 용액을 가하고 진공 밀봉하여 Dry oven(110±1℃)에서 24시간 동안 가수 분해한 후 glass filter로 여과한 여액을 회전 진공 농축기를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압 농축하여 sodium citrate buffer(pH2.2) 3mL로 용해한 후 0.45 μ m membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom, Sweden)를 이용하여 분석하였음

□ 단백질 패턴 분석(SDS-PAGE)

- 탈지된 대두 분말 시료 25mg에 증류수 1.8mL를 넣고 ultrasonicator water bath 내에서 1시간 동안 단백질을 추출한 후 원심분리(13,000rpm, 20min)하고 상정액을 탈지 단백질 분석 시료용으로 사용하였음
- 상기 추출조건에서 제조된 콩 추출물시료의 10 μ L를 22 μ L의 0.1M Tris-HCL(pH7.0)과 혼합한 후에 이어서 8 μ L의 5배수 sample buffer (60mM Tris-HCL, pH 6.8, 20%(v/v) glycerol, 2%(w/v) sodium dodecylsulfate 0.1%(w/v) bromophenol blue, 5%(v/v) 2-mercaptoethanol)를 넣고 잘 혼합한 후에 100℃에서 5분간 열처리 후 원심분리하여 상정액의 일정량(5 μ L)을 시료로 사용하였음
- Laemmli법에 따라 normal gel PAGE와 gradient gel PAGE 조건하에 전기영동장치(Heofer Lab Co., LTD, Sanfrancisco, CA, USA)를 사용하여 수행하였다. Normal gel PAGE 조건은 4%(w/v) stacking gel과 12.5%(w/v) separating gel로 구성된 1.5 mm-thick PAGE gel을 사용하였고, running buffer(pH 8.3)는 192mM glycine, 0.1% SDS 및 25 mM tris(hydroxymethyl) amino-methane으로 구성되었으며, 일차적으로 80 V에서 20~30분간, 이어서 120 V에서 60~70분간 전기영동을 진행하였음
- Gradient gel PAGE 조건은 1.0 mm 두께의 4~20%(w/v) precast Tris-HCL gel(Bio-Rad)을 사용하였고, running buffer(pH 8.3)는 192 mM glycine, 0.1% SDS 및 25mM tris(hydroxymethyl)aminomethane으로 구성되었음. PAGE gel은 Coomassie blu(1 g/L)로 염색하였고 이어서 탈색시킨 후에 각 단백질 밴드의 양을 Scanning densitometer(UMAS PowerLook110, Taiwan)와 TotalLab software(Phloretix International LTD., England)에 의해 단백질의 분포를 평가하였음

□ 기존 합성 유화제인 polysorbate 80 유화액 제조

- 기존 합성유화제로는 휘핑크림이나 쇼트닝, 소스류 등과 같은 식품에 주로 첨가되는 Polysorbate 80을 사용하였음. Polysorbate 80는 식품유화제로 보통 단독 사용 시 1% 이하를 첨가하므로 17g의 증류수에 0.5%(0.085g)의 Polysorbate를 넣고 공기를 퍼센트별(10, 50, 100, 200, 300)로 첨가하여 homogenizer Wiggenshauser d-500(Wiggenshauser Mashinenbau, Berlin, Germany)로 15,000rpm에서 60초간 균질화하였음

□ **난황분말과 선정된 천연유화소재의 pH에 따른 유화액 제조**

- 난황분말과 DSF분말 각 1g에 증류수 17g을 넣고 콩기름(오뚜기)를 17g씩 넣어 homogenizer Wiggerhauser d-500(Wiggerhauser Mashinenbau, Berlin, Germany)로 15,000rpm에서 60초간 균질화하였음. 균질화된 난황과 초임계처리 대두 유화액을 1N-HCl(Hydrochloric acid)과 2N-NaOH(Sodium hydroxide)를 이용하여 pH를 각각 4, 7, 10으로 맞춤

□ **유화형성력**

- 처리 방법을 달리한 시료의 유화형성능력은 1g의 시료에 17g의 증류수를 넣고 30초간 homogenizer Wiggerhauser d-500(Wiggerhauser Mashinenbau, Berlin, Germany)로 15,000rpm에서 균질화 시켜 균질화액을 제조함. 균질액에 17g의 콩기름(오뚜기)를 넣고 15,000rpm에서 60초간 균질화하여 유화액을 제조함. 유화액을 원심분리기에 넣고 3000rpm에서 5분간 원심분리(Hanil, FLETAS, Gimpo, Korea)하여 전체 높이 대비 유화된 높이로 계산하여 백분율로 나타내었음. 유화형성능력의 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsifying capacity (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Total volume of emulsion}} \times 100$$

□ **유화안정성 분석**

- 균질화 시킨 유화액을 95℃ water bath에서 1시간 동안 가열한 후 30분간 냉각시킨다. 냉각 후 원심분리기(Hanil, FLETAS, Gimpo, Korea)를 이용하여 3000rpm에서 5분간 원심분리하여 초기 유화층 대비 남아있는 유화층 높이로 계산하여 백분율로 나타내었음. 유화 안정성의 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsifying stability (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Volume of initial emulsified layer}} \times 100$$

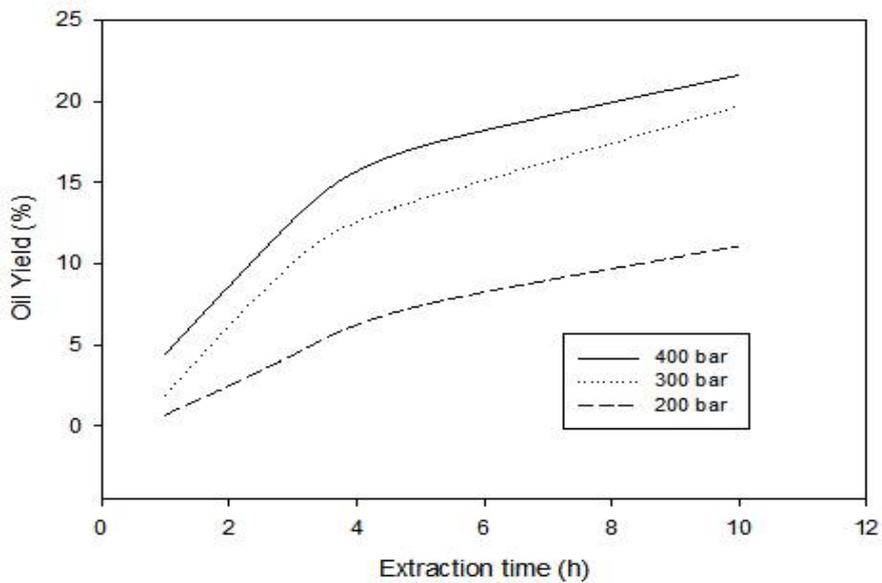
□ **Conforcal laser scanning microscope (CLSM)**

- 에멀전의 CLSM 이미지는 레이저 스캐닝 공초점 현미경(FV1000 MPE)을 사용하여 기록되었습니다. dye mixture (0.1% Nile Blue 및 0.1% Nile Red)을 에멀전과 혼합하였음. 20 uL의 스테인드 에멀전을 슬라이드 글라스에 놓고 건조하여 고정시킨 후 Nile red와 Nile blue는 488nm의 Ar 레이저와 633nm의 He-Ne 레이저로 사용하였음

(2) 초임계유체기술 접목을 위한 추출조건 확립

□ 초임계 이산화탄소처리 압력별 추출 수율 비교

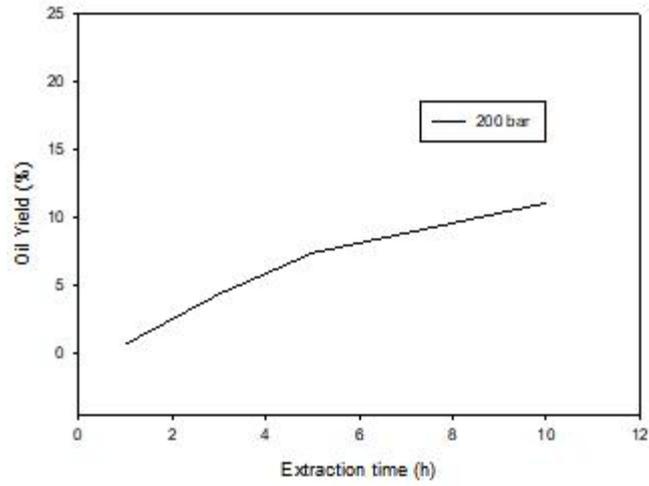
- 200, 300, 400 Bar에서 추출 시간에 따른 수율을 나타낸 그래프는 아래 그림과 같다. 모든 압력에서 추출 시간이 길어질수록 콩가루 수율은 낮아짐. 모든 압력에서 1시간 추출 시 약 5-6 % 감소하였고 압력 별 큰 차이가 없었다. 3시간 추출 시 약 5-9% 이하로 경미하게 감소하였고, 400bar, 300bar, 200bar 순으로 낮은 수율을 나타남
- 5시간 추출 시 약 11-15% 이상으로 감소하였고 400bar, 300bar, 200bar 순으로 낮은 수율을 나타냈다. 10시간 추출 시 약 14-26% 이하로 감소하였고 400bar, 300bar, 200bar 순으로 낮은 수율을 보였으며 압력별 추출 수율 차이가 가장 큰 것으로 나타났음. 400bar에서 10시간 초임계 추출 후 콩가루의 수율이 26% 정도로 감소한 것으로 보아 지방함량이 약 26%인 콩가루의 지방이 모두 제거된 것으로 판단되었음



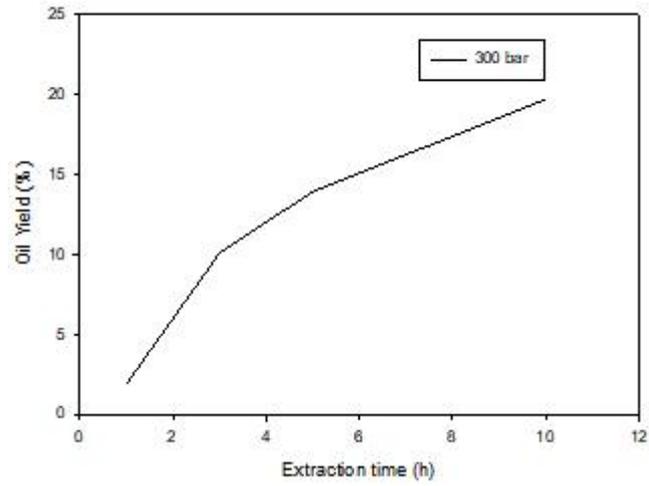
<대두분말 200, 300, 400 bar에서 1, 3, 5, 10 시간 추출 후의 기름 누적 수율 (%)>

- 각 압력에서 초임계이산화탄소 처리한 대두분말의 수율은 압력별로 위 그림에 나타냈음. 200bar에서는 1시간 추출 시 약 94% 3시간 추출 시 약 94%, 5시간 추출 시 약 88%, 10시간 추출 시 약 85%로 얻어졌으며, 300bar에서는 1시간 추출 시 약 95%, 3시간 추출 시 86%, 10시간 추출 시 약 82%로 나타났음. 400bar에서는 1시간 추출 시 약 94%, 3시간 추출 시 약 91%, 5시간 추출 시 약 84%, 10시간 추출 시 약 74%로 얻어짐

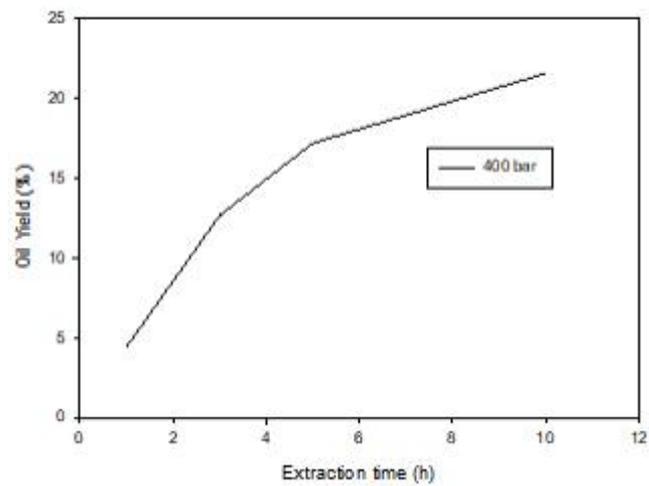
(A) 200



(B) 300



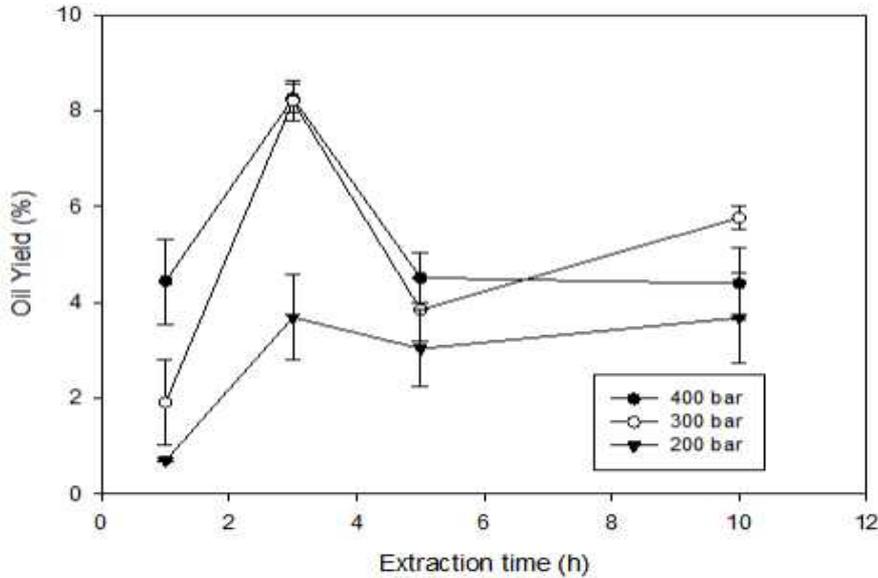
(C) 400



<(A) 200, (B) 300, (C) 400 bar에서 초임계 처리한 대두의 기름 추출 수율>

□ 초임계 이산화탄소처리 시간별 추출 수율 비교

- 초임계 이산화탄소처리를 압력과 시간별로 처리한 결과 그 수율을 나타낸 그래프는 그림과 같음



<대두분말 200, 300, 400 bar에서 1, 3, 5, 10 시간 당 초임계처리한 후 기름 추출 수율 (%)>

- 모든 시간에서 추출 압력이 높아질수록 대두분말의 수율은 낮아졌음. 1시간 추출 시 압력이 200bar에서 400bar로 증가했을 때 약 1% 감소하였음. 3시간 추출 시 200bar에서 300bar로 증가했을 때 약 1%, 300bar에서 400bar로 증가했을 때 약 3% 감소하였음. 200bar에서 400bar로 증가시켰을 때 4% 차이가 나는 것을 알 수 있음. 5시간 추출 시 200bar에서 300bar로 증가했을 때 약 2%, 300bar에서 400bar로 증가했을 때 약 2% 감소했음. 200bar에서 400bar로 증가시켰을 때 4% 차이가 나는 것을 알 수 있음. 10시간 추출 시 200bar에서 300bar로 증가했을 때 약 3%, 300bar에서 400bar로 증가했을 때 약 8% 감소하였음. 200bar에서 400bar로 증가시켰을 때 11% 차이가 나는 것을 알 수 있음
- 따라서 시간이 증가할수록 압력에 따른 수율의 변화폭도 커지는 것을 확인할 수 있었음

□ 초임계유체기술을 접목한 추출 조건 확립

- 일반적으로 분리단백의 제조에서는 압착이나 용매에 의한 추출이 사용되고 있음. 이러한 탈지 공정을 통해 지방을 모두 제거하여 정제된 단백질만을 얻으면 유화 형성력과 유화 안정성이 향상되는 것으로 알려져 있음. 화학적 용매를 사용하지 않고 초임계 유체 기술을 통한 추출 조건을 확립한다면 고품질의 선정된 천연유화소재의 제조가 가능할 것으로 사료됨
- 처리한 대두분말에서의 탈지 효과가 가장 뛰어난 것으로 나타났음. 대두의 조지방 함량이 약 26%로, 400bar에서 10시간 추출 후 콩가루의 수율이 26% 정도로 감소한 것으로 보아 지방이 모두 제거된 것으로 판단이 가능함
- 따라서, 본 연구과제에서의 최적 추출 조건으로는 400bar에서 10시간 처리한 것으로 설정하였으며, 이를 선정된 천연유화소재로 사용하고자 함

(3) 초임계유체기술을 접목하여 발굴된 소재의 이화학적 품질특성 분석

□ 초임계유체기술을 접목하여 발굴된 선정된 천연유화소재의 일반성분 분석

- 초임계이산화탄소 처리 최적 공정에서 측정된 일반성분 분석 결과는 표에 나타냄

<초임계 이산화탄소 처리한 선정된 천연유화소재의 일반성분 분석>

Type	Moisture (%)	Crude fat (%)	Crude protein (%)	Crude ash (%)
대조구	7.41±0.65	18.95±0.98	38.66±0.66	5.41±0.29
DSF101	3.30±0.08	0.51±0.37	48.93±0.82	6.26±0.14

- 400 bar에서 10시간 추출 시 조지방 함량은 18.95%에서 0.51% 로 97% 이상 지방질이 빠져나와 대부분 제거되는 것으로 나타났음. 수분 함량은 7.41%에서 3.30%로 일반 대두분말보다 약 1/2배 낮게 나타났음
- 일반적으로 초임계 이산화탄소 처리를 하면 높은 압력으로 인해 시료 입자 표면의 균열이 일어나 지방과 수분이 빠져나오는 것으로 알려져 음다. 이를 보았을 때 초임계 이산화탄소 처리는 대두분말의 탈지에 뛰어난 효과를 주는 것으로 사료됨
- 단백질과 회분의 경우에도 초임계 처리구에서 유의적으로 높은 값을 나타내었는데 이는 지방의 제거에 따라 상대적으로 그 함량이 증가한 것으로 보임

□ 천연 유화소재의 아미노산 분석

- 9종의 필수 아미노산(Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine)과 8종의 비필수 아미노산(Aspartic acid, Serine, Glutamic acid, Proline, Glycine, Alanine, Cysteine, Tyrosine)을 포함한 총 17종의 아미노산을 정량 분석한 결과는 아래의 표와 같음

<각 처리방법을 달리한 대두분말의 아미노산 분석>

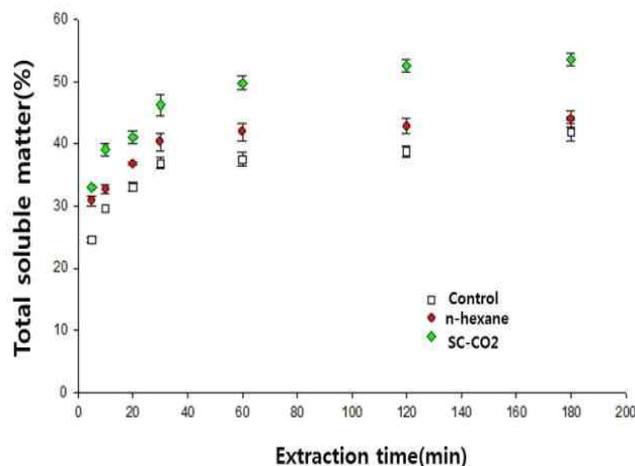
Amino acids	대조구	n-hexane 처리구	DSF101
Total essential amino acid	14.89±0.18	15.68±2.04	18.63±0.49
Thereonine	1.25±0.04	1.30±0.22	1.57±0.06
Valine	1.59±0.01	1.67±0.18	1.93±0.05
Methionine	0.38±0.06	0.44±0.10	0.54±0.04
Isoleucine	1.57±0.04	1.68±0.25	1.98±0.05
Leucine	2.39±0.04	2.53±0.34	2.99±0.07
Phenylalanine	1.71±0.02	1.76±0.22	2.15±0.06
Histidine	0.91±0.01	0.97±0.14	1.17±0.03
Lysine	2.55±0.04	2.63±0.25	3.02±0.11
Arginine	2.55±0.03	2.69±0.34	3.28±0.10
Total nonessential amino	16.79±0.12	17.36±2.24	20.53±0.36

acids			
Aspartic acid	3.65±0.05	3.82±0.40	4.45±0.18
Serine	1.44±0.07	1.50±0.21	1.82±0.06
Glutamic acid	5.62±0.02	5.83±0.59	6.69±0.16
Proline	2.01±0.10	1.99±0.47	2.24±0.35
Glycine	1.48±0.01	1.55±0.20	1.86±0.07
Alanine	1.39±0.01	1.46±0.19	1.79±0.06
Cysteine	0.11±0.02	0.10±0.04	0.30±0.17
Tyrosine	1.09±0.03	1.12±0.15	1.37±0.05
Total	31.68±0.28	33.04±4.28	39.16±0.85

- 특히, 필수 아미노산과 비필수 아미노산 모두 초임계 이산화탄소 처리구에서 높은 함량을 나타내었음. 아미노산은 극성 화합물로 극성 용매의 사용은 비극성물질의 추출에 용이한 초임계유체의 극성을 증가 시키기 위해 필요한데, 본 연구에서는 비극성 용매인 CO₂를 사용했음에도 불구하고 극성화합물인 아미노산의 추출도 가능하였음
- 따라서 SC-CO₂는 극성물질인 아미노산 추출이 가능할 뿐만 아니라 아미노산의 추출에 유용한 기술이라 판단됨

□ 천연 유화소재의 가용성 고형분 함량

- 천연 유화소재로써 소재의 우수성을 입증하기 위하여 대조구로 일반 대두분말을 사용하였고 초임계 이산화탄소 처리한 것을 천연 유화소재로 사용하였고 품질특성 비교를 위해 화학적 용매인 n-hexane 처리한 탈지 대두 분말을 사용하였음
- 대두분말의 처리시간에 따른 가용성 고형분함량은 아래 그림에 나타냈음. 예비실험을 통하여 90℃에서 1: 30비율로 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180분으로 설정하였으며 가용성 고형분함량 결과는 아래 그림과 같음



<처리방법을 달리한 대두 분말의 처리시간에 따른 가용성 고형분 함량 (%)>
Control;대조구, n-hexane;n-hexane 처리구, SC-CO₂; 초임계 이산화탄소 처리구

- 대조구, n-hexane처리구, DSF101 순으로 가용성 고형분함량이 증가한 것을 알 수 있었음. 이는 n-hexane처리구와 DSF101의 경우 지방의 제거로 인하여 가용성 고형분함량이 증가하는 것으로 사료됨. 세 가지 처리방법 중 초임계 이산화탄소 처리구의 경우 가장 높은 가용성고형분 함량을 지니고 있었음
- 따라서 화학적 처리방법인 헥산 추출방법 보다 초임계 이산화탄소 처리시 그 효과가 더 높음을 알 수 있었음

□ 수분결합능력 및 팽윤력 측정

- 수분결합능력 및 팽윤력 실험결과는 표와 같음

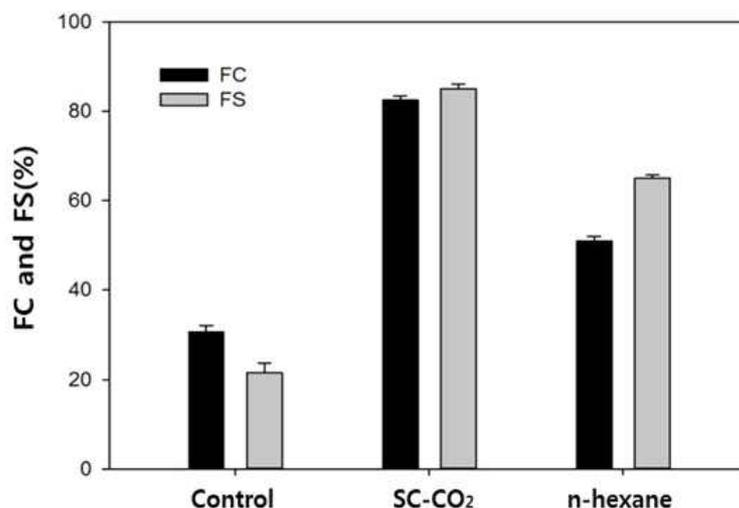
<처리방법을 달리한 대두 분말의 수분결합능력 및 팽윤력>

sample	Water binding capacity	Swelling power
대조구	269.16±0.31	2.80±0.01
n-hexane 처리구	292.25±0.57	3.03±0.02
DSF	325.87±0.18	3.31±0.01

- 수분결합능력 실험결과 DSF 101이 325.87±0.18, n-hexane 처리구 292.25±0.57, 대조구 269.16±0.31로 나타났으며, 팽윤력 실험결과 DSF101이 3.31±0.01, n-hexane 처리구 3.03±0.02, 대조구 2.80±0.01로 나타났음. 수분결합능력은 시료와 수분과의 친화성을 나타내 주는 것이며 팽윤력은 물을 흡수하여 팽윤하는 현상을 나타내는 지표로 대두분말의 지방제거 공정을 거친 DSF101과 n-hexane처리의 경우 수분결합능력과 팽윤력이 증가하는 것을 알 수 있었음
- 따라서 대두 분말의 지방제거 공정으로 품질을 고도화할 수 있는 것으로 나타났음

□ 기포력(%) 및 기포안정성(%) 측정

- 대조구, n-hexane 처리구, DSF의 기포력 및 기포안정성 측정 결과는 아래 그림과 같음

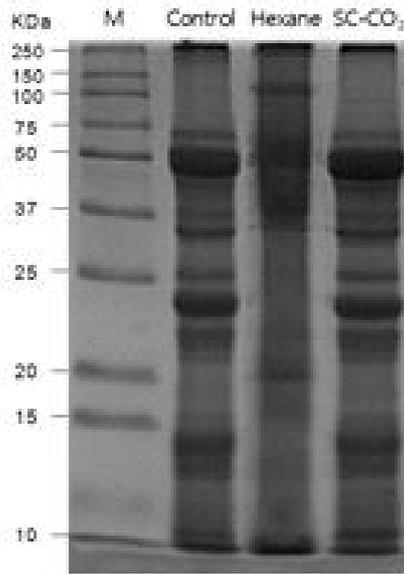


<처리방법을 달리한 대두 분말의 기포력(%) 및 기포안정성(%)>

- 기포력과 기포안정성은 같은 경향을 나타내었음. 즉, 초임계이산화탄소처리구의 경우 80% 이상의 기포력과 기포안정성을 지니며, n-hexane의 경우 기포력이 약 60%, 기포안정성이 약 70%를 나타내었음. 대조구의 경우 DSF 보다 약 1/2배 낮은 기포력과 기포안정성을 지님을 알 수 있었음. 일반적으로 단백질의 농도가 증가할수록 기포를 잘 형성하고 안정성도 증가한다고 알려져 있음

□ 단백질 전기영동 분석

- 지방을 제거한 대두의 단백질을 DSF와 유기용매(n-hexane)에서 처리한 후 전기영동을 실시한 결과를 아래 그림에 나타내었음



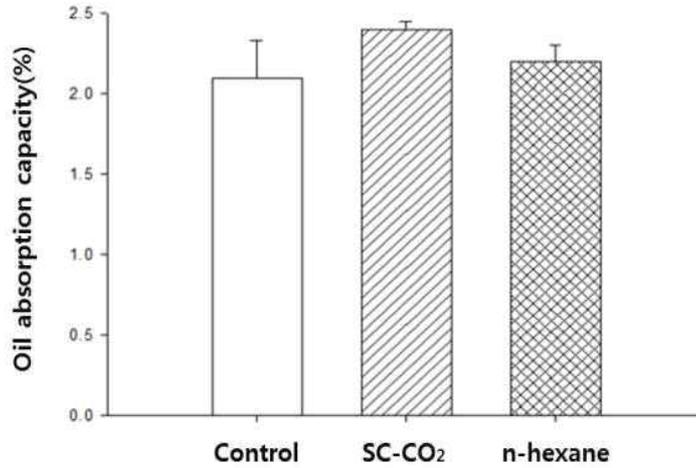
<처리방법을 달리한 대두 분말의 단백질 전기영동분석>

- 대두의 단백질은 10~250 kDa 사이에서 밴드가 나타났음. 유기용매를 처리하였을 때는 75~50 kDa의 단백질에서 분해가 일어났으며 25~20 kDa의 비교적 적은 분자량의 밴드에서는 소실되었음
- 그러나 초임계 이산화탄소 처리구의 경우 대조구와 비교하였을 때 전기영동 패턴의 차이가 보이지 않았음. 이를 통해 유기용매를 처리하였을 때는 단백질의 변성과 소실이 일어난 반면에 초임계 이산화탄소 처리의 경우에는 단백질 밴드의 변성이 일어나지 않으면서 지방만을 제거 가능한 처리법으로 사료됨

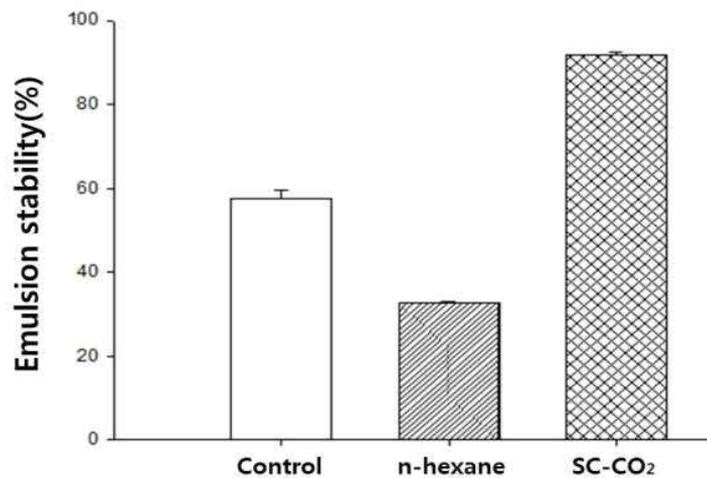
(4) 소재의 유화능력 및 유화안정성 향상 분석

□ 오일흡수력 및 유화안정성 분석

○ 오일흡수력 및 유화안정성 분석 결과는 아래 그림과 같음



<처리방법을 달리한 대두 분말의 오일 흡수력(%)>

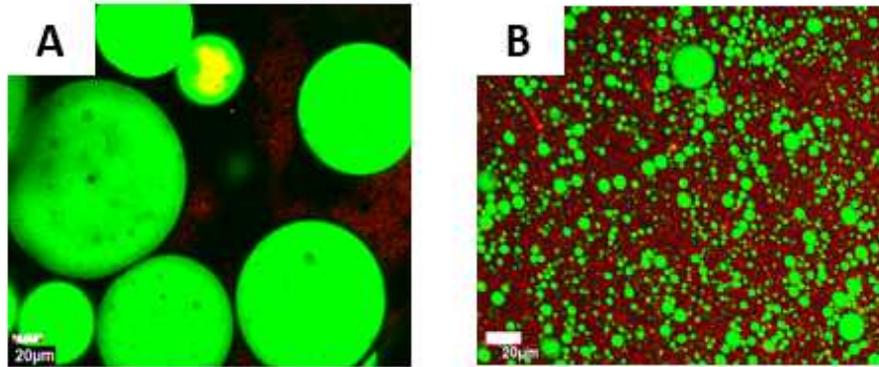


<처리방법을 달리한 대두 분말의 유화안정성(%)>

- 오일 흡수력에서는 초임계 이산화탄소처리구가 가장 높은 흡수력을 나타냈으며 그 다음으로 n-hexane 처리구, 대조구순으로 나타났음
- 유화안정성의 경우에는 마찬가지로 초임계 이산화탄소 처리구가 가장 높은 유화안정성을 나타내었음. 반면에 n-hexane 처리구의 경우 대조구보다 높은 오일흡수력을 지녔지만 유화안정성 부분에서는 매우 약한 것으로 나타났음
- 이는 유기용매인 n-hexane 처리로 인해 단백질의 파괴가 기인하는 것으로 여겨짐. 이로써 선정된 천연유화소재의 제조에는 초임계 이산화탄소 처리공정이 적합함으로 사료됨

□ Confocal laser scanning microscope (CLSM)

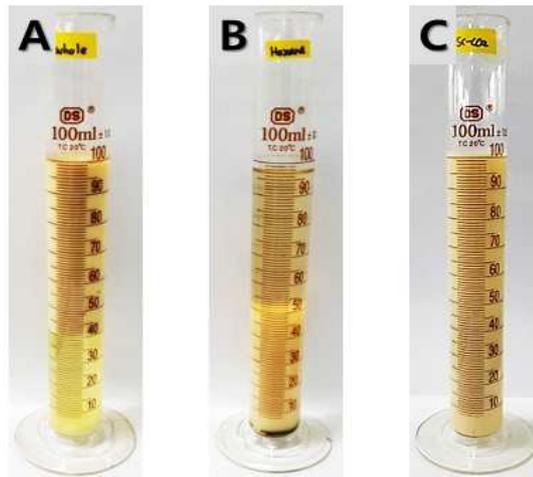
- 결과 사진은 광학적 절편 중에서 가장 밝은 형광을 가진 부분들을 모아서 한 장의 이미지로 만들었으며, 관찰결과 기름 분자가 녹색형광을 띄면서 존재하는 것을 확인할 수 있었음. A 사진은 난황분말을 이용하여 제조된 에멀전으로 기름입자가 약 80 μm 크기로 나타났으며, B 사진의 초임계이산화탄소 대두분말을 이용하여 제조된 에멀전의 기름 입자는 대부분이 10 μm 이하의 크기로 존재하는 것을 확인하였음. 기름입자크기의 분포는 에멀전의 유화안정성과도 밀접한 관계가 있음.



<난황 마요네즈 및 초임계이산화탄소 처리 대두 마요네즈의 제타전위 측정>

□ 현탁액 안정도 측정

- 현탁액 안정성을 알아보기 위하여 각각의 탈지대두분말을 이용하여 현탁액을 제조한 후 4°C에서 7일간 보관하며 외관을 관찰하였음. 7일째의 각 탈지대두분말로 제조한 현탁액의 외관은 아래 그림과 같음



<처리방법을 달리한 대두 분말을 이용하여 제조한 두유의 현탁액 안정성 측정 7일차 외관>

(A) 대조구, (B) n-hexane처리구, (C) DSF

- 초임계 이산화탄소 처리구를 제외한 나머지 처리구에서는 물과의 분리가 일어났음을 알 수 있었음. 이를 구체화하기 위하여 아래 표에 0, 1, 3, 7일동안 4℃에 저장하며 현탁액 안정성 지수를 관찰하였음

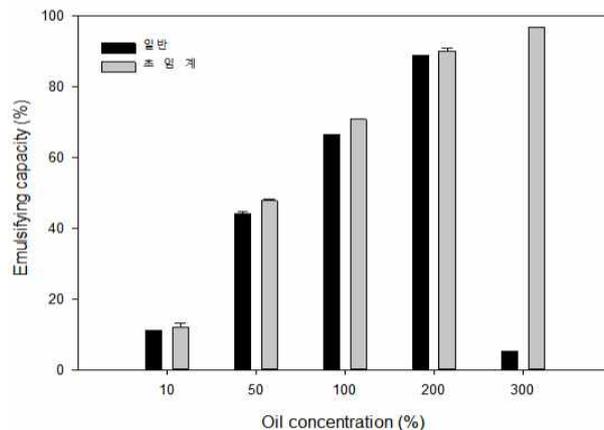
<처리방법을 달리한 대두분말을 이용하여 제조한 현탁액의 저장기간에 따른 현탁액 안정성 지수>

저장기간 (day)	대조구	n-hexane 처리구	DSF
0	1.0±0.00	1.0±0.00	1.0±0.00
1	0.8±0.01	0.94±0.00	1.0±0.00
3	0.7±0.01	0.8±0.01	1.0±0.00
7	0.4±0.02	0.5±0.01	1.0±0.00

- 1일차부터 대조구, n-hexane처리구의 경우 분리가 진행되었으며, 7일차에는 확연하게 현탁액 안정성 지수가 감소하는 것을 알 수 있었음. 반면에 초임계 이산화탄소 처리구의 경우 0, 1, 3, 7일 동안 현탁액 안정성 지수의 변화가 일어나지 않았음

□ 일반 대두분말과 DSF의 유화 형성력

- 일반 대두분말과 DSF의 기름 첨가 비율에 대한 유화 형성력은 아래 그림과 같음



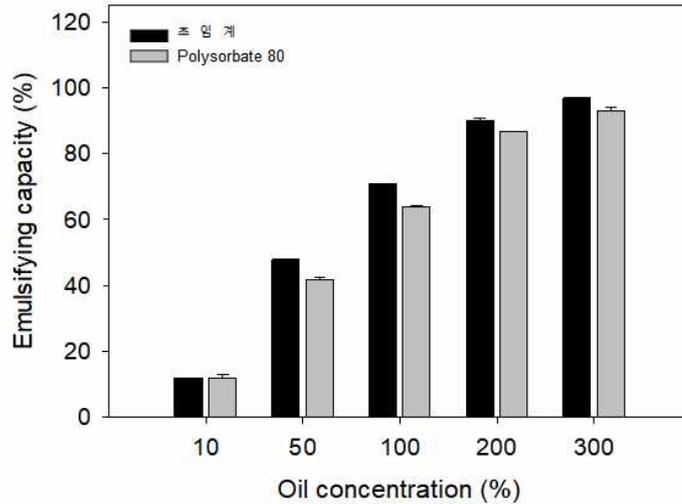
<일반대두분말과 초임계 (DSF)의 기름 첨가량에 따른 유화형성능력 비교>

- 일반대두 분말의 경우 모든 기름 첨가량에서 DSF보다 다소 낮은 유화 형성력을 나타내었음. 일반적으로 분말의 유화 형성력은 분말입자의 크기가 작고, 지방함량이 적은 것이 좋은 것으로 알려져 있음. 초임계처리 대두분말의 경우 기름 첨가량이 늘어날수록 유화 형성능력이 높아졌고, 200%와 300%의 유화 형성능력은 비슷한 값을 나타내었음
- 반면 일반 대두분말의 경우 기름 첨가량 200%까지는 유화 형성력이 높아졌으나 기름 첨가량 300%에서는 급격히 감소하여 2.22%로 나타났으며 유화가 거의 일어나지 않는 것을 알 수 있음. 이는 초임계 이산화탄소 처리 시 지방 함량이 줄어들고 지방이 빠져나오므로 입자의 크기도 감소하기 때문에 일반적으로 알려진 유화형성력에 영향을 미치는 요인인 지방과 입자크기로 인해 유화 형성력이 더 높게 나타난 것으로 보임
- 따라서 초임계유체기술을 접목한 선정된 천연유화소재로서 높은 유화형성력을 지니기 때문에 적합함으로 사료됨

(5) 개발된 소재들의 품질특성 및 우수성 입증(기존합성유화제 및 난환 비교 분석)

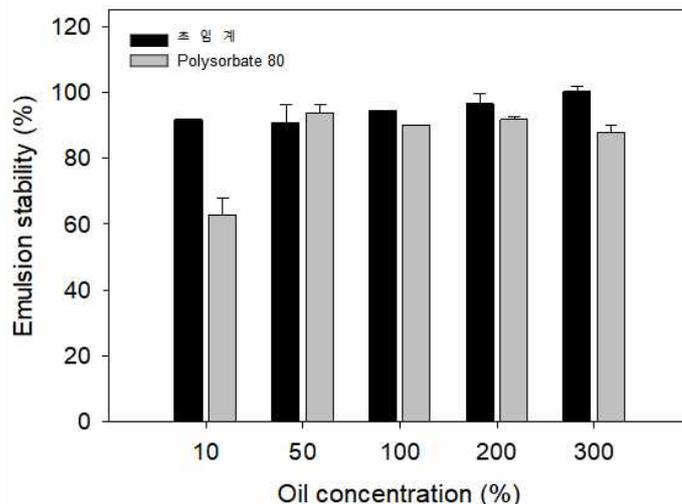
□ 기존 합성유화제와 선정된 천연 유화소재의 비교 분석

- 선정된 천연유화소재의 우수성을 입증하기 위해 합성유화제인 Polysorbate 80 (Tween 80)과 천연 유화소재로 제조한 유화액의 유화 형성능력과 유화 안정성을 비교한 것을 아래 그림에 나타내었음



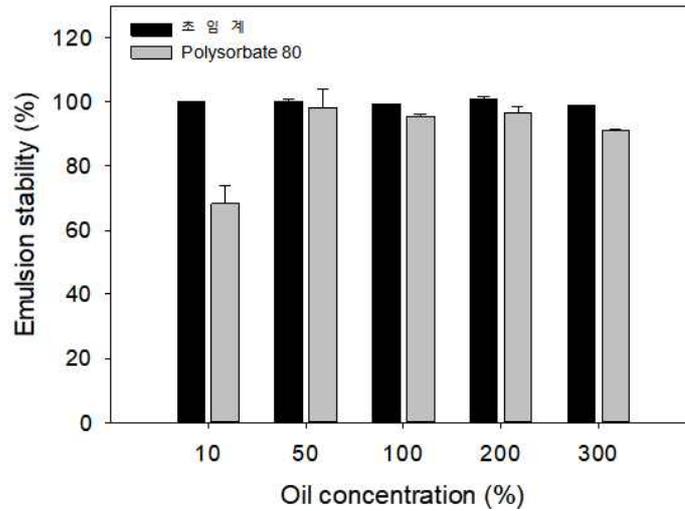
<초임계 대두 유화액과 Polysorbate 80의 기름 첨가량에 따른 유화 형성능력 비교>

- Polysorbate 80은 기름첨가량 10%에서 11.81%, 50%에서 41.69%, 100%에서 63.96%, 200%에서 86.59%, 300%에서 92.69%로 대체적으로 높은 유화형성력을 나타냈지만, 모든 기름첨가량에서 Polysorbate 80의 유화형성력이 초임계대두 유화액보다 5~6% 정도 낮게 측정되었음. 이를 통하여 초임계처리 대두분말로 제조된 천연 유화소재 유화액의 유화 형성능력이 합성유화제 만큼 뛰어남을 알 수 있음
- 합성유화제 Polysorbate 80으로 제조한 유화액을 95℃에 1시간 동안 가열한 열 안정성을 아래 그림에 나타냈음



<초임계대두 유화액과 Polysorbate 80의 기름 첨가량에 따른 95℃에서의 열 안정성 비교>

- 10%에서 62.69%, 50%에서 93.78%, 100%에서 90.04%, 200%에서 91.60%, 300%에서 87.72%로 초임계대두 유화액과 비교하면 5~10%정도 낮은 수준이었음. 이는 초임계대두 유화액의 열안정성이 Polysorbate 80보다 뛰어난 것을 나타냄
- 초임계대두 유화액과 Polysorbate 80의 실온에서의 유화 안정성을 아래 그림에 나타냄

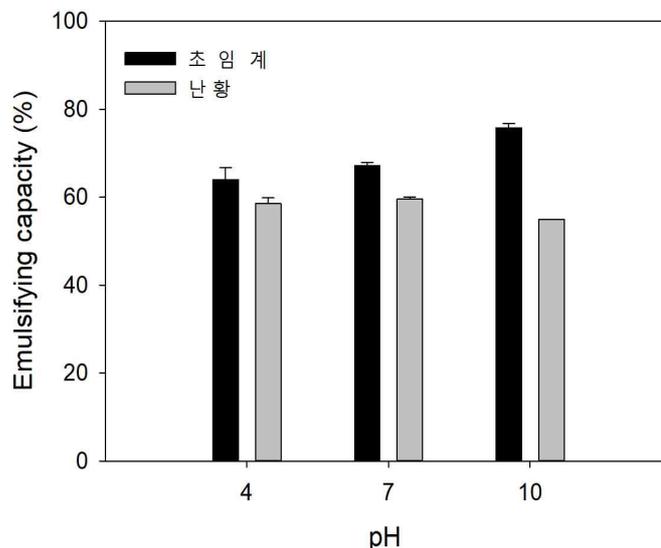


<초임계대두 유화액과 Polysorbate 80의 기름 첨가량에 따른 실온에서의 유화안정성 비교>

- Polysorbate 80은 10%에서 68.39%, 50%에서 98.37%, 100%에서 95.55%, 200%에서 96.81%, 300%에서 91.10%의 유화안정성을 보였음. 이는 초임계대두 수용액보다 2~3% 낮은 결과 값을 나타냈음
- 이를 통해 초임계 처리한 대두분말로 제조된 유화액의 유화 형성능력과 유화안정성이 합성유화제 보다 좋거나 유사하였고, 이는 합성유화제를 대체할 선정된 천연유화소재로써 적합함을 의미함

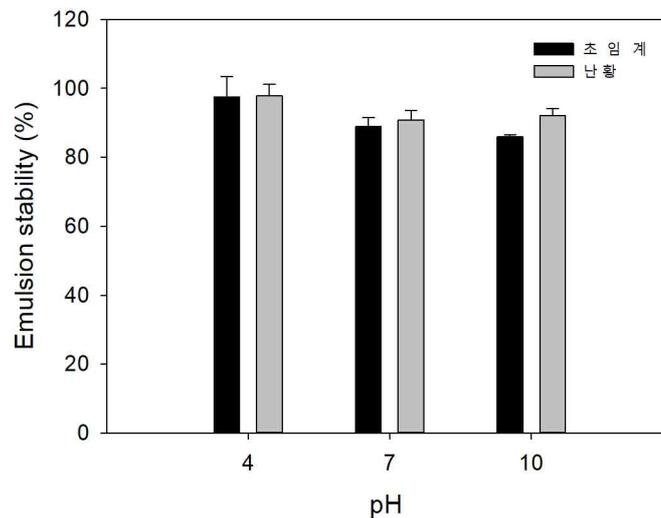
□ 난황과 선정된 천연유화소재 유화액의 pH에 따른 유화형성력과 유화안정성 비교

- 초임계처리 대두분말의 우수성을 입증하기 위해 대표적인 천연 유화소재인 난황과 초임계처리 대두분말의 pH에 따른 유화 형성능력과 유화안정성을 비교한 것을 아래 그림에 나타냈음



<초임계대두분말과 난황분말의 pH에 따른 유화 형성능력 비교>

- 초임계처리 대두분말과 난황분말은 모두 기름첨가량 100%로 유화액을 제조하였음. pH4 산성조건에서 초임계처리 대두분말의 유화형성력이 63.92%로 난황분말 58.60%보다 높았으며 pH7 중성조건에서는 초임계대두 67.15%, 난황분말 59.53%로 초임계처리 대두분말의 유화형성력이 더 뛰어났음
- pH10 염기조건에서는 난황분말이 55.00%인 것에 비해 초임계처리 대두분말 75.74%로 더 뛰어난 유화형성력을 보였음. 이처럼 모든 pH에서 초임계 처리 대두분말의 유화 형성력이 난황분말보다 뛰어나 난황을 대체할 천연 유화소재로 적합함을 알 수 있음
- 초임계처리 대두분말과 난황분말의 기름 첨가량 100%일 때 pH에 따른 유화안정성을 아래 그림에 나타냈음

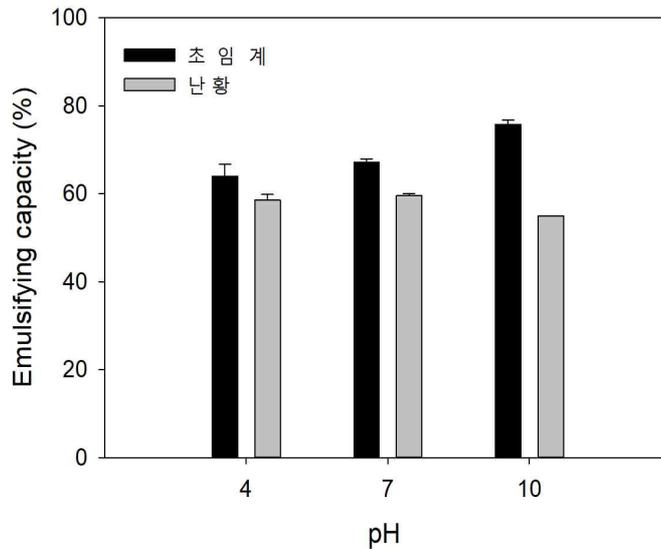


<초임계대두분말과 난황분말의 pH에 따른 유화 안정성 비교>

- pH4일 때 초임계처리 대두분말은 97.53, 난황분말은 97.83으로 유사한 유화안정성을 나타냈음. pH7일 때 초임계 대두분말은 88.86% 난황분말 90.82%로 난황의 유화안정성이 2%정도 높았지만 유사한 값을 나타내었음. pH10에서는 초임계처리 대두분말 85.90% 난황분말 92.12%로 난황분말의 유화안정성이 더 높게 나타났음
- 다양한 pH에서 난황분말과 초임계 대두분말의 유화력과 유화안정성을 비교한 결과 초임계처리 대두분말에서의 유화력과 유화안정성이 난황분말과 비교하여도 유사하여 선정된 천연유화소재로 적합함을 알 수 있음

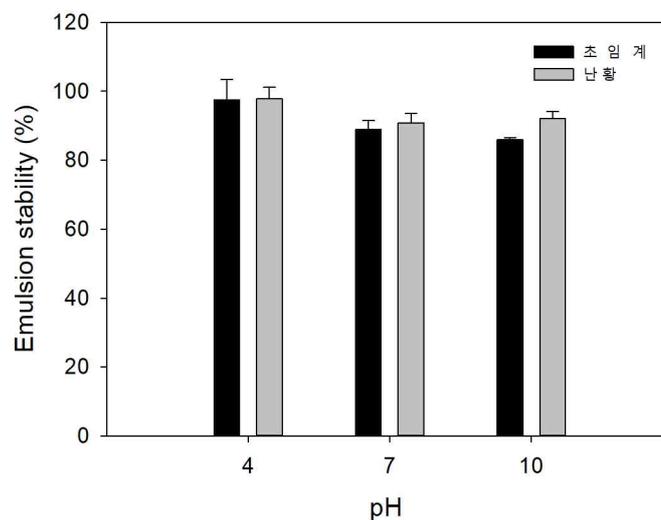
□ 난황과 선정된 천연유화소재 유화액의 pH에 따른 유화형성력과 유화안정성 비교

- 초임계처리 대두분말의 우수성을 입증하기 위해 대표적인 천연 유화소재인 난황과 초임계처리 대두분말의 pH에 따른 유화 형성능력과 유화안정성을 비교한 것을 아래 그림에 나타냈음



<초임계대두분말과 난황분말의 pH에 따른 유화 형성능력 비교>

- 초임계처리 대두분말과 난황분말은 모두 기름첨가량 100%로 유화액을 제조하였음. pH4 산성조건에서 초임계처리 대두분말의 유화형성력이 63.92%로 난황분말 58.60%보다 높았으며 pH7 중성조건에서는 초임계대두 67.15%, 난황분말 59.53%로 초임계처리 대두분말의 유화형성력이 더 뛰어났음. pH10 염기조건에서는 난황분말이 55.00%인 것에 비해 초임계처리 대두분말 75.74%로 더 뛰어난 유화형성력을 보였음. 이처럼 모든 pH에서 초임계 처리 대두분말의 유화 형성력이 난황분말보다 뛰어나 난황을 대체할 천연 유화소재로 적합함을 알 수 있었음
- 초임계처리 대두분말과 난황분말의 기름 첨가량 100%일 때 pH에 따른 유화안정성을 아래 그림에 나타냈음

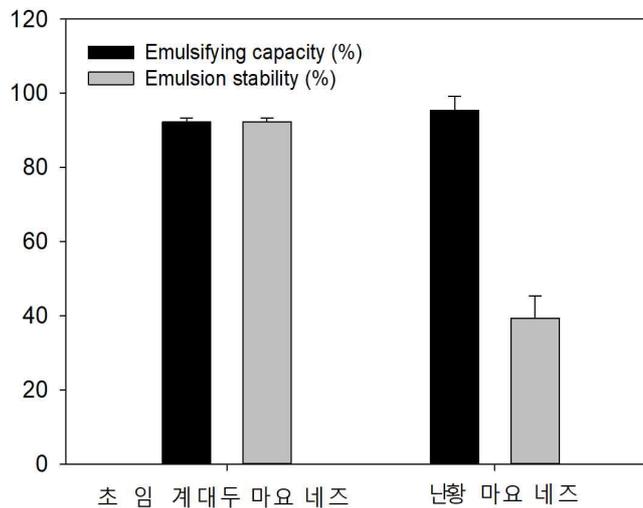


<초임계대두분말과 난황분말의 pH에 따른 유화 안정성 비교>

- pH4일 때 초임계처리 대두분말은 97.53, 난황분말은 97.83으로 유사한 유화안정성을 나타냈음. pH7일 때 초임계 대두분말은 88.86% 난황분말 90.82%로 난황의 유화안정성이 2%정도 높았지만 유사한 값을 나타내었음. pH10에서는 초임계처리 대두분말 85.90% 난황분말 92.12%로 난황분말의 유화안정성이 더 높게 나타났음
- 다양한 pH에서 난황분말과 초임계 대두분말의 유화력과 유화안정성을 비교한 결과 초임계처리 대두분말에서의 유화력과 유화안정성이 난황분말과 비교하여도 유사하여 선정된 천연유화소재로 적합함을 알 수 있음

□ **난황과 선정된 천연유화소재의 마요네즈 제조시의 유화안정성 비교를 통한 우수성 입증**

- 초임계처리 대두분말과 대조구인 난황으로 제조된 마요네즈의 유화안정성을 아래 그림에 나타냈음



<선정된 천연유화소재로 제조된 마요네즈와 난황 마요네즈의 유화 형성력과 유화안정성 비교>

- 초임계처리 대두 첨가 마요네즈는 난황으로 제조된 마요네즈와 비교하였을 때 유화 형성력 92.26%로 같은 유화형성능력을 보여주었음. 반면 유화안정성을 보면 대조구인 난황에서 39.33%로 초임계처리 대두 첨가구 95.47%에 비해 확연한 차이가 나타났음. 이는 대두가 열안정성이 높기 때문에 상대적으로 열안정성이 낮은 난황에서 유화안정성이 떨어진 것으로 사료됨

□ **선정된 천연유화소재의 유화능력 향상과 품질특성**

- 선행 연구를 통해 다양한 소재 중 대두를 선정된 천연유화소재로 선정하였음. 초임계 유체 기술을 적용하여 유화형성 능력의 향상을 위해 다양한 조건에서 추출을 진행하였으며 400bar에서 10시간을 최적 추출 조건으로 설정하였음
- 최적 조건을 적용하여 초임계 추출을 통한 선정된 천연유화소재의 품질특성과 유화형성 능력 향상을 분석하였음. 대표적인 동물성 유화소재인 난황과 합성유화소재인 polysorbate 80과의 비교 분석을 통해 기존 유화제 대비 우수한 유화형성력과 안정성을 입증하였음. 또한 초임계 유체기술이 화학적 용매를 통한 탈지 공정보다 유화형성에 더 적합한 기술임을 확인하였음
- 따라서 이후 천연안심소재를 이용한 마요네즈의 제조에는 초임계 유체 기술을 이용한 천연유화제로써 사용이 가능할 것으로 사료됨

4) 마요네즈 제조를 위한 천연유화소재의 선정 및 기초제조공정 기술 개발

(1) 실험방법

□ 재료

- 선정된 천연유화소재는 초임계유체기술을 적용하여 400bar에서 10시간 처리한 대두 분말을 이용하였으며 -20℃에서 보관하며 사용하였음. 자이로과당(Danisco sweeteners, 핀란드), 난황(은산푸드빌, 이든난황분말), 겨자분(오뚜기, 캐나다산), 꽃소금(영진그린식품, 전라남도 신안군)은 구매하여 사용하였음

□ 선정된 천연유화소재와 난황을 이용한 분말 첨가량에 따른 마요네즈 제조

- 마요네즈의 최적 제조 비율을 찾기 위해 난황분말과 천연유화소재의 양에 따라 마요네즈를 제조하였음. 난황분말과 초임계처리 대두분말을 천연유화제로 사용하였고 천연유화제의 첨가량은 Control과 Control의 1/2, 1/3, 1/4, 1/5로 하였다. 분말재료인 천연유화제와 소금, 겨자분말, 과당에 정제수를 첨가하여 Dirce driven digital stirrer(PL-SS41D, poonglim, korea)로 〇〇〇rpm에서 결정이 없어질 때 까지 교반해 준 후, 콩기름을 조금씩 넣으며 〇〇〇 rpm에서 교반하여 슬러리를 제조함(1차 유화). 기름이 모두 유화되어 슬러리 제조가 완료되면 양조식초(4%)을 도포한 후, 〇〇〇rpm에서 2차 유화를 진행시켜 마요네즈를 완성함

□ 선정된 천연유화소재와 난황을 이용한 최적 비율에서의 마요네즈 제조

- 예비실험을 통해 선정한 최적비율인 천연유화소재 첨가량 1.08%에서의 마요네즈 제조에 따른 레시피는 아래 표와 같음

천연유화소재 마요네즈 (중량 %)		난황 마요네즈 (중량 %)	
DFS101 (식물성유화소재)	15~30	난황 (동물성유화소재)	0.8~1.3
정제수	20.73~21.23	정제수	20.73~21.23
A	2.0	A	2.0
B	1.5	B	1.5
C	0.3	C	0.3
D	0.15	D	0.15
대두유	65~75	대두유	65~75
E	3~5	E	3~5

□ 마요네즈 pH측정

- pH 측정은 pH meter(735P, Istek, Seoul, Korea)를 사용하였고, 당도는 Abbe refractometer(501-DS, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였음

□ 마요네즈의 색도 측정

- 색도는 표준백색판으로 보정된 색차계(Minolta CT-310, Minolta Co.,Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였음

□ 마요네즈의 입도 분석

- Laser-based particle size analyzer (Cilas 1090, Cilas corporate, Orleans, France)를 이용하여 입도를 분석하였음. 제조된 마요네즈를 잘 섞어주고 시료 순환기에 obscuration 12%가 되게 넣어준 후 입자크기를 결정함. 분석결과는 Size Expert software (Expert Report V1.32b)로 분석함

□ 마요네즈의 점도(viscosity) 측정

- 점도는 각 샘플을 snap tube에 30 mL씩 담은 후 Brookfield viscometer (DV II+, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 이용하여 측정하였음. 이 때 spindle은 LV4를 이용하였고, spindle 속도는 15rpm에서 30rpm까지 5rpm씩 증가하면서 측정하여 전단응력과 전단 속도로 겔보기 점도를 계산하여 나타내었음

□ 마요네즈의 유화형성력과 유화안정성

- 난황분말과 초임계처리 대두분말을 천연유화제로 하여 제조된 마요네즈를 50mL cornical tube에 25g씩 넣고 원심분리기(Hanil, FLETAS)를 이용하여 3000rpm에서 20분간 원심분리한 후, 전체 높이 대비 유화된 높이로 계산하여 백분율로 나타내었음. 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsifying capacity (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Total volume of emulsion}} \times 100$$

- 마요네즈의 유화안정성은 90°C Shaking water bath(Baths WSB Shaking water bath)에서 185rpm에서 1시간 동안 shaking 한 후 원심분리기(Hanil, FLETAS)를 이용하여 3000rpm에서 20분간 원심분리한 방법을 이용하였음
- 마요네즈의 냉장온도에서의 안정성은 5°C 냉장고에서 2달 보관된 마요네즈를 원심분리하여 유화층 높이로 계산하였음. 마요네즈의 냉동안정성은 -20°C의 냉동온도에서 48시간 동안 보관한 후 2시간 동안 30°C 인큐베이터에서 해동하여 원심분리법에 의해 비교하였음. 원심분리법은 3000rpm에서 5분간 진행하였으며 유화안정성을 나타내는 식은 초기 유화층 대비 남아있는 유화층 높이로 계산하여 백분율로 나타내었음. 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsion stability (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Volume of initial emulsified layer}} \times 100$$

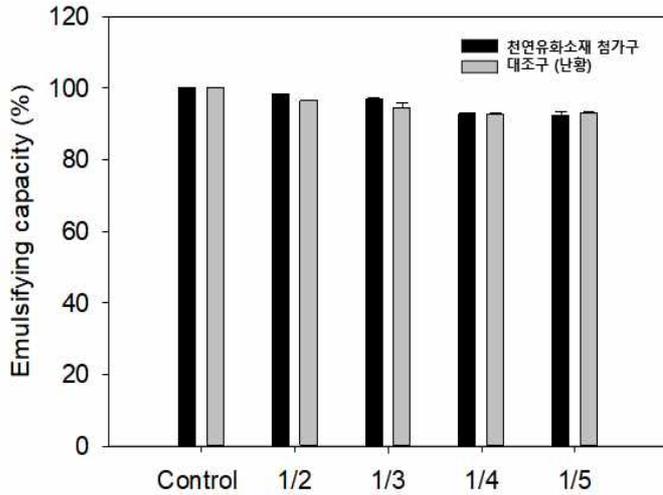
□ 마요네즈의 보관온도에 따른 기름 분리도_ A4 test

- 마요네즈의 보관온도에 따른 기름 분리도를 나타내기 위해 A4 용지에 2g의 마요네즈를 떨어트린 후 실온에서 3시간 방치하여 기름의 분리도를 확인하였음

(2) 마요네즈 제조를 위한 기초제조공정기술 개발

□ 선정된 천연유화소재와 난황의 첨가 비율에 따른 마요네즈의 유화형성력 비교

- 난황분말과 선정된 천연유화소재인 초임계이산화탄소 처리한 대두를 유화제로 하여 첨가량에 따른 마요네즈의 유화 형성능력을 아래 그림에 나타냈음



<천연 유화소재 첨가량에 따른 마요네즈의 유화형성능력 비교 >
(천연유화소재 첨가구 : 초임계처리 대두분말, 대조구 : 난황분말)

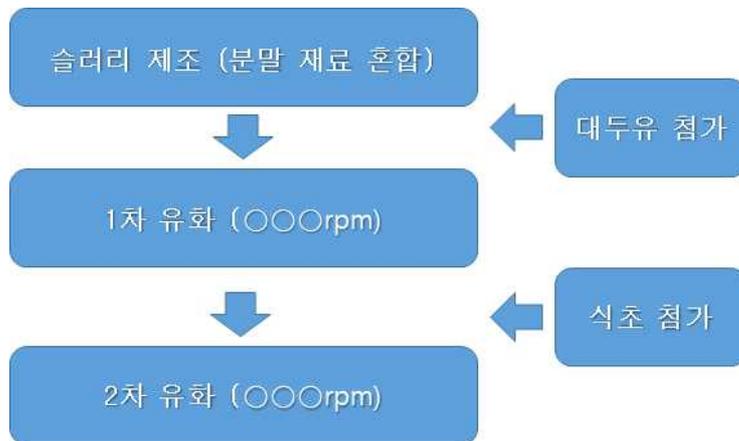
- 두 가지 유화제 모두 control 첨가량에서 완전한 유화형성을 나타내었음. 첨가량 1/2에서 초임계처리 대두분말의 경우 98.21% 난황분말은 96.43%였고, 첨가량 1/3에서 초임계처리 대두분말 96.90%, 난황분말 94.52%로 초임계처리구가 더 높은 유화형성력을 나타냈음. 첨가량 1/4에서는 초임계처리 대두분말 92.86%, 난황분말 92.74% 였고 첨가량 1/5에서 초임계처리 대두분말 92.26%, 난황분말 93.10%로 유사한 유화형성력을 보였음
- 두 가지 유화제를 비교해본 결과 개발된 천연 유화소재인 초임계처리 대두분말의 유화형성력이 난황분말보다 높았으며 이는 첨가량이 낮아질수록 감소하는 경향을 보였으나 첨가량 1/4과 1/5에서는 유사한 유화형성력을 나타냈음. 따라서 천연유화소재 첨가량 1/5을 마요네즈 제조의 적합비율로 선정하여 실험을 진행하였음. 첨가량 1/5는 총 중량 대비 1.08%의 첨가량임

□ 선정된 천연유화소재의 최적 첨가 비율에 따른 기초제조공정기술 구축

- 천연마요네즈의 제조는 천연유화소재 〇〇〇% 와 정제수 〇〇〇% 과당 〇〇〇%, 정제염 〇〇〇%, 겨자분 〇〇〇%, 잔탄검 〇〇〇%, 대두유 70%, 식초 〇〇〇%를 포함하는 제조방법임
- 모든 분말재료와 정제수를 비커에 넣고 〇〇〇rpm에서 결정이 없어질 때 까지 균질화함. 결정이 모두 녹으면 〇〇〇rpm으로 속도를 줄여 준 후, 대두유를 10번에 걸쳐 천천히 넣어 슬러리를 제조하는 1차 유화과정을 진행함. 일반적으로 높은 rpm에서 유화를 진행할 경우 유화가 진행되지 않는 문제점이 생기기 때문에 유화안정성이 높은 마요네즈를 얻기 힘들. 대두유가 모두 유화되어 1차 유화가 완료되면 〇〇〇%의 식초를

골고루 도포한 후 〇〇〇rpm에서 2차 유화를 진행시켜 마요네즈를 제조하는 방법임.
이때 2차 유화의 시간은 2분으로 조정하였음

○ 이상의 마요네즈 제조공정은 아래 그림에 나타냈음



<천연유화소재 마요네즈 기초제조공정>

(3) 마요네즈 제조를 위한 천연유화소재와 난황과의 비교 연구

□ 천연유화소재와 난황 마요네즈의 품질특성 비교

○ 천연유화소재 마요네즈와 난황 마요네즈의 외관은 아래 그림에 나타내었음 pH와 색도를 비교한 결과는 아래 표에 나타냈음

(A)



(B)



<(A)천연유화소재와 (B)난황으로 제조한 마요네즈의 외관>

○ pH와 색도를 비교한 결과는 아래 표에 나타냈음

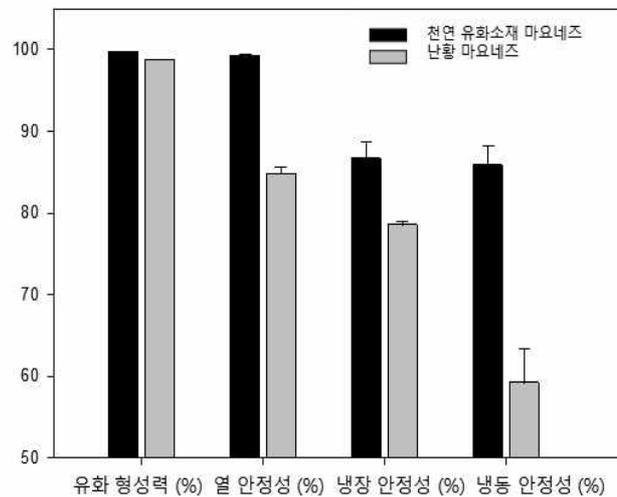
<천연유화소재 마요네즈와 난황마요네즈의 품질특성>

	천연유화소재 마요네즈	난황 마요네즈
pH	3.85±0.01	3.53±0.01
L*	83.46±0.12	82.18±0.04
a*	-1.19±0.05	-1.62±0.02
b*	5.82±0.01	9.46±0.01

- 천연유화소재 마요네즈의 밝기를 나타내는 L값이 난황보다 높은 것으로 보아 더 밝은 것을 알 수 있었음. 적색도를 나타내는 a값은 천연유화소재 마요네즈에서 더 높은 것으로 나타났고 황색도를 나타내는 b값은 난황 마요네즈에서 더 높게 나타났음. 따라서 난황으로 제조한 마요네즈보다 더 밝기가 밝고 천연유화소재의 유화형성으로 난황 특유의 색이 없는 마요네즈가 형성됨을 알 수 있었음
- 일반적으로 마요네즈의 pH는 미생물 안정성과 유화안정성에 영향을 미치는 요인 중 하나로, 같은 양의 식초를 첨가하였음에도 비교예의 pH가 더 낮게 나타났음. 이는 DSF-101 보다 난황의 pH가 더 낮기 때문에 나타난 결과로 사료됨

□ 천연유화소재와 난황 마요네즈의 유화형성력과 유화안정성

- 천연 유화소재 마요네즈와 난황마요네즈의 유화형성력과 다양한 보관 온도에서의 유화안정성을 나타낸 그래프는 아래 그림에 나타냈음



<천연유화소재와 난황으로 제조된 마요네즈의 유화형성력과 다양한 온도에서의 유화안정성 비교>

- 천연유화소재 마요네즈와 난황마요네즈의 유화형성력과 다양한 보관 온도에서의 외관은 아래 그림에 나타냈음

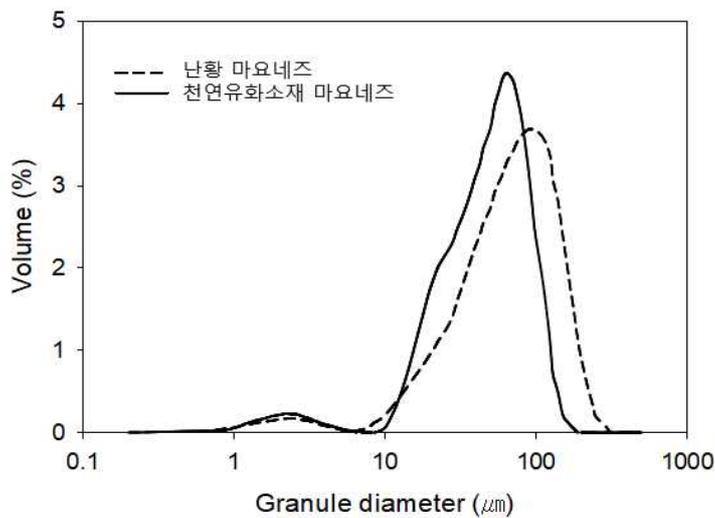
열안정성 (90°C-1hour)		냉장안정성 (5°C-2month)		냉동안정성 (-20°C-48hour)	
천연유화소재 마요네즈	난황 마요네즈	천연유화소재 마요네즈	난황 마요네즈	천연유화소재 마요네즈	난황 마요네즈

<천연유화소재와 난황으로 제조된 마요네즈의 다양한 저장온도에서의 유화안정성 외관>

- 마요네즈의 유화형성력은 천연유화소재 마요네즈가 난황마요네즈 보다 더 높게 나타났음. 열 안정성은 높은 온도의 열처리에서도 천연유화소재 마요네즈의 유화가 거의 깨지지 않고 안정된 것을 확인할 수 있었음. 이는 난황보다 천연유화소재의 열 안정성이 더 높기 때문으로 사료됨
- 마요네즈의 냉장온도에서의 저장 중 안정성은 천연유화소재의 안정성이 더 높은 것으로 나타났음. 마요네즈의 냉동 온도에서의 냉해동 안정성은 두 시료 모두 유화가 풀려 떨어지는 양상을 보였으나 천연유화소재에서의 냉해동 안정성이 난황으로 제조한 마요네즈 보다 안정됨을 확인할 수 있었음
- 이러한 지표는 모두 외관에서의 기름 분리도로도 확인할 수 있었다. 이를 통하여 동물성 유화소재인 난황보다 열 안정성, 냉장안정성, 냉동안정성이 천연유화소재 마요네즈가 더 우수한 특성을 지니고 있으며 초임계유체기술의 유화 개선 효과가 있음으로 사료됨

□ 천연유화소재와 난황 마요네즈의 입도 분포도와 입자 크기 비교

- 마요네즈의 물 분산에 따른 기름의 입자크기는 유화형성력과 안정성에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나로 알려져 있음. 이에 따라 천연유화소재와 난황으로 제조한 마요네즈의 입도 분포도와 입자크기를 나타낸 그래프는 아래 그림과 표에 나타냈음



<천연유화소재와 난황으로 제조한 마요네즈의 입자분포도>

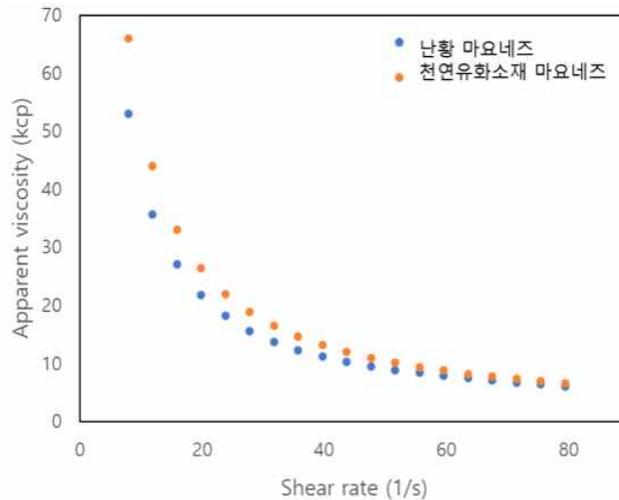
<천연유화소재와 난황으로 제조한 마요네즈의 평균입자크기>

	평균입자 크기 (μm)
천연유화소재 마요네즈	51.27±6.54
난황 마요네즈	75.38±5.42

- 입도 분포 결과를 보면 $10\mu\text{m}$ 이하에서는 유사한 분포를 나타내었지만 $100\mu\text{m}$ 이상에서는 난황으로 제조한 마요네즈의 입도 분포도가 더 큰 것을 확인할 수 있었음. 평균입자크기에서도 살펴보면 천연유화소재로 제조한 마요네즈의 평균입자크기는 $51.27\mu\text{m}$ 로 난황으로 제조한 마요네즈 $75.38\mu\text{m}$ 보다 작은 평균입자 크기를 나타내었음. 이는 마요네즈에 분산하는 기름의 입자크기로 나타낼 수 있으며, 기름의 입자크기가 작을수록 유화 형성력이 더 높고 유화가 안정된 상태로 사료될 수 있음

□ 천연유화소재와 난황 마요네즈의 점도

- 천연유화소재와 난황마요네즈의 점도를 비교한 그래프는 아래 그림에 나타냈음



<천연유화소재와 난황 마요네즈의 점도 측정 결과>

- 마요네즈의 겉보기 점도를 측정한 결과 난황마요네즈의 점도가 천연유화소재 마요네즈보다 낮은 것으로 나타남. 통상적인 마요네즈의 점도는 2-8 kcp로 알려져 있으며 난황마요네즈와 천연유화소재 마요네즈 모두 그 사이의 값을 나타내어 적합한 마요네즈의 물성으로 사료됨
- 마요네즈에서의 높은 점도는 일반적으로 유화안정성에 영향을 미치는 요인 중 하나이다. 일반적으로 점도가 높을수록 마요네즈에서의 기름의 분산 입자 크기가 작았으며, 점도가 높은 마요네즈의 유화력과 유화안정성이 더 높은 것으로 나타났음. 따라서 실시 예의 기름입자크기가 더 작고, 유화 형성력과 유화안정성이 더 높으며, 점도가 더 높은 것과 일치하는 결과임

5) 발굴된 식물성 천연유화소재를 적용한 비건용 마요네즈 제품 제조공정 확립 및 제품화 기술 구축, 품질 우수성 평가

(1) 제조된 비건용 마요네즈의 이화학적 품질특성 분석

□ 실험방법

- 재료 : 선정된 천연유화소재는 초임계유체기술을 적용하여 400bar에서 10시간 처리한 대두 분말을 이용하였으며 -20℃에서 보관하며 사용하였음. 자이로과당(Danisco sweeteners,핀란드), 난황(은산푸드빌, 이든난황분말), 겨자분(오뚜기, 캐나다산), 꽃소금(영진그린식품, 전라남도 신안군)은 구매하여 사용하였음
- 선정된 천연유화소재를 이용한 최적 제조 비율의 마요네즈 제조
: 분말재료인 천연 유화제와 소금, 겨자분말, 과당에 정제수를 첨가하여 Direct driven digital stirrer(PL-SS41D, poonglim, korea)로 〇〇〇rpm에서 결정이 없어질 때 까지 교반해준 후, 공기름을 조금씩 넣으며 〇〇〇 rpm에서 교반하여 슬러리를 제조함 (1차 유화). 기름이 모두 유화되어 슬러리 제조가 완료되면 양조식초를 도포한 후, 〇〇〇rpm에서 2차 유화를 진행시켜 마요네즈를 완성함

천연유화소재 마요네즈 (중량 %)		난황 마요네즈 (중량 %)	
DFS101 (식물성유화소재)	1.5~3.0	난황 (동물성유화소재)	0.8~1.3
정제수	20.73~21.23	정제수	20.73~21.23
A	2.0	A	2.0
B	1.5	B	1.5
C	0.3	C	0.3
D	0.15	D	0.15
대두유	65~75	대두유	65~75
E	3~5	E	3~5

- 마요네즈의 가속실험을 통한 저장 특성 예측
: 마요네즈의 저장 특성 예측을 위해 선정된 천연유화소재로 제조된 마요네즈를 5℃, 10℃, 25℃, 40℃에서 6개월간 저장하였으며 일정 기간마다 실험을 진행하였음
- 마요네즈의 색도 측정
: 색도는 표준백색판 (L=93.6, a=0.31, b=0.32)으로 보정된 색차계(Minolta CT-310, Minolta Co.,Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였음
- 마요네즈의 pH 측정
: pH 측정은 pH meter(735P, Istek, Seoul, Korea)를 사용하였음
- 마요네즈의 점도(viscosity) 측정
: 점도는 각 샘플을 snap tube에 30 mL씩 담은 후 Brookfield viscometer (DV II+, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 이용하여 측정하였음. spindle은 LV4를 이용하였고, spindle 속도는 15rpm에서 30rpm까지 5rpm씩 증가하면서 측정하여 전단응력과 전단 속도로 걸보기 점도를 계산하여 나타내었음

○ 마요네즈의 유화안정성

: 온도와 저장기간을 달리한 마요네즈의 유화안정성은 90℃ Shaking water bath(Baths WSB Shaking water bath)에서 185rpm에서 1시간 동안 shaking 한 후 원심분리기 (Hanil,FLETAS)를 이용하여 3000rpm에서 20분간 원심분리한 방법을 이용하였음. 유화안정성을 나타내는 식은 초기 유화층 대비 남아있는 유화층 높이로 계산하여 백분율로 나타내었다. 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsion stability (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Volume of initial emulsified layer}} \times 100$$

○ 마요네즈의 산화 측정

: 마요네즈의 산화안정성을 알아보기 위해 마요네즈를 온도별로 보관하여 일정 기간 간격으로 저장 실험을 진행하였음. -80℃에서 24시간 동결시킨 뒤 4℃에서 해동 후 원심분리기를 이용하여 5,000×g에서 30분간 원심분리를 진행하였음. 상층에 분리된 기름을 스포이드를 이용하여 회수하여 실험에 사용하였으며 AOCS법(Firestone D,2009)을 참고하여 측정하였음

○ 마요네즈의 미생물학적 분석

: 일반 세균수는 식품공전에 따라 마요네즈의 1mL과 각 10배 단계 희석액 1mL을 세균수건조필름배지(3M, Gyeonggi, Korea)에 접종한 후 37℃에서 24시간 배양한 후 생성된 붉은 집락수를 계산하고 그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 나타내었음. 같은 방법으로 효모곰팡이는 Yeast and Mold Petrifilm(3M)에 분주하여 25℃에서 48시간, 대장균과 대장균군은 Escherichia coli and Coliform Petrifilm(3M)에 분주하여 35℃에서 24~48시간 배양하여 colony를 계수하였음

○ Shelf-life 예측

: 저장온도와 저장기간을 달리한 마요네즈의 Shelf-life는 품질평가지표를 선정하여 반응속도상수(k), 활성화 에너지(Ea) 및 온도계수(Q₁₀, value)를 산출하였다. 5℃, 10℃, 25℃, 40℃에서 저장된 마요네즈의 품질평가 지표의 값과 저장기간으로부터 구한 직선의 기울기로부터 반응속도상수(k)를 구하였음. 또한 반응속도상수 K와 저장온도의 절대온도의 역수(1/T)로부터 Arrhenius plots의 기울기에 의하여 활성화 에너지(Ea)를 구하였으며 활성화 에너지로부터 10~20℃, 20~30℃, 30~40℃를 기준으로 하여 온도계수온도계수(Q₁₀,value)를 구하였음. 관련 계산식은 다음과 같음

$$C = C_0 + kt$$

C = 저장시간(t) 경과 후의 품질 평가지표 값
 C₀ = 최초의 품질 평가지표의 값
 k = 반응속도상수

$$\log k = \log k_0 - \frac{Ea}{2.303R} \times \frac{1}{T}$$

k = 반응속도상수
 k₀ = Arrhenius constant
 T = 절대온도(k₀)
 Ea = 활성화에너지 (KJ/mol)
 R = 기체상수 (1.986 cal/mol)

$$Q_{10} = \frac{K_{T+10}}{K_T}$$

Q₁₀ = Q₁₀ - value
 k = 반응속도상수

□ 연구수행 결과

○ 저장 온도를 달리하여 보관한 마요네즈 외관

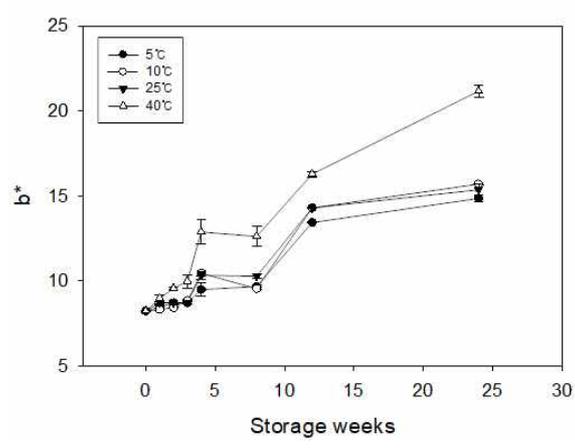
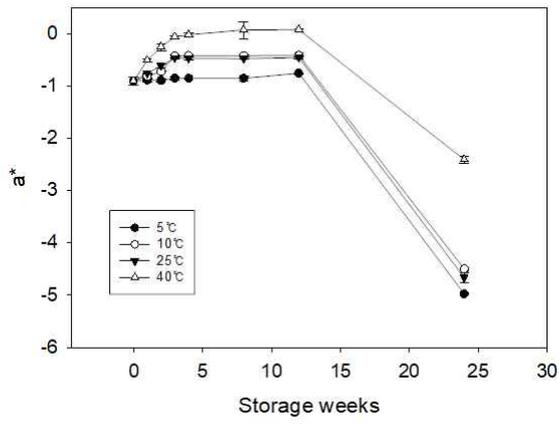
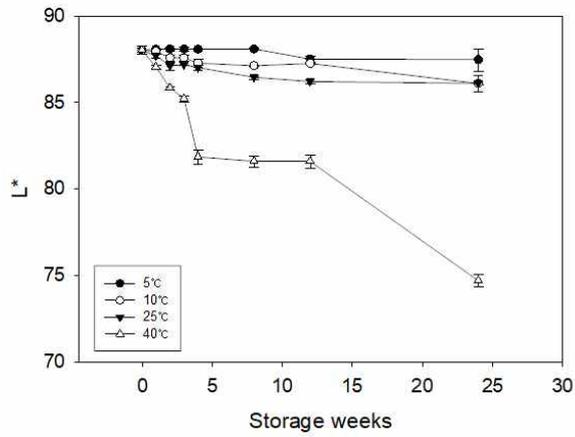
: 5℃, 10℃, 25℃, 40℃의 저장 온도에서 총 6개월간 보관된 마요네즈 외관은 아래 그림과 같음. 그 결과 1주 차에서 3개월까지 저장된 온도별 마요네즈의 외관상 색 변화는 나타나지 않았으며 저장기간이 6개월이 지난 후 40℃에 저장된 마요네즈 색은 어두워지는 경향을 나타냈음

1 W	5	10	25	40	2 M	5	10	25	40
2 W	5	10	25	40	3 M	5	10	25	40
3 W	5	10	25	40	6 M	5	10	25	40
1 M	5	10	25	40					

<저장 온도 및 저장 기간을 달리한 마요네즈의 외관 변화>

○ 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 색도 변화 측정

: 색도 분석 결과 전체적인 색도 값은 저장 기간이 늘어남에 따라 값이 감소하는 양상을 나타냈음. 색도의 측정은 아래 그림을 통해 나타냈음. 밝기를 나타내는 L* 값은 5℃, 10℃, 25℃에 저장된 마요네즈에 비해 40℃에 저장된 마요네즈의 값은 저장 기간이 늘어남에 따라 유의적으로 값이 감소하는 경향을 나타냈으며 4주가 지난 후부터 다른 온도에 저장된 마요네즈의 L* 값에 비해 확연히 밝기가 지속적으로 감소하였음을 알 수 있음. 적색도를 나타내는 a* 값은 3개월까지 5℃, 10℃, 25℃, 40℃에 저장된 마요네즈에서 점차 증가하는 경향을 나타냈으나 3개월이 지난 후 유의적으로 값이 감소하였음을 알 수 있음. 황색도를 나타내는 b값은 3개월이 지난 후부터 모든 마요네즈의 b값이 증가하는 것으로 보아 황색도가 높아졌음을 시사함. 이를 통해 기간에 따른 저장 온도별 마요네즈의 색도 변화를 측정하여 저장 품질특성을 확인할 수 있었음



<저장 온도 및 저장 기간을 달리한 마요네즈의 색도(L*,a*,b*) 변화>

○ 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 pH 변화

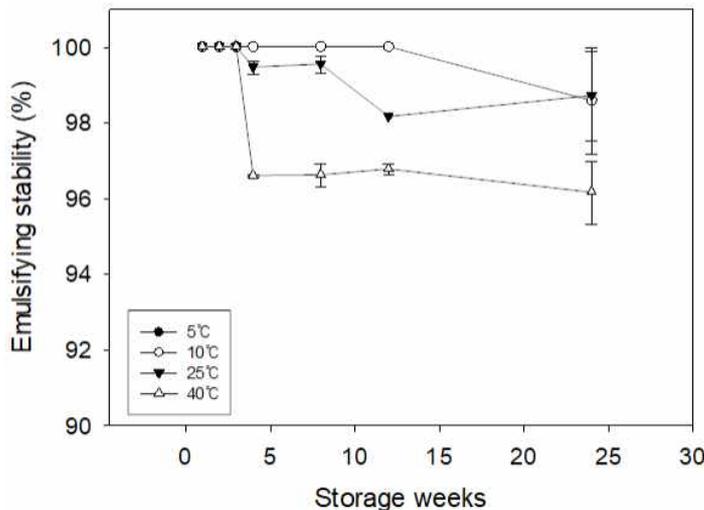
: 마요네즈에서 식초는 pH를 3~4로하여 방부 효과 및 유화력을 부여하여 적당한 산미를 제공함. 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 pH 변화는 다음 표와 같음. 6개월간 5°C, 10°C, 25°C, 40°C에 저장된 마요네즈는 유의적인 차이가 나타나지 않았음. 이러한 결과를 보아 천연 유화소재를 적용한 비건용 마요네즈의 pH 안정성이 높은 것으로 사료됨

<저장 온도 및 저장 기간을 달리한 마요네즈의 pH 변화>

Storage weeks	5 °C	10 °C	25 °C	40 °C
0	3.88±0.00			
1	3.88±0.01	3.88±0.01	3.88±0.01	3.89±0.00
2	3.88±0.00	3.88±0.00	3.89±0.01	3.89±0.00
3	3.86±0.00	3.87±0.01	3.87±0.01	3.90±0.00
4	3.88±0.01	3.89±0.01	3.89±0.00	3.88±0.01
8	3.87±0.01	3.86±0.02	3.89±0.01	3.88±0.01
12	3.89±0.01	3.87±0.01	3.87±0.00	3.85±0.00
24	3.88±0.01	3.87±0.00	3.87±0.01	3.85±0.01

○ 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 유화안정성 변화

: 유화안정성은 마요네즈의 품질에 영향을 미치는 주요한 인자 중 하나로 마요네즈의 재료 간의 배합상태 및 조제 조건은 마요네즈의 유화성에 영향을 미침. 초임계유체 기술을 적용한 천연유화소재 활용 마요네즈의 유화안정성 변화는 다음 그림과 같음. 5°C, 10°C, 25°C, 40°C에서 총 6개월간 저장된 마요네즈는 96.15~99.49%의 유화안정성으로 이는 우수한 유화형성력과 유화안정성이 있는 것으로 사료됨. 또한 초임계 유체 기술을 통한 탈지 공정 및 개발된 기초제조공정기술은 마요네즈의 유화안정성에 적합한 기술임을 확인하였음

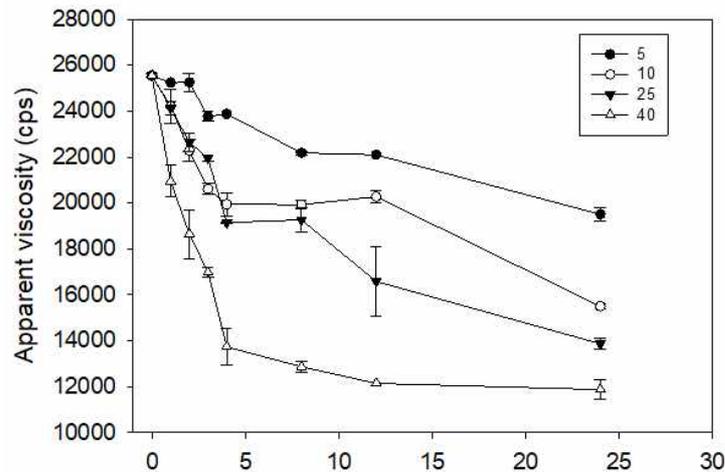


<저장 온도 및 저장 기간을 달리한 마요네즈의 유화안정성 변화>

○ 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 점도 변화

: 마요네즈의 유변학적 성질은 마요네즈의 품질을 결정하는 요인 중 하나임. 초임계유체 기술이 적용된 천연유화소재 마요네즈의 저장 온도 및 저장 기간에 따른 점도 변화는 다음 그림과 같음. 5°C에서 저장된 마요네즈의 점도는 3개월까지 22099.2845 cps 였으며 6개월 차에는 19507.8374 cps로 다른 온도에 비해 점도가 유지되었으나 점도는 저장 기간이 지나감에 따라 점도가 감소하였음. 점도의 감소 정도에 비해 마요네즈의

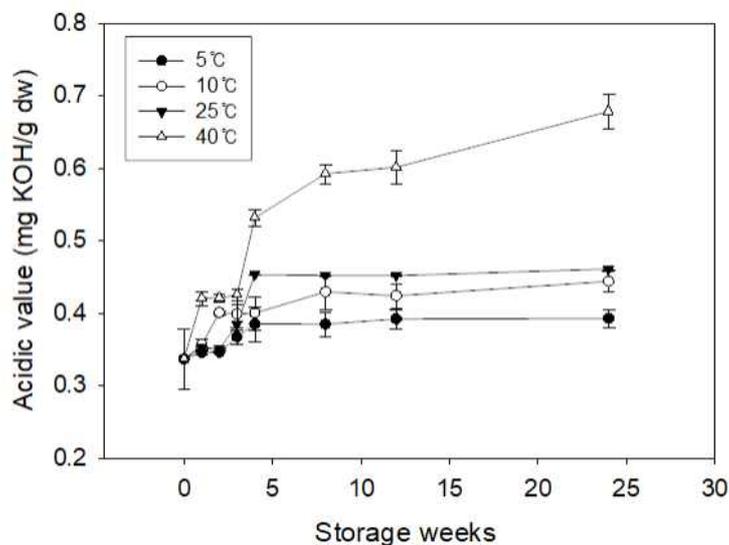
유화안정성 정도는 높게 유지되었기에 이와 같은 결과는 초임계유체 기술을 적용하여 제조한 천연유화소재가 마요네즈의 유화안정성 개선에 효과적인 것으로 사료됨.



<저장 온도 및 저장 기간을 달리한 마요네즈의 점도 변화>

○ 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 산가 측정

: 초임계유체 기술을 적용한 천연유화소재 활용 마요네즈의 산가 변화는 다음 그림과 같음. 식품의 저장 기간 중의 산가의 증가는 유리지방산이 다량의 지방산 화합물로부터 생성되었기 때문인데, 유리지방산의 증가는 새로운 과산화물 생성 유도를 야기함. 마요네즈의 산가는 식품공전상 따로 규정하고 있지는 않으나 정제한 신선한 유지는 1.0 mg KOH/g 이하이고, 산가가 30 mg KOH/g 이상은 식용에 부적당하다고 알려져 있음. 본 실험 결과의 경우 5°C, 10°C, 25°C, 40°C에서 총 6개월간 저장된 마요네즈는 모두 1.0 mg KOH/g 이하의 값을 나타냈음. 본 실험 결과는 마요네즈 제조를 위해 개발된 기초제조공정기술이 천연유화소재를 활용한 마요네즈의 산화에 영향을 미친 것으로 사료됨.



<저장 온도 및 저장 기간을 달리한 마요네즈의 산가 변화>

○ 저장기간 및 온도에 따른 마요네즈의 미생물학적 분석

: 저장기간 동안 마요네즈의 일반세균, 효모, 곰팡이, 대장균군에 대한 미생물 측정 결과 모두 검출되지 않아 미생물학적으로 안전한 것으로 확인되었음. 식품공전에 따르면 마요네즈는 대장균군, 대장균, 세균수, 타르색소 및 보존료에 대한 규격만이 정해져 있음. 본 가속실험을 통해 모든 기간 동안 미생물이 검출되지 않아 마요네즈의 섭취는 식품위생학적으로 안전한 것으로 사료됨

(2) 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석

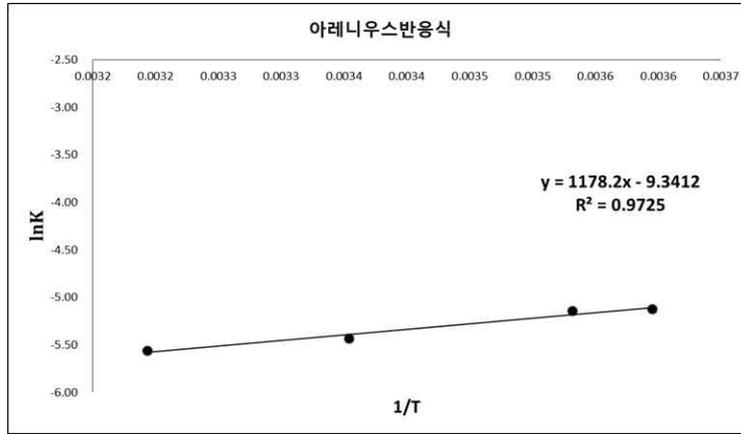
: 식품의 품질지표인자가 저장온도와 저장기간에 따라 일정한 속도로 감소되거나 증가하면 속도론적으로 분석이 가능함. 마요네즈의 shelf-life는 유화안정성, 색차, 산가의 결과를 통해 품질평가지표를 선정하여 반응속도상수(k), 활성화 에너지(Ea) 및 온도계수(Q_{10} , value)를 산출하였음

□ Shelf-life 예측, 활성화 에너지 및 온도계수 도출

○ 5°C, 10°C, 25°C, 40°C에서 온도 별로 일정기간 동안 저장한 마요네즈의 δE 의 변화와 저장기간으로부터 구한 회귀방정식의 기울기로부터 반응속도상수 k를 구하였음. 또한 log k와 저장온도의 절대온도의 온도 (1/T)로 부터 회귀방정식과 상관관계를 구하였음. 그 결과 반응속도 상수 k는 Arrhenius plot에서 하나의 직선식으로 표시될 수 있으며 마요네즈 저장 중 생성되는 색 변화반응은 Arrhenius plot에 의해 설명될 수 있음. 실험하지 않은 온도 구간의 반응상수를 구하기 위해 Arrhenius 식을 이용하여 활성화 에너지를 구한 결과 9.8(KJ/mol)이었음

< δE 의 변화를 통한 마요네즈의 반응속도상수(k)>

저장온도(°C)	T(절대온도, K)	1/T (K ⁻¹)	K (반응속도상수)	lnK	K*1000	1/T*1000
5	278.15	0.0036	0.0060	-5.12	5.96	3.60
10	283.15	0.0035	0.0059	-5.14	5.86	3.53
25	298.15	0.0034	0.0044	-5.43	4.38	3.35
40	313.15	0.0032	0.0038	-5.56	3.84	3.19



<δE의 변화를 통한 아레니우스 반응식>

<δE를 통한 활성화에너지 도출실험하지 않은 온도 구간의 반응속도상수(k)>

아레니우스 반응식			아레니우스 plot 방정식		
기체상수 R	0.008314	$\text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	기울기	y절편	R^2
R^2	0.9725		1178.19	-9.34	0.97
활성화에너지 (slope = $-E_a/R$)	E_a/R (기울기)	1178.2K			
	E_a	9.80KJ/mol			

<실험하지 않은 온도 구간의 반응속도상수(k)>

온도 (°C)	온도 (K)	가로값	세로값	K
10	283.15	0.003532	-5.18	0.00562
15	288.15	0.003470	-5.25	0.00523
20	293.15	0.003411	-5.32	0.00488
25	298.15	0.003354	-5.39	0.00456
30	303.15	0.003299	-5.45	0.00428

<색차를 통한 마요네즈의 Q_{10} 도출>

Q_{10}	
10~20°C	0.87
20~30°C	0.88
30~40°C	0.90

- 각 온도별 반응상수(k)와 각 온도별 반응상수와의 관계식으로부터 Q_{10} -value를 구하였음.
 10~20°C의 온도계수 (Q_{10} -value)는 0.87, 20~30°C의 온도계수 (Q_{10} -value)는 0.88,
 30~40°C의 온도계수 (Q_{10} -value)는 0.90 이었음. 저장기간 및 저장온도에 따라 색차는 비례적으로 증가하는 경향을 보였기에 이는 관능검사와의 상관관계를 통해 마요

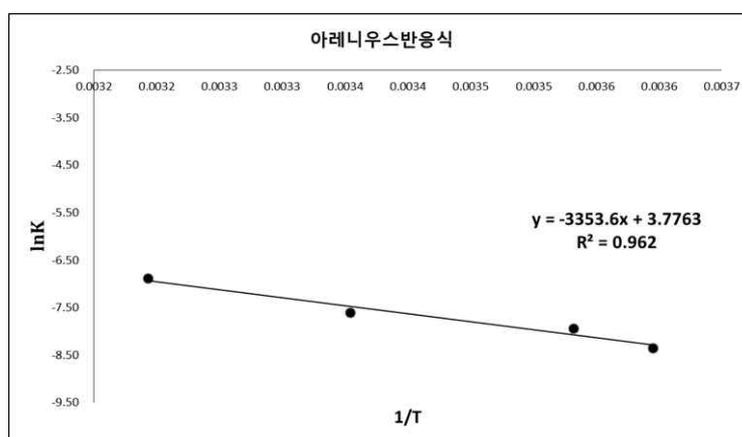
네즈의 품질지표로 이용할 수 있었음. 색차는 품질안전한계기준이 설정되어 있지 않은 항목이기에 유통기한 설정실험 가이드라인의 법적규격이 없는 지표의 규격값 산출 방법에 근거하여 규격값을 산출하였음. 20℃의 상온에서 유통되는 마요네즈는 유통기한 산출시 25.6개월로 나타남. 여기에 유통과정 중의 안정성을 고려하고자 안전계수 0.8을 곱하여 최종 유통기한은 약 20개월로 설정함.

□ Shelf-life 예측, 활성화 에너지 및 온도계수 도출

○ 5℃, 10℃, 25℃, 40℃에서 온도 별로 일정기간 동안 저장한 마요네즈의 산가 변화와 저장기간으로부터 구한 회귀방정식의 기울기로부터 반응속도상수 k를 구하였음. 또한 log k와 저장온도의 절대온도의 온도 (1/T)로 부터 회귀방정식과 상관관계를 구하였음. 그 결과 반응속도 상수 k는 Arrhenius plot에서 하나의 직선식으로 표시될 수 있으며 마요네즈 저장 중 생성되는 산가 변화는 Arrhenius plot에 의해 설명될 수 있음. 실험하지 않은 온도 구간의 반응상수를 구하기 위해 Arrhenius 식을 이용하여 활성화 에너지를 구한 결과 27.88(KJ/mol)이었음

<산가 측정을 통한 마요네즈의 반응속도상수(k)>

저장온도(℃)	T(절대온도, K)	1/T (K-1)	K (반응속도상수)	lnK	K*1000	1/T*1000
5	278.15	0.0036	0.0002	-8.34	0.24	3.60
10	283.15	0.0035	0.0004	-7.93	0.36	3.53
25	298.15	0.0034	0.0005	-7.61	0.50	3.35
40	313.15	0.0032	0.0010	-6.87	1.03	3.19



<마요네즈의 산가 변화를 통한 아레니우스 반응식>

<산가 측정을 통한 활성화에너지 도출>

아레니우스 반응식			아레니우스 plot 방정식		
기체상수 R	0.008314	$\text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	기울기	y절편	R^2
R^2	0.9620		-3353.65	3.78	0.96
활성화에너지 (slope = -Ea/R)	Ea/R (기울기)	3353.6K			
	Ea	27.88KJ/mol			

<실험하지 않은 온도 구간의 반응속도상수(k)>

온도 (°C)	온도 (K)	가로값	세로값	K
10	283.15	0.003532	-8.07	0.00031
15	288.15	0.003470	-7.86	0.00039
20	293.15	0.003411	-7.66	0.00047
25	298.15	0.003354	-7.47	0.00057
30	303.15	0.003299	-7.29	0.00068

<산가를 통한 Q_{10} 도출>

Q_{10}	
10~20°C	1.67
20~30°C	1.62
30~40°C	1.60

○ 각 온도별 반응상수(k)와 각 온도별 반응상수와의 관계식으로부터 Q_{10} -value를 구하였음. 10~20°C의 온도계수 (Q_{10} -value)는 1.50, 20~30°C의 온도계수 (Q_{10} -value)는 1.46, 30~40°C의 온도계수 (Q_{10} -value)는 2.19이었음. 저장기간 및 저장온도에 따라 산가는 비례적으로 증가하는 경향을 보였기에 마요네즈의 산가 측정은 관능검사와의 상관관계를 통해 마요네즈의 품질지표로 이용할 수 있었음 마요네즈의 산가는 품질안전한계기준이 설정되어 있지 않은 항목이기에 유통기한 설정실험 가이드라인의 법적규격이 없는 지표의 규격값 산출 방법에 근거하여 규격값을 산출하였음. 20°C의 상온에서 유통되는 마요네즈는 유통기한 산출 시 18.7개월로 나타남. 여기에 유통과정 중의 안정성을 고려하고자 안전계수 0.8을 곱하여 최종 유통기한은 약 15개월로 설정함.

(3) 식물성 대체 천연안신소재와 비건용 마요네즈 소비자 기호도 조사

□ 관능평가 패널 선정

- 비건용 마요네즈 관능평가를 위한 패널을 선정하기 위하여, 식품의약품안전처에서 국민의 식품 관 조사에 사용되는 ‘단맛 및 짠맛 미각 판정도구’ 활용하여, 기본 맛 (단맛 및 짠맛)의 농도별 민감도를 통해 미각의 정확도가 높은 인원을 선별하였음



<기본 맛 (단맛 및 짠맛) 미각판정도구>

○ 평가방법

- 인원별 농도가 다른 5종류의 시료를 무작위로 제공한 후, 농도 순서를 제출
- 시료는 검사시간 1시간 전에 실온에서 준비하여 접시에 담아 물과 함께 동시에 제시하였으며 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 헹군 후 다른 시료를 평가
- 3회 반복 수행을 통하여 평균치를 해당 인원의 미각 판정 정확도로 판단
- 점수 기준은 10점 (5개 농도 일치), 8점 (3개 농도 일치(최저 및 최고 포함), 6점 (3개 농도 일치), 4점 (2개 농도 일치), 2점 (1개 농도 일치), 판정불가 (두 단계 농도를 역으로 선택)



<관능평가 패널 선정>



<기본 맛 시료 및 평가 시험지>

- 관능평가 패널 선정을 위한 미각 민감도 평가 시험지(단맛 및 짠맛 미각판정도구 활용)

<관능평가지 주의사항>

- 시료의 맛(단맛 및 짠맛)의 강도를 체크
- 시료 평가 후 물(종이컵)로 입을 충분히 헹군 후 다음 시료 평가
- 중복 선택 불가

1. 단맛

시료	평가점수 (강도)				
	1	2	3	4	5
512					
937					
358					
126					
741					

2. 짠맛

시료	평가점수 (강도)				
	1	2	3	4	5
268					
476					
741					
543					
375					

관능평가 패널 훈련

- 선정된 8인을 대상으로 미각판정 반복훈련 (총 4회/2주)
- 반복훈련을 통하여 패널간의 미각 판정의 격차 해소 및 관능평가의 신뢰성 확보

관능평가 수행

- 묘사분석(훈련된 패널) : 8인의 훈련된 패널을 대상으로 대조군 (동물성 마요네즈)에 대한 시판 마요네즈 및 시제품을 대상으로 실시하였으며, 평가방법은 15점 척도법을 사용하였음
- 목적 : 시판 중인 마요네즈와 비교하여 개발된 시제품의 관능적 우수성 평가
- 항목 : 색, 향미, 맛 (단맛, 짠맛, 신맛, 고소한 맛), 점성, 소성
- 평가내용 : 동물성 마요네즈 (전체 평가점수 8점) 시식 후, 나머지 3종 제품 (시제품 및 시판 마요네즈 2종)에 대한 평가. 매 시식 마다 따뜻한 물 (기름성분 제거)로 입을 헹군 뒤 기호도 평가 수행.
- 주의사항 : 실험목적 및 마요네즈 종류 등 정보 제한을 통한 객관적 관능평가 수행 유도

- 15점 척도(묘사분석 - 훈련된 패널)

시료	항목	평가점수														
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3종	색															
	향미															
	맛	단맛														
		짠맛														
		신맛														
		고소한맛														
	점성															
소성(발림)																

※ 아주좋음 15, 보통 8, 아주나쁨 1

○ 통계처리는 분산분석(ANOVA)으로 $p < 0.05$ 수준에서 Student-Newman-Keuls test에 시료간 유의차 검증

□ 비건용, 건강지향형 마요네즈 관능평가

○ 시제품에 대한 관능평가를 위하여 현재 시판 중인 동물성 마요네즈(난황 함유, 대조군)와 시판 마요네즈 (난황 미함유) 2종을 선정하였음. 15점 척도법을 사용하였으며, 대조군 (8점)과 비교하여 색, 향미, 점성, 소성과 마요네즈의 대표적인 4가지 맛(단맛, 짠맛, 신맛, 고소한 맛)과 전반적인 기호도를 조사하였음



<관능평가 및 기호도 조사를 위한 마요네즈 선정>
(동물성 마요네즈 1종, 시판 마요네즈 2종, 시제품 1종)

<시판 마요네즈의 원재료>

종류	동물성 마요네즈 (대조군)	시판 마요네즈1	시판 마요네즈2
원재료	대두유, 난황액 난백액, 냉동난황 정제소금, 발효식초 백설탕, 난황액엑스 향미유, 포도당 잔탄검, 간장믹스	해바라기유, 두유 2배양조식초, 천연레몬즙 천일염, 유기농설탕	대두유, 발효식초 대두중속분말, 약콩분말 비정제사탕수수당, 쌀조청 분리대두단백, 정제소금 잔탄검, 레몬농축액 아라비아검

○ 패널의 위생 및 마요네즈의 소성(발림) 평가 등을 고려하여 마요네즈를 약한 풍미의 크래커에 바른 후 관능평가를 수행하였음. 시판 마요네즈 2종 및 시제품에 대한 관능평가는 20분간 진행되었음



색 평가



향미 평가



소성(발림) 평가



맛 및 점성 평가

<마요네즈 관능평가>

- ‘색/점성’ 항목에서 시제품이 유의적으로 가장 유사한 것으로 나타났으며, 다음으로 시판 마요네즈1과 시판 마요네즈2 순으로 나타났음. ‘향미/소성’항목에서는 제품별 유의적인 차이가 없었음

<관능적 특성 조사 (1)>

종류	색	향미	점성	소성
시판 마요네즈1	6.63 ^a ±0.92	7.63±0.74	6.00 ^{ab} ±0.93	5.88±1.25
시판 마요네즈2	3.75 ^b ±1.49	6.37±1.19	5.38 ^b ±1.19	5.50±1.41
시제품	7.50 ^a ±0.93	7.63±1.06	7.00 ^a ±0.93	6.88±1.46

- ‘단맛’은 시판 마요네즈1에서 유의적으로 가장 강한 것으로 나타났으며, 시판 마요네즈2와 시제품간의 차이는 없었음. ‘짠맛’은 시제품에서 유의적으로 가장 강한것으로 나타났으며, 다음으로 시판 마요네즈1과 시판 마요네즈2 순으로 유의적인 차이를 나타냈음. ‘신맛’은 시판 마요네즈2가 시판 마요네즈1 및 시제품과 비교하여 유의적으로 약한 것으로 나타났으며, 고소한 맛은 시제품이 유의적으로 가장 강한 것으로 나타났으며, 다음으로 시판 마요네즈1과 시판 마요네즈2 순으로 유의적인 차이를 나타냈음. 전반적인 기호도는 시판 마요네즈1>시제품>시판 마요네즈2 순으로 나타났음

<관능적 특성 조사 (2)>

종류	단맛	짠맛	신맛	고소한 맛	전반적인 기호도
시판 마요네즈1	9.50 ^a ±0.53	7.88 ^b ±0.64	8.25 ^a ±0.89	7.00 ^{ab} ±0.93	7.50 ^a ±0.93
시판 마요네즈2	7.88 ^b ±1.25	6.88 ^c ±1.13	6.75 ^b ±0.89	6.13 ^b ±1.36	4.13 ^c ±1.13
시제품	8.13 ^b ±0.99	10.00 ^a ±0.93	8.75 ^a ±1.16	7.88 ^a ±1.13	6.75 ^{ab} ±1.04

□ 비건용 마요네즈의 소비자 기호도 조사 방법

- 소비자 기호도 조사 : 마요네즈의 기호도 평가를 위하여 20~50대 총 50명의 소비자를 대상으로 소비자 기호도 조사를 실시하였음. 평가방법은 9점 척도 이용하였음
- 목적 : 소비자들에게 익숙한 동물성 마요네즈와 비교하여, 시판 마요네즈 2종 및 시제품의 기호도 우수성 평가
- 실험목적을 구체적으로 소개할 것 (동물성 마요네즈를 대체할 수 있는 마요네즈의 기호도 및 구매의향 조사)
- 동물성 마요네즈 1종, 시판 마요네즈 2종, 시제품 1종
- 동물성 마요네즈 (전체 평가점수 5점) 시식 후, 나머지 3종 제품 (시판 마요네즈 2종, 시제품 1종)에 대한 평가
- * 따뜻한 물로 입을 헹군 뒤 기호도 평가 수행

- 9점 척도(소비자 기호도 - 일반 소비자)

시료	항목	평가점수								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
마요네즈	맛									
	점성									
	전반적인 기호도									
	구매의향	동물성 마요네즈 대비 가격 없음 (), 있음 : 1.3배 (), 1.5배 (), 2배 ()								

※ 아주좋음 9, 보통 5, 아주나쁨 1

- 통계처리는 분산분석(ANOVA)으로 $p < 0.05$ 수준에서 Student-Newman-Keuls test에 시료간 유의차 검증

□ 소비자 기호도 조사

- 소비자 기호도 조사는 관능평가와 동일하게 현재 시판중인 동물성 마요네즈(대조군)와 평가를 위한 마요네즈 3종 (시판 마요네즈 2종 및 시제품)을 선정하였음. 9점 척도법을 사용하였으며, 대조군 (5점)과 비교하여 맛, 점성, 전반적인 기호도, 대조군 대비 구매의향을 평가하였음
- 총 50 명에 대하여 소비자 기호도 조사를 실시하였으며, 평가자의 위생 등을 고려하여 관능평가와 동일한 방식으로 약한 풍미의 크래커와 함께 제공하였음. 시판 마요네즈 2종 및 시제품에 대한 소비자 기호도 조사는 5분간 진행되었으며, 제품에 대한 개인 의견을 자유롭게 기술하도록 하였음



<마요네즈 소비자 기호도 조사>

- 전체 소비자 기호도 조사 결과, ‘맛’과 ‘전반적인 기호도’에서 시판 마요네즈1>시제품>시판 마요네즈2의 순으로 유의적인 차이를 나타내었으며, ‘점성’의 경우 시판 마요네즈 2 및 시판 마요네즈1 및 시제품과 비교하여 유의적으로 약한 것으로 나타났음

<소비자 기호도 조사 (전체, n=50)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	6.84 ^a ±1.45	5.68 ^a ±1.52	6.74 ^a ±1.38	54	22
시판 마요네즈2	4.46 ^c ±1.31	4.68 ^b ±1.42	4.56 ^c ±1.18	18	0
시제품	5.16 ^b ±1.43	5.58 ^a ±1.36	5.40 ^b ±1.25	22	4

- 성별을 구분하여 소비자 기호도를 조사한 결과, 성별과 관계없이 시판 마요네즈1에 대한 맛과 전반적인 기호도가 가장 높게 나타났음. 여성 집단에서는 시판 마요네즈2과 비교하여 시제품의 대한 관능적 평가 및 선호도가 유의적으로 높았으며, 남성 집단에서는 시판 마요네즈2와 시제품간에 대한 맛, 점성 및 전반적인 기호도가 거의 차이가 없는 것으로 나타났음

< 소비자 기호도 조사 (여성, n=31)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	6.71 ^a ±1.30	5.23 ^a ±1.28	6.52 ^a ±1.29	58.1	12.9
시판 마요네즈2	4.10 ^c ±1.01	4.55 ^b ±1.23	4.23 ^c ±0.88	6.5	0
시제품	5.13 ^b ±1.23	5.48 ^a ±1.18	5.39 ^b ±1.12	19.4	3.2

<소비자 기호도 조사 (남성, n=19)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	7.05 ^a ±1.68	6.42 ^a ±1.61	7.11 ^a ±1.49	47.4	31.6
시판 마요네즈2	5.05 ^b ±1.54	4.89 ^b ±1.70	5.11 ^b ±1.41	36.8	0
시제품	5.21 ^b ±1.75	5.74 ^{ab} ±1.63	5.42 ^b ±1.46	26.3	5.3

- 마요네즈 섭취 빈도 (마요네즈 주 1회 이상 vs 주 1회 미만)를 구분하여 소비자 기호도를 조사한 결과, 마요네즈 섭취 빈도와 관계없이 시판 마요네즈1에 대한 맛과 전반적인 기호도가 가장 높게 나타났음. 마요네즈를 주 1회 이상 섭취하는 집단에서는 시판 마요네즈2과 비교하여 시제품의 대한 관능적 평가 및 선호도가 유의적으로 높았으며, 마요네즈를 주 1회 미만 섭취하는 집단에서는 시판 마요네즈2와 시제품간에 대한 맛, 점성 및 전반적인 기호도가 거의 차이가 없는 것으로 나타났음

<소비자 기호도 조사 (마요네즈 주 1회 이상 섭취, n=26)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	6.81 ^a ±1.23	5.31±1.35	6.62 ^a ±1.27	57.7	15.4
시판 마요네즈2	4.15 ^c ±1.05	4.58±1.27	4.23 ^c ±0.91	7.7	0
시제품	5.08 ^b ±1.23	5.38±1.17	5.35 ^b ±1.13	19.2	3.8

<소비자 기호도 조사 (마요네즈 주 1회 미만 섭취, n=24)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	6.88 ^a ±1.68	6.08 ^a ±1.61	6.88 ^a ±1.51	50	25
시판 마요네즈2	4.79 ^{bc} ±1.50	4.79 ^b ±1.59	4.92 ^b ±1.35	29.2	0
시제품	5.25 ^b ±1.65	5.79 ^a ±1.53	5.46 ^b ±1.38	25	4.2

- 연령대 (20/30대 vs 40/50대)를 구분하여 소비자 기호도를 조사한 결과, 연령과 관계없이 시판 마요네즈1에 대한 맛과 전반적인 기호도가 가장 높게 나타났음. 40/50대 집단에서는 시판 마요네즈2와 시제품간에 대한 맛, 점성 및 전반적인 기호도가 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 20/30대의 집단에서는 시제품의 대한 관능적 평가 및 선호도가 시판 마요네즈2보다 유의적으로 높게 평가하였음

<소비자 기호도 조사 (연령 20/30대, n=32)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	6.72 ^a ±1.28	5.28 ^a ±1.30	6.53 ^a ±1.27	56.3	12.5
시판 마요네즈2	4.09 ^c ±1.00	4.63 ^b ±1.29	4.25 ^c ±0.88	6.3	0
시제품	5.16 ^b ±1.22	5.50 ^a ±1.16	6.53 ^b ±1.10	18.8	3.1

<소비자 기호도 조사 (연령 40/50대, n=18)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도	구매의향 (%)	
				1.3배 이상	1.5배 이상
시판 마요네즈1	7.06 ^a ±1.73	6.39 ^a ±1.65	7.11 ^a ±1.53	50	33
시판 마요네즈2	5.11 ^b ±1.57	4.78 ^b ±1.66	5.11 ^b ±1.45	39	0
시제품	5.17 ^b ±1.79	5.72 ^{ab} ±1.67	5.39 ^b ±1.50	16.7	5.6

- 결론적으로 50명을 대상으로 수행한 소비자 기호도 조사에서, 시판 마요네즈1이 맛과 전반적인 기호도에서 가장 높게 평가되었으며, 점성의 경우 시제품과 유사하거나 큰 차이가 확인되지 않았음. 또한, 여성, 1주 1회이상 섭취, 20/30대 집단에서 시판 마요네즈2와 비교하여 시제품의 맛과 전반적인 기호도, 구매의향이 높게 관찰되었음

□ 관능평가 및 소비자 기호도 조사자의 공통적 의견

- 시판 마요네즈1 : 동물성 마요네즈와 비교하여 외관상 차이는 있으나, 단맛과 상큼한 맛이 크림치즈와 유사하여 기호적인 측면에서 높게 평가하였다는 의견이 있었으며, 마요네즈보다 단맛이 강한 샐러드드레싱에 가깝다는 공통적인 의견이 있었음
- 시판 마요네즈2 : 색 (갈색 계통)과 점성 (묽음) 측면에서 동물성 마요네즈와 차이가 있고 기호도 측면에서 마요네즈 특유의 담백한 맛이 부족하다는 공통적인 의견이 있었음
- 시제품 : 동물성 마요네즈와 맛과 점성 등 유사한 측면이 많다는 평가가 있었으나 짠맛과 신맛이 강하여 전반적인 기호도를 떨어뜨리는 원인으로 평가하였음. 다만, 시제품에 대한 **관능평가 및 소비자 기호도 조사의 공통적인 의견으로서 동물성 마요네즈와 관능적 특성이 다른 시판 마요네즈와 비교하여 가장 유사하다는 평가를 받았음**
- 결론적으로 시제품은 동물성 마요네즈를 대체하기에 적합한 관능적 특성을 보유하고 있다고 사료됨

□ 최종 시제품에 대한 관능평가 및 소비자 기호도 조사

- 최종 시제품 1종(비건마요네즈)와 현재 시판중인 동물성 마요네즈(대조군)에 대한 관능평가를 훈련된 8인의 전문패널을 통해 수행하였음



<관능평가 및 기호도조사를 위한 비건 및 동물성 마요네즈 제품 준비>
(동물성 마요네즈 1종, 비건 마요네즈(시제품) 1종)

- 1차 시제품 관능평가에 사용한 방법에 따라 15점 척도법을 사용하였으며, 대조군 (8점)과 비교하여 색, 향미, 점성, 소성과 마요네즈의 대표적인 4가지 맛(단맛, 짠맛, 신

맛, 고소한 맛)과 전반적인 기호도를 조사하였음. 단, 맛의 영향을 줄 수 있는 크래커를 제외하고 일회용 젓가락 또는 수저만을 제공하여 평가를 진행하였음

- 비건 마요네즈 시제품의 경우 1차 시제품 관능평가와 유사한 결과로 확인되었으며, 짠맛을 제외하고는 현재 시판중인 시제품과 관능적 특성이 유사한 특성을 나타내었음

<관능적 특성 조사 (1)>

종류	색	향미	점성	소성
비건 마요네즈	6.88±0.99	7.50±0.53	7.00±0.53	6.88±0.64
동물성 마요네즈	7.13±0.64	7.50±0.53	6.25±0.71	6.13±1.13

<관능적 특성 조사 (2)>

종류	단맛	짠맛	신맛	고소한 맛	전반적인 기호도
비건 마요네즈	7.75±0.53	9.13±0.83	8.63±0.52	7.75±0.71	7.00±0.53
동물성 마요네즈	7.13±0.35	7.50±0.76	8.63±0.74	7.00±0.76	7.63±0.52

□ 최종 시제품에 대한 관능평가 및 소비자 기호도 조사

- 최종 시제품 1종(비건마요네즈)와 현재 시판중인 동물성 마요네즈(대조군)에 대한 소비자 기호도 조사를 9점 척도법에 따라 재평가하였음



<비건 마요네즈 시제품 소비자 기호도 조사>

- 총 50 명에 대하여 소비자 기호도 조사를 실시하였으며, 평가자의 위생 등을 고려하여 일회용 젓가락 또는 수저를 제공하였음. 소비자 기호도 조사는 5분간 진행되었으며, 제품에 대한 개인 의견을 자유롭게 기술하도록 하였음
- 조사결과, 동물성 마요네즈간의 맛과 점성 전반적인 기호도 조사에 대한 큰 차이는 없었음. 소비자 의견으로 두 제품간의 맛이 크게 다르지 않으며 비건 마요네즈를 인지한 상황에서는 구매의향이 있음을 확인함

<소비자 기호도 조사 (전체, n=50)>

종류	맛	점성	전반적인 기호도
비건 마요네즈	6.90±1.04	6.12±1.21	7.04±0.92
동물성 마요네즈	7.22±1.09	6.74±1.36	7.12±1.21

- 결론적으로, 본 사업에서 개발된 비건 마요네즈는 현재 시판중인 동물성 마요네즈를 대체할 수 있는 유사한 관능적 품질과 소비자 기호도를 가지고 있는 것으로 사료됨

(4) 천연유화소재 마요네즈의 제조공정 확립 및 시제품 생산(산골미식마요)

□ 천연유화소재 DSF101 제조공정 및 기준·규격 확립

○ 초임계 처리 대두추출분말(DSF101) 제조공정 확립

■ 제조공정 확립

원재료		
대두		
1	입고/검수	원료 규격에 적합한 원료를 입고한다
2	세척	시료를 천연 세척 보조제(소금, 식초)를 이용하여 세척한다
3	절단	세척된 원료를 일정 크기로 절단한다
4	절단	시료를 동결건조하여 수분함량을 약 6.0% 이하의 상태로 건조한다
5	분쇄	시료를 분쇄기를 이용하여 분말화 한다.
6	초임계 추출	분말시료를 초임계이산화탄소를 이용하여 추출압력 약 400기압에서 8시간 동안 시료를 추출한다
7	충진/캡핑	제품 용량에 적합하도록 충전한다
8	제품검사 및 출고	제품 규격에 적합한 제품에 한하여 출고한다

○ 위해요소 분석

■ 식품공전>농산가공식품류>두류가공품 규격에 의거 위해요소를 분석하였음

① 이물 : 적합하여야한다 / ②산가 : 4.0이하(참깨분, 대두분에 한한다.)

③ 대장균 : n=5, c=1, M=100(참고용)

시험·검사항목	시험·검사 기준	시험·검사 결과	
산가(mg/g)	4.0이하	불검출	
금속성이물(mg/kg)	기준없음	0.0	
대장균	n=5,c=1, M=100	0,0,0,0,0	

○ 비건용 마요네즈의 천연유화소재인 초임계 처리 대두추출분말 품목제조보고

		품목제조보고대장 발급번호: MAMM-BADB-WVUS-TRUR-WWPY 식품·식품첨가물 품목제조보고서	
신고인 생명 오천호 주소 경상남도 하동군 막판면 칠사길 199-2		생년월일 1982년 01월 15일 전화번호 0558847825 휴대전화	
영업소 영림(상호) (주)에코한약 산물이유식 소재지 경상남도 하동군 막판면 칠사길 199-8 영입등록번호 20200614037		식품의 유형 두류가공품 품목제조보고번호 20200614037887 제품명 초임계 처리 탈지대두분말 (DSF101) 유통기한 제조일로부터 24개월까지 품질유지기한 제조방법 또는 관습적 또는 전통제조법 및 포장방법 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 용도 용법 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 보관방법 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 및 포장재질 품질보증서 작성 여부 ■ 수탁 영업소의 영업의 종류: ■ 위탁제조공정: 품목의 특성: ■ 그달량·차량일 식품 해당 여부 []예 []아니오 []해당 없음 ■ 영·유아를 섭취대상으로 표시 []예 []아니오 ■ 그달량·차량일 식품으로 표시에 관해는 식품의 해당 여부 []예 []아니오 ■ []영양성분 조율제분 []염도 조율제분 []향도 조율제분 []해당없음 ■ 기능성식품의 해당 여부 []예 []아니오 ■ 소금·염분 함유의 해당 여부 []예 []아니오	
식품유형(식품군)	두류가공품	기타 변경권: 위약성(부분 입고금: 초임계추출 및 충전 공정) / 변경주: 자체생산(산화방지)	
성상	고유의 향미를 가진 하얀색의 분말	「식품위생법」 제37조 제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조 제1항에 따라 식품 (식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2022년 10월 05일 신고인 오천호	
원재료명 또는 성분명 및 배합비율	대두	경상남도 하동군수 귀하 품목제조번호: 20200614037887	
포장방법(단위)	일반(밀봉)/100g~10kg	처리부서: 보건소 보건정책과 확인자성명: 송혜지 처리일자: 2022년 10월 31일	
용도용법	식품의 원료로 사용		
보관방법 및 포장재질	직사광선을 피하고 실온보관하며, 합성수지계(PE, PP)로 밀봉		
유통기한	제조일로부터 24개월		

○ 초임계 처리 대두추출분말 기준·규격 확립 및 자가품질검사

- 식품공전>농산가공식품류>두류가공품 규격에 의거 ‘하동녹차연구소 식품분석센터’에 의뢰하여 자가품질검사를 실시하였음
- 규격

항목	규격	시험방법
이물	적합하여야한다.	제8. 일반시험법 1.2 이물에 따라 시험한다
산가	4.0이하(참깨분, 대두분배 한한다)	제8. 일반시험법 2.1.5.3.1 산가에 따라 시험한다

■ 시험·검사 성적서

-제품명 : 초임계 처리 탈지대두분말(DSF101)

시험·검사항목	시험·검사 기준	시험·검사 결과	판정	
산가(mg/g)	4.0이하	불검출	적합	
금속성이물(mg/kg)	기준없음	0.0	상기시험 확인함	

□ 비건용 마요네즈 대량생산 공정 확립

○ 공정도

원재료		작업조건	사용설비
원료개량		1)원료를 개량한다(대두유는 작업전날 미리 계량하여 냉장보관)	전자저울
1	원료 투입	1)정제수를 투입한다 2)교반기 rpm50으로 세팅한다 3)스크린메쉬(8매쉬)를 투입구에 설치하고 DSF101 등 원재료를 투입한다	호모탱크 (최소 600kg 배합)
2	수상부 가열/살균 (CCP-B)	1)계속 가열 교반하여 품온 90°C에 도달하면, 15분간 살균한다 온도 90±2°C, 시간 15±1분	호모탱크
3	냉각/유상부 원료 준비	1)교반기 rpm 40으로 세팅한다. 2)자켓에 냉각수를 넣어 60°C까지 냉각한다. 3)냉각하면서 PE비닐에 대두유 일부에 잔탄검을 혼합한다	호모탱크
4	원료투입/균질화	1)호모믹서를 2,000rpm 이상으로 세팅한다 2)남은 배합수를 벽면 및 날개를 세척하면서 모두 넣는다 3)대두유에 혼합한 잔탄검을 천천히 투입한다 3)3분간 호모믹서를 가동하여, 원료가 고루 섞일때까지 대기한다	호모탱크
5	원료투입/균질화 1차	1)나머지 대두유, 토코페롤 등 균질화 상태를 확인하면서 천천히 투입한다(스크린 메쉬 제거/유화상태 확인 必)	호모탱크
6	원료투입/균질화	1)양조식초를 천천히 투입한다 2)호모믹서 추가로 5분 이상 균질화를 한다	호모탱크
7	균질화 2차	1)F-믹서를 통해 서비스 탱크로 이송한다	F-믹서
8	검수	1)샘플링하여 검수한다. pH 3.0-3.8 / 산도(초산계수) : /점도(Brookfield, #4, 6rpm, 25°C) *성상 : 관능적합(표준품과 비교하여 3.5이상)	검수실
9	라인살균/이물제거 (CCP-P)	* 자석봉 설치(8000가우스) * 충전라인에 라인메쉬(8매쉬) 설치	포장실
10	COP	1)생산에 사용될 설비라인을 설치한다	로터리튜브 충전기
11	충진	1)튜브는 에어블로워로 세척한다. 2)튜브가이드 컨베이어에 튜브를 꽂는다. 3)로터리충진기(신규)에서 240g씩 충진한다. 4)스크류 캡핑(고주파씰링)한다. 5)캡핑상태를 검수한다.(캡 : 백색캡) 6)10분 마다 정량 충진 여부를확인한다.	로터리튜브 충전기
12	포장 및 보관	1) 충진한 제품은 크레이트에 담아포장실로 옮긴다. 2) 수축필름을 씌우고 수축터널을 통과한다.(유통기한 날인)	포장라인, 보관창고

○ 공정사진



□ 순식물성 마요네즈 제품화

○ 품목제조보고(제품명 : 산골미식마요)

		<h3>품목제조보고대장</h3>																														
		식품·식품첨가물 품목제조보고서																														
		<table border="1"> <tr> <td>상영</td> <td>영양등록번호</td> <td>영양등록일자</td> </tr> <tr> <td>최진봉</td> <td>1854년 09월 09일</td> <td></td> </tr> <tr> <td>주소</td> <td>소재번호</td> <td>043 2169833</td> </tr> <tr> <td>경기도 가평군 함평면 북한강로2246번길 15-14</td> <td>휴대전화</td> <td></td> </tr> </table>	상영	영양등록번호	영양등록일자	최진봉	1854년 09월 09일		주소	소재번호	043 2169833	경기도 가평군 함평면 북한강로2246번길 15-14	휴대전화																			
상영	영양등록번호	영양등록일자																														
최진봉	1854년 09월 09일																															
주소	소재번호	043 2169833																														
경기도 가평군 함평면 북한강로2246번길 15-14	휴대전화																															
		<table border="1"> <tr> <td>영장(상호)</td> <td>영양등록번호</td> </tr> <tr> <td>(주)시마소</td> <td>200504150204</td> </tr> <tr> <td>소재지</td> <td></td> </tr> <tr> <td>충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 관학산로1로 102</td> <td></td> </tr> </table>	영장(상호)	영양등록번호	(주)시마소	200504150204	소재지		충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 관학산로1로 102																							
영장(상호)	영양등록번호																															
(주)시마소	200504150204																															
소재지																																
충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 관학산로1로 102																																
		<table border="1"> <tr> <td>식품의 유형</td> <td>소스</td> <td>등록번호</td> </tr> <tr> <td>제품명</td> <td>산골미식마요</td> <td>200504150204773</td> </tr> <tr> <td>소비가한</td> <td>살은, 2개월</td> <td></td> </tr> <tr> <td>품질유지기한</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>원재료명 또는 성분명</td> <td>맛장예 기재</td> <td></td> </tr> <tr> <td>및 첨가물</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>용도 용법</td> <td>맛장예 기재</td> <td></td> </tr> <tr> <td>보관방법 및 포장재질</td> <td>맛장예 기재</td> <td></td> </tr> <tr> <td>포장방법 및 포장단위</td> <td>맛장예 기재</td> <td></td> </tr> <tr> <td>성분</td> <td>연고제형</td> <td></td> </tr> </table>	식품의 유형	소스	등록번호	제품명	산골미식마요	200504150204773	소비가한	살은, 2개월		품질유지기한			원재료명 또는 성분명	맛장예 기재		및 첨가물			용도 용법	맛장예 기재		보관방법 및 포장재질	맛장예 기재		포장방법 및 포장단위	맛장예 기재		성분	연고제형	
식품의 유형	소스	등록번호																														
제품명	산골미식마요	200504150204773																														
소비가한	살은, 2개월																															
품질유지기한																																
원재료명 또는 성분명	맛장예 기재																															
및 첨가물																																
용도 용법	맛장예 기재																															
보관방법 및 포장재질	맛장예 기재																															
포장방법 및 포장단위	맛장예 기재																															
성분	연고제형																															
식품유형(식품군)	소스(살균제품)																															
성상	고유의 색상과 풍미를 지닌 액상으로 이미, 이취가 없어야한다.																															
원재료명 또는 성분명 및 배합비율	DSF101(두류가공품), 대두유, 정제수, 발효식초 등																															
포장방법(단위)	밀봉포장(240g)																															
용도용법	고유의 풍미를 필요로 하는 각종 식품류의 가공 시 적량 사용한다.																															
보관방법 및 포장재질	냉장보관																															
소비가한	제조일로부터 6개월																															

기타

「식품위생법」 제37조 제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조 제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2023년 11월 15일
보고인 최진봉

청주시장 귀하

품목보고번호 : 200504150204773

처리부서	백지국 위생정책과	제안자성명	신지혜	처리일자	2023년 11월 15일
------	-----------	-------	-----	------	---------------

* 대두함유



(5) 천연유화소재 활용 마요네즈의 제조공정 확립 및 시제품 생산(산골마요)

□ 영양성분 분석

- 순식물성 마요네즈 시제품(산골마요) '한결분석센터'에 의뢰하여 9종 영양성분 분석을 실시하였음

<산골마요>

총내용량 : 240g

시험항목	표시기준에 따른 표시사항	
	100g기준	%영양소 기준치
열량 (kcal)	560	-
나트륨 (mg)	600	30
탄수화물 (g)	5	2
당류 (g)	4	4
지방 (g)	60	111
포화지방 (g)	0	-
트랜스지방 (g)	4.1	27
콜레스테롤 (mg)	0	0
단백질 (g)	0	0

1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준이므로 개인의 필요 열량에 따라 다를 수 있습니다.

검 사 성 적 서

시험항목	분석결과(100g당 함량)	표시사항에 의함 결과	1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)
열량	558.7 Kcal	560 Kcal	-
나트륨	598.2 mg	600 mg	30%
탄수화물	5.4 g	5 g	2%
당류	2.5 g	4 g	4%
지방	58.7 g	60 g	111%
포화지방	0.0 g	0 g	-
트랜스지방	4.1 g	4.1 g	27%
콜레스테롤	0.1 mg	0 mg	0%
단백질	0.2 g	0 g	0%

검사자 : 장수지, 정민준, 유민태, 권용민
 책임자 : 박종기
 비고 :
 * 상기내용은 최종발 시험결과에 한함
 * 상기내용은 최종발 시험결과에 한함
 * 본 시험 결과서에는 '시험 결과'란의 시험결과에 대한 '합'과 '불합'의 판정이 있으며, 이로 인한 법적 분쟁 시 책임소재가 명확하지 않음을 밝힙니다.

2023년 11월 19일

한결분석센터(주)

<외부공인인증기관 시험 성적서>

- 기준·규격 확립

구분	검사·시험 결과		판정 (적합/부적합)	
	검사항목	기준·규격		결과
산골 마요	성상	고유의 색과 향, 맛을 가지고 이미, 이취가 없어야함	고유의 색과 향, 맛을 가지고 이미, 이취가 없어야함	적합
	보존료	적합	적합	적합
	병용사용(소브산으로서 사용량과 파라옥시안식향산으로 사용량의 합계)	1.0이하	불검출	적합
	소브산 (g/kg)	1.0이하	불검출	적합
	파라옥시안식향산에틸 (g/kg)	0.2이하	불검출	적합
	대장균군	n=5, c=1, m=0, M=10	0,0,0,0,0	적합
	gjdyd 외 타르색소	불검출	불검출	적합

□ 순식물성 마요소스 제품화

○ 품목제조보고(제품명 : 산골마요)

		<h1>산골 마요</h1> <p>우리가족 밥상을 담백하고 고소하게</p> <p>100% 식물성으로 모든 요리에 어울리는 담백하고 고소한 마요</p>		<h2>품목제조보고대장</h2>	
식품유형(식품군)		소스		식품 · 식품첨가물 품목제조보고서	
성상		고유의 색상과 풍미를 지닌 액상으로 이미, 이취가 없어야한다.		식품의 유형 소스 품목제조보고번호 200504150204773	
원재료명 또는 성분명 및 배합비율		대두유, 정제수, 발효식초, DSF101(두류가공품) 등		제조일자 2023년 11월 03일 주소 경기도 가평군 함평면 북한강로2240번길 15-14 043 2199353 대표전화 043 2199353	
포장방법(단위)		밀봉포장(300g)		공장(상호) 영양음료연호 (주)시아스 30050415020	
용도용법		원료로 사용한다.		소재지 충청북도 청주시 흥덕구 괴산면 괴학산길1로 102	
보관방법 및 포장재질		실온보관		품목의 위험 소스	
소비기한		제조일로부터 8개월		제품명 산골마요 소분기준 실온, 2개월 유통유지기간 판매유형 또는 성분명 및 배합비율 맛향에 기재 제조 용법 맛향에 기재 보관방법 및 포장재질 맛향에 기재 포장방법 및 포장단위 맛향에 기재 생산 단고채상	

* 대두함유



6) 비건용 마요네즈의 관능평가 조사와 제품의 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물 모델을 통한 혈중콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석

(1) 마요네즈에 의한 혈중 콜레스테롤 및 체지방 유도 관련 문헌조사

- 마요네즈에 의한 혈중 콜레스테롤 및 체지방 유도 관련 문헌조사 및 관련 동물실험 디자인 확립을 위하여 아래의 검색조건에 따라 문헌 연구를 수행하였음

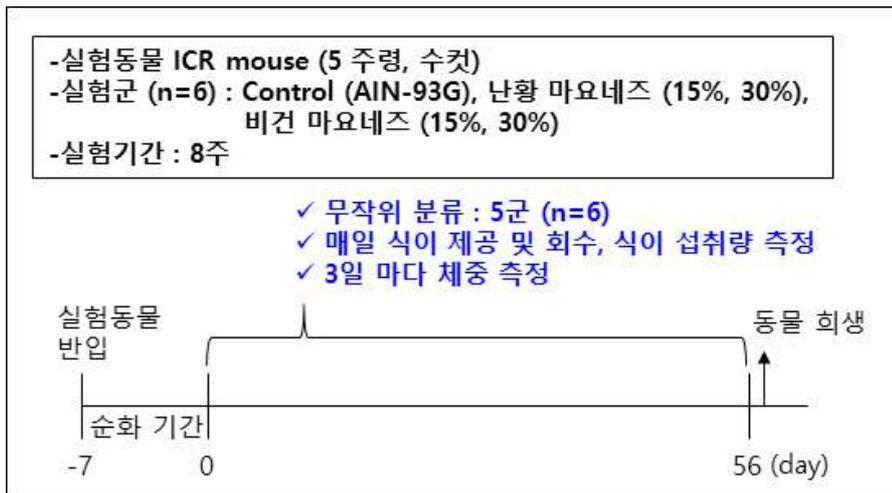
<마요네즈 식이 및 동물실험 관련 문헌 검색 조건>

검색 DB	Google 학술 DB 및 PUBMED DB 활용
키워드	마요네즈 (Mayonnaise or salad dressing) 동물모델 (in vivo, mouse, rat)

- 국내외적으로 마요네즈에 대한 기능성 연구는 주로 난황을 대체할 수 있는 천연유화제 개발과 이에 대한 이화학적 특성에 연구가 집중되어 있음. 마요네즈 투여를 통한 동물 실험 모델은 4건이 검색이 되며, 고형사료에 마요네즈를 2~30% (2~30g/100g) 첨가하여 제작한 고형사료를 3~8주간 자유식이하는 방법을 사용함
- 또한, 혈중 콜레스테롤 및 체지방 유도 관련 전문가 자문을 통하여 시료의 투여 방법 및 기간과 주요 바이오마커를 설정하였음

(2) 혈중 콜레스테롤 및 체지방 감소 억제 효능 동물모델 디자인

- 혈중 콜레스테롤 및 체지방 유도 동물실험 디자인 확립
 - 기존 연구현황 및 전문가 자문을 통해 아래와 같이 동물실험계획을 구성하였음



- 과량의 지방이 함유된 사료에 대하여는 실험동물이 기피할 수 있으므로 처음에는 마리당 0.5g에서 시작하여 최대 3g까지 공급하며 (동일한 시간대), 공급한 사료는 1시간 이내 제거함 (실험동물의 사료 섭취 유도 및 사료의 산패를 억제)
- 사료에 첨가되는 마요네즈의 비율 및 조성은 문헌조사를 통해 확인된 유사 연구사례에 근거하여 아래와 같은 조성으로 동물사료를 제작하였음

<마요네즈 함유 동물사료 조성>

Ingredient	AIN 93G	비건 마요네즈 15%	비건 마요네즈 30%	난황 마요네즈 15%	난황 마요네즈 30%
	gm	gm	gm	gm	gm
Casein, lactic	200	200	200	200	200
L-Cystine	3	3	3	3	3
Corn Starch	397.486	317.486	167.486	317.486	167.486
Sucrose	100	100	100	100	100
Dextrose	132	132	132	132	132
Cellulose	50	50	50	50	50
Soybean Oil	70				
t-Butylhydroquinone	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
AIN-93G Mineral Mix	35	35	35	35	35
AIN-93 Vitamin Mix	10	10	10	10	10
Choline Bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
마요네즈	0	150	300	150	300
Total	1000	1000	1000	1000	1000



<동물실험을 위한 마요네즈 함유 제작 사료>

(왼쪽부터 대조군, 비건마요15%, 비건마요30%, 난황마요15%, 난황마요30%)

○ 동물실험을 통한 예상 결과물

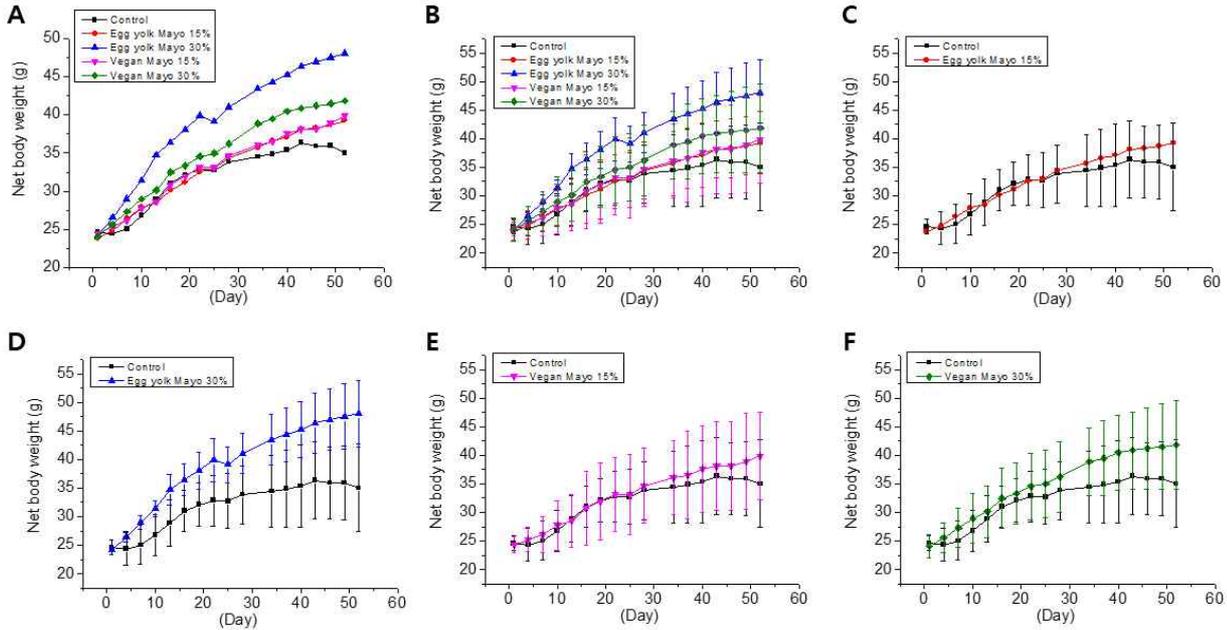
항목	분석 목적 및 내용
체중	체중의 변화를 측정하여 체지방 유도 정도를 예측할 수 있는 중요한 지표로서 실험과정에서 체중의 변화가 뚜렷하게 확인되지 않을시, 동물실험 기간을 변경할 수 있음
간	간의 무게 및 지방의 분포를 확인함으로써 지방간 진행 정도를 파악할 수 있음
혈액	비만 및 대사질환의 중요한 혈액학적 지표로서 콜레스테롤 및 중성지방의 양을 측정할 수 있음

[참조논문]

- Choudhary et al. 3 Biotech. 2021. 11(8), 363.
- Yang et al. Dietary Life. 2005. 15(4), 386.
- Ogino et al. J. Oleo. Sci. 2004. 53, 67.
- Cho et al. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28(4), 1999.8, 895.

(3) 비건용 마요네즈의 체중, 간 및 지방 무게에 미치는 영향

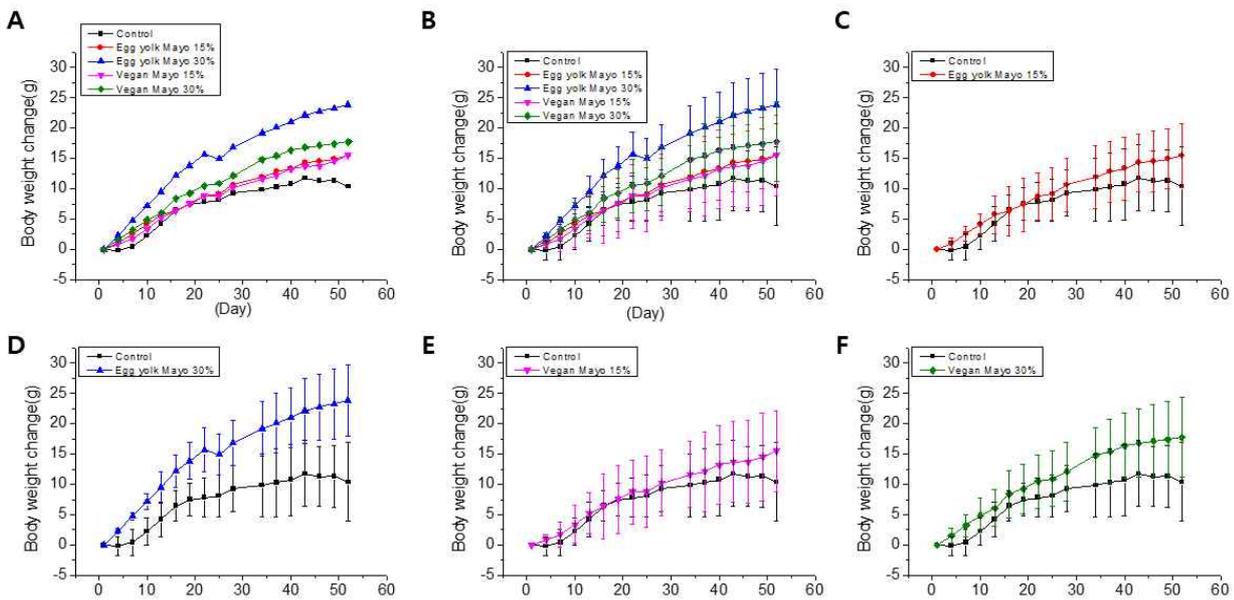
- 일반 사료 및 마요네즈가 함유된 사료 식이에 따른 체중의 변화를 조사한 결과, 난황 마요30% > 비건마요30% ≥ 난황마요15%, 비건마요네즈15% > 대조군(AIN-93G)의 순서로 마우스의 체중이 증가하는 경향이 관찰되었음



<난황 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 체중 변화>

(A, B) 전체 비교, 대조군 대비 (C) 난황마요네즈15%, (D) 난황마요네즈30%,
(E) 비건마요네즈15%, (F) 비건마요네즈30%

- 체중 증가의 변화는 사료 섭취 전 마우스 무게를 제외한 값을 분석한 것으로, 앞의 체중 변화 결과와 유사한 경향성이 관찰되었음



<난황 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 체중 증가 변화>

(A, B) 전체 비교, 대조군 대비 (C) 난황마요네즈15%, (D) 난황마요네즈30%,
(E) 비건마요네즈15%, (F) 비건마요네즈30%

- 8주간 마요네즈 및 일반사료 식이 후, 마우스의 혈액을 채취한 다음 희생하여, 간, 지방(생식기관 주변 지방)을 채취하였음. 채취한 간 및 지방은 무게를 잰 후 즉시 조직 염색(Oil Red O staining, H&E staining)을 위하여 10% 포르말린에 고정하였으며, 일부는 단백질 및 유전자 마커의 발현을 분석하기 위하여 -70℃에 보관하였음



<난황 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 해부 사진>

- 체중, 간, 지방 무게에 대한 통계처리는 분산분석(ANOVA)으로 $p < 0.05$ 수준에서 Student-Newman-Keuls test에 시료간 유의차 검증하였음

<난황 및 비건 마요네즈의 8주간 섭취에 따른 마우스 체중, 간, 지방 무게 변화>

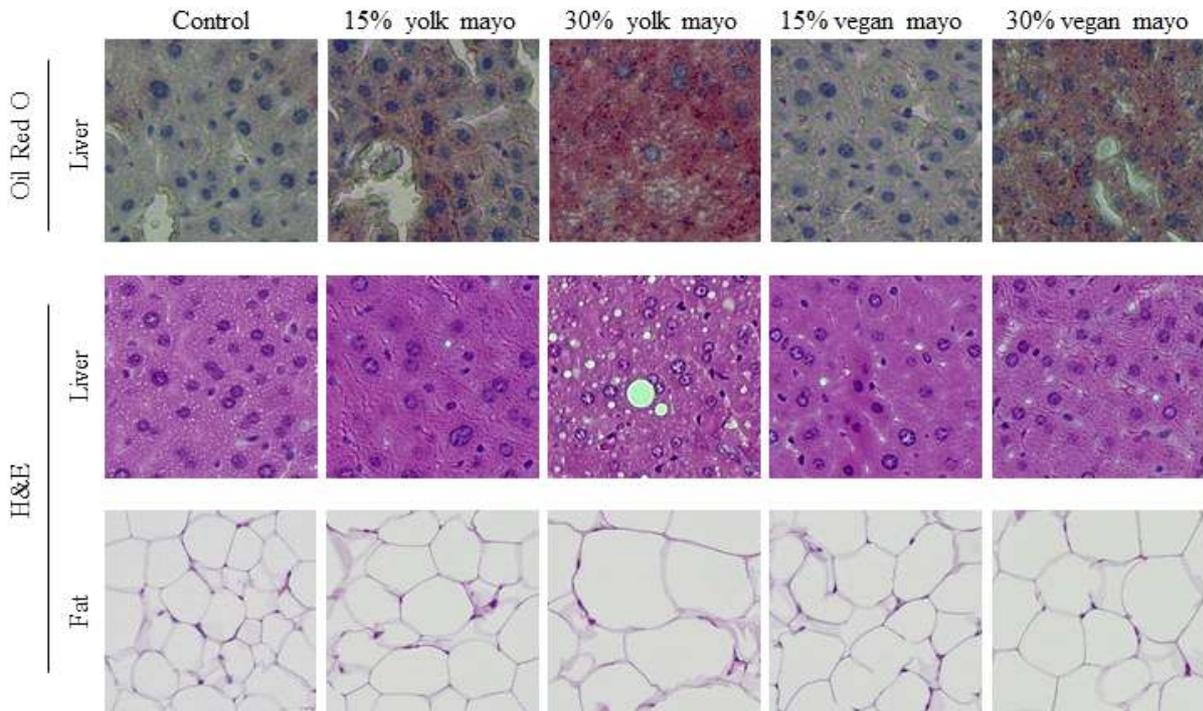
Group	Body weight (g)	Liver weight (g)	Fat weight (g)
AIN-93G diet	33.65±3.82 ^b	1.25±0.17 ^c	0.41±0.38 ^c
Yolk mayo 15%	42.83±3.43 ^a	1.49±0.05 ^b	1.38±0.32 ^{bc}
Yolk mayo 30%	51.38±5.99 ^a	1.79±0.12 ^a	2.60±0.70 ^a
Vegan mayo 15%	43.23±5.38 ^a	1.48±0.07 ^b	1.44±0.55 ^{bc}
Vegan mayo 30%	46.00±4.03 ^a	1.53±0.08 ^b	1.69±0.73 ^{ab}

- 체중의 경우 대조군 대비 모든 시료군에서 유의적으로 증가하였으며, 난황마요30%군에서 가장 많이 증가하였음
- 간 무게의 경우 대조군 대비 난황마요30%군이 가장 많이 증가하였으며, 다음으로 다른 시료군(난황마요15% 및 비건마요군(15%, 30%))의 증가가 관찰되었음
- 지방 무게의 경우 대조군 대비 난황마요30%, 비건마요30% 순으로 유의적인 증가 경향이 관찰되었음

- 즉, 사료 함유량 15%에서는 난황 및 비건마요네즈 간의 유의미한 차이는 없었으나, 사료 함유량 30%에서는 난황마요네즈와 비교하여 비건마요네즈에서 체중, 간, 지방 무게의 증가 정도가 감소하는 경향이 확인되었음

(4) 비건용 마요네즈의 간 내 지질 축적 및 지방세포 크기 변화 영향

- 간 조직은 지질축적에 대한 영향을 조사하기 위하여 Oil Red O staining 및 H&E staining을 실시하였으며, 지방 조직은 지방세포의 크기를 관찰하기 위하여 H&E staining을 실시하였음
- 난황마요네즈30% 함유 사료를 섭취한 마우스에서 대조군과 유의미한 간내 지질축적 및 지방세포 크기 증가가 관찰되었으나, 비건 마요네즈 섭취 마우스의 경우 대조군과 비교하여 간의 지질 축적이 뚜렷하게 관찰되지 않음



<난황 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 조직학적 염색 분석>

(5) 비건용 마요네즈의 혈중 지질에 미치는 영향

- 비건용 마요네즈의 혈중 지질에 대한 영향을 조사하기 위하여, 마우스의 혈중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL 및 VLDL/LDL의 양을 ELISA kit를 사용하여 평가하였음
- 각 혈중 지질 지표에 대한 통계처리는 분산분석(ANOVA)으로 $p < 0.05$ 수준에서 Student-Newman-Keuls test에 시료간 유의차 검증하였음
- 실험결과, 일반사료 대비 각 혈중 지질 지표에 대한 증가 경향성은 아래와 같이 관찰되었음
 - 중성지방, HDL, VLDL/LDL : 난황마요30%에서만 유의적인 증가 경향 관찰
 - 총콜레스테롤 : 난황마요(30%, 15%)에서 유의적인 증가 경향 관찰

<난황 및 비건 마요네즈의 8주간 섭취에 따른 마우스 체중, 간, 지방 무게 변화>

Group	TG (mg/dl)	TC (mg/dl)	HDL (mg/dl)	VLDL/LDL (mg/dl)
Control	90.416±11.664 ^b	159.128±11.638 ^c	105.664±9.558 ^b	30.622±6.949 ^b
Yolk mayo 15%	116.356±12.964 ^b	205.001±16.952 ^b	122.767±28.597 ^b	40.477±10.749 ^{ab}
Yolk mayo 30%	137.903±18.509 ^a	259.053±28.360 ^a	186.150±32.055 ^a	52.975±9.752 ^a
Vegan mayo 15%	98.357±20.784 ^b	159.682±29.346 ^c	94.059±33.936 ^b	37.612±9.970 ^b
Vegan mayo 30%	108.071±10.403 ^b	142.205±11.439 ^c	88.542±20.393 ^b	36.862±6.180 ^b

- 난황 마요네즈를 식이한 마우스의 경우, 대조군과 비교하여 혈중 중성지방 및 콜레스테롤의 유의적인 증가가 관찰되었으나, 비건마요네즈를 식이한 마우스의 경우, 대조군과 비교하여 유의적인 혈중 지질 증가가 관찰되지 않았음

(6) (추가연구) 개발된 비건용, 건강지향형 마요네즈의 혈중 콜레스테롤 및 체지방 감소효능

- 2차년도 실험결과 및 공동연구기관 보유 논문(JOURNAL OF MEDICINAL FOOD J Med Food 00 (0) 2018, 1-8)의 연구결과를 종합하여, 비건마요네즈 자체의 혈중 콜레스테롤 및 체지방 감소효능을 평가하기 위하여 고지방식이와 배합한 사료를 제작 및 동물 모델을 디자인하였음

□ 고지방식이와 비건마요네즈 배합사료 설정

- 농도설정 근거 참조논문 : Perilla Oil Decreases Aortic and Hepatic Lipid Accumulation by Modulating Lipogenesis and Lipolysis in High-Fat Diet-Fed Mice. JOURNAL OF MEDICINAL FOOD J Med Food 00 (0) 2018, 1-8

→ 들깨유 200mg/kg, 1,000mg/kg 용량을 90일간 투여시 고지방식이(45/Fat) 대비 지질축적 억제효능이 나타남. 들깨유 200mg/kg, 1,000mg/kg를 마우스 당 투여량을 계산하면, 마우스 평균무게를 30g으로볼 때 6.6~33.3mg/마우스/1일으로 계산됨

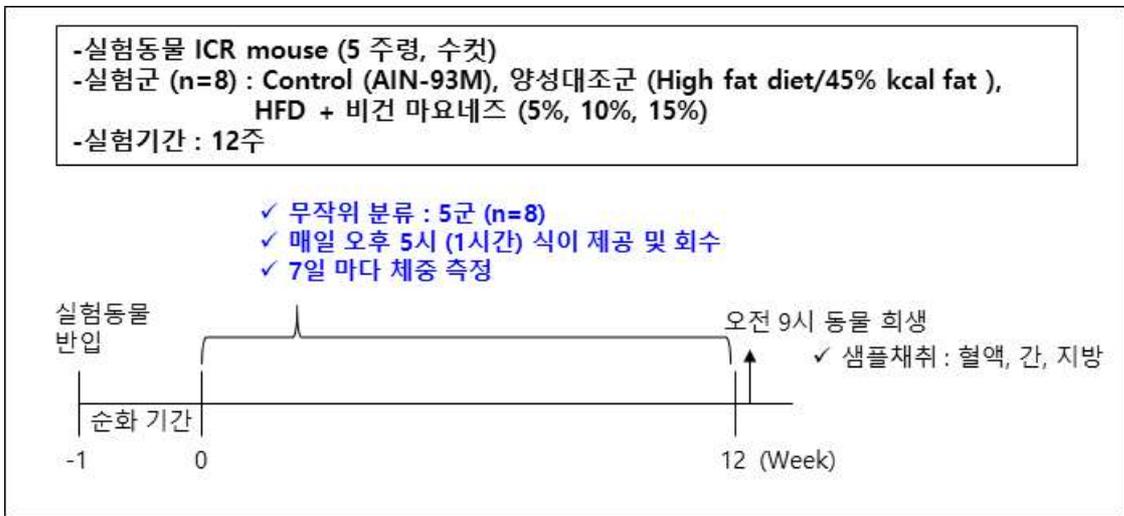
→ 마우스 1마리당 하루 3g의 사료를 섭취하므로 6.6mg~33.3mg/3g의 비율로 들깨유가 사료에 포함되어야 하며, 백분율로 계산시 사료의 들깨유 비율은 약 2~11%으로 확인

※ 비건마요네즈의 유지 비율을 70%이므로, 이를 적용하면 약 3~16%의 비건마요네즈가 사료에 포함되어야 함

□ 혈중 콜레스테롤 및 체지방 감소효능 디자인

- 동물종은 2차년도 동물실험과 동일하게 ICR mouse (5주령, 수컷, 총 40수 (n=8))을 사용하며, 실험기간은 참조논문에 근거하여 12주간 고지방식이 또는 고지방식이+비건마요네즈 배합사료를 공급함

- 실험동물군의 구성은 총 5군으로 ① AIN-93M 투여군 (Control 군), ② HFD 투여군 (45% kcal fat), ③ HFD + 비건마요네즈 5% 투여군, ④ HFD + 비건마요네즈 10% 투여군, ⑤ HFD + 비건마요네즈 15% 투여군으로 구성됨



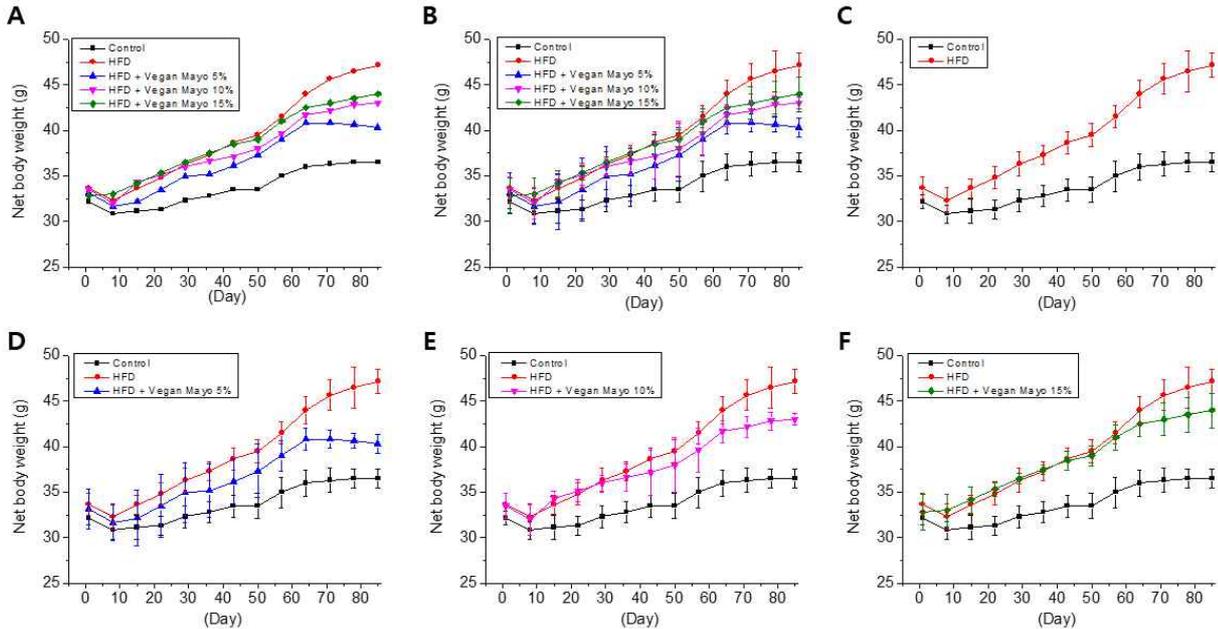
- 과량의 지방이 함유된 사료에 대하여는 실험동물이 기피할 수 있으므로 처음에는 마 리당 0.5g에서 시작하여 최대 3g까지 공급하며 (동일한 시간대), 공급한 사료는 1시 간 이내 제거함 (실험동물의 사료 섭취 유도 및 사료의 산패를 억제)
- 사료에 첨가되는 마요네즈의 비율 및 조성은 문헌조사를 통해 확인된 유사 연구사례 및 사료제조 전문업체의 자문을 통하여 아래와 같은 조성으로 동물사료를 제작하였음
- HFD에 비건 마요네즈를 추가함에 따라 물성이 펠렛팅이 불가능한 상태로 물을 추가하 여 냉동한 후 급여함. AIN-93M과 HFD 사료도 분말화 시킨 후 동일하게 급여함.

<마요네즈 함유 동물사료 조성>

Ingredient	AIN 93M	HFD (45% kcal fat)	비건 마요네즈 5%	비건 마요네즈 10%	비건 마요네즈 15%
	gm	gm	gm	gm	gm
Casein, lactic	140	245	245	245	245
L-Cystine	1.8	3.5	3.5	3.5	3.5
Corn starch	495.692	85	35	0	0
Sucrose	125	200	200	185	135
Dextrose	100	115	115	115	115
Cellulose	50	58	58	58	58
Soybean Oil	40	30	30	30	30
Lard	0.008	195	195	195	195
AIN-93G Mineral Mix		43	43	43	43
Calcium Phosphate	35	3.5	3.5	3.5	3.5
AIN-93 Vitamin Mix	10	19	19	19	19
Choline Bitartrate	2.5	3	3	3	3
마요네즈	0	0	50	100	150
Total	1000	1000	1000	1000	1000
사료 사진					

□ 고지방식이 동물모델에서 비건용 마요네즈의 체중, 간 및 지방 무게에 미치는 영향

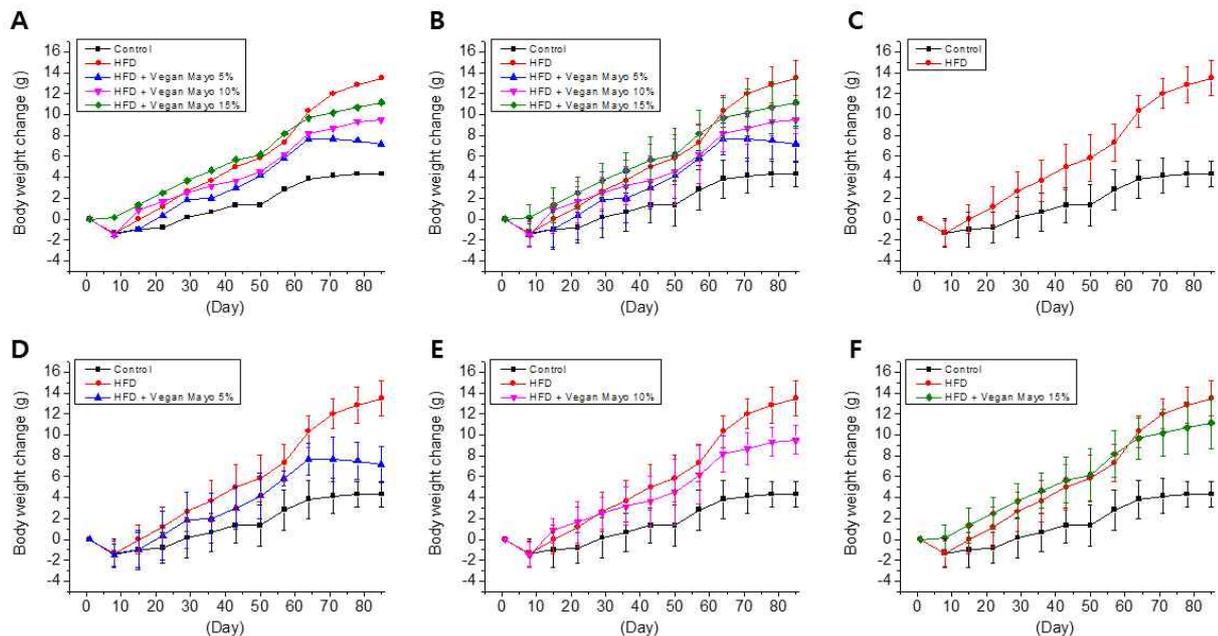
○ 일반 사료(AIN-93M), 고지방식이(HFD) 및 HFD+비건마요네즈(5, 10, 15%) 식이에 따른 체중의 변화를 조사한 결과, 고지방식이(HFD) > HFD+비건마요네즈 식이 > 대조군의 순서로 마우스 체중이 증가하는 경향이 관찰되었으며, 비건마요네즈의 함유량이 적을수록 체중 증가량이 감소하였음



<고지방식이 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 체중 변화>

(A, B)전체 비교, 대조군 대비 (C)HFD, (D)HFD+비건마요네즈5%, (E)HFD+비건마요네즈10%, (F)HFD+비건마요네즈15%

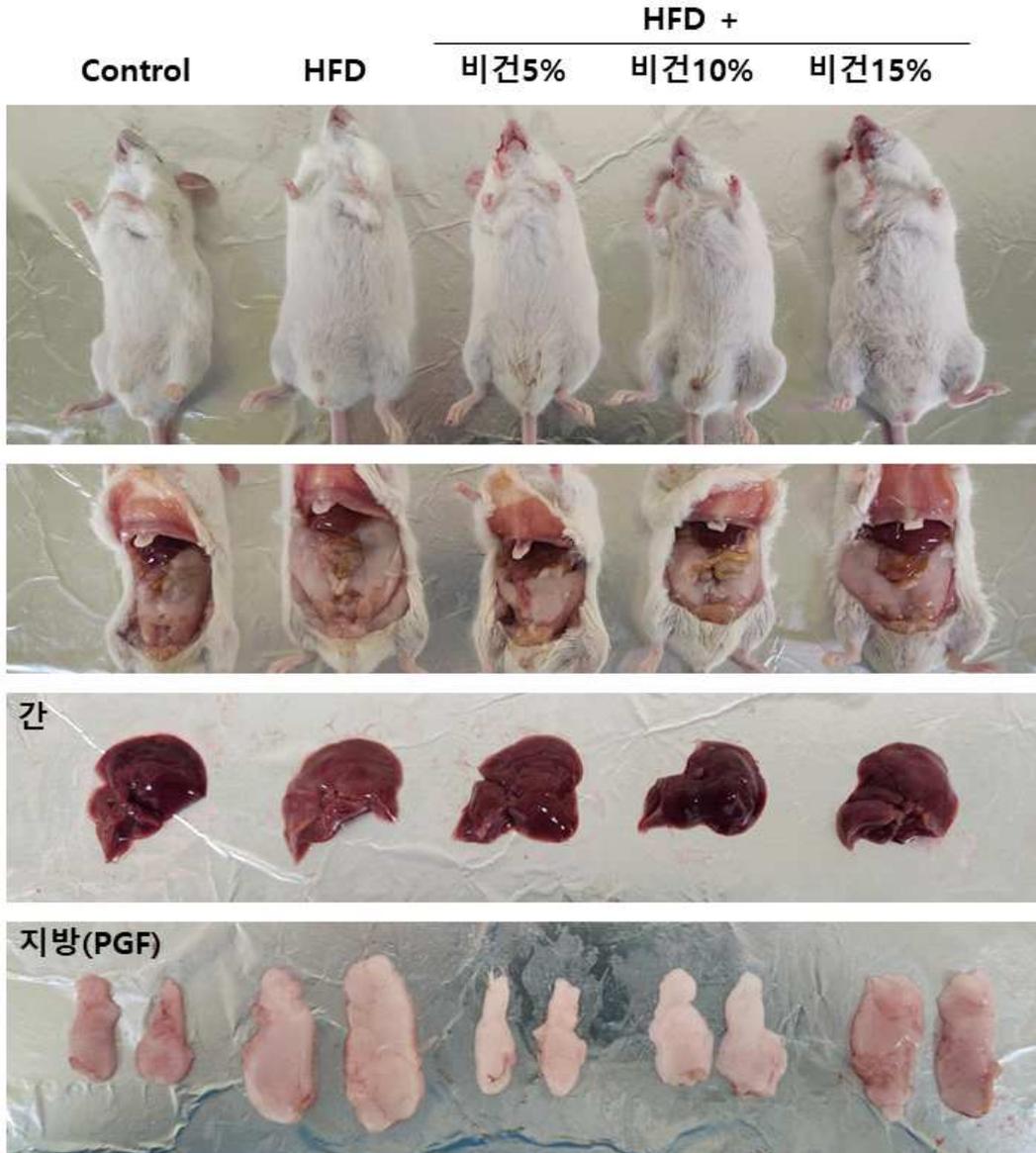
○ 체중 증가의 변화는 사료 섭취 전 마우스 무게를 제외한 값을 분석한 것으로, 앞의 체중 변화 결과와 유사한 경향성이 관찰되었음



<고지방식이 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 체중 증가 변화>

(A, B)전체 비교, 대조군 대비 (C)HFD, (D)HFD+비건마요네즈5%, (E)HFD+비건마요네즈10%, (F)HFD+비건마요네즈15%

- 12주간 마요네즈 및 일반사료 식이 후, 마우스의 혈액을 채취한 다음 희생하여, 간, 지방(생식기관 주변 지방)을 채취하였음. 채취한 간 및 지방은 무게를 잰 후 즉시 조직염색(Oil Red O staining, H&E staining)을 위하여 10% 포르말린에 고정하였으며, 일부는 단백질 및 유전자 마커의 발현을 분석하기 위하여 -70°C에 보관하였음



<고지방식이 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 해부 사진>

- 체중, 간, 지방 무게에 대한 통계처리는 분산분석(ANOVA)으로 $p < 0.05$ 수준에서 Student-Newman-Keuls test에 시료간 유의차 검증하였음

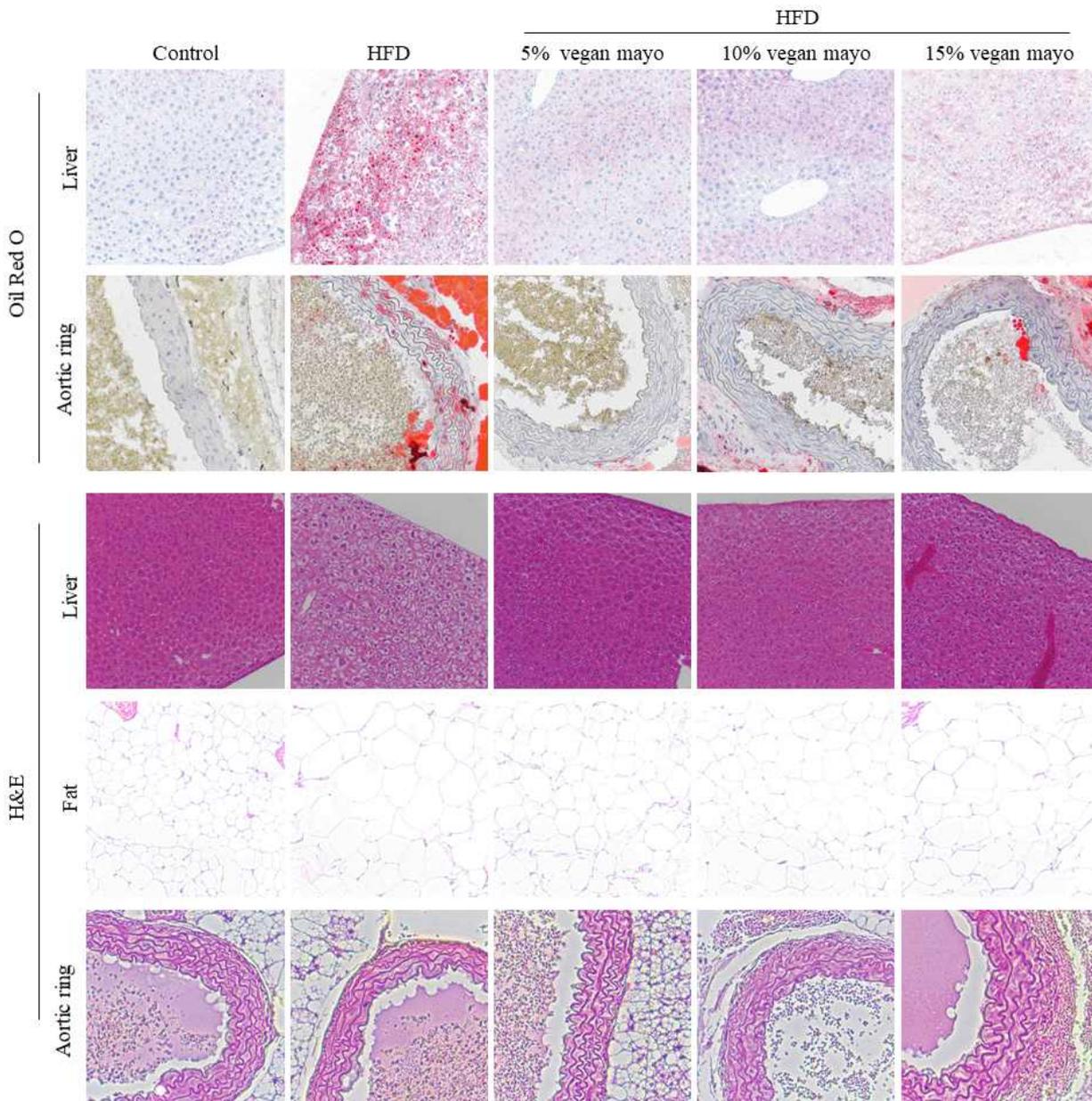
<고지방식이 및 비건마요네즈 섭취의 12주간 섭취에 따른 마우스 체중, 간, 지방 무게 변화>

Group	Body weight (g)	Liver weight (g)	Fat weight (g)
AIN-93M diet	36.50±1.05 ^d	1.68±0.13 ^c	0.81±0.24 ^e
HFD(45% kcal fat)	47.17±1.33 ^a	2.24±0.18 ^a	2.46±0.17 ^a
HFD+ Vegan mayo 5%	40.33±1.32 ^c	1.90±0.26 ^b	1.51±0.18 ^d
HFD+ Vegan mayo 10%	43.00±0.63 ^b	2.08±0.10 ^{ab}	1.87±0.18 ^c
HFD+ Vegan mayo 15%	44.00±1.90 ^b	2.01±0.29 ^{ab}	2.12±0.16 ^b

- 체중의 경우 고지방식이(HFD)과 비교하여 비건마요네즈 5, 10, 15% 순으로 유의적으로 감소하는 경향이 관찰되었음. 단, 비건마요 15%와 10%간 통계학적 유의성은 없었음
- 간 무게의 경우 고지방식이(HFD)과 비교하여 비건마요네즈 5%에서만 유의적인 감소 경향이 관찰되었음
- 지방 무게의 경우 고지방식이(HFD)과 비교하여 비건마요네즈 5, 10, 15% 순으로 유의적으로 감소하는 경향이 관찰되었음
- 즉, 비건 마요네즈를 고지방식이에 첨가할 경우 체중, 간 및 지방 무게가 감소하는 경향이 관찰되었으며, 비건마요네즈 5%의 효과가 가장 큰 것으로 관찰됨

□ 고지방식이 동물모델에서 비건용 마요네즈의 간 내 지질 축적 및 지방세포 크기 변화 영향

- 간 및 동맥 조직은 지질축적에 대한 영향을 조사하기 위하여 Oil Red O staining 및 H&E staining을 실시하였으며, 지방 조직은 지방세포의 크기를 관찰하기 위하여 H&E staining을 실시하였음



<고지방식이 및 비건마요네즈 섭취 마우스의 조직학적 염색 분석>

- 고지방식이만 섭취한 마우스에서는 대조군과 비교하여 유의미한 간 및 동맥에 지질 축적 및 지방세포 크기 증가가 관찰되었으며, 비건마요네즈와 같이 섭취시 고지방식에 의해 증가한 지질축적 정도 및 지방세포크기 증가가 감소되는 것을 확인하였음

□ 고지방식이 동물모델에서 비건마요네즈의 혈중 지질에 미치는 영향

- 고지방식이 동물모델에서 비건마요네즈의 혈중 지질에 대한 영향을 조사하기 위하여, 마우스의 혈중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL 및 VLDL/LDL의 양을 ELISA kit를 사용하여 평가하였음
- 각 혈중 지질 지표에 대한 통계처리는 분산분석(ANOVA)으로 $p < 0.05$ 수준에서 Student-Newman-Keuls test에 시료간 유의차 검증하였음
- 실험결과, 각 혈중 지질 지표에 HFD 대비 감소 경향성은 아래와 같이 관찰되었음
 - 중성지방 및 총콜레스테롤 : 비건5%, 비건10%, 비건15% 순으로 활성 확인
 - HDL : HFD 대비 통계학적 유의성 없음
 - VLDL/LDL : 비건5,10%에서 HFD 대비 통계학적 유의성 확인

<고지방식이 동물모델에서 비건 마요네즈의 섭취에 따른 혈중 지질 영향>

Group	TG (mg/dl)	TC (mg/dl)	HDL (mg/dl)	VLDL/LDL (mg/dl)
AIN-93M diet	70.504±7.744 ^d	111.751±7.945 ^d	111.597±3.652 ^b	41.588±4.134 ^c
HFD(45% kcal fat)	214.878±24.521 ^a	241.640±27.375 ^a	137.016±12.939 ^a	80.969±10.745 ^a
HFD+ Vegan mayo 5%	129.1466±14.741 ^c	157.859±16.811 ^c	140.472±12.235 ^a	56.805±8.856 ^b
HFD+ Vegan mayo 10%	179.354±17.612 ^b	198.218±18.566 ^b	144.619±16.391 ^a	63.270±6.794 ^b
HFD+ Vegan mayo 15%	194.452±17.824 ^{ab}	228.642±19.236 ^a	148.006±11.924 ^a	68.819±10.745 ^{ab}

- 실험동물의 고지방식이 투여에 따라 혈중 지질 지표인 중성지방(TG), 총콜레스테롤(TC), HDL 및 VLDL/LDL이 유의적으로 증가하였으며, 비건마요네즈의 처리에 따라 HDL을 제외한 나머지 지표들은 감소하는 경향이 관찰되었으며 **특히 5% 비건마요네즈를 같이 섭취시 가장 큰 효과가 관찰됨**

(7) 결론

□ 비건마요네즈의 체지방 증가 억제효능(난황마요네즈 및 비건마요네즈 비교실험)

- 동일한 비율의 난황마요네즈(동물성)과 비교하여 비건마요네즈를 투여한 실험동물에서 체중증가 및 지질축적이 억제됨

□ 비건 마요네즈의 체지방 감소 효능(고지방식이 및 비건마요네즈 동시투여)

- 고지방식이 동물모델에서 비건마요네즈를 동시에 투여시, 고지방식이에 의해 증가한 체중 및 지질축적 지표들이 개선됨

7) 발굴된 식물성 천연유화소재를 적용한 건강지향성 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제조공정 및 제품화 기술 구축

(1) 전체 지방산 중 55% 이상 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품개발을 위한 제조기술 구축

□ 실험방법

○ 실험 재료

: 실험 재료로 기름은 대두유와 들기름을 사용하였고, 이들의 혼합비율은 대두유(S):들기름(P)을 100S, 75S:25P, 50S:50P, 25S:75P, 100P으로 구성하였으며, 이때 유화제(DSF101)의 첨가량 또한 달리하였음. 총 배합량은 기름의 비율을 6~70%로 하였고 그 외 부재료의 비율은 3~40%였음. 부재료는 설탕, 정제염, 겨자분말, 잔탄검, 물, 식초를 사용하였음.

○ 마요네즈의 제조

: 유화제와 소금, 겨자 분말, 설탕, 잔탄검에 따뜻한 물을 넣고 direct driven digital stirrer로 〇〇〇rpm에서 결정이 없어질 때까지 충분히 교반하였음. 그 후 기름을 조금씩 넣으면서, 〇〇〇rpm에서 〇〇〇rpm까지 서서히 올리면서 교반하여 슬러리를 제조하였음. 표면에 식초를 도포한 후 〇〇〇rpm에서 2차 유화를 통해 마요네즈를 완성하였음.

□ 연구수행 결과

○ 마요네즈의 외관

: 대두유와 들기름을 비율별로 혼합하고 유화제를 농도별로 첨가한 마요네즈의 제조 시, 유화제 첨가량이 동일할 경우 들기름의 혼합비율이 증가할수록 더 부드러워지는 질감을 나타내었으며, 유화제의 첨가량이 많아질수록 마요네즈의 질감은 더 단단해지는 것으로 나타났음. 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품의 최적 레시피 선정을 위해 난황으로 제조된 마요네즈 시제품과 비교 한 후, 기름 및 유화제 함량의 최적 범위를 선정하였으며 유화제 함량을 동일하게 설정함

<식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 외관>



(2) 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 이화학적 품질특성 및 가공적성(색도 및 pH, 유화안정성, Droplet size, 등) 평가

□ 실험방법

- 재료 : 선정된 천연유화소재는 초임계유체기술을 적용하여 400bar에서 10시간 처리한 대두 분말을 이용하였으며 -20℃에서 보관하며 사용하였음. 들기름은 (주)코메가, 겨자분(오뚜기, 캐나다산), 꽃소금(영진그린식품, 전라남도 신안군) 및 식초 설탕은 식료품 매장에서 구매하여 사용하였음

○ 실험 방법

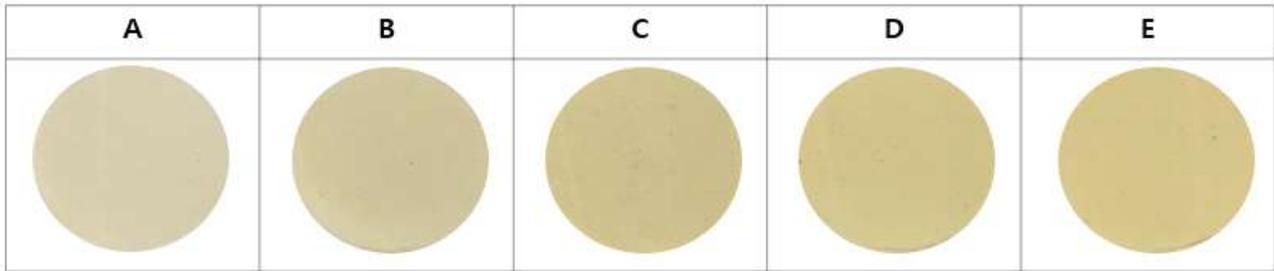
: 1. 유화제와 소금, 겨자분말, 설탕, 잔탄검에 따뜻한 물(정수기 온수 권장)을 넣고 Direct driven digital stirrer(PL-SS41D, poonglim, korea)로 〇〇〇rpm에서 결정이없어질 때 까지 충분히 교반한다(5분 이상). 기름을 조금씩 넣으며 〇〇〇rpm-> 〇〇〇rpm까지 서서히 올라가며 교반하여 슬러리를 제조. 식초를 도포한 후, 〇〇〇rpm에서 2차 유화를 통해 완성

□ 연구수행 결과

○ 오메가-3 첨가량별 마요네즈의 외관

: 오메가-3 기름의 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 외관은 아래의 그림에 나타내었음

<오메가-3 첨가량별 마요네즈의 외관>



○ 오메가-3 첨가량별 마요네즈의 색도 및 pH

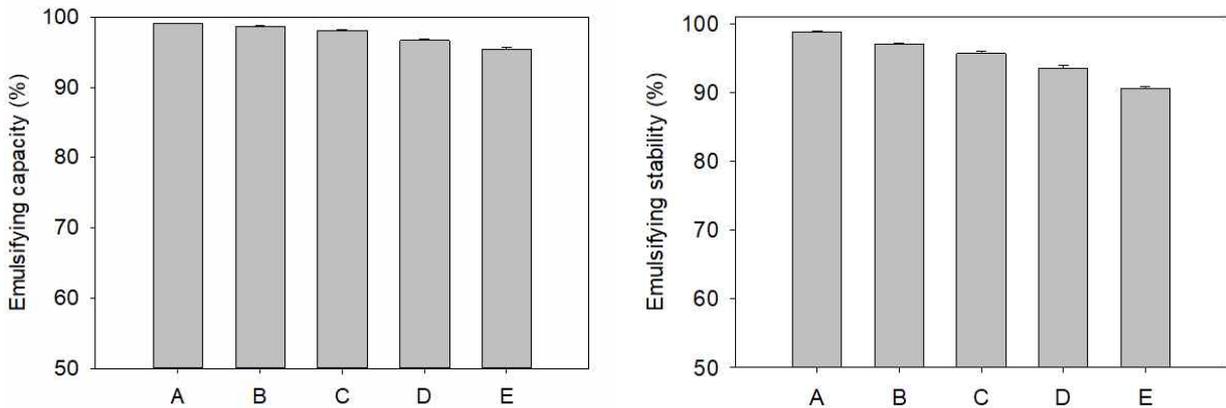
: 오메가-3 기름의 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 색도와 pH를 측정한 결과는 아래의 표에 나타내었음. 마요네즈의 밝기를 나타내는 L값은 들기름 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타낸 것을 알 수 있었음. 적색도를 나타내는 a값은 들기름 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타낸 것을 알 수 있었음. 황색도를 나타내는 b값 또한 들기름 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타낸 것을 알 수 있었음. 따라서 들기름 첨가량이 증가할수록 밝기가 낮고 적색도와 황색도가 증가된 마요네즈가 제조되는 것을 확인함. 이는 들기름 본연의 색이 콩기름에 비해 밝기가 낮고 적색도와 황색도가 높기 때문인 것으로 사료됨. 들기름의 색에 영향을 미치는 주요 항산화 물질로는 페놀성 화합물, 플라보노이드, 비타민 E (토코페롤), 클로로필 등이 있음. 이들 물질은 들기름의 어두운 색을 발현시키는 데 기여하며, 오일의 산화를 억제하고 신선도를 유지하는 데 중요한 역할을 함. 특히 페놀성 화합물과 플라보노이드는 강력한 항산화 효과를 가지며, 들기름의 맛과 향을 향상시킬 수 있음. 이러한 항산화 물질의 존재는 들기름으로 제조한 마요네즈에 이점인 것으로 사료됨. 마요네즈 제조 시 들기름의 색을 고려하여 제품의 외관을 조절할 필요가 있음.

<오메가-3 기름의 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 색도와 pH>

	A	B	C	D	E
L	77.10±0.10	75.03±0.12	71.87±0.12	71.45±0.05	70.03±0.21
a	2.20±0.000	2.67±0.06	3.03±0.06	3.33±0.06	3.80±0.10
b	12.30±0.00	17.37±0.06	20.27±0.06	23.33±0.06	25.07±0.15
pH	4.05±0.01	4.06±0.01	4.05±0.01	4.05±0.00	4.06±0.00

○ 오메가-3 첨가량별 마요네즈의 유화형성력 및 유화안정성

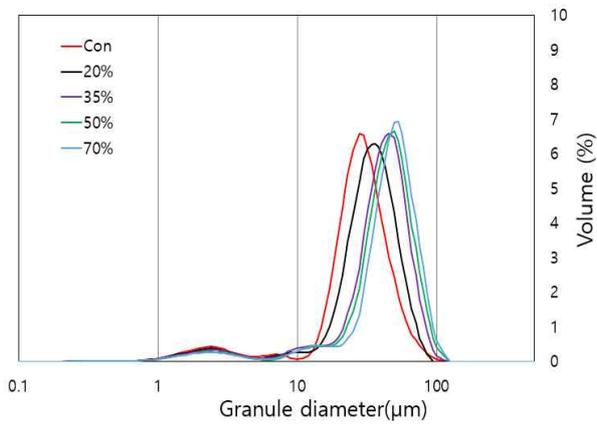
: 오메가-3 기름의 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 유화형성력 및 유화안정성을 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 마요네즈의 유화형성력은 99.8~97.3%로 높은 유화 형성력을 나타냈으나, 들기름 첨가량이 증가함에 따라 유화형성력이 감소하는 경향을 나타냄. 유화안정성 실험 시 유화형성력에 비해 기름 분리율이 약간 증가한 경향을 나타냄. 들기름에는 콩기름보다 높은 농도의 불포화 지방산이 함유되어 있으며, 이러한 지방산은 유화 과정에서 안정성을 감소시킬 수 있음. 또한, 들기름에 함유된 페놀성 화합물과 플라보노이드는 강력한 항산화 효과를 가지지만, 유화 과정에서 안정성을 감소시킬 수 있는 성질을 가질 수 있음. 따라서 유화 안정성 개선을 위해서는 유화제의 양을 증가시키거나, 다른 유형의 유화제를 첨가하여 유화 안정성 향상이 필요한 것으로 사료됨.



<오메가-3 첨가량별 마요네즈의 유화형성력 및 유화안정성>

○ 오메가-3 첨가량별 마요네즈의 입도 분포 및 입도 크기

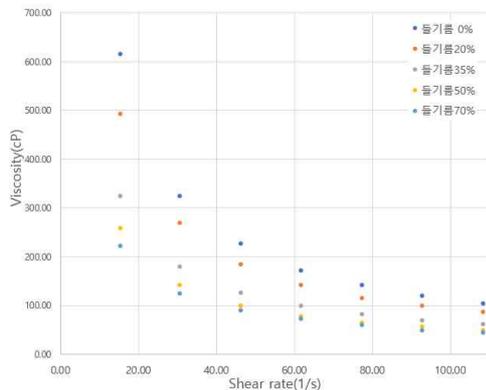
: 오메가-3 기름의 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 입도 분포 및 입도 크기를 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 마요네즈의 입도 크기 측정 결과는 마요네즈에 분산하는 기름의 입자크기로 나타낼 수 있으며, 기름의 입자크기가 작을수록 유화형성력이 더 높고 유화가 안정된 상태로 사료될 수 있음. 모든 마요네즈의 입도 분포는 모달 단일분포를 가진 것을 확인할 수 있음. 모달 단일분포는 마요네즈의 입자 크기가 일정함을 의미하며, 제품의 질감이 더 일관적이고 부드러움을 의미함. 또한 일정한 입자 크기는 제품의 안정성을 향상시킬 수 있음. 콩기름으로 제조한 CON에 비해 들기름 첨가량 비중이 증가함에 따라 입자 크기가 증가하는 경향을 나타냄. 일반적으로 입자 크기가 큰 마요네즈는 더 걸쭉하고 크림리한 질감을 가지며, 이는 소비자의 취향과 사용 목적에 따라 선호도가 나뉨.



D(4.3)	평균 입자의 크기(μm)
A	28.68±0.12
B	33.27±0.60
C	39.73±0.37
D	42.40±0.56
E	45.60±0.36

○ 오메가-3 첨가량별 마요네즈의 점도

: 오메가-3 기름의 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 점도를 측정된 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 들기름의 첨가량이 증가함에 따라 마요네즈의 점도가 낮아지는 현상은 들기름의 특성과 유화 과정에 기인함. 들기름은 높은 불포화 지방산 함량을 가지고 있으며, 이는 유화 과정에서 입자 간의 상호작용을 변화시킬 수 있음. 불포화 지방산은 유화 입자의 유동성을 증가시켜 점도를 낮출 수 있으며, 이는 마요네즈의 전반적인 질감과 유화 안정성에 영향을 미침. 따라서, 들기름의 첨가 비율을 조절하여 원하는 질감과 점도를 얻는 것이 중요함. 불포화 지방산이 포화 지방산보다 유화에서 점도를 낮추는 이유는 그들의 화학적 구조에 있음. 불포화 지방산은 하나 이상의 이중결합을 가지고 있어, 분자들이 덜 밀집되어 더 유동적인 상태를 유지함. 이로 인해, 불포화 지방산이 포함된 유화제품은 더 낮은 점도를 가지게 됨. 반면, 포화 지방산은 단일결합만을 가지고 있어 분자들이 더욱 밀집되어 있으며, 이는 높은 점도를 가져옴. 따라서, 불포화 지방산이 많은 들기름을 사용할 때 마요네즈의 점도가 낮아질 수 있기에 기존 콩기름으로 제조한 마요네즈에 비해 들기름 마요네즈는 식물성 천연유화제 첨가량을 증가시킬 필요가 있음.



LV4/15rpm	점도 측정
A	22595.18
B	18516.05
C	12677.29
D	9997.87
E	8998.08

< 오메가-3 첨가량별 마요네즈의 점도 >

(3) 신가공기술(산화제어기술) 접목을 통한 산화안정성 개선 제조공정 및 기술 구축

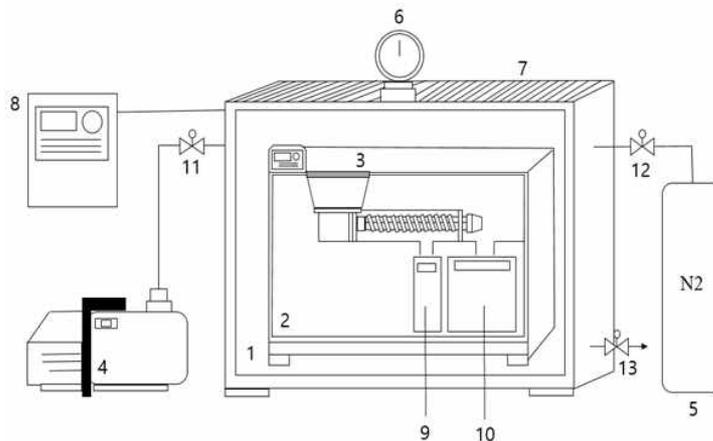
□ 실험방법

○ 재료

: 들깨는 2021년 거창군에서 수확한 시료를 농협몰에서 구매하여 사용하였음. 세척 후 들깨를 35℃에서 48시간 동안 건조하여 수분 함량을 2%이하로 건조시킨 후 알루미늄 백에 진공포장하여 4℃에 저장하며 실험에 사용하였음

○ 진공-가스치환 착유 및 포장 장치를 이용한 들기름 추출

: 진공-가스치환 착유장치 및 포장 장치는 본 연구실에서 개발하고 특허(유지료의 산패 방지를 위한 진공-가스치환 착유 및 포장 장치/ 출원번호: 1020180000586/ 등록번호: 1020170350000)를 등록하였음. 본 장치는 챔버 및 스크류장치 또는 압착장치의 내부를 진공상태로 형성하고 가스를 유입하여 산소가 차단된 상태에서 유지료를 착유한 뒤, 포장용기에 진공 포장함으로써, 지방산의 산패, 산패취, 갈변 현상을 억제하여 품질열화를 방지하고 기름의 영양적 및 관능적 특성이 우수하게 유지할 수 있음. 장비의 구성은 밀폐된 헤드스페이스를 유지하는데 사용할 수 있는 밀봉 가능한 뚜껑(7)이 있는 아크릴 패널 직사각형 샘플 챔버(1)로 구성, 장치의 크기는 45 × 55 cm임. 기계는 진공(11) 및 가스(12) 부착을 위해 상단 측벽에 두 개의 밸브를 설계하고 하단 측벽에 릴리스 값(13)을 설계하였음. 압력계(6)는 챔버의 덮개에 설치되었으며 챔버 내부의 절대압력을 모니터링하고 제어하는데 사용되었음. 오일 착유기(2)와 1mm 직경의 구멍이 있는 뚜껑(3)이 장비 부분 내부에 위치하였음. 진공 챔버 외부에 위치한 제어 장비(8)를 이용하여 기계를 작동할 수 있음. 착유 후 개봉 시 산소에 노출되는 것을 방지하기 위해 대류 조건을 즉시 질소로 치환하였음



<Schematic of a device used for oil extraction under oxygen free conditions: (1) sealable outer sample chamber, (2) oil extractor, (3) lead with a hole, (4) vacuum pump, (5) nitrogen gas, (6) vacuum pressure gauge, (7) airtight detachable lid, (8) chamber power controller and thermoregulatory, (9) oil container, (10) sludge container, (11),(12) solenoid valve>

○ 수율

: 진공착유장치를 이용하여 들깨 5 kg을 40℃의 온도에서 무산소 환경에서 30분간 착유를 진행하였음. 대조구로는 일반저온압착한 들기름을 사용하였음. 착유된 들기름은 원심분리기를 이용하여 8000 xg에서 15분간 원심분리 후 오일층을 회수하여 수율을 측정하였음

$$\text{Oil yield (\%)} = \frac{\text{weight of extracted oil}}{\text{weight of seeds}} \times 100$$

○ 점도

: 점도는 점도계(DV II +; Brookfield Engineering Labs, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 실온(25℃)에서 35 mL의 오일을 샘플튜브에 옮긴 후, SC4034 원통형 spindle을 이용하여 점도를 측정하였음. 분석 전 점도계는 증류수로 보정되었음. 들기름의 점도는 20 rpm 속도로 측정하였음

○ 색도

: 색도는 색차계(Minolta CR-300)을 이용하여 샘플에 대한 색상 값을 측정하였음. L*(밝은-어두운), a*(적색-녹색), b*(황색-청색)을 각각 측정하였음. 색차계는 색상 값을 측정하기 전에 백색판(Y=94, X=0.3231, y=0.9199)을 이용하여 보정을 하였음

○ 산가 및 과산화물가

: 착유방법에 따른 들기름의 산가 및 과산화물가를 측정하기 위하여 산가 및 과산화물가를 측정하였다. 산가는 AOCS법을 이용하여 측정하였으며, 시료 5 g에 ethanol : ether를 1 : 1 (v/v) 혼합한 용액 30 mL를 넣어 용해시킨 후 지시약으로 1% thymolphthalein(100 uL)를 가하여 잘 혼합시킨 후 홍색이 될 때 까지 0.1 N potassium hydroxide(KOH)/ethanol 용액으로 적정하여 산가를 측정하였음

과산화물가는 AOCS법에 의해 측정하였으며, 시료 1g에 acetic acid : chloroform을 3 : 2(v/v) 용액 25 mL를 넣어 용해시킨 후 포화요오드화 칼륨(potassium iodine, KI) 용액 1 mL를 넣어 1분간 진탕시킨 후 암소에서 10분간 반응시키고, 증류수 75 mL를 가하여 진탕시킨 다음, 지시약으로 1% 전분 용액을 1 mL를 가한 후 0.01 N sodium tiosulfate(Na₂S₂O₃) 용액을 이용하여 반응액이 무색이 될 때까지 종말점으로 과산화물가를 측정하였음

$$\text{Acid value (mg KOH/g)} = (V_1 - V_0) \times 5.611 \times F / S$$

V_1 : 본 시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)

V_0 : 공시험의 0.1N KOH 용액의 적정소비량(mL)

F: 0.1 N KOH 용액의 역가

S: 시료채취량(g)

$$\text{Peroxide value (meq/kg)} = (V_3 - V_2) \times F \times 0.01 / S$$

V_3 : 본 시험의 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 적정소비량(mL)

V_2 : 공시험의 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 적정소비량(mL)

F: 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 역가

S: 시료채취량(g)

○ 지방산 조성

: 착유방법에 따른 들기름의 지방산 조성 분석은 시료 50 mg에 0.5 M KOH/MeOH 9 mL를 혼합하여 90°C 향온수조에서 15분간 추출한 지방산을 methylation 시키기 위하여 methanol에 녹인 boron trifluoride(BF_3)를 1 mL 첨가하여 같은 온도에서 2분간 반응시켰음. 냉각 후, 반응액에 포화 NaCl 용액 2.5 mL와 내부표준물질인 5 α -cholestane을 함유하고 있는 hexane 2 mL를 첨가하였음. 원심분리 후, 분리한 500 μL bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamide(BSTRA)을 첨가한 후 70°C에서 20분 반응시켜 지방산을 유도체시켰다. 유도체된 시료는 DB-5 capillary column(30 m \times 0.25 mm, 0.52 μm)이 장착된 GC-MS를 이용하여 분석하였음. 이동상으로 헬륨가스를 사용하였으며, 유속은 분당 1 mL, Injection 온도는 200°C로 설정하였음. Oven 온도는 70°C에서 2분간 유지한 후 320°C까지 분당 10°C 간격으로 올린 후 320°C에서 5분간 유지하였음. GC 칼럼을 통해 분리되어 나온 지방산들은 전자 이온화 모드 (70eV)의 질량분석기(GC/MS TQ 8030)로 검출되었음. 질량분석기의 ion source 및 interface 온도는 각각 230°C와 280°C로 설정하였으며, MS 스펙트럼은 m/z 45에서 800까지의 전체 스캔 모드에서 0.3 s의 scan event 시간과 3333 u/s의 스캔 속도로 모니터링되었음.

○ 항산화활성

: 착유방법에 따른 들기름의 항산화활성을 분석하기 위하여 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거 활성은 100 mL의 에탄올을 8 mg의 DPPH를 용해시켜 DPPH 원액을 제조하였음. 여과액 0.1 mL는 DPPH 용액

(O.D:1.000) 0.9 mL와 혼합하여 실온 암실에서 30분간 방치 후 분광광도계를 이용하여 517nm에서 흡광도를 측정하였음

○ 향기성분

: 착유방법에 따른 들기름의 향기성분을 분석하기 위하여 1g의 샘플을 2-methyl-1-pentanol을 내부표준물질로 하여 격막 뚜껑이 있는 바이알에 넣고 50℃에서 5분간 유지하여 휘발성 화합물을 분석하였음. 그 후, 고체상 미세 추출 섬유 (50/30 um DVB/CAR/PDMS Stable flex)를 바이알 캡에 넣고 50℃에서 5분 동안 유지하였음. 시료의 휘발성 화합물질은 DB-WAX 모세관 컬럼(30m × 0.25 mm i.d. ×0.25 um film thickness) 비율이 1:10이었음. 캐리어 가스 유속은 1 mL/min으로 설정하고 헬륨을 사용하였음. 오븐 온도 프로그램은 40℃에서 3분 동안 시작하여 5℃/min의 속도로 90℃까지 올린 다음 19℃/min의 속도로 230℃까지 올리고 5분 동안 유지하였음. 전자 이온화 소스가 장착된 Shimadzu GC-MS-TQ 8030 MS를 사용하여 GC 컬럼 유출물(70ev)을 검출하였음

□ 연구수행 결과

○ 수율

: 본 실험에 사용된 들깨의 총 오일 함량은 43.70g/100g였음. 착유방법에 따른 들기름의 수율은 아래 표에 나타내었음. 일반착유 및 진공 조건에서 착유한 들기름의 수율은 각각 33.17 및 33.15 g/100 g으로 나타났음

○ 착유방법에 따른 들기름의 물리화학적 특성

: 착유방법에 따른 들기름의 물리화학적 특성을 분석하기 위하여 수율, 점도, 색도, 산가 및 과산화물가를 측정하여 아래 표에 나타내었음. 먼저, 본 실험에 사용된 들깨의 총 오일 함량은 43.70 g/100 g으로 나타났고, 일반착유 및 진공착유 들기름의 수율은 각각 33.17 g/100 g 및 33.15 g/100g으로 나타나 수율에 차이가 없는 것으로 나타났음. 또한, 점도측정 결과에서도 두 들기름 간에 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났음. 이는 로스팅 온도가 증가함에 따라 점도가 감소한다고 밝혀져 있음. 본 연구에서는 일반착유 및 진공착유 모두 40℃의 저온에서 착유하여 차이가 없는 것으로 나타난 것으로 사료됨. 일반착유 및 진공착유 들기름의 외관은 모두 밝은 노란색으로 나타났다(아래 그림). 색도를 분석한 결과, 밝기를 나타내는 L값과 적색도를 나타내는 a값은 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났으며 황색도를 나타내는 b값은 진공착유 하였을 때 유의적으로 높게 나타났음. 산가 및 과산화물가는 일반착유 및 진공착유 모두 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났음

<일반착유 및 진공착유 들기름의 외관>

Extraction method	Storage period (months)						
	0	1	2	3	4	5	6
Atmospheric							
Oxygen free							

<일반착유 및 진공착유 들기름의 수율, 점도, 색도, 산가 및 과산화물가>

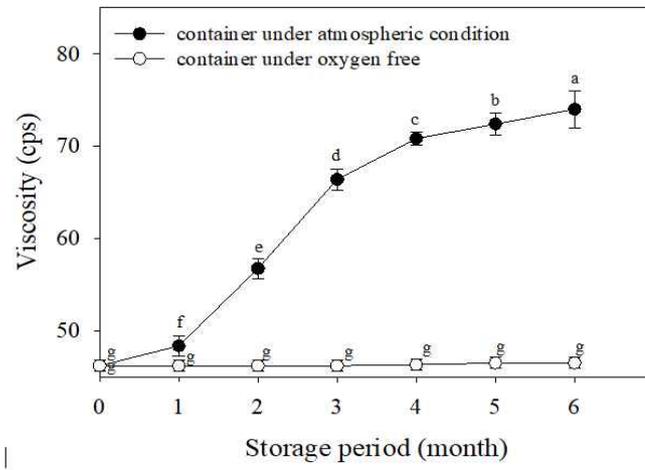
Extraction condition	Oil yield (%)	Viscosity (mPa·s)	Color value			Acid value (mg KOH/g)	Peroxide value (meq/kg)
			L*	a*	b*		
Atmospheric	33.17 ± 0.11 ^a	46.19±0.00 ^a	42.81±0.04 ^a	-5.67±0.09 ^a	16.89±0.06 ^b	0.45±0.00 ^a	5.27±0.18 ^a
Oxygen-free	33.15 ± 0.10 ^a	46.19±0.06 ^a	42.79±0.02 ^a	-5.63±0.04 ^a	16.90±0.06 ^a	0.45±0.10 ^a	5.06±0.11 ^a

Atmospheric: perilla oil stored under atmospheric conditions for 6 months, Oxygen-free: perilla oil stored under oxygen-free conditions for 6 months; All values are mean ± SD (n=10). Different letters superscript within the same column for the same concentrations indicate significant differences (p<0.05) by Duncan's test.

□ 일반착유 및 진공착유 들기름의 산화안정성 평가

○ 점도 변화

: 오일의 산화안정성은 다양한 방법으로 평가할 수 있으며 그 중 하나는 점도임. 산화는 맛, 향, 물리적 및 화학적 특성을 변화시킴. 일반착유 및 진공착유 들기름을 6개월간 저장하며 점도를 측정하였음. 대기 조건에서 저장된 들기름은 보관기간이 길어질수록 점도값이 급격히 증가하였음. 그러나 진공 밀봉된 용기에 보관된 들기름은 6개월 보관 동안 점도에 큰 차이가 없는 것으로 나타났음. 들기름의 초기 점도는 46.19였으며, 대기 조건 용기에서 3개월 및 6개월 보관 후 66.30 및 74.00으로 빠르게 증가하는 것을 알 수 있었음. 그러나 진공 밀봉된 용기에 보관된 들기름은 각각 46.19 및 46.50으로 점도에 큰 차이가 없는 것으로 나타났음. 오일은 산화가 진행됨에 따라 점도가 계속해서 증가한다고 보고되고 있음. 지방산 사이에 더 큰 분자량 분자(탄소-탄소 및/또는 탄소-산소-탄소 가교)의 발달을 초래한 중합은 또한 오일 점도가 증가한 이유임



<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 색도 변화>

○ 색도 변화

: 색도는 식용유의 중요한 품질 기준 중의 하나임. 식용유는 일반적으로 밝은 노란색 또는 옅은 호박색으로 나타남. 그러나 특정 오일의 색상은 운송, 보관 및 사용으로 인해 변색될 수 있음. 기름 색 연전이라고 하는 이 현상은 대두, 면실유, 옥수수기름에서 자주 관찰된다. 일반착유 및 진공착유 들기름을 6개월간 저장하며 색도를 측정하였다(아래 표). 대기압 용기에 보관된 들기름은 L값이 42.81에서 45.99로 증가한 반면, 진공 용기에 보관된 들기름은 42.79에서 42.72로 큰 변화가 없었음. 적색도를 나타내는 a값은 대기압 용기에서 보관된 들기름은 -5.72에서 -5.88로 유의적으로 감소하였고, 진공 용기에 보관된 들기름은 -5.58에서 -5.72로 감소하였음. 황색도를 나타내는 b값은 저장기간이 0개월에서 6개월로 증가함에 따라 대기 및 진공 용기 들기름 각각 16.89~13.04 및 16.90~16.63으로 나타났음. 일반적으로 식용유는 저장기간이 증가하면서 산화가 진행되면 색상이 밝아진다고 보고되고 있음

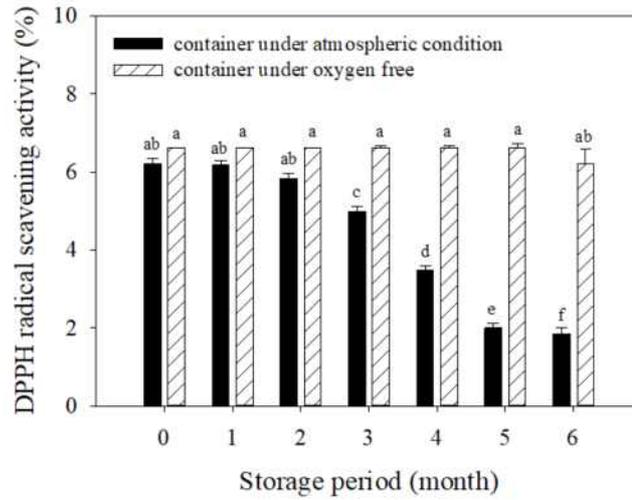
<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 색도 변화>

Conditions	Color value	Storage period (month)						
		0	1	2	3	4	5	6
Atmospheric	L*	42.81±0.04 ^d	44.97±0.02 ^c	45.03±0.00 ^c	45.11±0.00 ^c	45.13±0.02 ^c	45.93±0.00 ^b	45.99±0.02 ^a
	a*	-5.72±0.06 ^d	-5.72±0.04 ^d	-5.76±0.04 ^{de}	-5.76±0.05 ^{de}	-5.77±0.00 ^e	-5.90±0.02 ^f	-5.88±0.03 ^f
	b*	16.89±0.06 ^b	16.58±0.03 ^b	16.37±0.01 ^b	16.37±0.04 ^b	15.23±0.01 ^c	15.23±0.04 ^c	13.04±0.02 ^d
Oxygen-free	L*	42.79±0.02 ^d	42.76±0.01 ^d	42.78±0.01 ^d	42.78±0.03 ^d	42.71±0.10 ^d	42.79±0.03 ^d	42.72±0.02 ^d
	a*	-5.58±0.03 ^a	-5.58±0.04 ^a	-5.60±0.01 ^{ab}	-5.60±0.01 ^{ab}	-5.63±0.04 ^b	-5.67±0.09 ^c	-5.72±0.06 ^d
	b*	16.90±0.06 ^a	16.88±0.02 ^b	16.47±0.05 ^b	16.77±0.02 ^b	16.54±0.10 ^b	16.54±0.10 ^b	16.63±0.00 ^b

Atmospheric: perilla oil stored under atmospheric conditions for 6 months, Oxygen-free: perilla oil stored under oxygen-free conditions for 6 months; All values are mean ± SD (n=10). Different letters superscript within the same column for the same concentrations indicate significant differences (p<0.05) by Duncan's test.

○ 항산화활성

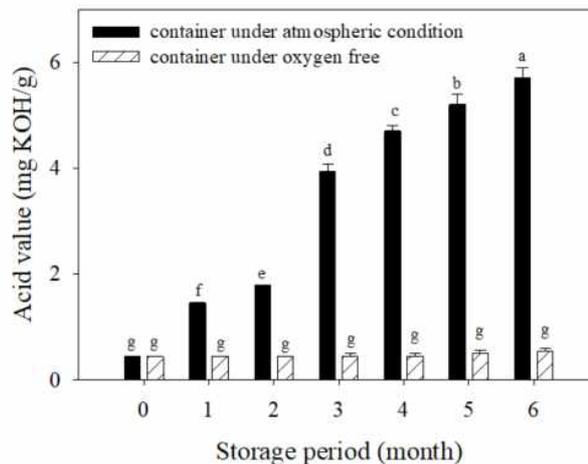
: 항산화활성을 측정하기 위하여 가장 흔히 사용되는 방법은 DPPH 라디칼 소거 분석법이다. 산소 노출, 빛, pH 및 용매 유형은 DPPH 라디칼 소거 활성(DPPH 활성)의 흡광도를 감소시키는 주요 요인임. 이러한 측면을 고려할 때 화합물의 항산화 능력에 대한 정량적 데이터를 도출할 수 있음. 아래 그림은 6개월 동안 대기 및 진공 용기에서 DPPH 활성의 결과를 나타낸 것이다. 6개월 보관 후, 대기압 용기에 보관된 들기름은 항산화활성이 3.3배 감소하였으나, 진공 용기에 보관된 경우에는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났음. 또한, 추출 직후 진공착유한 들기름의 DPPH 활성은 6.62%로 나타났으나 대기조건에서 추출된 들기름은 6.22%로 나타났음. 대기압 용기에 보관된 들기름은 저장기간 3개월 및 6개월 후 각각 4.99% 및 1.86%로 급격히 감소하였음

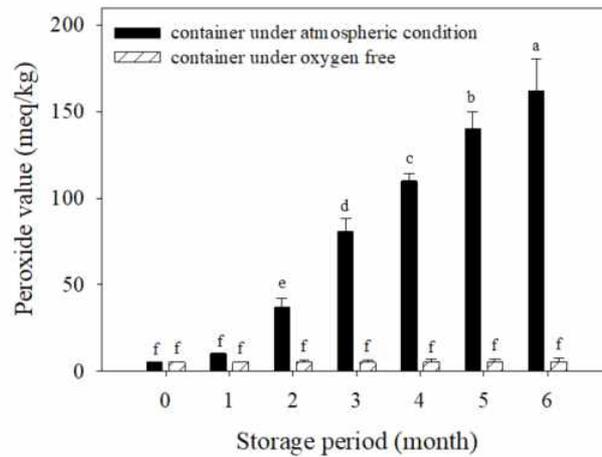


<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 항산화활성 변화>

○ 산화안정성

: 대기 조건에서 보관된 들기름과 진공 조건에서 보관된 들기름의 저장기간에 따른 산화안정성을 분석한 결과는 아래 그림과 같음. 산가는 식물성 기름 품질의 중요한 척도로 알려져 있으며 오일 1g에 들어있는 유리 지방산을 중화시키는데 필요한 KOH의 양으로 정의된다. 과산화물가는 지방과 오일의 과산화수소수를 측정하는 것임. 과산화수소는 산화의 초기 단계에서 생성되는 주요 오일 산화 생성물임. 산가와 과산화물가 모두 대기압용기에서 6개월 동안 보관하였을 때 급격히 증가하는 경향을 보였음. 산가의 경우 3개월 후 3.94 mg KOH/g에서 6개월 후 5.70 mg KOH/g으로 증가하였고, 과산화물가는 80.85 meq/kg에서 6개월 후 162.13 meq/kg으로 증가하였음. 진공용기에 보관된 들기름은 저장기간동안 유의적 차이가 없는 것으로 나타났음. 식물성 기름은 장기간 주변 산소에 노출되었을 때 상당히 열화되는 것으로 나타났음. 1차 자동산화 생성물인 과산화수소는 에스테르, 알데히드, 알코올, 케톤, 락톤 및 탄화수소를 포함한 2차 화합물로 분해됨 이러한 분해 화학물질은 음식의 맛, 향, 맛 뿐만 아니라 영양성분과 전반적인 품질에 중대한 영향을 미침





<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 산가 및 과산화물가 변화>

- 지방산 조성저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 착유 및 보관된 들기름의 지방산 조성을 분석한 결과는 아래 표와 같음. 들기름에서 대부분의 불포화지방산은 리놀레산 (C18:3), 올레산(C18:1), 리놀렌산(C18:3)로 존재하였음. 또한 오메가-3 지방산으로 알려진 리놀레산(C18:3)은 들기름에서 53.6~65% 존재하는 것으로 알려져있음. 들기름의 대기 및 진공 조건에서 지방산 조성의 큰 변화는 발견되지 않았음. 이는 들기름이 저온에서 착유되었기 때문인 것으로 사료됨. 여러 연구보고에 따르면 전자레인이나 대류 오븐에서 식물성 기름을 전처리하면 트랜스 지방산 수준이 증가하거나 다가불포화 지방산이 감소한다고 밝혀져 있음

<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 지방산 조성 변화>

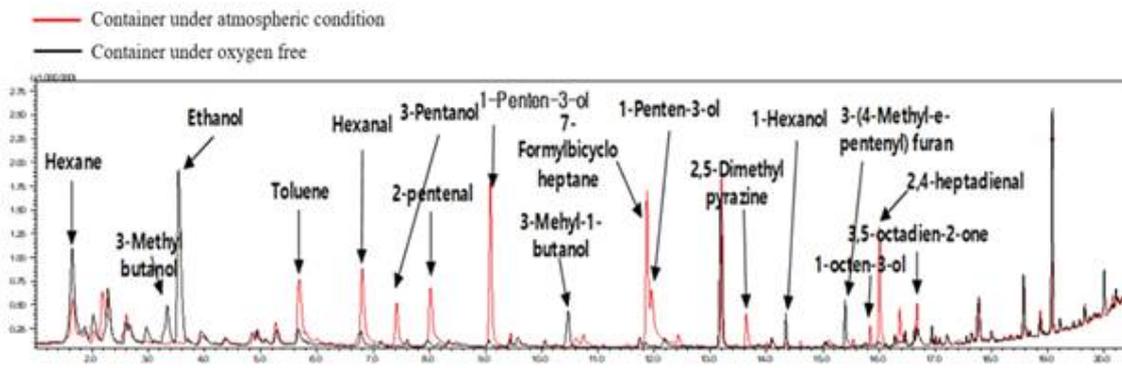
Extraction method	Storage time (month)	Fatty acid composition (%)				
		C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
Atmospheric	0	5.69±0.00 ^a	2.43±0.06 ^a	16.00±0.00 ^a	13.20±0.00 ^a	63.33±0.00 ^a
	6	5.69±0.01 ^a	2.44±0.06 ^a	16.00±0.00 ^a	13.20±0.00 ^a	63.33±0.00 ^a
Oxygen free	0	5.69±0.01 ^a	2.41±0.10 ^a	16.03±0.02 ^a	13.17±0.03 ^a	63.30±0.02 ^a
	6	5.69±0.01 ^a	2.45±0.05 ^a	16.05±0.00 ^a	13.18±0.02 ^a	63.31±0.02 ^a

Atmospheric: perilla oil under atmospheric conditions for 6 months, Oxygen-free: perilla oil stored under oxygen free conditions for 6 months; All values are mean ± SD (n=10). Different letters superscript within the same column for the same concentrations indicate significant differences (p<0.05) by Duncan's test.

○ 향기성분

- : 저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 향기성분을 분석한 결과는 아래 표와 같음. 휘발성 물질 분석 결과 16종 Hexane, 3-Methyl butanol, ethanol, Toluene, Hexanal, 3-Pentanol, 2-Pentenal, 1-Penten-3-ol, 3-Methyl-1-butanol,

Formyl Bicycloheptane, 2,5-Dimethyl pyrazine, 1-Hexanol, 3-(4-Methyl-e-pentenyl) furan, 1-octen-3-ol, 3,5-octadien-2-one, 2,4-heptadienal이 검출되었음. 저장기간 6개월차에서 전형적인 리놀렌산 2차 산화 화합물인 3-Penten-2-on이 대기조건 용기에서 보관된 들기름의 향기성분에서 검출되었음. 그러나 진공조건 용기에서 보관된 들기름에서는 불검출되었음. 한편, 2,4-Heptadienal은 6개월 보관된 대기압 용기에서 가장 높은 농도를 나타내었음. 3,5-Octadien-2-one은 대기압 용기에서 6개월 보관된 들기름에서 약 2배를 나타냈음. 일반적으로 열처리 과정에서 생성된 2,3-Dimethyl pyrazine은 본 들기름에서는 검출되지 않았다. 이는 들기름 착유 시 저온에서 압착한 결과로 사료됨



<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 향기성분 분석>

<저장기간에 따른 대기조건 및 진공조건 용기에서 보관된 들기름의 향기성분 분석>

R.T (min)	Volatile compounds	Normalized Relative intensity		Identified	Similarity
		Atmospheric	Oxygen free		
7.930	3-Penten-2-one	0.02 ± 0.02	-	RI, MS	98
7.964	2-Pentenal	-	0.06 ± 0.01	RI, MS	99
14.105	2,3-Dimethyl pyrazine	-	-	RI, MS	-
15.068	2,4-Hexadienal	0.01 ± 0.02	-	RI, MS	89
15.817	1-Octen-3-ol	0.08 ± 0.01	0.02 ± 0.00	RI, MS	97
15.977	2,4-Heptadienal	0.67 ± 0.14	0.04 ± 0.01	RI, MS	93
16.660	3,5-Octadien-2-one	0.29 ± 0.06	0.14 ± 0.03	RI, MS	88
17.203	5-Methylfurfural	0.07 ± 0.01	0.05 ± 0.00	RI, MS	95

RT: Retention time; Atmospheric: perilla oil stored under atmospheric conditions for 6 months, Oxygen-free: perilla oil stored under oxygen free conditions for 6 months. All values are mean ± SD (n=10). Different superscript letters in a row indicate significant differences (p < 0.05). The volatiles was identified by the standard of the mass spectrum (MS) and/or retention indices (RI) values.

(4) 식물성 오메가-3 고탍유 마요네즈(총중량대비 40% 이상, 총 지방대비 55% 이상)에서의 천연항산화제 첨가효과 분석(항산화활성, 산패도 개선, 주요물질분석)

[식물성 오메가-3 원료 선정 및 천연 항산화제의 주요 물질 분석]

□ 실험방법

○ 들깨

: 들깨는 들깨농장(농협, 거창)에서 채취했고, 인도에서 수확한 강황 건분말은 신영(경기, 한국)에서 구입했으며 들깨와 강황 가루는 4°C의 암실에서 저장했음. 사용된 모든 화학물질은 Sigma-Aldrich(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, 미국)에서 구입하였음

○ 들기름 제조

: 들깨는 수돗물로 씻어 이물질을 제거한 후 30°C에서 48시간 건조했음. 건조된 샘플(5 kg)은 유압 오일 프레스(National Eng Co.)을 활용하여 최대 압력 600Kgf cm⁻², 온도 40°C로 압축하였음. 생성된 오일을 4000g과 4°C에서 10분간 원심분리하여 젤리 층을 제거한 후 상단 오일층은 얻어 -20°C의 진공상태에서 저장했음

○ 들기름 지방산 조성 분석

: 유지시료의 지방산 분석을 위해 Lee 등(2020)의 방법을 사용하였다. 시료 50 mg에 0.5 M KOH/MeOH 9 mL를 혼합하여 90°C 항온수조에서 15분간 추출한 지방산을 methylation 시키기 위하여 methanol에 녹인 boron trifluoride(BF₃)를 1 mL 첨가하여 같은 온도에서 2분간 반응시켰다. 냉각 후, 반응액에 포화 NaCl 용액 2.5 mL와 내부표준물질인 5 α -cholestane(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, US)을 함유하고 있는 hexane 2 mL를 첨가하였다. 원심분리 후, 분리한 500 μ L bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamide(BSTFA)을 첨가한 후 70°C에서 20 min 반응시켜 지방산을 유도체시켰음. 유도체된 시료는 DB-5 capillary column(30 m \times 0.25 mm, 0.52 μ m, Agilent J&W, Santa Clara, CA, USA)이 장착된 GC(GC-2010 plus, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 이동상으로 헬륨가스를 사용하였으며, 유속은 분당 1 mL, Injection 온도는 200°C로 설정하였다. Oven 온도는 70°C에서 2분간 유지한 후 320°C까지 분당 10°C 간격으로 올린 후 320°C에서 5분간 유지하였음. GC 칼럼을 통해 분리되어 나온 지방산들은 전자 이온화 모드(70 eV)의 질량분석기(GC/MS-TQ 8030, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 검출되었다. 질량분석기의 ion source 및 interface 온도는 각각 230°C와 280°C로 설정하였으며, MS 스펙트럼은 m/z 45에서 800까지의 전체 스캔 모드에서 0.3 s의 scan event 시간과 3333 u/s의 스캔 속도로 모니터링되었음

○ SC-CO₂ 이용한 강황 추출물 제조

: STE를 얻기 위해 초임계 유체 추출 시스템(한국 대전 일신오토클레이브)을 사용하였음. 추출용기에는 입경 92.4 \pm 0.20 μ m의 강황분말(500 g)을 넣었음. 추출 매개변수는 압력 45 MPa, 온도 40°C, CO₂ 유량 30-50 g min⁻¹ 및 시간 2.5 h였다. 추출이 완료된 후 추가 분석 전에 -20 °C의 진공 상태에서 저장되었음

○ 강황 추출물 중 생물 활성 화합물

: 강황 추출물의 주요 화합물은 가스 크로마토그래피-질량분석(GC-MS)과 초고성능 액체 크로마토그래피 질량분석(UPC-Q-TOF MS)으로 확인되었다. 전자는 불꽃 이온화 검출기(FID)와 DB-5ms 모세관 컬럼(30m \times 0.25mm, 0.25 μ m, 애질런트 J&W, 샌타클라라, CA, 미국)이 장착된 GC-MS-TQ 8030(시마즈, GC 2010 플러스)에서 수행되었다. Carrier Gas로서 헬륨을 1

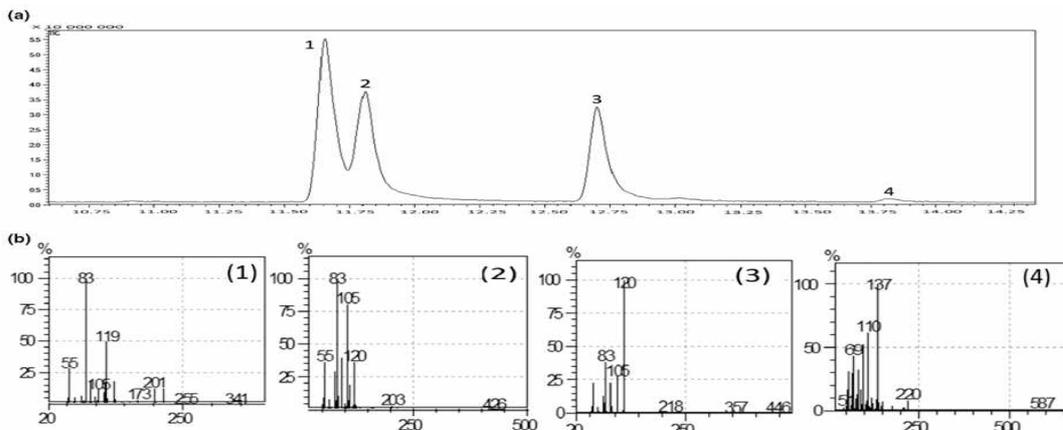
mL-1 min의 유량으로 사용하였으며, Injection 온도를 250°C로 설정하였음

□ 연구수행 결과

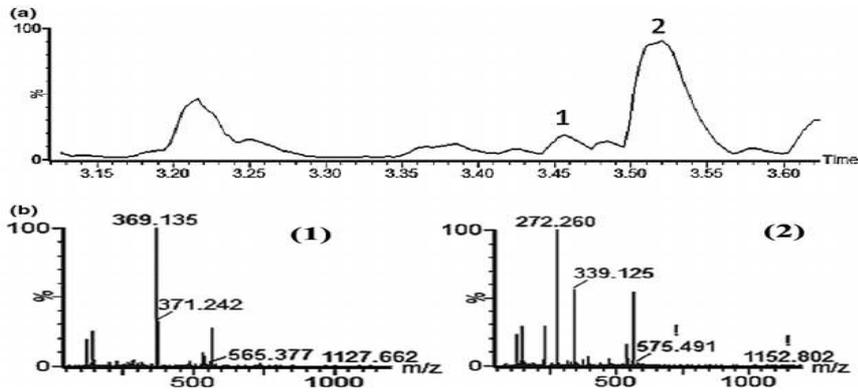
- 들기름의 지방산 조성 분석 결과, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid를 포함한 5가지 지방산이 분석되어졌으며, 주된 지방산으로는 oleic acid가 약 16%, linoleic acid가 약 13% 및 linolenic acid가 약 60%로 주된 지방산 조성을 차지하는 것으로 나타났음

<Fatty acid composition of perilla oil stored at 65°C for 24>

Fatty acid composition (%)	Thermal oxidation time (h)	
	0	24
Palmitic acid (C _{16:0})	5.69±0.00	5.69±0.01
Stearic acid (C _{18:0})	2.41±0.10	2.49±0.01
Oleic acid (C _{18:1})	16.00±0.00	16.00±0.00
Linoleic acid (C _{18:2})	13.20±0.01	13.16±0.05
Linolenic acid (C _{18:3})	60.01±0.01	60.00±0.00



<강황 초임계이산화탄소 추출물의 GC-MS (a) chromatogram (b) MS/MS spectra, (1) ar-turmerone, (2) turmerone, (3) curlone and (4) bisabolene.>



<강황 초임계이산화탄소 추출물의 UPLC-Q-TOF MS의 (a) chromatogram (b) MS/MS spectra, (1) curcumin and (2) demethoxycurcumin.>

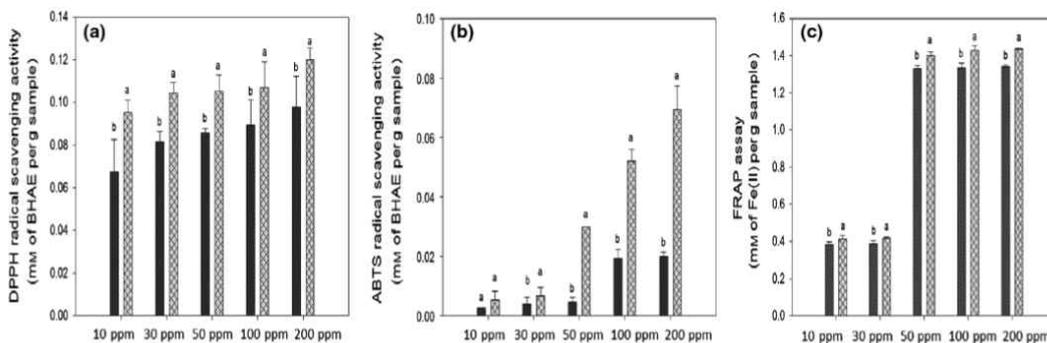
Analytes	Method	Normalised intensity
Demethoxycurcumin	UPLC-Q-TOF MS	11.60 ± 0.06 ^{e,†}
Curcumin	UPLC-Q-TOF MS	65.20 ± 0.12 ^b
Bismethoxy curcumin	UPLC-Q-TOF MS	ND
Ar-turmerone [†]	GC-MS	80.00 ± 0.05 ^a
Turmerone [†]	GC-MS	49.60 ± 0.04 ^c
Curone [†]	GC-MS	48.00 ± 0.04 ^d
Bisabolene [†]	GC-MS	11.40 ± 0.01 ^f

ND, not detected.

[†]All values are mean ± SD (*n* = 3). Values in a column not followed by the same superscript letter are significantly different (*P* < 0.05) by Duncan's test.

<UPLC-Q-TOF MS 및 GC-MS를 이용하여 강황 초임계이산화탄소 추출물의 주요 물질 분석>

- 강황 초임계이산화탄소 추출물의 기능성물질을 분석한 결과, GC-MS chromatogram 에서 ar-turmerone, turmerone, curone 및 bisabolene이 검출되었고, UPLC-Q-TOF-MS chromatogram에서는 curcumin 그리고 demethoxycurcumin이 검출되었음



<α-tocopherol과 강황 초임계이산화탄소 추출물의 항산화활성 비교 (a) DPPH radical scavenging activity, (b) ABTS radical scavenging activity, (c) FRAP assay>

- 강황 초임계이산화탄소 추출물과 α -tocopherol의 항산화활성을 비교하기 위하여 10, 30, 50, 100, 200ppm 첨가하였을 때 각각의 항산화활성을 측정하였음. 항산화활성의 경우, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity, FRAP assay를 실시하였다. 그 결과, 강황 초임계이산화탄소 추출물이 활성이 더 높은 것으로 나타났음
- 강황의 SC- CO_2 추출물은 들기름 및 기타 고도불포화 식물성 기름의 산화를 방지하는데 효과적이다. 그 결과 커큐민, 데메톡시커큐민, 아르터메론, 터메론, 컬론, 비사볼렌 등의 강황 추출물에 천연 항산화제가 함유되어있는 것이 확인되었음. SC- CO_2 강황 추출물의 보호 활성은 농도가 증가함에 따라 증가하였으며, 동일한 농도에서 사용된 α -토코페롤보다 높았음

[천연 항산화제를 첨가한 마요네즈의 품질 향상 및 항산화 효과 분석]

□ 실험방법

○ 강황 마요네즈 제조

: 강황 들기름 마요네즈는 약 40℃ 정도의 물에 난황분말을 넣고 500rpm에서 1분간 교반한 후 소금, 설탕, 겨자분, 강황분말을 넣고 500rpm에서 1분간 교반한 후 들기름을 소량씩 넣어가며 700rpm에서 3분, 1200rpm에서 3분, 1600rpm에서 3분간 교반한다. 그 후 식초를 넣고 1600rpm에서 3분간 교반하여 제조하였음.

○ 양파 마요네즈 제조

: 양파 들기름 마요네즈는 양파분말의 첨가량을 달리하여 제조하였음. 난황분말과 증류수(온도: 30±5℃)를 첨가하여 750 rpm에서 1분간 교반하고, 백설탕, 꽃소금, 머스타드 분말 및 양파분말을 차례대로 첨가하고 1,000 rpm에서 1분간 교반하였음. 여기에 들기름을 첨가한 후 2,000 rpm에서 6분간 교반한 후 즉시 표면에 식초를 도포하여 3,000 rpm에서 3분간 추가로 교반하였음.

○ 파프리카 마요네즈 제조

: 파프리카 마요네즈는 파프리카 분말의 첨가량을 달리하여 제조하였음. 마요네즈의 제조는 난황분말과 증류수(온도: 30±5℃)를 첨가하여 750 rpm에서 1분간 교반하였음. 그 후 백설탕, 꽃소금, 머스타드 분말 파우더 및 파프리카 분말을 첨가하여 1,000 rpm에서 1분간 교반한 후, 들기름을 첨가하고 2,000 rpm에서 6분간 교반하였음. 그 후 바로 표면에 식초를 첨가 후 다시 3,000 rpm에서 3분간 교반하여 완성하였음.

○ 색도 및 pH 측정

: 색도는 강황, 양파 및 파프리카 분말의 첨가량을 달리한 마요네즈를 표준백색판(L=93.6, a=0.31, b=0.32)으로 보정된 색차계(Minolta CT-310, Osaka, Japan)로 각 시료를 페트리디쉬(60 × 15 mm; SPL Life Science Co., Pochon, Korea)에 담아 3회 반복하여 측정하고 그 결과를 각각 L(lightness), a(-:greenness, +:redness) 및 b(-:blueness, +:yellowness)값으로 나타내어 통계처리 하였음. pH는 강황 첨가

량을 달리한 마요네즈를 각각 코니칼 튜브(SPL Life Science Co., Pochon, Korea)에 20g씩 넣고 pH meter(Model 735P, Istek, Seoul, Korea)로 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었음

○ 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

: 강황, 양파 및 파프리카 분말의 첨가량을 달리한 들기름 마요네즈 20 g에 동량의 80% 메탄올을 넣어 희석하고 균질기(Wiggen Hauser, D-50, Berlin, Germany)로 10,000 rpm에서 1분간 균질하였음. Shaker(n-Biotech, NB-303, Inchen, Korea)를 이용하여 균질화된 시료를 4℃에서 250 rpm으로 2시간 동안 추출하였음. 이를 원심분리기(FLETA 5, Hanill, Korea)를 이용하여 1,026×g에서 20분간 원심분리한 후 이를 여과하여 실험에 사용하였음

○ 과산화물가 측정

: 강황, 양파 및 파프리카 분말의 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 산화안정성을 알아보기 위해 강황 첨가량을 달리한 마요네즈를 4℃에서 보관하여 일정 기간 간격으로 저장 실험을 진행하였음. -80℃에서 24시간 동결시킨 뒤 4℃에서 해동 후 원심분리기를 이용하여 5,000×g에서 30분간 원심분리를 진행하였음. 상층에 분리된 기름을 스포이드를 이용하여 회수하여 실험에 사용하였음. 과산화물가는 AOCS법(Firestone D, 2009)에 의해 측정하였음. 시료 1 g에 acetic acid : chloroform을 3 : 2(v/v) 용액 25 mL를 넣어 용해시킨 후 KI 포화용액 1 mL를 넣고 5분간 암실에 방치하였음. 그 후 증류수 75 mL를 가하여 1%의 전분용액을 지시약으로 하여 0.01N- $Na_2S_2O_3$ 용액으로 반응액이 무색이 될 때를 종말점으로 하여 소비된 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 양으로부터 과산화물가를 측정하였음

$$\text{Peroxide value (meq/kg)} = (V_3 - V_2) \times F \times 0.01 / S$$

V_3 : 본 시험의 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액의 적정소비량(mL)

V_2 : 공시험의 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액의 적정소비량(mL)

F: 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액의 역가

S: 시료채취량(g)

○ 유화안정성 측정

: 유화안정성은 Lee(2014), Pedroche 등(2004)의 방법을 참고하였음. 4℃에 저장한 강황, 양파 및 파프리카 분말의 첨가량을 달리한 마요네즈를 20g씩 50 mL 코니칼 튜브에 넣어 60℃의 워터배스에서 60분간 진탕 후 5000×g에서 30분간 원심분리하였음. 분리된 시료에 CM(Chloroform:MeOH=1:2)를 코니칼 튜브의 내벽을 따라 넣고, 다시 모아 감압 농축하여 CM을 제거한 후 분리된 기름의 양(g)을 측정하였음

○ 점도 측정

: 강황, 양파 및 파프리카 분말의 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 점도 측정은 코니

칼 튜브에 시료를 30 mL씩 담아 Brookfield viscometer(DV II+, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 사용하였으며 spindle no.4, 20 rpm으로 설정하여 25°C에서 각각 3회 반복측정하여 평균값을 구하였음

□ 연구수행 결과

◎ 강황 마요네즈의 품질 및 항산화성 평가

○ 강황 첨가량을 달리한 마요네즈의 색도 및 pH

: 강황 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈의 색도와 pH는 표에 나타내었음. L 값을 측정한 결과, 모든 실험군 중 대조군이 92.85로 가장 높은 값을 나타내었음. 강황 첨가량이 증가함에 따라 L 값은 강황 분말 0.5% 첨가 시 88.02에서 3% 첨가 시 73.32까지 유의적으로 감소하였음. pH는 대조군의 경우 5.06의 값을 나타냈으며 강황 분말 첨가량이 늘어남에 따라 유의적으로 pH 값이 증가하였으나 2% 첨가군과 3% 첨가군 사이에서 유의적인 차이가 나타나지 않았음

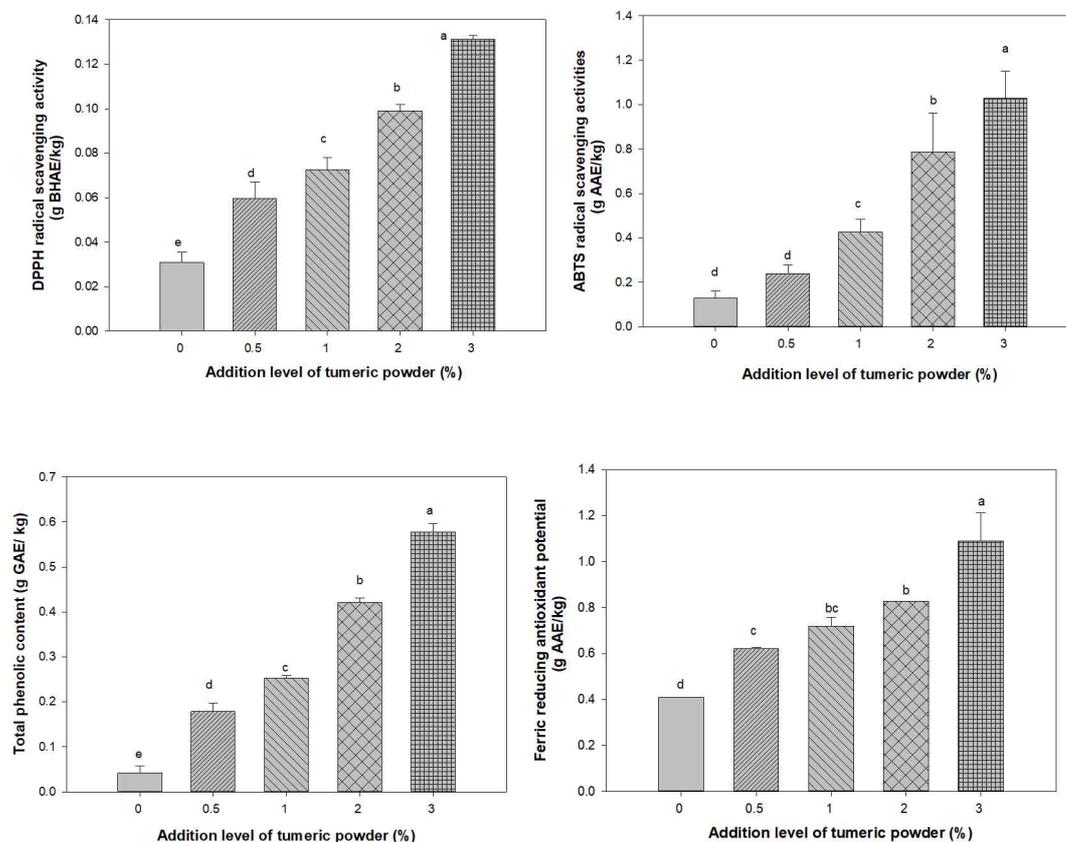
< Color values and pH of perilla oil mayonnaise added with different addition levels of Turmeric powder >

Concentration of turmeric powder (%)	Color value			pH
	L*	a*	b*	
0	92.85±0.14 ^{a1)}	-8.82±0.02 ^e	41.26±0.08 ^e	5.06±0.01 ^d
0.5	88.02±0.05 ^b	-8.71±0.0 ^d	63.87±0.03 ^d	5.16±0.02 ^c
1	80.90±0.04 ^c	-10.27±0.03 ^c	62.08±0.03 ^c	5.19±0.01 ^b
2	75.47±0.14 ^d	-6.24±0.05 ^b	68.14±0.23 ^b	5.26±0.00 ^a
3	73.32±0.25 ^e	-3.93±0.01 ^a	72.13±0.51 ^a	5.26±0.00 ^a

○ 강황 첨가량을 달리한 마요네즈의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

: 강황 분말을 달리 첨가하여 제조한 들기름 마요네즈의 총 페놀 화합물 함량 및 항산화 활성 측정 결과는 아래 그림에 나타내었음. 항산화물질은 대부분 페놀구조를 가지고 있어 총 페놀성 화합물 함량을 측정하여 항산화 활성 정도를 파악할 수 있다고 알려져 있음. 대조군의 경우 0.04 g GAE/kg으로 가장 낮은 값을 나타냈고, 3% 강황 분말 첨가 시 가장 높은 함량을 나타내었음. 강황 분말 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하는 것으로 나타났음. 이와 같은 결과는 강황 분말에 포함된 페놀성 화합물의 영향으로 총 페놀성 화합물 함량이 증가한 것이라 사료됨. DPPH

라디컬 소거능의 경우 대조군에서 0.03 g BHAE/kg로 가장 낮은 소거능을 나타내었고 3% 강황 분말 첨가시 0.03 g BHAE/kg로 가장 높은 소거능을 나타내었으며 강황 분말 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 라디컬 소거능이 증가하였음. ABTS 라디컬 소거능의 경우 대조군은 약 0.13 g AAE/kg으로 가장 낮은 소거활성을 보였으며, 강황 분말 첨가량이 증가함에 따라 0.23~1.02g AAE/kg로 일정하게 증가하는 경향으로 나타났음. FRAP 활성의 경우는 대조군은 0.41 g Fe(II)/kg으로 가장 낮은 항산화력을 보였으며 강황 분말 첨가량의 증가에 따라 높아지는 경향을 나타내어 강황 분말을 3% 첨가한 경우, 가장 우수한 항산화력을 보였음. 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성 측정 결과를 종합하였을 때 강황의 주요 성분인 Curcuminoids의 폴리페놀 성분인 Curcumin은 이중 약 90%를 차지하고 있다고 보고된 바(Anandakumar S 등, 2014), 이와 같은 강황 분말에 함유된 페놀성 화합물이 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성 측정 결과에 영향을 미친 것으로 보이며 강황 분말 첨가 시 마요네즈의 항산화 활성을 높여 산화 안정성을 개선할 수 있을 것으로 사료됨.

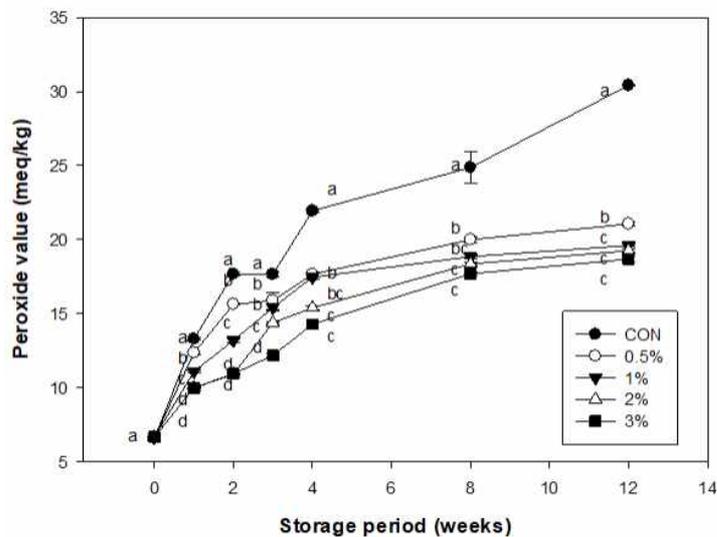


<Total phenolic content and antioxidant activities of perilla oil mayonnaise added with different addition levels of Turmeric powder>

○ 강황 첨가량을 달리한 마요네즈의 과산화물가

: 강황 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈의 과산화물가를 측정하기 위해

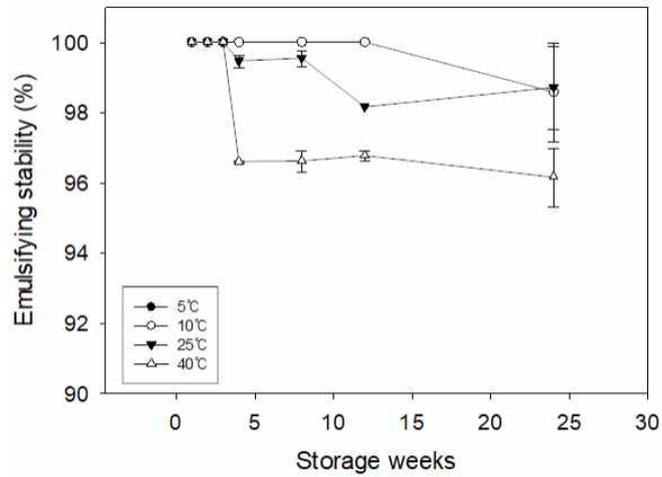
12주간 저장 후 실험을 진행하였음. 결과는 아래 그림에 나타내었음. 0일 차에는 6.58~6.67meq/kg로 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 저장기간이 증가함에 따라 과산화물가 값이 유의적으로 증가하였음. 12주의 저장기간 동안 대조군에 비해 강황 분말 첨가군에서 과산화물가 값이 낮게 나타났음. 저장기간에 따라 과산화물가를 측정했을 때 강황 분말 첨가량이 많을수록 과산화물가 값의 증가는 억제된 것으로 나타났음. 12주간 저장한 대조군의 경우 30.42 meq/kg의 값을 나타내었으나 이외 12주간 저장한 강황 첨가군에서는 모두 30 meq/kg 이하의 값을 나타내었음($p < 0.05$). 유지의 산화는 식품의 품질 저하의 중요한 요인 중 하나로서 본 실험에 사용된 들기름은 불포화지방산을 다량 함유하고 있기에 이는 쉽게 산화하여 과산화물을 형성할 수 있음(Lee, 1998). 강황 분말에 포함된 Curcumin과 같은 페놀성 성분이 들기름 마요네즈에서 과산화물 형성을 억제한 것으로 판단되며 이는 산화방지제 역할을 하는 것으로 사료됨



<Change in peroxide value of perilla oil mayonnaise added with different addition levels of Turmeric powder, which was stored at 4°C for 12 weeks>

○ 강황 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 유화안정성

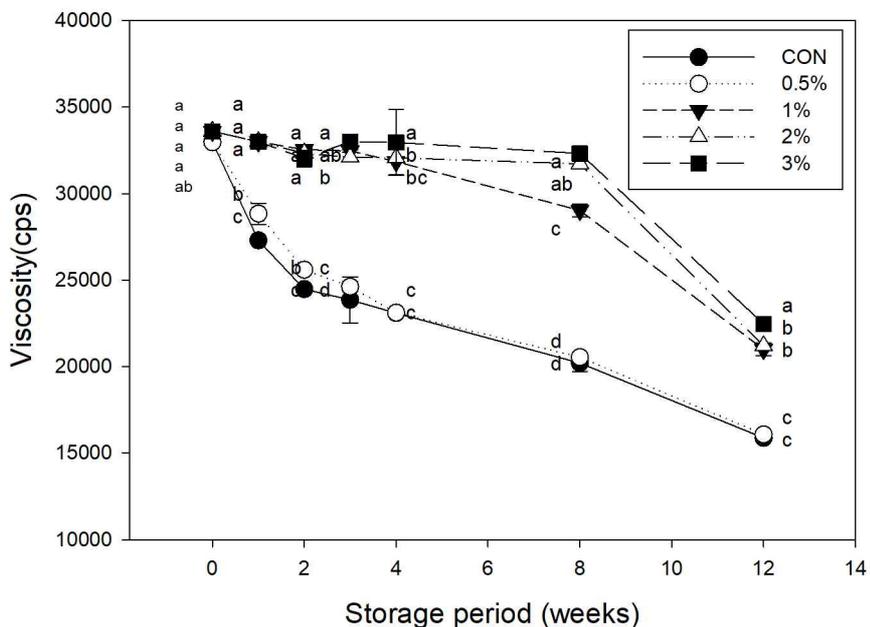
: 강황 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈를 12주간 저장하며 유화안정성을 측정한 결과는 아래 그림에 나타내었음. 0주 차의 경우 0.5% 첨가군에서 분리된 기름은 0.46g으로 분리량이 가장 적었고, 3% 첨가군에서 분리된 기름은 1.36g으로 분리량이 가장 많은 것으로 나타났음. 1주 차에는 0주 차 대비 3% 첨가군에서 차이가 적은 것으로 나타났으며 0.5% 첨가군의 분리된 기름이 가장 적었고 3% 첨가군의 분리된 기름이 가장 많은 것으로 나타났음. 4주 차 이후 1~3% 첨가군에서 기름 분리량의 변화는 유의적인 차이가 없었다. 본 실험 결과에서는 0.5% 강황 분말 첨가 시 대조군에 비해 유화안정성이 향상되었음을 알 수 있음



<Changes in mass of separated oil after heating at 60°C of perilla oil mayonnaise added with different addition levels of Turmeric powder, which was stored at 4°C for 12 weeks>

○ 강황 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 점도

: 저장기간 별 강황 분말 첨가량을 달리한 들기름 마요네즈의 점도를 측정한 결과는 아래 그림과 같음. 마요네즈의 점도는 마요네즈의 물리적 품질특성을 결정하는 주요한 요인 중의 하나임. 0주 차에서 대조군은 32992.96 cps였으며 0.5% 첨가군은 32962.97 cps로 나타났음. 0주 차의 1%~3% 첨가군에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았음. 1주 차에서 대조군과 0.5% 첨가군은 1%~3% 첨가군에 비해 점도가 뚜렷하게 낮아지는 것으로 나타났음. 8주 차에 비해 12주 차에서 1%~3% 첨가군은 급격히 점도가 낮아지는 것으로 나타났음



<Changes in viscosity of perilla oil mayonnaise added with different addition levels of

Turmeric powder, which was stored at 4°C for 12 weeks>

◎ 양파 마요네즈의 품질 및 항산화성 평가

○ 양파 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 색도 및 pH

: 양파 분말의 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 색도 및 pH를 측정한 결과는 아래의 표에 나타내었음. 양파 분말 첨가량에 따른 마요네즈의 색도 측정 결과 L 값, a 값 및 b 값 모두 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었음. L 값은 대조구가 91.07로 가장 낮았으며, 양파 분말 첨가량이 증가할수록 L 값이 92.85~93.01으로 증가하는 경향이었음. a 값의 경우 대조구가 -8.82으로 가장 낮았고, 양파 분말 첨가량이 증가할수록 a 값이 -8.39~-8.27으로 증가하는 것으로 나타났음. b값은 대조구가 36.82으로 가장 낮았으며 양파 분말 첨가량이 증가할수록 36.60~41.26으로 증가하는 경향이었음. 양파 분말의 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 pH는 대조구와 양파 분말 0.5% 첨가구에서 5.10으로 가장 낮았고, 양파 분말 첨가량이 증가할수록 5.06~4.98로 유의적으로 감소하는 것으로 나타났음(p<0.05).

<Color values and pH of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of onion powder>

Concentration of onion powder (%)	Color value			pH
	L*	a*	b*	
0	91.07±0.13 ^{c1)}	-8.82±0.02 ^c	36.82±0.34 ^d	5.10±0.00 ^a
0.5	92.85±0.14 ^{ab}	-8.39±0.03 ^b	36.60±0.04 ^d	5.10±0.00 ^a
1	92.64±0.61 ^{ab}	-8.36±0.10 ^b	37.19±0.02 ^c	5.06±0.01 ^b
2	92.43±0.05 ^b	-8.36±0.05 ^b	38.38±0.09 ^b	5.02±0.00 ^c
3	93.01±0.07 ^a	-8.27±0.07 ^a	41.26±0.08 ^a	4.98±0.00 ^d

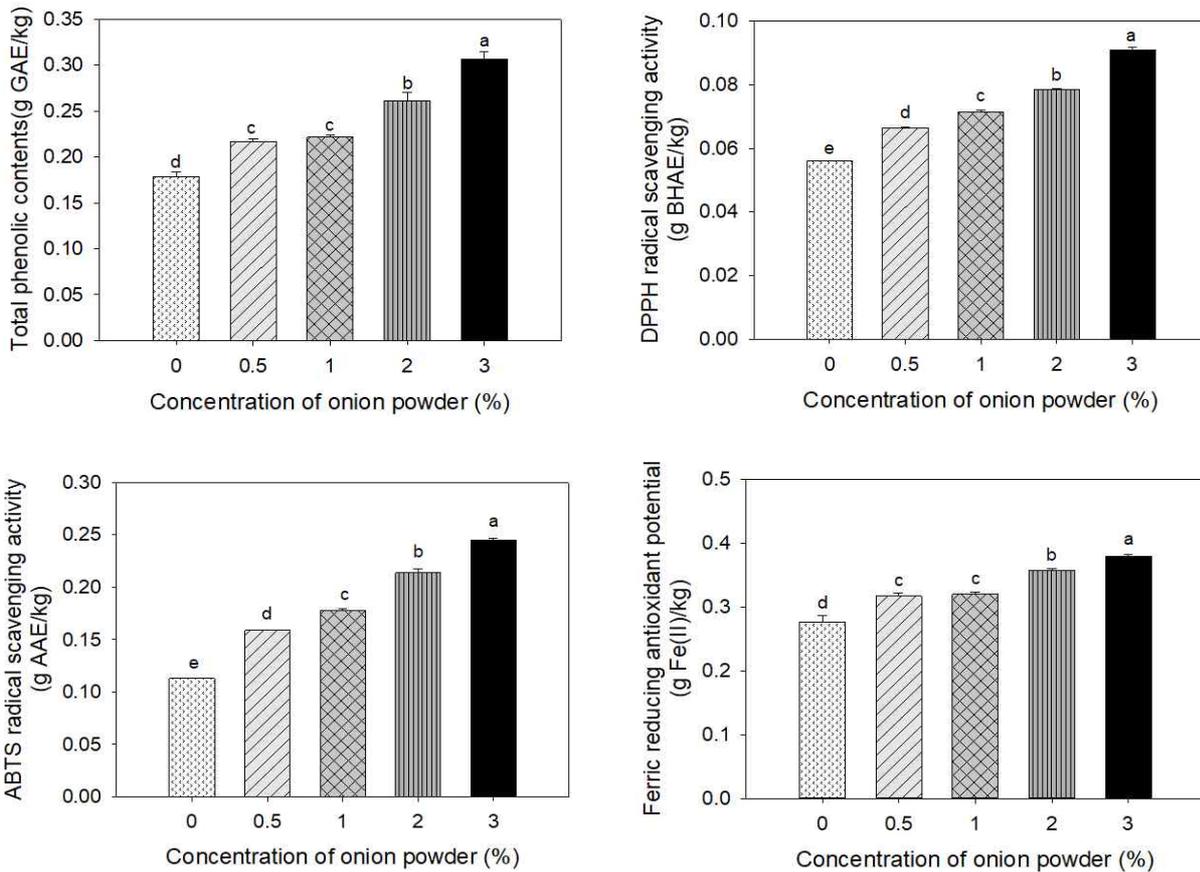
¹⁾Means±SD (n=3) in a row followed by same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

○ 양파 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

: 양파 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 총 폴리페놀 함량 및 항산화활성은 DPPH 라디컬 소거능, ABTS 라디컬 소거능 및 FRAP 활성을 통하여 알아보았음. 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 총 폴리페놀 함량의 경우, 대조구는 0.18 g GAE/kg였으며, 양파 분말 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하는 것으로 나타났음.

DPPH 라디컬 소거능의 경우 대조는 0.07 g BHAЕ/kg의 소거활성을 보였고 양파 분말 첨가량이 0.5%에서 3%로 증가할수록 0.07~0.09 g BHAЕ/kg으로 증가하는 것으로 나타났음. ABTS 라디컬 소거능은 대조구의 경우 0.11 g AAЕ/kg의 소거활성을 보였으며, 양파 분말을 0.5%, 1%, 2%, 3% 첨가하였을 때, 각각 0.16 g AAЕ/kg, 0.18

g AAE/kg, 0.21 g AAE/kg, 0.25 g AAE/kg으로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났음($p < 0.05$). FRAP 활성은 대조구가 0.28 g Fe(II)/kg이었으며 양파 분말을 0.5% 및 1% 첨가하였을 때 0.32 g Fe(II)/kg, 양파 분말 2% 및 3% 첨가하였을 때 각각 0.36 g Fe(II)/kg, 0.38 g Fe(II)/kg으로 나타났음.



<Total phenolic content and Antioxidant activities of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of onion powder>

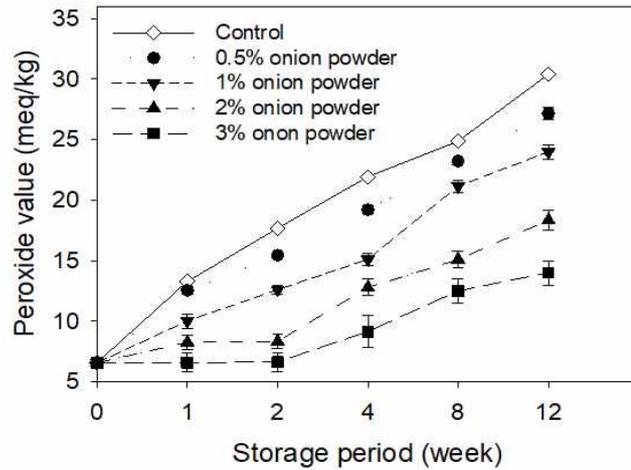
Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

(A); Total phenolic contents, (B); DPPH radical scavenging activity
(C); ABTS radical scavenging activity, (D); FRAP (ferric reducing antioxidant power) assay

○ 양파 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 과산화물가

: 양파 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈를 4°C에서 12주간 저장하며 과산화물가를 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 과산화물 형성은 유지 산패의 원인이며, 유지의 과산화물가 측정 시 보통 과산화물가가 30 meq/kg 이상인 유지의 경우 독성을 가질 가능성이 큰 것으로 알려져 있음(Lee 등 1998). 본 연구에서는 12주 저장되었을 때 대조구가 30.42 meq/kg로 가장 높은 과산화물가를 가졌으며 그 외에는 모두 30 meq/kg 이하의 값을 나타내었음($p < 0.05$). 양파 분말 첨가구는 첨가량이 증가할수록 낮은 과산화물가를 보이는 것으로 나타났음. 양파 분말 첨가구도 저장기간이 길어질수록 과산화물가는 유의적으로 증가하였으나 대조구에 비해서는 낮은 값을 나타내었음($p < 0.05$). 저장 0일 차에서 모든 시료에서 6.57 meq/kg으로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 양파 분말의 0.5%, 1%, 2%, 3% 첨가구는 저장 12주 동안 각각

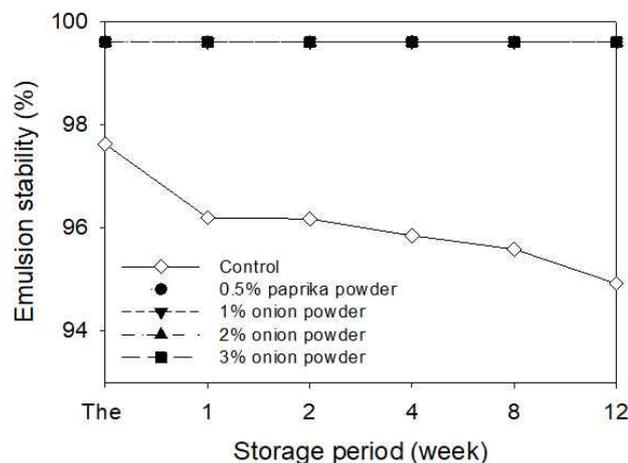
6.57~27.16 meq/kg, 6.57~24.00 meq/kg, 6.57~18.34 meq/kg, 6.57~14.00 meq/kg으로 나타나 들기름으로 제조한 마요네즈에 양파 분말의 첨가는 마요네즈의 저장안정성 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 생각되었음.



<Peroxide value of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of onion powder stored at 4°C for 12 weeks>

○ 양파 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 유화안정성

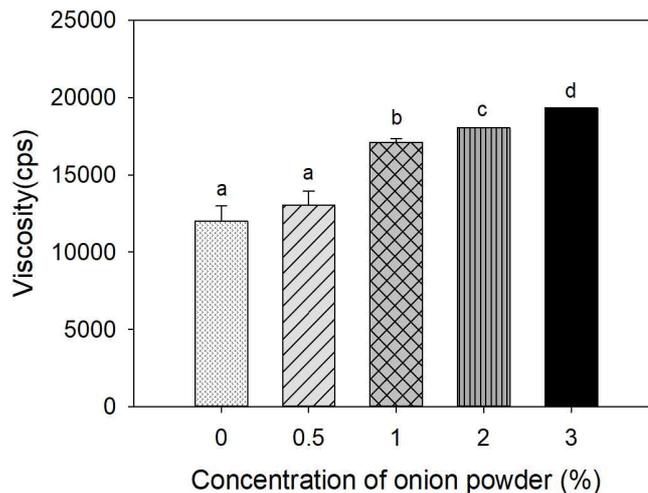
: 양파 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈를 12주간 저장하는 동안 유화안정성을 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 마요네즈의 유화가 파괴되는 원인으로는 동결, 고온 가열, 건조, 진동, 압력 등이 관련있는 것으로 알려져 있음. 대조구의 경우, 저장기간 0~12주 차에서 97.62~94.92%의 유화안정성을 나타내었으며, 양파 분말을 첨가한 들기름 마요네즈에서도 12주 차에 99.60%의 높은 유화안정성을 보였음. 이는 양파 분말 첨가에 의해 마요네즈의 점도가 증가하면서 유화안정성이 높아진 것으로 사료됨. 이로써 양파 분말의 첨가에 의해 들기름 마요네즈의 유화 안정성은 증대되는 것으로 판단되었음.



<Emulsion stability of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of onion powder stored at 4°C for 12 weeks>

○ 양파 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 점도

: 양파 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 점도를 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 마요네즈의 점도는 유화도와 더불어 마요네즈의 물리적 품질특성을 결정하는 주요한 요인 중의 하나임(Park & Lee, 2009). 대조구의 점도는 11995 cps였으며, 양파 분말 첨가량이 증가할수록 13037~19315 cps로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났음($p < 0.05$). 이러한 이유는 양파에 함유된 다량의 섬유질에 기인하는 것으로 추정됨.



<Viscosity of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of onion powder>

Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

◎ 파프리카 마요네즈의 품질 및 항산화성 평가

○ 파프리카 첨가량을 달리한 마요네즈의 색도 및 pH

: 파프리카 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈의 색도 및 pH를 측정한 결과는 아래의 표에 나타내었음. 파프리카 분말 첨가량에 따른 마요네즈의 색도 측정 결과, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 a값(적색도)과 b값(황색도)은 증가하였으며, 밝기를 나타내는 L값은 감소하는 것으로 나타났음. L값은 대조구가 92.85로 가장 높았고, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 L값이 88.66~79.77로 감소되었음. a값의 경우 대조구가 -8.82로 가장 낮았고, 첨가량이 증가할수록 a값이 -1.39~12.66으로 유의적으로 증가하였으며($p < 0.05$), 파프리카 분말 1% 이상 첨가구에서 a값(적색도)에 (+)의 값을 보였음. b값은 대조구가 41.26이었으며, 첨가량이 증가할수록 b값은 46.39~60.44로 유의적으로 증가하였음($p < 0.05$). 파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 pH를 측정한 결과, 파프리카 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었음($p < 0.05$). 대조구의 pH는 5.26이었으며, 파프리카 분말 0.5~3% 첨가 시 5.24~5.06으로 pH가 감소하는 것으로 나타났음. 이러한 결과는 파프리카에 함유된 유기산에 기인하는 것으로 생각되었음.

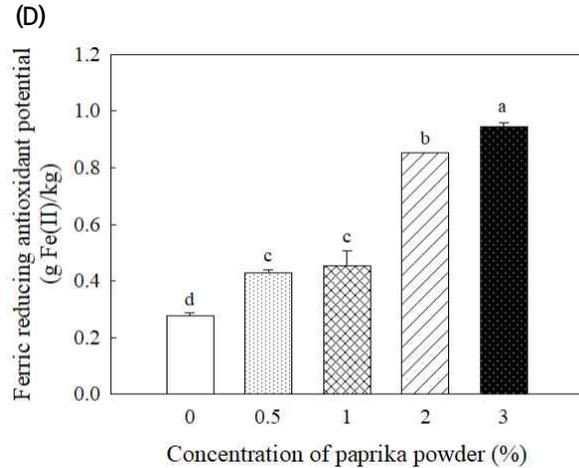
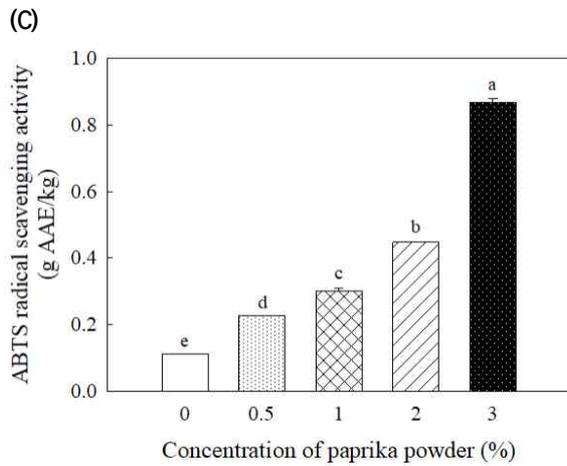
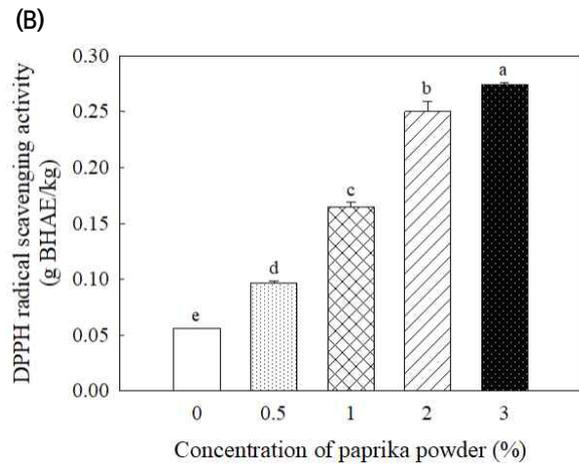
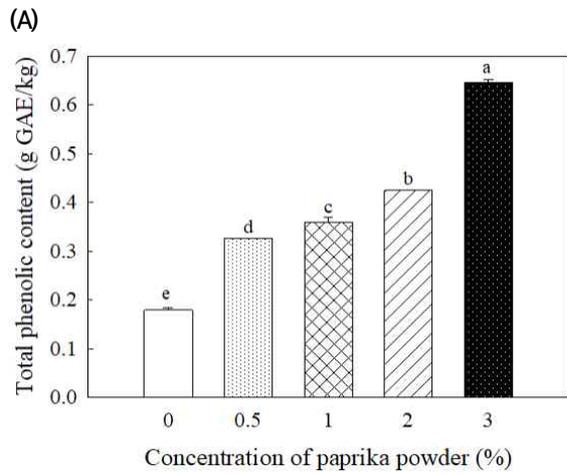
<Color values and pH of perilla oil mayonnaise prepared with red paprika powder at different concentration>

Concentration of onion powder (%)	Color value			pH
	L*	a*	b*	
0	92.85±0.14 ^{a4)}	-8.82±0.02 ^e	41.26±0.08 ^e	5.26±0.00 ^a
0.5	88.66±0.49 ^b	-1.39±0.31 ^d	46.39±0.30 ^d	5.24±0.00 ^b
1	86.76±0.20 ^b	3.06±0.02 ^c	51.07±0.19 ^c	5.24±0.00 ^b
2	82.74±0.11 ^c	9.15±0.23 ^b	56.93±0.08 ^b	5.23±0.00 ^c
3	79.77±0.09 ^d	12.66±0.08 ^a	60.44±0.32 ^a	5.06±0.01 ^d

Means±SD (n=3) in a row followed by same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

○ 파프리카 첨가량을 달리한 마요네즈의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

: 파프리카 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성으로 DPPH 라디컬 소거능, ABTS 라디컬 소거능 및 FRAP 활성을 측정 한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 총 폴리페놀 함량은 파프리카 분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났음. 대조구에서는 0.18 g GAE/kg이었으며, 파프리카 분말 첨가량이 증가함에 따라 0.33~0.65 g GAE/kg으로 유의적으로 증가하였음(p<0.05). DPPH 라디컬 소거능은 대조구에서 0.05 g BHAE/kg의 소거활성을 보였고, 파프리카 분말 첨가량이 0.5%에서 3%로 증가할수록 0.09~0.27 g BHAE/kg으로 증가하였음. ABTS 라디컬 소거능은 대조구에서 0.11 g AAE/kg의 소거활성을 보였고, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 0.22~0.86 g AAE/kg으로 활성이 증가하는 경향이었음. FRAP 활성은 대조구가 0.27 g Fe(II)/kg이었으며 파프리카 분말을 0.5%에서 3%로 첨가하였을 때 0.42~0.94 g Fe(II)/kg으로 활성이 증가하였음. 일반적으로 항산화력과 총폴리페놀 함량은 정의 관계가 성립한다고 하였으며(Gheldof와 Engeseth, 2002), 이러한 결과는 파프리카에 함유된 폴리페놀, 플라보노이드, 카로테노이드, 안토시아닌 등과 같은 항산화 물질들에 의한 것으로 사료되며, 마요네즈에 파프리카 분말을 첨가함으로써 항산화 활성이 증강된 마요네즈를 제조할 수 있을 것으로 판단되었음.



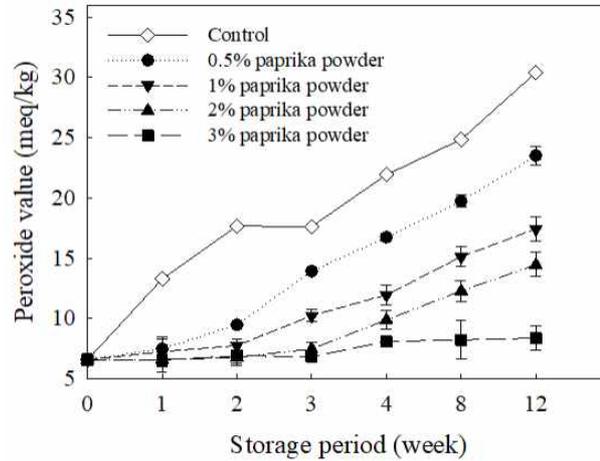
<Total phenolic content and antioxidant activities of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of red paprika powder>

Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

(A); Total phenolic content, (B); DPPH radical scavenging activity,
 (C); ABTS radical scavenging activity, (D); FRAP (ferric reducing antioxidant power) assay

○ 파프리카 첨가량을 달리한 마요네즈의 과산화물가

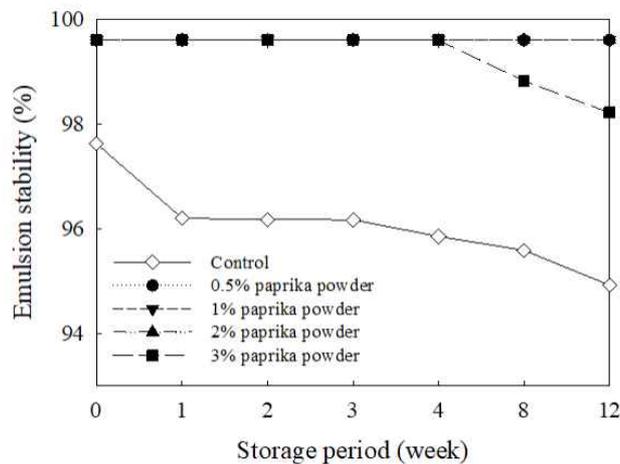
: 파프리카 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈를 4°C에서 12주간 저장하면서 과산화물가를 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 파프리카 분말을 첨가하지 않은 대조구에서는 저장기간이 0일~12주 차로 길어짐에 따라 6.57~30.41 meq/kg으로 급격하게 증가하는 경향이었음. 파프리카 분말이 첨가된 들기름 마요네즈의 경우, 저장 12주 차에서 파프리카 분말 0.5%, 1%, 2%, 3% 첨가구에서 각각 23.53 meq/kg, 17.44 meq/kg, 14.47 meq/kg, 8.38 meq/kg으로 첨가량이 많을수록 과산화물가는 낮은 것으로 나타났음. 즉, 유지 산패의 정도를 측정하는 과산화물가는 일반적으로 유지에서 30 meq/kg 이하일 때 유지의 안전성이 높은 것으로 알려져 있음.



<Peroxide value of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of red paprika powder stored at 4°C for 12 weeks>

○ 파프리카 첨가량을 달리한 마요네즈의 유화안정성

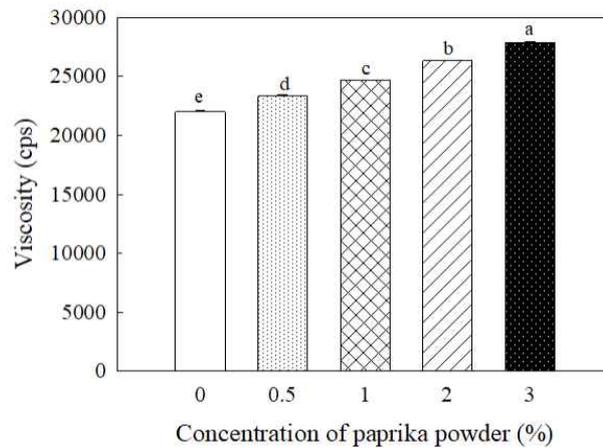
: 파프리카 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈를 4°C에서 12주간 저장 하면서 유화안정성을 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 대조구의 경우, 저장 0~12주 차에서 97.62~94.92%의 유화안정성을 보였음. 반면에 파프리카 분말을 0.5~2% 첨가한 들기름 마요네즈에서는 저장 12주 차에서도 99.60%의 높은 유화안정성을 나타내었음. Park 등(2002)은 마요네즈에 0.1~0.5%의 녹차분말을 첨가하였을 때 녹차 농도에 비례하여 유화안정성이 향상되었다고 보고하였다. 반면에, 파프리카 분말 3% 첨가구에서는 저장기간 0~12주 차에 99.60~98.21%로 약간 감소하는 경향이 있었음. 마요네즈에 첨가되는 첨가물로서 xanthan gum(Lee, 1998)과 soybean phytosterols(Choi, 2003) 등은 마요네즈의 점도를 증가시키고 유화안정성의 향상에 도움이 되나, 첨가량이 많아질수록 오히려 유화안정성이 저해되었다는 연구결과가 보고된 바 있음. 따라서 마요네즈에 파프리카 분말의 첨가 시 3% 수준까지는 유화안정성에 큰 영향을 주지않는 것으로 판단되었음.



<Emulsion stability of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of red paprika powder stored at 4°C for 12 weeks>

○ 파프리카 첨가량을 달리한 마요네즈의 점도

: 파프리카 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈의 점도를 측정한 결과는 아래의 그림에 나타내었음. 마요네즈의 점도는 유화도와 함께 마요네즈의 물리적 품질특성을 결정하는 주요한 요인으로 알려져 있음(Park과 Lee, 2009). 파프리카 분말을 첨가하지 않은 대조구의 점도는 21,995 cps였으며, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 23,313~27,865 cps로 점도가 증가하는 경향이었음. 이러한 결과는 파프리카에 함유된 섬유질에 의해 기인한 것으로 사료됨.



<Viscosity of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of red paprika powder>

Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

(5) 식물성 오메가-3 고탍유 마요네즈 시제품 생산(산골고소마요)

□ 영양성분 분석

- 순식물성 마요네즈 시제품(산골고소마요) '제일분석센터'에 의뢰하여 9종 영양성분 분석을 실시하였음

<산골마요>

총내용량 : 300g

시험항목	표시기준에 따른 표시사항	
	100g기준	%영양소 기준치
열량 (kcal)	650	-
나트륨 (mg)	440	22
탄수화물 (g)	5	2
당류 (g)	3	3
지방 (g)	70	130
포화지방 (g)	0	-
트랜스지방 (g)	9	60
콜레스테롤 (mg)	0	0
단백질 (g)	0	0

1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준이므로 개인의 필요 열량에 따라 다를 수 있습니다.

검사 성적서

발주번호 : P23-12-149-1호		최종번호 : P-2312149-1																																									
제품명	산골고소마요	제조일자	-																																								
제조일자	2023-12-19	검사원	박재민(식품화학) (복합원자관)																																								
검사원	2023-12-20	의뢰업체주소	경남 창원시 마산합포구 마산대로 199-8																																								
제품번호	무량번호	검사번호	52005																																								
<p style="text-align: center;">시험 항목 및 결과</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시험항목</th> <th>분석결과(100g당 단위)</th> <th>표시항목에 의한 결과</th> <th>1일영양성분기준치(대용량)(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>열량</td> <td>652.7 Kcal</td> <td>650 Kcal</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>나트륨</td> <td>435.0 mg</td> <td>440 mg</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>탄수화물</td> <td>4.6 g</td> <td>5 g</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>당류</td> <td>2.5 g</td> <td>3 g</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>지방</td> <td>70.3 g</td> <td>70 g</td> <td>130%</td> </tr> <tr> <td>포화지방</td> <td>0.0 g</td> <td>0 g</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>트랜스지방</td> <td>8.6 g</td> <td>9 g</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>콜레스테롤</td> <td>0.0 mg</td> <td>0 mg</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>단백질</td> <td>0.4 g</td> <td>0 g</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>				시험항목	분석결과(100g당 단위)	표시항목에 의한 결과	1일영양성분기준치(대용량)(%)	열량	652.7 Kcal	650 Kcal	-	나트륨	435.0 mg	440 mg	22%	탄수화물	4.6 g	5 g	2%	당류	2.5 g	3 g	3%	지방	70.3 g	70 g	130%	포화지방	0.0 g	0 g	-	트랜스지방	8.6 g	9 g	60%	콜레스테롤	0.0 mg	0 mg	0%	단백질	0.4 g	0 g	0%
시험항목	분석결과(100g당 단위)	표시항목에 의한 결과	1일영양성분기준치(대용량)(%)																																								
열량	652.7 Kcal	650 Kcal	-																																								
나트륨	435.0 mg	440 mg	22%																																								
탄수화물	4.6 g	5 g	2%																																								
당류	2.5 g	3 g	3%																																								
지방	70.3 g	70 g	130%																																								
포화지방	0.0 g	0 g	-																																								
트랜스지방	8.6 g	9 g	60%																																								
콜레스테롤	0.0 mg	0 mg	0%																																								
단백질	0.4 g	0 g	0%																																								
<p style="text-align: center;">검사자 : 홍민호, 김현진, 유은혜, 강수지 확인자 : 이종기</p> <p style="text-align: center;">참고 :</p> <p style="font-size: small;">* 상기분석은 위생관리 사용목적에 한함. * 상기내용은 역오차가 포함된 결과이며, 본 성적서는 시험의 정확적 여부를 검증, 신중론, 상급적인 용도로 사용할 수 없으며 법적효력이 없습니다. * 본 시험 성적서 작성은 "시험역량정보" 시험결과 등에 관한 법률, 제 118조 제1항의 규정이 있으며, 인증 관련 법적 분쟁 시 한국화학연구원 관할의 법원을 관할합니다.</p> <p style="text-align: right;">2023년 12월 20일</p> <p style="text-align: center;">한결분석센터(주) </p> <p style="font-size: x-small;">53317 경남 창원시 마산합포구 마산대로 199-8 TEL: 055-853-4045-6 FAX: 055-853-4045-7</p>																																											

<외부공인인증기관 시험 성적서>

- 기준·규격 확립

구분	검사·시험 결과		판정 (적합/부적합)	
	검사항목	기준·규격		결과
산골 미식 마요	성상	고유의 색과 향, 맛을 가지고 이미, 이취가 없어야함	고유의 색과 향, 맛을 가지고 이미, 이취가 없어야함	적합
	보존료	적합	적합	적합
	병용사용(소브산 으로서 사용량과 파라옥시안식향산에틸 서 사용량의 합계)	1.0이하	불검출	적합
	소브산 (g/kg)	1.0이하	불검출	적합
	파라옥시안 식향산에틸 (g/kg)	0.2이하	불검출	적합
	대장균군	n=5, c=1, m=0, M=10	0,0,0,0,0	적합
	gjdyd 외 타르색소	불검출	불검출	적합

□ 순식물성 마요네즈 제품화

8) 건강지향성 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 저장안정성 방안 모색

(1) 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석을 통한 저장특성 예측

□ 실험방법

○ 실험 재료

: 선정된 천연유화소제는 초임계유체기술을 적용하여 400bar에서 10시간 처리한 대두 분말을 이용하였으며 -20℃에서 보관하며 사용하였음. 들기름은 (주)코메가, 겨자분(오뚜기, 캐나다산) 및 겨자분(오뚜기, 캐나다산), 꽃소금(영진그린식품, 전라남도 신안군), 식초, 설탕은 식료품 매장에서 구매하여 사용하였음

○ 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 제조

: 들기름 70% 함유 마요네즈와 들기름 50% 함유 마요네즈를 각각 제조하였음.

단위(g)	들기름 70% 함유 마요네즈	들기름 50% 함유 마요네즈
대두분말	0.5~4	0.5~4
A	2	2
B	1.5	1.5
C	0.3	0.3
D	0.15	0.15
양파분말	0	0.3
대두유	0	20
들기름	70	50
물	18.05~21.55	17.75~21.25
E	3~5	3~5
총 함량	100	100

○ 마요네즈의 가속실험을 통한 저장 특성 예측

: 마요네즈의 저장 특성 예측을 위해 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈를 저장 온도 5℃, 25℃, 35℃, 45℃에서 각각 0주, 1주, 2주, 3주, 1개월, 2개월, 3개월 6개월 동안 저장하면서 일정 기간마다 실험을 진행하였음.

○ 마요네즈의 색도 측정

: 색도는 표준백색판 (L=93.6, a=0.31, b=0.32)으로 보정된 색차계(Minolta CT-310, Minolta Co.,Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였음

○ 마요네즈의 pH 측정

: pH 측정은 pH meter(735P, Istek, Seoul, Korea)를 사용하였음

○ 마요네즈의 점도(viscosity) 측정

: 점도는 각 샘플을 snap tube에 30 mL씩 담은 후 Brookfield viscometer (DV II+, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 이용하여 측정하였음. spindle은 LV4를 이용하였고, spindle 속도는 15rpm에서 30rpm까지 5rpm씩 증가하면서 측정하여 전단응력과 전단 속도로 겔보기 점도를 계산하여 나타내었음

○ 마요네즈의 유화안정성

: 온도와 저장기간을 달리한 마요네즈의 유화안정성은 90°C Shaking water bath(Baths WSB Shaking water bath)에서 185rpm에서 1시간 동안 shaking 한 후 원심분리기 (Hanil,FLETAS)를 이용하여 3000rpm에서 20분간 원심분리한 방법을 이용하였음. 유화안정성을 나타내는 식은 초기 유화층 대비 남아있는 유화층 높이로 계산하여 백분율로 나타내었다. 계산식은 다음과 같음

$$\text{Emulsion stability (\%)} = \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Volume of initial emulsified layer}} \times 100$$

○ 마요네즈의 산가 측정

: 마요네즈의 산화안정성을 알아보기 위해 마요네즈를 온도별로 보관하여 일정 기간 간격으로 저장 실험을 진행하였음. -80°C에서 24시간 동결시킨 뒤 4°C에서 해동 후 원심분리기를 이용하여 5,000×g에서 30분간 원심분리를 진행하였음. 상층에 분리된 기름을 스포이드를 이용하여 회수하여 실험에 사용하였으며 AOCS법(Firestone D,2009)을 참고하여 측정하였음

○ 마요네즈의 미생물학적 분석

: 일반 세균수는 식품공전에 따라 마요네즈의 1mL과 각 10배 단계 희석액 1mL을 세균수건조필름배지(3M, Gyeonggi, Korea)에 접종한 후 37°C에서 24시간 배양한 후 생성된 붉은 집락수를 계산하고 그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 나타내었음. 같은 방법으로 효모곰팡이는 Yeast and Mold Petrifilm(3M)에 분주하여 25°C에서 48시간, 대장균과 대장균군은 Escherichia coli and Coliform Petrifilm(3M)에 분주하여 35°C에서 24~48시간 배양하여 colony를 계수하였음

○ Shelf-life 예측

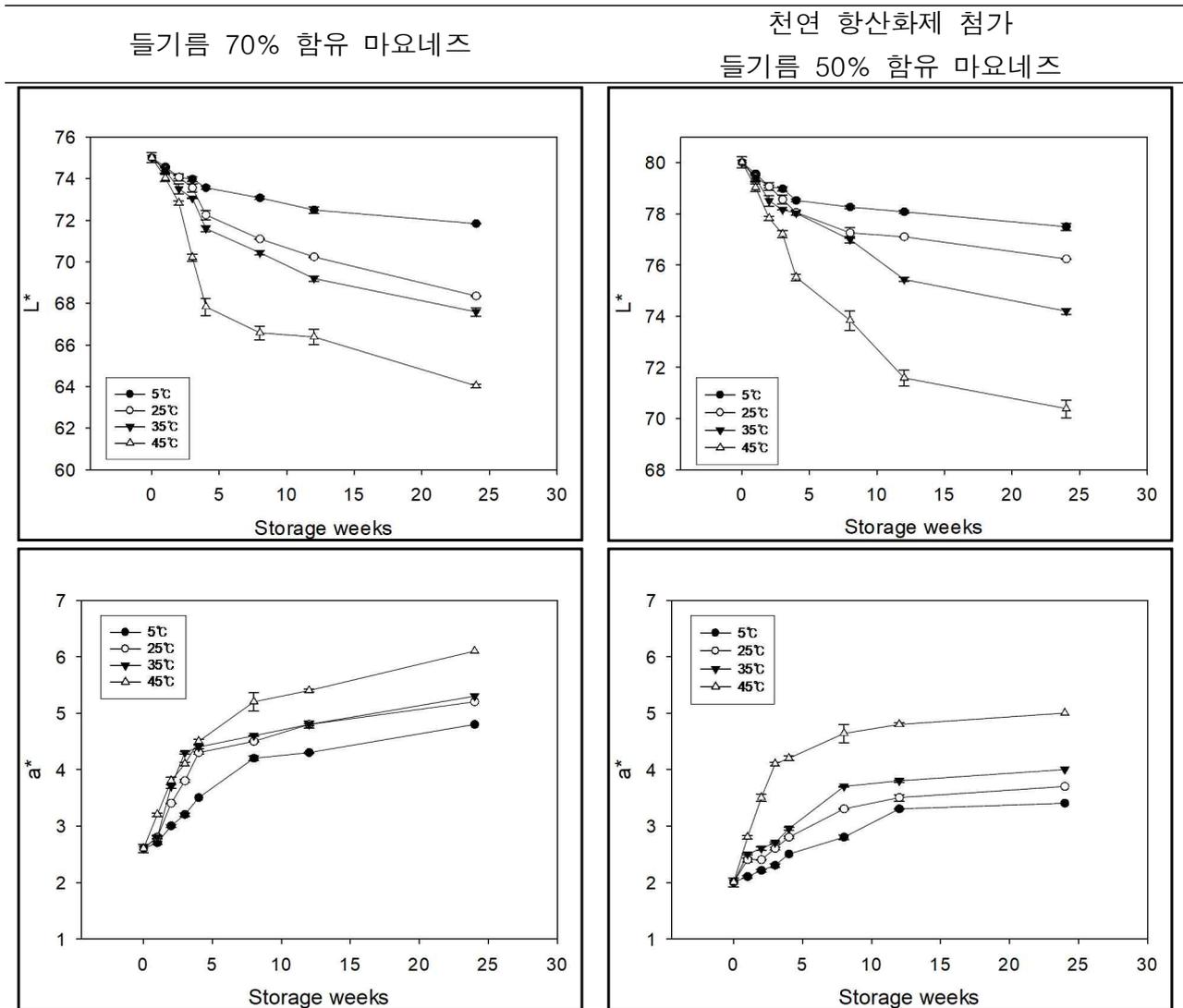
: 저장온도와 저장기간을 달리한 마요네즈의 Shelf-life는 품질평가지표를 선정하여 반응속도상수(k), 활성화 에너지(Ea) 및 온도계수(Q_{10} , value)를 산출하였다. 5°C, 10°C, 25°C, 40°C에서 저장된 마요네즈의 품질평가 지표의 값과 저장기간으로부터 구한 직선의 기울기로부터 반응속도상수(k)를 구하였음. 또한 반응속도상수 K와 저장온도의 절대온도의 역수(1/T)로부터 Arrhenius plots의 기울기에 의하여 활성화 에너지(Ea)를 구하였으며 활성화 에너지로부터 10~20°C, 20~30°C, 30~40°C를 기준으로 하여

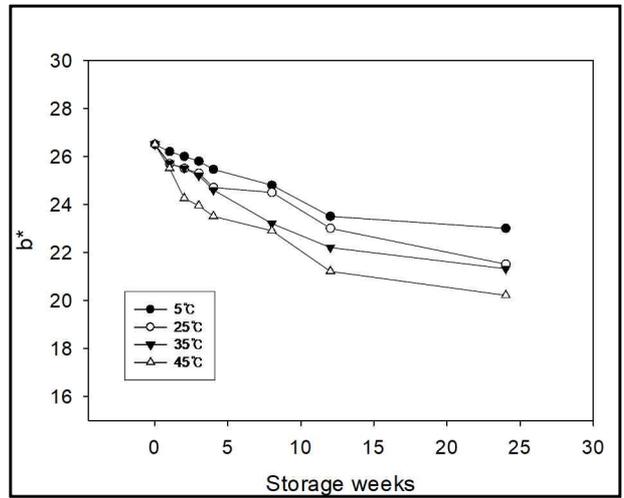
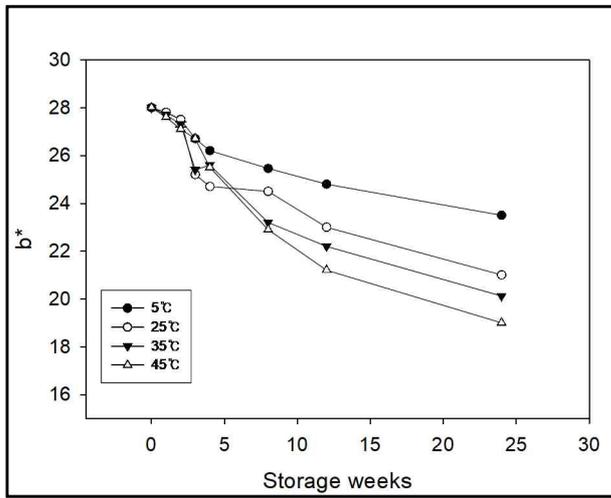
온도계수(Q_{10} ,value)를 구하였음. 관련 계산식은 아래와 같음.

$C = C_0 + kt$	
$C =$ 저장시간(t) 경과 후의 품질 평가지표 값	
$C_0 =$ 최초의 품질 평가지표의 값	
$k =$ 반응속도상수	
$\log k = \log k_0 - \frac{Ea}{2.303R} \times \frac{1}{T}$	$Q_{10} = \frac{K_{T+10}}{K_T}$
$k =$ 반응속도상수	$Q_{10} = Q_{10} - value$
$k_0 = Arrhenius constant$	$k =$ 반응속도상수
$T =$ 절대온도(k_0)	
$Ea =$ 활성화에너지 (KJ/mol)	
$R =$ 기체상수 ($1.986 cal/mol$)	

□ 연구수행 결과

○ 저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 색도 변화 : 5℃, 25℃, 35℃, 45℃에서 총 6개월 동안 저장한 두 종류의 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 색도 변화는 아래 그림과 같음. 마요네즈는 불포화 지방산의 자동 산화로 인해 산화 열화가 발생하기 쉬운 고지방 식품임. 이는 색상 특성에 영향을 미칠 수 있음. 마요네즈의 밝기(L*), 적색도 값(a*), 황색도 값(b*)이 색상 특성 평가를 위해 결정됨. 모든 마요네즈 샘플의 L*, a*, b* 값은 저장 기간 동안 감소하는 경향을 보였으며, 저장 온도가 높을수록 감소 속도가 빨랐음. 이는 저장 중 지방 산화로 인해 마요네즈 색이 어두워지는 것으로 사료됨. 마요네즈의 색도 변화는 빛의 반사에 영향을 미치며, 이는 a* 및 b* 값 감소로 이어진 것으로 사료됨. 천연 항산화제 첨가 시 마요네즈의 색도 감소 속도가 느려지는 경향을 나타냄. 이는 마요네즈 내 불포화 지방산의 자동 산화를 늦추어 색상 변화를 줄인 것으로 사료됨. 따라서, 양파분말의 첨가는 마요네즈의 산화 방지 및 색상 보존에 긍정적인 영향을 미쳐 마요네즈의 저장 수명을 연장하는데 유용할 수 있음을 시사함.





<저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 색도 변화>

○ 저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 pH 변화

: 5°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 총 6개월 동안 저장한 두 종류의 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 pH 변화는 아래 그림과 같음. 마요네즈는 비교적 산성이 강한 제품임. 또한 pH는 마요네즈의 유통기한과 소비자 수용도에 영향을 미치는 주요 매개변수로 알려져 있음. 모든 마요네즈 시료의 pH는 보관 시간과 보관 온도가 증가함에 따라 유의하게 감소하는 경향을 나타냄. 마요네즈를 보관하는 동안 발생한 지질 산화 때문일 수 있는데, 이는 지방산을 방출하여 마요네즈의 pH를 낮추는 것으로 사료됨. 또한 불포화지방산의 이중결합 산화, 지방의 가수분해 및 유리지방산의 방출은 모두 보관 중 마요네즈의 산도를 증가시켜 pH를 감소시킬 수 있다고 보고된 바 있음. 양파분말을 마요네즈에 첨가 시 이는 항산화 생리활성 성분을 포함하기에 지질 산화를 억제하여 마요네즈의 pH 감소를 지연시킨 것으로 사료됨.

들기름 70% 함유 마요네즈

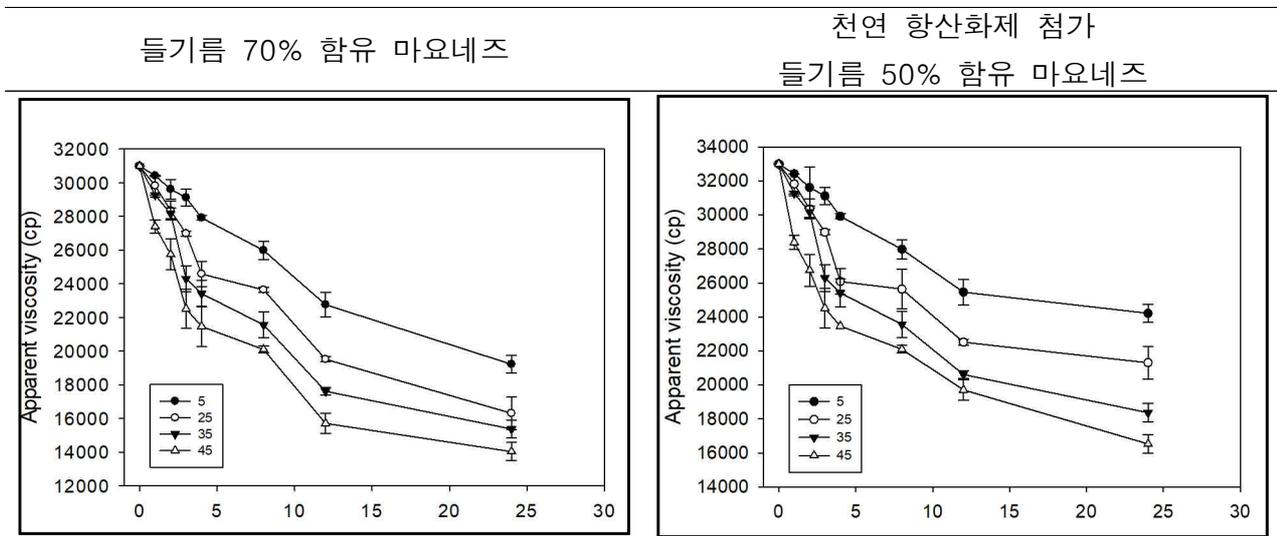
천연 항산화제 첨가
들기름 50% 함유 마요네즈

Storage weeks	5 °C	25 °C	35 °C	45 °C	Storage weeks	5 °C	25 °C	35 °C	45 °C
0	4.21±0.00	4.21±0.00	4.21±0.00	4.21±0.00	0	4.10±0.00	4.10±0.00	4.10±0.00	4.10±0.00
1	4.21±0.00	4.21±0.01	4.21±0.01	4.21±0.01	1	4.10±0.01	4.09±0.00	4.09±0.00	4.08±0.01
2	4.21±0.00	4.20±0.00	4.2±0.00	4.19±0.00	2	4.10±0.00	4.09±0.00	4.09±0.00	4.08±0.00
3	4.2±0.00	4.19±0.00	4.18±0.00	4.18±0.00	3	4.09±0.01	4.08±0.01	4.08±0.01	4.08±0.00
4	4.19±0.00	4.18±0.00	4.18±0.00	4.18±0.00	4	4.09±0.01	4.08±0.01	4.08±0.01	4.07±0.01
8	4.19±0.00	4.18±0.01	4.18±0.00	4.17±0.00	8	4.08±0.01	4.08±0.00	4.07±0.00	4.06±0.00
12	4.17±0.01	4.17±0.00	4.17±0.00	4.17±0.00	12	4.06±0.01	4.08±0.01	4.07±0.01	4.05±0.01
24	4.17±0.02	4.15±0.01	4.15±0.00	4.15±0.00	24	4.05±0.01	4.07±0.01	4.07±0.01	4.04±0.02

<저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 pH 변화>

○ 저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 점도 변화

: 5°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 총 6개월 동안 저장한 두 종류의 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 점도 변화는 아래 그림과 같음. 마요네즈의 점도는 보관시간이 증가함에 따라 크게 감소함. 한편, 동일한 보관 시간 하에서 보관 온도가 높을수록 마요네즈의 점도 감소 속도가 빨라짐. 이것은 마요네즈의 수중유 에멀전 시스템이 저장 중 지질 산화에 의해 파괴되어 액적 간의 상호작용이 사라져 마요네즈의 점성이 저하되는 현상이 발생한 것으로 사료됨. 또한 들기름으로만 마요네즈를 제조한 경우, 동일한 보관 시간 및 보관 온도에 대해 콩기름 혼합 및 양파 첨가 마요네즈보다 점도가 일관되게 낮았음. 들기름은 콩기름에 비해 더 높은 불포화 지방산 함량을 가지고 있음. 불포화 지방산은 점도를 낮추는 경향이 있기 때문에, 들기름은 콩기름보다 낮은 점도를 가질 가능성이 높음. 또한 마요네즈에 첨가된 양파의 항산화 물질은 pH 값 감소를 억제하여 보관 시 경도와 접착력을 잃지 않도록 할 수 있음. 들기름으로 마요네즈를 제조하기 위해선 기존 콩기름 마요네즈 대비 유화제 첨가량을 증가시킬 필요가 있음.



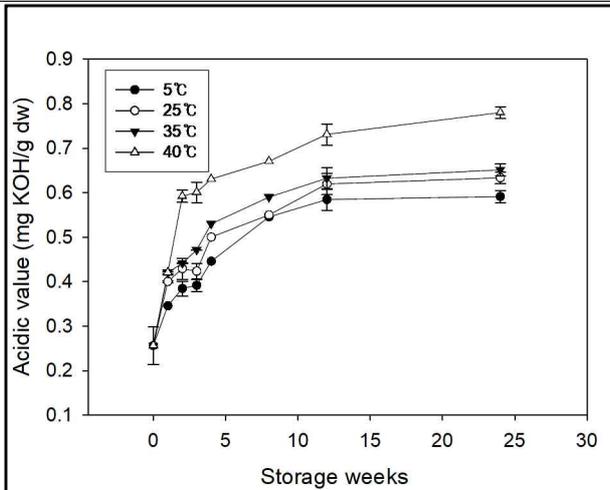
<저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 점도 변화>

○ 저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 산가 변화

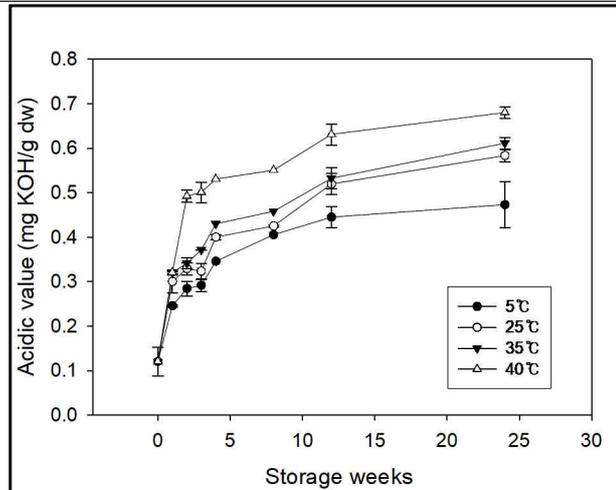
: 5°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 총 6개월 동안 저장한 두 종류의 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 산가 변화는 아래 그림과 같음. 마요네즈가 불안정해지는 핵심적인 이유는 지방산의 산화 때문임. 지질 산화는 독성 물질, 불쾌한 맛 및 냄새를 유발하여 상업용 마요네즈의 유통기한, 안전성 및 소비자 수용성을 저하시킬 수 있음. 다양한 온도 조건 (4°C, 25°C, 35°C)에서 저장된 두 종류의 마요네즈 산가(AV)는 보관 시간과 보관 온도에 따라 크게 증가하여 마요네즈 보관 시 지질 산화가 일어났으며, 온도가 높을수록 지질 산화 속도가 빨라지는 것을 알 수 있었음. 보관 온도가 높을수록 리파아제의 활성이 증가하고 지질의 산화 속도가 빨라질 수 있음. 마요네즈의 산가는 식품공전상 따로 규정하고 있지는 않으나 정제된 신선한 유지는 1.0 mg KOH/g 이하이고, 산가가 30 mg KOH/g 이상은 식용에 부적당하다고 알려져 있음. 본 실험 결과의 경우 5°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 총 6개월간 저장된 마요네즈는 모두 1.0 mg KOH/g 이하의 값을 나타

냈음.

들기름 70% 함유 마요네즈



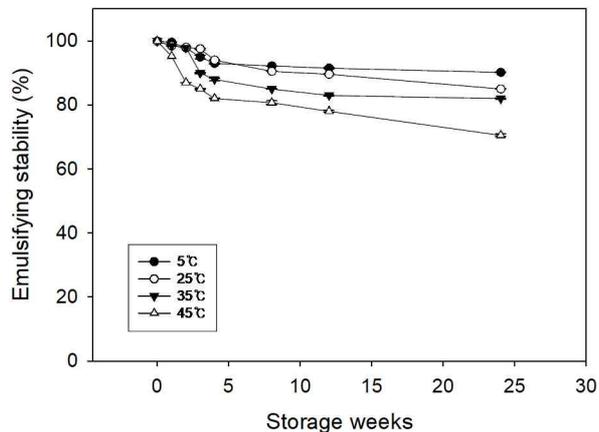
천연 향산화제 첨가
들기름 50% 함유 마요네즈



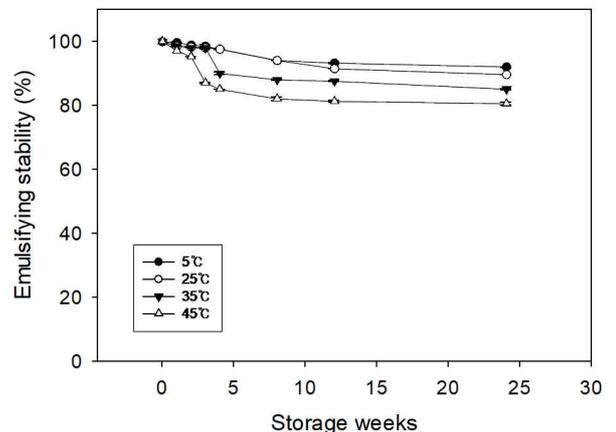
<저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고탐유 마요네즈의 산가 변화>

- 저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고탐유 마요네즈의 유화안정성 변화 : 5°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 총 6개월 동안 저장한 두 종류의 식물성 오메가-3 고탐유 마요네즈의 유화안정성 변화는 아래 그림과 같음. 두 마요네즈의 유화안정성은 보관 시간이 증가함에 따라 감소하였으며 동일한 보관 시간 하에서 보관 온도가 높을수록 마요네즈의 유화안정성 감소속도가 빨라짐. 이는 마요네즈의 수중유 에멀전 시스템이 저장 중 지질 산화에 의해 파괴되어 액적 간의 상호작용이 줄어 마요네즈의 유화안정성이 저하되는 현상이 발생한 것으로 사료됨. 천연 향산화제를 첨가한 마요네즈는 동일한 저장 시간 및 온도에 대해 첨가하지 않은 마요네즈보다 유화형성력이 높게 나타남. 향산화물질은 지방산의 산화를 억제하여 유화안정성을 증가시킬 수 있음. 식물성 천연안심소재를 활용하여 오메가-3 함유 마요네즈 제조 시 천연 향산화제 첨가는 마요네즈의 유화안정성 및 산화안정성을 높여주는 방법으로 사료됨.

들기름 70% 함유 마요네즈



천연 향산화제 첨가
들기름 50% 함유 마요네즈



<저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 유화안정성 변화>

○ 저장온도 및 기간을 달리하여 저장한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 미생물학적 분석

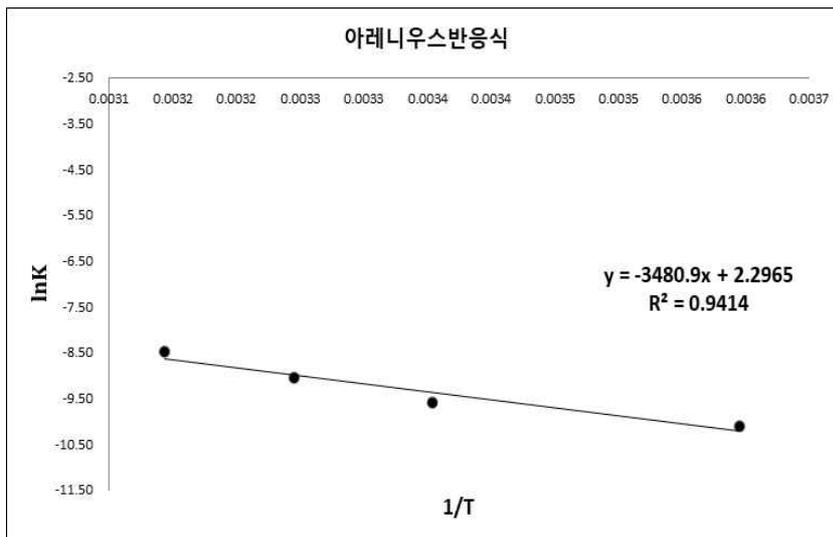
: 저장 기간 동안 마요네즈의 일반세균, 효모, 곰팡이, 대장균군에 대한 미생물 측정 결과 모두 검출되지 않아 미생물학적으로 안전한 것으로 확인됨. 마요네즈 저장 기간 동안 미생물이 검출되지 않은 것은 마요네즈의 산성 환경과 높은 지방 함량이 미생물 성장을 억제한 것으로 사료됨. 마요네즈의 pH는 일반적으로 낮아, 대부분의 미생물이 살아남기 어려운 환경을 만듦. 마요네즈 제조 시 사용되는 재료와 제조 과정에서의 위생 관리가 철저히 진행된 것으로 보이며 따라서 마요네즈 섭취는 식품위생학적으로 안전한 것으로 사료됨

(2) 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석

: 식품의 품질지표인자가 저장온도와 저장기간에 따라 일정한 속도로 감소되거나 증가하면 속도론적으로 분석이 가능함. 오메가-3 고함유 마요네즈와 천연 향산화제 첨가 마요네즈의 shelf-life는 색차, 산가의 결과를 통해 품질평가지표를 선정하여 반응속도상수 (k), 활성화 에너지(Ea), 온도계수를 산출하였음.

□ Shelf-life 예측, 활성화 에너지 및 온도계수 도출

<오메가-3 고함유 마요네즈의 저장온도 별 δE 변화에 따른 아레니우스 방정식(Arrhenius equation) 적용 및 활성화에너지 산출>



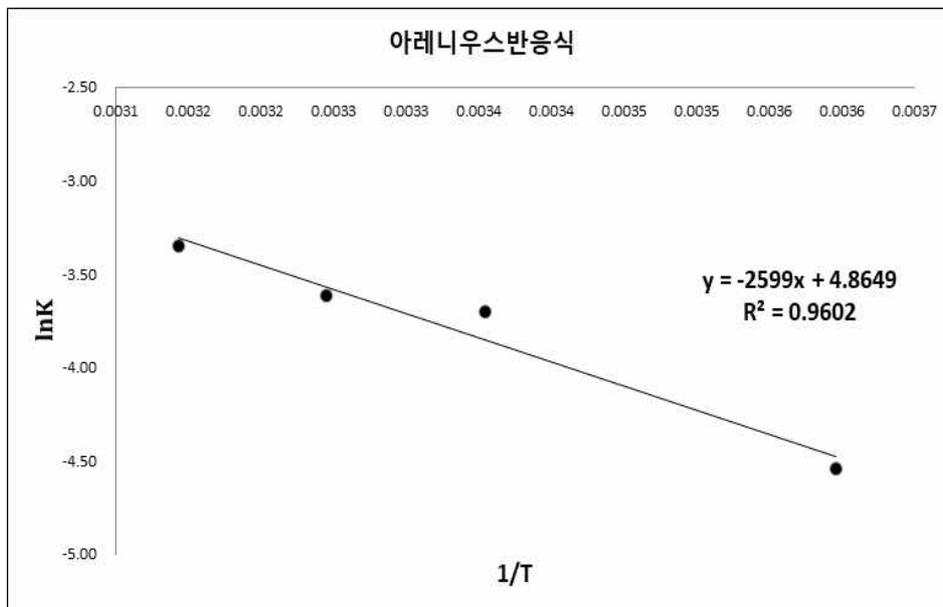
저장온도(℃)	T (절대온도, K)	1/T (K-1)	k (반응속도상수)	lnK	k*1000	1/T*1000
5	278.15	0.0036	0.0000	-10.11	0.04	3.60
25	298.15	0.0034	0.0001	-9.60	0.07	3.35
35	308.15	0.0032	0.0001	-9.04	0.12	3.25
45	318.15	0.0031	0.0002	-8.49	0.20	3.14

<오메가-3 고함유 마요네즈의 저장온도 별 δE 변화에 따른 Degradation kinetic parameters
도출>

Reaction	Temperature (°C)	$k \times 10^3$ (시간단위 ⁻¹)	R ²	t _{1/2} (시간단위)	D value	z value	Q ₁₀	E _a (kJ/mol)
δE	5	0.04	0.7972	16970.77	56375.66	64.89	1.43	23.99
	25	0.07	0.7909	10219.42	33948.19			
	35	0.12	0.9185	5852.79	19442.56			
	45	0.20	0.8233	3388.80	11257.34			

k, reaction rate constant; R², correlation coefficient; t_{1/2}, half-time; D value, thermal reduction time, that is, heating time required to reduce; z value, temperature change necessary to alter the thermal death time by one log cycle; Q₁₀, the number of times content and activity degrades with a 10°C change in temperature; E_a, energy of activation.

<천연 향산화제 첨가 오메가-3 마요네즈의 저장온도 별 δE 변화에 따른 아레니우스
방정식(Arrhenius equation) 적용 및 활성화에너지 산출>



저장온도(°C)	T (절대온도, K)	1/T (K ⁻¹)	k (반응속도상수)	lnK	k*1000	1/T*1000
5	278.15	0.0036	0.0107	-4.54	10.68	3.60
25	298.15	0.0034	0.0248	-3.70	24.76	3.35
35	308.15	0.0032	0.0269	-3.62	26.86	3.25
45	318.15	0.0031	0.0351	-3.35	35.12	3.14

<천연 항산화제 첨가 오메가-3 마요네즈의 저장온도 별 δE 변화에 따른 Degradation kinetic parameters 도출>

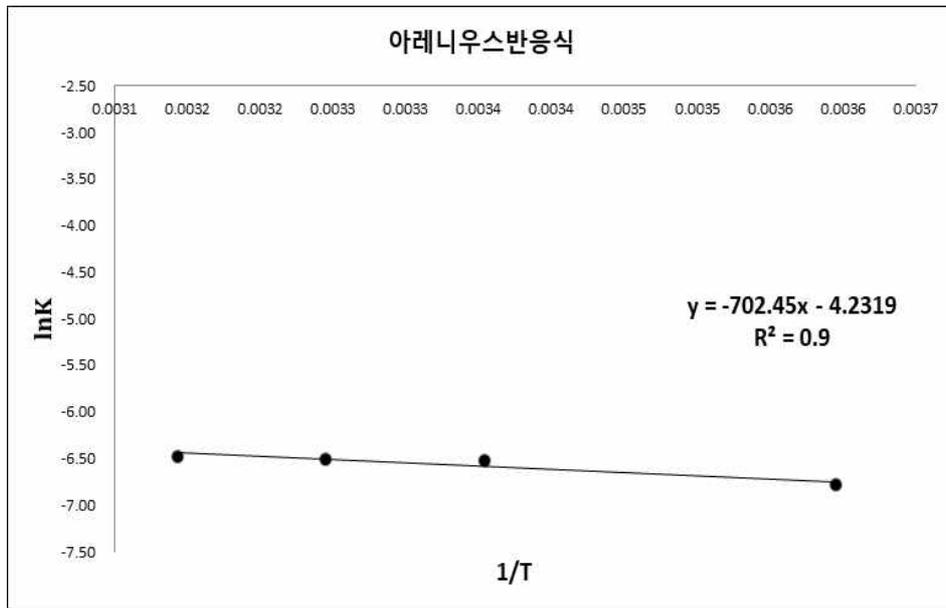
Reaction	Temperature (°C)	$k \times 10^3$ (시간단위 ⁻¹)	R ²	$t_{1/2}$ (시간단위)	D value	z value	Q ₁₀	E _a (kJ/mol)
δE	5	10.68	0.8771	64.93	215.68	74.88	1.36	23.09
	25	24.76	0.8811	28.00	93.00			
	35	26.86	0.8514	25.81	85.74			
	45	35.12	0.6731	19.74	65.56			

k, reaction rate constant; R², correlation coefficient; $t_{1/2}$, half-time; D value, thermal reduction time, that is, heating time required to reduce; z value, temperature change necessary to alter the thermal death time by one log cycle; Q₁₀, the number of times content and activity degrades with a 10°C change in temperature; E_a, energy of activation.

- 5°C, 25°C, 35°C, 45°C에서 온도 별 일정기간 동안 저장한 마요네즈의 δE 변화와 저장 기간으로부터 구한 회귀방정식의 기울기로부터 반응속도상수 k를 구하였음. 또한 log k와 저장온도의 절대온도의 온도 (1/T)로 부터 회귀방정식과 상관관계를 구하였음. 그 결과 반응속도 상수 k는 Arrhenius plot에서 하나의 직선식으로 표시될 수 있으며 마요네즈 저장 중 생성되는 색 변화반응은 Arrhenius plot에 의해 설명될 수 있음. 실험 하지 않은 온도 구간의 반응상수를 구하기 위해 Arrhenius 식을 이용하여 활성화 에너지를 구한 결과 두 마요네즈는 23.99 (KJ/mol), 23.09 (KJ/mol)이었음.

저장기간 및 저장온도에 따라 두 마요네즈의 δE 는 비례적으로 감소하는 경향을 보였기에 마요네즈의 δE 측정은 관능검사와의 상관관계를 통해 마요네즈의 품질지표로 이용할 수 있었음 마요네즈의 δE 는 품질안전한계기준이 설정되어 있지 않은 항목이기에 유통기한 설정실험 가이드라인의 법적규격이 없는 지표의 규격값 산출 방법에 근거하여 규격값을 산출하였음. 20°C의 상온에서 유통 시 오메가 -3 고함유 마요네즈와 천연 항산화제 첨가 마요네즈는 유통기한 산출 시 각각 18.2개월, 20.1개월로 나타남. 여기에 유통과정 중의 안정성을 고려하고자 안전계수 0.8을 곱하여 최종 유통기한은 각각 약 14개월과 16개월로 설정 가능함.

<오메가-3 고탐유 마요네즈의 저장온도 별 산가 변화에 따른 아레니우스 방정식(Arrhenius equation) 적용 및 활성화에너지 산출>



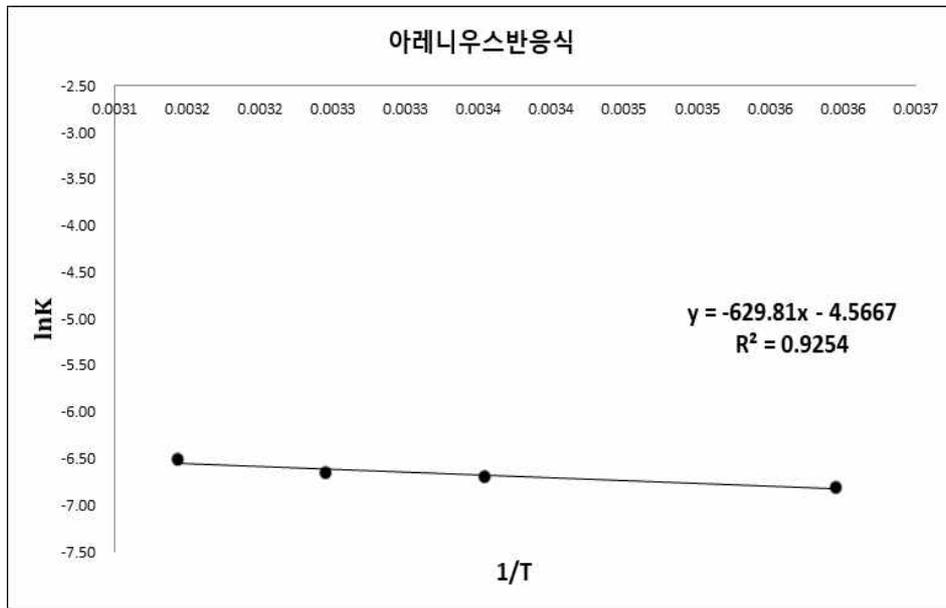
저장온도(°C)	T (절대온도, K)	1/T (K-1)	k (반응속도상수)	lnK	k*1000	1/T*1000
5	278.15	0.0036	0.0011	-6.79	1.13	3.60
25	298.15	0.0034	0.0015	-6.52	1.47	3.35
35	308.15	0.0032	0.0015	-6.51	1.49	3.25
45	318.15	0.0031	0.0015	-6.48	1.54	3.14

<오메가-3 고탐유 마요네즈의 저장온도 별 산가 변화에 따른 Degradation kinetic parameters 도출>

Reaction	Temperature (°C)	$k \times 10^3$ (시간단위 ⁻¹)	R ²	t _{1/2} (시간단위)	D value	z value	Q ₁₀	E _a (kJ/mol)
δE	5	1.13	0.6988	614.57	2041.56	247.89	1.10	7.02
	25	1.47	0.8311	472.58	1569.88			
	35	1.49	0.8256	465.10	1545.04			
	45	1.54	0.5334	449.95	1494.70			

k, reaction rate constant; R², correlation coefficient; t_{1/2}, half-time; D value, thermal reduction time, that is, heating time required to reduce; z value, temperature change necessary to alter the thermal death time by one log cycle; Q₁₀, the number of times content and activity degrades with a 10°C change in temperature; E_a, energy of activation.

<천연 항산화제 첨가 오메가-3 마요네즈의 저장온도 별 산가 변화에 따른 아레니우스 방정식(Arrhenius equation) 적용 및 활성화에너지 산출>



저장온도(°C)	T (절대온도, K)	1/T (K-1)	k (반응속도상수)	lnK	k*1000	1/T*1000
5	278.15	0.0036	0.0011	-6.81	1.10	3.60
25	298.15	0.0034	0.0012	-6.70	1.23	3.35
35	308.15	0.0032	0.0013	-6.65	1.30	3.25
45	318.15	0.0031	0.0015	-6.51	1.49	3.14

<천연 항산화제 첨가 오메가-3 마요네즈의 저장온도 별 산가 변화에 따른 Degradation kinetic parameters 도출>

Reaction	Temperature (°C)	$k \times 10^3$ (시간단위 ⁻¹)	R ²	t _{1/2} (시간단위)	D value	z value	Q ₁₀	E _a (kJ/mol)
δE	5	1.10	0.657 5	630.13	2093.26	413.50	1.06	3.94
	25	1.23	0.722 1	564.13	1874.01			
	35	1.30	0.679 7	533.19	1771.22			
	45	1.49	0.541 5	464.32	1542.44			

k, reaction rate constant; R², correlation coefficient; t_{1/2}, half-time; D value, thermal reduction time, that is, heating time required to reduce; z value, temperature change necessary to alter the thermal death time by one log cycle; Q₁₀, the number of times content and activity degrades with a 10°C change in temperature; E_a, energy of activation.

○ 5℃, 25℃, 35℃, 45℃에서 온도 별 일정기간 동안 저장한 마요네즈의 산가 변화와 저장기간으로부터 구한 회귀방정식의 기울기로부터 반응속도상수 k 를 구하였음. 또한 $\log k$ 와 저장온도의 절대온도의 온도 ($1/T$)로 부터 회귀방정식과 상관관계를 구하였음. 그 결과 반응속도 상수 k 는 Arrhenius plot에서 하나의 직선식으로 표시될 수 있으며 마요네즈 저장 중 생성되는 색 변화반응은 Arrhenius plot에 의해 설명될 수 있음. 실험하지 않은 온도 구간의 반응상수를 구하기 위해 Arrhenius 식을 이용하여 활성화 에너지를 구한 결과 두 마요네즈는 7.02 (KJ/mol), 3.94 (KJ/mol)이었음.

저장기간 및 저장온도에 따라 두 마요네즈의 산가는 비례적으로 감소하는 경향을 보였기에 마요네즈의 산가 측정은 관능검사와의 상관관계를 통해 마요네즈의 품질지표로 이용할 수 있었음 마요네즈의 산가는 품질안전한계기준이 설정되어 있지 않은 항목이기에 유통기한 설정실험 가이드라인의 법적규격이 없는 지표의 규격값 산출 방법에 근거하여 규격값을 산출하였음. 20℃의 상온에서 유통 시 오메가 -3 고함유 마요네즈와 천연 향산화제 첨가 마요네즈는 유통기한 산출 시 각각 37.7개월, 59.1개월로 나타남. 여기에 유통과정 중의 안정성을 고려하고자 안전계수 0.8을 곱하여 최종 유통기한은 각각 약 30개월과 47개월로 설정 가능함.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 식물성 대체식품 제조를 위한 맞춤형 천연 안심소재 발굴 및 선정과 유화안정성 개선, 공정기술 확립
 - 합성 및 동물성 유화소재 대체를 위한 천연유화소재 탐색 및 선정
 - 품종 A, 품종 B, 품종 C, 대두를 천연유화소재로 탐색하여 다양한 품질 특성을 비교하여 대두를 천연유화소재로 선정
 - 천연유화소재의 유화력 및 안정성 분석
 - 품종 A, 품종 B, 품종 C, 대두에 초임계유체 기술을 접목하여 총 8종 시료의 유화형성에 필요한 이화학적 품질특성을 비교함

- 개발된 천연안심소재의 유화능력 향상을 위한 초임계유체기술 적용, 품질특성 및 우수성 입증
 - 초임계유체기술 접목을 위한 추출조건 확립
 - 초임계 유체기술 접목을 위해 다양한 압력과 온도에서 추출을 진행하여 대두분말의 수율을 계산하였다. 연구 결과 대두의 경우 400bar에서 10시간 추출 시 모든 지방질이 제거되었으며 이는 천연유화소재로 사용하기 적합함으로 나타남.
 - 초임계유체기술을 접목한 천연유화소재의 이·화학적 품질특성 분석과 유화능력 및 유화안정성 향상 분석
 - 초임계유체기술을 접목한 천연유화소재의 단백질 전기영동, 거품특성, 아미노산분석, 유화특성, 분산안정성, 가용성 고형분 함량 등을 측정한 결과 초임계 이산화탄소 처리한 대두분말은 화학적 처리를 통한 지방질을 제거한 대두분말에 비해 단백질 패턴이 변화되지 않고 유화력이 향상됨. 이를 통하여 초임계유체기술을 접목한 천연유화소재는 비건용 마요네즈의 제조에 적합한 천연유화소재로서의 활용이 가능할 것으로 사료됨.
 - 개발된 소재들의 품질특성 및 우수성 입증
 - 기존 합성 유화제와 난황의 비교를 통하여 본 연구과제에서 발굴된 천연유화소재의 우수성을 입증함

- 마요네즈 제조를 위한 천연유화소재의 선정 및 기초제조공정 기술 개발
 - 마요네즈 제조를 위한 기초제조공정기술 개발
 - 천연유화소재와 난황의 첨가량에 따른 마요네즈의 제조를 통해 마요네즈 제조를 위한 천연유화소재의 첨가 비율을 최적화함. 천연유화소재 첨가량 최적화를 통한 마요네즈의 기초제조공정 기술을 확립하여 마요네즈 제조에 기초자료로 활용하고자 함
 - 마요네즈 제조를 위한 천연유화소재와 난황과의 비교연구
 - 천연유화소재를 첨가한 마요네즈와 대표적 동물성 유화제인 난황 첨가 마요네즈의 품질특성으로 유화 형성력, 저장 온도별 안정성, 점도, 입자크기분포, 색도, pH의 연구

를 통해 천연유화소재의 우수성을 입증하였고 이를 통하여 추후 본 연구과제에서의 저장 안정성이 개선된 마요네즈 제조에 기초자료로 활용하고자 함.

□ **발굴된 식물성 천연유화소재를 적용한 비건용 마요네즈 제품 제조공정 확립 및 제품화 기술 구축, 품질 우수성 평가**

○ 제조된 비건용 마요네즈의 이화학적 품질특성 분석

-천연유화소재로 제조한 마요네즈의 저장온도 및 저장기간을 달리하여 pH, 색도, 점도, 유화안정성, 산가 실험을 진행하여 저장 품질특성이 높음을 확인하였으며 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석을 통해 품질지표를 선정하여 이들의 품질 변화율을 바탕으로 초임계 유체 기술을 활용하여 천연유화소재로 제조한 마요네즈의 우수성을 입증하였음

□ **비건 마요네즈 시제품의 관능적 품질 및 기호도 우수성 확인**

○ 15점 척도법에 따른 관능적 품질 (색, 향미, 점성, 소성, 맛)을 조사한 결과, 비건 마요네즈 시제품의 난황마요네즈와 관능적 유사성 확인하였음. 소비자 의견 수렴 결과, 비건 마요네즈 시제품이 난황마요네즈와 유사하다는 다수 의견 확인 (관능조사결과와 일치)

○ 천연유화소재를 적용한 비건용 마요네즈 제품 제조공정 확립 및 제품화 기술 구축

-천연유화소재 적용 비건용 마요네즈 제조공정 확립 및 제품화 기술 구축

-기술실시(2건) : 천연유화소재를 이용한 비건 마요네즈 및 이의 제조방법

-제품화(2건) : 산골미식마요(순식물성 마요네즈) / 산골마요(순식물성 마요네즈)

-천연안심소재발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발을 통한 식물성 대체식품 제조 및 제품화를 통한 매출액 증대

□ **난황마요네즈 대비 비건마요네즈의 혈중 지질 및 체지방 증가 억제 결과 확인**

○ 동일한 비율의 난황마요네즈(30%) 사료 대비 비건마요네즈를 8주간 식이한 동물모델에서 체중, 간 및 지방 무게 증가 억제, 간내 지방 축적 및 지방세포 크기 증가 억제, 혈중 지질 (중성지방, 총콜레스테롤, HDL, LDL) 증가 억제됨을 관찰

○ 12주 고지방식이(45% kcal fat) 동물모델에서 비건마요네즈를 동시에 투여시, 고지방식이에 의해 증가한 체중, 간 및 지방 무게가 감소하였으며, 간 및 동맥의 지질 축적 및 지방세포 크기 증가 억제, 혈중 지질(중성지방, 총콜레스테롤, LDL) 이 억제됨을 관찰

□ **발굴된 식물성 천연유화소재를 적용한 건강지향성 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제조공정 및 제품화 기술 구축**

○ 전체 지방산 중 55% 이상 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품개발을 위한 제조 기술 구축

-식물성 오메가-3로 진공-가스치환 착유 및 포장 장치를 이용하여 추출된 들기름을 선정, oleic acid가 약 16%, linoleic acid가 약 13% 및 linolenic acid가 약 60%로 불

포화지방산의 총 비율이 89%으로 우수한 소재임을 입증, 오메가-3 함량이 60%에 달하는 것을 확인함

-들기름 및 발굴된 천연유화소재 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 비교를 통해 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제조를 위한 천연유화소재의 첨가 비율 및 들기름 첨가량을 최적화함. 천연유화소재 첨가량 최적화를 통한 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 기초제조공정 기술을 확립하여 마요네즈 제조에 기초자료로 활용하고자 함

○ 이화학적 품질특성 및 가공적성(색도 및 pH, 유화안정성, Droplet size, 등) 평가

-식물성 오메가-3 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 품질특성 비교를 위해 유화형성력 및 안정성, 점도, 입자크기분포, 색도, pH의 연구를 진행하였으며, 이를 통해 천연유화소재의 우수성을 입증하였고 이를 통하여 추후 본 연구과제에서의 저장 안정성이 개선된 마요네즈 제조에 기초자료로 활용하고자 함.

○ 발굴된 식물성 천연유화소재를 적용한 건강지향성 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품 제조공정 확립 및 제품화 기술 구축

-천연유화소재 적용 비건용 마요네즈 제조공정 확립 및 제품화 기술 구축

-기술실시(1건) : 강황 분말 첨가 들기름 마요네즈 및 이의 제조방법

-제품화(1건) : 산골고소마요

-천연안심소재발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발을 통한 식물성 대체식품 제조 및 제품화를 통한 매출액 증대

□ 순식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 저장안정성 개선방안 모색

○ 저장안정성 개선을 위한 천연항산화제 탐색 및 선정

-강황의 SC-CO₂ 추출물은 식물성 기름의 산화를 방지하는데 효과적임을 입증하였으며 초임계 유체 기술을 접목한 강황 추출물은 천연 항산화제를 다량 함유하고 있기에 합성 항산화제의 대체물이 될 수 있으며 지질 및 지질 함유 식품의 산화 손상 방지에 활용하고자 함

○ 천연항산화제를 첨가한 마요네즈의 품질 향상 및 항산화 효과 분석

-마요네즈 제조 시 강황, 파프리카, 양파의 활용 가능성을 제시하며 소량의 천연 항산화제 첨가는 마요네즈의 품질 안정성을 높이는 것을 입증함. 이 중 동결건조 양파분말을 천연 항산화제로 저장 중의 산화안정성 및 유화안정성의 향상을 도와 저장성 및 품질 개선에 도움을 줄 수 있는 방안으로 활용하고자 함

○ 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석을 통한 오메가-3 고함유 마요네즈 저장특성 예측

-마요네즈 제조 시 발굴된 천연 유화소재 첨가량을 증가시킬 경우, 겉보기 점도, 에멀전 안정성 및 열적 안정성을 향상시켜 저장 안정성에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인함. 이 연구는 마요네즈에 오메가-3를 풍부하게 함유시키고 천연 항산화제를 추가함으로써, 제품의 산화 안정성을 개선하는 동시에 영양적 가치를 높이는 새로운 방향을 제시함. 이러한 접근은 마요네즈의 소비기한 연장 및 시장에서의 경쟁력 강화에 기여할 뿐만 아니라, 건강 지향적인 식품 선택지를 확대하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대됨

(2) 정량적 연구개발성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

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	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 진 시	
													S C I	비 S C I							
건	건	건	평 균 등 급	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건				
가 중 치	10	-	-	-	5	5	20	20	5	15	-	-	-	-	5	5	-	5	-	5	-
최 중 목 표	2	1	-	-	2	10	2	100	300	8	-	-	2	2	1.0	2	-	5	-	2	-
2021년 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022년 도	1	-	-	-	-	-	1	200	100	2	-	-	1	1	-	1	-	4	-	1	-
2023년 도	1	-	-	-	2	10	1	500	200	2	-	-	1	1	1.0	1	-	1	-	1	-
소 계	2	1	-	-	2	10	2	700	300	5	-	-	2	2	1.0	2	-	5	-	2	-
실 적	2	-	-	-	2	10	3	700	200	2	-	-	1	1	1.0	1	-	1	-	1	-
달 성 률 (%)	100	-	-	-	100	100	100	100	100	100	-	-	100	100	100	100	-	100	100	100	-
종 료 1차 년 도	-	1	-	A	-	-	-	100	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
종 료 2차 년 도	-	-	-	-	-	-	-	100	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
종 료 3차 년 도	-	-	-	-	-	-	-	100	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
종 료 4차 년 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
종 료 5차 년 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소 계	-	1	-	-	-	-	-	1,100	-	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합 계	2	1	-	-	2	10	2	1000	300	8	-	-	2	2	1.0	2	-	5	-	2	-

*수출액 : 수출계약서

(3) 세부 정량적 연구개발성과
[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Effect of red paprika powder on quality and oxidative stability of mayonnaise prepared with perilla oil	한국식품저장유통학회		29(6),932-942	대한민국	한국식품저장유통학회지	비SCIE	22.10.14	2287-7428	50
2	Effect of Onion Powder on Quality Characteristics, Antioxidant Activities and Oxidative Stability of Perilla Oil Mayonnaise	한국식품영양학회		35(6),417-425	대한민국	한국식품영양학회지	비SCIE	22.12.31	1225-4339	33
3	Effect of oil [processing and packaging under oxygen-free on yield, oxidative stability, antioxidant activity, and physicochemical characteristics of perilla oil	LWT		179,114-647	네덜란드	ELSEVIER	SCI	23.04.01	0023-6438	25
4	Effect of Turmeric Powder on the Quality Characteristics and Oxidation Stability of Perilla Oil Mayonnaise	농업생명과학연구		57(5),127-136	대한민국	농업생명과학연구	비SCIE	23.10.31	1598-5504	50

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
P05-011	2021 KOSFST Interantional symposium and annual meeting		21.06.08	대전컨벤션센터	대한민국
P03-11	2021 KFN International symposium and annual meeting		21.10.28	부산백스코	대한민국
P03-12	2021 KFN International symposium and annual meeting		21.10.28	부산백스코	대한민국
P03-15	2022 KFN International symposium and Annual Meeting		22.10.20	제주 국제컨벤션센터	대한민국
p03-46	2022 KFN International symposium and Annual Meeting		22.10.20	제주 국제컨벤션센터	대한민국
p13-010	KOSFOST international Symposium and Annual Meeting		23.06.30	제주 국제컨벤션센터	대한민국

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	특허	대한민국	경상대학 교산학협 력단	21.11.19	10-2021- 02160187	-	-	-	-	100	√
2	특허	대한민국	경상대학 교산학협 력단	22.10.27	10-2022- 0139992	-	-	-	-	100	√
3	특허	대한민국	경상대학 교산학협 력단	23.10.10	10-2023- 0134619	-	-	-	-	100	√
4	특허	대한민국	(주)에코맘 의산골이 유식 농업회사 법인	23.12.15	10-2023- 0183540	-	-	-	-	100	√

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1~4	√									

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	산골미식마요	2022.11	(주)에코맘의 산골이유식	-	제품화	10개월	-	-
2	산골마요	2023.11	(주)에코맘의 산골이유식	-	제품화	2개월	-	-
3	산골케첩	2023.11	(주)에코맘의 산골이유식	-	제품화	2개월	-	-
4	산골고소마요	2023.11	(주)에코맘의 산골이유식	-	제품화	2개월	-	-

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	직접실시	천연유화소재를 이용한 비건 마요네즈 및 이의 제조방법	(주)에코맘의 산골이유식 농업회사법인	2022.10	-	-
2	직접실시	비건 마요네즈 제조를 위한 식물성 천연소재 유화특성 개선기술에 관한 노하우 기술	(주)이지메스	2023.11	5,000,000	-
3	직접실시	오메가3 고탍유 마요네즈 제조를 위한 산화억제 및 유화안정성 제고 기술에 관한 노하우 기술	(주)이지메스	2023.12	5,000,000	-
4	직접실시	고단백 영유아 소스(토마토) 및 이의 제조방법	(주)에코맘의 산골이유식 농업회사법인	2023.12	-	-
5	직접실시	강황 분말 첨가 들기름 마요네즈 및 이의 제조방법	(주)에코맘의 산골이유식 농업회사법인	2023.12	-	-

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (천원)		
1	자기실시	신제품개발	경남	산골 미식마요	천연유화소재를 이용한 순식물성 마요네즈	(주)에코맘의산골이유식농업회사법인	200,000	100,000	2022	-
2	자기실시	신제품개발	경남	산골마요	천연유화소재를 이용한 순식물성 마요네즈	(주)에코맘의산골이유식농업회사법인	746,000	200,000	2023	-
3	자기실시	신제품개발	경남	산골고소마요	천연유화소재를 이용한 건강지향형 마요네즈	(주)에코맘의산골이유식농업회사법인	-	-	2023	-
4	자기실시	신제품개발	경남	산골케첩	천연유화소재를 이용한 고단백 식물성 소스(토마토)	(주)에코맘의산골이유식농업회사법인	66,000	-	2023	-

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(천원)		
산골미식마요	2022	200,000	100,000	300,000	계약서, 세금계산서
산골미식마요	2023	205,000	-	205,000	세금계산서
산골마요	2023	541,000	200,000	741,000	계약서, 세금계산서
산골케첩	2023	66,000	-	66,000	세금계산서
합계		1,012,000	300,000	1,312,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)			합계
			2021년	2022년	2023년	
1	천연유화소재를 이용한 비건 마요네즈 및 이의 제조방법	(주)에코맘의산골이유식농업회사법인	2	2	2	6
합계			2	2	2	6

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	3
		생산인력	10
	개발 후	연구인력	5
		생산인력	15

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	인력양성	2022-23	1	3	2	-	2	4	-	-	6	-	-

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	박람회	-	2022코베 베이비페어	2022.10.28
2	박람회	-	AFTER2023! 농림축산식품 과학기술대전	2023.11.29

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 식물성 대체 맞춤형 천연안심소재 개발 및 발굴 및 유화능력 향상을 위한 초임계유체기술 이용 및 조건 확립	○ 초임계유체기술의 추출조건 확립 및 초임계유체기술을 접목한 천연유화소재의 이·화학적 품질특성 분석과 유화능력 및 유화안정성 향상 분석을 통해 비건용 마요네즈의 제조에 적합한 천연유화소재임을 입증	○100
○ 발굴된 소재를 이용한 비건용, 건강지향형 마요네즈 제조를 위한 가공적성 평가	○ 마요네즈의 기초제조공정기술 개발 및 제조된 비건용 마요네즈의 이화학적 품질특성 분석을 품질의 우수성을 입증	○100
○비건용 마요네즈의 소비자 기호도 평가 및 관능평가 조사	○ 비건 마요네즈 시제품의 관능적 품질 및 기호도 우수성 확인	○100
○천연유화소재 마요네즈 제조 공정 확립 및 시제품 생산	○ 기술실시 1건 ○ 대량 제조공정 확립 ○ 순식물성 마요네즈 시제품 생산 ○ 제품화 2건	○100
○비건용 마요네즈의 관능평가 조사, 제품의 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석	○ 난황마요네즈 대비 비건마요네즈의 혈중 지질 및 체지방 증가 억제 결과 확인 ○ 고지방식이 동물모델에서 비건마요네즈의 혈중 지질 및 체지방 감소 영향 확인	○100

<ul style="list-style-type: none"> ○ 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 건강지향형 식물성 제조공정 및 제품화 기술구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전체 지방산 중 55% 이상 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품개발을 위한 제조기술 구축 ○ 이화학적 품질특성 및 가공적성(색도 및 pH, 유화안정성, Droplet size, 등) 평가 ○ 기술실시 3건 ○ 대량 제조공정 확립 ○ 건강지향형 마요네즈 시제품 생산 ○ 제품화 2건 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100
<ul style="list-style-type: none"> ○ 순식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 저장안정성 개선 방안 모색 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저장안정성 개선을 위한 천연항산화제 탐색 및 선정 ○ 천연항산화제를 첨가한 마요네즈의 품질 향상 및 항산화 효과 분석 ○ 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석을 통한 오메가-3 고함유 마요네즈 저장 특성 예측 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100

4. 목표 미달 시 원인분석

: 해당사항 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

1) 기술적 측면

- 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발을 통한 식물성 대체식품 제조
- 식물성 천연 유화소재를 발굴하고 유화기술 및 산화제어기술 접목을 통한 건강기능적, 영양학적, 관능학적 특성 및 저장안정성 개선, 프리미엄 마요네즈 제품화 기술 확립 및 수입대체
- 신규 제조공정 개선을 통한 경쟁력 있는 고품질·고기능성 마요네즈 식품 기술 확보
- HACCP 응용 기술이 접목된 스마트 HACCP 상용화 기술 구축을 통한 식품 안전성 강화

2) 경제적·산업적 측면

- 본 과제를 통해 생산되는 제품은 식물성 대체식품 제조를 위한 천연소재 발굴, 천연유화소재를 이용한 건강 기능성 맞춤형 마요네즈 제조를 통해 기존의 제품들 사이에서 차별화된 제품으로 동물복지와 환경문제의 해소와 스트레스, 피로로 인한 건강관리에 대한 필요성이 높아지고 있고, 증가되고 있는 1인 가구형의 건강 식단을 요구하는 소비자들의 니즈에 맞는 제품이 될 수 있음
- CJ, 롯데, 대상 등 국내 주요 식품업체 1,400여 업체와 거래를 통하여 확보된 영업 및 유통망을 활용하여 식품산업의 패러다임을 베지테리언 및 비건(Vegan)으로 전환
- 개발된 천연유화제 소재를 이용한 기능성 마요네즈 및 기능성 음료/ 식품 제조 활용
- 기존의 개발된 식품들에 개발된 소재를 접목함으로써 가치 증대
- 대두의 기능성 및 산업적 가치 발견으로 인한 대두 재배 농가의 수입 증대
- 식물성 천연유화소재 마요네즈 및 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈와 소재를 개발함으로써 베지테리언 및 비건에 대한 일반 소비자의 인식 변화
- 우수한 신 가공기술 개발 및 이에 기초한 고품질 제품의 출시로 인한 수입대체 효과 및 수출시장 개척 토대 마련

3) 사회적 측면

- 지역청년, 귀농인, 농촌지역인, 결혼이주여성 53명고용, 100% 지역인력 고용창출과 저출산 고령화 극복을 위한 이유식후원 등 농촌사회공헌활동, 지역의 86여 농·특산물을 활용한 영유아가공식품 330종 개발, 지역 농민과의 협업을 통한 로컬푸드 융복합 사업으로 농기업의 가치 실현

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

1) 현장적방안

- 본 과제 수행으로 도출되는 모든 결과물은 주관기관으로 이전하여 현장적용을 즉시 실행함
 - 천연유화소재를 이용한 기초 제조공정 확립 및 신 가공기술 확립
 - 가공적성 평가와 개발된 제품의 저장 안전성 평가, 품질유지한 설정 및 우수성 입증
 - 순식물성 비건용 마요네즈 제조기술 구축
 - 건강지향형 식물성 오메가-3고함유 마요네즈 제조기술 구축
 - 동물모델을 통한 혈중 콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향분석을 통한 개발된 제품의 건강기능적 특성 규명
- 공동연구기관에서 확보되는 논문, 특허, 학술대회발표, 인력양성 등은 주관기업의 제품 홍보에 활용하여 국내·외 매출 증대에 활용
 - 비건용마요네즈 및 식물성 오메가-3 고함류 마요네즈제품의 안전성, 영양·기능성, 기호성 등 우수성 집중 부각 및 홍보
 - 해외 언론 및 학술지 활용 프로그램 운영발표, 인력양성 등은 주관기업의 제품 홍보에 활용하여 국내·외 매출 증대에 활용

2) 제품화 방안

- 연차별 제품화 계획은 아래 표와 같음

연 도	제품명	방 법	유 통
2022	■ 순식물성 비건용 마요네즈 1종	자체생산/ OEM생산	■ 수출 ■ 내수
2023	■ 순식물성 비건용 마요네즈 1종 ■ 건강지향형 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 1종	자체생산/ OEM생산	■ 수출 ■ 내수
합 계	3종 이상		■ 수출 ■ 내수

3) 원천기술 확보방안 : 연구의 중복성 회피 방안

- 본 과제 수행으로 예상되는 특허는 다음과 같음
 - ① 순식물성 비건용 마요네즈 제조기술
 - ② 건강지향형 식물성 오메가-3고함유 마요네즈 제조기술
- 상기 기술은 기존 특허와 중복성이 없고 신규성이 있어 특허 취득이 가능한 것으로 판단되며 주관연구개발기관(기업)에서 기술실시할 예정임

4) 신산업 창출

- 본 과제가 개시되는 시점부터 비건용, 건강지향형 고품질·고기능성 마요네즈 제품에 관한 6차 산업 추진할 계획의 개요는 아래와 같음

- 1차산업 : 식물성 대체식품제조를 위한 식품안심소재 발굴 및 계약재배로 전량 생산
- 2차산업 : 2020년 상반기 영유아식품 전용 HACCP 신설공장 확장으로 식물성 대체식품 전문 기업으로 육성
- 3차산업 : 체험 공방, 농민요양병원, 쌀박물관, 쌀 방앗관, 팜핑 프로그램 운영 등

5) 기존의 자사 보유 판매망을 통한 판매 및 홍보 예정

- 영유아식품 전문제조기업인 (주)에코맘의산골이유식은 현대백화점 등 국내 대형유통망 18곳 이상의 매장 확보와 거래를 통한 영업 및 유통망 확보
- (주)에코맘의산골이유식 자사쇼핑몰 회원수 40만명을 대상으로한 자체 라이브 홈쇼핑, 자사몰, 자사 SNS채널을 통한 테스트마케팅 진행
- 이를 이용한 식품산업의 패러다임을 베지테리언 및 비건(Vegan)으로 전환 예정.
- 마요네즈 및 소스 제조업체(오뚜기, 대상, CJ, 시아스, 원일식품, 진성에프엠 등)에 천연유화제 소재 소개 및 베지테리언용 마요네즈 시제품 제안
- 오프라인 대형유통채널인 현대백화점, 롯데마트, 편의점 등의 PB제품과 NB제품 및 No Name 제품을 추진하여 연령대와 관계없이 베지테리언 및 건강에 관심이 많은 소비자를 확보할 수 있을 거라고 예상
- 해외시장 진출을 위해 해외박람회 전시 및 기존 해외거래업체를 통한 천연유화제 및 시제품 소개

6) 사업화 추진 계획

(1) 사업화 전략

□ 생산계획

○ 생산능력

-영유아식 일 5만개, 음료·푸딩류 일 2만개 생산, 택배물류 일 7천개, 하루 생산량 2억원

①영·유아용 이유식, 즉석조리식품 HACCP인증 / ②김치 HACCP인증



신규 생산공장_스마트HACCP 전용공장

□ 마케팅 계획

○ 제품화를 통한 사업화 전략

수요처	형태	진출계획
자사물 가입회원	기존 거래처	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 거래물량 유지 · 개발품인 맞춤형 이유식 프로모션(이벤트) 진행 · 지속적인 제품 개발과 고도화(용기 개선 등)를 통한 매출 유지
대형 유통망 (백화점 외)	기존 거래처	<ul style="list-style-type: none"> · 주력제품군(영·유아용이유식)에 개발품 Line Up 추가를 통한 모듈화 판매 * 주력제품 용기 개선을 통한 제품 고급화 · 오프라인 입점 매점 수 증대에 총력(2023 신규 3곳) · 파트너사(롯데, 현대) 신규 매장 증설 계획에 맞춘 장기 플랫폼 구축
SNS (유튜브)	신규 고객	<ul style="list-style-type: none"> · 협력 파트너사(대형유통망)를 통한 개발품 집중 홍보 예정 · 시제품 샘플 투입 및 시장 요구 사양 접수 및 개선

외)		· 고객 요구에 맞춘 개선 제품(단계별 간편편이제품)으로 매출 확대 예정
신규 거래처	판로 개척	· 새로운 대형 유통망 개척 및 판매 (월 1억원 이상 매출 목표) · 수출품목 다변화 (간식류 + 실온 이유식 11종)

○ 마케팅 및 판로개척

구분	추진내역
박람회 참가	<ul style="list-style-type: none"> ■국내·외 식품 박람회 참가 -베이이페어 참서 10회 , 해외 박람회 3회 -베트남 바이어 100만불 수축계약 진행 완료
공급·유통 채널 확보를 통한 판로 개척	<ul style="list-style-type: none"> ■자사몰(ecommmealco.kr) 통한 판매 : 기존 회원수 450,000명 확보 ,네이버, 카카오 등을 통한 광고 마케팅 ■백화점 등을 통한 입점 판매(기존 16곳 입점) ■더현대 여의도 무인매대 입점 ■롯데마트 117곳을 통한 유통 및 판매 ■키디키디몰 입점, 군군복지단 입점
판매 전략	<ul style="list-style-type: none"> ■친환경 농산물 및 가공품의 마케팅 홍보 ■영유아식품, 고령친화식품 제조기업의 전문성 부각 및 홍보 ■요양병원 및 산부인과 등의 병원시설 공급 계약 -영양죽, 고령친화식품 유동식 ■연구개발, 기술력 확보를 통한 구매 유도 ■상품권 판매를 통한 고객확보 및 매출 확대
On/Off 홍보 활동	<ul style="list-style-type: none"> ■네이버, 다음 등의 키워드 광고 ■SNS(인스타그램, 페이스북)을 통한 홍보 활동 ■유튜브를 통한 마케팅 홍보 ■네이버라이브커머스, 카카오 특딜, SSG라이브, 11번가라이브 ■배민쇼핑라이브 등 라이브채널을 활용한 홍보 마케팅 ■오프라인 매장 추가 입점 (현대 더현대, 롯데 인천터미널, 신세계 죽전) ■하동군지역 이유식 무료제공을 통한 B2G사업 본격화 (경남전역 사업 활성화 목적)

○ 2023 농림축산식품 과학기술 대전 영유아용 소스류 출품



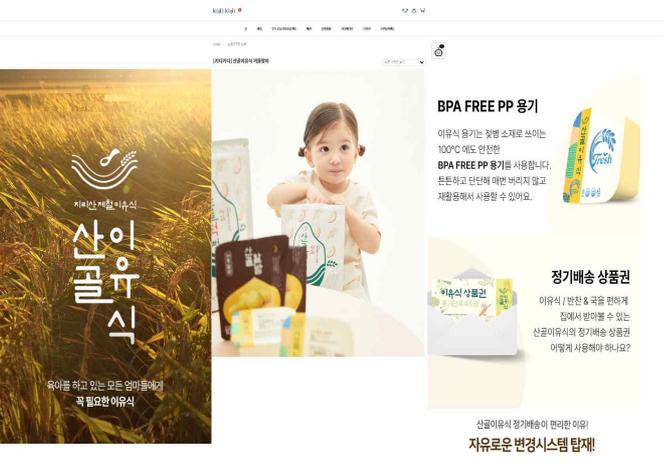
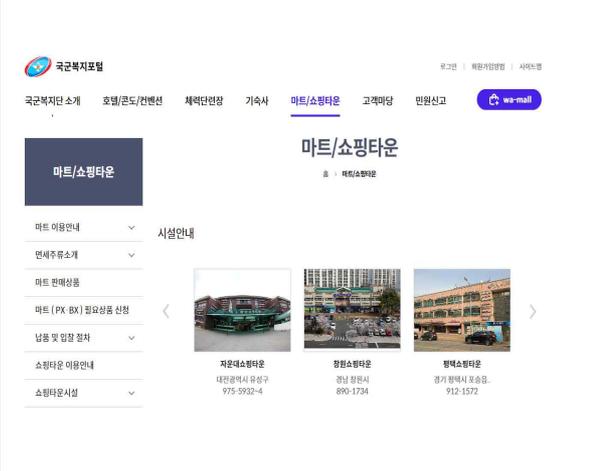
2023 농림축산식품 과학기술대전 마요소스류, 영유아소스 출품

○ 주관연구개발기관 자사몰, 대형유통망을 통합 사업화 제품 마케팅 전략

- 주관연구개발기관이 입점한 대형유통망(18곳), 자사몰, 모바일앱을 통하여 test-marketing 및 사업화(2023년 현대 서울 입점)
- 비건용 및 건강지향형 마요네즈의 품질 우수성 평가 및 소비자 기호도 조사
- 주관기업은 이유식을 통하여 시장에서 소비자들에게 긍정적인 매출효과를 나타내고 있으므로, 신제품의 경우 기존의 제품 판매에서 획득한 제품에 대한 긍정적인 브랜드를 전이시킬 수 있을 것으로 예상됨. 따라서 1차적으로 B2B 형태의 고객 창출과 함께 인터넷 홈페이지를 통해서 접속하는 소비자들이 자연스럽게 해당 제품을 구매할 수 있도록 사업화전략을 구축하고자함

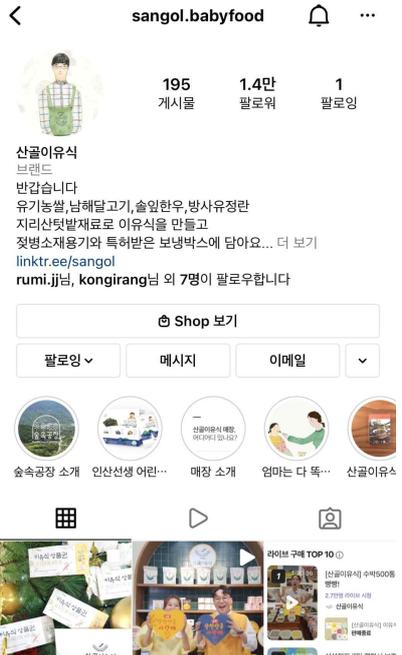
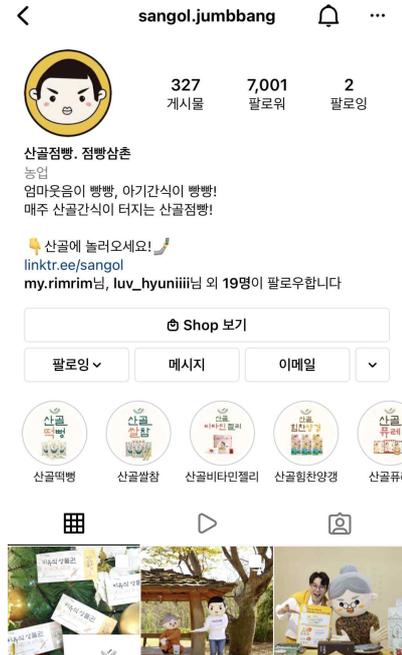
		
<p>에코맘산골이유식 자사 쇼핑몰 (고객 회원수 400,000명)</p>	<p>현대백화점 압구정본점 (기공식품 전체매출 5위권 기록)</p>	<p>롯데백화점 명동본점 (7층 유아휴게소 바로 옆)</p>
		
<p>롯데마트 청량리점 (롯데마트 6층 하이마트 옆)</p>	<p>현대백화점 판교점 (현대식품관 입구 인근 라운지 카페)</p>	<p>롯데마트 김포한강점 (지하 1층 플레이타임 앞)</p>
		
<p>롯데프리미엄아울렛 기흥점 (1층 mom&baby 내)</p>	<p>현대프리미엄아울렛 송도점 (B1 유아휴게실 내)</p>	<p>롯데백화점 인천터미널점 (3층 행사장 앞)</p>
		
<p>현대백화점 무역센터점 (지하 1층 정육코너 앞)</p>	<p>갤러리아백화점 진주점 (지하 1층 식품관 앞)</p>	<p>갤러리아 센터시티점 천안 (지하1층 와인코너 옆)</p>

○ 2023년 신규 입점

		
2023 롯데백화점 인천터미널점	2023 신세계백화점 경기점	2023 현대백화점 더현대서울점
		
2023 이랜드 키디키디몰 입점 판매		2023 국군복지단 마트 입점 - 2,000매장

○ 브랜드 홍보 활동(인스타그램)

- 이유식 브랜드 인스타그램 1위
- 인스타그램을 통한 브랜드 홍보, 개발 제품 이벤트 진행

		
---	---	--

- 자체 홈쇼핑 운영(네이버 라이브 방송)
 - 패키지 할인 프로모션 운영, 구입인증을 통한 이벤트 진행을 통한 매출액 증대
 - 간편한 구매 시스템 구축, 장기고객 유입 유도



- 온라인 마케팅
 - 효과적인 마케팅 홍보를 위한 주 고객 타겟 설정 및 통합적 마케팅 전략 수립
 - 내부 구성원 및 외부 구성원 소비자 대상 의식도와 선호도 리서치를 통한 정량적 데이터 반영
 - 시제품의 고객 선호도 조사와 구매 특성 파악
 - 주관기업의 다양한 제품군 홍보를 위한 온라인 쇼핑몰 판매 채널을 이용한 기존 고객 확보 및 신규 고객유입

□ 해외시장 진출계획

○ 사업화에 따른 수출 계획

- 주관기업 베트남 등 해외시장 현지 대형유통 매장에 입점(20개 이상) 및 지사 설립(3개)
- 해외 현지 수요조사 결과를 반영한 맞춤형 제품개발 및 상품화
- 해외시장 현지 영유아식품 메이저 바이어 및 대형 유통업체 간의 수출협약체결을 통한 수출촉진체계 구축 및 활성화
- 해외시장에서 선호하는 안전성·기능성·영양성·편리성이 강화된 프리미엄 영유아식품의 개발 및 그 우수성 홍보 강화를 위한 각종 베트남 현지 프로그램 운영

○ 순식물성 마요네즈 베트남 수출 30만불 계약 체결

- 제품명 : 산골미식마요(순식물성 마요네즈)
- VIET SAO MAI
- 계약금액 : 30만불

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	2	
	비SCIE	-	
	계	2	
국내논문	SCIE	-	
	비SCIE	2	
	계	2	
특허출원	국내	2	
	국외	-	
	계	2	
특허등록	국내	-	
	국외	-	
	계	-	
인력양성	학사	1	
	석사	2	
	박사	3	
	계	5	
사업화	상품출시	2	
	기술이전	2	
	공정개발	2	
제품개발	시제품개발	2	
비임상시험 실시		-	
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	-
		2상	-
		3상	-
	의료기기	-	
진료지침개발		-	
신의료기술개발		-	
성과홍보		3	
포상 및 수상실적		-	
정성적 성과 주요 내용		<ul style="list-style-type: none"> ■ 제품화 2건 이상 ■ 특허출원 2건 이상 ■ 기술이전 1건 이상 ■ 사업종료 후 매출목표 5억이상 ■ 인력양성 5명 (석사급 5명) ■ 고용창출 8명 ■ 논문게재(국내외) 2건 이상 / 학술 발표 2건 이상 	

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 공통 요구자료	1) 자체 평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
	3) 연구부정행위 예방 확인서

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		121011-03	
사업구분	고부가가치기술개발사업				
연구분야	식품		과제구분	단위	
사업명	고부가가치기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발 및 제품화		과제유형	개발	
연구개발기관	(주)에코맘의산골이유식 농업회사법인		연구책임자	오천호	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04.01~ 2021.12.31	220,000	55,000	275,000
	2차년도	2022.01.01.~ 2022.12.31	293,500	73,375	366,875
	3차년도	2023.01.01.~ 2023.12.31	293,500	73,375	366,875
	계		807,000	201,750	1,008,750
참여기업	(주)에코맘의산골이유식 농업회사법인				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2024.02.22

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)에코맘의산골이유식 농업회사법인	대표이사	오천호

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 오천호

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

확약	
----	---

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

- 식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈를 제조하여 상품화 (2건 이상)하는데 있음. 이를 위해, 난황을 대체할 수 있는 식물성 천연유화소재를 발굴하고 유화기술 및 산화제어기술 접목을 통한 순식물성 비건용 마요네즈 제조공정을 확립
- 콩기름과 옥수수유 대체를 위한 우수한 생리학적특성을 지닌 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈(총중량대비 40%, 총지방대비 55% 이상)를 개발하고자 함. 경쟁력있는 고품질·고기능성의 마요네즈 상품화를 위해 품질우수성 평가 및 소비자기도 조사와 건강기능적·영양학적·관능학적특성 및 저장안정성 개선

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 안전성·기호성·기능성이 구비된 선정된 천연유화소재, 순식물성 비건용 마요네즈 및 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈제품으로 국민 건강증진에 기여
- 가공에 적합한 최첨단 신 가공기술 및 천연안심소재의 접목을 통한 유화안정성 개선, 산화안정성, 저장안정성 품질 개선
- 기호성과 영양특성이 매우 우수한 제품의 생산판매를 통하여 안전성·기호성·기능성을 중요시하는 소비자의 니즈에 부합하므로써 소스류 시장에서 파급효과가 클 것으로 예상
- 제품화 4건 / 사업기간 내 사업화 매출액(국내 10억 / 수출계약 3억)

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

- 개발된 선정된 천연유화소재 및 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 가공품 제조에 응용 및 고품질·고부가가치에 기여
- 우수한 신 가공기술 개발 및 이에 기초한 고품질 제품의 출시로 인한 수입대체 효과 및 수출 시장 개척 토대 마련

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 연구시작 시점부터 지속적인 협동연구와 회의를 통한 연구수행
- 연구수행 개발 목표 대비 달성도 100%
- 연구개발 제품 사업화를 통한 사업기간 내 사업화 매출액 달성

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

- 특허출원 4건
- 논문 4건
- 학술회의 발표 6건

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 식물성 대체 맞춤형 천연안심소재 개발 및 발굴 및 유화능력 향상을 위한 초임계유체기술 이용 및 조건 확립	15	100	○ 초임계유체기술의 추출조건 확립 및 초임계유체기술을 접목한 천연유화소재의 이·화학적 품질특성 분석과 유화능력 및 유화안정성 향상 분석을 통해 비건용 마요네즈의 제조에 적합한 천연유화소재임을 입증
○ 발굴된 소재를 이용한 비건용, 건강지향형 마요네즈 제조를 위한 가공적성 평가	15	100	○ 마요네즈의 기초제조공정기술 개발 및 제조된 비건용 마요네즈의 이화학적 품질특성 분석을 품질의 우수성을 입증
○비건용 마요네즈의 소비자 기호도 평가 및 관능평가 조사	10	100	○ 비건 마요네즈 시제품의 관능적 품질 및 기호도 우수성 확인
○천연유화소재 마요네즈 제조 공정 확립 및 시제품 생산	15	100	○ 기술실시 1건 ○ 대량 제조공정 확립 ○ 순식물성 마요네즈 시제품 생산 ○ 제품화 2건
○비건용 마요네즈의 관능평가 조사, 제품의 건강기능적 특성 구명을 위하여 동물모델을 통한 혈중콜레스테롤과 체지방에 미치는 영향 분석	15	100	○ 난황마요네즈 대비 비건마요네즈의 혈중 지질 및 체지방 증가 억제 결과 확인 ○ 고지방식이 동물모델에서 비건마요네즈의 혈중 지질 및 체지방 감소 영향 확인
○ 발굴된 식물성선정된 천연유화소재를 적용한 건강지향형 식물성 제조공정 및 제품화 기술구축	15	100	○ 전체 지방산 중 55% 이상 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈 제품개발을 위한 제조기술 구축 ○ 이화학적 품질특성 및 가공적성(색도 및 pH, 유화안정성, Droplet size, 등) 평가 ○ 기술실시 3건 ○ 대량 제조공정 확립 ○ 건강지향형 마요네즈 시제품 생산 ○ 제품화 2건
○ 순식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 저장안정성 개선 방안 모색	15	100	○ 저장안정성 개선을 위한 천연항산화제 탐색 및 선정 ○ 천연항산화제를 첨가한 마요네즈의 품질 향상 및 항산화효과 분석 ○ 아레니우스 모델에 기초한 반응속도 파라미터 분석을 통한 오메가-3 고함유 마요네즈 저장특성 예측
합계	100	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 안전성·기호성·기능성이 구비된 선정된 천연유화소재, 순식물성 비건용 마요네즈 및 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈, 영유아소스료 가공기술 확립 및 제품화
- 개발된 선정된 천연유화소재 및 식물성 오메가-3 고함유 마요네즈의 가공품 제조에 응용 및 고품질·고부가가치에 기여
- 우수한 신 가공기술 개발 및 이에 기초한 고품질 제품의 출시로 인한 수입대체 효과 및 수출 시장 개척 토대 마련
- 사업기간내 사업화 매출액 10억 / 수출계약 3억

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 영유아식품 전문제조기업인 (주)에코맘의산골이유식은 현대백화점 등 국내 대형유통망 18곳 이상의 매장 확보와 거래를 통한 영업 및 유통망 확보
- (주)에코맘의산골이유식 자사쇼핑몰 회원수 40만명을 대상으로한 자체 라이브 홈쇼핑, 자사몰, 자사 SNS채널을 통한 테스트마케팅 진행

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	마요네즈를 포함하 유화 식품에 적용 가능
②의 기술	건강 지향형 마요네즈 생산 가능

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구 활용등) (명)	
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	S M A R T 평 인 제 도	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문 S C I	논 문 비 S C I	논 문 평 인 제 도			학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	-	-	-	5	5	20	20	5	15	-	-	-	5	5	-	5	-	5	-	
최종목표	2	1	-	-	2	10	2	1,000	300	8	-	-	2	2	1.0	2	-	5	-	2	-
연구기간내 달성실적	2	-	-	-	2	10	2	700	300	5	-	-	2	2	1.0	2	-	5	-	2	-
연구종료후 성과창출 계획	-	1	-	-	-	-	-	300	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8. 연구결과의 기술이전조건

① 비건 마요네즈 제조를 위한 식물성 천연소재 유화 특성 개선 기술

핵심기술명 ¹⁾	비건 마요네즈 제조를 위한 식물성 천연소재 유화특성 개선기술		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	5,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	6개월	실용화예상시기 ³⁾	2024년 12월
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	소재 검색 및 초임계 처리 조건 관련 기술 지도		

연구진실성 관련 연구부정행위 예방을 위한 확인서

※ 주관·공동·위탁과제별로 연구책임자가 자체 점검 후 작성·제출

구분	번호	내용	예	아니오
위조	1	연구 수행 전과정에서 존재하지 않는 데이터 또는 결과 등을 거짓으로 만들거나 기록한 사실이 없는가?	✓	
	2	연구수행 과정에서 데이터 또는 결과 등을 임의적으로 사실과 다르게 변형, 삭제, 왜곡하여 기록한 사실이 없는가?	✓	
표절	3	이미 발표된 타인의 독창적인 아이디어나 연구성과물을 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	✓	
	4	일반적 지식이 아닌 타인의 독창적인 개념, 용어, 문장, 표현, 그림, 표, 사진, 영상, 데이터 등을 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	✓	
	5	타인의 연구성과물을 그대로 쓰지 않고 풀어쓰기(paraphrasing) 또는 요약(summarizing)을 하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	✓	
	6	외국어 논문이나 저서를 번역하여 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	✓	
	7	2차 문헌을 활용하면서 재인용 표기를 하지 않고 직접 원문을 본 것처럼 1차 문헌에 대해서만 출처를 표기한 적이 없는가?	✓	
	8	출처 표기를 제대로 했으나, 인용된 양 또는 질이 해당 학문 분야에서 인정하는 범위 이내 라고 확신할 수 있는가?	✓	
	9	타인의 저작물을 여러 번 인용한 경우 모든 인용 부분들에 대해 정확하게 출처를 표기하였는가?	✓	
	10	타인의 저작물을 직접 인용 할 경우, 적절한 인용 표기를 했는가?	✓	
부당한 저자 표기	11	연구에 지적 기여를 한 연구자에게 저자의 자격을 부여하였는가?	✓	
	12	연구에 지적 기여를 하지 않은 연구자에게는 저자의 자격을 제외하였는가?	✓	
	13	저자들의 표기 순서와 연구 기여도가 일치하는가?	✓	
부당한 중복 게재	14	자신의 이전 저작물을 활용하면서 적절한 출처 표기를 하였는가?	✓	
	15	자신의 이전 저작물을 여러 번 활용하면서 모든 인용 부분들에 대해 정확하게 출처 표기를 하였는가?	✓	
	16	자신의 이전 저작물을 활용하면서 출처 표기를 제대로 했으나 인용된 양 또는 질이 해당 학문 분야에서 인정하는 범위 이내 라고 확신할 수 있는가?	✓	

점검결과를 위와 같이 연구윤리 위반 사항이 없음을 확인하며, 위반사실이 확인 될 경우 「국가연구개발혁신법」 제32조1항에 따라 참여제한, 연구비 환수 등 처분을 받게 됨을 인지하고 아래와 같이 서명합니다.

2024. 02. 22.

기관명 : (주)에코맘의산골이유식 농업회사법인

점검자 : 오 천 호 (서명)

농림식품기술기획평가원장 귀하

연구진실성 관련 연구부정행위 예방을 위한 확인서

※ 주관·공동·위탁과제별로 연구책임자가 자체 점검 후 작성·제출

구분	번호	내용	예	아니오
위조	1	연구 수행 전과정에서 존재하지 않는 데이터 또는 결과 등을 거짓으로 만들거나 기록한 사실이 없는가?	√	
	2	연구수행 과정에서 데이터 또는 결과 등을 임의적으로 사실과 다르게 변형, 삭제, 왜곡하여 기록한 사실이 없는가?	√	
표절	3	이미 발표된 타인의 독창적인 아이디어나 연구성과물을 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	4	일반적 지식이 아닌 타인의 독창적인 개념, 용어, 문장, 표현, 그림, 표, 사진, 영상, 데이터 등을 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	5	타인의 연구성과물을 그대로 쓰지 않고 풀어쓰기(paraphrasing) 또는 요약(summarizing)을 하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	6	외국어 논문이나 저서를 번역하여 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	7	2차 문헌을 활용하면서 재인용 표기를 하지 않고 직접 원문을 본 것처럼 1차 문헌에 대해서만 출처를 표기한 적이 없는가?	√	
	8	출처 표기를 제대로 했으나, 인용된 양 또는 질이 해당 학문 분야에서 인정하는 범위 이내 라고 확신할 수 있는가?	√	
	9	타인의 저작물을 여러 번 인용한 경우 모든 인용 부분들에 대해 정확하게 출처를 표기하였는가?	√	
	10	타인의 저작물을 직접 인용 할 경우, 적절한 인용 표기를 했는가?	√	
부당한 저자 표기	11	연구에 지적 기여를 한 연구자에게 저자의 자격을 부여하였는가?	√	
	12	연구에 지적 기여를 하지 않은 연구자에게는 저자의 자격을 제외하였는가?	√	
	13	저자들의 표기 순서와 연구 기여도가 일치하는가?	√	
부당한 중복 게재	14	자신의 이전 저작물을 활용하면서 적절한 출처 표기를 하였는가?	√	
	15	자신의 이전 저작물을 여러 번 활용하면서 모든 인용 부분들에 대해 정확하게 출처 표기를 하였는가?	√	
	16	자신의 이전 저작물을 활용하면서 출처 표기를 제대로 했으나 인용된 양 또는 질이 해당 학문 분야에서 인정하는 범위 이내 라고 확신할 수 있는가?	√	

점검결과를 위와 같이 연구윤리 위반 사항이 없음을 확인하며, 위반사실이 확인 될 경우 「국가연구개발혁신법」 제32조1항에 따라 참여제한, 연구비 환수 등 처분을 받게 됨을 인지하고 아래와 같이 서명합니다.

2024. 02. 22.

기관명 : 경상국립대학교

점검자 : 최 성 길

농림식품기술기획평가원장 귀하

연구진실성 관련 연구부정행위 예방을 위한 확인서

※ 주관·공동·위탁과제별로 연구책임자가 자체 점검 후 작성·제출

구분	번호	내용	예	아니오
위조	1	연구 수행 전과정에서 존재하지 않는 데이터 또는 결과 등을 거짓으로 만들거나 기록한 사실이 없는가?	√	
변조	2	연구수행 과정에서 데이터 또는 결과 등을 임의적으로 사실과 다르게 변형, 삭제, 왜곡하여 기록한 사실이 없는가?	√	
표절	3	이미 발표된 타인의 독창적인 아이디어나 연구성과물을 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	4	일반적 지식이 아닌 타인의 독창적인 개념, 용어, 문장, 표현, 그림, 표, 사진, 영상, 데이터 등을 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	5	타인의 연구성과물을 그대로 쓰지 않고 풀어쓰기(paraphrasing) 또는 요약(summarizing)을 하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	6	외국어 논문이나 저서를 번역하여 활용하면서 출처를 정확하게 표기하였는가?	√	
	7	2차 문헌을 활용하면서 재인용 표기를 하지 않고 직접 원문을 본 것처럼 1차 문헌에 대해서만 출처를 표기한 적이 없는가?	√	
	8	출처 표기를 제대로 했으나, 인용된 양 또는 질이 해당 학문 분야에서 인정하는 범위 이내 라고 확신할 수 있는가?	√	
	9	타인의 저작물을 여러 번 인용한 경우 모든 인용 부분들에 대해 정확하게 출처를 표기하였는가?	√	
	10	타인의 저작물을 직접 인용 할 경우, 적절한 인용 표기를 했는가?	√	
부당한 저자 표기	11	연구에 지적 기여를 한 연구자에게 저자의 자격을 부여하였는가?	√	
	12	연구에 지적 기여를 하지 않은 연구자에게는 저자의 자격을 제외하였는가?	√	
	13	저자들의 표기 순서와 연구 기여도가 일치하는가?	√	
부당한 중복 게재	14	자신의 이전 저작물을 활용하면서 적절한 출처 표기를 하였는가?	√	
	15	자신의 이전 저작물을 여러 번 활용하면서 모든 인용 부분들에 대해 정확하게 출처 표기를 하였는가?	√	
	16	자신의 이전 저작물을 활용하면서 출처 표기를 제대로 했으나 인용된 양 또는 질이 해당 학문 분야에서 인정하는 범위 이내 라고 확신할 수 있는가?	√	

점검결과를 위와 같이 연구윤리 위반 사항이 없음을 확인하며, 위반사실이 확인될 경우 「국가연구개발혁신법」 제32조1항에 따라 참여제한, 연구비 환수 등 처분을 받게 됨을 인지하고 아래와 같이 서명합니다.

2024. 2. 22.

기관명 : 재단법인 진주바이오산업진흥원

점검자 : 추영무

(서명) 추영무

농림식품기술기획평가원장 귀하

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업 「식물성 대체식품 제조를 위한 천연안심소재 발굴과 비건용, 건강지향형 마요네즈 개발 및 제품화」 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.