

11-15430
00-00275
7-01

곤충자원의 다각적 활용을 위한 전략적 식품소재 개발 및 상품화 최종보고서

2018

농림축산식품부

고부가가치식품기술개발사업 R&D Report

발간등록번호

11-1543000-002757-01

곤충자원의 다각적 활용을 위한 전략적 식품소재 개발 및 상품화 최종보고서

2018 . 12. 31.

주관연구기관 / (주) 농심
협동연구기관 / 중앙대학교
세종대학교
위탁연구기관 / 양주시농업기술센터

농림축산식품부

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “곤충자원의 다각적 활용을 위한 전략적 식품 소재 개발 및 상품화”(개발 기간 : 2016. 7. ~ 2018. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 2. 8.

주관연구기관명 : (주) 농심 (대표자) 박준 (인)

협동연구기관명 : 중앙대학교 (대표자) 김원용 (인)

세종대학교 (대표자) 백성욱 (인)

위탁연구기관명 : 양주시농업기술센터 (대표자) 방한식 (인)

주관연구책임자 : 윤재원

협동연구책임자 : 어중혁

정장호

위탁연구책임자 : 조상섭

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	316057-3	해 당 단 계 연 구 기 간	3년	단 계 구 분	(총 단 계)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	곤충자원의 다각적 활용을 위한 전략적 식품 소재 개발 및 상품화			
연구 책임자	윤재원	해당단계 참여연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 27명 내부: 27명 외부: 명	총 연구개발비	정부:550,000천원 민간:550,000천원 계:1,100,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)농심, R&D 부문 연구개발실			참여기업명 (주) 농심	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 양주시농업기술센터			연구책임자:조상섭	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

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

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

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

보고서 면수 : 336

■ 1차년도(2016.07~2017.12) 주요 연구성과

- 식용곤충 구매프로세스를 통한 안정적인 공급 및 품질 표준화 시스템 구축
- Lab scale의 식용곤충 산가수분해 실험을 통한 분획물 소재 특성 및 최적화 기술 확립
- 식용곤충별 기초 영양성분분석 및 비교
- 발효공정 적용을 위한 곤충식품소재 특성연구
- 곤충 발효를 위한 적합균주 선발
- 식용곤충 사육환경과 먹이원 표준분석
- 식용곤충 사육농가 안정적 원재료 공급 및 생산농가 기술지도

■ 2차년도(2017.01~2017.12) 주요 연구성과

- 산가수분해물, 효소분해물 Pilot scale 정립
- 3-MCPD 안전성 확보, 효소분해 최적화
- 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 최적화
- 선별된 균주의 발효과저에 따른 성분 특성 연구를 통하여 발효제어 확인 및 최종 발효품의 특성 분석
- 발효품의 조미식품 소재화
- 식용곤충의 형태별 기초 전처리 가공특성분석
- 식용곤충 사육 품질 균일화

■ 3차년도(2018.01~2018.12) 주요 연구성과

- 산가수분해물 현장생산 공정 최적화
- 산가수분해물을 베이스로 조미소재류, 소스류, 후레이크류 및 당사 제형 제품 적용 테스트(스낵류, 건면, 유탕면)
- 단백질 분리를 위한 전처리 및 소재화 최적화
- 곤충단백 및 효소분해물의 항산화, 항당뇨, 항염증, 혈압조절 활성 비교 및 유효성, 용해도, 거품안정성, 유도옥성, 젤화 등의 정보 라이브러리 구축
- 발효조미제품의 조리 적용 특성 및 소비자 조사 실시
- 최적 유통체계 설정을 위한 저장온도 연구
- 온도 및 습도에 따른 저장기간 산패변화
- 먹이원 공급에 따른 농가 모니터링

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 국내에서 허용된 식용곤충을 활용하여 미래 대체 식량 자원으로 효과가 있을 것으로 기대되며, 영양, 기능성분 및 안전성 분석을 통해 식품 소재로서의 적합성을 확인하고자 함. • 이를 바탕으로 소재 전처리 기술의 최적화 및 대량생산 공정의 수립을 통해 고부가가치식품 소재를 개발하고자 함. 				
<p>연구개발성과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 식용곤충 원료 품질 및 생산공정 표준화를 통한 소재 개발 및 식용곤충활용 제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 식용곤충 소재의 제조공정 최적화 • 식용곤충 가공 및 품질균일화 연구(유통저장, 건조조건 등) • 기능/영양성분 및 안전성 성분 검토를 통한 품질 안정화 • 시제품 개발 및 기존 소재와의 소비자 조사를 통한 제품 출시 2. 식용곤충의 식품소재화를 위한 특성 연구 및 공정 최적화 <ul style="list-style-type: none"> • 식용 곤충별 기초 영양 성분 분석 등 특성 비교 • 식용 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 확립 • Defatting, 효소분해, 산가수분해, 발효법 등 식용곤충 전처리 기술확보 • 전처리 과정에 따른 소재 특성 분석 및 연구 3. 식용곤충을 활용한 다양한 조미제품 및 flake제품 개발 연구 <ul style="list-style-type: none"> • 식용곤충 소재별 식품학적 특성 비교 분석(단백질, 식이섬유 소재 등) • 식용곤충 소재별 기능성 탐색(in vitro) 항당뇨, 항산화, 항염증 활성 비교 • 조미제품 개발 및 접근성 향상을 위한 연구 진행 관능특성, 소지자 조사, 조리적용 • 개발된 소재에 대한 식품 적용 가능성 확인 및 상품화 적용 범위설정 • 식용곤충 제품의 안정적 공급을 위한 저장 및 유통, 포장방법 연구 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 식용곤충을 활용한 식품개발은 식용곤충 원형을 제품에 그대로 적용하거나 분말화한 후 조리 및 제품에 직접적으로 적용하는 연구 및 상품화는 상당부분 보고되어 있으나, 가수분해, 효소분해, 발효법 등을 활용한 소재화 및 상품화 가능성 연구를 진행한 경우가 국내/외적으로 많지 않아 관련 식용곤충산업 확대에 새로운 활로가 될 수 있음. • 식용곤충을 활용하여 원물 및 분말화 등 1차적인 가공을 통한 제품화가 아닌 분획물을 활용한 조미소재 및 flake type의 단백질 대체제를 개발함으로써 가공식품의 원료 base 및 범용적인 조리용 조미소재로써의 상품화를 확대할 수 있을 거라 기대함. • 고단백,고양양 및 기능성이 우수한 식용곤충소재가 개발된다면 친환경, 친경제성 등의 미래 육류 대체 소재로써의 자원을 확보할 수 있음. 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>식용곤충</p>	<p>아미노산</p>	<p>효소</p>	<p>발효</p>	<p>가공식품</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Edible insect</p>	<p>Amino acid</p>	<p>Enzyme</p>	<p>Fermentation</p>	<p>Processed food</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	7
2. 연구수행 내용 및 결과	9
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	317
4. 연구결과의 활용 계획 등	331
붙임. 참고 문헌	334

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 새로운 식품 소재로 기대되는 국내 식용 곤충을 영양, 기능 및 안전성 평가를 통해 과학적으로 규명함
- 식용곤충의 지방 분리 정제 등 전처리 기술 및 소재화 생산공정 개발을 통한 곤충활용 식품 소재 개발 및 고부가가치의 곤충소재 식품을 개발하고자 함.

1-2. 연구개발의 필요성

- 일반적으로 곤충의 사육은 주로 한정된 실내 공간에서 온도, 습도 조절을 통해 이루어지고 있어 곤충을 생육하는데 저자본, 저기술, 고집적도로 미래식량자원으로 경쟁력을 가지고 있음.
- 그러나 현재 시료 생산의 과정(사육→2-3일 사료 공급 정지→냉동→건조)을 거치면서 냉동과 건조 과정 중 고정비용이 많이 발생하고, 산업의 순환이 안정화 되지 못하여 곤충의 가격이 매우 높게 형성되어 있어, 새로운 공정 개발이나 곤충의 수득별 원료 활용과 대량생산으로 산업활성화를 통한 곤충산업의 현실화 및 안정화가 필요한 시기임.
- 고소에 곤충 분말의 경우는 일반 다른 곤충에 비해서 지방함량이 5~10% 높아 장기 저장 시 지방 산패나 분말 뭉쳐짐 등과 같은 식품소재 가공성이 저하되는 문제점이 있음.
- 곤충의 분말화시 표피의 키틴질 미분화가 잘 안되어 이를 극복할 수 있는 방안이 수립되어야 함.
- 장수풍뎅이 유충의 경우에는 강한 흙 냄새를 포함하고 있어 이를 제거하지 않을 시 식품소재 사용이 극히 어려운 점이 있음.
- 또한 곤충자원의 식품이용에 대한 소비자의 부정적 인식이 산업활성화에 가장 큰 장벽이 되고 있음. Rudy et al (2014)의 연구 'Edible Insects Acceptance by Belgian Consumers: Promising Attitude for Entomophagy Development'에 의하면 곤충의 부정적인 이미지는 유년기의 경험(거미나 곤충 등)으로 형성되며 이러한 인식을 개선하기 위한 가공조리법 개발, 곤충 유익정보제공, 인식의 모순점 지적(계, 새우도 절지동물) 등을 통해 개선될 수 있다고 제안함.
- 이러한 문제점들을 개선하기 위해 고단백질 식품인 '고부가 곤충자원 단백질 등 곤충 소재 생산이 가능한 공정개발 및 식품소재 개발이 필요함.
- 아래의 표에서 보는 바와 같이 곤충자원 지방함량의 경우 일반적으로 동물자원과 비슷하거나 낮으며 대두와 비교 시 지방함량이 높은 편임. 따라서 초기 지방함량 조정 공정 등을 도입 할 경우 차후 가공공정에서 대두를 이용할 수 있는 식품가공 형태 제품 개발 등도 용이할 수 있을 것으로 판단됨.

동결건조한 타 식품군과의 영양성분 비교(dry weight,%) <출처: 농촌진흥청>

	갈색 거저리	귀뚜라미	흰점박이 꽃무지	장수 풍뎠이	대두	생태	계란	닭	돼지	소
탄수화물	9	13.3	17	26	38	0.18	6	0.11	0.22	3.36
조단백질	53	64.4	58	38	39	76	54	65	33	65
조지방	31	14.4	18	29	15	15	36	29	65	21
비타민 B ₃	0.009	-	0.009	0.008	-	0.004	-	0.022	0.008	0.016
철	0.005	-	0.006	0.027	0.009	0.004	0.008	0.001	0.001	0.009
인	0.593	0.047	0.724	0.425	0.606	1.04	0.643	0.512	0.246	0.526

- 식용곤충 자원의 활용을 위한 소재 분획 생산 공정기술 개발과 이를 이용한 상품개발은 소비자들의 거부감을 극복할 수 있는 좋은 방법이 될 수 있으며, 식용곤충의 활용도 다각화를 통한 산업활성화에 기여할 수 있을 것임
- 그러나 이런 식용곤충 소재화와 관련 산업의 활성화를 위해서는 식용곤충의 안정적인 생산과 유통체계의 확립이 전제되어야 할 것임.
- 식용곤충을 활용한 식품개발은 식용곤충 원형을 제품에 그대로 적용하거나 분말화한 후 조리 및 제품에 직접적으로 적용하는 연구 및 상품화는 상당부분 보고되어 있으나 미생물 발효법을 활용한 소재화 및 상품화 가능성 연구를 진행한 경우는 국내/외적으로 연구된 사례가 없어 관련 식용곤충관련 식품산업의 새로운 방향성을 제시할 수 있음.
- 식용곤충의 발효공정을 활용한 식품 및 조미소재 (액상, 분말, flake type)와 소스류의 식품·조리적용을 확인함으로써 상품화 확대가 기대됨

1-3. 연구개발 범위

가. 주관기관 (농심)

- (1) 식용 곤충 종류별 소재 특성 분석
- (2) 곤충소재 가수분해 전처리 기술 연구
- (3) 곤충 소재 산가수분해 Pilot 공정 개발 및 가수분해물을 활용한 중간소재 제품 개발
- (4) 소재별 조미제품 및 flake type제품 공장 단위 규모 생산 표준화
- (5) 곤충소재 활용 제품 상품화 추진

나. 협동연구기관 1 (중앙대학교)

- (1) 식용 곤충별 기초 성분 분석 및 곤충소재 분획 전처리 조건 탐색
- (2) 식용 곤충 유래 분획물 특성 분석 및 식용 곤충 소재화를 위한 전처리 조건 확립
- (3) 분획별 소재화 공정 최적화 및 소재별 라이브러리 구축

다. 협동연구기관 2 (세종대학교)

- (1) 식용곤충 소재별 분획공정 연구 및 수득별 식품소재 특성 연구
- (2) 분획물을 이용한 발효공정, 발효과정에 따른 성분특성 연구 및 발효품의 조미식품 소재화 연구
- (3) 식용곤충소재 발효조미제품의 조리적용 특성연구 및 개발식품의 소비자 조사 진행

라. 위탁연구기관 1 (양주시 농업기술센터)

- (1) 식용곤충 공급체계 생산농가 육성지도
- (2) 식용곤충 안정적 공급을 위한 안정성 검사 및 곤충 형태별 기초 전처리 경제성 분석
- (3) 식용곤충의 가공처리 방법에 따른 특성분석 및 건조 식용곤충 포장기술 연구
- (4) 식용곤충 형태별 기초 전처리 공정 확립 및 건조 식용곤충제품의 유통저장 연구

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 연구개발의 최종목표

	코드번호	
구분	내용	
최종목표		<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 허용 식용곤충 소재 탐색을 통한 미래 식량자원 가능성 확인 ○ 식용 곤충 소재 특성 분석 및 소재화 공정 기술 확립 ○ 미생물 발효공정에 의한 식용곤충의 고부가 식품소재 개발 및 활용 ○ 가수분해, 효소분해, 발효공정에 의한 식용곤충의 고부가가치 식품소재 개발 및 제품 상품화 추진 ○ 식용곤충 원재료의 안정적 공급과 생산지도 인프라 ○ 곤충소재 제품 대량생산 공정 표준화 및 제품 개발
세부목표		<p>주관기관 (농심)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식용곤충 원료 표준화 ○ 곤충소재 산가수분해 공정기술 연구 ○ 곤충 소재 분해기술을 통한 Pilot 공정 개발 및 분해물을 활용한 중간소재 제품 개발 ○ 소재별 조미제품, 소스류 제품 및 flake type제품 공장 단위 규모 생산 표준화 ○ 곤충소재의 경제성 분석 및 사업화 전략 추진 ○ 곤충소재 활용 제품 상품화 추진 <p>협동연구기관 1 (중앙대학교)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 곤충별 기초 성분 분석 및 곤충소재 분획 전처리 조건 탐색 ○ 식용 곤충 유래 분획물 특성 분석 및 식용 곤충 소재화를 위한 전처리 조건 확립 ○ 분획별 소재화 공정 최적화 및 소재별 라이브러리 구축 <p>협동연구기관 2 (세종대학교)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식용곤충 소재별 분획공정 연구 및 수득별 식품소재 특성 연구 ○ 분획물을 이용한 발효 공정기술에 따른 성분특성 연구 및 조미식품 소재화 연구 ○ 발효 생산품의 소스화 적용 특성 연구 ○ 식용곤충소재 발효조미제품의 조리적용 특성연구 및 개발식품의 소비자 조사 진행 <p>위탁연구기관 1 (양주시 농업기술센터)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식용곤충 사육농가 안정적 원료 생산 공급 및 생산농가 육성 기술지도 ○ 식용곤충 안정성 검사 및 곤충 형태별 기초 전처리 경제성 분석 ○ 식용곤충 가공처리 방법에 따른 특성분석 및 건조 식용곤충 포장기술 연구 ○ 식용곤충 기초 전처리 공정 확립 및 건조 식용곤충제품 유통저장 연구

2-2. 연차별 개발목표 및 내용

	코드번호	
<p>가. 1차년도</p> <p>① 개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관(농심) : 식용곤충 원료 표준화 , 곤충소재 산가수분해 공정기술 연구 - 협동연구기관1(중앙대학교) : 식용 곤충별 기초 영양 성분 분석 및 비교, 식이 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 탐색 - 협동연구기관2(세종대학교) : 곤충식품 소재의 발효 분획화 연구, 발효공정 후 수득별 식품소재 특성연구, 분획물의 발효공정 기술연구 - 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터) : 식용곤충의 사육환경과 먹이원의 표준분석, 식용곤충 사육농가 식별관리 및 안정적 원재료 공급방법, 안전한 식용곤충의 유충종령 및 출하관리 조사 분석 <p>② 개발 내용 및 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관(농심) <ul style="list-style-type: none"> ○ 식용곤충 원료 표준화 <p>식용곤충의 안정적 공급을 위하여 위탁연구기관인 양주시 농업기술센터를 통해 건조된 원료를 구매하여 각 연구기관에 제공하고 연구를 수행하도록 함.</p> <p>1협동연구기관의 곤충의 종류별 기초성분 및 영양성분 등을 분석한 결과를 바탕으로 구매하는 원료에 대한 기본적인 규격을 설정하고 관리함. 또한 소재 적용 가능한 곤충원료 선정의 기초 자료로 활용함.</p> ○ 곤충소재 산가수분해 공정기술 연구 <p>곤충의 가수분해 공정은 크게 원료투입, 산분해, 중화, 알카리처리(3-MCPD 처리), 재중화, 활성탄처리, 여과의 단계로 설정하고 각 공정에서의 세부조건을 변경하여 lab-scale의 산분해 추출물 제조 표준화 및 최적화. 분해 과정 중 발생하는 3-MCPD의 생성을 제거하기 위하여 곤충의 지방을 최대한 제거한 상태에서 산분해를 진행하고, 산분해 후 알카리 처리를 통하여 생성된 3-MCPD를 제거하는 공정을 추가함. 이 공정을 추가할 경우 국내 3-MCPD 허용 기준인 0.3 mg/kg보다 훨씬 안전한 수준으로 생성을 억제할 수 있음.</p> <p>또한, 이와 같은 산분해 공정은 현재 시판되는 간장 등 산분해 과정을 거치는 제품에 일반적으로 사용되는 공정으로 안전한 생산 방법임. 단백질은 산분해 과정을 통해 거의 100% 아미노산으로 분해됨. 또한, 아미노산으로 분해되지 않고 산에 의한 변성 단백질이 생성되었다고 해도, 산에 의한 단백질 구조의 변화로 인한 소화 효소의 결합 부위 증가 혹은 결합 부위 감소로 소화가 되지 않는 정도의 작용만이 있을 것으로 생각되고 위해물질이 발생할 가능성이 없다고 판단됨. 제조된 산분해 추출물은 HPLC 등을 통해 아미노산 함량 및 조단백, 아미노태 질소 등을 통한 단백질 수율을 비교 분석하고, 산분해 시 발생하는 위해요소인 3-MCPD 성분도 GC-MS/MS를 이용하여 분석함. 추출물 중 영양, 기능성 및 위해요소가 확보된 샘플을 선별함.</p> 		

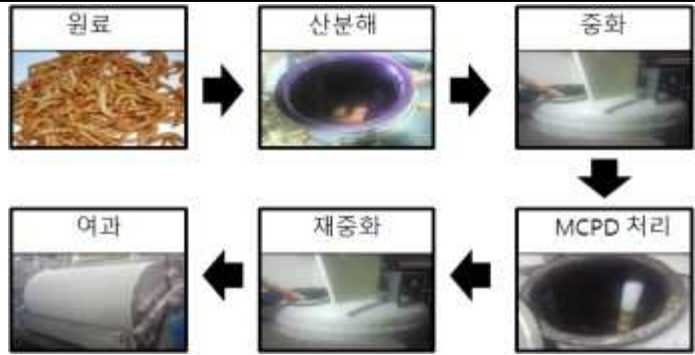


그림1. 산 가수분해 공정

- 협동연구기관1(중앙대학교)

- 식용 곤충별 기초 영양 성분 분석 및 비교
기초 성분 및 영양소 분석(조단백, 조지방, 식이섬유 등)
- 식이 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 탐색
물리적, 화학적 처리에 따른 소재 분획 수율 등 비교
단백질, 지방질, 식이섬유소 별 분획을 위한 기초 조건 탐색

- 협동연구기관2(세종대학교)-

- 발효공정 적용을 위한 곤충식품 소재의 분획화 연구
곤충원료의 경우 영양성분에서 단백질이 식물성 단백질의 대표 식품인 대두와 비교해서 다량 존재하여 대두 발효식품 공정이 적용 가능할 것으로 보임. 하지만, 대두 원료에 비해 지방의 함량이 높아, 지방을 적정량 제거할 경우 대두와 유사하거나 보다 고영양의 단백질 발효식품의 가공이 가능할 것으로 보임.
곤충분말 또는 원물의 지방 분리를 제거하기 위하여 non-polar와 polar(aqueous)용매를 이용하여 추출하고, 분획물의 성분 특성과 단백질의 수율 확보 정도 분석. 각 분획에 대한 이화학적 성분 특성 자료와 실제 가공처리 공정에서 활용도가 높을 것으로 예상되는 처리 방식선발, 곤충식품 소재 분획의 기초자료로 이용.

▶ 연구 방법

- ① 유기용매 추출법에 의한 분획
: Soxhlet 법을 이용한 추출법으로 용매분획과 pellet 분획물
- ② 가수분해 추출법
: 곤충분말 또는 원물을 일정 비율 증류수와 혼합한 다음 분쇄하고, sonication함. 곤충 현탁액을 원심분리 할 경우 3개의 분획층으로 분리되는데(지질층, 물층, pellet) 상층의 지방질을 제거하고, pellet을 채취하여 발효공정을 위한 기본 원료로 사용하고자 함.

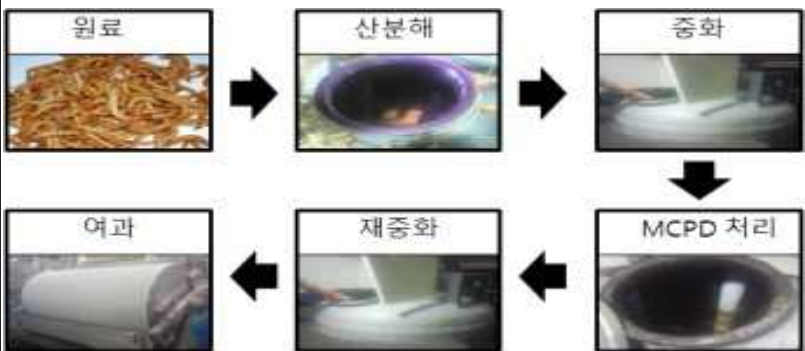


그림2. 곤충소재 가수분해 추출과정

○ 발효공정 적용을 위한 곤충 식품소재 특성연구

- 분획공정을 통해 얻어진 수득별 식품 소재 단위 특성 분석

▶ 연구 방법

① 일반성분 분석

: 각 분획물(지질층, 물층, pellet)의 일반성분을 분석하여, 그 특성을 파악하고자 하며 곤충 소재 분획 자료로 이용하고자 함.

② 유리당, 유기산, DPPH 등 기타 성분분석

: in vitro(예시)

지방 : 조지방, DPPH, 산가 등

탄수화물 : 유리당, 유기산, D.P.(Degree of polymerization) 측정

단백질 : 조단백, 아미노태 질소, 유리 아미노산

○ 분획물의 발효공정 연구

- 식용곤충 분획에 대한 발효 적합 균주 선발

- 육류의 대체 단백질 식품이 될 수 있는 두류를 가공하는 방법으로 오래전부터 미생물을 이용한 두류의 발효식품(된장, 간장, 고추장, 청국장 등)이 이용되고 있다. 따라서 위와 같이 곤충 재료의 지방질을 저감화 한 후 어느정도 제거하였을 때 수득 곤충재료의 성분 조성을 확인하고, 곤충 재료의 발효식품 제조가 가능할지를 확인하고자 함.

- 국내 두류를 이용한 발효 기술은 상업적으로 이용 가능한 수준으로 발달하였으며, 두류 발효식품 가공 공정을 참조하여 곤충 재료의 발효 가공 공정을 개발 및 수립함으로써, 곤충발효 식품의 이용가능성 및 관능적, 영양학적 가치를 높인 소재개발을 진행하고자 함.

▶ 연구 방법

① 대두단백을 이용한 미생물 발효 식품의 가공공정을 참고하여 식품의 가공 공정 중 접종되거나 자연적으로 발생하는 주요 균을 확인하여 선택적으로 분리 배양함.

② 단백질 분해효소를 생성하는 장류 발효 관련 균주(또는 chitinase 생성균 등)를 screening 및 국내외 type culture 균주를 이용하여 곤충 발효 가능 균주를 확보

③ 분획물을 가열 처리하여 기존 미생물들을 멸균 처리한 후 screening 및 구매하여 확보된 균주들을 접종하여 발효 가능 여부를 판단함

④ 선발 균주의 최적발효 조건 설정

- 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터)

○ 식용곤충의 사육환경과 먹이원의 표준분석

▶ 사육환경 : 온도, 습도 관리 중점

▶ 먹이원 표준분석 : 주 먹이원과 보조 먹이원의 비율 등 표준화

○ 식용곤충 사육농가 식별 관리 및 안정적 원재료 공급방법

▶ 안정적 원재료 공급방법 : 함수율 등

○ 안전한 식용곤충의 유충종령 및 출하관리 조사 분석

▶ 출하관리 조사분석 : 출하시점

나. 2차년도

① 개발 목표

- 주관연구기관(농심) : 곤충소재 분석 결과 등에 따른 적용 곤충 선정, 곤충 소재 산가수분해법, 효소법 등 Pilot 공정 개발 및 생산

- 산가수분해법, 효소법 등을 활용한 중간소재 제품 개발 (조미제품, flake 등)

- 협동연구기관1(중앙대학교) : 식용 곤충 유래 분획물 특성 분석, 식용 곤충 소재화를 위한

전처리 조건 확립, 소재화 공정 표준화

- 협동연구기관2(세종대학교) : 발효과정에 따른 성분특성 연구, 발효품의 조미식품 소재화 연구
- 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터) : 식용곤충의 급여 방법에 따른 안정성 분석, 원재료 건조 전처리 방식에 따른 특성 연구, 건조 전처리방법에 따른 미생물 분석, 균일한 품질 생산에 따른 먹이원 급여시기 조사

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(농심)

○ 연구결과 등에 따른 곤충 소재 선발

주관기관, 협동연구기관1, 2에서 진행한 산가수분해법, 발효법, 효소법 등에 따라 얻어진 식용곤충의 특성을 비교분석하여 pilot 공정에 적합한 기술을 선정하여 공정개발을 위한 계획을 수립함.

○ 곤충 소재 산간수분해 Pilot 공정 개발 및 생산

소재 특성 비교분석 결과로 선정된 식용곤충 소재화 기술을 활용하여 파일럿 공정을 설계하고 생산을 진행함. 파일럿 생산은 농심에서 보유한 대량 분해조, 대량 중화조, 여과장치 등을 이용하여 기존의 lab-scale에서 설계한 분해기술 공정을 진행하여 영양, 기능 및 위해성분을 지표로 설정하고 생산수율을 분석함

○ 분해물을 활용한 중간소재 제품 개발

선정된 식용곤충을 활용하여 파일럿 생산을 통하여 제조한 분해물을 이용하여 중간소재제품을 개발함. 중간소재 제품은 조미소재 2종(액상 및 분말 형태), 소스류 그리고 flake type 중 선정하여 진행함.

- 협동연구기관1(중앙대학교)

○ 식용 곤충 유래 분획물 특성 분석

분획물별 기초 물리적 특성 분석(색도, 용해도 등)
분획물 함유 소재들의 분자량 분포 검색

○ 식용 곤충 소재화를 위한 전처리 조건 확립

용매 및 초임계 추출처리에 따른 탈지 소재화 조건 확립
: 용매 종류, 온도, 시간에 따른 탈지 수율 비교
: 초임계추출조건(온도, cosolvent종류, 시간)에 따른 수율 비교
효소처리에 따른 고순도 소재 분리 조건 확립
: Protease, chitinase 등 처리에 따른 소재화 효율 비교
균질화 등 물리적 처리 기술을 이용한 전처리 공정 확립
: 분체 크기 조절과 초음파 처리 조건에 따른 소재화 수율 비교

- 협동연구기관2(세종대학교)

○ 발효과정에 따른 성분 특성연구

국내의 두류를 이용한 발효기술은 상업적으로 이용 가능한 수준으로 발달하였으며, 두류 발효식품 가공 공정을 도입하여 곤충 재료의 발효 가공 공정을 개발 및 수립함으로써, 곤충 식품의 이용가능성 및 관능적, 영양학적 가치를 높이며, 발효과정에서 미생물에 의한 전분분해 효소(amylase)와 단백질분해효소(protease)가 많이 들어 있어 소화 흡수율을 높이는데 우수한 역할을 할 것으로 예상됨.

▶ 연구 방법

- ① 지방질 저감된 곤충 분획 재료의 개량식 청국장 제조 방식에 의한 발효식품 제조 강력한 protease(*Bacillus subtilis* 또는 *Bacillus licheniformis* 등)와 chitinase를 분비하는 균주 등을 곤충소재 분획물에 단독 또는 혼합 등으로 접종하여 발효 진행
- ② 시간 별 발효양상 모니터링 및 발효 후 최종제품의 품질 특성을 파악 및 관능평가. 발효제품(균종에 따른)의 묘사분석을 통하여 품질의 관능특성 분석
- ③ 발효 후 생성되는 발효 생성물질 (향기성분, 단백질 분해정도, 유기산 생성 정도, 유리 아미노산 등)의 profile 특성 분석
- ④ 발효 기간에 따른 곤충 단백질 및 chitin의 분해정도 확인 실험(조단백질 정량, TLC, 유리아미노산 함량, Glucosamine 함량 등)
- 발효품의 특성 및 조미식품 소재화 연구
곤충소재를 발효법에 의해 생산할 경우 일반 발효제품과의 유사성과 차이점을 파악하고 생산 가능성의 품질 및 이화학적 특성의 틀을 구상하는데 기초자료로 이용하고자 함.
- ① Bench top(Lab Scale)의 발효 제품 식품소재화 연구
: 발효식품에서 작용하는 일반성분, 단백질 분해정도, 유기산 생성 정도, 맛의 특성 등을 파악
- ② 연구 개발된 소재를 통한 이용가능 제품 현황 파악
- ③ 조미제품 조성개발과 제품의 관능특성과 품질특성 분석
- ④ 생산 및 품질 기준 측정 지표를 도출하고 bench top 실험결과들에서 선정된 최종 제품 가공공정 확립

- 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터)

- 식용곤충의 급여 방법에 따른 안정성 분석
- 원재료 공급방식에 따른 특성 분석
- 원재료 건조 전처리 방식에 따른 특성 연구
- ▶ 원재료, 파우더 등 열풍건조기, 동결건조기, 원적외선 건조기 등 분석
- 건조 전처리방법에 따른 미생물 분석
- ▶ 오토크레이브, 증숙 전처리 등
- 균일한 품질 생산에 따른 먹이원 급여시기 조사

다. 3차년도

① 개발 목표

- 주관연구기관(농심) : 소재별 조미제품, 소스류 제품, flake 제품 pilot 및 공장 단위 규모 생산 표준화, 곤충소재 제품 규격설정, 곤충소재 경제성,사업성 분석 곤충소재 활용 제품 상품화 추진
- 협동연구기관1(중앙대학교) : 소재화 공정 최적화, 식용 곤충 소재별 라이브러리 구축, 식용곤충 소재별 기능성 탐색 (in vitro)
- 협동연구기관2(세종대학교) : 식품소재 적용(조미식품, flake, 소스류) 조미제품 개발, 식용곤충 소재 발효 조미제품의 조리적용 특성연구, 식용곤충유래 개발식품의 소비자 조사
- 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터) : 최적 유통체계 설정을 위한 저장온도 연구, 저장환경에 따른 산패 변화, 저장기간에 따른 기초성분 및 유해물질 분석 비교

② 개발 내용 및 범위

- 주관연구기관(농심)

- 소재별 조미제품 공장 단위 규모 생산 표준화
곤충 소재별 제품(산가수분해, 효소분해, 발효)의 파일럿 생산 분석 및 재현성 확인 후, 조미제품 제작을 위하여 공장 단위 규모의 생산을 진행하고 표준공정도를 수립함. 생산은 농심 안성공장

및 계열사, 협력사에 있는 설비를 활용하여 진행하도록 함. 파일럿 생산 샘플 중 영양,기능성분 함량, 생산단가, 샘플의 안전성 및 품질 등을 고려하여 조미소재 2종(액상 및 분말)을 선정하여 이를 시연함. 파일럿 공정에서의 지표와 비교분석하여 공정을 조율하고 최종 가능성을 확인함.

○ 소재별 소스류 제품 pilot 및 공장 단위 규모 생산 표준화

곤충 산가수분해에 의한 소재의 파일럿 생산 분석 및 재현성 확인 후, 소스류 제품 제작을 위하여 공장 단위규모의 생산을 진행하고 표준공정도를 수립함. 생산은 농심 안성공장에 있는 설비를 활용하여 진행하도록 함. 파일럿 생산 샘플 중 영양,기능성분 함량, 생산단가, 샘플의 안전성 및 품질(조지감 등) 등을 고려하여 소스류 제품 1종을 선정하여 이를 시연함. 규모는 파일럿 공정에서의 지표와 비교분석하여 공정을 조율하고 최종 가능성을 확인함.

○ 소재별 flake type 제품 pilot 및 공장 단위 규모 생산 표준화

곤충 발효에 의한 소재의 파일럿 생산 분석 및 재현성 확인 후, flake type제품 제작을 위하여 pilot 및 공장단위 규모의 생산을 진행하고 표준공정도를 수립함. 생산은 농심 안양공장에 있는 설비를 활용하여 진행하도록 함. 파일럿 생산 샘플 중 영양,기능성분 함량, 생산단가, 샘플의 안전성 및 품질(조지감 등) 등을 고려하여 flake type 1종을 선정하여 이를 시연함. 규모는 파일럿 공정에서의 지표와 비교분석하여 공정을 조율하고 최종 가능성을 확인함.

○ 곤충소재 제품 규격 설정

공장단위 생산 제품(조미소재 2종, 소스류, flake)에 대한 품질규격을 설정함. 품질규격 설정은 일반성분, 기능성분, 위해성분 등 식품의약품안전처에서 정한 식품 규격 및 농심 자체적으로 설정하여 관리하고 있는 자재품질규격을 검토하여 적용하고 관리하도록 함.

○ 곤충소재 경제성, 사업성 분석

기존 사용 육류소재(조미소재, HVP, flake 등)와 단가, 원가절감 등 비교를 통해 제품 생산 시 경제성을 분석함. 또한, 최종 완제품에 적용할 경우, 기존 소재 및 제품과 비교하여 경쟁력 등 사업성을 분석함

○ 곤충소재 활용 제품 상품화 추진

식용곤충 소재 활용 최종 생산 및 제품 개발을 위하여 식품규격에 맞는 영양/기능성분 및 안전성 평가를 진행함. 국내 식품규격에 적합성을 확보한 후 사내에서 의사결정을 바탕으로 상품화 여부 추진.

- 협동연구기관1(중앙대학교)

○ 소재화 공정 최적화

전처리 및 소재화 공정 적용에 따른 소재별 특성 평가 및 최적화된 소재화 전 공정 확립

○ 식용 곤충 소재별 라이브러리 구축

식용곤충 소재별 식품학적 특성 비교 분석

: 단백질 소재 - Foamability, foam stability, gelation, 유동특성 등

: 식이섬유 소재 - 용해도, gelation, 유동특성 등

○ 식용곤충 소재별 기능성 탐색 (in vitro)

: 항당뇨 활성 - 항당뇨 활성에 중심 기작의 하나인 alpha-glucosidase 저해 활성을 기준으로 항당뇨 활성을 비교 분석하고, 활성 분획들을 중심으로 IRS를 통한 Akt signaling에 미치는 영향과 관련 기작을 연구함.

: 항산화 활성 - DPPH 및 ORAC 값을 기준으로, 항산화 활성을 비교 분석함.
 : 항염증 활성 - Macrophage를 모델로 LPS 처리에 의한 NO 생성능 및 관련 signaling의 변화를 비교하여, 식용 곤충 소재들의 항염증 활성 및 관련 기작을 연구함.
 식용 소재 라이브러리 구축 - 연구 과정에서 수득한, 식용 곤충 소재들의 기초 특성 및 기능성 등의 정보들에 기반한 라이브러리를 구축함.

- 협동연구기관2(세종대학교)

○ 식품소재 적용(조미식품, flake, 소스류) 조미제품 개발

- 곤충발효를 통해 개발된 가공제품을 이용하여, 식품소재로 적용 가능한 조미제품으로써 paste형태 또는 건조 형태 조미식품, flake 형태의 제품, 간장과 같은 소스류의 제품으로써 가공 개발

- 주관기관(농심)의 기술 협업을 통해 상업적으로 상용화가 가능한 조미제품의 prototype 개발

▶ 연구 방법

① 곤충 발효품을 이용하여 paste 또는 건조 형태에 아미노산 등 양념을 첨가하여 조미식품으로써 제품개발

② Flake 제품의 조성 개발 : 곤충 종류별, 발효방법 등으로 얻어진 소재에 따른 flake 제품 조성 구성 및 flake 구조화 특성 연구(압출 성형 조건 설정)

③ Flake 제품 특성 및 물성평가 : flake 조성 최적 배합비 설정 및 압출 성형 조건에 따른 제품의 물성, 관능 특성 분석

④ 발효품에 가수 및 액상화를 통하여 간장과 같은 기본 조미액을 제조하고, 이를 base로 한 소스류 개발 및 물성 연구

○ 식용곤충소재 발효 조미제품의 조리적용 특성연구

- 개발된 조미 제품은 소비자나 외식업체 등에서의 접근성 향상과 홍보를 위한 조리적용연구를 통하여 식품의 소재용도 파악과 이용가능성을 확인하고자 함

▶ 연구 방법

① 개발 조미 제품의 각 조리 유형 및 방법별 적용 테스트

② 개발 조미제품을 활용한 조리법 개발

③ 관능적 기호성을 알아보기 위해 소비자 기호도 평가를 실시하여 조리이용가능성 확인

○ 식용곤충유래 개발식품의 소비자 조사

- 곤충의 식용화의 가장 큰 걸림돌인 곤충에 대한 혐오감과 곤충을 식용한다는 것에 대한 친숙도가 떨어진다는 점에 있음. 따라서 곤충에 대한 인식을 명확하게 파악하고, 곤충의 식용이 가능한 소비자 층을 확인하는 것이 매우 중요함.

- 곤충유래 발효제품(균종에 따른)의 관능적 기호성을 알아보기 위해 소비자 기호도 평가를 실시하여 시제품으로써의 판매가능성과 마케팅 대상 시장 확인.

- 곤충소재 조미제품 개발에 따른 제품의 관능특성 연구

▶ 연구 방법

① 조사 대상은 국내에 있는 대학생 남녀(20대), 가정주부, 아동(6~12세), 일반 성인(20대 이상), 또는 전문가 집단(식품연구가, 조리외식산업 관련자 등)의 그룹을 나누어 각 50명 이상을 대상으로 진행할 것이며, 임의 추출 방식으로 자기기입형 설문지를 배포하여 설문조사를 실시하고, 설문에 응한 자들에게는 응분의 기념품을 제공함으로써 설문의 신뢰도를 높일 수 있도록 조치함.

② 필요시 아미노산과 당 성분 등 이화학적 성분 특성과의 상관관계를 조사하여 식품간의 맛과 성분 특성의 상관성을 파악함.

- 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터)

○ 식용곤충의 유통체계기준 설정 및 구축

- ▶ 최적 유통체계 설정을 위한 저장온도 연구
- ▶ 저장환경에 따른 산패 변화
- ▶ 저장 기간에 따른 기초 성분 및 유해물질 분석 비교

2-3. 연차별 개발목표 및 내용요약

1) 주관기관(농심)

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	식용곤충 종류별 원료 표준화	- 원료의 안정적 공급 확보 - 양주시 농업기술센터를 통해 식용곤충의 공급망 확보 - 곤충 소재 특성 결과를 바탕으로 한 원료 표준화
		분획물 가수분해 전처리 최적화 연구	- 산가수분해 전처리법을 활용한 분획물 추출 최적화 ; 산분해, 중화, 3-MCPD처리, 여과 등의 과정 lab-scale 조건 수립 - 산가수분해 분획물에 대한 품질 특성 분석 ; T.N, A.N, 아미노산 조성비, 3-MCPD 함량 등
2차년도	2017	분획물 연구결과에 따른 곤충 소재 선별 및 가공 기술 선정	- 산가수분해, 효소분해, 발효법 등의 연구를 통해 얻어진 분획물 특성 비교 및 파일럿, 대량생산 공정에 적용할 곤충 소재 및 가공 기술선정
		곤충 소재 pilot 공정개발 및 생산 조건 수립	- Lab Scale의 산가수분해, 효소분해 분획물에 대한 파일럿 공정을 수립하고 생산을 진행하기 위한 최적조건 수립 - 영양, 기능 및 위해요소 등의 지표성분 설정 및 생산 수율분석하여 단가 및 재현성 확인
3차년도	2018	소재별 조미제품 공장단위 규모 생산 표준화	- 곤충 소재별 파일럿 공정 생산 분석 및 재현성 확인 후, 공장단위 규모의 생산을 진행하기 위한 표준공정도 수립 - 조미소재 2종(분말, 액상 등 type), 소스류 type 및 flake type의 소재를 선정하여 제품 적용 가능성 확인.
		곤충 소재 활용 제품 상품화 추진	- 기존 사용 소재와의 경제성 및 사업성 분석 - 식용곤충 소재 활용 최종 생산 및 제품개발을 위한 품질규격관리 설정, 평가 진행 - 식품규격 적합성 확인 후 상품화 여부 추진

2) 협동연구기관1(중앙대학교)

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	식용 곤충별 기초 영양성분 분석 및 비교	- 기초성분 및 영양소 분석(조단백, 조지방, 식이섬유 등)
		식이 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 탐색	- 물리적, 화학적 처리에 따른 소재 분획 수율 등 비교 ; Defatting, 산처리, 효소처리 등 - 단백질, 지방질, 식이섬유소별 분획을 위한 기초 조건 탐색
2차년도	2017	식용곤충 분획물 특성 분석	- 분획물별 기초 물리적 특성 분석(색도, 용해도 등) - 분획물 함유 소재들의 분자량 분포 검색 및 연구
		식용곤충 소재화를 위한 전처리 조건 확립	- 용매 및 초임계 추출처리에 따른 탈지소재화 조건 확립 ; 용매종류, 온도, 시간에 따른 탈지 수율 비교 ; 초임계추출조건(온도, cosolvent종류, 시간)에 따른 수율 비교 - 효소처리에 따른 고순도 분리조건 확립 ; Protease, chitinase 등 처리에 따른 소재화 효율비교 - 균질화 등 물리적 처리 기술을 이용한 전처리 공정확립 ; 분체 크기 조절과 초음파 처리 조건에 따른 소재화 수율 비교
3차년도	2018	소재화 공정 최적화	- 전처리 및 소재화 공정 적용에 따른 소재별 특성 평가 및 최적화된 소재화 전 공정 확립
		식용곤충 소재별 라이브러리 구축	- 식용곤충 소재별 식품학적 특성 비교 분석 ; 단백질 소재 - Foamability, foam stability, gelation, 유동특성 등 ; 식이섬유 소재 - 용해도, gelation, 유동특성 등 - 식용곤충 소재별 기능성 탐색 (<i>in vitro</i>) ; 향당노, 항산화, 항염증 활성 비교

3) 협동연구기관2(세종대학교)

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	식용곤충소재별 분획화 연구	- 식품 허용 곤충류(예: 귀뚜라미, 갈색거저리 등)의 식품소재화를 이룰 수 있는 Bio-refinery 분획화 연구 (bench-top scale)

			<ul style="list-style-type: none"> - 유기용매 추출법 및 가수분해 추출법에 의한 수득 자원별 시료 확보 및 특성 조사 - 확보된 수득 자원의 수율(yields) 및 순도 확인
		발효공정 후 수득별 식품소재 특성연구	<ul style="list-style-type: none"> - 가공을 통해 얻어진 수득별 식품 소재 단위 특성 연구 진행(지방, 단백질, 탄수화물, 기타성분들) 수득 원료의 특성 (characterization study) ; 지방 : 조지방, DPPH, 산가, 등 탄수화물 : 유리당, 유기산, D.P.측정 단백질: 조단백, 아미노태 질소, 유리아미노산
		분획물의 발효공정 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 분획물을 이용한 발효식품 가능성 연구 - 콩을 이용한 미생물 발효 식품의 개량식 가공공정 적용 - 단백질 분해효소를 생성하는 장류의 발효 관련 균주 screening 및 국내외 type culture균주 적용 - 선발된 미생물의 발효 조건 설정
2차년도	2017	발효공정 적정화 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 미생물 발효조건 최적화 - 접종 균주 선별 - 발효 조건(시간, 온도, 습도 등)
		발효과정에 따른 성분 특성 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 선발된 균주의 발효·숙성 과정에 따른 성분 변화 및 최종 발효품의 성분 특성 분석 - 일반성분분석, 이화학적 특성분석, 물성, 아미노산 함량, 지방산패 측정 등 - 발효 양상을 통한 균 발효 control 확인 - 발효품의 이화학적 특성과 관능특성을 통한 상관관계 조사분석
		발효품의 조미식품 소재화 연구	<ul style="list-style-type: none"> - Bench top(Lab Scale)의 발효 제품 식품소재화 연구 - 연구 개발된 소재를 통한 이용가능 제품 현황 파악 - 조미 소재화 연구 조미품 조성개발과 제품의 관능특성과 품질특성 분석 - 생산 및 품질 기준 측정 지표를 도출하고 bench top 실험결과들에서 선정된 최종 제품 가공공정 확립
3차년도	2018	식품소재 적용 (조미식품, Flake, 소스류) 조미제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> - paste 또는 건조 형태를 이용한 조미식품 개발 - Flake의 조성 개발 및 구조화 특성 연구 - Flake 제품 특성 및 물성평가 액상화된 기본 조미액의 제품 개발 및 이를 Base로 한 소스류 연구
		식용곤충소재	-개발된 조미 제품(3종)은 소비자나 외식업체 등에서

		발효조미제품의 조리적용 특성연구	의 접근성 향상과 홍보를 위한 조리적용 연구 -개발된 식용곤충소재 조미제품에 대한 소비자 조사 진행
		식용곤충유래 개발식품의 소비자 조사	- 성인, 아동, 가정주부를 대상으로 한 곤충유래식품의 기호성 및 인식의 파악 및 비교 - 온라인 소비자 조사를 통한 자료 보완 - 곤충유래 발효 제품의 품질 특성과 묘사분석을 통한 관능특성 비교 연구

4) 위탁연구기관1(양주시 농업기술센터)

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2016	식용곤충 식품안전 생산공정 표준화 및 생산 공급 기술지도	- 식용곤충의 사육환경과 먹이원의 표준분석 - 안전한 식용곤충의 생산 출하관리 조사 분석 - 식용곤충 사육농가 안정적 원재료 공급방법
2차년도	2017	식용곤충 품질 균일화	- 균일한 품질생산에 따른 먹이원 급여시기 조사분석
		식용곤충의 형태별 건조 전처리 특성분석	- 식용곤충 급여방법에 따른 안정성 분석 - 원재료의 전처리 방식에 따른 특성분석 - 건조 전처리방법에 따른 미생물 분석
3차년도	2018	건조 식용곤충 유통저장 연구	- 최적 유통체계 설정을 위한 저장온도 연구 - 온도 및 습도에 따른 저장기간 산패변화 - 저장 기간에 따른 기본성분 및 유해물질 분석 비교

2-4. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계

	코드번호
<p><연구개발 추진전략></p> <p>○ 원료 품질 규격 설정을 기반으로 식용곤충 소재를 통한 조미제품, 소스류 및 flake제품 개발 추진</p> <p>▶ 각 연구별 전처리 소재기술방법 및 소재에 대한 최적 표준화 조건 수립</p> <p>▶ 농심(주관기관)은 생산공정 표준화 및 제형 개발을 통해 조미소재, 소스류, flake 제품</p>	

개발 담당

- ▶ 중앙대학교(협동연구기관1)는 곤충 종류별 특성분석(일반성분, 기능성분 등) 및 곤충 유래 분획 전처리 조건, 분획물 특성 연구 및 효소법을 활용한 소재화 최적화 연구 담당
- ▶ 세종대학교(협동연구기관2)는 곤충을 이용한 발효공정, 발효과정에 따른 성분특성 연구 및 발효품의 조미식품 소재화 연구 담당
- ▶ 양주시 농업기술센터(위탁연구기관)는 식용곤충 안정적 공급 및 유통,포장 등 연구 담당



그림3. 연구개발 전략 체계도

○ 원료 품질 규격 설정을 기반으로 식용곤충 소재를 통한 조미제품, 소스류 및 flake제품 개발 추진

- ▶ 각 연구별 전처리 소재기술방법 및 소재에 대한 최적 표준화 조건 수립
- ▶ 농심(주관기관)은 생산공정 표준화 및 제형 개발을 통해 조미소재, 소스류, flake 제품 개발 담당
- ▶ 중앙대학교(협동연구기관1)는 곤충 종류별 특성분석(일반성분, 기능성분 등) 및 곤충 유래 분획 전처리 조건, 분획물 특성 연구 및 효소법을 활용한 소재화 최적화 연구 담당
- ▶ 세종대학교(협동연구기관2)는 곤충을 이용한 발효공정, 발효과정에 따른 성분특성 연구

및 발효제품의 조미식품 소재화 연구 담당

- ▶ 양주시 농업기술센터(위탁연구기관)는 식용곤충 안정적 공급 및 유통,포장 등 연구 담당

농심(주관기관)

- 식품소재 연구 식용곤충 원재료 일괄 구매 보급
 - ▶ 주관, 협동과제 연구에 필요한 식용곤충 원재료의 안정적, 균일한 품질 확보를 하고자 위탁기관에서 관리 지도하고 있는 생산, 가공 농업 경영체에서 우선 구매하여 보급
 - ▶ 주관기관은 식용곤충을 위탁기관(양주시 농업기술센터)을 통해 일괄 구매하여 세부 및 협동연구에 필요한 곤충을 보급하도록 함
- 산가수분해 기술을 활용한 식용곤충 소재의 최적 표준화 조건 확립
 - ▶ 원료선별, 전처리, 분해, 여과 등 세부 공정 최적화
 - ▶ 단백질함량 최대 추출 공정 개발
- 생산공정 Scale up 및 표준화
 - ▶ Lab > Pilot > Plant로 생산공정 Scale up 진행
 - ▶ 품질규격 적합성, 수율, 생산성 등을 분석하여 단가 분석 및 생산 가능성 검토
- 시제품 제작 및 제품 적용 소재 개발
 - ▶ 제품에 적합한 조미소재 및 flake type 소재 개발 및 적용
 - ▶ 품질규격 적합성 확인 후 생산 계획 수립
 - ▶ 곤충 소재의 경제성 및 사업화 전략 분석 후 상품화 추진

중앙대학교(협동연구기관1)

- 식용곤충 유래 소재별 특성 분석
 - ▶ 기초 성분 분석 및 유용성 평가
- 효소분해 기술을 활용한 식용곤충 소재의 최적 표준화 조건 확립
 - ▶ 화학적 처리(용매, 초임계유체)를 통한 Defatting 전처리 조건 확립
 - ▶ 효소반응 전처리 공정을 통한 고순도 소재 분리 조건 확립
 - ▶ 물리적 처리(균질화 등)를 통한 전처리 조건 확립
- 식용곤충 소재화 공정 확립
 - ▶ 전처리 및 소재화 공정 적용에 따른 특성 평가 및 최적화 조건 확립
- 식용곤충 소재별 라이브러리 구축

- ▶ 소재별 식품학적 및 in vitro 기능성 탐색
- ▶ 식용곤충 정보 제공을 위한 라이브러리 구축

세종대학교(협동연구기관2)

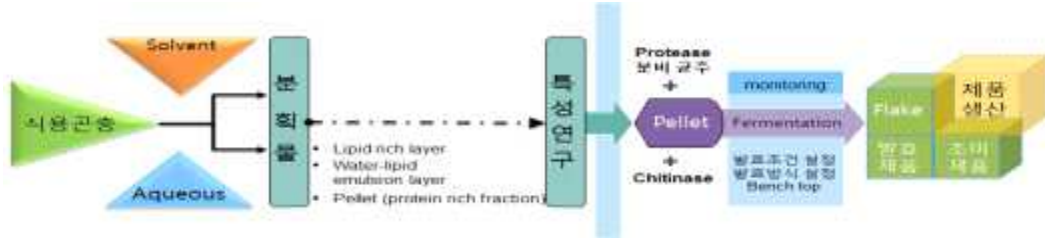


그림4. 세종대학교 연구개발 전략 체계도

- 식용곤충소재별 분획화 연구 및 수득별 식품소재 특성 분석
 - ▶ 식품허용 곤충류 소재화를 이룰 수 있는 Bio-refinery 분획화 연구
 - ▶ 가공을 통해 얻어진 수득별 식품 소재 단위 특성 및 연구 진행 및 수득 원료의 특성 연구
- 발효 기술을 활용한 식용곤충 소재의 최적 표준화 조건 확립
 - ▶ 분획물을 이용한 발효식품 가능성 연구(콩을 이용한 미생물 발효 식품의 개량식 가공공정 적용)
 - ▶ 단백질 분해효소를 생성하는 장류의 발효관련 균주 screening 및 type culture 균주 적용
 - ▶ 선발된 균주의 발효, 숙성 과정에 따른 성분 변화 및 최종 발효품의 성분 특성 분석

*곤충소재 발효 표준화 품질관리

공정	세부항목
원료 처리	발효 공정 처리 전 가열 온도 발효 공정 처리 전 가열 시간 전처리 후 수분 및 단백질 목표수율
제국	제국 조절 온도 제국 조절 습도 코오지 이화학 분석 (수분, 효소역가, pH)
발효·숙성	숙성 온도 조절 숙성 기간 숙성 중 이화학 변화 측정 (수분, pH, 염도, AN, TN, 알코올 등)
배합 및 살균	배합 살균 온도 살균 시간
냉각	냉각 온도 냉각 시간
여과	(액상물질에 한함) 여과 조건 확인
품질관리	제품 품질규격 제시

○ 발효제품의 조미식품 소재화 연구

- ▶ Bench top의 발효제품 식품 소재화 연구
- ▶ 생산 및 품질 기준 측정 지표 도출, 실험결과들에서 선정된 최종 제품 가공공정 확립

○ 식용곤충의 식품 소재 적용(조미식품, flake, 소스류) 조미식품 개발

- ▶ Flake의 조성 개발 및 곤충종류, 발효방법에 따른 소재 적용 검증
- ▶ Flake 구조화 특성 연구 및 최적 압출 성형조건 설정
- ▶ Paste 및 액상화된 기본 조미액의 제품 개발을 통한 소스류 연구

○ 식용곤충소재 발효조미제품의 조리적용 특성 연구

- ▶ 개발된 조미 제품의 소비자 접근성 향상을 위한 조리 적용 연구 및 소비자 조사 진행

양주시 농업기술센터(위탁연구기관)

○ 식용곤충의 식품안전 생산공정 표준화 및 생산공급 기술지도

- ▶ 식용곤충의 사육환경과 먹이원 표준분석
- ▶ 안전한 식용곤충의 생산 출하관리 조사분석
- ▶ 식용곤충 사육농가 안정적 원재료 공급방법

○ 식용곤충품질 균일화 및 형태별 건조 전처리 특성분석

- ▶ 균일한 품질생산에 따른 먹이원 급여시기 조사분석

- ▶ 식용곤충 급여방법에 따른 안정성 분석
- ▶ 원재료의 전처리 방식에 따른 특성분석
- ▶ 건조 전처리 방법에 따른 미생물 분석
- 건조 식용곤충 유통저장 연구
 - ▶ 최적 유통체계 설정을 위한 저장온도 연구
 - ▶ 저장기간에 따른 기본성분 및 유해물질 분석 비교

2-5. 추진 일정

														코드번호	
1차년도															
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	식용곤충 원료 표준화							■	■	■				150,000	전병운 (농심)
2	곤충소재 가수분해 공정 기술 연구							■	■	■	■	■	■		
3	기초성분 분석 및 유용성 평가							■	■	■				25,000	이중혁 (중앙대)
4	곤충소재 효소분해 전처리 조건 탐색								■	■	■	■	■	45,000	
6	발효처리를 위한 곤충식품 소재의 분획화 연구								■	■	■	■	■	20,000	정장호 (세종대)
7	수득별 식품소재 특성연구								■	■	■	■	■	20,000	
8	분획물의 발효공정 연구									■	■	■	■	20,000	
10	식용곤충 공급체계 생산농가 육성지도								■	■	■	■	■	20,000	조상섭 (양주농업 기술센터)

2차년도																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	분획물 연구결과에 따른 곤충소재 및 가공기술 선정	■	■	■											200,000	전병운 (농심)
2	곤충 소재 pilot 공정개발 및 생산 조건 수립				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
3	식용곤충 분획물 특성 분석	■	■	■											20,000	어중혁 (중앙대)
4	물리, 화학적 공정을 통한 전처리 조건 확립			■	■	■	■	■							30,000	
5	호소반응을 이용한 전처리 조건 확립						■	■	■	■	■	■	■		30,000	
6	발효공정 적정화 연구	■	■	■	■										10,000	정장호 (세종대)
7	발효공정에 따른 성분특성 연구	■	■	■	■	■	■	■							30,000	
8	발효품의 조미식품 소재화 연구						■	■	■	■	■	■	■		40,000	
9	식용곤충의 형태별 기초 전처리 가공 특성분석	■	■	■	■	■									40,000	조상섭 (양주농업 기술센터)
10	식용곤충 품질 균일화 연구						■	■	■	■	■	■	■			

3차년도																
일련 번호	연구내용	추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	소재별 조미제품, 소스류, flake 제품의 pilot 및 공장단위 규모 생산 표준화														200,000	윤재원 (농심)
2	곤충 소재 제품 규격 설정															
3	곤충소재 경제성, 사업성 분석 및 곤충 활용 제품 상품화 추진															
3	전처리 소재화 공정 최적화														15,000	어중혁 (중양대)
4	소재별 식품학적 기능성 특성 규명													30,000		
5	소재정보 라이브러리 구축													25,000		
6	식품소재 적용 발효 조미제품 개발														30,000	정장호 (세종대)
7	식용곤충 발효 조미제품의 조리적용 특성 연구													25,000		
8	곤충 유래 식품에 대한 소지자 조사													35,000		
9	건조 식용곤충 유통저장 연구														40,000	조상섭 (양주시 농업기 술센터)

2-6. 연구결과

○ 1차년도(2016년)

가. 식용곤충을 활용한 식품소재 상품화 기술 연구(주관기관, ㈜농심)

1) 식용곤충 구매프로세스를 통한 안정적인 공급 및 품질 표준화 시스템 구축

가) 식용곤충 구매 프로세스 시스템을 통한 원료 표준화



그림. 1. 원료 구매 프로세스



그림. 2. 곤충별 건조 전처리 공정

식용곤충 구매 프로세스 절차는 필요한 곤충 종류와 수량을 양주시 농업기술센터에 의뢰한 후, 양주시에 위치한 농업법인으로 등록되어 있는 식용곤충 가공 전문공장인 인섹트비전에 요청을 하게 됨. 요청을 받은 인섹트비전은 사육농가를 통해 원물 구입 후 곤충별 특성에 맞게 건조/가공하여 농심에 건조된 원료를 납품함. 납품받은 곤충에 대한 검수 및 기초성분 등 품질 검사를 진행한 후, 협동연구기관인 세종대와 중앙대에 필요한 양만큼 발송함.

구매시스템의 표준화를 통해 식용곤충의 안정적인 공급과 가격의 편차를 최소화할 수 있으며, 품질의 균일성도 동시에 확보할 수 있을 거라 기대됨.

나) 입고된 곤충에 대한 원료 특성 분석

인섹트비전에서 입고된 건조된 곤충에 대한 종류별 특성 분석을 통해 원료의 품질 특성을

확인할 수 있었음. 업체를 통해 입고된 곤충은 갈색거저리, 메뚜기, 귀뚜라미, 흰점박이꽃무지 유충, 장수풍뎅이 유충, 번데기(냉동)이며 백강잠의 경우 국내 수급이 어려워 중국산을 개별적으로 구매하여 분석함. 각 성분별 특성은 아래와 같음.



그림 3. 입고된 종류별 식용곤충

표 1. 식용곤충 종류별 일반성분 분석결과(단위 : %)

곤충종류	수분	지방	회분	단백	T.N.
갈색거저리	4.58	33.46	3.35	48.40	7.74
쌍별귀뚜라미	3.58	19.77	4.47	61.35	9.82
메뚜기	15.75	2.39	3.29	64.63	10.34
흰점박이꽃무지 유충	6.56	20.27	6.41	44.18	7.07
장수풍뎅이 유충	6.25	20.20	6.39	43.46	6.95
번데기(냉동,국산)	74.31	9.26	1.28	12.38	1.98
백강잠	9.77	10.92	4.18	70.77	11.32

일반성분 분석결과(번데기 제외), 소재화를 위한 가장 중요한 요소인 단백질 함량의 경우 43~70 % 수준이었고, 백강잠>메뚜기>쌍별귀뚜라미>갈색거저리>장수풍뎅이>흰점박이꽃무지 순서로 단백질 성분을 함유하고 있었음. 지방의 경우 갈색거저리가 33 % 정도로 높은 지방함량을 보였고 메뚜기를 제외한 대부분의 곤충이 10-20 %의 지방이 존재하여 다소 높은 것으로 확인됨. 수분은 3-9 % 수준이었고, 메뚜기의 경우 15 % 정도로 타 곤충에 비해 다소 높은 수준이었는데 이는 원료 특성 및 건조공정과 과정에서 기인한 것으로 판단됨.

표 2. 식용곤충 종류별 중금속 분석결과 (단위 : %)

곤충종류	수은	비소	납	카드뮴
갈색거저리	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
쌍별귀뚜라미	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
메뚜기	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
흰점박이꽃무지 유충	0.84	4.36	0.1 이하	0.1 이하
장수풍뎅이 유충	0.40	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
번데기(냉동,국산)	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
백강잠	0.1 이하	0.38	0.19	0.1 이하

중금속 분석 결과, 갈색거저리, 귀뚜라미, 번데기, 메뚜기는 모두 불검출로 확인되었으나 흰점박이꽃무지 유충과 장수풍뎅이 유충, 백강잠은 수은, 비소, 납이 검출됨. 특히 흰점박이꽃무지 유충은 비소의 함량이 다른 곤충류에 비해 높게 나타났고, 중금속이 검출되는 원인은 대부분 곤충의 먹이원과 사육 시설에 의한 오염으로 기인하는 것이며 꾸준한 관리가 필요할 것으로 판단됨.

표 3. 식용곤충 종류별 무기성분 분석결과 (단위 : mg/kg)

곤충종류	칼슘	망간	철	칼륨	인	아연	구리	나트륨	마그네슘
갈색거저리	358	8	60	8,367	7,746	132	16	1,206	2,152

쌍별귀뚜라미	2,427	147	62	9,395	9,715	276	30	3,468	1,134
메뚜기	1,006	100	128	8,717	6,929	114	28	936	1,141
흰점박이꽃무지 유충	3,324	138	456	14,075	6,606	96	16	1,152	2,791
장수풍뎅이 유충	2,486	46	129	21,491	9,961	203	21	4,028	3,670
번데기(냉동,국산)	352	4	7	4,433	2,751	35	3	16	1,217
백강잠	3,379	19	61	14,792	7,105	93	5	1,101	2,593

무기성분 분석결과, 논문이나 보고서에 나온 것처럼 다양한 무기성분을 함유하고 있었고, 특히 칼륨과 인의 함량이 높은 것으로 나타났다. 장수풍뎅이 유충이 가장 높은 무기성분 함량을 보였으며, 백강잠>흰점박이꽃무지 유충>귀뚜라미>갈색거저리>메뚜기>번데기 순서로 함량을 갖고 있었음. 육류 단백질과 비교해도 다양하고 많은 양의 무기성분을 함유하고 있어 육류 대체 소재로서 좋은 원료라 할 수 있음.

표 4. 식용곤충 종류별 비타민 분석결과 (단위 : mg/kg)

곤충종류	B1	B2	Niacin	E(mg α-TE/kg)
갈색거저리	12.1	2.6	62.2	2.8
쌍별귀뚜라미	8.3	15.7	51.1	8.9
메뚜기	47	5.7	65.1	53.6
흰점박이꽃무지 유충	13	15.2	62.7	0.6
장수풍뎅이 유충	325	2.0	120.3	0.6
번데기(냉동,국산)	33.5	3.6	63.9	14.7
백강잠	188	8.1	9.2	24.7

식용곤충 비타민 분석결과, vitamin B1, Niacin은 장수풍뎅이 유충이 가장 높았고, 메뚜기는 vitamin E가 높은 수치를 보임. Vitamin B2의 경우는 귀뚜라미가 가장 높게 검출되는 것으로 확인됨. 전체적인 총합으로 보았을 경우, 장수풍뎅이 유충>백강잠>메뚜기>번데기>흰점박이꽃무지>귀뚜라미>갈색거저리 순으로 확인됨.

표 5. 식용곤충 종류별 구성아미노산 조성 분석결과 (단위 : %)

아미노산	갈색거저리	쌍별귀뚜라미	메뚜기	흰점박이꽃무지 유충	장수풍뎅이 유충	번데기(냉동,국산)	백강잠
HIS	4.12	3.22	2.89	3.46	3.54	5.71	2.04
ILE	4.09	3.84	3.75	3.99	3.59	3.65	2.11
LEU	7.21	7.49	7.68	6.52	5.61	6.64	3.70
MET	1.24	1.63	1.19	0.66	1.00	3.46	1.21
PHE	3.50	3.54	3.00	3.64	3.48	4.77	2.92
THR	4.20	3.90	3.79	4.10	3.83	4.77	3.53
VAL	5.44	4.70	5.09	4.70	4.46	4.86	3.31
LYS	6.97	7.27	7.08	7.08	7.56	8.70	4.95
ARG	8.94	9.97	10.58	11.48	9.37	7.48	5.35
GLY	5.18	4.80	5.83	5.21	7.97	4.40	18.23
PRO	7.21	5.96	7.40	7.46	8.35	4.30	3.30
SER	4.80	6.20	4.02	6.37	5.48	4.86	11.02
TYR	6.75	5.00	5.13	7.76	6.04	5.52	7.21
ALA	7.77	8.81	11.55	4.98	5.32	5.61	14.87
ASP	8.23	9.97	7.77	7.76	7.67	10.01	7.99

GLU	12.83	11.97	11.36	13.42	14.67	12.82	8.28
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

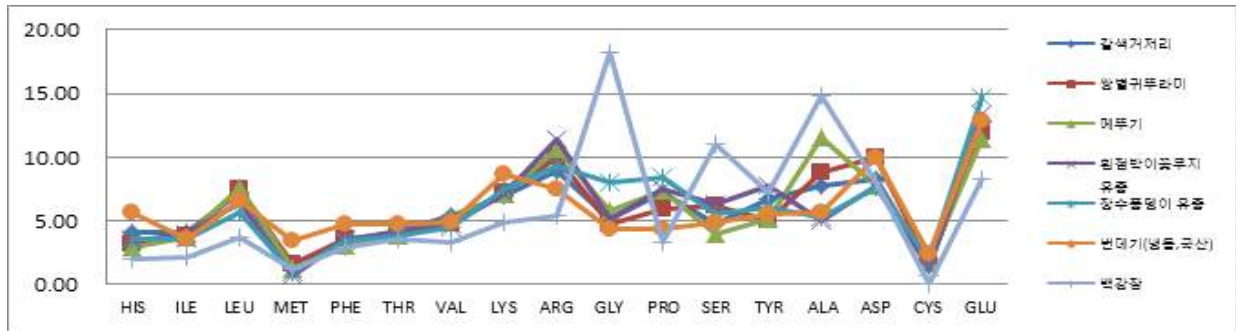


그림 4. 식용곤충 7종 구성 아미노산 조성 비교

식용곤충 7종의 구성아미노산 조성비를 분석한 결과, 정미성 아미노산인 Glu가 모든 곤충에서 높은 것으로 확인되었으며, 백강잠의 경우, 감미성 아미노산인 Gly가 전체 아미노산 중 가장 높은 비율을 나타냄. 곤충 단백질의 생태 습성 및 외피 조직 등에 따른 쓴맛을 갖는 아미노산(Leu, Lys, Agr 등)도 포함하고 있었음.

식용곤충의 경우, 정미성과 감미성 아미노산을 고르게 함유하고 있어 HAP 등 신규 단백질 소재의 활용이 가능할 것이라 기대할 수 있음.

이상의 식용곤충 7종에 대한 소재 특성 분석을 통하여 HAP의 원료로 가능한 곤충을 선정하고자 함. 분석 결과, 원료 가격, 수급의 용이성 등을 전체적으로 검토하였을 때 백강잠은 원료의 수급 및 품질 균일성 부분이 원활하지 못할 거라 예상되어 제외하기로 함. 흰점박이꽃무지와 장수풍뎅이는 현재 식품원료 등재가 예고 중이지만 사육환경 및 먹이원에 기인한 토양취, 중금속 오염 등이 심하여 제외하는 것으로 하였고, 최종적으로 번데기, 갈색거저리, 메뚜기, 귀뚜라미를 HAP 원료로 선정하였음.

2) Lab scale의 식용곤충 산가수분해 실험을 통한 분획물 소재 특성 및 최적화 기술 확립

가) 식용곤충 산가수분해 공정기술 개발

일반적인 산가수분해 제조공정은 해당 원료를 희석된 염산(21.92 %)을 이용해 산분해하고 소다회(탄산나트륨)로 중화한 후 MCPD 제거공정(알칼리 처리)를 거치는 것으로 완료됨.

일반적인 산가수분해 공정은 아래 표와 같음.

표 6. 일반적인 산가수분해물 제조공정

주공정	부공정	작업공정설명	작업공정조건	비고
원료	염산희석	<ul style="list-style-type: none"> 정제수를 희석탱크로 이송한 후 35% 염산을 희석탱크로 이송하여 30분간 충분히 혼합하여 비중계로 비중을 측정한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 염산 35%(비중 1.18) 21.92% (비중 1.11) 조정 	
투입 온도상승 분해	교반	<ul style="list-style-type: none"> 정제수를 분해조에 투입하고 21.92%염산을 투입하여 온도를 82~85℃로 상승시킨 후 젤라틴을 투입하여 온도를 103±2℃ 로 상승시켜 산분해한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 정제수 투입량 : 188 L 21.92%염산투입량 : 1772L 젤라틴(TN:14) 투입량 : 800 kg 	
중화 여과	이송	<ul style="list-style-type: none"> 분해가 종료되면 분해액을 95℃까지 냉각시킨 후 중화조로 이송하여 소다회로 pH5.2 까지 중화시킨다. 중화가 끝나면 정제수를 투입하고 여과기로 이송하여 		소다회, 염산 투입 시 : Overflow 주의

		여과한다.	
알카라처리 및 중화	교반	<ul style="list-style-type: none"> 여과 후 여액을 알카리처리 탱크로 이송하여 온도 85℃로 올려 소다회를 투입하여 pH 7.6으로 조정 후 30분간 반응시키고 21.92% 염산을 투입하여 pH 5.1까지 중화한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 소다회투입량 (여과액 2,500L, pH 5.2 기준) à 135 kg 재중화 21.92% 염산투입량 à 390L
저장	이송	저장탱크로 이송하여 저장한다	

일반적인 HAP 제조공정에 따라 식용곤충(갈색거저리, 귀뚜라미, 번데기, 메뚜기) 산분해 실험을 진행함. 염산 투입량은 식용곤충의 단백질 함량에 준하여 투입하였으며, 농도는 현장 생산 농도인 21.92%를 유지하였음.

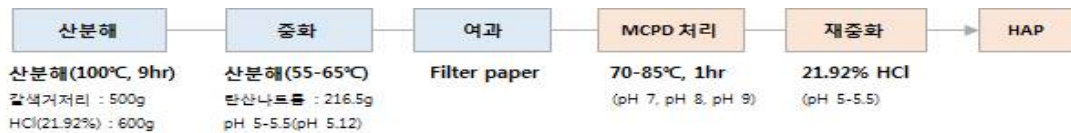


그림 5. 식용곤충 산분해 공정 (Lab scale)

산분해 적용 식용곤충은 갈색거저리, 번데기(냉동), 귀뚜라미, 메뚜기를 대상으로 진행하였음. 갈색거저리와 귀뚜라미는 당사 유지개발팀에서 보유하고 있는 초임계 추출장치를 활용하여 탈유하여 탈지 전/후로 산분해를 진행하였고, 번데기는 산분해 시 시료 주입을 용이하게 하기 위해 FD(동결건조) 후 진행함. 메뚜기의 경우 지방함량이 2 %대로 다른 곤충류에 비해 지방함량이 적어 바로 산분해를 진행함.

- 탈지 전 갈색거저리 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) lab-scale 실험결과 HAP 제조공정에 따라 현장에서 사용하는 염산과 동일한 농도(21.92%)로 단백질함량을 계산하여 투입하고 100 °C에서 9시간 이상 산분해를 진행하였음. 산분해 후 탄산나트륨으로 55-65 °C에서 pH 5.0-5.5사이로 중화한 후 여과하여 여과한 HAP의 MCPD의 제거를 위해 탄산나트륨으로 pH 7, pH 8, pH 9의 3가지 조건으로 1시간 동안 알칼리 처리를 하였음. 마지막으로 21.92% 염산을 사용하여 pH 5-5.5사이로 재중화하여 제조하였음. 이와 같은 방법으로 다른 곤충류에도 적용하여 산가수분해를 진행하였음.

표 7. 탈지 전 갈색거저리 소재특성 및 유리아미노산 결과

시료명	수분(%)	식염(%)	T.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
MCPD 저감화 전	60.68	17.29	2.60	19.60
MCPD 저감화 후(pH 7.20)	61.03	18.35	2.37	6.40
MCPD 저감화 후(pH 8.18)	61.77	19.80	2.05	0.21
MCPD 저감화 후(pH 9.85)	66.87	24.35	0.90	0.10

아미노산	3-MCPD 처리 전	처리후 pH 7.0	처리 후 pH 8.0	처리 후 pH 9.0
HIS	0.49	0.42	0.30	0.06
ILE	0.22	0.19	0.17	0.08
LEU	0.61	0.53	0.45	0.21
MET	0.15	0.13	0.11	0.05
PHE	0.33	0.29	0.24	0.11

THR	0.42	0.36	0.31	0.14
VAL	0.44	0.38	0.31	0.14
LYS	0.88	0.77	0.54	0.24
ARG	0.89	0.63	0.53	0.18
GLY	0.83	0.72	0.61	0.27
PRO	0.85	0.72	0.86	0.33
SER	0.71	0.61	0.53	0.25
TYR	0.18	0.16	0.13	0.06
ALA	1.15	0.97	0.84	0.39
ASP	1.25	1.09	0.94	0.44
GLU	1.77	1.53	1.31	0.60
Total A.A	11.17	9.50	8.18	3.55

탈지 전 갈색거저리 HAP 소재특성분석 결과, pH 8.18와 pH 9.85에서 알칼리 처리한 시료에서 3-MCPD가 각각 0.21, 0.1 mg//kg으로 기준 이내로 들어오는 것을 확인되었고, 지방의 함량이 높아 예상보다 MCPD저감화가 이루어지지 않는 것으로 판단됨. 유리아미노산 조성의 경우, Glu가 가장 높은 비율을 나타냈으며 절대량으로 환산한 결과 알칼리 처리 전/후 큰 차이는 없는 것으로 확인됨.

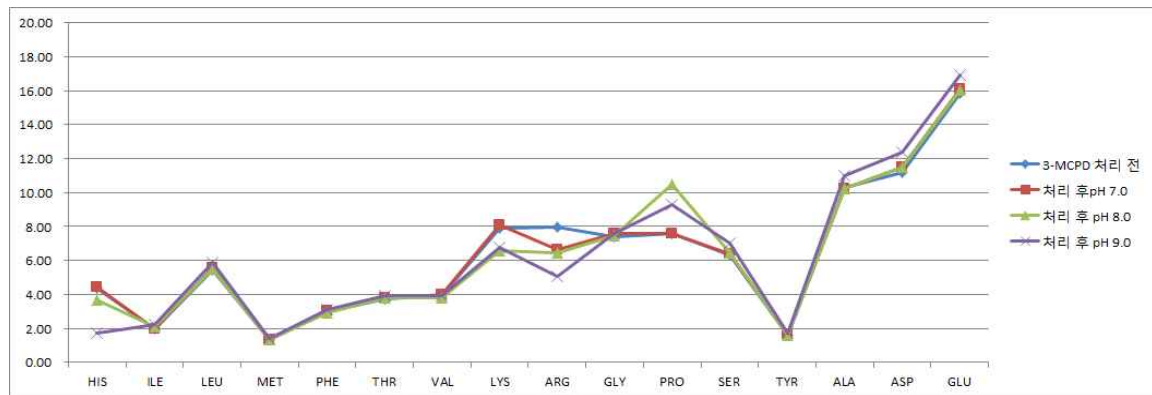


그림 6. 탈지 전 갈색거저리 HAP pH별 아미노산 절대 함량비

○ 탈지 후 갈색거저리 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) lab-scale 실험결과 갈색거저리를 초임계 추출장치를 이용하여 탈지한 후(지방함량 33.46%→7.47%) 산분해한 HAP의 소재특성분석 결과는 다음과 같음.

표 8. 탈지 후 갈색거저리 소재특성 및 유리아미노산 결과

시료명	수분(%)	식염(%)	T.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
MCPD 저감화 전	58.27	18.15	2.85	34.8
MCPD 저감화 후(pH 7.20)	59.15	19.54	2.54	0.45
MCPD 저감화 후(pH 8.18)	60.87	21.28	2.14	0.03
MCPD 저감화 후(pH 9.85)	58.57	18.53	2.73	0.07

아미노산	3-MCPD 처리 전	처리후pH7.0	처리후pH8.0	처리후pH9.0
HIS	0.81	0.80	0.67	0.40
ILE	0.29	0.29	0.27	0.22
LEU	0.76	0.77	0.69	0.56
MET	0.18	0.20	0.17	0.14
PHE	0.51	0.51	0.49	0.38

THR	0.92	0.83	0.80	0.68
VAL	0.84	0.83	0.75	0.62
LYS	2.56	2.58	2.29	1.72
ARG	1.30	1.02	0.93	0.76
GLY	1.44	1.38	1.31	1.05
PRO	1.61	1.92	1.52	1.26
SER	1.16	1.14	1.05	0.88
TYR	0.21	0.34	0.31	0.25
ALA	1.64	1.60	1.48	1.23
ASP	1.98	1.97	1.80	1.52
GLU	2.96	2.94	2.67	2.23
Total A.A	19.17	19.12	17.20	13.90

탈지 후 갈색거저리 HAP 소재특성분석 결과, pH 8.55와 pH 9.47에서 알칼리 처리한 시료에서 3-MCPD가 각각 0.03, 0.07 mg//kg으로 불검출 수준으로 제거됨을 확인할 수 있었고, 탈지 전/후의 지방함량에 따라 MCPD가 큰 영향을 미친다는 것으로 판단됨.

유리아미노산 조성의 경우, 탈지 전과 마찬가지로 Glu이 높은 비율을 나타냈으며 Lys의 함량이 탈지 전에 비해 증가함을 볼 수 있었음. 알칼리 처리 전/후에 따른 시료간의 유리아미노산 함량은 차이가 없는 것으로 확인됨.

○ 탈지 전 번데기 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) lab-scale 실험결과

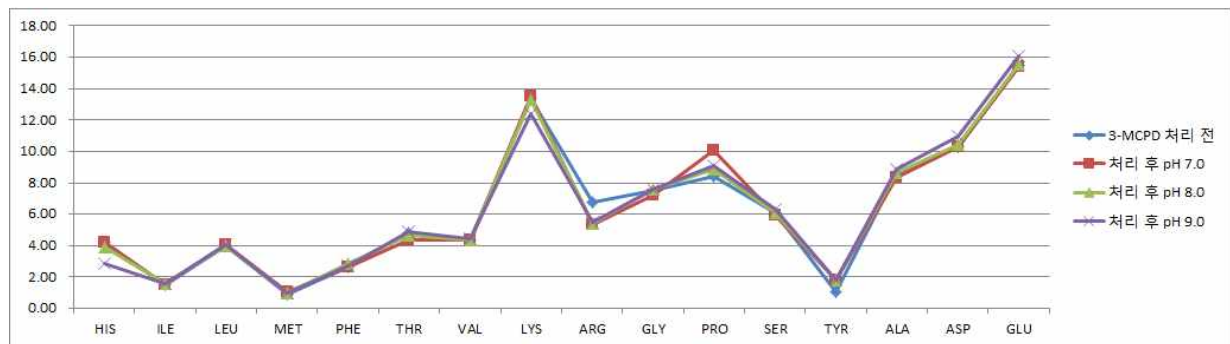


그림. 7. 탈지 후 갈색거저리 HAP pH별 아미노산 절대 함량비

번데기(냉동)을 동결건조 처리하여 분말화한 후(지방함량 11.22% -> 27.15%) 산분해한 HAP의 소재특성분석 결과는 다음과 같음.

표 9. 탈지 전 번데기 소재특성 및 유리아미노산 결과

시료명	수분(%)	식염(%)	T.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
MCPD 저감화 전	64.47	16.04	2.43	54.4
MCPD 저감화 후(pH 8)	64.57	17.27	2.15	1.8
MCPD 저감화 후(pH 9)	64.45	17.85	1.99	0.14

아미노산	3-MCPD 처리 전	처리 후 pH 8.0	처리 후 pH 9.0
HIS	0.59	1.13	0.40
ILE	0.31	0.64	0.26
LEU	0.73	1.35	0.60
MET	0.44	0.78	0.36
PHE	0.55	1.36	0.43

THR	0.54	0.73	0.44
VAL	0.47	1.00	0.38
LYS	1.06	3.45	0.89
ARG	0.86	1.31	0.53
GLY	0.63	0.72	0.50
PRO	0.64	1.44	0.59
SER	0.73	0.93	0.60
TYR	0.39	0.96	0.32
ALA	0.75	0.97	0.60
ASP	1.54	1.60	1.26
GLU	1.74	1.94	1.39
Total A.A	11.97	20.31	9.55

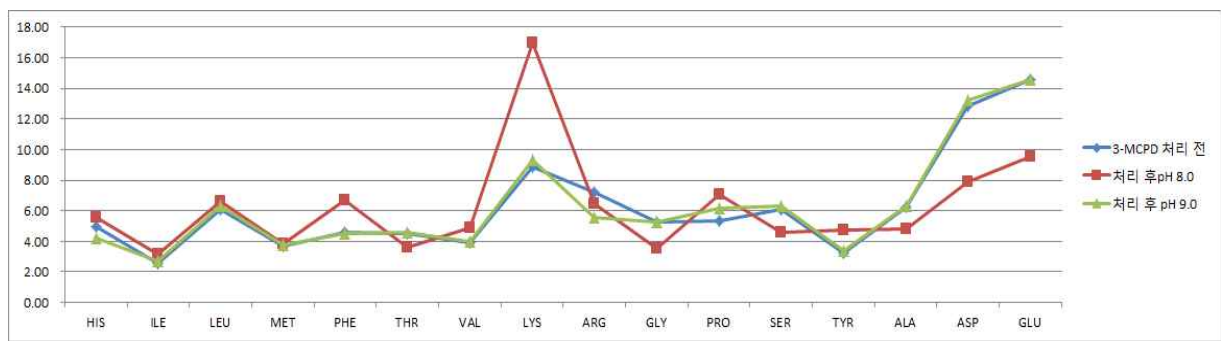


그림 8. 탈지 전 번데기 HAP pH별 아미노산 절대 함량비

탈지 전 번데기 HAP 소재특성분석 결과, pH 9로 알칼리 처리한 시료에서 3-MCPD가 각각 0.14 mg//kg으로 기준 이내로 제거됨을 확인할 수 있었고, 지방의 함량이 MCPD에 영향을 크게 미친다는 것으로 확인되었음.

유리아미노산 조성의 경우, 갈색거저리와 마찬가지로 Glu이 가장 높은 비율을 나타냈으나, pH 8에서 알칼리 처리한 HAP에서는 Lys의 함량이 다른 시료군에 비해 높게 나타나는 것을 볼 수 있었음. pH 8을 제외하면, 알칼리 처리 전/후에 따른 시료간의 유리아미노산 함량은 차이가 없는 것으로 확인됨.

○ 탈지 전 메뚜기 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) lab-scale 실험결과

탈지 전 산분해한 메뚜기 HAP의 소재특성분석 결과는 다음과 같음.

표 10. 탈지 전 메뚜기 소재특성 및 유리아미노산 결과

시료명	수분(%)	식염(%)	T.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
MCPD 저감화 전	66.97	14.06	2.39	26.2
MCPD 저감화 후(pH 7.57)	66.02	15.31	2.39	24.5
MCPD 저감화 후(pH 8.59)	67.00	15.93	2.12	7.6
MCPD 저감화 후(pH 9.80)	68.31	21.10	1.31	0.06

아미노산	3-MCPD 처리 전	처리 후 pH 7.0	처리 후 pH 8.0	처리 후 pH 9.0
HIS	0.32	0.26	0.18	0.12
ILE	0.17	0.17	0.14	0.10

LEU	0.47	0.46	0.38	0.27
MET	0.13	0.12	0.10	0.08
PHE	0.27	0.27	0.22	0.16
THR	0.42	0.39	0.29	0.23
VAL	0.41	0.40	0.32	0.24
LYS	0.74	0.72	0.56	0.38
ARG	0.73	0.71	0.56	0.40
GLY	0.91	0.87	0.69	0.50
PRO	0.92	0.89	0.82	0.50
SER	0.63	0.60	0.49	0.35
TYR	0.18	0.18	0.14	0.11
ALA	1.61	1.59	1.29	0.93
ASP	1.25	1.23	0.99	0.71
GLU	1.62	1.59	1.28	0.93
Total A.A	10.79	10.45	8.44	6.00

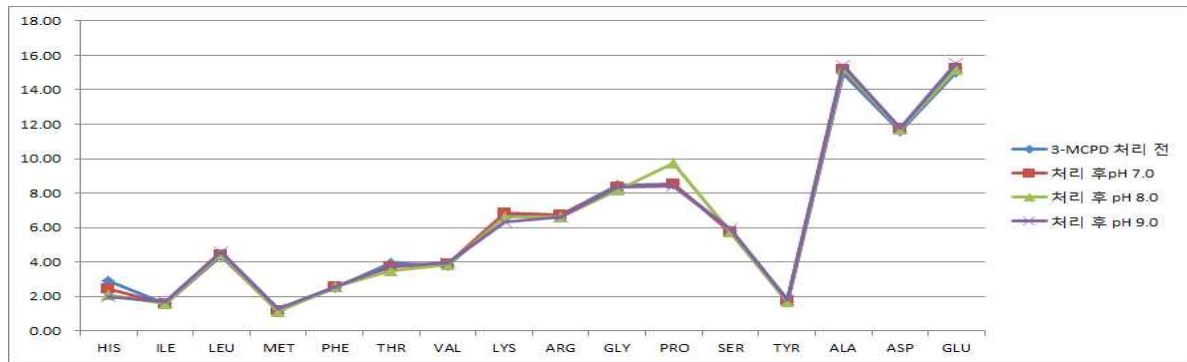


그림 9. 탈지 전 메뚜기 HAP pH별 아미노산 절대 함량비

탈지 전 메뚜기 HAP 소재특성분석 결과, pH 9로 알칼리 처리한 시료에서 3-MCPD가 0.06 mg//kg으로 기준 이내로 제거됨을 확인할 수 있었음.

유리아미노산 조성의 경우, 갈색거저리와 마찬가지로 Glu이 가장 높은 비율을 나타냈었고, Ala의 함량이 다른 시료군에 비해 높게 나타나는 것을 볼 수 있었음. pH 별 알칼리 처리 전/후에 따른 시료간의 유리아미노산 함량은 차이가 없는 것으로 확인되었음.

○ 탈지 전 귀뚜라미 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) lab-scale 실험결과 탈지 전 산분해한 귀뚜라미 HAP의 소재특성분석 결과는 다음과 같음.

표 11. 탈지 전 귀뚜라미 소재특성 및 유리아미노산 결과

시료명	수분(%)	식염(%)	T.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
MCPD 저감화 전	57.75	19.12	2.83	100.5
MCPD 저감화 후(pH 7.16)	58.83	21.03	2.53	41.3
MCPD 저감화 후(pH 8.20)	61.96	20.98	2.09	0.13
MCPD 저감화 후(pH 9.23)	64.03	23.24	1.53	0.03

아미노산	3-MCPD 처리 전	처리 후 pH 7.0	처리 후 pH 8.0	처리 후 pH 9.0
HIS	0.37	0.30	0.23	0.13
ILE	0.17	0.15	0.12	0.09

LEU	0.45	0.42	0.32	0.24
MET	0.16	0.16	0.12	0.09
PHE	0.32	0.29	0.22	0.17
THR	0.39	0.33	0.31	0.24
VAL	0.38	0.35	0.26	0.19
LYS	0.93	0.86	0.48	0.33
ARG	1.01	0.88	0.60	0.42
GLY	0.84	0.80	0.58	0.43
PRO	0.81	0.79	0.75	0.56
SER	0.82	0.77	0.58	0.45
TYR	0.20	0.18	0.13	0.10
ALA	1.38	1.26	0.96	0.74
ASP	1.57	1.40	1.13	0.86
GLU	1.76	1.61	1.24	0.94
Total A.A	11.56	10.55	8.03	5.98

그림 10. 탈지 전 귀뚜라미 HAP pH별 아미노산 절대 함량비

탈지 전 귀뚜라미 HAP 소재특성분석 결과, pH 8.20와 pH 9.23에서 알칼리 처리한 시료에서 3-MCPD가 각각 0.13, 0.03 mg//kg 수준으로 검출되었고, MCPD에서 안전한 수준은 pH 9로 처리한 경우로 확인되었음. 유리아미노산 조성의 경우, Glu>Asp>Ala 순으로 높은 비율을 나타냈으며 절대량으로 환산한 결과 알칼리 처리 전/후 큰 차이는 없는 것으로 확인되었음.

○ 탈지 후 귀뚜라미 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) lab-scale 실험결과 귀뚜라미를 초임계 추출장치를 이용하여 탈지한 후(지방함량 19.77% → 14.47%) 산분해한 HAP의 소재특성분석 결과는 다음과 같음.

표 12. 탈지 후 귀뚜라미 소재특성 및 유리아미노산 결과

시료명	수분(%)	식염(%)	T.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
MCPD 저감화 전	61.82	15.16	3.12	39.7
MCPD 저감화 후(pH 7.22)	62.34	16.81	2.72	45.4
MCPD 저감화 후(pH 8.12)	63.68	17.47	2.48	13.4
MCPD 저감화 후(pH 9.38)	66.53	7.91	1.30	0.03

아미노산	3-MCPD 처리 전	처리 후 pH 7.0	처리 후 pH 8.0	처리 후 pH 9.0
HIS	0.38	0.33	0.29	0.17
ILE	0.23	0.17	0.16	0.08
LEU	0.55	0.44	0.40	0.22
MET	0.15	0.12	0.11	0.06
PHE	0.37	0.30	0.27	0.16
THR	0.50	0.40	0.37	0.20
VAL	0.46	0.38	0.35	0.19
LYS	0.90	0.70	0.71	0.38
ARG	1.34	0.91	0.85	0.48
GLY	0.92	0.77	0.73	0.40
PRO	1.08	0.90	0.84	0.47

SER	0.94	0.77	0.71	0.39
TYR	0.25	0.21	0.20	0.17
ALA	1.64	1.35	1.27	0.69
ASP	1.77	1.50	1.39	0.76
GLU	2.03	1.68	1.54	0.84
Total A.A	13.51	10.93	10.19	5.66

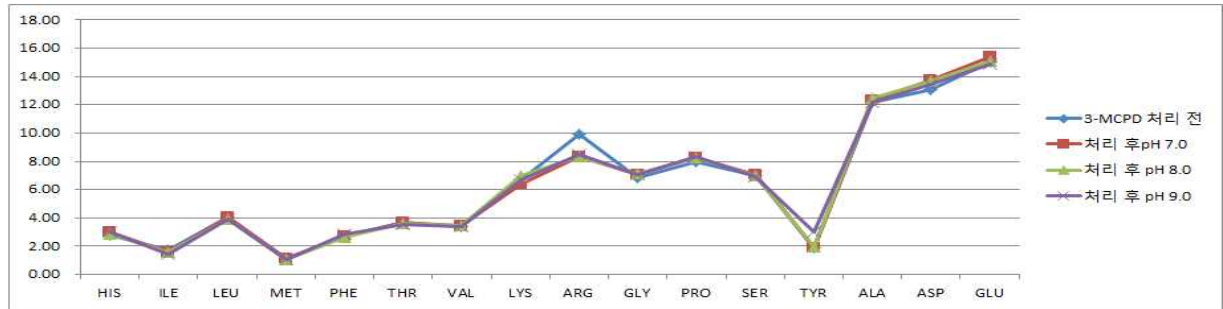


그림 11. 탈지 후 귀뚜라미 HAP pH별 아미노산 절대 함량

탈지 후 귀뚜라미 HAP 소재특성분석 결과, pH 9.38에서 알칼리 처리한 시료에서 3-MCPD가 0.03 mg//kg 수준으로 검출되었고, 탈지 전 HAP와 비교하여 보았을 때, 알칼리 처리에 따른 MCPD가 제거되는 정도가 편차가 심한 것으로 판단되어 MCPD 제거공정에 대한 최적조건 실험을 추가적으로 진행하기로 함.

유리아미노산 조성의 경우, Glu>Asp>Ala 순으로 탈지 전과 유사한 수준으로 알칼리 처리 전/후 큰 차이 없이 나타남을 확인할 수 있었음.

3) 산가수분해 공정 기술의 3-MCPD 제거공정 최적화

식용곤충의 경우 지방함량이 HVP 원료 등 다른 원료에 비해 지방함량이 높기 때문에 MCPD가 상대적으로 높을 거라 예상되었음. 실제 실험 결과를 보더라도, 탈지 후에도 지방이 높기 때문에 MCPD가 확실하게 제거되지 않음을 볼 수 있었음. 이에 지방이 높은 시료에서 MCPD를 효과적으로 제거할 수 있는 최적 조건을 찾고자 완전요인 실험을 진행하였음. 귀뚜라미를 탈지 전/후로 한 원료를 대상으로 탄산나트륨 투입량(6-12%), 지방함량 및 시간(1-4시간)의 3가지 요인을 선정해 진행하였음.

표 13. 탈지 전/후 귀뚜라미 HAP소재 MCPD 최적화 완전요인 실험 결과(온도 90 °C 중화)

샘플	지방함량(%)	탄산나트륨(%)	시간(Hr)	pH	최종무게(g)	MCPD(mg/kg)
#1	19.77	9	2.5	8.7	6.77	0.03
#2	14.47	6	4	8.35	5.96	0.02
#3	19.77	12	4	9.14	6.88	0.02
#4	14.47	12	1	8.9	7.40	0.03
#5	19.77	6	4	8.61	6.01	0.00
#6	19.77	12	1	9.15	6.14	0.05
#7	14.47	12	4	8.94	6.87	0.00
#8	19.77	6	1	8.37	5.65	2.88
#9	14.47	6	1	8.6	7.03	0.27

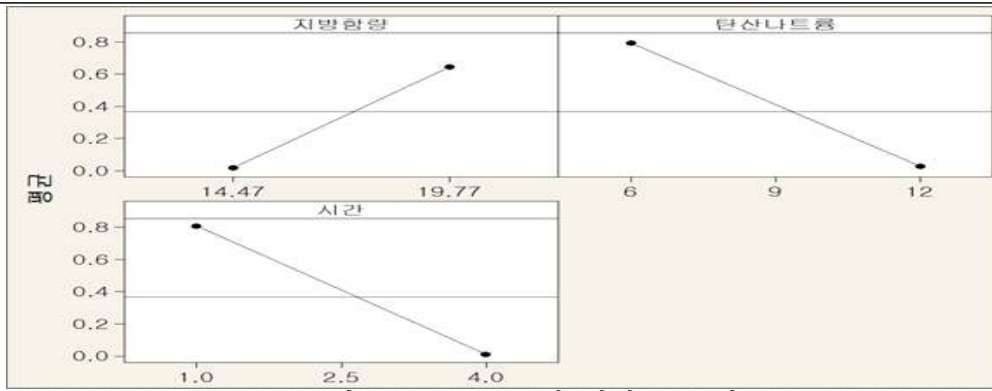


그림 12. 3-MCPD에 대한 주효과도

완전요인실험 결과, 알칼리 처리 후 반응시간과 탄산나트륨 양이 증가할수록 MCPD 제거 효과가 큰 것으로 나타났으며, 지방함량이 적은 시료에 경우 제거가 확실히 된다는 것을 알 수 있었음.

하지만, 실험결과를 보면 지방함량이 높더라도 반응시간을 4시간으로 한 경우 탄산나트륨의 양을 많이 늘리지 않더라도 MCPD가 효과적으로 제거됨을 확인할 수 있어 알칼리 처리 시간을 충분히 한다면 지방이 높은 곤충원료에서도 MCPD를 제거할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었음.

4) 산가수분해분획물의 관능평가를 통한 소재화 가능성 확인

식용곤충으로 제조한 HAP 중 MCPD 등 안전성이 확보된 소재를 선정하여 영양연구팀을 통해 관능평가를 진행하였음. 관능평가로 선정한 시료는 갈색거저리 탈지 전/후 HAP 2종과 귀뚜라미 탈지 전 HAP 3종으로 기호도 평가를 진행하였고, 젤라틴 HAP와 비교하여 선호도 평가도 동시에 진행하였음.

표 14. 전체적인 품질 선호도 평가 결과(순위법 : 순위 합이 낮을수록 선호도 높음)

시료	순위합	유의적 차이	Friedman 값
젤라틴 HAP	92.5	a(2)	12.1(1)
탈지 전 귀뚜라미 HAP	107	ab	
탈지 전 거저리 HAP	134	b	
탈지 후 거저리 HAP	116.5	ab	

(1)7.81(유의수준 5%에서의 χ^2 임계값)보다 클 때 시료간 유의적 차이 존재
 (2)다른 Letter는 5% 유의수준에서 유의적 차이를 나타냄

표 15. 전체적인 품질 기호도 평가 결과(9점 척도법)

시료	탈지 전 귀뚜라미 HAP	탈지 전 거저리 HAP	탈지 후 거저리 HAP
기호도	6.1점	5.1점	5.3점
6점 이상 비율	59%	48%	49%

기호도 평가(9점 척도법) 결과, 탈지 전 귀뚜라미>탈지 후 갈색거저리>탈지 전 갈색거저리의 순으로 나타남. 젤라틴과 비교한 품질 선호도 평가는 탈지 전 귀뚜라미, 탈지 후 갈색거저리는 젤라틴과 유의적 차가 없었지만, 탈지 전 갈색거저리의 경우 젤라틴에 비해 유의적으로 낮은 선호도를 보였음. 전체적인 관능평가 결과, 탈지 전 갈색거저리로 제조한 HAP의 선호도, 기호도 평가가 가장 낮은 것으로 나타나, 이는 지방 함량이 높을 경우 지방에서 발생하는 이취성분에 의해 영향이 있을 거라 판단되고, 이취를 저감화할 수 있는 공정도 고려해봐야 할 것으로 보임.



그림 13. 곤충 종류별 알칼리 처리 후 pH별 산분해가수물

나. 식용곤충의 식품소재화를 위한 특성 및 전처리 공정 연구(제1협동과제, 중앙대학교)

1) 식용곤충별 기초 영양 성분 분석 및 비교

(1) 식용 곤충별 기초 영양 성분 조성

- 총 7종의 식용곤충을 기초 영양 성분을 식품공전의 표준 분석법으로 분석을 실시하였음.
- 갈색거저리 유충, 쌀벌귀뚜라미, 메뚜기, 흰점박이꽃무지 유충, 장수풍뎅이 유충, 번데기, 백강잠을 대상으로 분석을 수행함
- 7종의 식용 곤충의 기초 영양 성분을 비교한 결과, 조단백 함량은 백강잠이 가장 높았고, 일반적으로 성충의 단백질 함량이 상대적으로 높게 나타남. (표 16)

표 16. 식용 곤충별 기초 영양 성분 조성

	Crude protein	Crude fat	Ash	Moisture	T.N.
갈색거저리	48.40	33.46	3.35	4.58	7.74
쌀벌귀뚜라미	61.35	19.77	4.47	3.58	9.82
메뚜기	64.63	2.39	3.29	15.75	10.34
흰점박이꽃무지 유충	44.18	20.27	6.41	6.56	7.07
장수풍뎅이 유충	43.46	20.20	6.39	6.25	6.95
번데기(냉동,국산)	12.38	9.26	1.28	74.31	1.98
백강잠	70.77	10.92	4.18	9.77	11.32

(2) 식용 곤충별 구성 아미노산 조성

- 아미노산의 조성을 분석하고, 정미성 아미노산의 함량을 비교 분석함.
- 구성 아미노산 조성은 정미성이 높은 Gly, Glu의 함량이 백강잠에서 가장 높게 나타남. 또한 조지방 함량은 유충 소재에서 높게 나타나, 갈색거저리 유충에서 가장 높게 측정됨. (표 17)

표 17. 식용 곤충별 구성 아미노산 조성

아미노산	갈색거저리	쌍별귀뚜라미	메뚜기	흰점박이꽃무지 유충	장수풍뎡이 유충	번데기 (냉동, 국산)	백강잠
HIS	1.86	1.72	1.53	1.37	1.91	0.61	1.26
ILE	1.85	2.05	1.99	1.58	1.94	0.39	1.31
LEU	3.26	4.00	4.07	2.58	3.03	0.71	2.29
MET	0.56	0.87	0.63	0.26	0.54	0.37	0.75
PHE	1.58	1.89	1.59	1.44	1.88	0.51	1.80
THR	1.90	2.08	2.01	1.62	2.07	0.51	2.18
VAL	2.46	2.51	2.70	1.86	2.41	0.52	2.05
LYS	3.15	3.88	3.75	2.80	4.08	0.93	3.06
ARG	4.04	5.32	5.61	4.54	5.06	0.80	3.31
GLY	2.34	2.56	3.09	2.06	4.30	0.47	11.28
PRO	3.26	3.18	3.92	2.95	4.51	0.46	2.04
SER	2.17	3.31	2.13	2.52	2.96	0.52	6.82
TYR	3.05	2.67	2.72	3.07	3.26	0.59	4.46
ALA	3.51	4.70	6.12	1.97	2.87	0.60	9.20
ASP	3.72	5.32	4.12	3.07	4.14	1.07	4.94
CYS	0.68	0.92	1.00	0.56	1.10	0.26	0.00
GLU	5.80	6.39	6.02	5.31	7.92	1.37	5.12
Total A.A	45.19	53.37	53.00	39.56	53.98	10.69	61.86

2) 식용 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 탐색

(1) 식용 곤충의 탈지 조건 탐색

○ 초임계 CO2를 이용한 식용 곤충의 탈지 조건 탐색

- 초임계 CO2를 이용한 식용 곤충의 탈지 조건을 확립하기 위해 50℃와 60℃에서(180 bar, 27 g/min CO2 flow rate) 추출을 진행함. (표 18)

표 18. 초임계 CO2 추출 조건

CO2 유속	온도	시간	압력	샘플 무게
27 g/min	50 / 60 ℃	120 min	180 bar	45 g

○ 유기용매(Hexane)를 이용한 식이 곤충의 지방 추출

- 식용 곤충 45g에 hexane 300 ml을 가하고 빛과 산소를 차단한 상태에서 24시간 동안 교반한 뒤, 0.45 μ l nylon membrane 진공 필터를 사용하여 고체(곤충)부분과 액체(지방)부분을 분리함. Hexane 추출물(액체)은 회전식 감압농축기로 농축 후 speed vac.으로 hexane을 완전히 제거함.

○ 유기용매(hexane)와 초임계 CO2를 이용한 식용 곤충의 탈지 조건 탐색

- 전처리 조건을 확립하기 위하여 갈색 거저리 유충을 초임계 CO2를 이용하여 두가지 조건으로 탈지한 결과, 50℃에서 10.18 %로 60℃ 5.00 %보다 높은 탈지 수율을 확인할 수 있었음. 또한 갈색 거저리 유충을 유기용매(hexane)를 이용하여 탈지한 결과, whole sample에서 22.73%, ground sample에서 25.68%의 탈지 수율을 보였음. (표 19)

표 19. 초임계 CO2(좌)와 유기용매(hexane)(우)를 이용한 갈색 거저리 유충의 탈지 효율 비교

초임계-CO2	50℃	60℃	Hexane	Ground	Whole
Sample	40.00 g	45.00 g	Sample	40.00 g	45.00 g
Defatted sample	33.68 g	40.60 g	Oil	10.27 g	10.23 g
Oil	4.07 g	2.25 g	Yield	25.68 %	22.73 %
Yield	10.18 %	5.00 %			

- 전처리 조건을 확립하기 위하여 귀뚜라미를 초임계 CO2를 이용하여 두가지 조건으로 탈지한 결과, 50℃에 3.78 %로 60℃ 0.96 %보다 높은 탈지 수율을 확인할 수 있었음. 또한 갈색 거저리 유층을 유기용매(hexane)를 이용하여 탈지한 결과, whole sample에서 22.73 %, ground sample에서 22.82 %의 탈지 수율을 보였음. (표 20)

표 20. 초임계 CO2(좌)와 유기용매(hexane)(우)를 이용한 귀뚜라미의 탈지 효율 비교

초임계-CO2	50℃	60℃	Hexane	Ground	Whole
Sample	45.00 g	45.00 g	Sample	45.00 g	45.00 g
Defatted sample	41.90 g	43.50 g	Oil	10.27 g	10.23 g
Oil	1.70 g	0.43 g	Yield	22.82 %	22.73 %
Yield	3.78 %	0.96 %			

- 전처리를 위한 탈지조건은 ground sample을 유기용매(hexane)를 이용하는 것이 효율적임을 확인할 수 있었음.

○ 탈지에 따른 식용 곤충의 일반성분 분석

- 탈지를 하지 않은 곤충시료와 초임계 CO2를 이용하여 탈지한 곤충시료의 일반성분을 비교한 결과, 50℃로 탈지한 갈색 거저리 유층의 조지방은 23.74 %, 60℃로 탈지한 갈색 거저리 유층의 조지방은 29.61 %로 탈지를 하지 않은 갈색 거저리 유층의 조지방 33.46 %보다 낮은 함량을 보였음. 갈색 거저리 유층의 조지방 함량이 50℃에서 9.72 %, 60℃에서 3.85 % 감소한만큼 조단백 함량이 50℃에서 10.06 %, 60℃에서 6.46 % 증가함을 확인할 수 있었으며, 이는 위의 전처리 탈지 수율 결과(50℃: 10.18 %, 60℃: 5.00 %)와 유사한 경향임. (표 21, 22)

표 21. 탈지하지 않은 식용 곤충의 일반성분 분석

	수분(%)	조지방(%)	조단백(%)	A.N.(%)	회분(%)
귀뚜라미	3.58	19.77	61.35	0.25	4.47
갈색거저리	4.58	33.46	48.40	0.42	3.35

표 22. 초임계 CO2로 탈지한 갈색 거저리 유층의 일반성분 분석

	수분(%)	조지방(%)	조단백(%)	회분(%)
SCF Defatted (50℃)	2.12	23.74	58.46	3.69
SCF Defatted (60℃)	1.18	29.61	54.86	4.22

○ 식용 곤충의 지방산 조성 분석

- 전처리를 위한 탈지 후 얻은 oil의 지방산 조성을 분석한 결과, 초임계 CO2로 추출한 oil과 유기용매(hexane)로 추출한 oil의 지방산 조성 분석은 큰 차이가 없었음. (표 23)

표 23. 추출된 갈색 거저리 유충의 지방산 조성 분석 결과

		초임계-CO2 (60℃)	초임계-CO2 (50℃)	Hexane 추출 (분쇄)	Hexane 추출 (미분쇄)
	14:0	3.82	3.47	3.15	3.11
	16:0	16.85	16.46	15.98	15.88
	16:1	2.10	2.01	1.75	1.84
	17:0	0.19	0.11		0.08
	17:1	0.33	0.35	0.31	0.33
	18:0	1.96	2.01	2.37	2.36
	18:1t				
F.A.C	18:1(n-9)c	44.82	43.64	44.98	44.96
(area%)	18:1(n-7)c		0.66		0.65
	18:2t	0.21	0.21	0.21	0.21
	18:2(n-6)c	28.41	29.38	29.98	29.10
	20:0		0.06		0.08
	18:3t	0.06	0.17		0.14
	20:1				
	18:3(n-3)c	1.25	1.47	1.27	1.26
	22:0				
트랜스지방산(%)		0.27	0.38	0.21	0.35
포화지방산(%)		22.82	22.11	21.50	21.51
불포화지방산(%)		77.18	77.89	78.50	78.49

(2) 식용 곤충의 단백질 분해 효소 처리 조건 탐색

○ 식용 곤충의 단백질 분해 효소 처리

- 식용 곤충 단백질 분해를 위한 효소제는 Flavourzyme, Neutrase, Alcalase, Protamex 4가지 종류가 사용되었으며, 탈지가 효소 작용에 미치는 영향을 확인하기 위하여 탈지하지 않은 식용 곤충과 탈지한 식용 곤충에 효소를 처리하고 비교하였음.
- 식용 곤충(탈지 유, 무)과 증류수를 1:20 (w/v)로 혼합하여, Flavourzyme 30 LAPU/protein (g), Alcalase, Neutrase, Protamex를 조단백 함량 기준 0.5 %의 농도로 처리한 후 각각 4시간, 8시간 반응시킴. 반응 후 샘플은 90℃에서 10분간 배양하여 효소를 불활성화한 후, 12,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상등액과 펠렛으로 분리하였음.

○ SDS-PAGE를 통한 식용 곤충의 효소별 단백질 분해 pattern 분석

- 효소 처리 후 분리한 펠렛과 20mM Tris/HCl, 2mM EDTA pH 8.0 buffer를 섞고 15분간 sonication하여 단백질을 추출함. 추출한 단백질을 BCA assay로 정량한 후 효소 처리 전식이 곤충은 단백질 50µg을, 효소 처리 후 식이 곤충은 단백질 70µg을 17% polyacrylamide gel에 로딩함.
- 탈지 효율이 높게 확인된 용매탈지 시료를 이용하여 탈지 전처리에 따른 단백질의 효소 분해 pattern을 분석하였음.
- 탈지한 갈색 거저리 유충의 효소 처리에 따른 단백질 pattern을 분석한 결과, 효소를 처리하지 않은 시료의 단백질은 10~75kD 사이에 분포하는 반면, 효소를 처리한 시료들의 단백질은 15kD이하에 분포하는 것을 확인할 수 있었음. 이는 단백질 분해 효소에 의해 갈색 거저리 유충의 단백질이 분해되었음을 나타냄. 전체적으로 4시간 효소 처리한 시료보다 8시간 효소 처리한 시료가 더 연한 색을 띄었으며, 이는 효소 처리 시간을 길게 함

으로써 단백질이 10kD 이하로 분해되어 gel을 통과한 결과로 보임. Flavourzyme, Neutrase, Alcalase, Protamex의 4가지 효소 중 Flavourzyme을 처리한 시료가 가장 연한 band를 나타내어 Flavourzyme의 단백질 분해 효율이 가장 높은 것을 확인함. 하지만 탈지 전처리 유무에 따른 분해 pattern에서는 유의적인 변이를 관찰할 수 없었음. (그림 14)

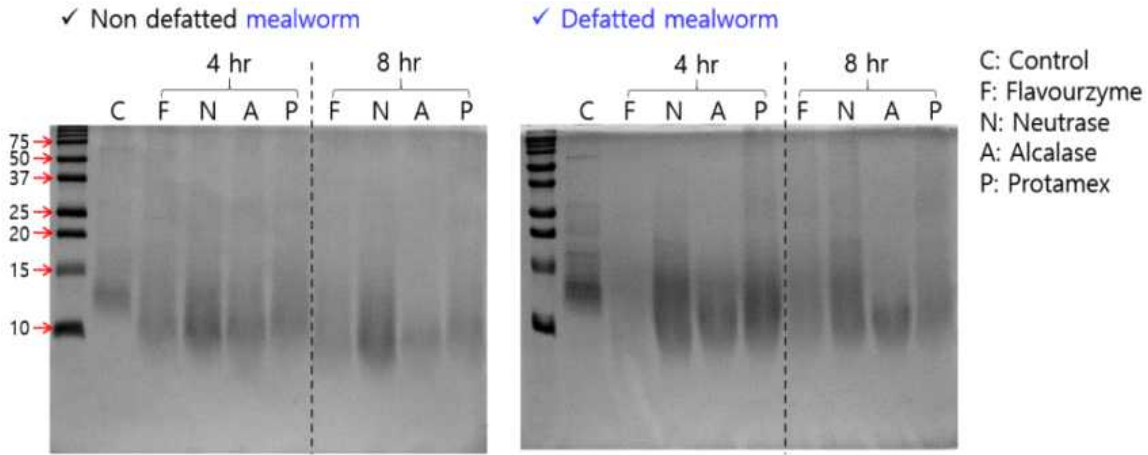


그림 14. 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 단백질 분해 pattern

- 탈지한 귀뚜라미의 효소 처리에 따른 단백질 pattern을 분석한 결과, 효소를 처리하지 않은 시료의 단백질은 15~75kD 사이에 분포하는 반면, 효소를 처리한 시료들의 단백질은 약 10kD이하에 분포하는 것을 확인 할 수 있었음. 효소 처리 시간이 증가하면 대부분의 단백질이 10kD 이하의 작은 크기로 분해되는 것을 확인함. Flavourzyme, Neutrase, Alcalase, Protamex의 4가지 효소 중 Flavourzyme이 가장 강한 단백질 분해력을, Neutrase이 가장 약한 분해력을 가진 것으로 확인함. 탈지 공정은 단백질의 효소 분해에 유의적인 변이를 나타내지 못하는 것으로 나타남. (그림 15)

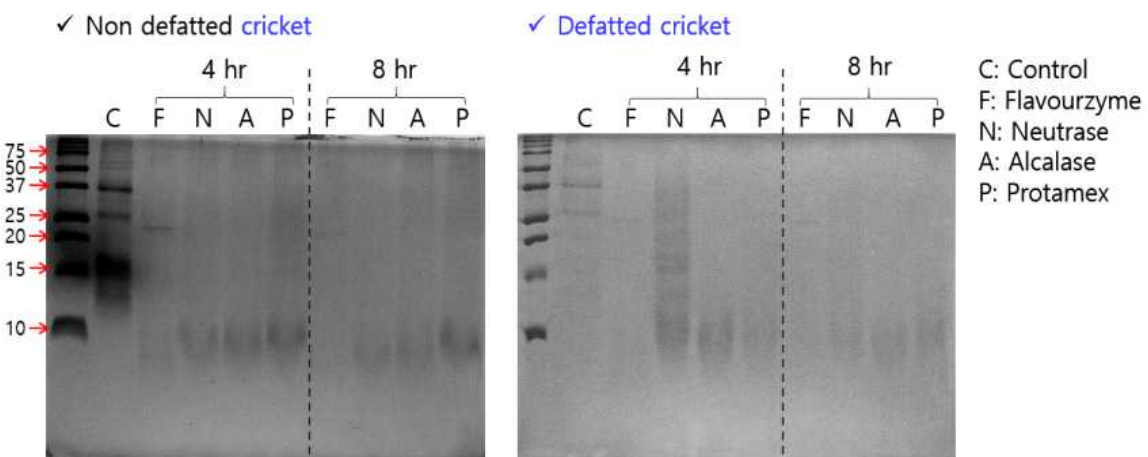


그림 15. 효소 처리한 귀뚜라미의 단백질 분해 pattern

- 탈지한 메뚜기의 효소 처리에 따른 단백질 pattern을 분석한 결과, 효소를 처리하지 않은 시료의 단백질은 10~75kD 사이에 분포하며 약 37kD의 단백질이 다량 존재하는 반면, 효소를 처리한 시료들의 단백질은 15kD이하에 분포하는 것을 확인 할 수 있었음. Flavourzyme, Neutrase, Alcalase, Protamex의 4가지 효소 중 Flavourzyme이 가장 강한

단백질 분해력을 가진 것으로 확인함. 하지만 탈지 유무는 분해 pattern에 유의미한 변이를 주지 못하는 것으로 확인됨. (그림 16)

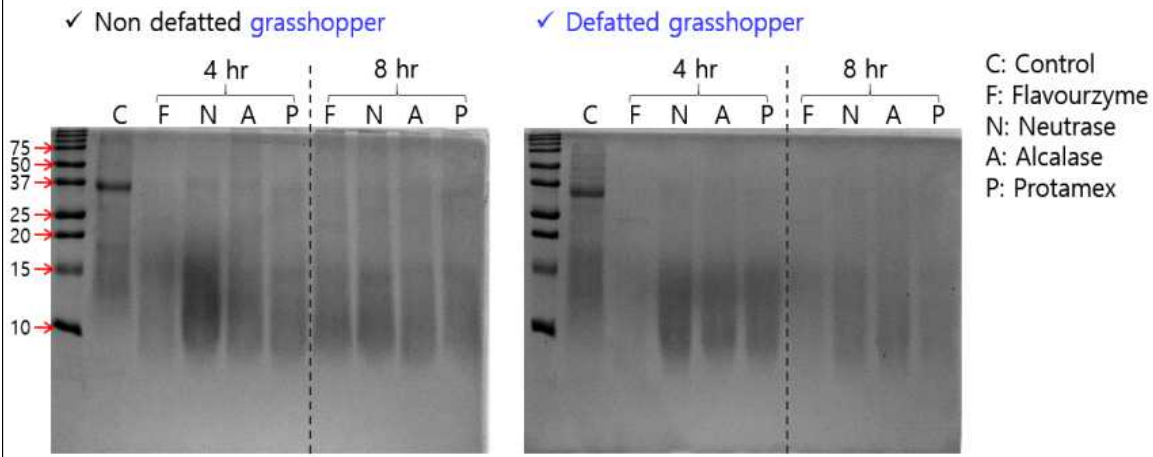


그림 16. 효소 처리한 메뚜기의 단백질 분해 pattern

○ Formol titration method를 통한 아미노태 질소 정량

- 아미노태질소는 아미노산의 아미노기 (-NH₂)에 존재하는 질소를 말하는 것으로 유리아미노산 전량을 표시하는 한 방법임. 효소 처리 후 분리한 상등액을 샘플로 이용함. 0.1N NaOH로 샘플 20 ml의 pH를 8.5로 높인 후, pH 8.5 포르말린(35 % formaldehyde) 15 ml을 넣고 1분간 반응시킴. 포르말린이 아미노산과 반응하여 pH가 떨어지면 0.1N NaOH로 pH 8.5까지 재적정 하여 2번째 적정에서 사용된 0.1N NaOH의 양으로 아미노태 질소를 정량함.
- 갈색 거저리 유충의 아미노태 질소 함량을 측정한 결과 Flavourzyme을 처리한 후 분리한 상등액이 가장 높은 아미노태 질소 함량을 보임. 4시간 처리한 경우 Flavourzyme, Neutrased, Alcalase, Protamex의 순서로 아미노태 질소가 높은 것을 확인함. 탈지하지 않은 갈색 거저리 유충의 8시간 효소 처리 결과는 4시간 처리군과 비해 아미노태 질소 함량이 증가한 것을 확인함. 탈지한 갈색 거저리 유충의 8시간 효소처리 결과는 4시간 처리군과 비교하였을 때, Neutrased를 제외한 모든 실험군에서 아미노태 질소 함량이 증가한 것을 확인함. 전반적으로 탈지 후 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 아미노태 질소 함량이 높게 나타나, SDS-PAGE 분석의 결과와 동일한 경향을 나타냄을 확인하였음. (그림 17, 표 24)

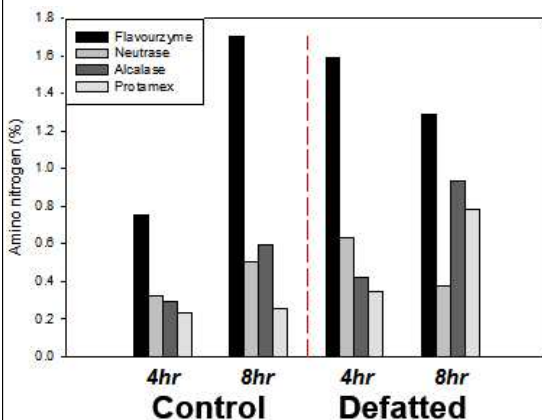


그림 17. 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 아미노태 질소 함량 측정 결과

표 24. 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 아미노태 질소(A.N.) 함량 측정 결과

A.N.(%)	Mealworm				Hexane defatted mealworm			
	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex
4 hr	0.75	0.32	0.29	0.23	1.59	0.63	0.42	0.35
8 hr	1.71	0.50	0.60	0.25	1.29	0.38	0.93	0.78

- 귀뚜라미의 아미노태 질소 함량을 측정한 결과 flavourzyme을 처리한 실험군이 가장 높은 아미노태 질소 함량을 보임. Flavourzyme을 제외한 처리 효소간의 아미노태 질소 함량은 차이를 보이지 않음. 4시간 처리군에 비해 8시간 처리군에서 아미노태 질소 함량이 비슷하거나 증가한 것을 확인함. 탈지하지 않은 귀뚜라미와 탈지한 귀뚜라미의 아미노태 질소 함량의 차이는 보이지 않았음. (그림 18, 표 25)

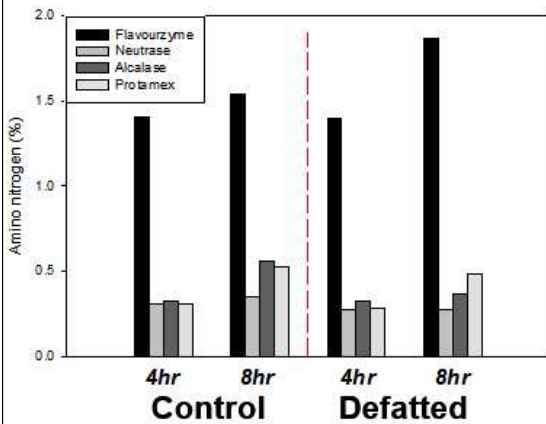


그림 18. 효소 처리한 귀뚜라미의 아미노태 질소 함량 측정 결과

표 25. 효소 처리한 귀뚜라미의 아미노태 질소(A.N.) 함량 측정 결과

A.N.(%)	Cricket				Hexane defatted cricket			
	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex
4 hr	1.40	0.31	0.32	0.31	1.40	0.27	0.33	0.29
8 hr	1.54	0.35	0.56	0.53	1.87	0.27	0.37	0.49

- 메뚜기의 아미노태 질소 함량을 측정한 결과 flavourzyme을 처리한 실험군이 가장 높은 아미노태 질소 함량을 보임. Flavourzyme을 제외한 처리 효소간의 아미노태 질소 함량은 차이를 보이지 않음. 4시간 처리군에 비해 8시간 처리군에서 아미노태 질소 함량이 수치상 조금 증가한 것을 확인함. 탈지하지 않은 메뚜기와 탈지한 메뚜기의 아미노태 질소 함량의 차이는 보이지 않았음. (그림 19, 표 26)

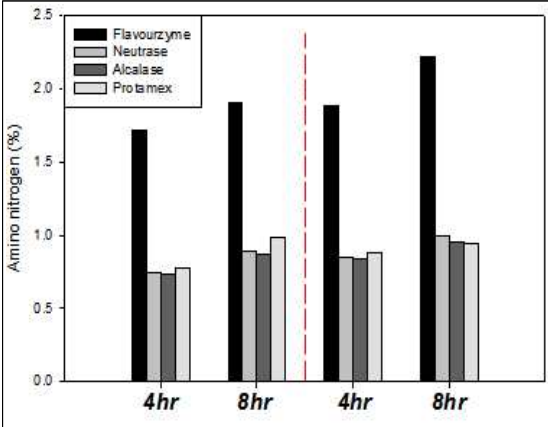


그림 19. 효소 처리한 메뚜기의 아미노태 질소 함량 측정 결과

표 26. 효소 처리한 메뚜기의 아미노태 질소(A.N.) 함량 측정 결과

A.N.(%)	Grasshopper				Hexane defatted grasshopper			
	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex
4 hr	1.712	0.744	0.730	0.722	1.881	0.849	0.835	0.877
8 hr	1.909	0.891	0.870	0.99	2.22	0.997	0.955	0.941

- Ninhydrin assay를 통한 단백질 효소 분해한 곤충 유래 free- α -amino acid 정량
- 효소 처리 후 분리한 상등액을 4M Sodium acetate buffer로 20배 희석하여 샘플로 사용함. 20배 희석된 샘플 100 μ l와 ninhydrin color reagent 50 μ l를 혼합하여 균질화 한 후, 95 $^{\circ}$ C에서 25분간 가열함. 가열된 샘플을 충분히 식힌 후 950 μ l의 에탄올을 섞어 자동분광광도계로 흡광도를 측정함. Glycine standard를 이용한 선형회귀분석으로 free- α -amino acid를 정량함.
- 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 free- α -amino acid 정량 결과 탈지하지 않은 경우 Flavourzyme, Alcalase, Neutrase, Protamex 순서로 강한 단백질 분해력을 보임. 탈지한 경우 Protamex, Alcalase Neutrase, Flavourzyme 순서로 강한 단백질 분해력을 보였임. (그림 20, 표 27)

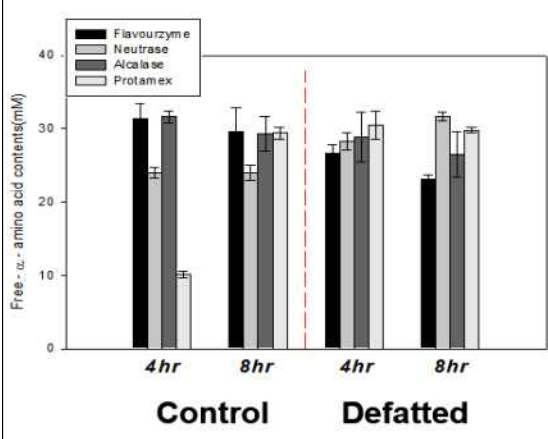


그림 20. 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 free- α -amino acid 정량 결과

표 27. 효소 처리한 갈색 거저리 유충의 free- α -amino acid 정량 결과

(mM)	Mealworm				Hexane defatted mealworm			
	Flavourzym e	Neutras e	Alcalase	Protame x	Flavourzyme	Neutras e	Alcalase	Protame x
4 hr	31.41 \pm 2.11	23.98 \pm 0.72	31.66 \pm 0.80	10.12 \pm 0.46	26.70 \pm 1.23	28.32 \pm 1.12	28.91 \pm 3.39	30.50 \pm 1.87
	29.68 \pm 3.16	24.04 \pm 1.04	29.37 \pm 2.37	29.42 \pm 0.83	23.18 \pm 0.49	31.71 \pm 0.62	26.47 \pm 3.09	29.84 \pm 0.32

- 효소 처리한 귀뚜라미의 free- α -amino acid 정량 결과 Flavourzyme, Protamex, Alcalase, Neutrase 순서로 강한 단백질 분해력을 보임. 탈지 공정은 분해활성에 영향을 주지 않는 것으로 확인됨. (그림 21, 표 28)

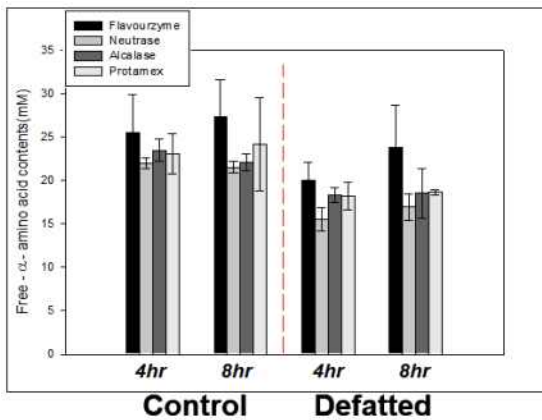


그림 21. 효소 처리한 귀뚜라미의 free- α -amino acid 정량 결과

표 28. 효소 처리한 메뚜기의 free- α -amino acid 정량 결과

(mM)	Cricket				Hexane defatted cricket			
	Flavourzym e	Neutras e	Alcalase	Protame x	Flavourzyme	Neutras e	Alcalase	Protame x
4 hr	25.53 \pm 4.38	21.97 \pm 0.60	23.46 \pm 1.27	23.05 \pm 2.31	20.03 \pm 2.06	15.45 \pm 1.34	18.26 \pm 0.87	18.18 \pm 1.56
	27.30 \pm 4.32	21.52 \pm 0.72	22.06 \pm 0.96	24.19 \pm 5.35	23.80 \pm 4.81	16.90 \pm 1.47	18.49 \pm 2.83	18.64 \pm 0.33

- 효소 처리한 메뚜기의 free- α -amino acid 정량 결과 다른 식이 곤충과는 달리 flavourzyme이 처리된 실험군이 가장 높은 free- α -amino acid 함량을 보이지 않음. 탈지하지 않은 메뚜기가 탈지 한 메뚜기보다 단백질 분해가 더 잘 된 것을 확인함. 단백질 분해 효소들은 neutrase, alcalase, flavourzyme protamex 순으로 분해력이 강한 것을 확인함. 시간에 따른 분해력은 flavourzyme이 가장 큰 것을 확인함. (그림 22, 표 29)

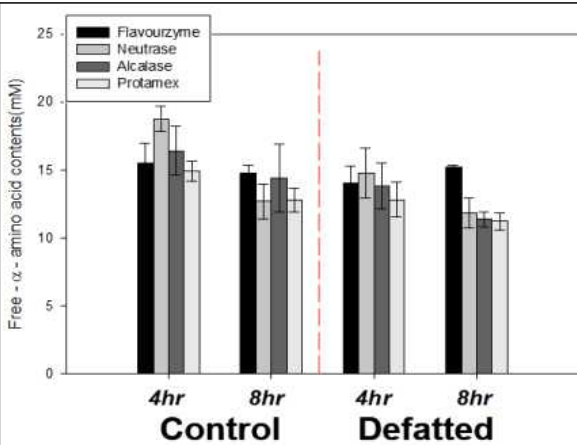


그림 22. 효소 처리한 메뚜기의 free-α-amino acid 정량 결과

표 29. 효소 처리한 메뚜기의 free-α-amino acid 정량 결과

(mM)	Grasshopper				Hexane defatted grasshopper			
	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex	Flavourzyme	Neutrase	Alcalase	Protamex
4 hr	15.51 ± 1.46	18.78 ± 0.94	16.41 ± 1.80	14.96 ± 0.73	14.07 ± 1.21	14.81 ± 1.84	13.80 ± 1.69	12.82 ± 1.29
8 hr	14.79 ± 0.55	12.70 ± 1.28	14.44 ± 2.50	12.80 ± 0.90	15.19 ± 0.15	11.85 ± 1.07	11.39 ± 0.55	11.24 ± 0.64

다. 발효공정에 의한 식용곤충의 식품 및 조미소재 연구(제2협동과제, 세종대학교)

1) 발효공정 적용을 위한 식품 소재 곤충의 분획화 연구

가) 식품 소재 곤충 (쌍별귀뚜라미, 갈색거저리 유충)의 일반성분 비교 분석

○식품 소재 곤충 (쌍별귀뚜라미, 갈색거저리 유충)의 일반성분 비교 분석

: 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 유충의 발효공정 도입 전 각 곤충의 성분 특성을 파악하기 위해 수분, 조지방, 조단백질, 회분, pH, 산도, 가용성 고형분, 염도 측정을 진행함. 주관연구기관 농심의 위탁연구기관인 양주시 농업기술센터에서 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 유충을 2회에 걸쳐 제공받아 3회 반복 실험하였음. 1차 제공 받은 두 곤충의 일반성분은 표 30, 31과 같음. 2차 제공받은 곤충의 일반성분은 표 32, 33 과 같음. 갈색거저리 유충의 경우 첫 번째와 두 번째 제공 시료 간에 성분 차이는 수분에 서 두 번째 받은 갈색거저리 유충이 수분이 적었음.

가용성고형분과 적정산도의 경우가 일부 차이가 나는 것을 파악할 수 있었으며 이는 생산시기 별 시 료 간 차이가 일부 있는 것으로 판단되었음. 갈색거저리의 경우, 일반성분 간에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났음.

쌍별귀뚜라미의 경우는 2차 제공 시료가 지방함량이 적고, 단백질의 함량이 1차 시료에 비해 많은 것 으로 나타났음. 그 외 일반성분 간에는 큰 차이를 보이지 않았음. 두 곤충 모두 pH의 경우는 6.56~6.90% 사이로 중성에 가까운 pH를 나타내었음.

표 30. Composition analysis of *Tenebrio molitor* and *Gryllus bimaculatus* (1st shipment)

samples	General components			
	Moisture (%)	Crude lipid (%)	Crude protein (%)	Crude ash (%)
<i>Tenebrio molitor</i>	6.19±0.401)	35.23±1.34	52.66±1.29	2.61±0.10
<i>Gryllus bimaculatus</i>	3.43±0.21	29.85±0.01	59.17±3.22	4.25±0.55

1) Mean ± S.D.

표 31. Characteristics of *Tenebrio molitor* and *Gryllus bimaculatus* powder (1st shipment)

samples	General components			
	pH	Salt* (%)	Soluble solids (°Brix%)	Titra \ddot{a} Acidity (%)
<i>Tenebrio molitor</i>	6.90±0.011)	1.63±0.58	14.33±0.58	0.29±0.00
<i>Gryllus bimaculatus</i>	6.63±0.01	2.23±0.58	14.00±1.00	0.55±0.00

1) Mean ± S.D.

* Measured by a salinity refractometer

표 32. Composition analysis of *Tenebrio molitor* and *Gryllus bimaculatus* (2nd shipment)

samples	General components			
	Moisture (%)	Crude lipid (%)	Crude protein (%)	Crude ash (%)
<i>Tenebrio molitor</i>	3.55±0.47	36.66±0.47	52.74±0.18	3.28±0.03
<i>Gryllus bimaculatus</i>	3.19±0.10	19.97±3.30	65.10±1.10	4.43±0.02

1) Mean ± S.D.

표 33. Characteristics of *Tenebrio molitor* and *Gryllus bimaculatus* powder (2nd shipment)

samples	General components in commercial			
	pH	Salt* (%)	Soluble solids (°Brix%)	Titra \ddot{a} Acidity (%)
<i>Tenebrio molitor</i>	6.56±0.06	2.41±0.01	22.00±2.83	0.61±0.01
<i>Gryllus bimaculatus</i>	6.58±0.16	2.41±0.01	12.01±0.01	0.68±0.11

1) Mean ± S.D.

* Measured by a salinity refractometer

2) 발효공정 적용을 위한 곤충 식품소재 특성연구

가) 추출방식에 따른 탈지율 및 성분조성 비교

: 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 유충의 탈지방 제조 방식 중 수층(aqueous) 초음파추출법 방식과 압착추출방식을 도입하여 지방 제거효율이 높은 방식을 선택하고자 실험분석을 실시하였음. 수층(aqueous) 초음파추출법방식은 상기 온도별 추출방식 중 가장 효율이 좋은 상온 침지 방식을 이용하였으며, 압착방식에 의한 지방제거 방식은 가정용 착유기를 이용하여 탈지 곤충박을 제조하였고, 조단백질 함량과 조지방 함량을 측정하여 지방 제거율을 비교 분석하였음. 수층(aqueous) 초음파추출법의 탈지 공정도는 그림 23과 같으며, 지방층과 수층(aqueous) 초음파추출법, 곤충박의 분리된 모습은 그림 24와 같이 나타났음. 압착추출방식을 이용한 탈지 공정도는 그림 25와 같이 나타내었고, 압착추출방식에 의해 탈지된 곤충박은 그림 26에 제시하였음.

○ 온도별 수층(aqueous) 초음파추출법

: 증류수 용매를 이용하여 곤충의 지방제거 가능성을 확인하기 위하여 저온(얼음물 침지), 상온(상온 침지), 고온(끓는 물 침지)에서 침지시킨 후 갈색거저리 유충을 이용하여 수층초음파 추출법으로 지방을 제거하였음. 온도별 수층 용매 추출법에 따른 지방 제거방식은 그림 23의 공정도에 제시하였음. 지방이 일부 제거된 곤충 pellet의 수분을 제거한 후 조지방을 soxhlet 추출법을 이용하여 분석하였으며, 각 pellet의 조단백질 측정을 진행하여 표 34와 같이 나타내었다. 본 실험은 3번에 걸쳐 반복실험을 진행하였음.

조단백질의 함량의 경우, 온도별 함량 차이는 약 76.1 % 비율로 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났음. 반면, 조지방의 함량은 온도에 따라 통계적 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났음. 수층(aqueous) 초음파추출법으로 처리된 곤충 pellet의 조지방 제거비율은 표 30에서 미처리 곤충지방함량과 비교하여 표시하였음. 조지방 함량은 실온 25℃에서 20.5%로 초기 지방함량에 비해 41.9% 지방 제거율을 나타냈고, 저온으로 진행한 0℃는 24.6%로 30.2%의 지방 제거율을 보였으며, 끓인 물에서 진행한 100℃침지의 pellet은 26.7%로 24.4%의 가장 낮은 지방 제거율을 보였음. 수층(aqueous) 초음파추출법 이용 지방 제거율은 상온인 25℃에서 진행하는 것이 가장 효율적인 방식인 것으로 나타나 에너지 비용을 고려 시 경제적인 방식일 것으로 판단되었음.

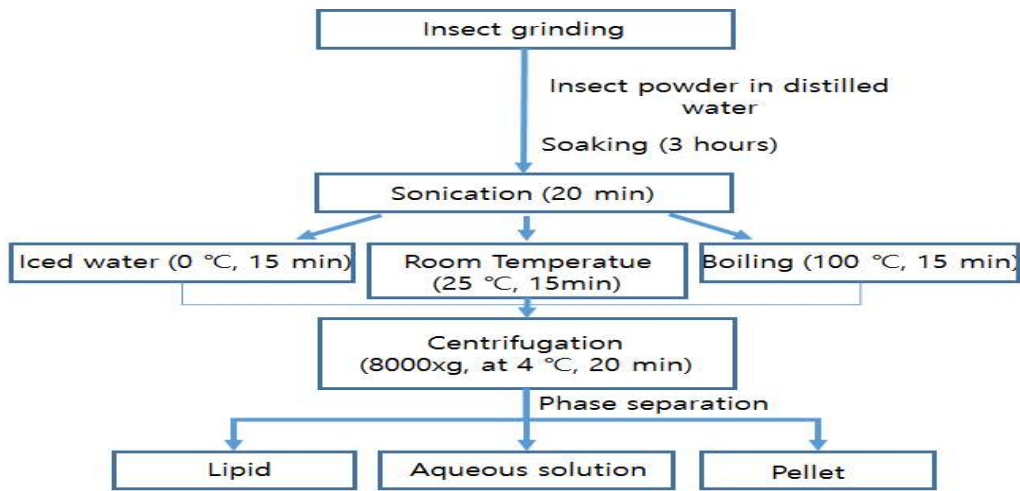
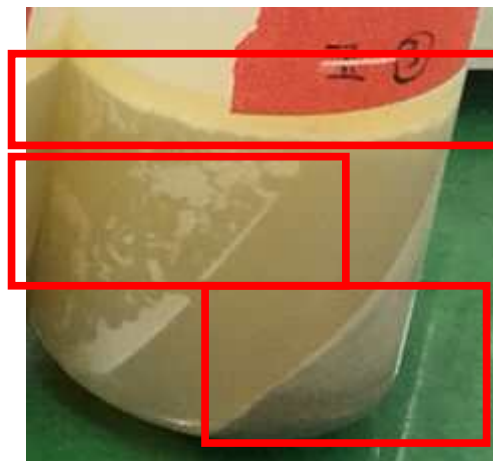


그림 23. Aqueous-ultrasonication extraction for insect pretreatment



extracted)
by centrifugation

그림 24. Phase separation of *Tenebrio molitor* powder (aqueous-ultrasonication

표 34. Composition analysis of *Tenebrio molitor* pellet treated by aqueous ultrasonication

Temperature	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Lipid removal rates (%) ⁴⁾
0℃	76.00±1.64a	24.59±1.79a	30.20
25℃	76.66±2.67a ¹⁾²⁾	20.48±1.15b	41.87
100℃	75.65±0.26a	26.65±0.20a	24.35
F-value	NS ³⁾	16.383**	

1) Mean ± S.D.

2) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05, NS : Not Significant

4) % lipid removal rates = {1-(%crude lipid by treatment/% crude lipid by soxhlet extraction)}*100

○ 압착추출방식

: 압착방법을 이용한 갈색거저리 유충의 탈지 조건

- 기기 : 가정용 채유기 (HD-333, 현대녹색산업, 한국)
- 시료 : 건조 갈색거저리 유충 분말
- 압착조건
 - 시료량 : 150g
 - 피착유물(착유기내) 온도 : 50℃내외

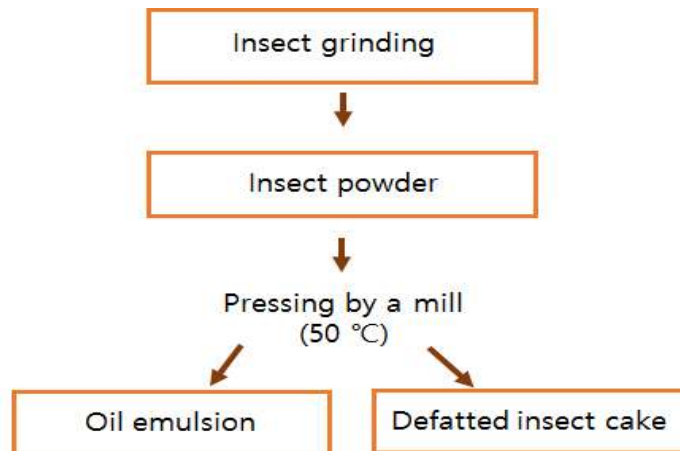


그림 25. Press extraction for insect pretreatment



그림 26. Defatted insect cake by press extraction

: 수층(aqueous) 초음파추출법과 압착추출방법 처리를 통해 얻어진 곤충 pellet의 조지방 제거비율은 표 30의 원 곤충 지방과 비교하여 표시하였음(표 35). 수층(aqueous) 초음파추출법방식의 경우 유층은 75.6%로 나타나 두 곤충 모두 압착추출방식에 의한 탈지율이 높은 것으로 분석되었고 상대적인 조단백질 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었음.

표 35. Composition analysis of *Tenebrio molitor* and *Gryllus bimaculatus* pellets

Pre-treatment	Sample	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Crude lipid removal Rates (%) ⁴⁾
Aqueous-ultrasonication	<i>Tenebrio molitor</i>	76.66±2.67ab ¹⁾ 2)	20.48±1.51b	41.87
	<i>Gryllus bimaculatus</i>	68.25±0.56c	22.33±1.11a	25.19
Press	<i>Tenebrio molitor</i>	80.40±0.06a	8.59±0.54d	75.62
	<i>Gryllus bimaculatus</i>	71.24±3.21d	13.41±1.48c	55.08
F-value		7.895** ³⁾	152.992***	

1) Mean ± S.D.

2) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05, NS : Not Significant

4) % lipid removal rates = {1-(%crude lipid by treatment/% crude lipid by soxhlet extraction)}*100

나) 곤충 소재 분획공정을 통해 얻어진 수득별 식품 소재의 지방성분 분석

○ 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 유층의 탈지 방식에 따른 지방산 조성 비교 분석

: 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 유층의 탈지 방식에 따른 지방산 조성에 차이 유무를 확인하기 위해 지방산 조성의 분석을 실시하였음(표 36). 수층(aqueous) 초음파추출법과 압착 방식으로 얻어진 갈색거저리 유층 기름에서 모두 불포화지방산인 C18:1(oleic acid)의 함량이 46.4%로 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 C18:2(linoleic acid)가 27.3%로 높고, 포화지방산인 C16:0(Palmitic acid)의 함량이 13.7%로 지방산 중 상대적으로 많은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났음. 쌍별귀뚜라미의 경우는 수층(aqueous) 초음파추출법과 압착 방식 모두 불포화지방산인 C18:2(linoleic acid)가 34.9%로 가장 많은 비율을 나타냈고, 다음으로 C18:1(oleic acid)가 29.8%로 많은 양을 나타냈음. 그리고 C16:0(Palmitic acid)의 함량이 24.6%로 높게 나타났다. 결과에서 보는 바와 같이 두 곤충 모두 불포화지방산인 linoleic acid, oleic acid 그리고 포화지방산인 Palmitic acid의 함량이 가장 높을 것으로 분석되었음. 일반적으로 linoleic acid의 경우는 EPA, DHA와 같은 고도불포화지방산으로 포함되어 심근경색, 동맥경화 및 혈전의 예방효과가 있는 것으로 알려져 있는 지방산으로 곤충에 그 함량이 높아 곤충 기름의 기능성 활용도가 높을 것으로 판단되었음.

표 36. Fatty acid composition of *Gryllus bimaculatus* and *Tenebrio molitor* by two pretreatments

Fatty acid sample	(unit : %)										
	C12:0	C14:0	C15:0	C16:0*	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1*	C18:2**	C18:3	C18:2trans
TA.P1)	0.4	4.1	0.0	13.5	2.4	0.0	1.6	46.6	27.3	1.1	0.2
TC.P	0.3	4	0.1	13.9	2.4	0.0	1.8	46.2	27.3	1.1	0.2
GA.P	0.0	0.6	0	24.5	0.8	0.2	5.7	30.1	34.8	0.9	0.2
GC.P	0.0	0.6	0	24.6	0.8	0.2	6.1	29.4	34.9	0.9	0.2

1)*: palmitic; **: oleic; ***: linoleic

2) sample info. T.A.P : *Tenebrio molitor* by aqueous-ultrasonication extraction
 T.C.P : *Tenebrio molitor* by press extraction
 G.A.P : *Gryllus bimaculatus* by aqueous-ultrasonication extraction
 G.C.P : *Gryllus bimaculatus* by press extraction

○ 탈지 방식에 따른 지방산 포화도 비율

이러한 지방산에서 포화지방산과 불포화지방산, 트랜스 지방산의 곤충 별 비율을 비교해 보았을 때, 표 37과 같이 분석이 되었음. 각 지방 제거 방식에 따른 곤충의 성분 비율 차이는 없는 것으로 나타났으며, 곤충에 따른 지방산은 갈색거저리가 불포화지방산이 77.2%로 쌍별귀뚜라미 66.3%보다 높은 함량을 나타냈으며, 불포화지방산은 쌍별귀뚜라미가 31.3%로 갈색거저리 19.9%보다 높은 함량을 나타냈음. 반면 트랜스 지방산은 모두 0.2%로 매우 낮은 양을 보유하고 있는 것으로 분석되었음. 이를 통해 갈색거저리의 경우 불포화 지방산이 높아 기능성 기름 식품으로 쌍별귀뚜라미보다 우수한 것으로 보임. 또한, 지방 분리 방식에 따른 지방산의 조성 자체에 차이가 없는 것으로 확인 되었으며, 지방을 분리하여 높은 수율로 얻을 수 있는 압착 방식을 이용하는 것이 압착박의 이용과 기름성분 이용에 유리할 것으로 보임.

표 37. Fatty acid profiles of *Gryllus bimaculatus* and *Tenebrio molitor* oils obtained by two pretreatments (unit : %)

Fatty acid sample	Fatty acid		
	SFAs*1)	USFAs**	trans FA***
T.A.P1)	19.6	77.4	0.2
TC.P	20.1	77.0	0.2
GA.P	31.0	66.6	0.2
GC.P	31.5	66.0	0.2

1)*: saturated fatty acids ; **: unsaturated fatty acids; ***: trans fatty acids

2) sample info. T.A.P : *Tenebrio molitor* by aqueous-ultrasonication extraction
 T.C.P : *Tenebrio molitor* by press extraction
 G.A.P : *Gryllus bimaculatus* by aqueous-ultrasonication extraction
 G.C.P : *Gryllus bimaculatus* by press extraction

따라서, 탈지 효율과 지방산 성분 조성 비교 등을 고려할 때 상업적 적용에서는 압착추출 방식이 유리할 것으로 판단되었음.

3) 곤충 발효를 위한 적합균주 선발

가) 식용곤충 분획물에 대한 발효 적합 균주 선발

○ 식용곤충 발효 균주 선발을 위한 선택 균주별 protease 분비정도 측정

: 식용곤충에 다량 존재하는 성분은 단백질이므로, 곤충의 단백질 분해가 이루어져야 하기 때문에 콩의 발효식품에 주로 이용되는 균주를 이용하고자 하였음. 따라서, 콩 발효식품에 주로 이용되는 선택 균주 중 2차 대사산물로 protease분비를 확인하기 위하여 paper disc 법을 이용한 실험을 실시하였음. 2% skim milk agar 배지 중앙에 지름 6 mm의 paper disc를 올리고 액체 배지에서 48시간 2차 계대배양된 균을 20µl paper disc에 접종한 후 35℃에서 72시간 배양하였음. protease의 분비 정도는 미생물을 접종한 paper disc 주변부의 clear zone 생성여부로 확인하여 clear zone 지름 사이즈를 다음 표 38에 제시하였음. 전체 균주별로 clear zone의 크기 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 가장 큰 clear zone을 생성한 균주는 *Bacillus subtilis*로 분석되었고, 그다음은 *Aspergillus*

oryzae type 1으로 나타났음. *Bacillus subtilis*는 콩 청국장의 발효에 주로 이용되는 균주로서 protease 활성이 높은 균주이며, *Aspergillus oryzae* type 1은 시판균주 (C사)로 주로 단백질 분해에 관련된 식품에 사용되는 균주임. 균주간의 clear zone의 크기가 차이가 있으나, 모든 균주가 protease를 분비하는 것으로 나타났음. 반면 *Bacillus licheniformis*의 경우는 clear zone의 정도가 매우 흐리게 나타나 protease의 분비는 하지만 그 정도가 매우 낮아 다른 균주들보다 단백질 분해능이 낮은 것으로 판단되었음.

표 38. Clear zones showing proteinase activity by the bacterial isolates on skim milk agar; well diameter 6.0mm (unit: cm)

Bacterial strain	Proteinase activity 1	degree of clear
<i>Bacillus subtilis</i>	3.8±0.07a1)2)	+
<i>Bacillus licheniformis</i>	3.03±0.18b c	-
<i>Rhizopus oryzae</i>	3.18±0.23b c	+
<i>Aspergillus niger</i>	2.00±0.00d	+
<i>Aspergillus oryzae</i>	2.77±0.03c	+
<i>Aspergillus oryzae</i> type 14)	3.35±0.35b	+
<i>Aspergillus oryzae</i> type 2	3.15±0.07b c	+
<i>Aspergillus oryzae</i> type 3	2.90±0.14c	+
F-value	17.72***3)	

- 1) Values for zone of inhibition are presented as mean±SD.
- 2) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.
- 3) *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001, ****: p<0.0001
- 4) *Aspergillus oryzae* type 1 : stipe size, short
Aspergillus oryzae type 2 : stipe size, middle
Aspergillus oryzae type 3 : stipe size, long

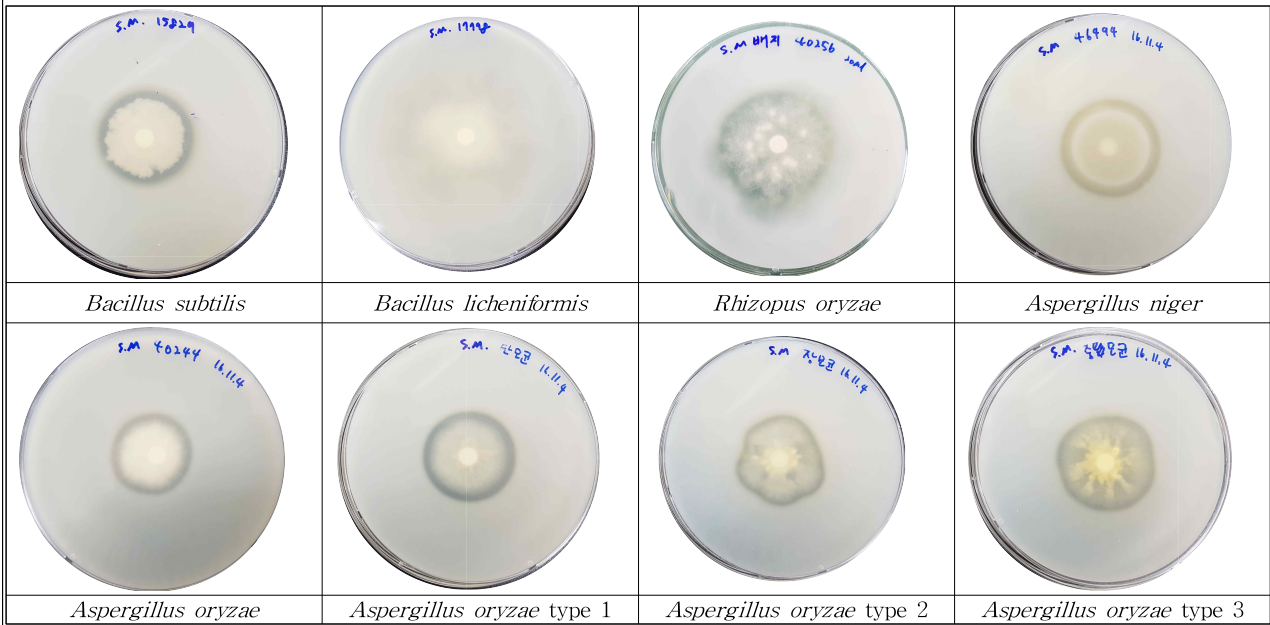


그림 27. Proteinase activity by the bacterial isolates on skim milk agar

Aspergillus oryzae type 1 : stipe size, short
Aspergillus oryzae type 2 : stipe size, middle
Aspergillus oryzae type 3 : stipe size, long

○ 식용곤충 발효 균주 선발을 위한 선택 균주별 chitinase 분비정도 측정

: 식용곤충에 다량 존재하는 성분으로 외골격을 형성하는 키틴질(chitin)이 있으며, 특히 곤충에서 chitin의 분리 또는 제거가 곤충을 식품으로 이용하는데 중요한 작용하고 있음. 그 이유는 곤충의 chitin이 식품으로 이용하는데 관능적으로 소비자의 안 좋은 평가를 받고 있으며, chitin으로 인해 여러 목적의 식품으로 가공하는데 문제가 생길 수 있기 때문임. 일본에서 진행한 곤충간장식품의 제조에 있어 문제가 되었던 부분이 곤충 껍질의 단단한 chitin으로 인해 발효균이 곤충에서 제대로 흡착되지 못해 곤충 발효를 원활히 진행하는데 문제가 된다는 점을 지적한 바 있음. 따라서 곤충의 chitin을 제거하기 위해 chitinase 분비능이 있는 균주를 확인하고자 paper disc 법을 이용한 실험을 실시하였음.

chitinase 활성 측정을 위한 colloidal chitin의 제조는 새우껍질로부터 얻어진 chitin 20g(sigma aldrich, USA)을 200ml의 진한 HCl에 풀어서 교반기에서 2시간 동안 교반하고, 교반되어진 chitin에 증류수를 약 2L 첨가하여 24시간동안 4℃에서 정치시킨 후 상등액을 제거하였음. 다시 증류수를 첨가하여 정치 및 상등액 제거를 수차례 반복한 뒤 pH가 대략 약산성이 되면 펌프를 이용하여 필터한 후 필터 paper에 남은 colloidal chitin을 다시 증류수에 세척하고 pH가 중성이 될 때까지 이 작업을 반복하여 colloidal chitin을 얻었음.

colloidal chitin agar(KH₂PO₄ 0.03%, K₂HPO₄ 0.07%, MgSO₄×5H₂O 0.05%, FeSO₄×7H₂O 0.001%, ZnSO₄ 0.0001%, MnCl₂ 0.0001%, Colloidal chitin 2%, Agar 2%)를 만들어 그 중앙에 지름 6 mm의 paper disc를 올리고 액체 배지에서 48시간 2차 계대배양된 균을 20μl paper disc에 접종한 후 35℃에서 6일간 배양하였음.

Chitinase의 분비 정도는 미생물을 접종한 paper disc 주변부의 clear zone 생성 여부로 확인하여 clear zone 지름 사이즈를 표 39에 제시하였음. 모든 균주에서 clear zone이 나타나지 않았으나, *Bacillus licheniformis*에서 clear zone이 나타났음. *Bacillus licheniformis*의 경우는 일반적으로 chitinase 활성이 높은 균주로 알려져 있음.

표 39. Clear zones showing chitinase activity by the bacterial isolates on colloidal chitin agar ; well diameter 6.0mm (unit: cm)

Bacterial strain	Chitinase activity
<i>Bacillus subtilis</i>	No3)
<i>Bacillus licheniformis</i>	0.14±0.01
<i>Rhizopus oryzae</i>	No
<i>Aspergillus niger</i>	No
<i>Aspergillus oryzae</i>	No
<i>Aspergillus oryzae</i> type 1	No
<i>Aspergillus oryzae</i> type 2	No
<i>Aspergillus oryzae</i> type 3	No

1) Values for zone of inhibition are presented as mean±SD.

2) *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001, ****: p<0.0001

3) No : Not clear zones

4) *Aspergillus oryzae* type 1 : stipe size, short
Aspergillus oryzae type 2 : stipe size, middle
Aspergillus oryzae type 3 : stipe size, long

4) 곤충 분획물의 발효공정 연구

가) 탈지 곤충박을 이용한 발효 제국공정 개발

○ 탈지 곤충박을 이용한 *Bacillus licheniformis* 균주 접종에 따른 입국 제조의 일반성분 비교 분석
: 탈지 곤충박(수층(aqueous) 초음파추출법 추출방식)에 *Bacillus licheniformis* 균주를 접종하여 입국

을 제조한 뒤 입국의 일반성분을 실험 분석한 결과 표 40과 같이 나타났음. 그리고 입국의 제조 방식은 그림 28에 제시하였음. *Bacillus* 균주는 청국장 발효에 주로 이용되며, chitinase분비능이 나타난 균주인 *Bacillus licheniformis*를 접종하여 곤충박의 시간에 따른 발효를 진행하여0

일반성분을 분석하여 예비실험을 진행하였음. 가용성 고형분의 경우 그 함량이 . 매우 미량 존재하며 곤충에 따른 차이가 없는 것으로 나타났음. 이는 수층(aqueous) 초음파추출법으로 곤충을 추출하는 과정에서 가용성고형분이 수층(aqueous) 초음파추출법에 대부분이 녹아 탈지 곤충박에는 가용성 고형분이 미량만 남은 것으로 보임. 염도와 pH, 산도는 곤충 간에 그리고 발효정도에 따라서 큰 차이를 보이지 않았음. 아미노태 질소의 경우 *Bacillus licheniformis*가 발효하는 과정에서 곤충의 단백질을 분해정도를 나타낼 수 있는 지표가 되는데, 쌍별귀뚜라미의 경우 아미노태 질소의 양이 96시간이 될 때 까지 늘어나지 않는 모습을 보이나, 갈색거저리 유충의 경우 그 양이 점점 늘어나는 것을 확인 할 수 있음. 특히, 0시간과 48시간에는 곤충간에 유의적 차이를 보이지 않지만, 96시간에 갈색거저리 유충의 아미노태질소가 쌍별귀뚜라미의 아미노태 질소보다 유의적으로 높은 것으로 분석되었음.

표 40. Analysis of general components on fermented insect with *Bacillus licheniformis* starter

Fermentation time	sample3)	Soluble solids (°Brix%)	Salt (%)	pH	Titraㄹ acidity (%)	Amino nitrogen (%)
0h	T.BL	0.05±0.03 ¹⁾	0.01±0.00	6.65±0.00	0.38±0.01	0.14±0.01
	G.BL	0.02±0.00	0.01±0.00	6.68±0.00	0.42±0.02	0.14±0.01
F-value		NS ²⁾	NS	NS	NS	NS
48h	T.BL	0.06±0.05	0.01±0.00	6.64±0.00	0.30±0.00	0.18±0.02
	G.BL	0.00±0.00	0.01±0.00	6.67±0.01	0.49±0.06	0.13±0.02
F-value		NS	NS	NS	3.60*	NS
96h	T.BL	0.00±0.00	0.01±0.00	6.67±0.01	0.48±0.01	0.22±0.01
	G.BL	0.50±0.07	0.01±0.00	6.82±0.00	0.37±0.20	0.12±0.00
F-value		NS	NS	NS	6.10*	2.99*

1) Mean ± S.D.

2) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05, NS : Not Significant

3) sample info. T.BL : *Tenebrio molitor* Koji with *Bacillus licheniformis*

G.BL : *Gryllus bimaculatus* Koji with *Bacillus licheniformis*

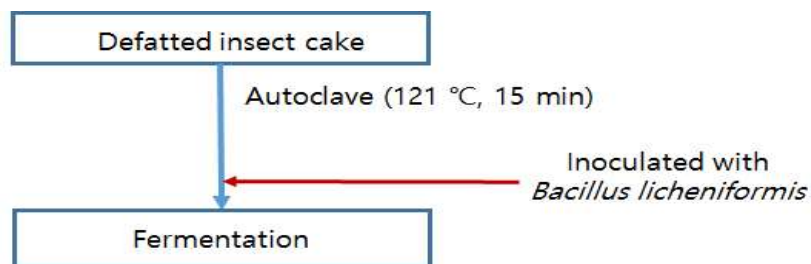


그림 28. Insect koji production with *Bacillus licheniformis*

○ 탈지 곤충박(갈색거저리 유충)의 *Aspergillus oryzae*와 *Bacillus subtilis* 혼합 접종에 따른 아미노태 질소 함량 측정

: 탈지 곤충박(수층(aqueous) 초음파추출법)이 탄소원의 함량에 따라 발효되는 정도에 차이가 있는지 확인하고, protease 활성이 높아 입국 제조에 주로 사용되는 *Aspergillus oryzae*와 주요 청국장 발효균주인 *Bacillus subtilis*를 혼합 접종하여 입국을 제조한 뒤 48시간, 96시간 동안 발효하면서 나타나는 특성을 파악하였으며, 그 결과는 표 41과 같이 나타났음. 그리고 입국의 제조 공정은 그림 29와 같이 진행되었음.

입국의 제조는 고소에 건조 원물을 기름 제거 없이 바로 균주를 접종한 control과 수층(aqueous) 초

음과추출법으로 탈지 곤충박에 탄소원 없이 균주 접종한 AC0, 탈지 곤충박에 2% 탄소원과 균주를 접종한 AC2, 탈지 곤충박에 4% 탄소원과 균주를 접종한 AC4인 4개의 샘플을 준비하여 혼합한 다음 항온기 30℃에서 48시간동안 발효하여 시료를 채취해 분석하고, 96시간 동안 발효 한 후 시료를 채취하여 실험을 진행하였음. 본 실험은 3번 반복 실험을 진행하였음. 시료 제조 시 산도에는 유의적 차이가 없었으며, pH의 경우는 AC0가 8.3으로 가장 높았으며, Control은 6.5로 가장 낮았고, AC2와 AC4는 pH 7.3으로 시료간의 유의적 차이는 있었으나 pH의 범위가 모두 중성정도를 나타내고 있었음.

제조한 입국의 발효에 따라 단백질 분해가 이루어지는지 확인하기 위하여 아미노태 질소함량을 측정할 결과 48시간보다 96시간이 지났을 때 모든 샘플에서 아미노태 질소 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었음. 그러나 Control의 경우는 아미노태 질소의 함량이 증가하지 않은 것으로 보여 균의 발효가 잘 일어나지 않는 것으로 판단되었음. 반면, 탄소를 넣지 않은 AC0의 경우 AC2와 마찬가지로 유사하게 발효가 진행되는 것으로 나타났다.

이를 보아 지방을 제거하지 않을 경우 균주의 발효가 저해를 받는 것으로 판단되었고, 곤충의 지방 제거가 발효식품 제조에 필요한 입국(koji)제조에 필요한 과정으로 판단되었음. 모든 샘플 중에서 AC4의 경우 아미노태 질소 함량이 다른 시료에 비해 월등히 높았으며, 그림 30에서와 같이 육안으로 보더라도 AC4의 발효진행이 가장 좋은 것으로 보임. AC4의 경우 48 시간이 지났을 때 곰팡이가 하얗게 균사를 이루어 육안으로 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 96시간이 지났을 경우 초록색의 포자를 형성하고 있음. 입국에 녹색 포자가 형성될 경우 제품의 색택에 나쁜 영향을 미치며, 일반적으로 쓴맛이 난다고 하여 48시간에 입국의 발효를 마치는 것이 좋을 것으로 판단되었음.

표 41. Characteristics of *Tenebrio molitor koji* with *Bacillus subtilis* and *Aspergillus oryzae*

sample4)	pH	Titrable acidity (%)	Amino nitrogen (%) (48h)	Amino nitrogen (%) (96h)
Control	6.54±0.04c 1)2)	0.02±0.00	0.32±0.00d	0.33±0.00d
AC0	8.30±0.00a	0.00±0.00	0.58±0.00b	0.65±0.01b
AC2	7.33±0.00b	0.01±0.00	0.44±0.00c	0.53±0.00c
AC4	7.34±0.03b	0.01±0.00	0.77±0.04a	0.98±0.01a
F-value	1324.42*** 3)	NS	120.92***	2360.57***

1) Mean ± S.D.

2) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, NS : Not Significant

4) sample info. Control : Not pretreated insect powder

AC0 : Defatted insect cake

AC2 : Defatted insect cake + 2% carbon source

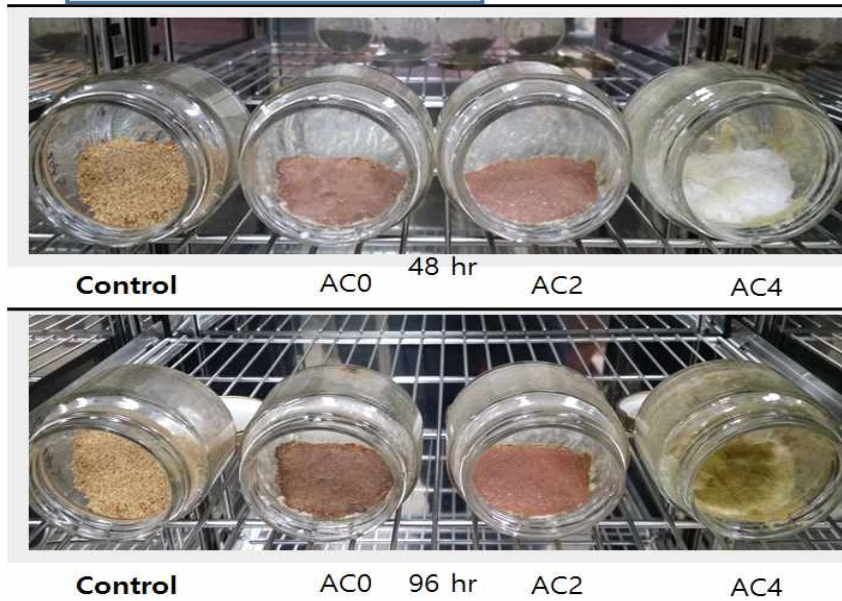
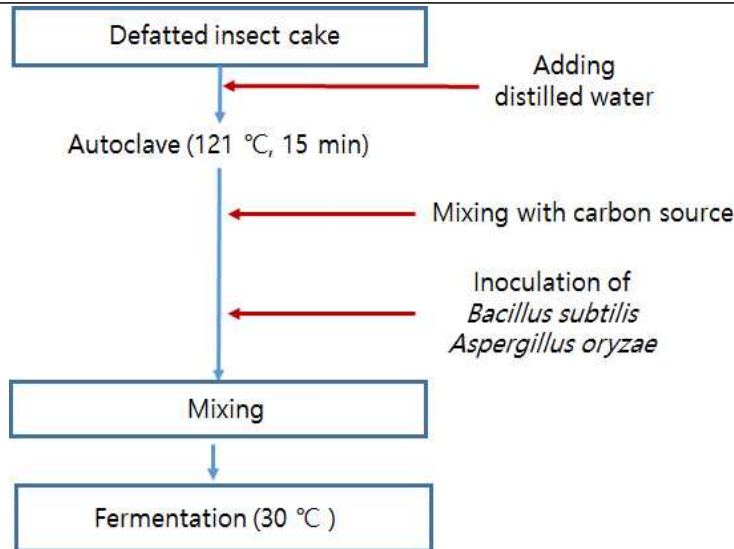
AC4 : Defatted insect cake + 4% carbon source

그림 29. Insect *koji* production with *Aspergillus oryzae* and *Bacillus subtilis*

그림 30. *Koji* fermentation of *Tenebrio molitor* with *Bacillus sbtilis* and *Aspergillus oryzae*

○ *Aspergillus oryzae*를 접종한 갈색거저리 유충 곤충 입국제조 및 일반성분

: 탈지 곤충박(압출추출방식)이 탄소원 함량과 기타 무기염 조성에 따라 발효정도 차이가 있는지 확인하고자 하여, *Aspergillus oryzae*를 접종하여 입국을 제조하였음. 준비된 조성 성분은 표 42에 제시



하였음. 이후 제조된 입국의 일반특성은 표 43과 같음. 입국 제조 공정은 그림 31과 같이 진행되었음. 입국 제조는 공정은 최초 수분이 약 42%가 되도록 탈지 곤충박에 증류수를 추가한 후 124°C에서 15분간 멸균 시킨 다음, 각 샘플별로 시료를 달리하여 제조하였음. chitinase에 관한 선행논문에서 Ca²⁺와 Na⁺이온이 chitinase 활성을 높여주는 무기질 활성인자(activator)로 보고된 바 있어 본 연구에서 입국제조 시 이를 응용하였음. T.C는 탄소원 무첨가균, T.S는 설탕(sucrose) 첨가균, T.SS는 탄소원 및 Na⁺첨가균, 그리고 T.LS는 탄소원 및 calcium 첨가균으로 나누어 입국을 제조하였음. 준비된 시료들에 동량의 시판 *Aspergillus oryzae* 균주를 접종하고, 멸균된 시약수저로 동일하게 버무려 유리병에 담음. 제조된 시료는 공기의 공급을 위해 밀봉하지 않고 뚜껑을 살짝 덮은 다음 항온기 30°C에서 48시간동안 균을 배양시켰음.

pH는 발효 전에 비해 크게 떨어지지 않았으며, 전체적으로 샘플간의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났음. 조지방의 함량은 4~8%수분으로 샘플간의 유의적 차이는 없었으며, 조단백질 또한 71~77% 사이로 샘플간의 유의적 차이는 없는 것으로 나타났음. 따라서 본 연구에서 제조된 곤충 입국의 일반성분은 수분 약 11%, 조단백질 75%, 조지방이 6%로 단백질 함량이 높은 입국으로 조사되었음.

표 42. Formulation of *Tenebrio molitor* koji

Ingredients of <i>Tenebrio molitor</i> Koji				
Samples1)	Defatted insect cake(g)	<i>Aspergillus Oryzae</i> (g)	d-water(g)	Sucrose solution (mL)
T.C	30	0.26	22	-
T.S	30	0.26	17	5
T.SS	30	0.26	17	5
T.LS	30	0.26	17	5

- 1) sample info. T.C : *Tenebrio molitor* Control without carbon source
T.S : *Tenebrio molitor* with Sucrose
T.SS : *Tenebrio molitor* Sodium Sucrate (5% Sodium hydroxide in 25% Sucrose solution)
T.LS : *Tenebrio molitor* Lime Sucrate (5% Calcium hydroxide in 25% Sucrose solution)

㉔ 43. Characteristics of *Tenebrio molitor* Koji

sample3)	pH	Moisture (%)	Crude lipid (%)	Crude protein (%)
T.C	6.98±0.24	11.48±6.41	7.90±1.39	74.99±6.42
T.S	6.98±0.22	11.00±4.06	4.03±2.92	77.20±4.28
T.SS	7.22±0.41	11.38±3.65	6.34±5.37	76.35±3.75
T.LS	6.88±0.31	10.26±4.50	8.62±3.03	71.09±7.03
F-value	NS2)	NS	NS	NS

- 1) Mean ± S.D.
2) *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05, NS : Not Significant
3) sample info. T.C : *Tenebrio molitor* Control without carbon source
T.S : *Tenebrio molitor* with Sucrose
T.SS : *Tenebrio molitor* Sodium Sucrate (5% Sodium hydroxide in 25% Sucrose solution)
T.LS : *Tenebrio molitor* Lime Sucrate (5% Calcium hydroxide in 25% Sucrose solution)

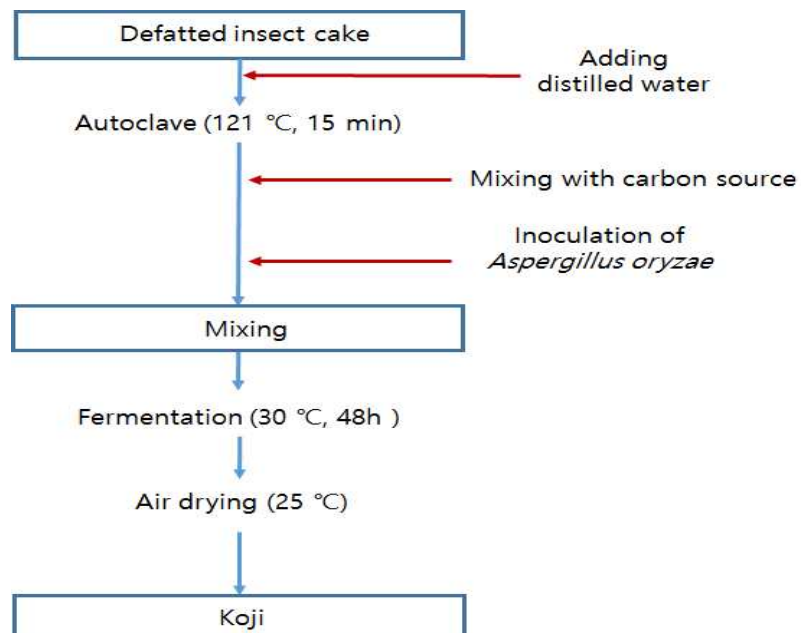


그림 31. *Tenebrio molitor* koji with *Aspergillus oryzae*

○ *Aspergillus oryzae* 접종 갈색거저리 유충 입국의 총 질소, 아미노태 질소 함량 비교 분석
 : 탈지 곤충박(압출추출방식)이 시료처리에 따른 발효정도에 차이가 있는지 확인하기 위하여 총질소와 아미노태 질소의 함량을 분석하여 질소분해율(NDR)을 조사하였으며, 그 내용은 표 44에 표시하였음. 총질소의 경우 T.S가 다른 시료들이 대략 11.5%인데 비해 12.2%로 함량이 높은 것으로 분석되었으나, 그 함량의 차가 크게 나타나지는 않았음. 아미노태 질소의 경우 T.S 1.10%와 T.L 1.09%가 유의적으로 높은 값을 나타냈으며, T.C 0.96%와 T.SS 0.83%가 유의적으로 낮은 값을 나타냈음. 질소분해율의 경우 아미노태 질소에서 총질소를 나눈 값으로 총 질소에서 아미노태 질소 형태로 분해된 정도를 나타내는 지표가 될 수 있음. 본 연구에서는 T.L이 다른 시료에 비해 NDR이 가장 높은 값을 나타냈으며, 다음으로 T.S가 높은 값을 보였음. T.SS의 경우 가장 낮은 질소 분해율을 보였고, T.C의 경우는 T.SS보다는 높고 다른 시료보다는 낮은 결과를 보였지만, 지방이 제거가 된다면 탄소원을 넣지 않은 상태에서도 입국으로서의 제조 가능성이 있다는 것을 제시하였음. 특히, T.L의 경우 가장 높은 질소 분해율을 보이는데, 이는 calcium이 *Aspergillus oryzae*의 chitinase효소 활성 증가에서 보고되었던 바가 일부 단백질 분해 효소활성도 촉진할 수 있을 것으로 판단되었음.

표 44. T.N., A.N. and NDR of *Tenebrio molitor* Koji

sample4)	Total nitrogen (%)	Amino nitrogen (%)	NDR (%)
T.C	11.38±0.32b1)2)	0.96±0.24b	7.750±1.48bc
T.S	12.19±0.30a	1.10±0.04a	9.00±0.69ab
T.SS	11.58±0.53b	0.83±0.04b	7.03±0.25c
T.L	11.57±0.55b	1.09±0.04a	9.81±1.38a
F-value	4.60*3)	4.04*	7.51**

1) Mean ± S.D.

2) a means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05, NS : Not Significant

4) sample info. T.C : *Tenebrio molitor* Control without carbon source

T.S : *Tenebrio molitor* with Sucrose

T.SS : *Tenebrio molitor* Sodium Sucrate (5% Sodium hydroxide in 25% Sucrose solution)

T.LS : *Tenebrio molitor* Lime Sucrate (5% Calcium hydroxide in 25% Sucrose solution)





그림 32. *Tenebrio molitor* Koji with *Aspergillus oryzae* starter by storage period

나) 식용곤충을 이용한 액상 곤충발효 조미액 제조 가능성 확인

○ 식용곤충 액상조미소재 제조 및 일반성분

: 갈색거저리로 제조된 입국을 이용하여 액상조미소재를 제조하고자 속성 양조간장 제조방식을 응용하여 식용 곤충 액상조미소재를 제조하였으며, 사용 시료조성은 표 45에 제시하였고 제조 방식은 그림 33과 같음. 탈지하지 않은 갈색거저리 원물 분말과 멸균 증류수, 소금(15%)을 넣어 혼합한 후 121℃에서 15분간 멸균하여 상온까지 방냉한 후 멸균된 호화 밀가루 paste(10%(w/w)밀가루 포함)와 상기 제조한 입국(koji)을 넣어 고르게 혼합하였음. 이후 시료별로 용기에 담아 60℃에서 96시간동안 발효시켰음. 발효가 진행되어 얻은 액상조미소재의 모습은 그림 34과 같음. 제조된 액상조미소재의 일반성분은 표 46과 같이 나타났음. 가용성 고형분의 경우 시료간의 유의적 차이는 없었으며, 약 33%의 함량이 있는 것으로 나타났으며, 염도의 경우 12~13%정도를 나타냈음. pH는 T.SS_Sauce가 pH 5.91로 다른 시료에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타냈을 뿐 다른 샘플들은 pH 6.29~6.72 정도를 보이고 있음. 산도의 경우 시료간의 유의적 차이는 없었으나, T.SS_Sauce가 1.2% 다른 시료에 비해 약간 높은 값을 나타냈음. 조단백질의 경우는 T.LS_Sauce가 12.8%로 다른 시료들이 약 11.8%를 나타내는 것에 비해 높은 양을 나타내었음

표 45. Formulation of insect (*Tenebrio molitor*) sauce

Ingredients of insect (<i>Tenebrio molitor</i>) sauce						
Measure	Insect powder	Insect Koji	Flour paste	Salt	Distilled water	Total
Percent ratio	20	14.7	2.3	15	48	100

표 46. Characteristics of *Tenebrio molitor* insect sauce

sample4)	Soluble solids(%)	Salt*(%)	pH	Titraㄹ acidity(%)	Crude protein(%)
T.C_Sauce	33.55±0.501)2)	15.07±0.59	6.72±0.09a	0.75±0.16	11.71±0.54b
T.S_Sauce	33.55±0.89	13.86±0.56	6.70±0.06a	0.79±0.16	11.84±0.48b
T.SS_Sauce	33.55±0.64	14.25±0.12	5.91±0.76b	1.20±0.36	11.85±0.45b
T.LS_Sauce	31.73±5.97	14.56±0.08	6.29±0.08b	0.90±0.00	12.77±0.99a
F-value	NS3)	NS	7.92**	NS	10.756***

1) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

2) Mean ± S.D.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05, NS : Not Significant

4) sample info. T.C : *Tenebrio molitor* Control without carbon source

T.S : *Tenebrio molitor* with Sucrose

T.SS : *Tenebrio molitor* Sodium Sucrate (5% Sodium hydroxide in 25% Sucrose solution)

T.LS : *Tenebrio molitor* Lime Sucrate (5% Calcium hydroxide in 25% Sucrose solution)

*measured by mohr method

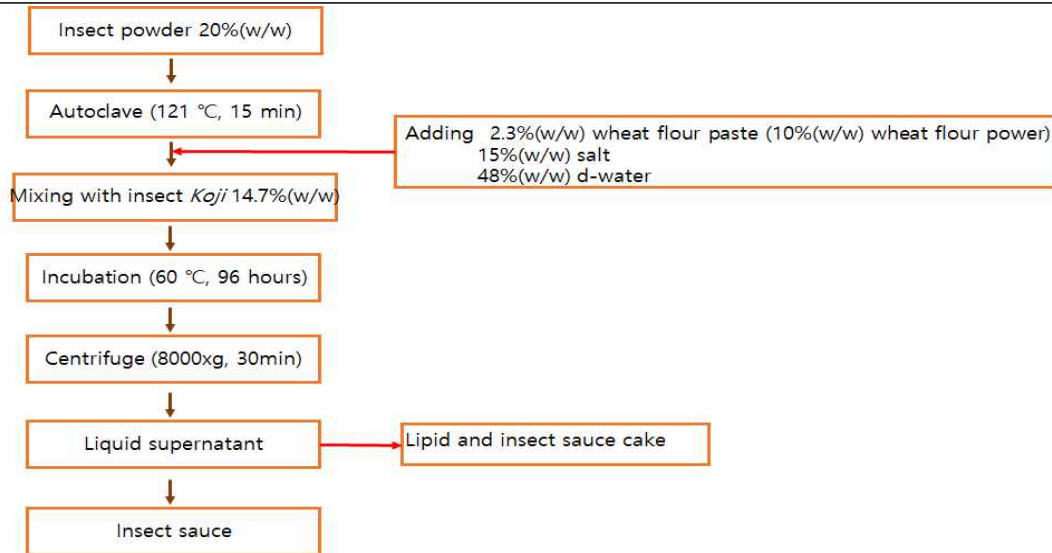


그림 33. Manufacturing processes of insect sauce with *Tenebrio molitor Koji*

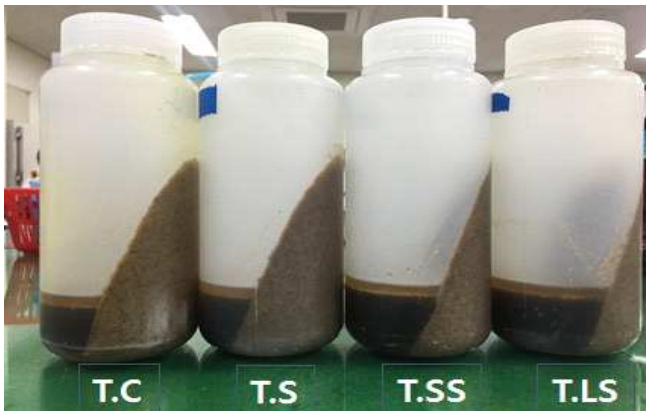


그림 34. Insect sauce with *Tenebrio molitor Koji* after fermentation

○ 식용곤충 액상 조미소재의 총질소 및 아미노태 질소 분석

: 조성을 달리하여 제조한 각 곤충 입국을 이용하여 제조한 액상 조미소재의 총질소 및 아미노태 질소 결과는 표 47과 같음. 각 시료별 총 질소의 함량을 비교해본 결과 T.LS_Sauce가 조단백질 함량이 다른 시료에 비해 유의적으로 높았던 것처럼, 총질소 또한 T.LS_Sauce가 2.0%로 다른 시료에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈음.

아미노태 질소의 경우는 T.SS_Sauce가 유의적으로 가장 낮은 함량으로 분석되었으며, 대체로 0.7% 비율로 아미노태 질소가 조사되었음. 질소분해율(NDR)을 분석해본 결과 T.S_Sauce가 다른 시료에 비해 유의적으로 그 비율이 높았으며, 그 다음으로 T.C_Sauce가 높았고, T.LS_Sauce, T.SS_Sauce 순서로 질소 분해율이 나타났음. 이는 입국에서도 유사한 결과를 나타내어 입국의 조성이 간장의 질소분해율에 영향을 미치는 것으로 판단되었음.

표 47. T.N., A.N. and NDR of *Tenebrio molitor* insect sauce

sample4)	Total nitrogen (%)	Amino nitrogen (%)	NDR
T.C_Sauce	1.88±0.08b	0.66±0.05a1)2)	35.25±1.25ab
T.S_Sauce	1.90±0.08b	0.69±0.04a	36.28±2.71a
T.SS_Sauce	1.90±0.07b	0.61±0.05b	31.92±2.35c
T.LS_Sauce	2.04±0.16a	0.66±0.23a	32.69±3.37bc
F-value	4.41*	4.98**3)	5.30*

1) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

2) Mean ± S.D.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05, NS : Not Significant

4) sample info. T.C : *Tenebrio molitor* Control without carbon source

T.S : *Tenebrio molitor* with Sucrose

T.SS : *Tenebrio molitor* Sodium Sucrate (5% Sodium hydroxide in 25% Sucrose solution)

T.LS : *Tenebrio molitor* Lime Sucrate (5% Calcium hydroxide in 25% Sucrose solution)

*measured by mohr method

○ 식용곤충 액상조미소재의 유리아미노산 조성

: 제조한 액상조미소재의 아미노산 분석은 표 48에 나타내었음. 곤충 속성 간장의 유리아미노산은 한 아미노산의 양에 치우치지 않고 전체적으로 고른 분포를 보였음. 전체적으로 모든 유리아미노산에서 샘플간의 유의적 차이는 나타나지 않았음. 분석된 아미노산 중에 주요하게 많은 양을 나타내는 아미노산 중에서 감칠맛의 주요 아미노산인 Glutamate의 함량이 높았으며, 특히 T.S_Sauce의 함량이 높으며 탄소원이 들어가지 않은 T.C_Sauce가 가장 낮은 함량을 보였음. 이 밖에도 함량이 많은 Valine, Proline, lysine, alanine의 경우 아미노산 중에서 단맛과 관련이 있는 성분으로 알려져 있으며, 이러한 아미노산들 모두가 T.S_Sauce에 함량이 가장 많은 것으로 분석되었음. 또한, Arginine, Leucine은 쓴맛을 내는 것으로 알려져 있는 성분으로 시료간의 큰 차이가 없는 것으로 나타났음.

표 48. Free amino acids of *Tenebrio molitor* sauces (unit: mg/kg)

Free amino acid	Insect sauce with different Insect <i>koji</i>			
	T.C_Sauce2)	T.S_Sauce	T.SS_Sauce	T.LS_Sauce
Aspartate	1778±5591)	2148±286	1630±201	1836±115
Glutamate	3536±431	4433±197	3678±335	3914±6
Serine	2226±103	2303±152	2048±174	2111±32
Histidine	1475±206	1382±142	1467±93	1588±140
Glycine	1431±153	1605±100	1243±189	1365±28
Threonine	2211±36	2079±82	2065±240	2100±107
Arginine	3783±104	3839±190	3754±313	3811±23
Alanine	3699±132	3951±80	3491±388	3594±58
Tyrosine	695±16	715±95	852±147	739±144
Valine	3363±69	3500±139	3487±468	3390±91
Methionine	478±17	606±19	564±175	533±54
Phenylalanine	1782±26	1732±101	1728±103	1766±69
Isoleucine	2438±60	2431±81	2399±160	2387±49
Leucine	4051±42	4077±252	3999±219	4076±78
Lysine	3555±43	3755±281	3373±274	3618±375
Proline	3277±246	3421±310	2988±396	2939±208
Total (g/kg)	41.00±0.14	43.10±0.26	39.60±0.39	40.90±0.08

1) Mean ± S.D.

2) sample info. T.C : *Tenebrio molitor* Control without carbon source

T.S : *Tenebrio molitor* with Sucrose

T.SS : *Tenebrio molitor* Sodium Sucrate (5% Sodium hydroxide in 25% Sucrose solution)

T.L.S : *Tenebrio molitor* Lime Sucrate (5% Calcium hydroxide in 25% Sucrose solution)

○ 식용곤충 액상조미소재 제조 공정

: 상기 연구에 의해 얻어진 액상조미소재 총 공정도와 공정별 얻어진 수득물질들의 조성 및 특성은 그림 35와 같이 나타내었음.

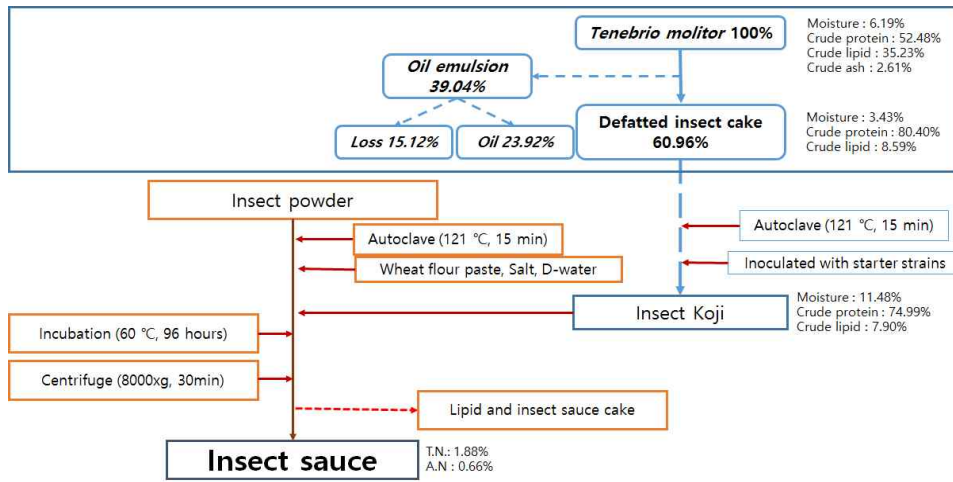


그림 35. Production procedures of *T. molitor* insect sauce

라. 식용곤충 식품안전 생산공정 표준화 및 생산 공급 기술지도(위탁과제, 양주시 농업기술센터)

1. 식용곤충의 사육환경과 먹이원 표준분석

가. 사육환경과 먹이원

2016.9.1.~10.14일간 양주시 관내 사육농가 실태조사 결과 총 20농가로 사육면적은 총 2,062㎡로 66㎡내외의 사육하는 농가가 대다수로 갈색거저리 6, 쌍별귀뚜라미 3, 장수풍뎅이 5, 흰점박이꽃무지 5, 지네 1 농가로 파악되었음.(표 49)

표 49. 관내 곤충사육농가 현황

No	주 사육종	사육년 도	업체명(대표)	주 소	사육 규모	수량 (박스)
1	갈색거저리	2015	그*** 성**	양주시 백석읍 홍죽리	99m ²	260
2	갈색거저리	2016	진** 채**	양주시 은현면 용암로	50m ²	150
3	갈색거저리	2012	바***** 김**	양주시 광적면 화합로	314m ²	800
4	갈색거저리	2014	양***** 김**	양주시 은현면 평화로	105m ²	400
5	갈색거저리	2015	양*** 이**	양주시 광적면 부흥로	99m ²	150
6	갈색거저리	2015	인**** 남***	양주시 광적면 광적로	66m ²	200
7	쌍별귀뚜라미	2016	더***** 홍**	양주시 고읍동	231m ²	100
8	쌍별귀뚜라미	2016	올***** 윤**	양주시 남면 한산리	264m ²	40
9	쌍별귀뚜라미	2017	웅***** 지**	양주시 마전로	92m ²	70
10	장수풍뎡이	2014	다**** 송**	양주시 장흥면 일영로	66m ²	10
11	장수풍뎡이	2014	양***** 진***	양주시 광적면 부흥로	66m ²	5
12	장수풍뎡이	2016	대***** 황**	양주시 광적면 효촌리	16m ²	60
13	장수풍뎡이	2015	자**** 김**	양주시 광적면 쇠장로길	36m ²	50
14	장수풍뎡이 시슴벌레	2014	맑***** 이***	양주시광적면 휴암로	49m ²	10
15	흰잠박이꽃무지	2015	양***** 박**	양주시 봉양동	198m ²	150
16	흰잠박이꽃무지	2016	씨***** 이***	양주시 부흥로	99m ²	80
17	흰잠박이꽃무지	2016	양***** 이*	양주시 백석읍 가업리	27m ²	100
18	흰잠박이꽃무지	2016	대***** 배***	양주시 백석읍 양주산성로	27m ²	10
19	흰잠박이꽃무지	2016	힘***** 임**	양주시 덕정동	140m ²	100
20	자네	2016	도***** 최***	양주시 만송동	18m ²	50

갈색거저리, 쌍별귀뚜라미 사육환경은 판넬 형태에서 사육이 많았으며 사육온도는 23~28℃, 24~33℃ 습도는 40~60%로 조사되었음. 발육단계별 온도, 습도는 항온, 항습이 유지되어야 하며 곤충에 환경에 밀접한 관계로 온도가 낮으면 성장이 늦고 증가하면 발육기간이 단축됨. 상대습도는 높으면 먹이의 부패 및 질병감염의 원인이 되어 농가에서는 산업용 가습기를 활용하고 있음. 갈색거저리 사육농가는 먹이원이 밀기울과 채소, 쌍별 귀뚜라미는 농업부산물, 채소를 공급하고 있으나 채소의 계절적 가격변동, 여름철 사대 습도가 높아 채소가 부패 등으로 안전성에 문제가 되어 채소 대체먹이원으로 기능성젤리, 수분 공급기로 수분을 공급하여 채산성을 높일수 있는 경제적 기준을 설정하였음.(표 49, 50)

표 50. 갈색거저리 사육환경 표준화

구분	사육단계	알	유충	번데기	성충	채란	사육조건	사육상자	생산량(상자/일)
농가분석	발육기간	5~10일	90~120일	7~14일	30~50일	2~5일	23~28 °C 40~60%	580*350*150mm	800~1,000g/110
경제적기준		5~7일	90~100일	5~7일	30~40일	2일	25~28 °C 50~60%	580*350*150mm	900~1,000g/100

표 51. 쌍별귀뚜라미 사육환경 표준화

구분	사육단계	알	약충	성충	채란	사육조건	사육상자	생산량(kg/상자/일)
농가분석	발육기간	5~10일	25~35일	5~7일	1~5일	24~33°C 40~60%	2,000~4,000* 600~900mm	900~1,000g/30일
경제적기준		5~8일	25~30일	5~7일	1일	26~30 °C 50~60%	2,000*600mm	900~1,100g/27일

2. 안전한 식용곤충의 식별관리 및 출하관리 조사

갈색거저리는 6농가를 대상으로 출하실태를 확인한 결과 부화후 90~100일로 유충이 종령단계에 이르면 먹이 섭식 활동을 중지하고 “C”자 형태를 나타내면서 유충에서 번데기로 탈피하는 것으로 조사되었음. 쌍별귀뚜라미는 잡식성으로 관내 3농가를 대상으로 조사한 결과 사육장 온도에 따라 부화후 25~30일 이내 출하하며 사육 공간에 따라 7~9령으로 출하 실태를 확인하였음.

표 52. 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미 출하관리

구분	출하적기	출하충태	종령
갈색거저리	부화후 90~100일	12~13령	13령이후
쌍별귀뚜라미	부화후 25~30일	7~9령	9령이후



< 갈색거저리 : 12~13령 >



< 쌍별귀뚜라미 : 7~9령 >

3. 식용곤충 사육농가 안정적 원재료 공급을 위한 생산농가 기술지도

식용 곤충산업 활성화와 안정적 원재료 공급을 위한 체계적인 사육기술 전문가를 양성하기 위해 전문교육 1과정 86명을 양성하였으며 현장사육농가, 연구회원 대상으로 위탁연구과제 세미나 3회 76명을 기술지도하였으며, 홍보전시회 참가(7회) , 책자제작 배부(1건), 학술대회(2회) 등 참가하여 식용곤충 저변 확대와 농가 소득증대에 기여했음

가. 기술교육 지도

기간	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육회수	교육시간	교육인원
'16.10.26 ~ 11.29	곤충창업 사관학교	식용곤충 사육기술	양주시농업 기술센터	17	100	26
17.4.14~ 7.21				15	100	32
'18.3.23~ 9.7				20	105	28
'16.10.14	식용곤충 세미나	식용곤충 표준화	양주시농업 기술센터	1	3	25
'17.5.25		품질균일화 사육기술		1	2	26
'18.7.5		식용곤충건조 및 포장방법 컨설팅		1	2	25



<곤충창업사관학교
-갈색거저리 사육기술 >



<곤충창업사관학교
- 쌍별귀뚜라미 사육기술 >



<식용곤충 세미나>

나. 홍보·전시회 참가

날짜	장소	전시명	주요내용	비고
'16.8.4~ 8.17	농협하나로 마트 양재점	2016년 식용곤충 상품 특별기획전(농림축산식품부)	식용곤충 사육시스템 전시	
'16.10.15	나리공원	양주시 농축산물 대축제 (양주시)	식용곤충 제품전시	
'16.11.17 ~18	농촌진흥청 전시관	농촌지도사업 성과보고회 (농촌진흥청)	식용곤충 제품전시	
'17.4.28~ 4.30	aT센터	제16회 귀농귀촌 청년창업박람회 (농림축산식품부)	식용곤충 제품전시	
'17.7.14~ 8.20	킨텍스	2017년 세계 곤충박람회(양주시)	식용곤충 전시	
2018.2.	-	책자제작(양주시)	식용곤충 사육문답집	
'18.4.27	코엑스	귀농귀촌 청년 창업박람회	쌍별귀뚜라미	

~29		(농림축산식품부)	건조유통제품 전시
'18.11.28 ~12.1	코엑스	2018년 강소농 대전(농촌진흥청)	식용곤충 건물, 분말 전시



<양주시농축산물 대축제 전시>



<농촌진흥청, 농촌지도사업
성과보고회 전시 >



<식용곤충 사육문답집>



<위탁과제 보도자료 >



<곤충창업사관학교 운영>



<식용곤충 세미나>

라. 학술대회 및 기타

날짜	장소	전시명	주요내용	비고
'17.4.27.	경주현대 호텔	'17년 한국응용곤충학회 춘계발표회	식용곤충 형태별 기초 전처리 가공특성분석	
'18.4.26	목포현대 호텔	'18년 한국응용곤충학회 춘계발표회	Accelerated for Edible Insect Expiration Date	
'18.12.20	-	-	거저리와 유충의 수분 공급용 젤리형 조성물 과 그 제조방법 (10-2018-0165749)	특허 출원

○ 2차년도(2017년)

가. 식용곤충을 활용한 식품소재 상품화 기술 연구(주관기관, ㈜농심)

1) 곤충소재 분석결과 등에 따른 적용 곤충 선정

가) 가수분해(산, 효소), 발효 등의 소재화 적용을 위한 곤충 선정

식용곤충 구매 시스템을 통해 입고된 원료에 대해 원료 수급성, 품질 균일성, 원물 단가, 소재 가공성, 소재 특성 분석결과를 평가하여 소재화에 적합한 곤충 3종을 선정하였음.

곤충 종류	원료 수급성	품질 균일성	단가	가공성	소재특성	총점
갈색 거저리	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★	19
쌍별귀뚜라미	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	18
장수풍뎅이 유충	★★	★★	★	★★	★★	9
흰점박이꽃무지 유충	★★	★★	★	★★★	★★	10
번데기(국산,냉동)	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★	★★★★	21
메뚜기	★	★★★	★	★★★★	★★★★	13
백강잠	★★	★★	★★	★★	★★★	11



그림 36. 소재화 적용 곤충 선정 자체 평가표

1차년도의 결과를 토대로 하여 번데기>갈색거저리>쌍별귀뚜라미>메뚜기>백강잠>흰점박이꽃무지 유충>장수풍뎅이 유충의 순으로 결과가 나옴. 각 곤충별로 살펴보면, 번데기는 원물 단가가 가장 낮아 비용적인 측면에서 좋은 평가를 받았으며, 원료의 수급이나 품질, 영양성분 및 중금속 등 소재 특성 결과에서도 우수하다고 판단하였음.

갈색거저리는 사육농가가 많아 원료를 대량으로 구매하여 수급하는데 가장 용이하며, 이에 따른 품질의 균일성과 다른 곤충류(건조 기준)에 비해 가격도 안정적이었음. 다만, 지방 함량이 높아 탈지 없이 가수분해 공정을 개발해야 하는 어려움이 있다고 판단되었음. 쌍별 귀뚜라미는 소재 특성에서 단백질 함량이 60% 이상으로 높고, 위해 중금속도 안전한 수준으로 확인 되었음. 원물 단가도 사육농가가 증가하면서 낮아지는 경향이 확인됨.

메뚜기의 경우, 지방함량이 2% 정도로 낮고 단백질함량도 60% 이상으로 높아 가공성이 가장 좋을 것이라 판단되었지만, 사육할 수 있는 시기가 한정되어 있고 많은 양을 수급하기도 어려움. 또한, 원물 단가가 너무 높아 원료로 사용하기에 부담이 있다고 판단함. 백강잠은 영양/기능성분의 결과가 우수했지만, 중금속 중 비소와 납이 검출되어 향후 품질 안전성 문제와 단가 부분에도 적합하지 않다고 판단함. 흰점박이꽃무지 유충과 장수풍뎅이 유충은 원물 가격이 너무 높고 먹이원과 사육환경에 따른 원인으로 이취가 발생하는 문제와 수은과 비소가 검출되어 적합하지 않은 것으로 판단하였음. 전체적으로 검토해 본 결과, 번데기, 갈색거저리, 쌍별 귀뚜라미, 3종의 곤충이 가수분해 및 발효 공정을 활용하여 소재화를 하기 위해 적합한 것으로 판단되어 선정하였음.

과제를 수행하기 위해 1차년도 부터 구매한 곤충의 단가 중 갈색거저리와 번데기(냉동)는 40,000~45,000원, 90,000~100,000원으로 지소적으로 안정적인 가격대를 형성하고 있고, 쌍별 귀뚜라미와 흰점박이꽃무지 유충의 경우 사육 환경이 개선되고 농가가 많아짐에 따라 2016년에 쌍별귀뚜라미는 220,000원에서 현재 80,000~100,000원으로 흰점박이꽃무지 유충은 320,000원에서 120,000으로 단가가 낮아짐.

또한, 구매량에 따라 곤충 단가는 낮아질 가능성이 높기 때문에, 현장 실험 시 곤충 사용량이 증가할 경우 기존 단가보다 더 낮은 가격으로 공급받을 수 있어 소재 개발 후 제품 가격에도 비용절감 효과를 볼 수 있을 거라 예상됨.

표 53. 실험에 사용된 식용곤충 7종 단가(2017년 기준)

곤충종류	단가 (VAT 포함)	비고
갈색거저리	40,000~45,000원	
쌍별 귀뚜라미	80,000~100,000원	2016년 220,000원
메뚜기	330,000원	

흰점박이꽃무지 유충	120,000원	2016년 320,000
장수풍뎅이 유충	220,000원	
번데기(냉동,국산)	90,000~100,000원	
백강잠	220,000원	

2) 곤충소재 산가수분해법, 효소법 등 pilot 공정개발 및 생산

가) 식용곤충 산가수분해 scale up을 통한 pilot 공정 기술 확립

Lab scale로 최적화된 산가수분해물 제조 방법을 토대로 pilot 수준의 scale up 실험을 진행함. 소재화를 위해 선정한 갈색거저리, 쌍별 귀뚜라미, 번데기에 적용하였음. 최적화된 산가수분해 공정도는 아래와 같음.



그림 37. 식용곤충 산가수분해물 공정 단계

최적화된 공정에서 가장 중요한 단계는 3-Monochloropropane-1,2-diol(이하 3-MCPD)의 생성을 억제하는 알칼리 처리 단계임. 3-MCPD란 지방산과 염산(HCl)이 반응하여 생성되는 발암물질로 특히, 산가수분해를 통해 제조된 식품에서 주로 발생함. 간장류에 대해 0.3 mg/kg으로 기준이 설정되어 있어, 이 물질에 대한 관리가 필요함. 특히 지방함량이 높은 곤충의 경우 많은 양의 3-MCPD가 발생할 가능성이 크기 때문에 제어할 수 있는 방법이 필요함.

3-MCPD를 줄이기 위해 탈지 공정을 추가할 경우 원료의 단가가 더욱 높아지기 때문에, 탈지를 하지 않고 3-MCPD가 완전히 제거된 산가수분해 조건을 최적화하여 공정을 확립함. 곤충별 scale up을 통해 산가수분해물에 대한 소재특성 분석 및 3-MCPD 저감화 정도를 확인하였음. Pilot 공정은 염산을 사용하는 위험성이 있는 공정이기 때문에 보통 5L 반응조를 사용하며, 원료 투입량을 1.25~1.5 kg으로 하여 scale up을 실험을 진행함. (번데기의 경우 냉동 번데기를 동결건조하여 사용하였고, 알칼리 처리 단계 전까지 진행 중임.)

표 54. 실험에 사용된 식용곤충 영양성분표

곤충종류	수분	지방	회분	단백	T.N.
갈색거저리(건조)	3.75	32.11	3.78	50.75	8.12
쌍별귀뚜라미(건조)	2.48	19.05	4.54	65.06	10.41
번데기(동결건조)	1.89	13.82	6.76	66.77	10.68

또한, scale up을 통한 산가수분해물 제조방법에 대한 특허 출원을 완료함(출원번호 : 10-2017-01337680).

Pilot 수준의 각 곤충별 산가수분해 실험 과정 및 결과는 아래와 같음.

○ 갈색거저리 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) pilot scale 실험결과

Lab scale 최적 조건을 토대로 하여, 갈색거저리(건조) 산가수분해물을 다음과 같이 제조함. 반응조에 갈색거저리(건조)의 단백질 함량(T.N 8.12)을 계산하여 염산(21.9%(w/v)) 1,883g을 채우고, 분쇄한 갈색거저리(건조) 1,500g을 천천히 투입하여 80~85℃에서 250~350 rpm으로 교반하면서 용해시킴. 원료를 완전히 투입한 후 가온하여 100~105℃에서 10~12시간 동안 산분해를 진행함. 산분해 종료 후, 반응조 온도를 55~60℃로 내린 후, 알칼리제인 탄산나트륨 652g(염산:탄산나트륨 2.78:1)을 천천히 투입하여 pH가 5.2~5.5 사이가 되면 종료하고 온도를 상온으로 내린 후 여과함. 3-MCPD를 제거하기 위해 반응조에 여과 산가수분해액을 넣고 온도가 80℃가 되도록 상승시킨 후, 250~350 rpm으로 교반하면서 산가수분해물의 pH가 9가 될 때까지 탄산나트륨을 천천히 투입함. 적정 pH에 도달하면 투입(353g)을 중단하고, 온도를 90℃로 상승시켜 유지시킨 후 4시간 동안 반응함. 온도를 25~30℃로 냉각시킨 후, pH가 5.2~5.5 사이가 될 때까지 250~350 rpm으로 교반하면서 21.9% 염산(980mL)을 천천히 투입하여 산가수분해물을 제조함.

표 55. Pilot scale 갈색거저리 산가수분해물 소재특성 및 유리아미노산 결과(고형분 함량 40 brix)

시료명	식염(%)	T.N.(%)	A.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)
알칼리 처리 전 (3-MCPD 제거 단계 전)	15.7	2.5	1.8	38.3
알칼리 처리 후 (3-MCPD 제거 단계 후)	22.4	1.7	1.2	불검출

아미노산 (mg/kg)	알칼리 처리 전	알칼리 처리 후	비고
HIS	115.23	143.38	고미
ILE	125.20	122.72	고미
LEU	296.09	256.72	고미
MET	101.54	90.16	고미
PHE	234.39	215.81	고미
THR	155.99	256.08	감미
VAL	298.65	281.02	고미
LYS	568.52	453.56	고미
ARG	599.68	370.72	고미
GLY	566.00	441.15	감미
PRO	1011.16	786.06	감미
SER	420.37	409.68	감미
TYR	124.16	116.59	감미
ALA	807.67	667.20	감미
ASP	835.51	824.67	감칠맛
GLU	1293.34	1016.96	감칠맛
Total A.A	7553.50	6452.47	

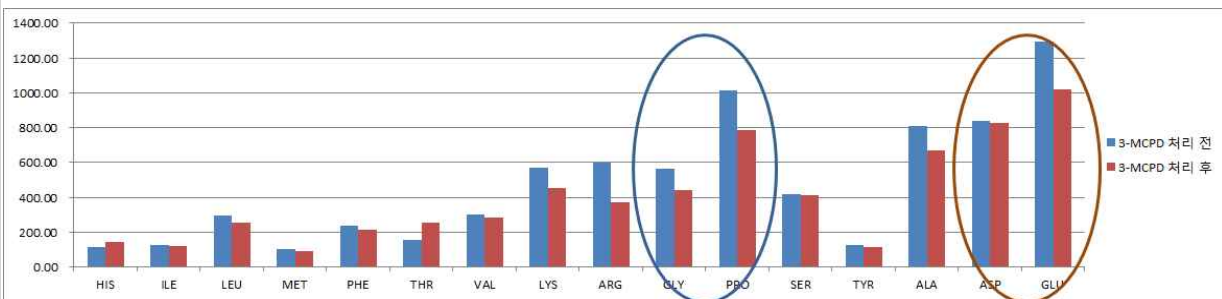


그림 38. 갈색거저리 산가수분해물 알칼리 처리 전/후 아미노산 비교표

고형분 함량을 40 brix로 하여, 제조한 갈색거저리 산가수분해물에 대한 알칼리 처리 전/후의 소재 특성을 분석하였음. 최종 산가수분해물의 분해율을 A.N/T.N으로 계산해 본 결과, 70% 수준이었고, 다른 단백질에 비해 곤충의 경우 키틴질의 껍질이 완전히 분해되지 않아 다소 떨어지는 경향을 보인 것으로 판단됨. 현장 실험 시 산분해 시간을 연장한다면 분해율을 높일 수 있을 거라 예상됨. 식염이 증가된 원인은 알칼리 처리에 사용된 탄산나트륨과 재중화 시 사용된 염산의 반응으로 염이 더 생성되었기 때문임. 가장 중요한 품질 지표인 3-MCPD의 농도는 알칼리 처리 전 38.3 mg/kg에서 처리 후 불검출로 확인되어 scale up을 하더라도 재현성있게 제거됨을 확인할 수 있었음. 아미노산은 동물성 산가수분해물에서 주로 나오는 감미성 아미노산인 글리신, 세린, 프롤린, 알라닌 등이 전체 아미노산 함량의 39% 비율로 검출되었고, 정미성 아미노산인 글루탐산과 아스파르트산도 29%의 비율로 검출되어 정미성과 감미성이 우수한 조미소재라고 평가할 수 있음. 쓴맛에 관여하는 티로신, 아르기닌, 라이신 및 류신 등도 32% 비율로 검출되었는데 이는 곤충의 사육환경과 먹이원 및 키틴 제질의 곤충의 껍질에서 기인하는 것으로 추정할 수 있음.

○ 쌍별 귀뚜라미 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) pilot scale 실험결과

상기 갈색거저리(건조) 산가수분해물 제조 방법과 동일한 공정으로 실험을 진행함. 반응조에 쌍별 귀뚜라미(건조)의 단백질 함량(T.N 10.41)을 계산하여 염산(21.9%(w/v)) 2,012g을 채우고, 분쇄한 번데기 1,250g을 천천히 투입하여 80~85℃에서 250~350 rpm으로 교반하면서 용해시킴. 원료를 완전히 투입한 후 가온하여 100~105℃에서 10~12시간 동안 산분해를 진행함. 산분해 종료 후, 반응조 온도를 55~60℃로 내린 후, 알칼리제인 탄산나트륨 760g(염산:탄산나트륨 2.65:1)을 천천히 투입하여 pH가 5.2~5.5 사이가 되면 종료하고 온도를 상온으로 내린 후 여과함. 3-MCPD를 제거하기 위해 반응조에 여과 산가수분해액을 넣고 온도가 80℃가 되도록 상승시킨 후, 250~350 rpm으로 교반하면서 산가수분해물의 pH가 9가 될 때까지 탄산나트륨을 천천히 투입함. 적정 pH에 도달하면 투입(296g)을 중단하고, 온도를 90℃로 상승시켜 유지시킨 후 4시간 동안 반응함. 온도를 25~30℃로 냉각시킨 후, pH가 5.2~5.5 사이가 될 때까지 250~350 rpm으로 교반하면서 21.9% 염산(900mL)을 천천히 투입하여 산가수분해물을 제조함.

표 56. Pilot scale 쌍별 귀뚜라미 산가수분해물 소재특성 및 유리아미노산 결과(고형분 함량 40 brix)

시료명	식염(%)	T.N.(%)	A.N.(%)	3-MCPD(mg/kg)	
알칼리 처리 전 (3-MCPD 제거 단계 전)	15.9	2.4	2.3	80.7	
알칼리 처리 후 (3-MCPD 제거 단계 후)	23.3	1.9	1.7	불검출	
아미노산 (mg/kg)	알칼리 처리 전		알칼리 처리 후		비고
HIS	300.08		72.19		고미
ILE	169.61		109.74		고미
LEU	436.81		283.61		고미
MET	123.11		87.77		고미
PHE	261.56		163.70		고미
THR	346.11		223.09		감미
VAL	331.89		198.45		고미
LYS	689.68		389.12		고미
ARG	804.03		369.09		고미
GLY	668.07		402.64		감미
PRO	786.45		506.78		감미
SER	581.35		370.34		감미
TYR	131.35		118.67		감미
ALA	1204.99		739.03		감미

ASP	1109.56	696.81	감칠맛
GLU	1399.72	804.69	감칠맛
Total A.A	9344.37	5535.72	

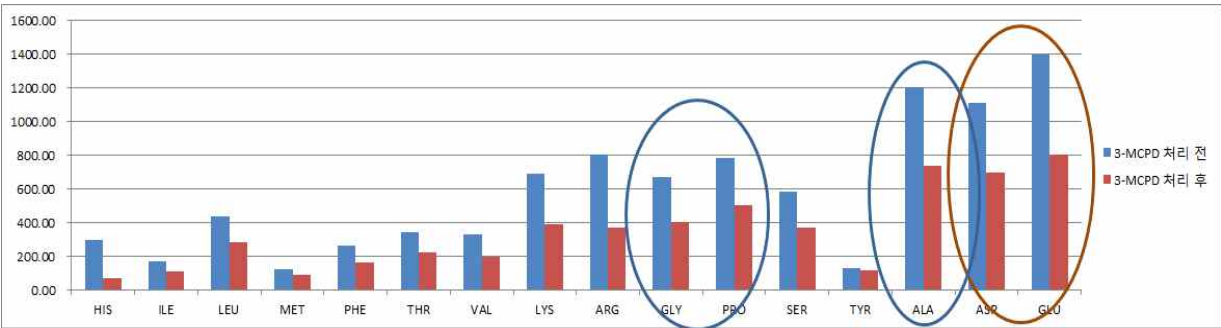


그림 39. 쌍별귀뚜라미 산가수분해물 알칼리 처리 전/후 아미노산 비교표

고형분 함량을 40 brix로 하여, 제조한 쌍별 귀뚜라미 산가수분해물에 대한 알칼리 처리 전/후의 소재 특성을 분석하였음. 최종 산가수분해물의 분해율을 A.N/T.N으로 계산해 본 결과, 89%로 갈색거저리와 달리 일반적인 단백질 분해율과 유사한 수준이었으며 갈색 거저리에 비해 높은 분해율을 보여 산가수분해에 대한 가공성이 좋은 것으로 확인됨. 식염이 증가된 원인은 갈색거저리와 같이 알칼리 처리에 사용된 탄산나트륨과 재중화 시 사용된 염산의 반응으로 염이 더 생성되었기 때문임.

가장 중요한 품질 지표인 3-MCPD의 농도는 알칼리 처리 전 80.7 mg/kg에서 처리 후 불검출로 확인되어 scale up을 하더라도 재현성 있게 제거됨을 확인할 수 있었음. 아미노산은 동물성 산가수분해물에서 주로 나오는 감미성 아미노산인 글리신, 세린, 프롤린, 알라닌 등이 전체 아미노산 함량의 41% 비율로 검출되었고, 정미성 아미노산인 글루탐산과 아스파르트산도 27%의 비율로 검출되어 갈색거저리 산가수분해물과 유사한 비율로 검출 되었음.

쓴맛에 관여하는 티로신, 아르기닌, 라이신 및 류신 등도 32% 비율로 검출되었는데 이는 갈색거저리 산가수분해물과 같은 이유가 원인이라고 판단됨.

○ 변태기 산가수분해물(Hydrolyzed animal protein, HAP) pilot scale 실험결과

상기 두 곤충의 산가수분해물 제조 방법과 동일한 공정으로 실험을 진행함. 반응조에 동결 건조한 변태기의 단백질 함량(T.N 10.68)을 계산하여 염산(21.9%(w/v)) 2,064g을 채우고, 분쇄한 동결 건조 변태기 1,250g을 천천히 투입하여 80~85℃에서 250~350 rpm으로 교반하면서 용해시킴. 원료를 완전히 투입한 후 가온하여 100~105℃에서 10~12시간 동안 산분해를 진행함. 산분해 종료 후, 반응조 온도를 55~60℃로 내린 후, 알칼리제인 탄산나트륨 751.5g(염산:탄산나트륨 2.75:1)을 천천히 투입하여 pH가 5.2~5.5 사이가 되면 종료하고 온도를 상온으로 내린 후 여과함.

현재 변태기 산분해 pilot scale 공정은 알칼리 처리 단계 전까지 수행함. 11월 중 최종 단계까지 수행 완료 예정.

○ 식용곤충 산 가수분해물을 제조하는 방법 공정 표준화

식용곤충을 활용한 동물 단백질 가수분해물(Hydrolyzed animal protein ; 이하 HAP)를 제조하기 위한 pilot scale의 표준 공정도는 아래와 같음. 해당 공정은 식용곤충의 단백질, 지방함량에 따라 염산 및 탄산나트륨 투입량이 조정될 수 있으며, plant scale로 진행될 경우, 일부 공정이 현장에 맞게 변경될 가능성이 있음.

또한, 제조된 산가수분해물은 곤충 아미노산 간장형태의 조미소재 제품으로 액상 또는 추가적인 부형제와 혼합하여 진공건조 또는 열풍건조 등으로 분말화한 제품으로 하여 분말스프 등 복합조미식품을 제조하는데 하부 원료로 활용할 수 있음.

표 57. 식용곤충 산가수분해물 pilot scale 제조공정도

주공정	부공정	작업공정설명	작업공정조건	비고
원료	염산희석	<ul style="list-style-type: none"> 35% 염산을 정제수를 사용하여 희석한 후 충분히 혼합하여 21.92% 염산으로 조정한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 염산 35%(비중 1.18)를 21.92% (비중 1.11) 조정 	
투입 온도상승 분해	교반	<ul style="list-style-type: none"> 21.92%염산을 투입하여 온도를 80~85℃로 상승시킨 후 분쇄한 곤충을 투입하여 온도를 100±5℃로 상승시켜 10~12시간 동안 산분해한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 21.92% 염산 투입량은 식용곤충 단백질을 구성하는 질소 1mol당 염산 1mol비로 계산하여 투입 	
중화 및 여과	여과박(粕) 제거	<ul style="list-style-type: none"> 분해가 종료되면 분해액을 55~60℃까지 냉각시킨 후 탄산나트륨으로 pH 5.2~5.5 까지 중화시킨다. 중화가 끝나면 정제수를 가해 산분해액의 고형분 함량이 40~45 brix가 되도록 희석하여 여과한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 21.92%염산:탄산나트륨 투입비율 = 2.65:1(탄산나트륨을 추가적으로 투입 가능) 	소다회, 염산 투입 시 : Overflow 주의
알카라처리 및 재중화	교반	<ul style="list-style-type: none"> 여과 후 여액을 반응조로 옮기고 온도 80℃로 올려 탄산나트륨을 투입하여 pH 9로 조정 후 4시간동안 교반하여 반응시키고 상온으로 냉각시킨 후 21.92% 염산을 투입하여 pH 5.2~5.5까지 중화한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 소다회투입량은 여과액을 기준으로 pH 9가 될 때까지 5~12%범위에서 투입 	
저장	이송	저장용기로 이송하여 저장한다.	<ul style="list-style-type: none"> 필요에 따라 여과 가능 최종 산분해액 고형분함량은 40 brix로 조정 	



그림 40. 식용곤충 산가수분해물 제조 공정 단계

나) 곤충 효소분해를 위한 최적 효소 선정

선정된 식용 곤충 3종의 효소 분해를 위한 효소제는 1협동연구기관(중앙대)에서 검토한 Flavourzyme, Neutrase, Alcalase, Protamex와 FoodPro를 추가하여 5가지 종류를 사용하여 분해 조건을 탐색함.

원료 단가의 상승을 고려하여 산가수분해와 마찬가지로 탈지 없이 갈색거저리와, 쌍별 귀뚜라미에 적용함. 번데기(냉동)는 상기 두 곤충에 결과를 바탕으로 적용하였음.

○ 갈색거저리(건조) 최적 효소제 선정 실험

효소를 투입하지 않은 대조군과 Aminopeptidase계열의 Flavourzyme과 Endoprotease계 Neutrase, Alcalase, Protamex, FoodPro를 조합한 실험군을 비교 실험함.

표 58. 갈색 거저리(건조) 효소제 선정 실험

시료명	효소제	투입량(%)
대조군	효소제 첨가 X(C)	
실험군 1	Flavourzyme(F)	효소제별 각 1%
실험군 2	Flavourzyme + FoodPro(F+F)	
실험군 3	Flavourzyme + Neutrase(F+N)	
실험군 4	Flavourzyme + Alcalase(F+A)	
실험군 5	Flavourzyme + Protamex(F+P)	

갈색거저리(건조)를 분쇄하여 500 mL 반응 플라스크에 20g씩을 넣고 정제수 180g을 가수(9배 가수)하여 20분간 교반함. 55℃에서 대조군과 실험군에 효소 농도가 1%가 되도록 투입한 후 6시간 동안 배양하고 90℃에서 10분간 배양하여 효소를 불활성함. 시간대별 분해액을 샘플링하여 효소를 불활성 한 후, 분해정도를 당도계와 아미노산 분석을 통해 확인함. 효소제에 따른 분해액의 고형분 함량과 아미노산 함량은 아래와 같음.

표 59. 배양 시간대별 분해율 측정(Brix:%)

배양 시간(hr)	대조군	실험군 1	실험군 2	실험군 3	실험군 4	실험군 5
0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
0.5	2.7	3.7	5.2	5.0	5.5	5.2
1	2.8	4.2	5.6	5.4	6.0	5.8
2	2.8	4.8	7.0	6.5	7.0	6.6
3	2.9	4.9	7.4	7.0	7.6	7.0
4	2.8	5.2	7.7	7.1	8.0	7.3
5	2.8	5.3	8.2	6.9	8.3	7.5
6	2.6	5.2	8.5	6.9	8.7	7.5

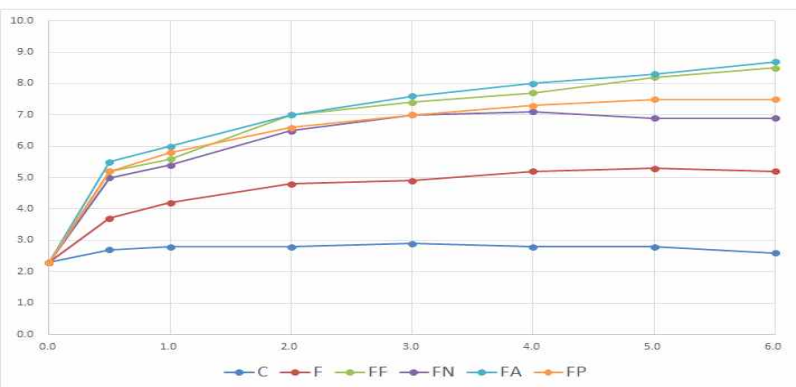


그림 41. 효소제에 따른 시간대별 분해율 pattern

표 60. 효소별 아미노산 함량 분석 결과(단위 : mg/kg)

아미노산	대조군	실험군 1	실험군 2	실험군 3	실험군 4	실험군 5
Aspartate	65.86	1567.83	2380.57	1516.04	2621.60	1719.23
Glutamate	939.81	4700.98	5544.00	4212.31	5106.28	3973.76
Serine	262.00	3073.75	5048.15	3828.59	5701.25	3931.71
Histidine	2071.17	4568.74	6360.96	5043.41	5917.34	5970.58

Glycine	431.25	1559.73	2204.57	1670.51	2461.25	1618.27
Threonine	377.85	3350.03	5500.29	4183.28	6331.92	4388.76
Arginine	3480.04	8654.59	11692.27	10089.63	13077.04	10408.07
Alanine	2662.14	6125.77	8113.02	7943.11	8925.83	7495.38
Tyrosine	3008.36	7600.60	12223.75	10135.72	13586.44	10452.02
Valine	2294.92	5697.91	8468.43	9601.68	9433.31	9901.72
Methionine	50.39	1064.90	2013.58	1713.11	2324.18	1844.78
Phenylalanine	645.35	3855.14	6552.56	5645.45	7429.77	6008.29
Isoleucine	1174.33	4163.95	6117.02	8039.34	7071.59	8277.98
Leucine	1150.06	8506.32	13037.96	14965.81	14715.13	15464.19
Lysine	1347.44	8542.98	15226.81	10597.73	15990.45	12306.08
Proline	18216.29	14931.48	18250.38	17381.99	19053.65	15058.15
Total A.A	38177.26	87964.70	128734.35	116567.70	139747.05	118818.94

실험군 5종에 대해 6시간 동안 배양한 후, 고형분과 아미노산 함량을 분석한 결과, 실험군 2(Flavourzyme + FoodPro)와 실험군4(Flavourzyme + Alcalase)가 좋은 분해율을 보였으며, 실험군4에서 조금 더 좋은 효과를 보여 갈색겨저리는 Flavourzyme과 Alcalase의 조합으로 선정하였음.

○ 쌍별귀뚜라미(건조) 최적 효소제 선정 실험

갈색겨저리(건조)와 동일한 조건으로 비교 실험함. 시간대별 분해액을 샘플링하여 효소를 불활성 한 후, 분해정도를 당도계와 아미노산 분석을 통해 확인함. 효소제에 따른 분해액의 고형분 함량과 아미노산 함량은 아래와 같음.

표 61. 배양 시간대별 분해율 측정(Brix:%)

배양 시간(hr)	대조군	실험군 1	실험군 2	실험군 3	실험군 4	실험군 5
0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0.5	1.9	2.8	4.6	4.5	4.7	4.9
1	1.9	3.2	5.4	5.1	5.4	5.3
2	2.0	3.6	5.9	5.7	6.2	5.6
3	2.0	3.8	6.4	5.9	6.7	6.1
4	2.1	3.9	6.8	5.9	7.1	6.1
5	2.2	4.3	7.2	6.2	7.2	6.3

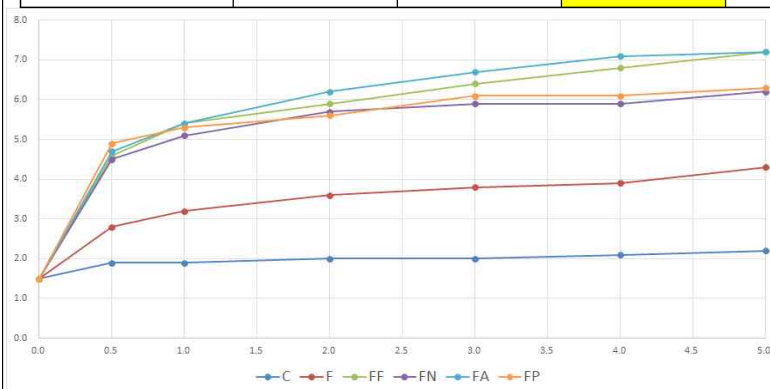


그림 42. 효소제에 따른 시간대별 분해율 pattern

표 62. 효소별 아미노산 함량 분석 결과(단위 : mg/kg)

아미노산	대조군	실험군 1	실험군 2	실험군 3	실험군 4	실험군 5
Aspartate	487.55	1759.42	1850.71	2572.75	2680.64	1904.65
Glutamate	1827.51	4617.48	4140.66	5893.87	5436.62	4138.22
Serine	514.97	2550.11	3838.75	4369.53	4796.71	3766.37

Histidine	1056.32	2339.79	3492.66	3555.71	4055.59	3465.64
Glycine	1753.84	2316.73	2525.62	2667.04	2789.97	2421.18
Threonine	283.89	2211.41	3666.34	4046.10	4591.28	3489.11
Arginine	5089.02	10064.56	13166.68	14167.43	15730.43	12621.80
Alanine	4608.18	3611.62	3463.67	3203.28	3239.97	3379.64
Tyrosine	517.56	2622.03	4951.80	5486.59	6313.52	4862.67
Valine	569.94	3150.48	7306.58	5164.94	6351.11	6860.92
Methionine	193.27	1316.17	2726.42	2638.28	3149.49	2652.38
Phenylalanine	291.70	2744.88	5811.35	5505.73	6226.41	5505.73
Isoleucine	253.90	3145.26	7991.81	4446.67	5617.64	7462.34
Leucine	362.00	7421.66	15816.61	11404.32	13214.05	14975.88
Lysine	1036.13	5777.98	9965.88	10660.17	12875.99	9308.52
Proline	1615.11	1788.80	2717.92	1966.03	1464.96	2014.31
Total A.A	20460.88	57438.39	93433.46	87748.45	98534.39	88829.37

쌍별 귀뚜라미(건조) 또한, 실험군2(Flavourzyme + FoodPro)와 실험군4(Flavourzyme + Alcalase)가 좋은 분해율을 보였으며, 실험군4에서 조금 더 좋은 효과를 보여 Flavourzyme과 Alcalase의 조합으로 선정하였음.

번데기(냉동)는 상기 2가지 곤충의 효소제 실험결과를 토대로 하여, Flavourzyme과 Alcalase의 조합으로 적용하는 것으로 함.

다) 곤충 효소분해를 위한 전처리 조건 선정

효소분해 공정 중 효소를 투입 전, 원료의 전처리 단계인 열수 처리 유무에 따라 최종 분해율의 차이가 발생하는지 확인하는 실험을 진행함.

○ 갈색거저리(건조) 전처리 조건 선정

분쇄한 갈색거저리(건조)를 200g에 정제수 1,800g(9배) 가수하여 실험군1은 반응조 내부온도를 55℃로 한 후, 선정된 효소제 1%를 투입하여 6시간 동안 배양하고, 실험군2는 반응조 내부온도를 80℃로 하여, 20분간 열수처리를 한 후, 다시 55℃로 냉각하여 효소를 투입, 6시간 동안 배양함. 두 실험군 모두 90℃에서 10분간 효소 불활성화한 후, 시간대별 분해율을 확인함. 확인 결과, 열수처리를 유무에 따라 큰 차이를 보이지 않음.

표 63. 배양 시간대별 분해율 측정(Brix:%)

배양 시간(hr)	실험군 1(열수처리 X)	실험군 2(열수처리 O)
0	2.1	2.3
0.5	5.2	5.1
1	5.8	6.0
2	6.7	6.9
3	7.1	7.4
4	7.6	7.5
5	8.1	7.8
6	8.7	8.5

추가 확인을 위해 효소분해물을 40 mesh로 여과한 후, 소금 함량이 10%가 되도록 가염하고, 고형분 함량이 60 brix가 되도록 농축하여 T.N(총질소), A.N(아미노태 질소), 조지방, 식염, 아미노산 함량을 측정함. T.N과 A.N을 비교한 결과 열수처리를 하지 않은 실험군이 좋은 분해율을 보였고, 아미노산 함량은 열수처리를 한 실험군이 높게 나왔으나, 전체적으로 열수처리 단계 없이 효소분해를 진행해도 될 거라 판단됨.

표 64. 열수처리 유무에 따른 영양성분 분석 결과(고형분 함량 60 brix, 단위:%)

	식염	지방	T.N	A.N
--	----	----	-----	-----

실험군 1(열수처리 X)	11.18	6.45	5.31	2.44
실험군 2(열수처리 O)	9.77	6.59	4.74	2.10

표 65. 열수처리 유무에 따른 아미노산 함량 분석 결과(고형분 함량 60 brix)

아미노산 (mg/kg)	실험군 1(열수처리 X)	실험군 2(열수처리 O)
HIS	7816.43	15935.84
ILE	6421.65	1559.82
LEU	13149.36	3913.77
MET	2310.99	7062.52
PHE	6798.31	13610.05
THR	6241.69	2141.10
VAL	8180.32	6238.32
LYS	14119.17	32020.79
ARG	11897.15	4863.07
GLY	2420.07	2708.23
PRO	11896.96	2426.17
SER	5485.30	2450.33
TYR	12659.49	11353.08
ALA	8208.84	2157.79
ASP	2663.69	21474.84
GLU	5208.46	2448.97
Total A.A	125477.88	132364.70

○ 쌍별귀뚜라미(건조) 전처리 조건 선정

분쇄한 쌍별 귀뚜라미(건조)를 200g에 정제수 1,800g(9배) 가수하여 갈색 거저리(건조)와 동일한 과정으로 진행하여 시간대별 분해율을 확인하고 갈색거저리에 비해 농축 물성이 떨어져 고형분 함량을 45 brix가 되도록 농축한 후, T.N(총질소), A.N(아미노태 질소), 조지방, 식염, 아미노산 함량을 측정함. 분석결과, 쌍별 귀뚜라미도 갈색거저리와 마찬가지로 열수 처리를 하지 않고도 효소분해를 진행할 수 있을 거라 판단됨.

표 66. 배양 시간대별 분해율 측정(Brix:%)

배양 시간(hr)	실험군 1(열수처리 X)	실험군 2(열수처리 O)
0	1.3	1.6
0.5	3.4	3.7
1	4.1	4.1
2	5.2	5.3
3	5.6	5.7
4	6.2	6.4
5	6.5	6.7
6	7.5	7.5

표 67. 열수처리 유무에 따른 영양성분 분석 결과(고형분 함량 45 brix, 단위:%)

	식염	지방	T.N	A.N
실험군 1(열수처리 X)	8.83	3.89	4.34	2.11
실험군 2(열수처리 O)	8.63	4.14	4.15	2.58

표 68. 열수처리 유무에 따른 아미노산 함량 분석 결과(고형분 함량 45 brix)

아미노산 (mg/kg)	실험군 1(열수처리 X)	실험군 2(열수처리 O)
HIS	2958.82	2781.52
ILE	3631.23	3518.52
LEU	9052.25	8710.61
MET	2124.25	2001.85

PHE	4401.46	4211.97
THR	3356.84	3326.38
VAL	3937.41	3869.94
LYS	8801.05	8613.98
ARG	10198.80	10058.81
GLY	2076.62	2041.74
PRO	1314.87	1423.25
SER	3520.96	3460.94
TYR	4278.78	4124.97
ALA	4075.02	2444.07
ASP	2032.84	1971.12
GLU	3765.25	3609.70
Total A.A	69526.44	66169.36

○ 번데기(냉동) 전처리 조건 선정

번데기는 수분함량을 고려하여 500g에 정제수 1,000g(2배) 가수하여 갈색 거저리(건조)와 동일한 과정으로 진행하여 시간대별 분해율을 확인하였다. 번데기 역시 갈색거저리에 비해 농축 물성이 떨어져 고형분 함량을 45 brix가 되도록 농축한 후, T.N(총질소), A.N(아미노태 질소), 조지방, 식염, 아미노산 함량을 측정함. 분석결과, 번데기는 T.N 대비 A.N 비율은 차이가 없었으나 열수처리를 한 실험군이 여과 수율과 아미노산 함량이 높아 열수처리 단계를 추가하여 효소분해를 진행하는 것이 유리하다고 판단됨.

표 69. 배양 시간대별 분해율 측정(Brix:%)

배양 시간(hr)	실험군 1(열수처리 X)	실험군 2(열수처리 O)
0	0.5	2.6
0.5	2.9	5.7
1	3.9	6.6
2	5.4	6.9
3	6.1	7.2
4	6.9	7.3
5	7.0	7.4
6	7.3	7.5

표 70. 열수처리 유무에 따른 영양성분 분석 결과(고형분 함량 45 brix, 단위:%)

	식염	지방	T.N	A.N
실험군 1(열수처리 X)	15.51	2.24	3.40	1.04
실험군 2(열수처리 O)	14.41	4.83	3.12	0.94

표 71. 열수처리 유무에 따른 아미노산 함량 분석 결과(고형분 함량 45 brix)

아미노산 (mg/kg)	실험군 1(열수처리 X)	실험군 2(열수처리 O)
HIS	6674.11	7923.81
ILE	4847.59	5907.55
LEU	8242.87	10075.40
MET	2790.12	3356.08
PHE	5524.92	6824.00
THR	4465.55	5480.23
VAL	6030.62	7435.49
LYS	9764.87	12146.32
ARG	6867.50	8570.77
GLY	2171.21	2885.65
PRO	939.54	724.18
SER	4563.97	5992.58
TYR	7845.14	9519.96

ALA	5603.08	8055.24
ASP	2761.93	4420.62
GLU	5077.04	7580.50
Total A.A	84170.06	106898.39

라) 곤충 효소분해를 위한 최적 효소 농도 선정

분해율을 최적화 하기 위해 선정된 효소제의 투입 농도에 따른 분해율 증가를 확인함으로써 적정 투입 농도를 선정하는 실험을 진행함.

○ 갈색거저리(건조) 효소제 농도 조건 선정

최적 효소제 농도 선정 실험은 앞서 실험한 열수 처리를 하지 않은 실험과 동일한 과정으로 진행하였으며, 효소제를 1%,2%,3% 투입한 시료를 실험군으로 하여 6시간 배양함. 이후, 불활성화 단계와 여과단계, 농축(60 brix)단계도 동일하게 진행함.

표 72. 효소제 투입 농도에 따른 분해물 영양성분 분석 결과(고형분 함량 60 brix, 단위:%)

	식염	지방	T.N	A.N	A.N/T.N ratio
실험군 1(효소제 1%)	10.49	6.05	4.98	2.29	0.46
실험군 2(효소제 2%)	11.46	5.43	5.03	2.68	0.53
실험군 3(효소제 3%)	12.31	3.74	4.99	2.82	0.57

표 73. 효소제 투입 농도에 따른 분해물 영양성분 분석 결과(고형분 함량 60 brix, 단위:%)

아미노산 (mg/kg)	실험군 1(효소제 1%)	실험군 2(효소제 2%)	실험군 3(효소제 3%)
HIS	7816.43	7110.08	5261.44
ILE	6421.65	7723.60	8693.34
LEU	13149.36	13604.88	15859.44
MET	2310.99	2292.88	2661.07
PHE	6798.31	7657.88	8598.20
THR	6241.69	5826.88	5565.63
VAL	8180.32	8685.18	9734.03
LYS	14119.17	13840.62	15077.62
ARG	11897.15	11530.23	12777.09
GLY	2420.07	2457.20	3056.27
PRO	11896.96	9139.91	10051.57
SER	5485.30	6680.91	7328.45
TYR	12659.49	15427.66	17703.72
ALA	8208.84	8574.35	10117.34
ASP	2663.69	3353.29	3813.37
GLU	5208.46	5729.45	6703.44
Total A.A	125477.88	129634.99	143002.04

효소제 3% 투입 시, A.N/T.N의 비율과 아미노산 함량이 가장 높고, 효소분해 종료 후 여과단계도 용이하였으며, 효소분해물에서 발생하는 특유의 효소취도 없어 효소제인 Flavourzyme과 Alcalase를 각 3% 농도로 투입하는 것으로 함.

○ 쌍별 귀뚜라미(건조) 효소제 농도 조건 선정

최적 효소제 농도 선정 실험은 앞서 실험한 열수 처리를 하지 않은 실험과 동일한 과정으로 진행하였으며, 효소제를 1%,2%,3% 투입한 시료를 실험군으로 하여 6시간 배양함. 이후, 불활성화 단계와 여과단계, 농축(45 brix)단계도 동일하게 진행함.

표 74. 효소제 투입 농도에 따른 분해물 영양성분 분석 결과(고형분 함량 45 brix, 단위:%)

	식염	지방	T.N	A.N	A.N/T.N ratio
--	----	----	-----	-----	---------------

실험군 1(효소제 1%)	11.51	4.34	4.02	1.56	0.39
실험군 2(효소제 2%)	12.68	4.07	3.88	1.79	0.46
실험군 3(효소제 3%)	14.43	4.07	4.18	2.18	0.52

표 75. 효소제 투입 농도에 따른 분해물 영양성분 분석 결과(고형분 함량 45 brix, 단위:%)

아미노산 (mg/kg)	실험군 1(효소제 1%)	실험군 2(효소제 2%)	실험군 3(효소제 3%)
HIS	2782.34	3430.48	3278.30
ILE	3503.22	4960.19	4897.72
LEU	9328.59	11968.44	11144.89
MET	1762.37	2343.55	2208.58
PHE	4137.30	5252.79	4919.59
THR	3236.75	4495.86	4395.05
VAL	4051.85	5443.58	5227.35
LYS	8492.56	10837.02	10027.51
ARG	10365.75	12209.12	10656.88
GLY	2113.05	2619.67	2436.98
PRO	1238.95	968.20	1397.73
SER	3530.04	4541.09	4378.09
TYR	4411.51	6095.94	5934.27
ALA	4665.27	6298.09	5903.25
ASP	1854.49	2726.67	2628.67
GLU	3808.13	5101.60	4924.65
Total A.A	69282.15	89292.30	84359.51

갈색저저리와 마찬가지로 효소제 3% 투입 시, A.N/T.N의 비율이 가장 높고, 아미노산 함량은 2% 농도가 높게 나왔지만, 효소분해 종료 후 여과단계도 용이하였으며, 효소분해물에서 발생하는 특유의 효소취도 없어 효소제인 Flavourzyme과 Alcalase를 각 3% 농도로 투입하는 것으로 함.

○ 번데기(냉동) 효소제 농도 조건 선정

최적 효소제 농도 선정 실험은 앞서 실험한 열수 처리 단계를 추가한 실험과 동일한 과정으로 진행하였으며, 효소제를 1%,2%,3% 투입한 시료를 실험군으로 하여 6시간 배양함. 이후, 불활성화 단계와 여과단계, 농축(45 brix)단계도 동일하게 진행함.

표 76. 효소제 투입 농도에 따른 분해물 영양성분 분석 결과(고형분 함량 45 brix, 단위:%)

	식염	지방	T.N	A.N	A.N/T.N ratio
실험군 1(효소제 1%)	14.41	4.83	3.12	0.94	0.30
실험군 2(효소제 2%)	16.40	5.34	2.88	0.97	0.34
실험군 3(효소제 3%)	16.09	7.34	2.72	0.80	0.29

표 77. 효소제 투입 농도에 따른 분해물 영양성분 분석 결과(고형분 함량 45 brix, 단위:%)

아미노산 (mg/kg)	실험군 1(효소제 1%)	실험군 2(효소제 2%)	실험군 3(효소제 3%)
HIS	7923.81	7387.07	5857.64
ILE	5907.55	5762.89	5063.13
LEU	10075.40	9351.92	8092.39
MET	3356.08	3362.66	2818.87
PHE	6824.00	6352.98	5539.37
THR	5480.23	5392.46	4762.73
VAL	7435.49	6900.46	5983.85
LYS	12146.32	11488.99	9819.02
ARG	8570.77	7902.51	6752.95
GLY	2885.65	2470.22	2160.33
PRO	724.18	753.36	834.24

SER	5992.58	5361.42	4695.65
TYR	9519.96	8896.95	7579.01
ALA	8055.24	6266.57	5535.94
ASP	4420.62	3625.69	3351.57
GLU	7580.50	6299.84	5874.16
Total A.A	106898.39	97575.99	84720.87

번데기(냉동)는 효소제 농도별 결과가 크게 차이가 나지 않고, 1% 투입 시, A.N/T.N 비율과 아미노산 함량이 다른 실험군과 비교하여도 떨어지지 않아 효소제인 Flavourzyme과 Alcalase를 각 1% 농도로 투입하는 것으로 함.

마) 식용곤충 효소분해 scale up을 통한 pilot 공정 기술 확립

상기 효소제 선정, 열수 처리에 따른 전처리 실험, 효소제 투입량 실험 등의 결과를 바탕으로 하여 효소분해실험을 scale up 하여 pilot 공정 기술을 확립함. 대략적인 효소분해 공정은 아래와 같음.



그림 43. 일반적인 효소분해 공정도

○ 갈색 거저리 효소분해물(Enzyme-hydrolyzed animal protein, e-HAP) pilot scale 실험

상기 실험에서 도출된 최적 조건들을 효소분해 공정에 적용하여 효소분해를 진행함. 반응조에 분쇄한 갈색거저리(건조) 1,000g에 정제수 9,000g(9배)을 가수하여 반응조의 내부온도가 55℃에 도달할때까지 300~350 rpm으로 교반함. 55℃에서 효소제(Flavourzyme, Alcalase)를 원료 대비 각 3%(30g) 투입하여 300~350 rpm으로 6시간 동안 배양함. 배양 후, 반응조의 내부온도가 90℃로 하여 10분간 효소를 불활성화 시킴. 냉각 후, 40 mesh 표준망체로 여과하여 박과 효소분해물을 분리함. 효소분해물의 고형분 함량을 확인하고 소금함량이 10~12%(60 brix 기준)가 되도록 가염한 후, 고형분 함량이 60 brix가 되도록 농축함. 농축되어 얻어진 효소분해물은 냉장 또는 냉동 보관함.

최종 효소분해물에 대한 기초성분(식염, 수분, 총질소(T.N), 아미노태 질소(A.N), 조지방) 및 아미노산 조성은 현재 분석 진행 중에 있음.

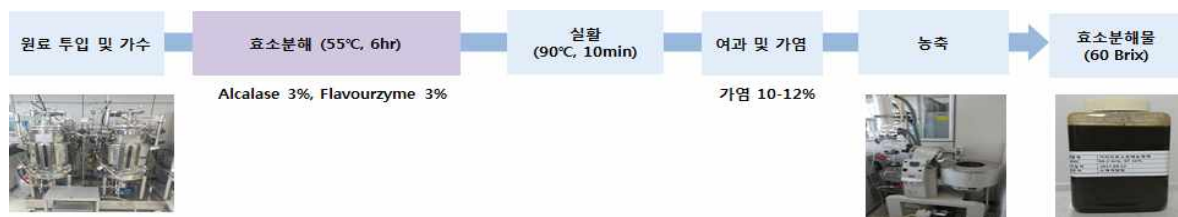


그림 44. 갈색 거저리(건조) 효소분해 공정도

○ 귀뚜라미(건조) 1,000g에 정제수 9,000g(9배)을 가수하여 반응조의 내부온도가 55℃에 도달할때까지 300~350 rpm으로 교반함. 55℃에서 효소제(Flavourzyme, Alcalase)를 원료 대비 각 3%(30g) 투입하여 300~350 rpm으로 6시간 동안 배양함. 배양 후, 반응조의 내부온도가 90℃로 하여 10분간 효소를 불활성화 시킴. 냉각 후, 40 mesh 표준망체로 여과하여 박과 효소분해물을 분리함. 효소분해물의 고형분 함량을 확인하고 소금함량이 10~12%(50 brix 기준)가 되도록 가염한 후, 고형분 함량이 50 brix가 되도록 농축함. 농축되어 얻어진 효소분해물은 냉장 또는 냉동 보관함. Lab scale에 비해 pilot scale의 효소분해 농축 물성이 개선되어 45 brix에서 50 brix로 상향 조정함.

최종 효소분해물에 대한 기초성분(식염, 수분, 총질소(T.N), 아미노태 질소(A.N), 조지방) 및 아미노산

조성은 현재 분석 진행 중에 있음.

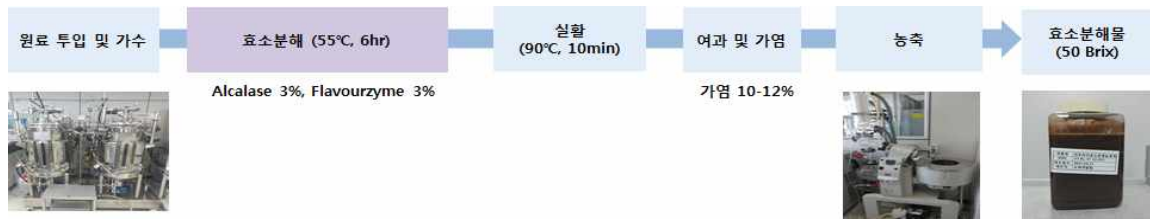


그림 45. 쌍별 귀뚜라미(건조) 효소분해 공정도

○ 번데기 효소분해물(Enzyme-hydrolyzed animal protein, e-HAP) pilot scale 실험

상기 실험에서 도출된 최적 조건들을 효소분해 공정에 적용하여 효소분해를 진행함. 반응조에 번데기(냉동) 4,000g을 넣고 정제수 8,000g(2배)을 가수하여 반응조의 내부온도가 80°C에 도달할때까지 300~350 rpm으로 교반함. 80°C에서 20분간 열수 처리한 후, 반응조 온도를 55°C로 냉각 시킨 후 효소제(Flavourzyme, Alcalase)를 원료 대비 각 1%(40g) 투입하여 300~350 rpm으로 6시간 동안 배양함. 배양 후, 반응조의 내부온도가 90°C로 하여 10분간 효소를 불활성화 시킴. 냉각 후, 40 mesh 표준망체로 여과하여 박과 효소분해물을 분리함. 효소분해물의 고형분 함량을 확인하고 소금함량이 10~12%(45 brix 기준)가 되도록 가염한 후, 고형분 함량이 45 brix가 되도록 농축함. 농축되어 얻어진 효소분해물은 냉장 또는 냉동 보관함.

현재, 농축 단계 전까지 진행이 되어 있고, 최종 효소분해물에 대한 기초성분(식염, 수분, 총질소(T.N), 아미노태 질소(A.N), 조지방) 및 아미노산 조성은 현재 분석 진행 예정임.

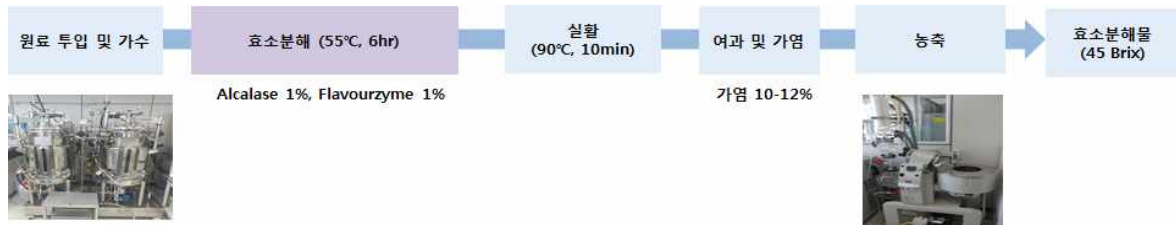


그림 46. 번데기(냉동) 효소분해 공정도

표 78. 식용곤충 효소분해물 pilot scale 제조공정도

주공정	부공정	작업공정설명	작업공정조건
원료	분쇄	<ul style="list-style-type: none"> 건조된 식용곤충을 조분쇄함. 냉동 번데기의 경우 원물 그대로 사용한다. 	
투입 및 가수	교반	<ul style="list-style-type: none"> 건조물은 원물 중량의 9배 가수, 냉동은 원물 중량의 2배 가수한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 300~350 rmp으로 교반함
효소제 투입 및 분해	효소분해 및 교반	<ul style="list-style-type: none"> 반응조의 내부온도가 55°C가 되면 정해진 농도의 효소를 투입하고 온도를 유지, 교반하면서 분해 진행(6시간)한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 조건에 따라 효소 투입 전 열수처리(80°C) 과정을 추가할 수 있음
실활	교반	<ul style="list-style-type: none"> 효소분해 종료후 내부온도를 90°C로 	

		상승시켜 10분간 교반하면서 효소를 불활성화 시킨다.	
여과 및 농축	가염 및 농축	<ul style="list-style-type: none"> • 실활이 끝난 효소분해물을 표준망체로 여과한 후 최종 고형분 대비 소금의 농도가 10~12%가 되도록 가염한다. • 물성에 따라 적절한 고형분 함량이 되도록 농축한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 농축 시 : Overflow 주의
저장	이송	<ul style="list-style-type: none"> • 저장용기로 이송하여 저장한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 고형분 함량에 따라 냉장, 냉동 보관함

3) 산가수분해법, 효소법 등을 활용한 중간 소재 제품 개발

가) 산가수분해, 효소분해 pilot 수준의 공정을 통한 반제품 형태의 중간소재 제품 확보

Pilot 수준의 산가수분해 및 효소분해 공정을 최적화하고, 아미노산 간장 형태의 산가수분해물과 엑기스 형태의 효소분해물을 확보함. 산가수분해물은 액상 형태로 직접 소재로 사용하거나 부형제 등을 첨가한 후 분말화한 후 다른 원료와 혼합하여 다양한 복합조미소재로 활용할 수 있음. 특히, 곤충 산가수분해물은 동물 단백질 가수분해물의 특징인 감미성 아미노산과 식물 단백질 가수분해물의 정미성 아미노산이 적절한 비율로 구성되어 있어 조미소재로서 다양한 분야에 적용이 가능할 것이라 예상됨. 현재 농심에서는 산가수분해를 통해 제조한 간장을 반제품으로 분류하여 사용하고 있고, 분말스프 및 기타 조미반응을 위한 원료로 광범위하게 사용 중임.

효소분해를 통해 얻어진 농축액(엑기스)은 소스류로 분류되어 있고 직접 제품에 적용하기 보다는 조미소재화를 위한 boosting 효과를 낼 수 있는 소재로 많이 활용되고 있음.

산/효소 가수분해물에 대한 품질 자재규격 및 소재 단가 설정을 기존 유사 소재와 비교 검토하여 진행하고 있음.



그림 47. 가수분해활용 소재

나) 고온고압반응을 통한 육류풍미 조미소재 실험 진행

농심에서 사용 중인 육류계열 소재 중 고품미 소고기베이스 소재를 선정하여 lab scale의 조미소재화 반응을 진행함. 반응에 사용된 공정은 소재의 고품미를 구현할 수 있는 고온고압반응으로 진행하였고, 반응 처방 중 간장류와 엑기스류 대신 곤충 산가수분해물과 효소분해물을 대체하여 적용하였음.

고온고압반응이란, 가압상태에서 120℃~180℃까지 물을 가온하여 당과 아미노산의 메일라드 반응을 통해 기존 상압 조리보다 더 고품미의 소재를 개발할 수 있는 방법임. 고온고압반응 공정 및 곤충 가

수분해물을 활용한 처방은 아래와 같음.



그림 48. 고온고압 반응 공정도

표 79. 소고기 풍미 조미소재 고온고압반응 Lab scale test 처방

대조군	실험군 1	실험군 2
Control	곤충 산가수분해물 대체(아미노산 간장)	곤충 효소분해물 대체(액기스)

공정		원재료명		
		Control	실험군 1	실험군 2
반응모액	조미 아미노산 간장	참치액기스	곤충 산가수분해물	조미 아미노산 간장
	가수분해소고기농축물	가수분해소고기농축물	곤충 효소분해물	곤충 효소분해물
	우골액기스	우골액기스	우골액기스	우골액기스
	정제수	정제수	정제수	정제수
	돈지쇼트닝	돈지쇼트닝	돈지쇼트닝	돈지쇼트닝
	이스트액기스 1	이스트액기스 1	이스트액기스 1	이스트액기스 1
	이스트액기스 2	이스트액기스 2	이스트액기스 2	이스트액기스 2
	마늘주스농축액	마늘주스농축액	마늘주스농축액	마늘주스농축액
	다시마액기스	다시마액기스	다시마액기스	다시마액기스
	표고농축액	표고농축액	표고농축액	표고농축액
반응전구체	아미노산	L-시스틴	L-시스틴	L-시스틴
	유지	우지	우지	우지
	당	정백당	정백당	정백당
		정백포도당	정백포도당	정백포도당
	기타	비타민 B1	비타민 B1	비타민 B1
제삼인산나트륨		제삼인산나트륨	제삼인산나트륨	
후배합	시즈닝	핵산조미료	핵산조미료	핵산조미료
		호박산이나트륨	호박산이나트륨	호박산이나트륨
		혼합매운맛분말	혼합매운맛분말	혼합매운맛분말
	부형제	표고농축액	표고농축액	표고농축액
		덱스트린	덱스트린	덱스트린
	검류	검류	검류	

○ 곤충 가수분해물 활용 고온고압반응 실험

실험군 1은 control 처방 중 조미 아미노산간장과 참치액기스를 곤충 산가수분해물로 대체하였고, 실험군 2는 control 처방 중 참치액기스, 가수분해소고기농축물을 효소분해물로 대체하여 적용함. 고온고압반응 조건은 온도 110~120 ℃, 내부압력 2 atm, 교반속도 120 rpm, 반응시간을 1시간으로 하여 진행함. 반응기는 농심에서 lab test용으로 보유 중인, 일본 TAIATTSU TECHNO社의 설비를 활용함.



그림 49. 고온고압 반응기 및 반응액

○ 고온고압반응 조미액 관능평가 진행

고온고압반응으로 얻어진 소고기풍미 소재에 대해 사내 전문패널을 대상으로 관능평가를 진행함. Control 대비 실험군의 소고기 풍미 강도를 9점 척도법으로 평가함. 평가 결과는 아래와 같음.

표 80. 소고기 풍미 조미소재 관능평가 결과(9점 척도법, 강도평가)

시료	대조군	실험군 1	실험군 2
기존	5.2점	4.8점	5.8점
기존 대비 강도	-	92%	112%

평가 결과, 소고기 풍미의 강도가 실험군 2가 가장 높은 점수를 나타내고, 실험군 1이 다소 낮은 점수를 나타냄. 실험군 1이 낮은 결과를 나타낸 이유는 대조군에 사용된 간장류가 조미가 된 아미노산간장을 사용한 반면, 대체한 산가수분해물은 아미노산 간장형태이기 때문에 차이가 발생했을 거라 판단, 곤충 산가수분해물에 조미를 하여 적용한다면 좋은 평가를 받을 수 있을 거라 기대할 수 있음.

또한, 결과를 바탕으로 고온고압반응의 조건을 세밀화하고 최적화한다면 현재 농심에서 사용 중인 육류 소재나 액기스 소재 등을 곤충 가수분해물로 대체해도 기존과 유사한 제품을 구현할 수 있는 가능성을 확인함. 또한, low meat계열의 조미소재를 개발하는데 많은 도움이 될 거라 예상됨.

나. 식용곤충의 식품소재화를 위한 특성 및 전처리 공정 연구(제1협동과제, 중앙대학교)

1) 식용곤충 소재화를 위한 전처리 조건 확립

(1) 식용곤충 탈지 조건 확립

○ 초임계 CO2를 이용한 탈지

- 식용곤충 45g을 chamber에 넣고 50℃에서(180 bar, 27 g/min CO2 flow rate) 탈지함. (표 81)

표 81. 초임계 CO2추출 조건

CO2 유속	온도	시간	압력	샘플 무게
27 g/min	50 ℃	120 min	180 bar	45 g

- 유기용매(hexane)를 이용한 탈지
 - 식용곤충 45g에 hexane 300ml (3:20)을 가하고 24시간 동안 교반한 뒤, 150 μ l sieve를 사용하여 고체(곤충)부분과 액체(지방)부분을 분리함. 탈지된 곤충은 fume hood에서 건조하여 hexane을 제거하였음.
- 잔여 지방 함량 분석
 - 식품공전, 1.1.5.1.1 조지방, 에테르추출법, 가. 일반법 (Soxhlet extraction method)으로 탈지 곤충에 남은 잔여 지방 함량을 측정함.
- 초임계 CO₂를 이용한 탈지법과 유기용매(hexane)를 이용한 탈지법의 비교 (그림 50)
 - 갈색거저리 유충의 지방함량인 33%는 초임계 CO₂ 탈지 후 26%, hexane 탈지 후 10%로 감소함.
 - 귀뚜라미의 지방함량인 20%는 초임계 CO₂ 탈지 후 17%, hexane 탈지 후 11%로 감소함.
 - 초임계 CO₂를 이용한 경우보다 유기용매(hexane)를 이용하여 탈지하는 것이 더 효과적이었음.

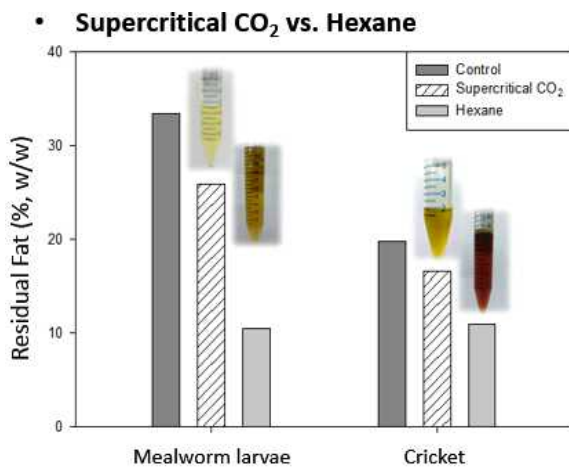


그림 50. 탈지 방법에 따른 잔여 지방 함량 비교

- 유기용매(hexane) 처리 시간별 잔여 지방 함량 비교 (그림 51)
 - 식용곤충에 hexane을 1:20의 비율로 가한 후 교반함. 12시간마다 hexane을 교체하며, 24~48시간 탈지함.
 - 갈색거저리 유충의 잔여 지방 함량은 24시간 탈지 후 0.85%, 36시간 탈지 후 0.72%, 48시간 탈지 후 0.69%로 감소함.
 - 귀뚜라미의 잔여 지방 함량은 24시간 탈지 후 1.36%, 36시간 탈지 후 1.07%, 48시간 탈지 후 1.07%로 감소함.
 - 번데기의 잔여 지방 함량은 24시간 탈지 후 0.75%, 36시간 탈지 후 0.33%, 48시간 탈지 후 0.34%로 감소함.
 - 유기용매(hexane)을 이용하여 탈지한 경우, 36시간 탈지하는 것이 효율적임.

• Time course effect of hexane defatting

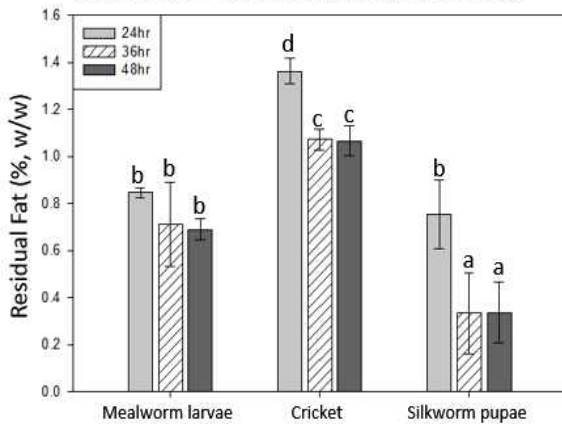


그림 51. 탈지 시간에 따른 잔여 지방 함량 비교

(2) 고순도 단백질 분리를 위한 효소처리 조건 확립

○ Chitinase를 이용한 고순도 단백질 추출

- 9.46mM Ascorbate aqueous system에서 탈지 곤충과 용매를 1:16의 비율로 섞어 5% chitinase를 첨가 후 40℃ 및 45℃에서 20시간 동안 처리하였음. 단백질은 15분간 초음파 처리하여 추출했으며, 1mm sieve로 부유물을 제거하여 얻은 단백질 용액을 Bradford assay를 통해 수용성 단백질 함량 및 수율을 계산하였음.
- 초음파 처리하기 전 Control과 40℃, 45℃ 처리군의 단백질 수율은 각각 0.67, 1.03, 1.50%로 소폭 증가를 보였으며, 초음파 처리한 후에는 각각 4.27, 7.06, 9.36%로 45℃ 처리군에서 가장 높은 수용성 단백질 수율을 보였음. (그림 52)

• Soluble protein

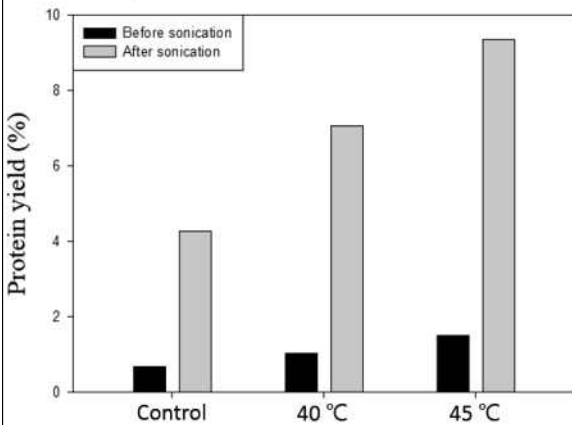


그림 52. Chitinase 처리 온도에 따른 수용성 곤충 단백질 분리 수율

(3) 물리적 기술을 이용한 전처리 공정 확립

○ 잔여 지방 함량에 따른 수용성 단백질 추출 수율 비교 (그림 53)

- 24~48시간 탈지된 식용곤충과 9.46mM Ascorbate 수용액을 1:16의 비율로 섞은 후 2분간 초음파 처리하여 단백질을 추출한 후 수용성 분획의 단백질 함량 및 수율을 계산함.
- 갈색거저리 유충의 경우 24, 36, 48시간 탈지에 따라 수용성 단백질 추출 수율이 각각 4.06, 4.37, 4.49%로 나타남.
- 귀뚜라미의 경우 24, 36, 48시간 탈지됨에 따라 수용성 단백질 추출 수율이 각각 1.92, 2.05, 2.01%로 나타남.
- 번데기의 경우 24, 36, 48시간 탈지됨에 따라 수용성 단백질 추출 수율이 각각 4.06, 4.37, 4.49%로

나타남.

- 36시간 탈지한 시료를 사용하는 것이 가장 적합한 것으로 판단되었음.

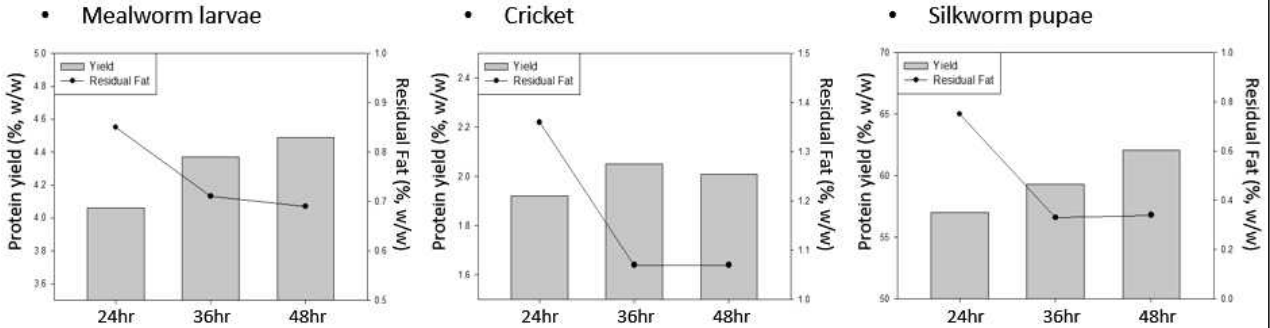


그림 53. 탈지 시간에 따른 수용성 단백질 추출 수율 비교

○ 추출 용매에 따른 수용성 단백질 수율 비교

- Tris-HCl pH 8.0, PBS pH 7.5, D.W., 및 9.46mM Ascorbate aqueous 4가지 용매를 이용하여 곤충 단백질을 추출하고, 수용성 분획의 분리 수율을 측정하였음.
- 갈색거저리 유충은 용매에 따라 각각 3.88, 4.75, 4.91, 4.58%의 단백질 수율을 보였음.
- 귀뚜라미는 용매에 따라 각각 2.98, 2.96, 2.95, 2.01%의 단백질 수율을 보였음.
- 번데기는 용매에 따라 각각 31.16, 34.74, 31.68, 33.09%의 단백질 수율을 보였음.
- 번데기가 가장 높은 수용성 단백질 수율을 보였으며, 추출 용매 간에는 큰 차이를 보이지 않음.
- 식품 소재로서 적용을 고려할 경우, desalting 등 추가 공정이 필요없는 D.W. system이 더 적합하다고 판단하였으며, 갈변 등의 반응을 방지하기 위하여 Ascorbate를 사용하는 것이 효율적으로 판단되었음.

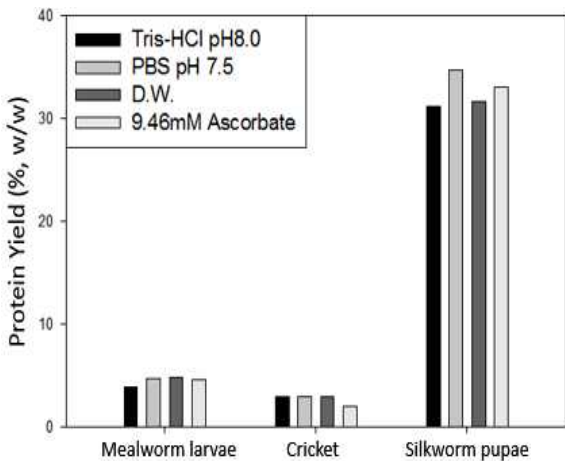


그림 54. 추출 용매에 따른 수용성 단백질 추출 수율 비교

○ 물리적 처리에 따른 수용성 단백질 추출 수율 비교

- 9.46mM Ascorbate aqueous system에서 2시간 교반 및 2분 초음파 처리 후 수용성 단백질 함량 및 수율을 비교하였음.
- 갈색거저리 유충을 D.W.와 9.64mM Ascorbate에서 2시간 교반 추출 했을 때, 4.68, 4.39%의 수용성 단백질이 추출 되었고 2분 초음파 처리 했을 경우에는 4.43, 4.32%의 수용성 단백질 추출 수율을 보임.
- 귀뚜라미의 경우 D.W. 와 9.64mM Ascorbate에서 2시간 교반 추출 했을 때, 2.81, 1.83%의 수용성 단백질이 추출 되었고 2분 초음파 처리 했을 경우에는 2.97, 2.12%의 수용성 단백질 추출 수율을 보임.
- 번데기는 D.W. 와 9.64mM Ascorbate에서 2시간 교반 추출 했을 때, 31.98, 40.03%의 수용성 단백

질이 추출되었고 2분 초음파 처리 했을 경우에는 33.35, 40.10%의 수용성 단백질 추출 수율을 보임.

- 초음파 처리 시에 짧은 시간에 효율적인 단백질 추출이 가능한 것을 확인할 수 있었음.

Stirring (2 hr) vs Sonication (2 min)

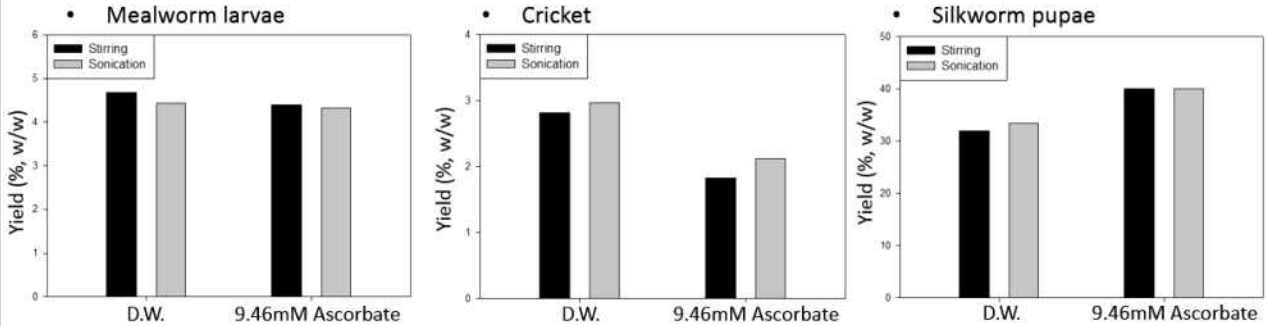


그림 55. 추출법에 따른 수용성 단백질 수율 비교

○ 단백질 침전법에 따른 침전 단백질 수율 비교

- TCA, 80% Ammonium sulfate, cold ethanol을 이용한 세 가지 단백질 침전법으로 단백질을 분리 정제하고 수율을 비교하였음.
- 갈색거저리 유충 단백질을 TCA, 80% Ammonium sulfate, cold ethanol을 이용하여 정제하였을 때, crude extracts 4.30%에 비해 각각 0.94, 0.45, 0.18%의 낮은 단백질 수율을 보임.
- 귀뚜라미 단백질을 TCA, 80% Ammonium sulfate, cold ethanol을 이용하여 정제하였을 때, crude extracts 2.04%에 비해 각각 0.13, 0.12, 0.04%의 낮은 단백질 수율을 보임.
- 번데기 단백질을 TCA, 80% Ammonium sulfate, cold ethanol을 이용하여 정제하였을 때, crude extracts 60.12%에서 각각 53.15, 39.81, 25.06%의 낮은 단백질 수율을 보임.
- 3가지 단백질 침전 분리법 중 cold ethanol을 이용한 방법이 가장 효율적이었으나 번데기를 제외한 나머지 두 곤충에서 1/4 이하로 수율이 급격하게 감소함. (그림 56)
- 이후 효소 가수분해 공정에서는 정제된 단백질이 아닌 초음파는 적용한 crude extracts를 사용하는 것이 적합하다고 판단되었음.

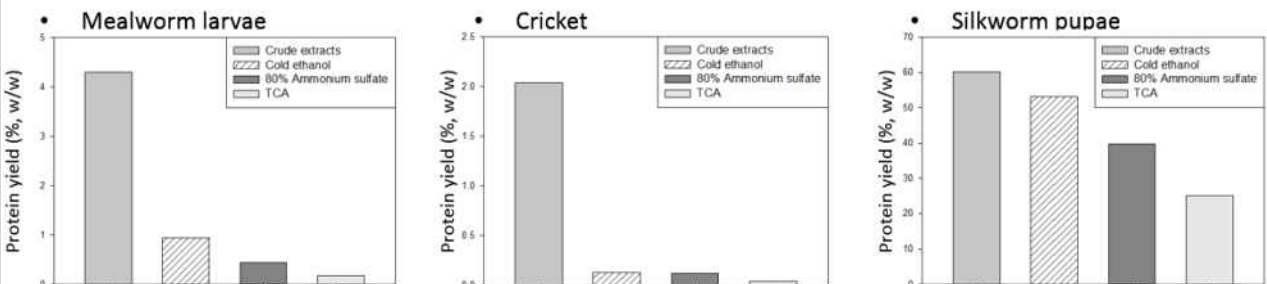


그림 56. 침전법에 따른 단백질 분리 수율 비교

○ 초음파 처리 시간에 따른 총 단백질 수율 비교

- 9.46mM Ascorbate aqueous system에서 탈지 곤충과 용매를 1:16의 비율로 섞어 초음파 처리 시간에 따른 단백질 추출 수율을 비교함. (그림 57)
- 초음파 처리 후 단백질 분획물은 동결건조 하여 단백질 분말의 무게를 측정하였으며, dumas method를 통해 조단백 함량(%)를 측정하였음.
- 갈색거저리 유충의 경우 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20분의 초음파 처리에 따라 단백질 추출 수율이 6.44, 17.52, 19.98, 24.25, 29.1, 34.76, 33.35%로 나타났으며, 15분 초음파 처리한 경우가 가장 효율적임.
- 귀뚜라미의 경우 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20분의 초음파 처리에 따라 2.93, 15.41, 21.33, 23.61, 28.45, 37.28, 33.68%로 나타났으며, 15분 초음파 처리한 경우가 가장 효율적임.
- 번데기의 경우 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20분의 초음파 처리에 따라 18.58, 64.17, 76.39, 89.27, 92.11,

91.32, 64.67%로 나타났으며, 5분 초음파 처리 조건에서도 최적의 추출 효율을 나타내었음.

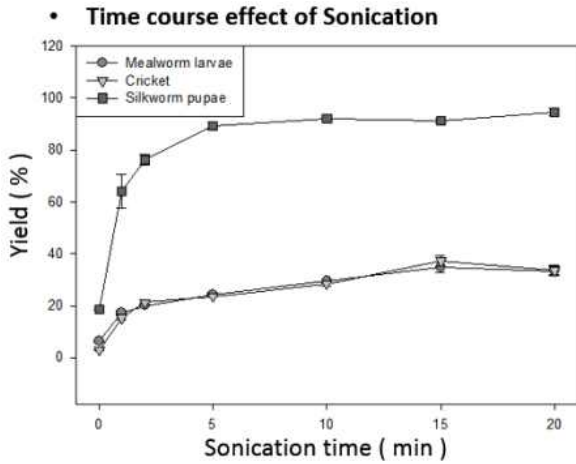


그림 57. 초음파 처리 시간에 따른 총 단백질 수율 비교

2) 식용곤충 유래 분획물 특성 분석

(1) 단백질 분해 효소를 이용한 분획물 제조 공정 확립

○ 효소/기질 비율, 반응 시간에 따른 단백질 분해 패턴 분석

- Flavourzyme, Neutrase, Alcalase, Protamex 4가지 상업효소를 사용하였으며, 단백질 g당 각각 30LAPU, 4mAU, 12mAU, 7.5mAU와 60LAPU, 24mAU, 72mAU, 45mAU를 2~8시간 처리하여 SDS-PAGE로 단백질 분자량 패턴을 분석함. (15% polyacrylamide gel)
- 갈색거저리 유충 유래 단백질에 효소 처리한 경우, 75, 40kDA 크기의 주 단백질이 분해됨을 확인하였고, 높은 비율의 Flavourzyme, Alcalase를 4시간 반응시킨 샘플에서 주 단백질 밴드가 많이 분해되어 15kDA 크기 이하의 단백질이 증가함을 관찰할 수 있었음. (그림 58)

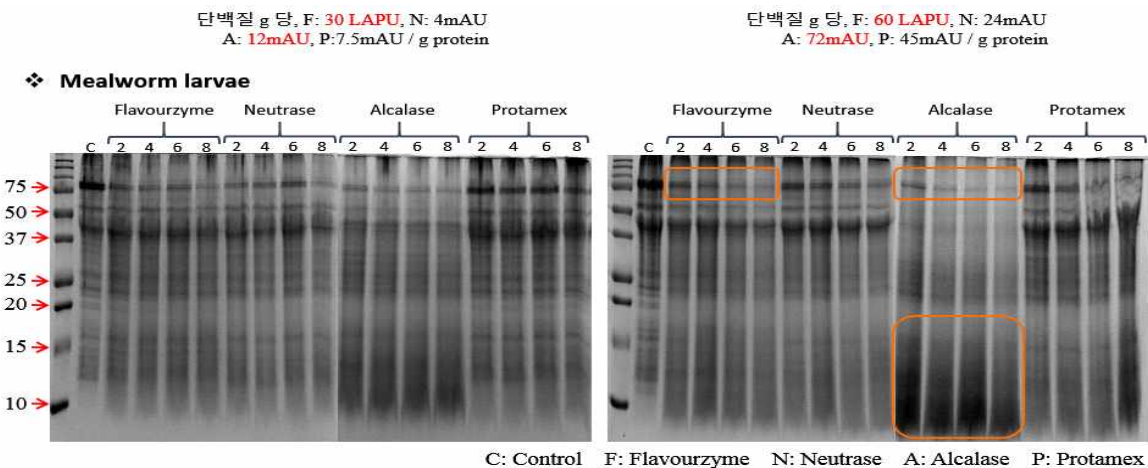


그림 58. 효소, 기질 비율, 반응 시간에 따른 갈색거저리 유충 단백질의 분해 패턴

- 귀뚜라미 추출 단백질에 효소 처리한 경우, 120kDA 크기의 주 단백질이 분해됨을 관찰되었고, 높은 비율의 Flavourzyme, Alcalase를 4시간 반응시킨 샘플에서 주 단백질 밴드가 많이 분해되어 15kDA 크기 이하의 단백질이 증가하는 것을 확인하였음. (그림 59)

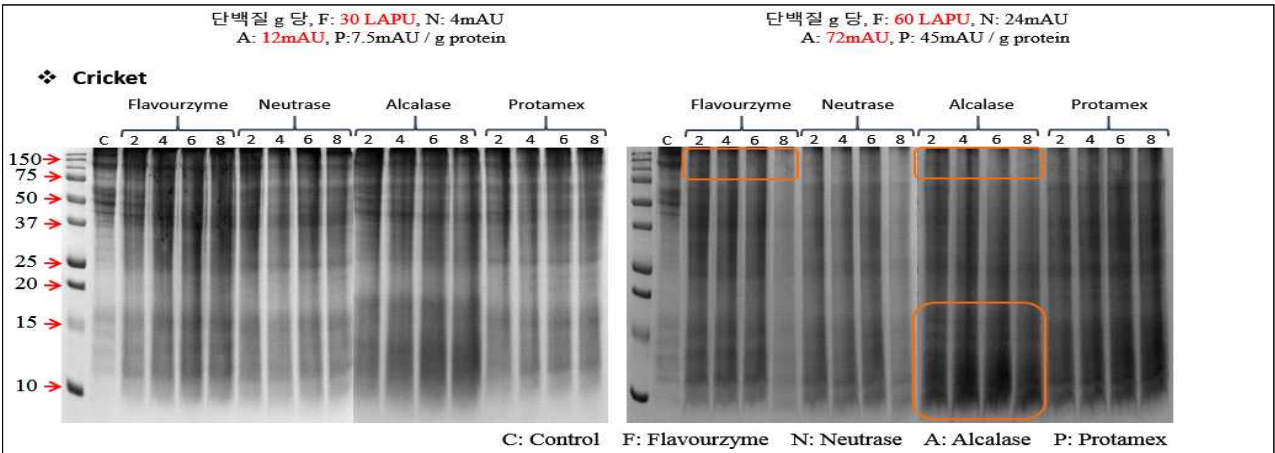


그림 59. 효소, 기질 비율, 반응 시간에 따른 귀뚜라미 단백질의 분해 패턴

- 번데기 유래 단백질에 효소 처리한 경우, 75 및 25kDA 크기의 주 단백질이 분해됨을 확인하였고, 높은 비율의 Flavourzyme, Alcalase를 4시간 처리하였을 때 효소 작용에 의해 15kDA 크기 이하의 단백질이 증가하는 것을 관찰할 수 있었음. (그림 60)

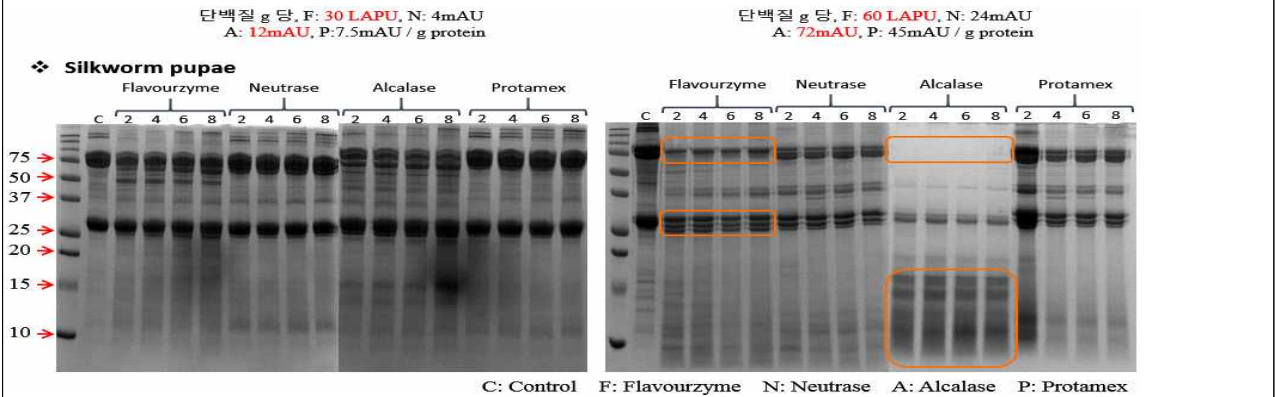


그림 60. 효소, 기질 비율, 반응 시간에 따른 번데기 단백질의 분해 패턴

○ Flavourzyme와 Alcalase 병용 처리에 따른 단백질 분해 패턴 분석

- 곤충 단백질 분해에 효율적인 것으로 확인된 2가지 효소인 Flavourzyme와 Alcalase의 병용 처리에 따른 분해 패턴을 비교 분석하였음. 단백질 g당 각각 60LAPU, 24mAU를 가하고 1~4시간 효소 처리에 의한 단백질 분해 패턴을 SDS-PAGE 및 GPC를 이용하여 분석하고 분해율을 비교하였음. 단백질 분해율은 OPA assay로 측정된 단백질 농도의 변화를 기준으로 계산하였음.
- 갈색거저리 유충 단백질 가수분해물의 특성 분석 결과, Flavourzyme와 Alcalase 단독 처리와 비교하여 병용 처리한 경우 짧은 시간에 더 높은 분해율을 보였으며 GPC 분석에서도 저분자량의 단백질 분해물이 높게 나타나는 것을 관찰할 수 있었음. (그림 61)

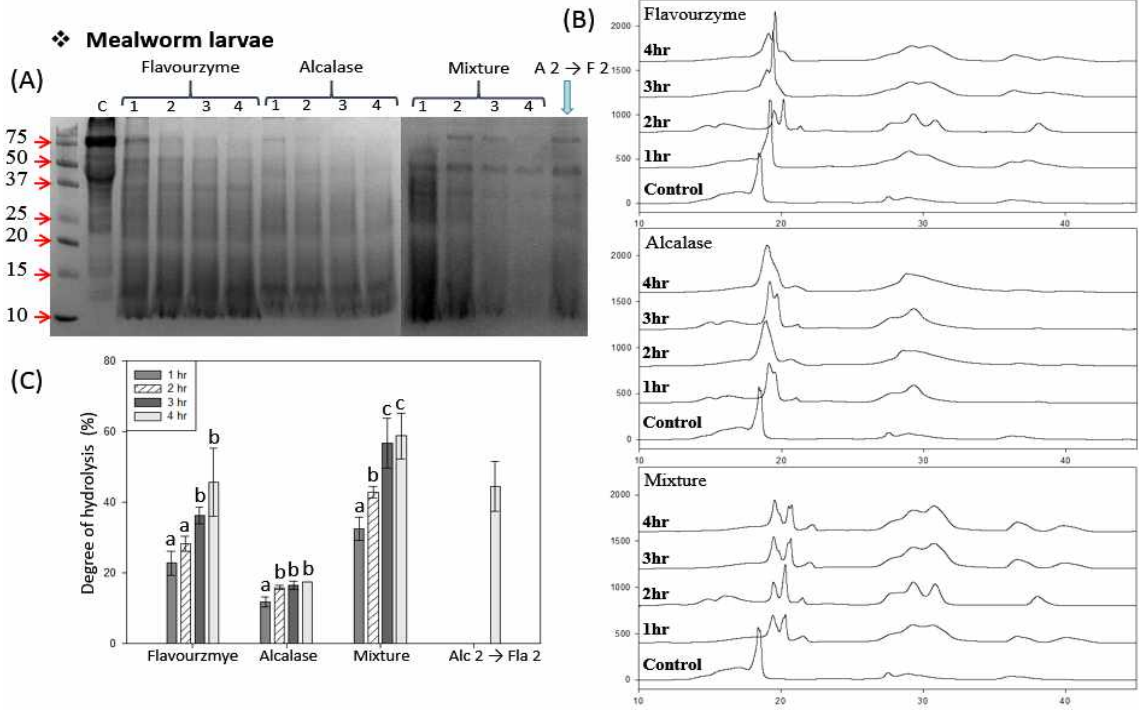


그림 61. 갈색거저리 유충 단백질 가수분해물의 특성 (A: SDS-PAGE, B: GPC, C: OPA assay)

- 귀뚜라미 단백질 가수분해물의 특성 분석 결과 처리 시간에 따라 분해율이 지속적으로 증가함이 관찰되었고, Flavourzyme와 Alcalase 단독 처리에 비해 2가지 효소의 병행 처리 시에 더 높은 분해율과 다양한 분자량의 분해물이 생성됨을 확인할 수 있었음. 특히, 2가지 효소의 순차적이 처리 조건보다는 동시 처리 시에 더 높고 효율적인 단백질 분해물을 제조할 수 있음을 확인할 수 있었음. (그림 62)

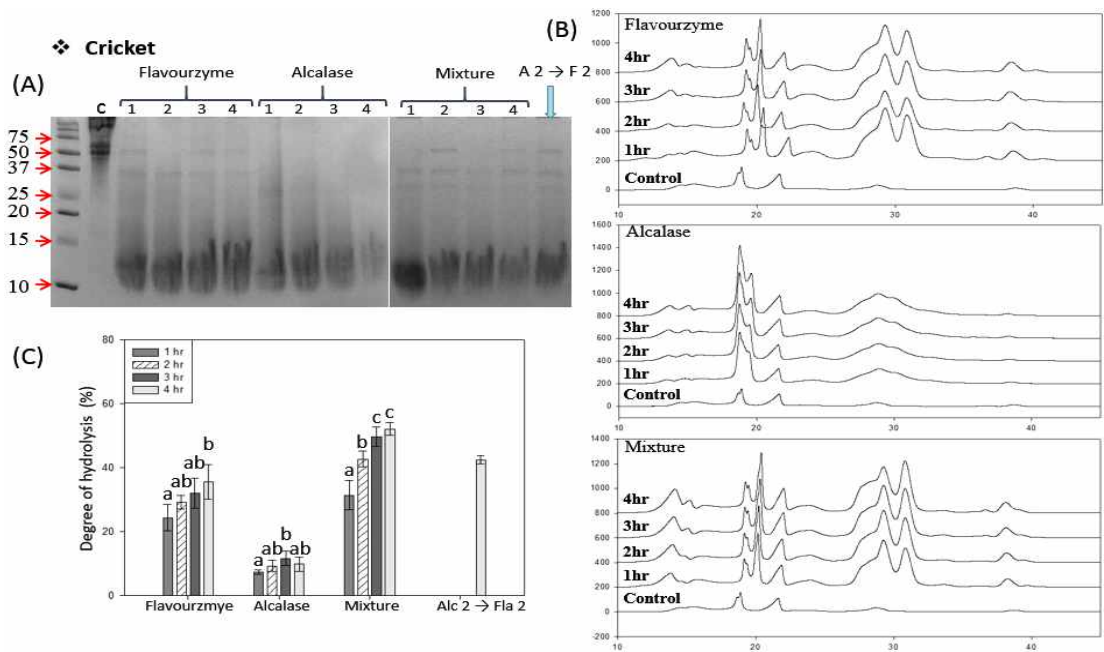


그림 62. 귀뚜라미 단백질 가수분해물의 특성 (A: SDS-PAGE, B: GPC, C: OPA assay)

- 번데기 단백질 가수분해물도 효소 처리에 의해 다양한 저분자의 분해물이 생성되었으며, 2가지 효소의 병행 처리에 의해 좀더 효율적인 분해물을 제조할 수 있음을 확인할 수 있었음. 다른 곤충

소재에 비해 번데기의 경우, 더 높은 분해물과 수용성의 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었음. (그림 63)

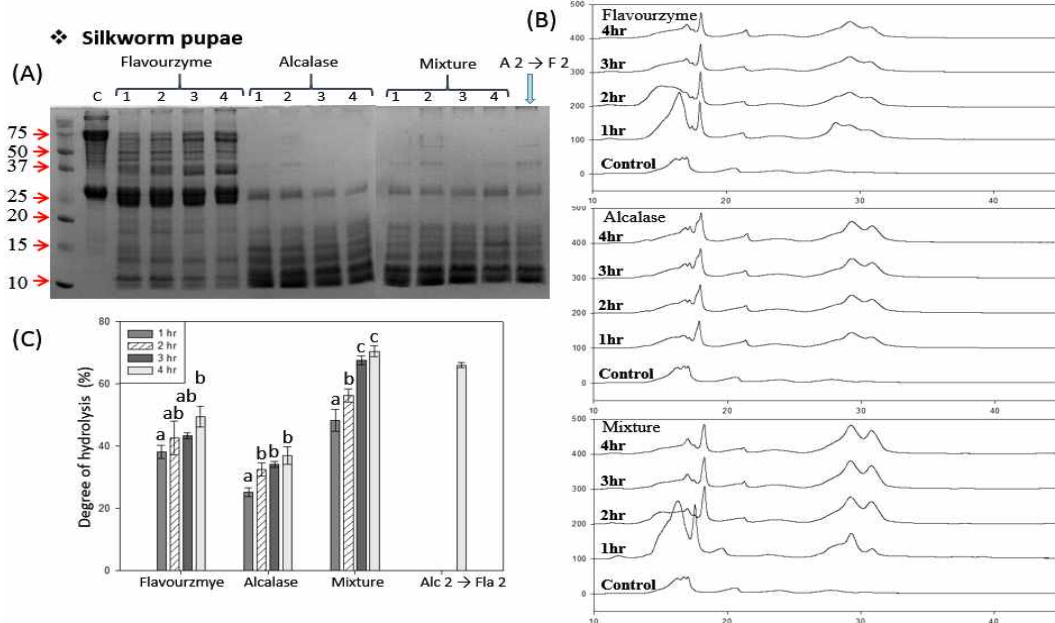


그림 63. 번데기 단백질 가수분해물의 특성 (A: SDS-PAGE, B: GPC, C: OPA assay)

- 식용곤충 단백질에 효소 처리 4시간 후 분자량 분포를 비교한 결과, exo-type인 Flavourzyme과 endo-type인 Alcalase의 작용 패턴이 상이하게 나타났으며, 2가지 효소의 병행 처리 조건에서 다양한 분자량의 분해물이 조성될 수 있음을 확인할 수 있었음. (그림 64)

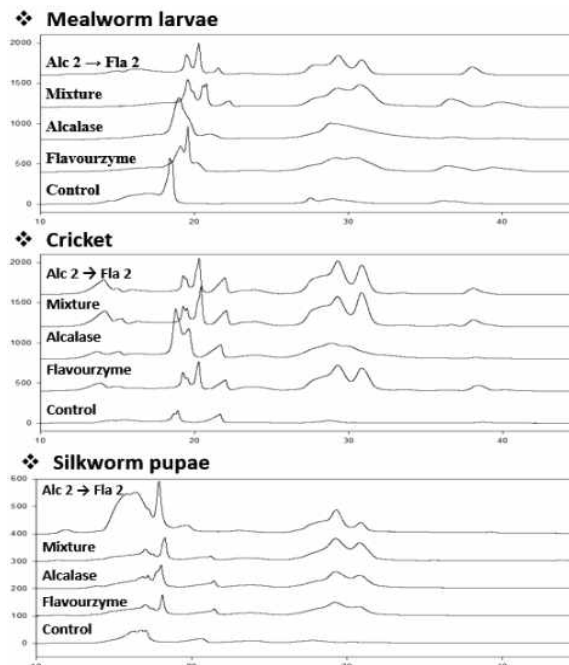


그림 64. 식용곤충 단백질의 4시간 효소 가수분해물의 GPC 분석 결과

(2) 단백질 가수분해물의 물리적 특성 분석

- 식용곤충 유래 분획물의 색도 측정

- 곤충 단백질 분획물에 Flavourzyme, Alcalase과 Mixture를 4시간 처리한 후 얻은 분해물의 수용성 상등액 분획의 색도 특성을 훈터 색차계(UltraScan PRO, Hunterlab, U.S.A)로 측정 비교하였음.
- 갈색거저리 유충은 어두운 황색을, 귀뚜라미는 밝은 황색, 번데기는 어두운 적황색의 특성을 나타냄. (표 82, 그림 65)

표 82. 식용곤충 분획물의 색도

Mealworm larvae	Control	Flavourzyme	Alcalase	Mixture	Cricket	Control	Flavourzyme	Alcalase	Mixture	Silkworm pupae	Control	Flavourzyme	Alcalase	Mixture
L*	78.78 ± 0.23	74.37 ± 0.02	77.59 ± 0.09	71.81 ± 0.02	L*	88.18 ± 0.45	83.24 ± 0.03	86.00 ± 0.03	80.76 ± 0.03	L*	67.30 ± 0.03	73.07 ± 0.01	74.28 ± 0.35	70.62 ± 0.04
a*	2.12 ± 0.08	4.81 ± 0.05	3.03 ± 0.03	6.67 ± 0.02	a*	-1.81 ± 0.02	0.84 ± 0.04	-0.71 ± 0.07	2.75 ± 0.05	a*	16.44 ± 0.05	11.59 ± 0.01	10.50 ± 0.07	12.09 ± 0.09
b*	35.36 ± 0.07	47.95 ± 0.08	43.08 ± 0.04	52.83 ± 0.10	b*	27.79 ± 0.17	47.67 ± 0.09	40.82 ± 0.08	52.55 ± 0.01	b*	69.56 ± 0.25	65.22 ± 0.19	64.70 ± 0.21	67.00 ± 0.39

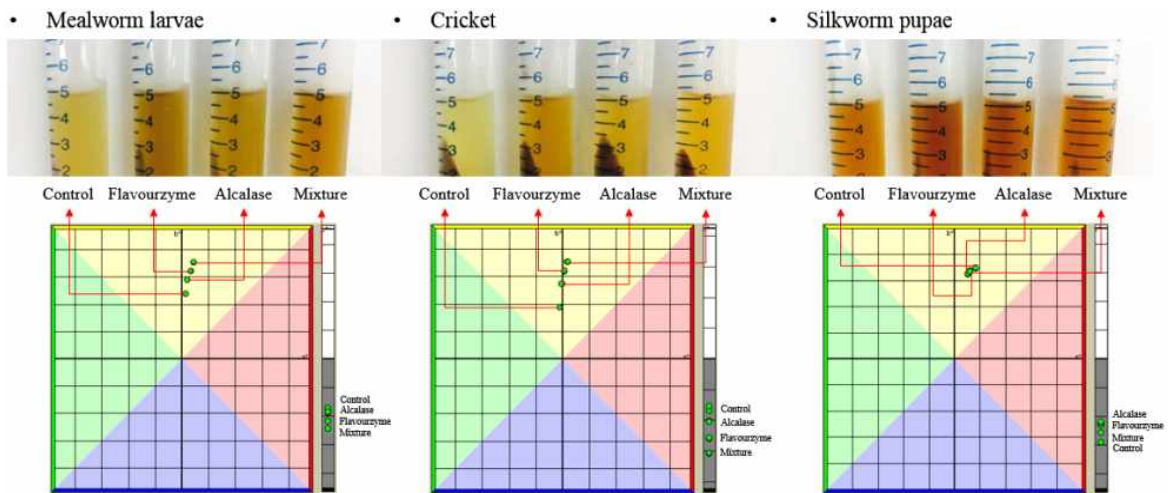


그림 65. 식용곤충 분획물의 색도 특성

○ 식용곤충 단백질 분획물의 용해도 측정

- 식용곤충 단백질 분획물은 수용성이 낮아 식품 소재화를 위해서는 효소처리를 통한 저분자화 등의 방법으로 용해도를 증진시킬 필요가 있음.
- 곤충 단백질 분획에 효소 처리한 분해물을 Flavourzyme, Alcalase, Mixture를 4시간 처리하여 제조한 후, 용해도를 비교 분석하였음. 용해도는 번데기, 갈색거저리 유충, 귀뚜라미의 순이었으며, 곤충 종에 상관없이 효소 처리에 따라 용해도가 크게 증가하였음. 귀뚜라미의 경우는 효소 처리 이후에 60% 수준의 용해도를 보였으나, 거저리와 번데기는 90% 가까운 높은 용해도를 나타내었음.(표 83, 그림 66)

표 83. 식용곤충 분획물 및 효소 분해물의 용해도

Solubility (%)	Control	Flavourzyme	Alcalase	Mixture
Mealworm larvae	39.07	71.82	69.56	89.23
Adult cricket	18.54	52.03	46.02	62.22
Silkworm pupae	59.78	71.26	68.74	87.17

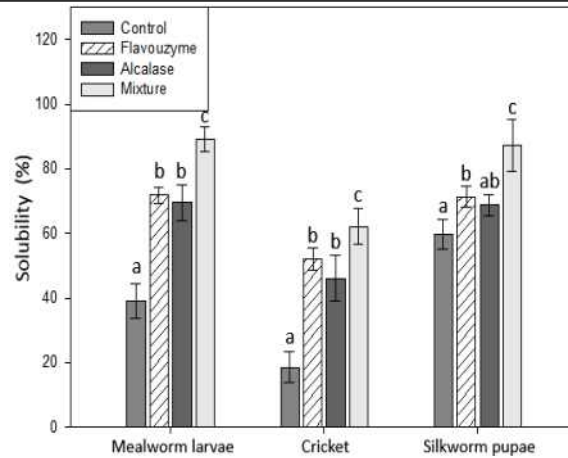


그림 66. 식용곤충 분획물의 용해도

다. 발효공정에 의한 식용곤충의 식품 및 조미소재 연구(제2협동과제, 세종대학교)

1) 발효공정에 따른 적정화 연구

가) 곤충 발효식품의 최적 발효 조건을 위한 접종균주 선별 특성연구

: protease(*Bacillus subtilis* 또는 *Bacillus licheniformis* 등)와 chitinase를 분비하는 균주 등을 곤충 소재 분획물에 단독 또는 혼합 등으로 접종에 필요한 조건 확인

○ *Bacillus sp.* 균주와 진균류의 protease 및 chitinase 활성 측정을 통한 균주 선별
[연구방법]

: 한국의 전통 장류 발효에 이용되는 *Bacillus sp.* 균주 및 진균류에서 본 연구에 이용될 균주를 선별하기 위해 protease 및 chitinase 활성 측정을 진행하였음.

: Protease 활성 측정은 각 균주를 배지에 48시간동안 배양한 후 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 채취해 조효소제로 사용하였다. 2% casein용액 5ml에 각 조효소제를 0.5~1ml 넣고 37°C, 30분간 반응시킨 후 TCA를 5ml를 넣어 enzyme를 중지시키고, 다시 enzyme solution을 넣어 총량을 11ml가 되도록 맞춘 후 혼합액을 37°C로 30분동안 반응시킨 후 0.45 um 필터를 여과하여 casein을 제거한 후 Na₂CO₃를 5ml씩 넣어준 다음 Folin-Ciocalteu 용액을 1ml씩 넣어 혼합하여 반응시킨다. Standard는 1.1 mM tyrosine standard stock solutions을 이용하여 표준곡선을 만들었으며, 660 nm에서 흡광도를 측정하여 효소 활성을 측정하였다. 효소 활성은 30분간 생성된 tyrosine의 양을 시료의 수용성 단백질 양으로 나누었을 때 나타나는 값을 이용해 Units/mg으로 표기하였음.

: Chitinase 활성 측정의 경우 각 균주를 효소생산배지(1% colloidal chitin, 0.5% yeast extract, 0.5% peptone, 0.1% K₂HPO₄, 0.1 KH₂PO₄, 0.05% MgSO₄·7H₂O)에서 37°C, 150 rpm, 48시간 동안 진탕배양한 후 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 채취해 5분간 100°C에서 끓여 실활시킨 후 남아 있는 물질을 제거하기 위해 12,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 시료로 사용하였다. 채취한 시료의 효소활성은 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 유리된 환원당을 정량하였다. 효소 1 unit은 1시간에 N-acetyl-D-glucosamin을 생산하는 효소의 양 mg/ml를 1unit으로 측정하였음.

[연구결과]

: protease 활성을 측정한 결과 그림 67과 같이 나타났다. 곰팡이류의 균주들에 비해 *Bacillus sp.* 균주들의 활성이 월등히 높은 것을 파악할 수 있었다. 특히 본 연구에서 진행된 *Bacillus licheniformis* 균주의 경우가 protease 활성이 52.89 units으로 가장 높았으며, 청국장으로부터 분리한 *Bacillus subtilis* 균주의 경우 46.95 unit으로 높게 나타났다. 그러나 *Bacillus licheniformis* 균주는 식품으로 이용하는 데 있어, 용도별 제한되는 균주이므로 본 연구에서 곤충을 발효하여 식품으로 제조하고자 *Bacillus subtilis* 균주를 사용하는 것으로 결정하였음.

또한, 일반적인 발효식품에 주로 이용되는 *Aspergillus oryzae*의 경우 균사가 짧은 단모균의 protease 활성이 가장 높은 것으로 확인이 되어 *Aspergillus oryzae*의 사용이 필요할 경우 단모균을 이용하였다. 본 연구결과는 그림 68과 같이 나타났다. Chitinase 활성의 경우 전체적으로 *Rhizopus oligosporus* 균주의 활성이 0.34 unit으로 가장 높게 측정되었으며, 다음으로 활성도가 높은 균주는 *Bacillus licheniformis*가 0.29 unit으로 높게 측정되었다. 두 균주의 경우 선행연구에서 chitinase 활성이 높은 균주로 파악되어 있어 chitin을 포함하고 있는 식용곤충의 분해 및 발효에 이용하기 가장 효율적인 균주로 파악되었다. 하지만 상기 언급된 바 식품제조에 사용하는데 제한사항이 있는 *Bacillus licheniformis* 보다는 *Bacillus subtilis*나 *Rhizopus oligosporus* 균주를 활용하는 것이 맞을 것으로 판단하였음.

따라서 단백질과 chitin이 포함된 곤충을 이용한 발효제품을 생산할 경우 이들 물질들에 분해력을 가지고 있는 효소활성이 높은 미생물 균주에 대한 병용효과를 보는 것이 필요할 것으로 파악하였다. 이를 위해 chitinase 활성이 높은 *Rhizopus oligosporus*와 protease 활성이 높은 *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae* 균주를 선별하였음.

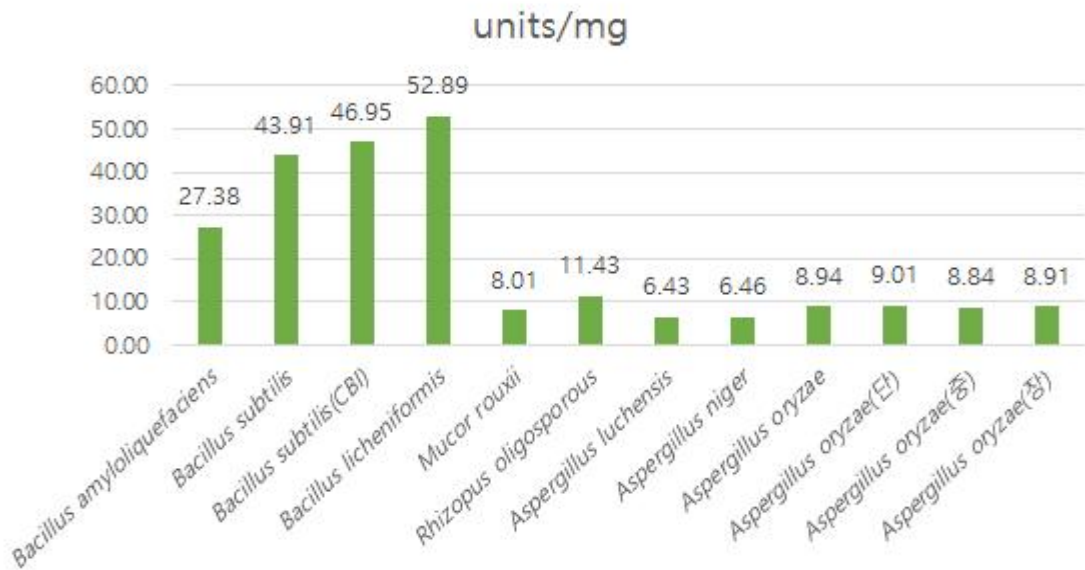


그림 67. 발효에 이용되는 균주별 protease 활성 측정

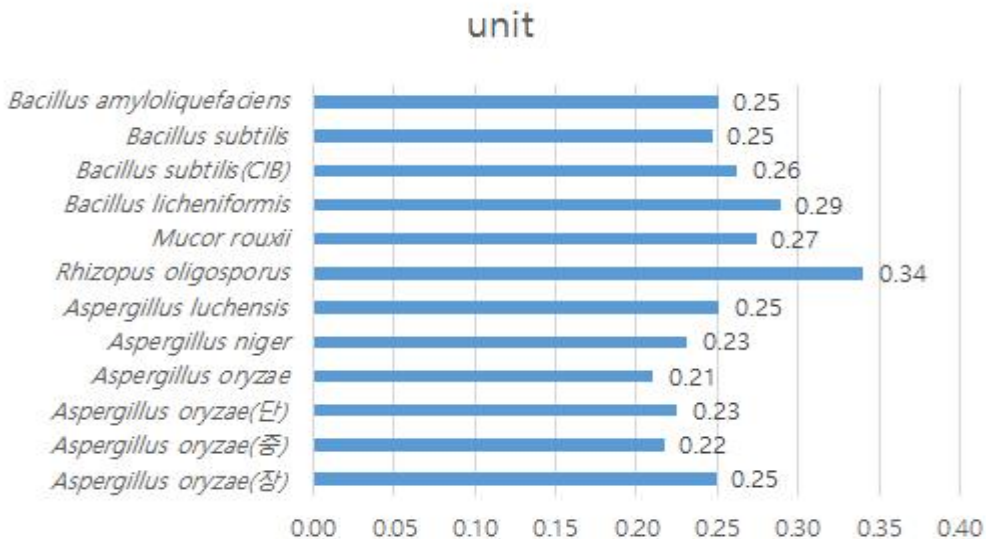


그림 68. 발효에 이용되는 균주별 chitinase 활성 측정

○ *Bacillus sp.* 균주의 *Aspergillus oryzae* 및 *Rhizopus oligosporus* 진균류의 생장억제 능력 검증

[연구방법]

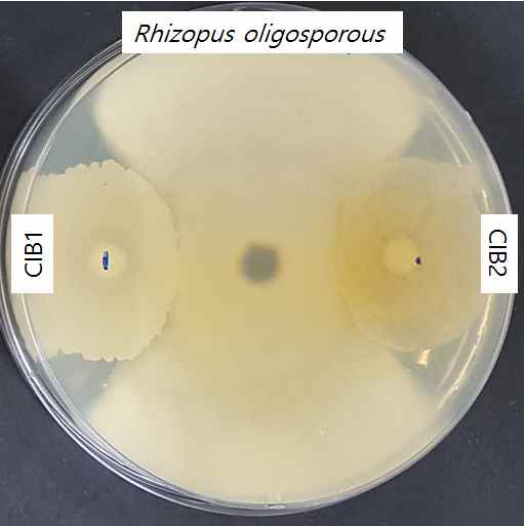
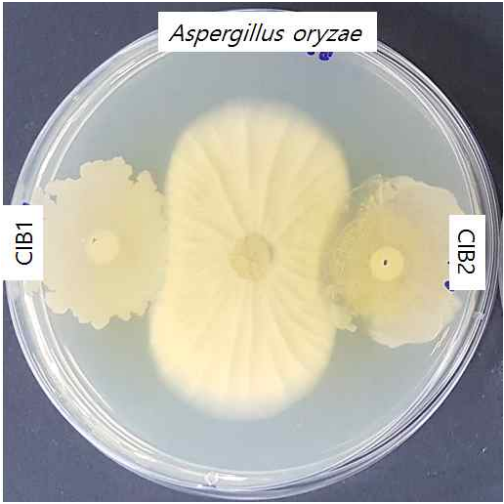
: *Bacillus sp.* 균주의 경우 발효곰팡이 균주에 대한 저해능이 있는 것으로 알려져 있는데, 본 곤충 발효식품의 경우 단독 또는 혼합균주 병용의 경우 각 균주의 생육영향성을 파악할 필요가 있어 PDA, TSA를 1:1로 혼합한 배지 PDTSA(Potato dextrose trypticase soy agar)를 제조하여 그 생육영향성을 파악하였다. 사용균주의 경우 농업유전자원센터(Korean Agricultural Culture Collection, KACC)에서 분양받은 *Bacillus subtilis*(17798), *Bacillus licheniformis*(15829), 청국장으로부터 분리한 *Bacillus subtilis*(CIB1, CIB2) 등 4종의 *Bacillus sp.* 균주와 진균류는 *Aspergillus oryzae*(상업용 단모균) 및 *Rhizopus oligosporus*(60529)를 사용하였다. 진균류의 경우 직경 3mm의 agar plug 형태로 배지의 한 가운데 접종하였고, *Bacillus sp.* 균주는 paper disc법으로 양 옆에 접종하였다. 그 후 30℃에서 72시간을 배양한 후 *Bacillus sp.* 균주와 진균류 간의 거리를 측정하여 억제율(Inhibition rate)로 환산하여 측정함.

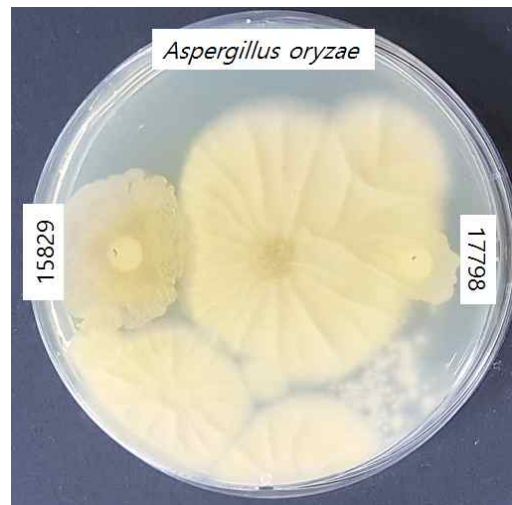
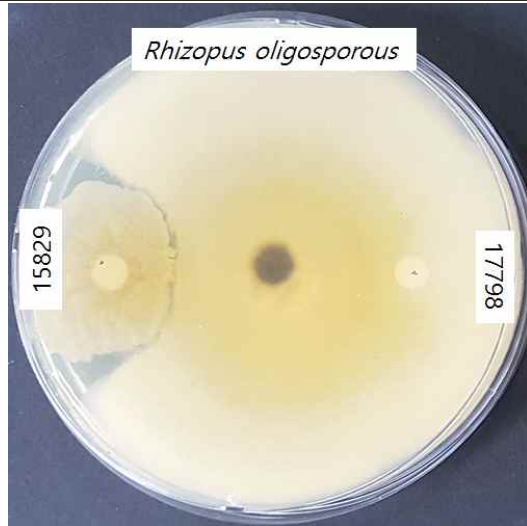
[연구결과]

: 본 연구결과 CIB1과 CIB2의 경우, *Aspergillus oryzae* 및 *Rhizopus oligosporus* 생장억제능이 높은 것을 확인할 수 있었으며, *Bacillus licheniformis*(15829)의 경우 *Rhizopus oligosporus* 생장억제능이 높고, *Aspergillus oryzae*의 경우에는 CIB1과 CIB2의 경우에 비해 약하나 어느 정도 생장억제능을 보였다. 반면 *Bacillus subtilis*(17798)의 경우에는 진균류의 생장억제능이 보이지 않는 것으로 조사됨.

따라서 곤충 발효 식품의 제조 시에 *Bacillus sp.* 균주와 진균류를 병용할 경우에 진균류의 발효 후 *Bacillus sp.* 균주의 발효가 진행되는 순차적 발효 방식을 선택해야 할 것으로 판단하였음.

표 84. *Bacillus sp.* 균주의 *Aspergillus oryzae* 및 *Rhizopus oligosporus* 생장억제 능력 정도 확인

균주	<i>Bacillus sp.</i> 균주의 <i>Aspergillus oryzae</i> 및 <i>Rhizopus oligosporus</i> 생장억제 정도	
		
CIB1	72.5 ¹	69.2
CIB2	72.5	53.8



17798	0.0	0.0
15829	65.0	61.5

1. Inhibition rate (%) = $((R-r)/R) \times 100$

where, R is the maximum radius of the fungal colony away from the bacterial colony ; r is the radius of the fungal colony opposite the bacterial colony

○ 단일, 혼합균주에 따른 protease 및 chitinase 활성 측정을 통한 균주 선별

[연구방법]

: 단일, 혼합 균주에 의한 Protease 활성을 측정하기 위하여 삼각플라스크에서 48시간 배양한 균주 *Bacillus subtilis*(17798) (B) 2%, *Aspergillus oryzae*(단모균) (A), *Rhizopus oligosporus* (R)을 1% Casein broth 10 ml에 각각 접종하였다. 각 균주는 37°C, 160rpm shaking incubator에서 24시간동안 배양한 후 whatman filter paper로 여과 후 10,000rpm에 원심분리하여 얻은 상정액을 조효소액으로 사용하였다. Protease 활성측정은 37°C 온도평형을 이룬 0.65% casein 용액 5ml에 조효소액을 각각 0ml, 0.5ml, 1ml 넣고 37°C에서 30분간 반응시킨 후 TCA 5ml를 넣고 enzyme을 중지시키고 다시 조효소액을 각각의 casein용액에 1ml, 0.5ml, 0ml 넣어 조효소액의 총량을 1 ml로 맞춰주고 전체량이 11ml가 되도록 해주었다. 혼합액을 37°C에서 30분간 다시 반응시키고 0.45 um 필터로 여과한 용액 2ml를 빈 vial에 옮기고 각각의 Na₂CO₃ 5ml와 Folin-Ciocalte's 용액을 1 ml 넣어서 혼합하여 30분간 반응시켰다. 0.45um 필터로 여과한 후 660nm에서 흡광도 측정하였고 1.1mM tyrosine standard stock solution을 이용하여 표준곡선에 대입하여 효소 활성을 나타냄.

: Chitinase 활성 측정은 각 균주를 효소생산배지(1.26% colloidal chitin(Sigma사 제품 또는 선행논문 실험방법으로 얻어진 Hand made형태; 2종), 0.23% glycerol, 0.08% peptone) 5ml에 *Bacillus subtilis*(17798) (B) 2%, *Aspergillus oryzae*(단모균) (A), *Rhizopus oligosporus* (R)을 1% 각각 접종한 후 37°C, 160 rpm의 shaking incubator에서 48시간 동안 진탕배양한 후 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상정액의 유리된 환원당을 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 정량하였다. 효소 1 unit은 1시간에 N-acetyl-D-glucosamin을 생산하는 효소의 양 mg/ml를 1unit으로 측정함.

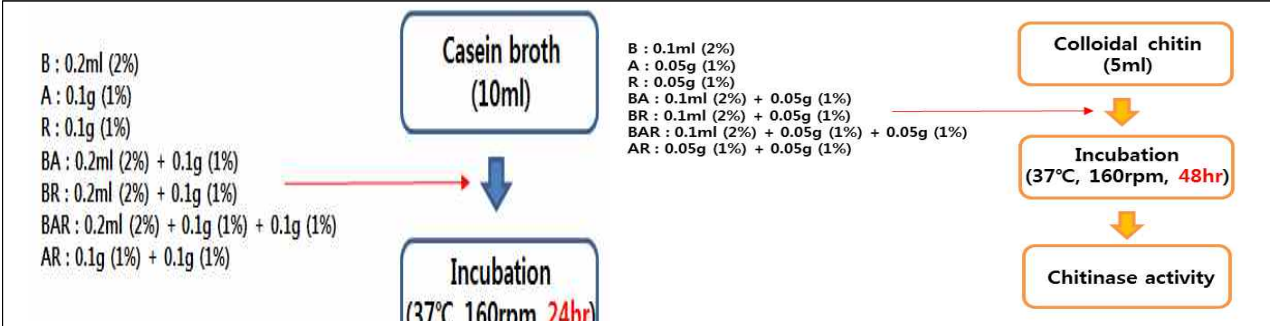


그림 69. 단일, 혼합균주별 protease, chitinase 활성 측정 방법

[연구결과]

: Protease와 Chitinase활성을 측정한 결과는 그림 70과 같다. Protease 활성 측정결과 *Bacillus subtilis*(B), *Aspergillus oryzae*(A), *Rhizopus oligosporus*(R) 세 개의 혼합균주(BAR)가 가장 높은 효소활성을 나타내었다. 단일 균주에 비해서는 2배정도 높은 결과 값을 나타내었고 2개의 혼합균주보다도 높은 활성을 나타냄을 확인할 수 있었다. Chitinase 활성 측정결과 *Rhizopus oligosporus*가 가장 높은 효소활성을 나타내어 곤충의 chitin 분해에 있어서는 *Rhizopus oligosporus*를 활용하는 것이 적합할 것으로 파악하였다. 따라서 곤충소재 조미액의 속성발효를 위해 40°C 또는 60°C의 온도에서 발효할 경우 세 개의 혼합균주를 활용하여 발효하는 것이 곤충의 단백질 분해와 chitin 분해에 있어 유리할 것으로 판단함.

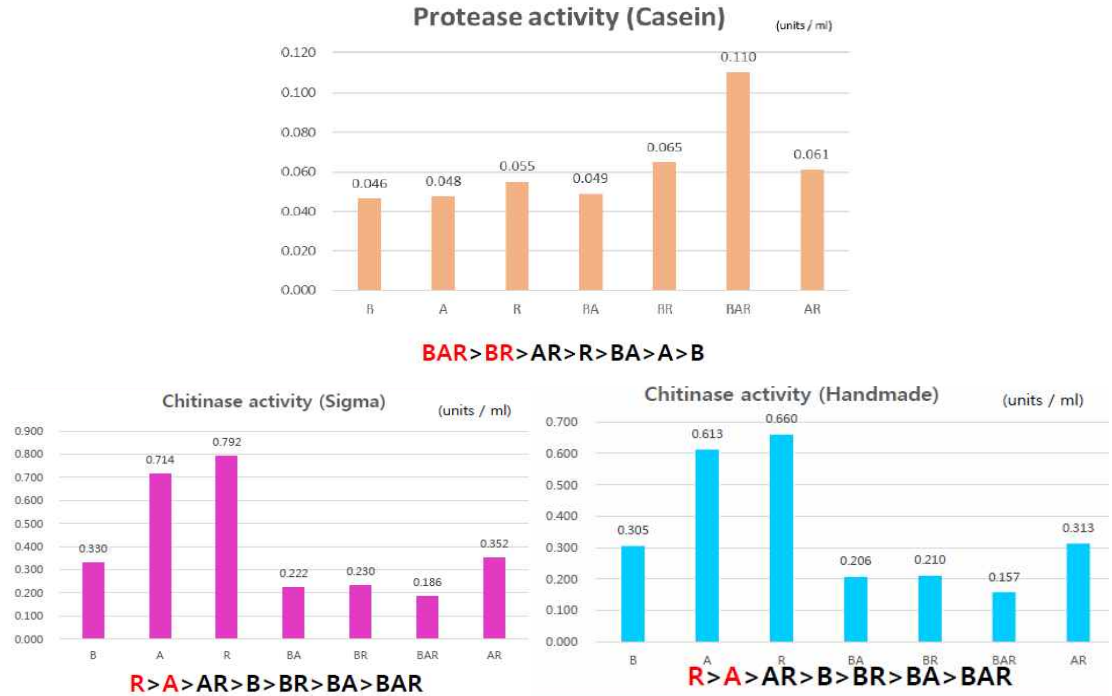


그림 70. Protease 활성, Chitinase 활성 측정 결과

○ Paper disc법을 통한 단일, 혼합균주에 따른 protease 활성 측정을 통한 균주 선별

[연구방법]

: Paper disc법을 통한 단일, 혼합균주에 따른 protease 활성 측정 방법은 그림 71과 같이 나타났으며, chitinase 활성 측정 방법은 그림 72에 나타내었다. Protease 활성은 skim milk broth 배지 10ml에 *Bacillus subtilis*(17798) (B) 2%, *Aspergillus oryzae*(단모균) (A), *Rhizopus oligosporus* (R)을 각각 1% 접종하여 37°C에서 160rpm으로 48시간 진탕배양시킨 후 whatman filter paper로 여과하고 10,000rpm에 10분 원심분리하여 상등액을 채취하였다. 0.20μm syringe filter로 여과하여 얻은 상등액

20 μ l와 syringe filter 하지 않은 20 μ l를 각각 skim milk 배지와 chitin을 체에 거른 후 agar만을 섞은 mealworm powder배지, silkworm pupa배지에 paper disc법으로 접종하여 12시간, 24시간, 48시간에 나타난 환의 직경크기를 측정함.

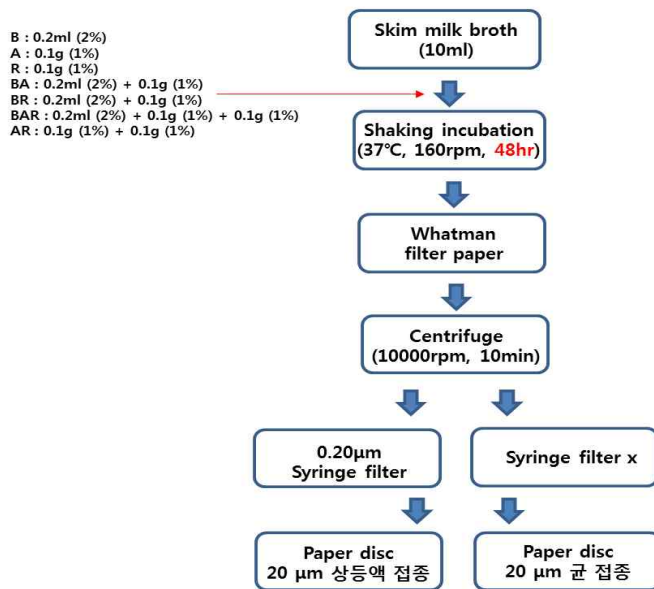


그림 71. Paper disc법을 통한 단일, 혼합균주의 protease 활성 측정방법

[연구결과]

: Paper disc법을 통한 단일, 혼합균주의 protease 활성 측정결과는 그림 72에 나타내었다. 시간의 경과에 따른 환의 직경크기(최대값, 최소값 평균)를 측정한 후 *Bacillus subtilis*를 1로 기준으로 두었을 때 24시간, 48시간에 분해된 단일, 혼합균주의 환의 크기를 비교하였다. 12시간이 지났을 때는 모든 배지에서 환이 나타나지 않았다. skim milk 배지에서는 24시간, 48시간이 지났을 때 B가 가장 높은 단백질 분해력을 나타내었고 다음으로 BR>BA 혼합균주 순으로 나타났다. mealworm 배지에서는 24시간에는 BAR이 B보다 약간 낮은 값을 나타내었지만 48시간 후에는 가장 높은 분해력을 나타내었고 BAR>B>BA 순이었다. silkworm pupa 배지에서는 24시간에 BA, BAR, BR, AR이 B보다 환의 크기가 컸고 48시간 경과 후 측정된 값은 BA>B>BAR 순으로 높게 나타남.

: Skim milk와 곤충소재별 단백질질이 모두 다르기 때문에 단백질 분해정도에 차이가 나타난 것으로 판단된다. 또한 syringe filter를 하고 난 다음 접종하였을 때 환이 나타나지 않은 것은 protease 활성 효소가 exo-type이 아니었던 것으로 보이며 그로 인하여 균주가 존재하지 않는 조효소액 상태에서 protease 활성이 나타나지 않은 것으로 판단됨.

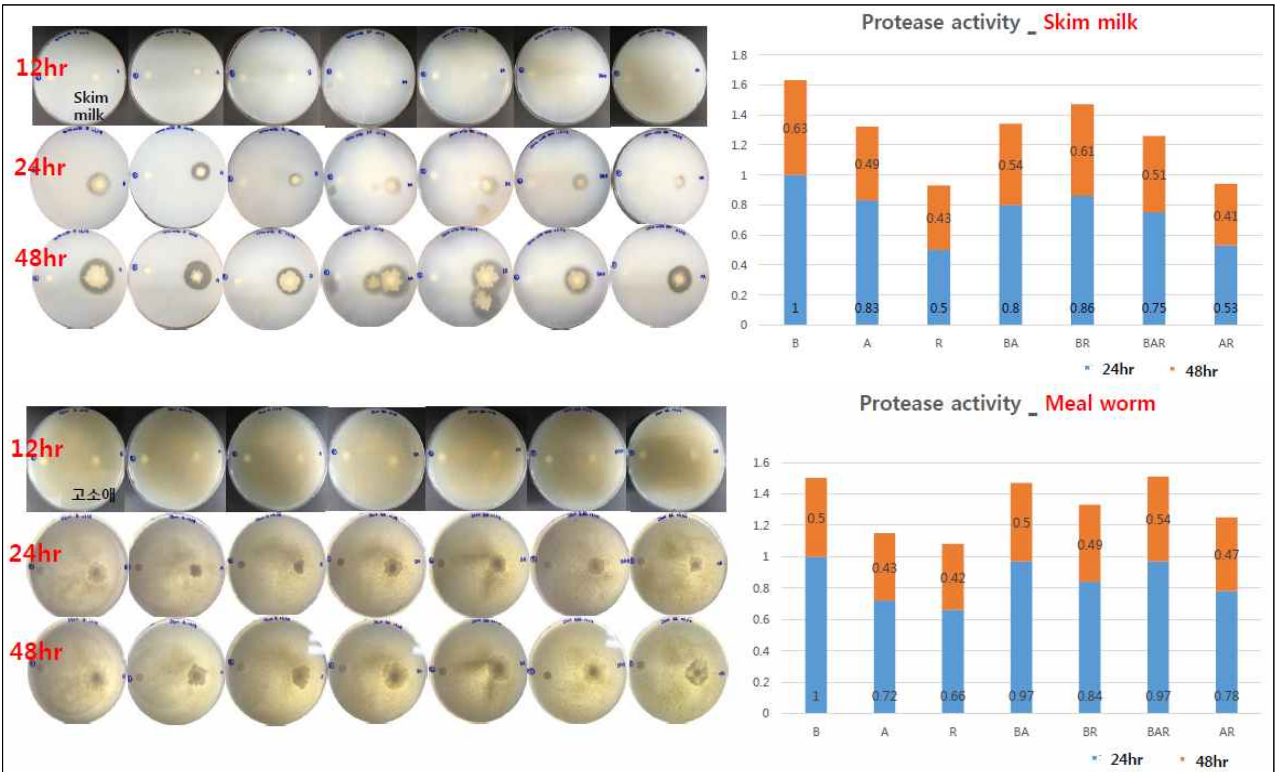


그림 72. Paper disc법을 통한 단일, 혼합균주의 protease 활성 측정결과

나) 미생물 발효조건 최적화를 위한 코지 및 메주의 발효 특성연구

○ 단일, 혼합 균주에 따른 곤충 메주의 발효양상

[연구방법]

: 단일 균주와 혼합 균주에 따른 발효 양상을 확인하기 위하여 고소에 원물 가루와 탈지한 고소에 증류수를 첨가하여 증자한 후 단일균주와 혼합균주를 중량대비(*Bacillus subtilis*(B) 1%, *Aspergillus oryzae*(A) 0.5%, *Rhizopus oligosporus*(R) 0.5%) 접종하였음.

: 단일 균주의 경우 48시간 발효하였고 혼합균주는 첫 번째 균주를 접종한지 48시간이 지난 후에 두 번째 균주를 접종하여 48시간 발효, 총 96시간 발효하였으며, 균주 접종 순서에 따른 발효 양상의 차이를 확인하기 위하여 순차적으로 접종한 샘플(예: B+A로 표시)과 동시에 접종한 샘플(예: BA로 표시)을 나누어 데이터를 확인하였다. 각 메주의 제조 공정은 그림 73에 제시하였다. 단일균주를 96시간 동안 발효하지 않은 이유는 *Bacillus subtilis*의 경우 과 발효 시 암모니아태질소를 많이 생성하여 냄

새가 좋지 않고, *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* 같은 곰팡이의 경우 포자를 내게 되어 색이 진해지고 발효 시 소수성인 포자들의 제품에 분리되어 나타날 수 있어 외관상 좋지 않기 때문에 48시간 동안만 발효를 진행하였음.

[연구결과]

: 단일 균주와 혼합균주에 따른 발효 양상 측정 결과는 표 85와 같이 나타났으며 단백질의 분해정도를 아미노태 질소값으로 추정하였을 때 혼합균주를 접종한 샘플이 단일균주를 접종한 샘플보다 1-2% 높은 값을 나타내었고 발효진균류인 *Aspergillus*나 *Rhizopus* 곰팡이를 1차로 접종하고 2차로 *Bacillus subtilis*를 순차적으로 접종한 시료 처리군들이 접종 순서를 반대로 먼저 *Bacillus subtilis*를 접종하거나 곰팡이와 동시에 접종한 샘플보다 아미노태 질소와 NDR이 가장 높은 값을 나타냄을 확인할 수 있었다. 또한 곰팡이를 먼저 접종시킨 후 *Bacillus subtilis*를 접종하였을 때 *Bacillus subtilis*의 특유의 콧냄새를 감소시켜(실험실원의 관능적 확인) 곤충단백질의 발효를 통한 상업적 이용에 도움이 될 수 있을 것으로 판단되었음.

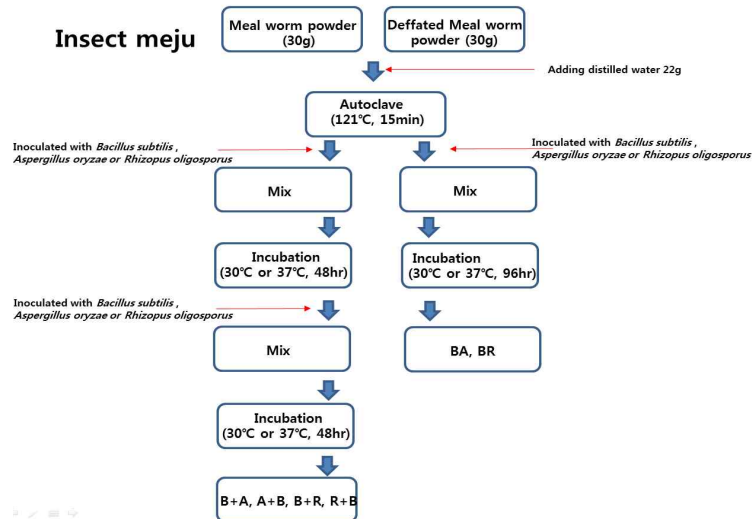


그림 73. 단일, 혼합균주에 따른 곤충 메주제조 공정도

표 85. 단일 및 혼합균주별 발효된 곤충메주의 pH, 적정산도, 총질소, 아미노태질소, NDR (unit: %)

Sample ⁴⁾	pH	Titra ̄ acidity	Total Nitrogen	Amino Nitrogen	NDR	
M	B	7.17±0.00 ^b	0.48±0.00 ⁱ	–	0.49±0.00 ^j	–
	A	6.46±0.01 ^{ij}	1.20±0.00 ^{cde}	–	0.39±0.01 ^j	–
	R	6.71±0.01 ^e	1.10±0.00 ^{ef}	–	0.69±0.00 ^h	–
	B+A	6.85±0.05 ^d	0.86±0.00 ^{fg}	7.55±0.00	0.85±0.00 ^g	11.26±0.00
	A+B	6.83±0.04 ^d	1.39±0.07 ^{cd}	7.72±0.15	1.47±0.00 ^d	19.17±0.30
	BA	6.62±0.01 ^{fg}	1.44±0.14 ^c	8.32±0.24	1.14±0.02 ^f	13.70±0.16
	B+R	6.95±0.01 ^c	0.77±0.00 ^{gh}	–	1.14±0.02 ^f	–
	R+B	7.20±0.00 ^b	1.47±0.03 ^c	–	2.18±0.05 ^b	–
	BR	7.33±0.05 ^a	0.58±0.00 ^{hi}	–	0.85±0.00 ^g	–
	B	6.90±0.01 ^{cd}	0.67±0.00 ^{hi}	–	0.53±0.00 ⁱ	–
DM	A	6.52±0.01 ^{hi}	1.25±0.00 ^{cde}	–	0.65±0.02 ^h	–
	R	6.42±0.01 ^r	1.11±0.21 ^{ef}	–	0.67±0.00 ^h	–
	B+A	6.44±0.01 ^{ij}	1.47±0.04 ^c	10.97±0.01	1.07±0.01 ^f	9.75±0.06
	A+B	6.43±0.01 ^r	2.21±0.00 ^a	10.61±0.08	2.40±0.00 ^a	22.62±0.15
	BA	6.42±0.01 ^r	1.97±0.07 ^{ab}	10.77±0.06	2.03±0.06 ^c	18.85±0.53
	B+R	6.72±0.01 ^e	1.15±0.00 ^{de}	–	1.06±0.00 ^f	–
	R+B	6.56±0.01 ^{gh}	1.92±0.00 ^b	–	2.04±0.06 ^c	–
	BR	6.68±0.01 ^{ef}	1.20±0.07 ^{cde}	–	1.32±0.01 ^e	–
	<i>F-value</i>		411.415 ^{***3)}	102.543 ^{***}	1311.945 ^{***}	

1) mean±SD.

2) a~b means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001, ****: p<0.0001

4) M : Meal worm

DM : Deffated Meal worm

B : Fermentation for 48hours after inoculating with *Bacillus subtilis*

A : Fermentation for 48hours after inoculating with *Aspergillus oryzae*

R : Fermentation for 48hours after inoculating with *Rhizopus oligosporus*

B+A : Fermentation for 48hours after inoculating with *Bacillus subtilis*

+ Fermentation for 48hours after inoculating with *Aspergillus oryzae*

A+B : Fermentation for 48hours after inoculating with *Aspergillus oryzae*

+ Fermentation for 48hours after inoculating with *Bacillus subtilis*

BA : Fermentation for 96hours after inoculating *Bacillus subtilis* and *Aspergillus oryzae*

at the same time

B+R : Fermentation for 48hours after inoculating with *Bacillus subtilis*

+ Fermentation for 48hours after inoculating with *Rhizopus oligosporus*

R+B : Fermentation for 48hours after inoculating with *Rhizopus oligosporus*

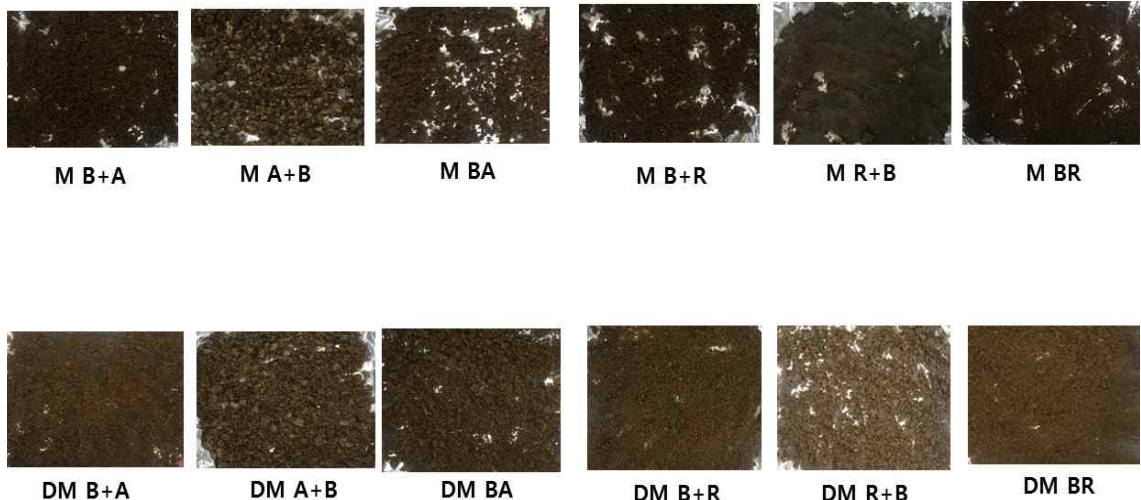
+ Fermentation for 48hours after inoculating with *Bacillus subtilis*

BR : Fermentation for 96hours after inoculating *Bacillus subtilis* and *Rhizopus oligosporus*

at the same time



1차 발효(48시간) 후 메주



2차 발효(총 96시간) 후 건조 메주

그림 74. 단일, 혼합 균주에 따른 곤충 메주 사진

○ 곤충 코지 변화에 따른 액상 조미액의 발효특성 연구

[연구방법]

: 곤충 액상조미액 제조가능성과 곤충코지 사용여부의 필요성을 확인하기 위하여 단기숙성 대두간장을 제조법을 응용하여 4가지 곤충원물 이용메주와 2가지 코지종류 (갈색거저리와 쌍별귀뚜라미)를 사용하였다. 대두(S), 갈색거저리 유충(M), 쌍별귀뚜라미(G), 번데기(P)의 메주형태에, 입국(코지)은 탈지갈색거저리 유충(Mk)과 탈지 쌍별 귀뚜라미를 이용(Gk)하여 곤충 코지를 제조한 후 혼합하여 발효를 진행하였다. 발효 시 제조 과정은 그림 75와 같이 제조 하였으며, 각 곤충 재료별 메주 : 곤충코지 : 볶은 쌀가루의 비율은 중량기준 6:2:2를 이용하여 액상 조미액을 제조하였고, 그 제조 조성은 표 85에 제시하였다[예: M(Mk)=갈색거저리 유충메주(갈색 거저리 코지)]. 액상 조미액 발효 시 사용된 균주는 *A. oryzae*와 *B. subtilis*를 병용하여 사용하였으며, 발효온도는 상온에서 40 ℃ (청국장 발효온도)로 올려 9일 단기숙성으로 진행하였음.

[연구결과]

: 곤충별 액상소스의 단기 숙성 간장의 결과는 표 87과 같고, 그 결과 pH와 적정산도의 경우는 시료 간의 큰 차이를 보이지 않았으나, 기간에 따라서는 9일차에 전체적으로 pH가 감소하는 추세를 보이고, 적정산도의 경우도 감소하는 추세를 나타내었다. 염도의 경우에는 S(Mk)의 경우 변화가 없으나, M(Mk), C(Ck), C(Mk)의 경우 2%정도 증가하였고, P(M)의 경우에는 9%정도 증가하는 경향을 보였다. 환원당의 경우 시료 간에 S(Mk)의 환원당이 평균 0.53%로 가장 높았으나 곤충 간장들 간에 차이는 보이지 않았다. 기간에 따라서는 전체적으로 4~6배 증가하는 경향을 보였으며, 곤충에 비해 탄수화물의 함량이 높은 대두로 제조한 발효액인 S(Mk)의 환원당이 가장 높았으나, 초기 0일차에 비해 가장 높은 증가율을 보인 시료는 M(Mk)으로 확인이 되었다. 아미노태 질소의 경우 S(Mk)에 비해 곤충으로 제조한 발효 조미액들의 함량이 초반부터 높았으며, 9일차에 3배 정도 증가하는 경향을 나타내었다. 이를 통해 입국(코지)의 경우는 쌍별 귀뚜라미의 연구결과에서 곤충 원물 별 입국(코지)에 따른 차이는 크게 없는 것으로 판단되며, 발효 조미액의 성분특성에는 메주의 영향성이 더 큰 것으로 보임.

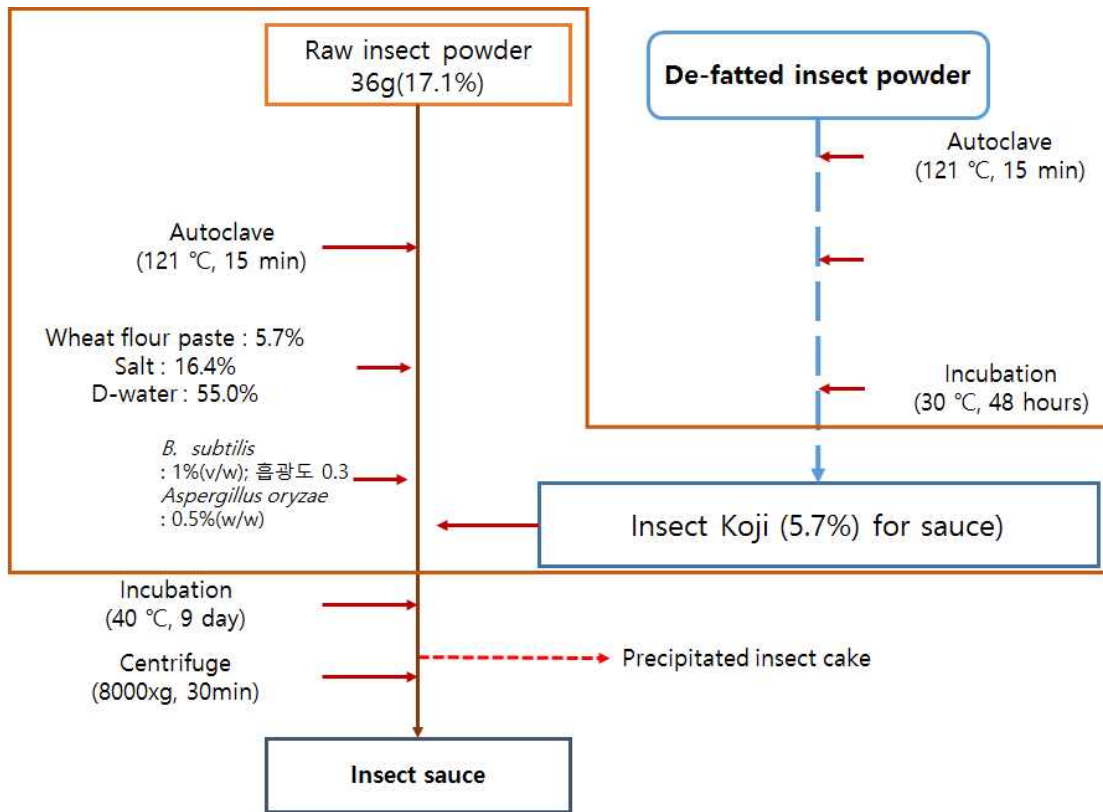


그림 75. 곤충 코지 변화에 따른 액상 조미액의 제조 공정

표 86. 곤충 코지 변화에 따른 액상 조미액 제조 조성

sample	Raw material	Koji	Insect powder	Insect <i>Koji</i>	Flour paste	Salt	Distilled water	Total
S(M) ¹⁾	Soybean	mealworm	36	12	12	34.5	115.5	210
M(M)	Mealworm	mealworm	36	12	12	34.5	115.5	210
C(C)	Cricket	cricket	36	12	12	34.5	115.5	210
C(M)	Cricket	mealworm	36	12	12	34.5	115.5	210
P(M)	Pupa	mealworm	36	12	12	34.5	115.5	210
			17.1	5.7	5.7	16.4	55.0	100.0

- 1) S(M) : Soybean with *mealworm koji*
M(M) : *Mealworm* with *mealworm koji*
C(C) : Cricket with *cricket koji*
C(M) : Cricket with *mealworm koji*
P(M) : Pupa with *mealworm koji*

표 87. 곤충 코지 변화에 따른 액상 조미액의 일반성분 분석

Sample	pH		Titraㄹ acidity(%)		Salt(%)		Reducing sugar(%)		A.N(%)	
	Fermentaion time(days)									
	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
S(M) ¹⁾	6.11	6.00	0.12±0.03	0.05±0.00 ^{0e2)}	19.42±0.00 ^{0d}	19.89±0.00 ^{0d}	0.53±0.00 ^{2a}	2.23±0.00 ^{4a}	0.11±0.00 ^{0c}	0.33±0.00 ^{2d}
M(M)	6.22	5.93	0.17±0.04	0.10±0.00 ^{0cd}	20.83±0.00 ^{0a}	22.47±0.1 ^{6b}	0.25±0.00 ^{0c}	1.79±0.00 ^{6b}	0.17±0.00 ^{2ab}	0.45±0.00 ^{0c}
C(C)	6.13	5.77	0.15±0.06	0.12±0.00 ^{0bc}	20.83±0.00 ^{0a}	22.70±0.3 ^{3b}	0.23±0.00 ^{3c}	1.12±0.00 ^{2d}	0.15±0.00 ^{2bc}	0.52±0.00 ^{0b}
C(M)	6.19	5.86	0.17±0.04	0.13±0.00 ^{1b}	20.12±0.00 ^{0bc}	22.41±0.00 ^{8b}	0.27±0.00 ^{1c}	1.24±0.00 ^{8d}	0.18±0.00 ^{0ab}	0.57±0.00 ^{1ab}
P(M)	5.86	5.73	0.30±0.01	0.16±0.00 ^{0a}	20.48±0.1 ^{7ab}	29.72±0.00 ^{0a}	0.21±0.00 ^{2a}	1.53±0.00 ^{7c}	0.21±0.00 ^{2a}	0.62±0.00 ^{2a}
F-value _e	NS	NS	NS	83.33***	27.080*** ¹⁾	667.554** [*]	76.962***	128.862** [*]	13.60* ²⁾	85.233***

- 1) S(M) : Soybean with *mealworm koji*
M(M) : *Mealworm* with *mealworm koji*
C(C) : Cricket with *cricket koji*
C(M) : Cricket with *mealworm koji*
P(M) : Pupa with *mealworm koji*
2) NS : not significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

2) 발효과정에 따른 성분특성 연구

가) 국내 대두장류 제조방식에 따른 곤충 원료 발효식품 제조

○ 갈색거저리 유충을 이용한 고품 조미료 제조 (청국장 형태)

: *Bacillus subtilis* 균주별 발효특성 차이를 확인하고자 청국장 방식의 발효 고품 조미료를 제조하였

음

- 대두 및 곤충의 전처리 방법

: 청국장 제조를 위해 선별한 대두는 수세하여 4℃의 물에 18시간 동안 침지한 후, 약 1시간 동안 수분을 제거하였으며, 고소애의 경우 최초 수분이 약 42%가 되도록 갈색거저리 유충에 증류수를 가수한 후 121℃에서 30분간 증자하였다. 증자된 원료에 농촌진흥청 농업유전자원정보센터(KACC) *Bacillus subtilis*(17798)과 청국장에서 분리한 *Bacillus subtilis*(CIB1,CIB2) 균주 등 3종의 균주를 각각 접종하였음.

- 대두 및 곤충의 청국장 제조 방법

: 선별된 3종의 *Bacillus subtilis*를 흡광도 0.3로 현탁 시킨 후 증자된 콩 및 곤충에 건량 대비 *Bacillus subtilis*를 각각 2%(v/w) 접종하여 고루 혼합한 다음 40℃, 72시간 발효시키면서 24시간 간격으로 품질변화를 조사하였다. 대두 및 갈색거저리 유충 청국장 제조에 이용된 재료의 조성은 표 88에 나타내었음.

표 88. 갈색거저리 유충 청국장의 구성요소

Samples	Ingredients of <i>Tenebrio molitor</i> larvae cheonggukjang		
	Soy bean/ <i>Tenebrio molitor</i> powder (g)	d-water(g)	<i>Bacillus subtilis</i> (ml)
SJ	30	-	0.55
SL	30	-	0.55
S17	30	-	0.55
MJ	30	22	0.59
ML	30	22	0.59
M17	30	22	0.59

- 1) SJ: Cheonggukjang with Soy bean + *Bacillus subtilis*(CIB1)
- SL: Chenggukjang with Soy bean + *Bacillus subtilis*(CIB2)
- S17: Chenggukjang with Soy bean + *Bacillus subtilis*(17798)
- MJ: Chenggukjang with *Mealworm* + *Bacillus subtilis*(CIB1)
- ML: Chenggukjang with *Mealworm* + *Bacillus subtilis*(CIB2)
- M17:Chenggukjang with *Mealworm* + *Bacillus subtilis*(17798)

○ 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(Silkworm[*Bombyx mori*] pupa) 이용 페이스트형 발효조미료 제조 (된장 형태)

: 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(Silkworm[*Bombyx mori*] pupa)등 식용곤충 단백질원료를 이용하여 된장 형태의 조미료를 제조하고자 하였다. 또한, 곤충 된장 제조 시 접종 미생물은 *Aspergillus oryzae*와 청국장에서 분리한 *Bacillus subtilis*(CIB2) 균주를 사용하였으며 시판 된장의 발효 방식을 응용하여 페이스트형 발효조미료를 개발하고자 하였음.

- 코지 및 메주의 제조 방법

: 본 연구에서는 관능적으로 단맛을 제공할 수 있는 쌀을 이용하여 코지를 제조하였으며, 그 제조 공정은 그림 76과 같다. 쌀을 세척한 후 쌀과 물은 3:2 비율로 Autoclave에서 121℃에서 15분간 증자시켰다. 증자된 쌀에 0.65%의 *Aspergillus oryzae*를 접종하여 30℃에서 24시간을 배양하여 균사가 고루 퍼지도록 하였으며, 25℃에서 12시간동안 송풍 건조하여 코지(koji)를 제조하였음.

: 곤충메주는 시료와 증류수는 1:3로 10분동안 Shaking한 후에 20분 동안 Sonication을 한 다음 8000rpm에서 15분간 원심분리(HMR-220IV, Hanil Industiral Co., Seoul, Korea)하여 지방층과 액상을 분리하였고 고형분을 회수하여 Autoclave에서 121℃에서 15분간 멸균을 시켰다. 멸균된 시료를 25℃

될 때까지 방냉하고 *Bacillus subtilis*와 *Aspergillus oryzae*를 접종하였다. 제조된 곤충메주는 30℃에서 48시간을 발효 시킨 다음 25℃에서 24시간동안 송풍 건조하여 사용하였다. 곤충메주의 제조 공정은 그림 78에 제시하였음.

: 대두메주는 수세한 대두를 실온에서 24시간 침지한 후 껍질을 제거하여 2배의 물을 첨가한 후 Autoclave에서 121℃, 15분간 증자시킨 다음 물을 제거하고 Stomacher (speed 8, 2 min)를 이용하여 마쇄시켰다. 시료를 25℃까지 방냉하고 *Bacillus subtilis*와 *Aspergillus oryzae*를 접종하였다. 제조된 대두메주는 30℃에서 48시간을 발효 시킨 다음 25℃에서 24시간동안 송풍 건조하여 사용하였다. 대두메주 공정은 그림 77과 같음.

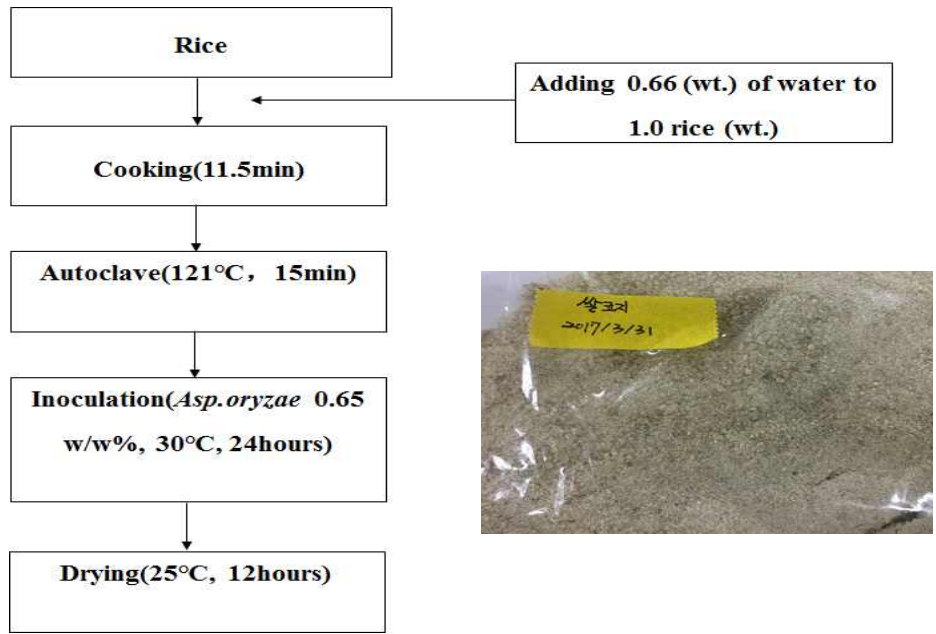


그림 76. 된장 제조를 위한 쌀코지 제조 공정

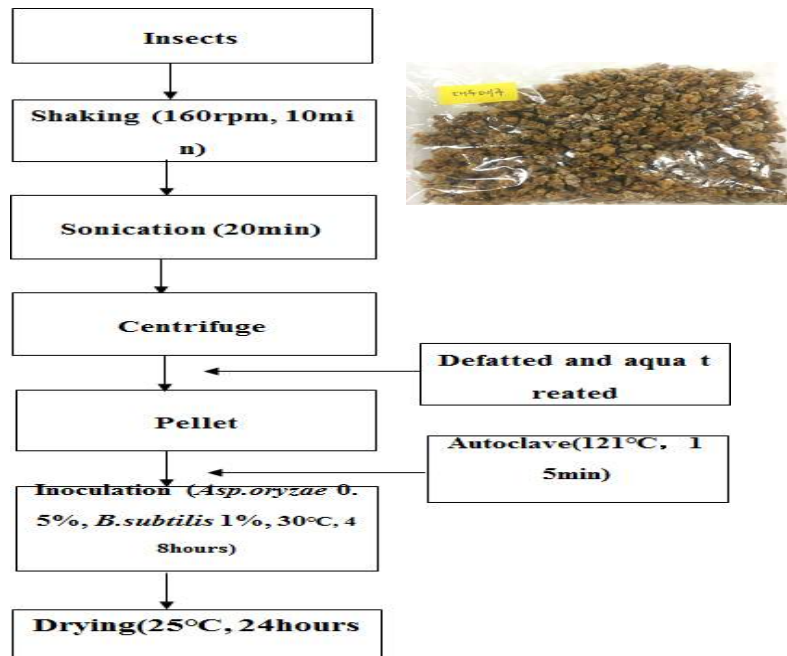


그림 77. 된장 제조를 위한 대두메주의 제조 공정



그림 78. 된장 제조를 위한 곤충메주의 제조 공정

- 페이스트형 발효조미료 제조

: 곤충 3 종과 대두를 이용한 개량식 된장형 발효조미료의 제조를 위한 각 메주, 코지(koji), 소금과 증류수의 비율은 표 89와 같이 준비하였으며, 각 시료는 비율별로 Stomacher (speed 8, 2 min) 를 이용하여 혼합한 후 30°C에서 30일을 발효시켰다. 페이스트형 발효조미료의 발효가 진행되는 동안 0일, 7일, 14일, 21일, 28일, 35일에 시료를 채취하여 일반성분을 분석하고 발효의 경향성을 파악함.

표 89. 페이스트형 발효조미료의 재료 구성요소

Ingredients	Control ¹⁾	TMP	GBP	SPP
Soybean Meju	136	-	-	-
Molitor Meju	-	136	-	-
Gryllus Meju	-	-	136	-
Pupa Meju	-	-	-	136
Rice koji	90	90	90	90
Salt	50	50	50	50
Water	224	224	224	224
Total	500	500	500	500

1) Control: Soy bean Meju with Rice koji

TMP: *Tenebrio molitor* larvae Meju with Rice koji

GBP: *Gryllus bimaculatus* Meju with Rice koji

SPP: Silkworm[*Bombyx mori*] pupa Meju with Rice koji

○ 갈색거저리 유충을 이용한 액상조미료 제조 (간장 형태)

: 갈색거저리 유충을 이용하여 발효 간장 형태의 조미 소스를 개발하고자 하였다. 일반적으로 간장 제조에 이용되며 protease와 amylase 효소가 존재하는 *Aspergillus oryzae*와 이전 연구에서 곤충껍질 chitin에 작용하는 chitinase 효소 활성이 보고된 바 있으며 청국장 연구에도 사용된 바 있는 *Bacillus* 균주를 이용하여 간장의 제조방식으로 액상형태의 조미 소스 생산 가능성을 확인하였음.

- 균주 배양 및 사용방법

: 메주와 코지 및 간장 제조를 위한 균주는 농촌진흥청 농업유전자원정보센터에서 분양 받은 균주 *Bacillus licheniformis*(KACC 15829)와 C업체에서 상업적으로 공급되는 *A. oryzae*(단모균)을 사용하였다. 본 연구에서는 *B. licheniformis*는 멸균된 tryptic soy broth(Bacton, Dickinson and company, USA)에 접종하여 37℃에서 24시간 배양 후 UV-spectrophotometer (Spectronic 20D+, Milton Roy Company, Pacisa, Madrid, Spain)를 이용하여 600nm에서 optical density(OD)가 0.3이 될 때까지 희석한 배양액을 메주 제조에 이용하였다. 또한, *A. oryzae*는 구매한 분말 형태로 코지 및 메주 제조에 사용하였다. 본 연구에서는 lab test로 진행하여 간장의 제조 가능성을 파악하는데 관점을 두어 *Bacillus* sp. 균주들 중에서 protease와 chitinase활성이 높은 균주로 조사된 *B. licheniformis*를 우선적으로 간장 제조에 이용하였다. 그러나 *B. licheniformis*의 경우는 식품으로 사용의 허가가 제한적이므로, 본 연구에서 간장 제조의 가능성을 파악하였고, 현재 진행 중인 2차 간장 제조에서는 식품으로 사용 허가가 가능하고 protease 활성도가 높은 *B. subtilis*를 이용하여 간장을 제조하고 있음.

- 대두, 곤충 메주 제조 방법

: 간장의 제조는 선행연구 방식을 참고하여 진행하였다. 대두의 경우 700g을 세척한 후 3배의 물에 상온에서 18시간동안 침지한 후 탈수 및 탈피를 하고 660g을 준비하여 Autoclave에 넣어 121℃에서 30분 동안 증자하였다. 갈색거저리 유충의 경우는 양주시 농업기술센터에서 받은 건조된 상태의 곤충과 이를 착유기(HD-333, 현대녹색산업, 한국)에 넣고 50℃의 온도로 착유하여 기름을 제거한 탈지 곤충으로 각각 660g씩을 준비하여 대두와 마찬가지로 Autoclave에 넣어 121℃에서 30분 동안 증자하였다. 이후 대두, 갈색거저리 유충, 탈지 갈색거저리 유충에 *B. licheniformis* (흡광도 0.3) 1%와 *A. oryzae* 0.5%를 접종하고 30℃의 항온기에서 38시간동안 발효 시킨 후 60℃ 건조기에서 24시간 건조시켜 각 대두와 곤충 메주를 제조하였음.

- 곤충 코지 제조 방법

: 곤충 코지의 경우 갈색거저리의 지방함량이 높아 중국의 발효가 어려운 것으로 확인되어 탈지된 갈색거저리를 이용하였으며, 42.1%의 물을 첨가 후 Autoclave에 넣어 121℃에서 30분 동안 증자하였다. 증자된 탈지 곤충에 *A. oryzae* 0.5%를 접종하고 30℃의 항온기에서 48시간동안 발효 시킨 후 60℃ 건조기에서 수분이 14% 정도가 될 때까지 건조시킨 후 곤충 코지를 제조하여 이용함.

- 간장형 액상 조미료 제조방법

: 간장의 제조를 위해 각 메주에 곤충 코지와 볶은 쌀가루를 8:1:1, 6:2:2 비율을 달리하여 혼합하였고 비율을 달리한 각 시료들에 23% 소금물을 1:2.5(w/w)으로 담금 하여 25℃의 항온기에서 20일 동안 숙성하였다. 간장제조에의 비율은 표 90에 제시하였다. 숙성된 시료는 일반 조리용 필터망에 여과한 후 8000 rpm에서 15분간 원심분리(HMR-220IV, Hanil Industrial Co., Seoul, Korea)하여 지방층과 고형분을 제거하고 액상만을 취하여 실험 분석에 이용함.

표 90. 곤충 및 대두 간장의 재료 비율

Sample ¹⁾	% weight of ingredients			
	Meju	Koji	Roasted rice flour	23% brine
S8	22.9	2.9	2.9	71.4
S6	17.1	5.7	5.7	71.4
M8	22.9	2.9	2.9	71.4
M6	17.1	5.7	5.7	71.4
DM8	22.9	2.9	2.9	71.4
DM6	17.1	5.7	5.7	71.4

¹⁾ S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji roasted rice flour = 6:2:2

나) 시간 별 발효양상 모니터링 및 발효 후 최종제품의 품질 특성을 파악 및 관능평가.

발효제품(군중에 따른)의 묘사분석을 통하여 품질의 관능특성 분석

○ 갈색거저리 유충을 이용한 고휘 조미료(청국장 형태)의 발효기간에 따른 성분분석

: *Bacillus subtilis* 균주 별 갈색거저리 유충의 발효특성을 확인하고자 청국장 방식의 고휘 조미료의 성분분석은 pH, 적정산도, 아미노태 질소(Formal 적정법)의 측정을 통해 성분 특성을 확인했으며, 다음과 같이 조사되었음.

- 청국장 형태의 고휘 조미료의 일반성분 분석

: 곤충 청국장 시료의 경우 전체적으로 발효가 진행됨에 일반성분의 특성은 표 91과 같이 나타났다. pH의 경우 발효가 진행되면서 약간씩 증가하는 경향을 보이고 있으며, 중성의 pH를 보이고 있다. 적정산도의 경우 전반적으로 약간씩 증가하는 경향을 보이거나 그 변화가 미비한 것으로 보임.

: *Bacillus subtilis* 균주별로 청국장 발효에 따라 단백질 분해가 이루어지는지 확인하기 위하여 아미노태 질소함량을 측정된 결과 모든 시료의 아미노태 질소함량은 발효가 진행됨에 따라 증가하였으며, *Bacillus subtilis* CIB2>CIB1>17798 순으로 상용 청국장에서 분리한 균들(CIB2와 CIB1)이 농촌진흥청 농업유전자원정보센터 분양균주(KACC 17798)보다 단백질 분해능이 큰 것으로 확인되었음.

: 대두와 갈색거저리 유충을 비교해 보았을 경우에도 대두로 제조한 청국장은 1.14%, 갈색거저리 유충으로 제조한 청국장은 1.31%로 CIB2가 가장 높은 것으로 확인되었다. 청국장의 아미노태 질소 함량은 발효 미생물의 종류 및 균수, 발효조건, 보관 숙성조건 등 여러 가지 요인에 따라 차이를 보이며, 청국장의 맛을 결정하는 중요한 성분이다. 따라서 발효 종균 사용 및 발효환경의 제어를 통해 연중 균일하고 우수한 품질의 제품을 제조할 수 있을 것으로 기대됨.

표 91. 갈색거저리 유충 청국장의 pH, 산도, 아미노태 질소 측정 결과

pH, titraㄹ acidity and amino nitrogen of <i>Tenebrio molitor</i> larvae cheonggukjang												
hours s a m p l e	pH				Titraㄹ acidity (%)				Amino nitrogen (%)			
	0	24	48	72	0	24	48	72	0	24	48	72
SJ ³⁾	6.66±	6.91±	7.14±	7.02±	0.62±	0.77±	0.77±	1.01±	0.07±	0.22±	0.62±	0.90±
	0.01 ¹⁾	0.10	0.32	0.09	0.33	0.13	0.27	0.07	0.00	0.00	0.08	0.16
SL	6.41±	6.50±	6.92±	7.50±	0.48±	1.01±	0.87±	0.87±	0.09±	0.22±	0.54±	1.14±
	0.00	0.02	0.01	0.05	0.00	0.07	0.13	0.28+	0.00	0.00	0.13	0.03
S17	6.35±	6.37±	5.97±	6.65±0	0.53±	0.67±	1.01±	1.44±	0.09±	0.25±	0.47±	0.90±
	0.16	0.02	0.08	.05	0.07	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
MJ	6.81±	7.29±	7.75±	7.75±	0.53±	0.67±	0.58±	0.63±	0.23±	0.49±	0.67±	1.31±
	0.18	0.01	0.03	0.01	0.07	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.16	0.08
ML	6.50±	7.16±	7.95±	8.31±	0.72±	0.63±	0.19±	-	0.29±	0.32±	1.22±	1.31±0
	0.05	0.16	0.16	0.03	0.19	0.06	0.00	-	0.03	0.06	0.01	.01
M17	6.48±	6.85±	8.23±	8.09±	0.82±	0.77±	0.22	0.34±	0.32±	0.37±	0.76±	0.99±
	0.01	0.35	0.04	0.00	0.06	0.00	±0.11	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04
F-value	5.596 ^{*)2)}	30.767 ^{**}	59.824 ^{**}	287.412 ^{***}	NS	8.558 [*]	13.156 [*]	19.340 [*]	59.168 ^{**}	22.901 [*]	18.910 [*]	24.203 [*]

1) Mean ± S.D.

2) *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05, NS : Not Significant

3) SJ: Cheonggukjang with Soy bean + *Bacillus subtilis*(CIB1)

SL: Chenggukjang with Soy bean + *Bacillus subtilis*(CIB2)

S17: Chenggukjang with Soy bean + *Bacillus subtilis*(17798)

MJ: Chenggukjang with *Mealworm* + *Bacillus subtilis*(CIB1)

ML: Chenggukjang with *Mealworm* + *Bacillus subtilis*(CIB2)

M17: Chenggukjang with *Mealworm* + *Bacillus subtilis*(17798)

○ 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(Silkworm[*Bombyx mori*] pupa) 이용 페이스트형 발효조미료(된장 형태)의 발효기간에 따른 성분분석

: 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(Silkworm[*Bombyx mori*] pupa) 등 식용곤충 원료를 이용하여 된장 형태의 조미료를 제조한 후 그 제품 특성에 대하여 수분, pH, 적정산도, 가용성고형분, 염도(Mohr 법), 색도, 총질소(Kjeldahl 질소정량법), 아미노태 질소(Formal 적정법), DPPH, 산가, 환원당(DNS법)을 측정하여 비교 분석하였으며 그 결과는 다음과 같으며, 제조된 된장 시료는 그림 79와 같이 제조하였다. 또한, 시판 된장 2종 CTD, CMD을 본 연구의 된장과 비교분석하였음.



대두(Con)

갈색거저리 유충(TMP)

쌍별 귀뚜라미(GBP)

번데기(SPP)

그림 79. 페이스트형 발효조미료

- 페이스트형 발효조미료의 수분, 염도 측정

: 본 연구에서는 곤충을 이용한 페이스트형 발효조미료의 수분 및 염도의 함량을 측정한 결과 표 92와 같이 나타났다. 본 실험에 대두 페이스트형 발효조미료의 수분 함량은 47.70~47.85%로 나타났고, 곤충으로 만든 페이스트형 발효조미료의 수분 함량은 47.03~49.58%로 조사되었다. 이 값은 모두 전통식품인증규격인 수분 55.0% 이하에 적합한 것으로 확인되었다. 발효 초기에 시료간의 유의적 차이가 없는 것으로 나타났고 발효가 진행되면서도 시료 간 수분 함량에는 큰 차이가 나타나지 않았다. 본 실험에서 최종 35일 발효 후 염도는 11.34~11.56%로 나타났고 유의적 차이가 없었다.

표 92. 페이스트형 발효조미료의 수분, 염도 측정 결과

	Sample ⁴⁾	Fermentation time(Weeks)	
		0	5
Moisture content(%)	Control	47.70±0.48 ¹⁾	47.85±0.64 ^{b2)}
	TMP	47.38±0.32	49.58±0.52 ^a
	GBP	47.58±1.69	47.58±0.26 ^b
	SPP	47.03±0.40	47.58±0.43 ^b
	F-value	NS ³⁾	16.05 ^{***}
Salinity(%)	Control	11.19±0.15 ^a	11.56±0.17 ^{ab}
	TMP	10.83±0.34 ^{ab}	11.48±0.45 ^{ab}
	GBP	10.53±0.00 ^b	11.34±0.15 ^b
	SPP	11.04±0.28 ^b	11.99±0.24 ^a
	F-value	91.00 ^{***}	4.14 [*]

1) Mean ± S.D.

2) a-b Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Tukey HSD test.

3) NS : not significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

4) CON : Doenjang with soybean

TMP : seasoning paste with *Tenbrio Mealworm* larvae meju

GBP : seasoning paste with *Gryllus bimaculatus* meju

SPP : seasoning paste with Silkworm[*Bombyx mori*] pupa meju

- 페이스트형 발효조미료의 pH, 적정산도 측정

: 본 실험의 식용곤충 이용 페이스트형 발효조미료 pH는 표 93과 같다. 모든 시료는 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 낮아져서 약 pH 5.69±0.19~6.51±0.05 수준으로 나타났고, 시료간의 유의적 차이가 있는 것으로 보고되었다(p<0.001). 적정산도는 모든 시료에서 발효 기간이 지남에 따라 계속 증가하였으며, SPP > GBP > CON > TMP의 순으로 나타났다. CON의 적정산도는 0.54~1.58%로 나타났고 식용곤충 시료는 전반적으로 CON보다 높게 나타났다(p<0.001). 곤충 된장이 숙성기간이 지남에 따라 TMP의 적정산도는 0.72%에서 1.94%, GBP는 1.08%에서 1.76%, SPP는 0.99%에서 1.80%의 증가하

였음.

표 93. 페이스트형 발효조미료의 pH, 적정산도 측정 결과

Sample ¹⁾	Fermentation time(Weeks)						
	0	1	2	3	4	5	
pH	Control	6.83±0.01 ^{ab}	6.75±0.02 ^b	6.73±0.01 ^a	6.63±0.01	6.51±0.05 ^a	6.37±0.04 ^{ab}
	TMP	6.94±0.01 ^a	6.94±0.01 ^a	6.29±0.10 ^c	6.48±0.29	6.13±0.12 ^b	5.69±0.19 ^c
	GBP	6.77±0.18 ^{ab}	6.48±0.03 ^c	6.46±0.10 ^b	6.38±0.08	6.30±0.13 ^b	6.25±0.14 ^b
	SPP	6.71±0.03 ^b	6.71±0.03 ^b	6.61±0.03 ^a	6.56±0.04	6.53±0.04 ^a	6.51±0.05 ^a
	F-value	4.45*	268.31***	28.77***	NS	17.05***	34.64***
Titratable acidity(%)	Control	0.54±0.00 ^c	0.90±0.00 ^c	1.08±0.00 ^c	1.26±0.00 ^d	1.44±0.00 ^c	1.58±0.09 ^b
	TMP	0.72±0.00 ^b	1.08±0.00 ^b	1.53±0.10 ^a	1.80±0.00 ^a	1.85±0.09 ^a	1.58±0.09 ^b
	GBP	1.08±0.00 ^a	1.26±0.00 ^a	1.26±0.00 ^b	1.44±0.00 ^c	1.58±0.09 ^{bc}	1.76±0.09 ^{ab}
	SPP	0.99±0.10 ^a	1.35±0.10 ^a	1.55±0.09 ^a	1.62±0.15 ^b	1.71±0.10 ^{ab}	1.80±0.15 ^a
	F-value	91.00***	59.00***	45.15***	40.00***	18.00***	7.71**

1) sample codes는 표 92을 참조

- 페이스트형 발효조미료의 색도 측정

: 본 실험의 식용곤충 이용 페이스트형 발효조미료의 색도 값은 표 94와 같다. L(L-lightness)값의 경우 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 낮아지는 경향을 나타냈고(p<0.001), 발효 35일 CON의 명도는 39.84±0.52, TMP는 35.25±0.21, GBP는 27.85±0.73, SPP는 38.77±0.38로 나타났다. 적색도(a-redness)의 경우 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 증가한 경향을 보였다(p<0.001). 발효 초기에 CON의 적색도가 가장 낮게 조사되었고, 발효 35일차에 가장 높게 나타났다. 발효 35일 CON의 적색도는 6.50±0.21, TMP는 4.46±0.13, GBP는 5.95±0.17, SPP는 5.92±0.23로 나타났다. 황색도(b-yellowness)의 경우 발효 기간이 지남에 따라 TMP를 제외한 모든 시료에서 증가하는 경향이 확인되었다(p<0.001). TMP는 발효 초기에 비해 발효 35일에 황색도가 감소하였다. 발효 35일 CON의 황색도는 19.12±0.77, TMP는 8.70±0.25, GBP는 5.95±0.18 SPP는 17.35±0.33 로 나타남.

표 94. 페이스트형 발효조미료의 색도 측정 결과

	Sample ¹⁾	Fermentation time(Weeks)					
		0	1	2	3	4	5
L value	Control	52.93±1.60 ^a	49.39±1.13 ^a	46.57±0.51 ^a	42.97±0.47 ^a	41.12±1.01 ^a	39.84±0.52 ^a
	TMP	39.76±0.95 ^c	37.96±1.63 ^c	36.13±0.54 ^c	34.43±0.91 ^b	36.94±0.50 ^b	35.25±0.21 ^c
	GBP	38.18±1.31 ^c	34.79±0.91 ^d	31.06±0.66 ^d	29.09±1.07 ^c	28.06±0.89 ^c	27.85±0.73 ^d
	SPP	45.60±0.71 ^b	44.18±0.96 ^b	44.15±1.00 ^b	41.67±0.37 ^a	39.58±0.46 ^a	38.77±0.38 ^b
	F-value	125.38***	119.31***	412.60***	290.90***	245.05***	473.22***
a value	Control	1.33±0.31 ^d	3.24±0.27 ^b	4.36±0.48 ^a	5.33±0.25 ^a	5.87±1.10 ^a	6.50±0.21 ^a
	TMP	2.60±0.23 ^b	3.24±0.20 ^b	4.07±0.52 ^a	3.80±0.42 ^b	4.06±0.35 ^b	4.46±0.13 ^c
	GBP	1.89±0.17 ^c	2.88±0.36 ^b	3.16±0.41 ^b	3.17±0.33 ^b	3.31±0.15 ^b	5.95±0.17 ^b
	SPP	3.29±0.25 ^a	4.22±0.19 ^a	4.22±0.19 ^a	5.42±0.35 ^a	5.64±0.17 ^a	5.92±0.23 ^b
	F-value	125.38***	18.87***	6.58**	42.99***	17.67***	85.58***
b value	Control	15.58±1.11 ^a	23.14±1.17 ^a	22.47±1.16 ^a	21.39±2.01 ^a	20.98±1.70 ^a	19.12±0.77 ^a
	TMP	9.06±1.23 ^b	9.19±0.53 ^c	10.59±1.62 ^c	10.33±1.56 ^c	9.87±1.49 ^c	8.70±0.25 ^c
	GBP	4.44±0.47 ^c	5.84±0.53 ^d	7.61±0.41 ^d	6.34±0.68 ^d	6.51±0.34 ^d	5.95±0.18 ^d
	SPP	16.02±1.39 ^a	16.08±0.81 ^b	16.05±0.84 ^b	18.03±0.66 ^b	17.12±0.56 ^b	17.35±0.33 ^b
	F-value	101.01***	362.43***	142.44***	103.26***	126.19***	828.10***

1) sample codes는 표 92를 참조

- 페이스트형 발효조미료의 환원당 측정

: 본 연구 시료들의 환원당은 표 95와 같이 나타났으며, 발효기간에 따라 각 시료들 간의 유의적 차이를 보였지만(p<0.001), 발효 28일차에는 시료간의 유의적 차이가 없었다. 발효 0일차에 TMP의 환원당 함량이 가장 낮게 나타났지만 35일차에 GBP와 유사하게 확인되었다. 시판 된장 CTD와 CMD의 환원당은 7.81±0.17%, 3.93±0.04%로 나타났다. 본 실험의 시료들은 시판된장보다 환원당 함량이 높은 것으로 나타났다. 모든 시료는 발효 초에 환원당 함량이 증가한 경향을 보였지만 발효 28일차부터 환원당 함량이 감소했다. 된장 발효 시 koji 등 전분질 원료의 분해에 의해 환원당이 생성되는데 생성속도가 미생물에 의해 이용되는 속도보다 높으면 총 함량이 증가하여 발효 중반까지는 이러한 현상에 의해 환원당 함량이 증가한 것으로 판단된다. 발효 후기에는 전분질 원료가 소진되는 반면 미생물 생육과 Maillard 반응에 의한 갈변이 진행되면서 생성된 당을 소비하므로 당의 소비속도가 생성속도를 상회하여 총량은 감소하는 것으로 판단됨.

표 95. 페이스트형 발효조미료의 환원당 측정 결과

	Sample ¹⁾	Fermentation time(Weeks)					
		0	1	2	3	4	5
Reducing sugar(%)	Control	7.68±0.38 ^a	14.49±0.20 ^a	15.23±0.12 ^a	15.28±0.62 ^a	13.70±0.46	12.22±0.53 ^a
	TMP	6.78±0.90 ^b	12.87±0.33 ^b	13.29±0.42 ^c	12.38±1.26 ^b	13.21±0.48	11.08±0.59 ^b
	GBP	6.99±0.24 ^{ab}	14.29±0.21 ^a	14.40±0.38 ^b	15.48±0.58 ^a	13.61±0.42	12.34±0.14 ^a
	SPP	11.04±0.28 ^{ab}	13.03±0.28 ^b	14.32±0.29 ^b	14.53±0.28 ^a	14.19±0.36	11.35±0.13 ^b
	F-value	101.01***	41.41***	24.61***	13.51***	NS	9.41**

1) sample codes는 표 92를 참조

- 페이스트형 발효조미료의 아미노태질소, 총질소, Nitrogen degradation ratio(NDR) 측정

: 페이스트형 발효조미료의 발효 기간에 따른 아미노태 질소, 총질소, 질소분해율의 변화는 표 96과 같다. 아미노태 질소는 발효식품의 숙성도를 판단하는 지표이다. 발효 초기 아미노태 질소 함량은 0.35~0.50%로 시료간의 유의적인 차이를 나타냈다(p<0.001). 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 0.61~0.78%로 증가하는 경향을 나타냈다. CON은 0.35~0.75%로, TMP는 0.45~0.78%로, GBP는 0.50~0.72%로, SPP는 0.36~0.61%로 모든 시료는 발효 기간이 지남에 따라 계속 증가하였으며, 그 중

에 TMP의 아미노태 질소 함량이 가장 높게 나타났다. 시판 된장 CTD와 CMD의 아미노태 질소 함량은 0.98 ± 0.00 , 1.06 ± 0.00 로 나타났으며 본 실험보다 높은 결과를 나타내는 것으로 조사되었다. 종전 한국 식품공전의 된장 규격에는 아미노태 질소 함량이 포함되어 있었으나, 2005년부터 식품공전에서는 삭제되었다. 종전의 된장의 규격에 따르면 된장의 아미노태 질소 함량은 160mg%이상으로 규정되었는데, 본 연구에서 발효 초기에 이미 160mg% 이상의 아미노태 질소 함량을 보임.

: 총질소의 변화는 발효 초기의 총질소 함량이 2.26~3.62%로 나타났고 시료간의 유의적 차이를 보였다($p<0.001$). 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 큰 변화를 나타내지 않는 것으로 보여진다($p<0.01$). 0일차의 총질소 함량이 SPP > TMP > GBP > CON순서로 나타났고 발효 35일차에서도 CON의 총질소 함량이 가장 낮게 나타남.

: 질소분해율은 균주에 의해 발효가 어느 정도로 진행 되었는지 알 수 있는 지표가 된다. 본 실험에서 발효0일차에는 9.86~16.30%로 나타났으며, 시료간의 유의적 차이를 보였다($p<0.001$). 전반적으로 모든 시료에서 발효 35일차에는 증가하는 경향이 보여진다. 0일차에는 GBP가 제일 높은 값을 보였지만 35일차에는 CON이 제일 높은 값을 나타냈다. CON의 총질소 함량이 가장 낮게 보였지만 질소 분해율 함량은 가장 높게 나타났다. 이는 식용곤충의 총 질소 함량이 대두에 비해 월등히 높기 때문인 것으로 판단됨.

표 96. 페이스트형 발효조미료의 아미노태질소, 총질소, Nitrogen degradation ratio(NDR) 측정 결과

	Sample ¹⁾	Fermentation time(Weeks)					
		0	1	2	3	4	5
Amino nitrogen	Control	0.35 ± 0.03^b	0.55 ± 0.02^b	0.66 ± 0.02^a	0.75 ± 0.02^a	0.72 ± 0.02^a	0.75 ± 0.02^{ab}
	TMP	0.45 ± 0.03^a	0.63 ± 0.01^a	0.66 ± 0.02^a	0.70 ± 0.00^b	0.75 ± 0.02^a	0.78 ± 0.01^a
	GBP	0.50 ± 0.04^a	0.63 ± 0.01^a	0.64 ± 0.01^a	0.66 ± 0.00^c	0.64 ± 0.01^b	0.72 ± 0.02^b
	SPP	0.36 ± 0.01^b	0.52 ± 0.02^b	0.53 ± 0.02^b	0.56 ± 0.02^d	0.56 ± 0.02^c	0.61 ± 0.02^c
	F-value	21.17***	63.80***	49.44***	100.86***	85.41***	52.75***
Total nitrogen	Control	2.26 ± 0.24^c	2.19 ± 0.09^b	2.29 ± 0.06^c	2.96 ± 0.11^b	2.33 ± 0.06^c	2.33 ± 0.06^c
	TMP	3.18 ± 0.07^b	3.25 ± 0.03^a	3.29 ± 0.03^a	3.34 ± 0.02^a	3.44 ± 0.06^{ab}	3.59 ± 0.05^a
	GBP	3.05 ± 0.04^b	3.15 ± 0.04^a	3.10 ± 0.04^b	3.39 ± 0.20^a	3.33 ± 0.03^b	3.39 ± 0.05^b
	SPP	3.62 ± 0.09^a	3.21 ± 0.05^a	3.29 ± 0.03^a	3.21 ± 0.06^a	3.48 ± 0.11^a	3.34 ± 0.66^b
	F-value	73.12***	305.49***	475.98***	10.72**	264.64***	409.83***
Nitrogen degradation ratio (NDR)	Control	15.53 ± 0.99^a	24.89 ± 1.36^a	28.91 ± 0.69^a	25.45 ± 1.31^a	30.74 ± 1.28^a	32.30 ± 1.59^a
	TMP	14.08 ± 0.97^a	19.23 ± 0.19^b	19.95 ± 0.50^b	20.99 ± 0.11^b	21.71 ± 0.81^b	21.59 ± 0.52^b
	GBP	16.30 ± 1.60^a	20.02 ± 0.13^b	20.53 ± 0.48^b	19.57 ± 0.95^b	19.04 ± 0.41^c	21.09 ± 0.54^b
	SPP	9.86 ± 0.28^b	16.05 ± 0.62^c	16.11 ± 0.64^c	20.28 ± 0.80^b	16.12 ± 1.12^d	18.30 ± 1.05^c
	F-value	28.96***	94.16***	340.59***	34.44***	171.68***	144.23***

1) sample codes는 표 92를 참조

- 페이스트형 발효조미료의 DPPH 라디칼 소거능 측정

: 페이스트형 발효조미료의 발효 기간에 따른 DPPH의 변화는 표 97과 같다. 본 연구 시료들의 DPPH은 발효기간에 따라 각 시료들간의 유의적 차이를 보였으며($p<0.001$), SPP를 제외하고 모든 시료에서 발효 35일차에는 증가하는 경향이 보여진다. Control는 31.73%로 가장 낮은 결과로 나타났으며, 곤충시료는 41.08~80.95%로 나타났다. SPP는 발효기간에 따라 큰 변화가 없지만 가장 높은 값을 나타냄.

표 97. 페이스트형 발효조미료의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과

	Sample ¹⁾	Fermentation time(Weeks)			
		0	2	3	5
DPPH	Control	11.23 ± 1.11^c	18.21 ± 0.90^d	22.34 ± 4.70^d	31.73 ± 0.66^d
	TMP	24.31 ± 0.32^b	33.05 ± 0.85^c	32.61 ± 1.78^c	41.08 ± 2.64^c
	GBP	24.67 ± 1.25^b	54.87 ± 1.82^b	56.68 ± 2.59^b	63.42 ± 1.14^b
	SPP	80.99 ± 0.36^a	79.78 ± 0.21^a	79.70 ± 0.14^a	80.95 ± 1.22^a
	F-value	3812.72***	1765.29***	247.27***	579.61***

1) sample codes는 표 92를 참조

- 페이스트형 발효조미료의 산가 측정

: 페이스트형 발효조미료의 발효 기간에 따른 산가의 변화는 표 98과 같다. 본 연구 시료들의 산가는 발효 시작단계에서 5주차에 있어 SPP를 제외하고는 증가하는 경향을 보였으나 큰 변화를 나타내지 않았다. SPP의 경우 소량 감소하는 경향을 보였음.

표 98. 페이스트형 발효조미료의 산가 측정 결과

	Sample ¹⁾	Fermentation time(Weeks)	
		0	5
Acid value	Control	12.79±0.63 ^c	16.05±2.70
	TMP	14.81±0.95 ^c	16.05±0.95
	GBP	18.85±0.63 ^b	19.75±0.32
	SPP	23.01±0.16 ^a	21.95±0.06
	F-value	94.28 ^{***}	NS

1) sample codes는 표 92를 참조

- 페이스트형 발효조미료의 총 균수 측정

: 페이스트형 발효조미료 발효 과정 중 균수의 변화는 그림. 80~82에 나타났다. 각 시료의 초기 총 균은 $10^8 \sim 10^9$ CFU/g로, *Bacillus subtilis*은 $10^6 \sim 10^8$ CFU/g로, *Aspergillus oryzae*는 10^6 CFU/g 수준으로 나타났으며, 발효 35일까지 총 균은 $10^5 \sim 10^7$ CFU/g로, *Bacillus subtilis*은 $10^4 \sim 10^7$ CFU/g로, *Aspergillus oryzae*는 $10^3 \sim 10^5$ CFU/g로 나타났다. 모든 시료 발효 초기에 대부분 균이 *Bacillus subtilis*로 확인 할 수 있다. 발효 시간 지남에 따라 균을 감소하는 것을 나타냈지만 큰 변화를 나타내지 않은 것을 확인 되었다. 총 균수는 TMP가 가장 낮은 결과를 보였고 발효 35일차 CON의 균을 가장 높게 나타냈다. 된장 제조방법에 따른 미생물의 생육환경이 달라짐에 따라 시료별로 일반세균 수에 차이가 있는 것으로 확인되었다. 본 실험에서 전통방식과 달리 koji와 메주에 직접 균을 접종하기 때문에 발효 초기에 총 균수가 많이 분석된 것으로 판단됨.

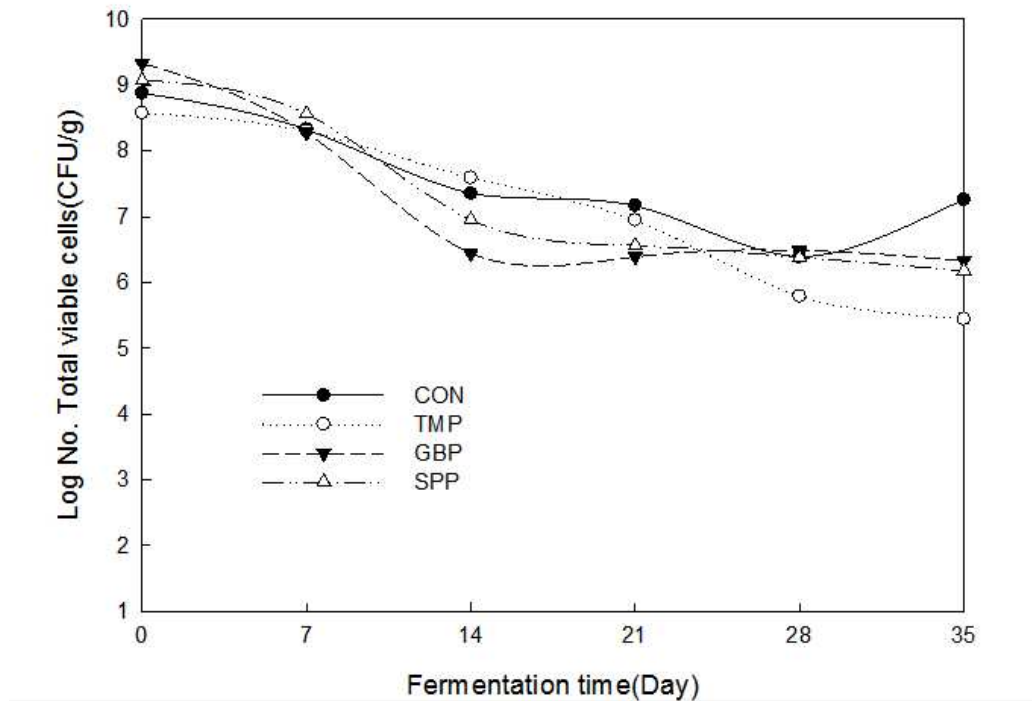


그림 80. 페이스트형 발효조미료의 총 균수 측정 결과

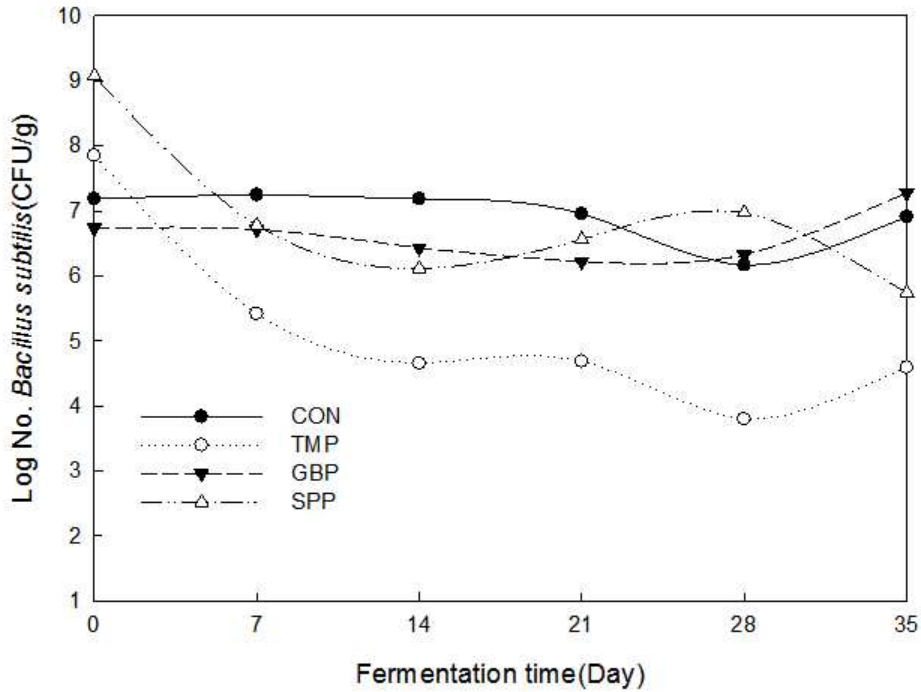


그림 81. 페이스트형 발효조미료의 *Bacillus subtilis* 측정 결과

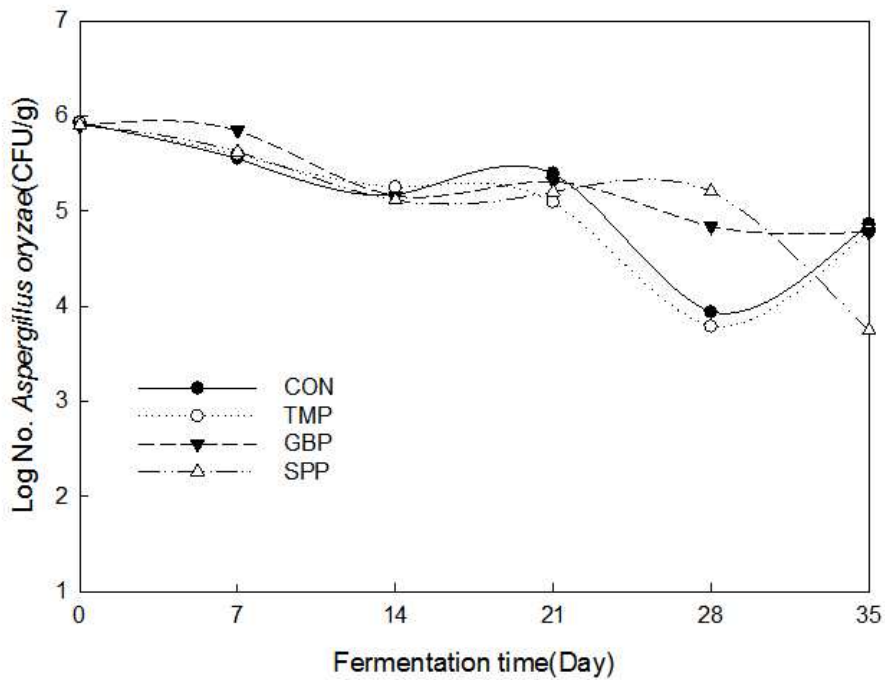


그림 82. 페이스트형 발효조미료의 *Aspergillus oryzae* 측정 결과

- 페이스트형 발효조미료의 관능적 품질특성

: 식용곤충을 이용하여 제조한 페이스트형 발효조미료를 35일 간 30℃에서 숙성한 후 냉장보관 하였고, 이를 사용한 된장국 형태를 만들어 관능검사에 사용하였다. 관능적 품질특성은 표 99와 같다. 색에 대한 기호도는 CTD > CON > TMP > SPP > CMD > GBP의 순으로 나타났으나 결과 값의 차이가 적어 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 향에 대한 기호도는 CTD > CMD > CON > SPP > TMP > GBP의 순이었으며 시료간의 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.001). 모든 시료는 시판된장보다 낮은 값으로 나타났으며 대두된장, 갈색겨저리 유충, 번데기 페이스트형 발효조미료는 비슷한 값을 보였지만 귀뚜라미 페이스트형 발효조미료가 가장 낮은 값을 보였다. 맛의 경우 CTD > CMD > CON >

SPP > TMP > GBP의 순서로 나타났으며 시료간의 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.001). 전체적인 기호도에서도 CTD > CMD > CON > SPP > TMP > GBP의 순서로 나타났으며 시료간의 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.001). 향, 맛, 전체적인 기호도에서 모든 시료는 시판된장보다 낮은 값으로 나타났으며 대두된장, 갈색거저리 유충, 번데기 페이스트형 발효조미료는 비슷한 값을 보였지만 귀뚜라미가 가장 낮은 값을 보였다. 곤충 페이스트형 조미료의 시료는 시판된장보다 낮은 값을 나타냈는데, 이는 식용곤충의 특유한 향기 때문에 먼저 거부감을 느껴 맛과 전체적인 기호도에 영향을 미친 것으로 판단됨.

표 99. 페이스트형 발효조미료의 관능적 품질특성 (N=40)

attributes sample ⁴⁾	Color	Flavor	Taste	Overall acceptance
CON	4.25±1.45 ¹⁾	3.60±1.45 ^{bc2)}	3.68±1.49 ^{bc}	4.05±1.50 ^{bc}
TMP	4.25±1.35	3.08±1.79 ^{cd}	2.80±1.57 ^{cd}	3.43±1.62 ^{cd}
GBP	3.88±1.36	2.38±1.35 ^d	2.65±1.53 ^d	2.73±1.50 ^d
SPP	4.23±1.59	3.28±1.63 ^{bcd}	3.23±1.61 ^{cd}	3.65±1.58 ^{bc}
CTD	4.83±1.48	4.73±1.30 ^a	5.03±1.46 ^a	5.03±1.31 ^a
CMD	3.98±1.68	4.17±1.53 ^{ab}	4.48±1.47 ^{ab}	4.52±1.33 ^{ab}
F-value	NS ³⁾	12.58 ^{***}	16.72 ^{***}	13.06 ^{***}

1) Mean ± S.D.

2) a-b Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Tukey HSD test.

3) NS : not significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

4) CON : Doenjang with soybean

TMP : seasoning paste with *Tenbrio Mealworm* larvae meju

GBP : seasoning paste with *Gryllus bimaculatus* meju

SPP : seasoning paste with Silkworm[*Bombyx mori*] pupa meju

CTD : Commercial Traditional Doenjang

CMD : Commercial Doenjang

○ 갈색거저리 유충을 이용한 액상조미료(간장 형태)의 발효기간에 따른 성분분석

: 제조분리 된 조미액상은 100℃에서 10분간 끓인 후 부유물을 제거하고 냉각하여 간장형태 시료로 제조하였으며, 이를 관능검사에 이용하였다. 또한, 분석용 시료는 0일, 6일, 13일 20일에 일정량을 이용하여 실험을 실시하였다. 간장형 액상 조미료의 품질 특성을 위한 측정은 pH와 적정산도, 색도, 갈변도, 가용성고형분, 염도(Mohr 법), 환원당(DNS법), 총당(phenol-H₂SO₄법), 총질소(Kjeldahl 질소정량법), 아미노태 질소(Formal 적정법), 질소분해율(NDR), 유리아미노산 측정 등을 실시하여 시간별 발효양상에 따른 특성을 모니터링 하였다. 그리고 간장시료는 본 연구에서 제조한 대두 및 간장 시료와 국내에서 시판되고 있는 양조국간장(S사, 한국)을 함께 제시하여 곤충간장의 기호성을 대두 간장과 비교하였으며, 그 결과는 다음과 같이 나타났음.

- 간장 형태의 액상조미료의 pH, 적정산도 측정

: 각 간장 시료가 숙성 기간이 지남에 따라 pH 및 총산 변화를 측정한 결과는 표 100과 같이 나타내었다. pH는 숙성 0일차에 pH5.70-6.19정도였으며, 20일 차에는 pH5.66-6.02로 별다른 변화가 나타나지 않은 것으로 보이며 시료간의 통계적 유의한 차이가 없는 것으로 확인됨.

: 적정산도는 발효초기 0.03-0.10%에서 6일에서 13일 때는 급격히 증가하는 것으로 보였다. 마지막 20일째 대두간장과 일반곤충간장 6:2:2 간장은 증가하였으며, 일반곤충간장 8:1:1 과 탈지곤충간장은 감소하였음.

표 100. 간장 형태의 액상조미료의 pH, 적정산도 측정 결과

Sample ³⁾	Fermentation time (days)				
	0	6	13	20	
pH	S6	6.19 ± 0.00 ^a	6.00 ± 0.08 ^{a2)}	5.97 ± 0.05 ^a	5.95
	S8	6.10 ± 0.00 ^b	6.08 ± 0.02 ^a	5.95 ± 0.04 ^a	6.02
	M6	5.74 ± 0.00 ^{cd}	5.53 ± 0.01 ^c	5.56 ± 0.01 ^c	5.66 ± 0.02
	M8	5.70 ± 0.03 ^d	5.72 ± 0.02 ^b	5.70 ± 0.03 ^b	5.73 ± 0.01
	DM6	5.70 ± 0.00 ^d	5.66 ± 0.05 ^b	5.65 ± 0.00 ^{bc}	5.70 ± 0.00
	DM8	5.75 ± 0.00 ^c	5.69 ± 0.03 ^b	5.65 ± 0.00 ^b	5.84 ± 0.15
	F-value	654.400 ^{***1)}	90.103 ^{***}	58.152 ^{***}	NS
Titra $\ddot{\text{u}}$ acidity (%)	S6	0.05	0.14 ± 0.02	0.32 ± 0.07 ^c	0.55 ± 0.06 ^{ab}
	S8	0.03	0.11 ± 0.03	0.47 ± 0.04 ^d	0.51 ± 0.00 ^b
	M6	0.10	0.18 ± 0.04	0.56 ± 0.04 ^{cd}	0.61 ± 0.02 ^a
	M8	0.10	0.17 ± 0.04	0.62 ± 0.04 ^{bc}	0.61 ± 0.02 ^a
	DM6	0.10	0.18 ± 0.04	0.68 ± 0.00 ^{ab}	0.60 ± 0.00 ^a
	DM8	0.10	0.19 ± 0.05	0.77 ± 0.04 ^a	0.59 ± 0.02 ^a
	F-value		NS	51.824 ^{***}	6.883 ^{**}

1) NS: not significant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

2) ^{a-c}Means in a column with superscripts differs significantly at the 5% level (Tukey's HSD test).

3) S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

- 간장 형태의 액상조미료의 염도 및 가용성 고형분 측정

: Mohr법에 따른 염도 및 총 가용성 고형분은 표 101과 같은 결과를 보인다. 최종 20일차 염도는 20.03~21.06% 정도로 통계적으로 차이 없이 평균 20.78% 정도의 염도를 나타내었고, 시판 양조간장보다는 염도가 높은 편이나, 재래식 조선간장과 비교하였을 때 염도가 낮은 것으로 확인되었다. 이는 차후 가공과정 중 첨가소금 농도를 조절함에 따라 최종제품의 염농도는 조정가능 할 것으로 판단되었음.

: 총 가용성 고형분 측정결과 전반적으로 모든 시료에서 가용성 고형분은 6일에서 13일 까지 증가하였고, 13일에서 20일까지는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 후기에 유리당이나 유리 아미노산 등이 미생물생육의 영양 기질로 이용됨에 따라 감소하는 것으로 판단하였다. 20일 짜 대두간장 6:1:1이 42.00 °Brix로 가장 높았으며, 일반균총간장 8:1:1이 36.5 °Brix 로 가장 낮게 측정되었다. 또한, 6:2:2의 비율들이 8:1:1의 비율 간장들에 비해 전반적으로 높은 값을 나타내는 것으로 확인되었는데, 6:2:2의 간장의 8:1:1에 비해 코지의 비율이 높아 amylase와 protease에 의한 분해능이 높으며 쌀가루 기질이 많아 가용성 고형분이 높아진 것으로 판단되었음.

표 101. 간장 형태의 액상조미료의 pH, 적정산도 측정 결과

Sample ³⁾	Fermentation time (days)				
	0	6	13	20	
Salinity (%)	S6	20.74 ± 0.04 ^d	18.90 ± 1.55 ^{ab}	21.88 ± 1.13	20.36 ± 0.00
	S8	20.92 ± 0.12 ^{cd}	17.29 ± 1.53 ^b	21.88 ± 1.02	21.06
	M6	21.32 ± 0.04 ^{ab}	21.12 ± 0.24 ^a	21.73 ± 0.78	20.77 ± 0.15
	M8	21.06 ± 0.00 ^{bc}	20.83 ± 0.96 ^a	22.51 ± 0.96	20.68 ± 0.11
	DM6	21.27 ± 0.04 ^{ab}	20.24 ± 0.91 ^a	22.23 ± 0.13	21.03 ± 0.53
	DM8	21.44 ± 0.13 ^a	20.74 ± 0.18 ^a	22.63 ± 0.12	20.80 ± 0.20
	F-value	23.891 ^{**}	8.023 ^{***}	NS	NS
Total soluble solids (°Brix)	S6	35.00 ± 0.00 ^b	37.50 ± 4.12	45.00 ± 3.46	42.00 ± 0.00 ^a
	S8	35.00 ± 0.00 ^b	35.00 ± 3.46	45.50 ± 3.00	40.00 ± 0.00 ^a
	M6	36.00 ± 0.00 ^{ab}	37.00 ± 1.15	41.00 ± 1.15	37.00 ± 1.15 ^b
	M8	36.50 ± 0.71 ^a	37.00 ± 1.15	43.00 ± 2.58	36.50 ± 1.00 ^b
	DM6	35.00 ± 0.00 ^b	37.50 ± 1.91	42.00 ± 0.00	40.00 ± 0.00 ^a
	DM8	35.00 ± 0.00 ^b	36.50 ± 1.00	42.00 ± 0.00	37.50 ± 1.00 ^b
	F-value	10.600 ^{**}	NS	NS	18.704 ^{***}

1) NS: not significant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

2) ^{a-c} Means in a column with superscripts differs significantly at the 5% level (Tukey's HSD test).

3) S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

- 색도 측정

: Hunter 색도계의 측정결과 표 102와 같이 나타내었다. 전반적으로 명도는 시간이 흐름에 따른 큰 변화를 보이지 않았으나, 적색도인 a값의 경우 숙성 기간이 지남에 따라 높아지는 것을 확인 할 수 있다. 황색도의 경우 대두간장과 탈지곤충간장의 경우는 줄어드는 경향을 보이고, 탈지하지 않은 곤충간장(일반곤충 간장)은 늘어나는 것을 볼 수 있다. 숙성 마지막 날인 20일에 명도는 일반곤충 간장의 비율에 차이 없이 다른 시료에 비해 높았으며, 적색도의 경우는 대두 간장이 가장 낮고, 탈지곤충간장이 높은 것으로 확인 되었다. 이는 갈색거저리 유충이 탈지되는 과정에서 가열이 되면서 적색도의 색이 진해 진 것으로 보인다. 또한, 적색도는 6:2:2의 비율들이 8:1:1의 비율 간장들에 비해 전반적으로 높은 값을 나타내는 것으로 확인되었다. 황색도인 b값의 경우 일반곤충간장이 가장 높게 나타났는데, 이는 숙성 중 곤충의 지방에 의해 명도와 황색도가 영향을 받아 높게 나타난 것으로 보임.

표 102. 간장 형태의 액상조미료의 색도 측정 결과

Day sample ³⁾	0	6	13	20	
L	S8	46.76 ± 0.26 ^{b2)}	45.76 ± 2.05 ^{ca}	46.76 ± 1.45 ^a	44.91 ± 0.65
	S6	47.63 ± 1.12 ^b	44.58 ± 0.38 ^a	45.51 ± 0.36 ^a	44.76 ± 0.08
	M8	43.17 ± 0.55 ^c	48.58 ± 1.33 ^{ab}	47.33 ± 0.77 ^a	46.19 ± 1.49
	M6	49.76 ± 0.16 ^a	50.83 ± 0.31 ^a	47.03 ± 0.56 ^{ab}	46.71 ± 3.84
	DM8	43.50 ± 0.05 ^c	48.47 ± 0.63 ^{ab}	43.06 ± 0.76 ^{bc}	44.33 ± 0.33
	DM6	44.20 ± 0.10 ^c	47.21 ± 0.31 ^{bc}	44.22 ± 1.22 ^c	45.39 ± 0.95
	F-value	99.80*** ¹⁾	17.76***	13.57***	NS
a	S8	1.51 ± 0.09 ^c	1.97 ± 0.14 ^c	2.30 ± 0.21 ^d	2.43 ± 0.12 ^c
	S6	1.79 ± 0.44 ^{bc}	2.44 ± 0.08 ^{bc}	2.79 ± 0.28 ^c	2.63 ± 0.02 ^{bc}
	M8	2.10 ± 0.13 ^b	2.70 ± 0.27 ^{ab}	2.84 ± 0.11 ^c	3.43 ± 0.63 ^{ab}
	M6	1.99 ± 0.01 ^b	3.03 ± 0.08 ^a	3.50 ± 0.14 ^b	3.88 ± 0.64 ^a
	DM8	3.79 ± 0.02 ^a	2.02 ± 0.51 ^c	3.96 ± 0.12 ^a	3.98 ± 0.05 ^a
	DM6	3.78 ± 0.05 ^a	2.86 ± 0.08 ^{ab}	3.93 ± 0.22 ^a	4.19 ± 0.08 ^a
	F-value	113.77***	12.47***	50.94***	15.77***
b	S8	11.03 ± 0.57 ^a	7.10 ± 0.55 ^{bc}	4.59 ± 1.20 ^c	6.23 ± 0.45 ^b
	S6	9.78 ± 1.48 ^{ab}	8.27 ± 0.64 ^{ab}	7.70 ± 2.61 ^b	6.32 ± 0.05 ^b
	M8	7.76 ± 0.25 ^{cd}	9.83 ± 1.22 ^a	9.62 ± 0.53 ^{ab}	11.45 ± 1.49 ^a
	M6	6.57 ± 0.06 ^d	9.07 ± 0.49 ^a	10.59 ± 0.65 ^a	11.29 ± 2.77 ^a
	DM8	9.55 ± 0.08 ^{ab}	3.34 ± 1.19 ^d	7.34 ± 0.35 ^{bc}	7.71 ± 0.26 ^b
	DM6	9.00 ± 0.00 ^{bc}	5.49 ± 0.17 ^c	6.94 ± 0.63 ^{bc}	8.18 ± 0.64 ^b
	F-value	23.09***	36.47***	11.32***	12.30***
ΔE	S8	48.07 ± 0.13 ^b	46.35 ± 2.11 ^{cd}	47.05 ± 1.32 ^{ab}	45.40 ± 5.77 ^{ab}
	S6	48.68 ± 0.83 ^b	45.41 ± 0.49 ^d	46.29 ± 0.78 ^{bc}	45.28 ± 0.75 ^{ab}
	M8	43.91 ± 0.59 ^d	49.65 ± 1.05 ^{ab}	48.39 ± 0.65 ^a	47.74 ± 1.04 ^{ab}
	M6	50.23 ± 0.16 ^a	51.72 ± 0.21 ^a	48.33 ± 0.40 ^a	48.32 ± 3.02 ^a
	DM8	44.70 ± 0.03 ^{cd}	48.63 ± 0.71 ^{bc}	43.86 ± 0.69 ^d	45.17 ± 0.32 ^b
	DM6	45.27 ± 0.10 ^c	47.62 ± 0.30 ^{bcd}	44.93 ± 1.11 ^{cd}	46.31 ± 0.82 ^{ab}
	F-value	140.62***	19.64***	17.25***	3.91*

1) NS: not significant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

2) ^{a-c}Means in a column with superscripts differ significantly at the 5% level (Tukey's HSD test).

3) S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

- 갈변도 측정

: 흡광도에 의한 갈색도의 측정 결과는 그림 83과 같이 나타났다. 저장 중에 발생하는 간장의 갈변은 비효소적 갈변반응으로 아마도리 전위(Amadori rearrangement) 화합물과 melanoidins, reductones과 같은 maillard 반응의 중간체 참여에 기인한다. 대두간장과 일반콩중간장의 경우는 숙성기간이 길어짐에 따라 흡광도가 증가하는 경향을 보이고 있다. 반면 탈지콩중간장의 경우는 갈색도가 증가하다가 마지막 20일 차에 급격히 감소하는 경향을 확인할 수 있다. 선행연구에 따르면 간장의 아미노태 질소와 갈색도의 경우 유의적인 양의 상관관계를 가진다고 하였는데, 본 연구의 갈색도가 높은 탈지콩중간장의 경우 다른 간장에 비해 아미노태 질소의 함량이 높은 경향을 보인다.

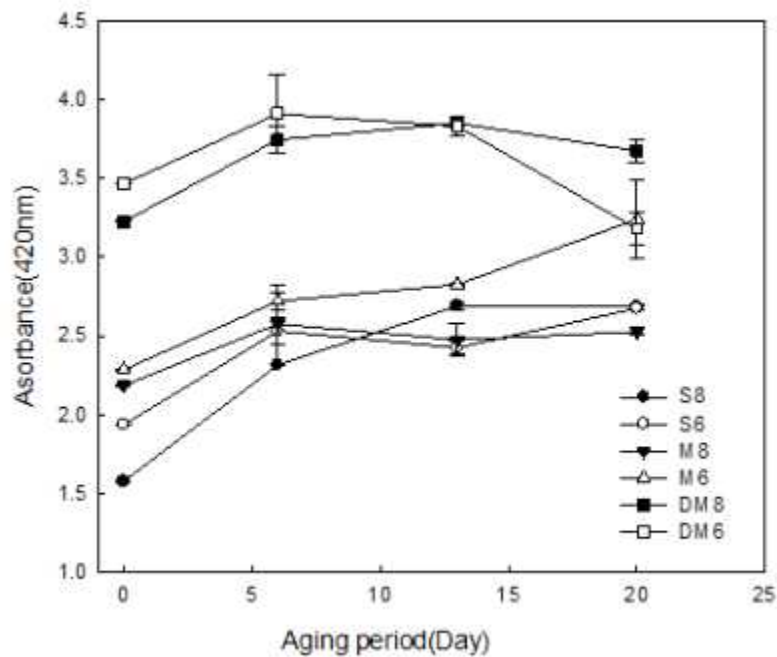


그림 83. 간장 형태의 액상조미료의 갈변도 변화 측정

* S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

- 환원당 및 총당 측정

: 환원당 측정결과 그림 84와 같이 분석되었으며, 숙성기간과 각 시료들간의 통계적으로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 환원당은 단맛을 내는 물질로 관능적인 중요한 지표 중 하나이다. 실험결과 발효기간이 지날수록 환원당 함량이 증가하는 경향을 보였으며, 대두간장 6:2:2의 시료를 제외하고 모든 군에서 20일째 환원당 함량이 가장 높게 측정되었다. 숙성 초기에 환원당 함량이 증가하는 양상은 시료 내의 전분질이 균주가 생성하는 α -아밀라아제의 작용으로 당화하는 과정에서 나타나는 현상이다. 모든 간장 중에서 대두간장 6:2:2가 가장 높은 환원당 함량을 보여주고 있다. 또한 전반적으로 6:2:2의 비율들이 8:1:1의 비율 간장들에 비해 높았으며, 일반곤충간장과 탈지곤충간장보다 대두간장의 환원당이 더 높게 나타내는 것으로 확인되었음.

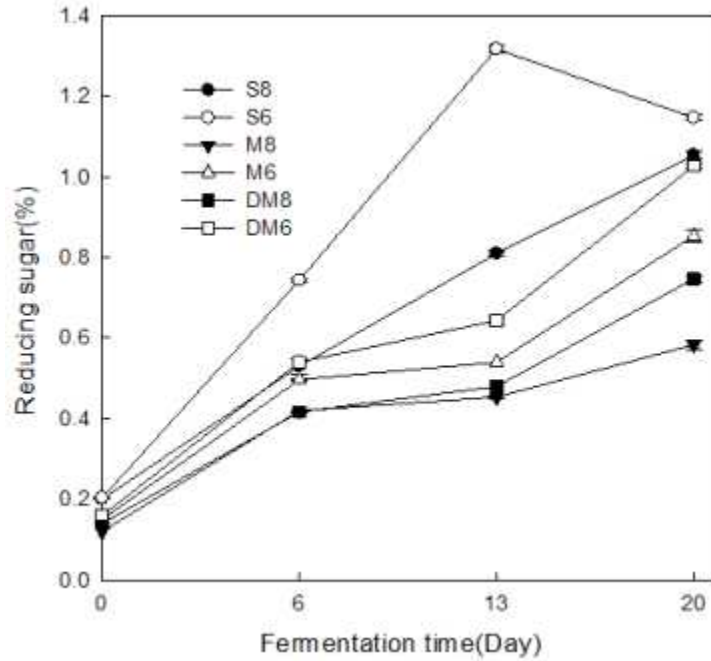


그림 84. 간장 형태 액상조미료의 환원당 변화 측정

* S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

: 간장의 숙성에 따른 총당의 변화는 그림 85와 같이 나타내었으며, 각 시료는 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 조사되었다($P < 0.05$). 간장을 제조한 0일차에는 총당의 함량이 1%~2%로 측정되었고, 발효 6일까지 총당 함량이 급격히 증가하여 13일까지 유지되는 모습을 보이다가 20일에 전반적으로 모든 시료에서 감소하는 추세를 보이고 있다. 대두 6:2:2 비율의 총당 함량이 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 각 실험군에서 6:2:2가 8:1:1에 비해 총당 함량이 높게 나와 시료간의 함량 차이는 환원당과 비슷한 경향을 보여주었다. 이러한 양상은 6:2:2비율의 간장들에 당분이 되는 쌀가루의 함량이 높아 amylase에 의해 분해될 수 있는 기질이 많아서 나타나는 것으로 보인다. 대두간장 6:2:2의 경우 13일차에서 20일차에 환원당 함량이 감소하는 양상을 보이고, 총당은 대체적으로 13일에서 20일차로 숙성이 진행되는 동안 감소하는 양상을 보임.

: 환원당과 총당의 함량을 비교하였을 때 각 시료간에 함량 차이가 유사하게 나타났으며, 20일차에 평균적으로 환원당이 총당의 40% 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 또한, 대두간장의 경우 대두 자체의 당분이 곤충보다 함량이 높아 비교적 많은 함량을 나타내고 있으나, 총당 대비 환원당의 함량을 비교했을 때, 대두간장 8:1:1이 33.7%, 6:2:2가 34.9%이고, 곤충간장의 경우 평균 42.8%로 총당에서 환원당으로 전환된 비율이 높은 것으로 분석되었음.

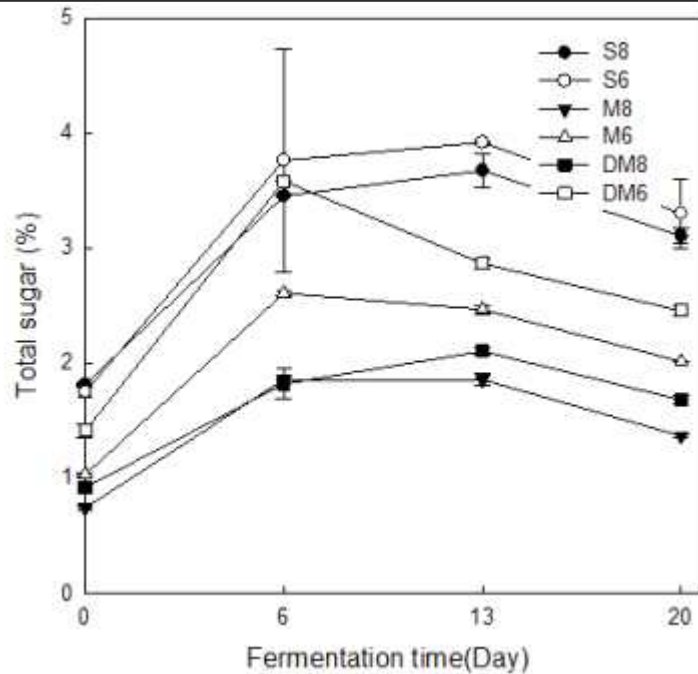


그림 85. 간장 형태 액상조미료의 총당 변화 측정

* S8: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju koji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:koji:roasted rice flour = 8:1:1

- 간장 형태 액상조미료의 총질소, 아미노태 질소 및 NDR 변화 측정

: 간장의 숙성 기간에 따른 총 질소와 아미노태 질소, 질소분해율의 변화는 표 103에 제시하였다. 간장의 질소성분은 간장의 품질에 가장 크게 영향을 미치는 주요 인자로 알려져 있다. 일반적으로 품질 좋은 간장은 1.0~1.65%의 총질소를 함유하고 있으며, 그 중에서 45%는 유리아미노산이, 그리고 나머지 중 45%는 단순 peptide 형태로 구성되어 있다고 보고되었다. 본 실험의 발효과정 중 총 질소 함량의 변화를 측정한 결과 발효 0일차에 0.68~0.98%까지 TN이 조사되었고, 발효 6일차에서 12일까지는 총질소가 큰 변화를 보이지 않는 것으로 보여진다. 각 숙성 날짜마다 시료간의 유의적 차이가 있는 것으로 확인 되었는데($p < 0.05$), 0일차는 탈지곤충간장이 다른 시료군에 비해 높았으나, 발효가 진행되면서 20일 차에는 대두간장 6:2:2가 1.31%까지 도달하여 가장 높은 질소함량을 나타내었다. 그 외에 대두간장 8:1:1과 탈지곤충간장이 높았으며, 일반곤충간장이 가장 낮은 값을 나타내었으나 모든 시료에서 FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (CAC)의 국제 표준 규격 안의 기준에 따르는 간장의 품질 기준인 총질소 0.7% 이상을 나타내었으며 그 차이는 크지 않은 것으로 보여짐.

: 아미노태 질소는 protease activity가 높고, 대두의 양이 많을수록 저분자 peptide와 아미노산이 다량으로 생성됨에 따라 높아지는 것으로 간장의 숙성 정도와 보존기간 품질의 지표가 된다. 발효 초기 아미노태 질소 함량은 0.04~0.09%로 실험군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 발효 6일째 0.25~0.35%로 급증한 이후 20일까지는 대체로 변화가 없는 경향을 보인다. 또한 6:2:2의 실험군이 8:2:2 실험군보다 전반적으로 아미노태 질소의 함량이 높은 값을 나타내어 6:2:2의 비율이 액상조미료의 발효를 더욱 촉진시킴을 알 수 있었음.

: 질소 분해율(NDR)이 나타내는 값은 균주에 의해 발효가 어느 정도로 진행되었는지 알 수 있는 지표가 된다. 0일차에는 탈지곤충간장 6:2:2가 10.61%로 가장 높았고 일반곤충간장 8:1:1이 5.51%로 가장 낮았으나 실험군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 발효 20일째에는 일반곤충 6:2:2가 28.59%로 가장 높았고 대두간장 8:1:1이 22.47%로 가장 낮은 값을 나타내었으며 6:2:2의 실험군이 8:1:1의 실험

험 군보다 대체로 더 높은 경향성을 나타냄을 확인할 수 있었음.

표 103. 간장 형태 액상조미료의 총질소, 아미노태 질소 및 NDR 변화

Day sample ⁴⁾	0	6	13	20	
TN	S8	0.71 ± 0.01 ^c	1.20 ± 0.02 ^{ab}	1.14 ± 0.01 ^{bc}	1.20 ± 0.03 ^b
	S6	0.68 ± 0.00 ^c	1.16 ± 0.01 ^b	1.11 ± 0.00 ^{cd}	1.31 ± 0.02 ^a
	M8	0.73 ± 0.00 ^c	1.26 ± 0.01 ^a	1.21 ± 0.00 ^{ab}	1.06 ± 0.01 ^c
	M6	0.73 ± 0.00 ^c	1.14 ± 0.05 ^b	1.04 ± 0.01 ^d	1.06 ± 0.01 ^c
	DM8	0.98 ± 0.03 ^a	1.25 ± 0.00 ^a	1.28 ± 0.02 ^a	1.19 ± 0.03 ^b
	DM6	0.89 ± 0.00 ^b	1.13 ± 0.01 ^b	1.16 ± 0.04 ^{bc}	1.19 ± 0.04 ^b
	F-value	114.50 ^{***2)}	16.81 [*]	35.38 ^{***}	23.12 ^{**}
AN	S8	0.05 ± 0.00	0.25 ± 0.03 ^c	0.27 ± 0.10	0.27 ± 0.00 ^{cd}
	S6	0.05 ± 0.00	0.27 ± 0.04 ^{bc}	0.25 ± 0.03	0.32 ± 0.01 ^{ab}
	M8	0.04 ± 0.00	0.34 ± 0.03 ^{ab}	0.23 ± 0.02	0.26 ± 0.01 ^d
	M6	0.05 ± 0.00	0.28 ± 0.01 ^{abc}	0.21 ± 0.00	0.29 ± 0.02 ^{bc}
	DM8	0.06 ± 0.01	0.35 ± 0.02 ^a	0.28 ± 0.04	0.32 ± 0.01 ^{ab}
	DM6	0.09 ± 0.04	0.33 ± 0.05 ^{ab}	0.25 ± 0.01	0.32 ± 0.00 ^a
	F-value	NS	6.64 ^{**}	NS	23.78 ^{***}
NDR	S8	7.09 ± 0.52	18.98 ± 1.65 ^b	17.23 ± 2.45 ^b	22.47 ± 0.56 ^d
	S6	7.88 ± 0.06	24.94 ± 0.82 ^a	19.62 ± 0.42 ^{ab}	24.13 ± 0.36 ^{cd}
	M8	5.51 ± 0.04	25.53 ± 1.88 ^a	20.08 ± 0.14 ^{ab}	25.69 ± 0.13 ^{bc}
	M6	7.35 ± 0.05	24.69 ± 1.07 ^a	19.79 ± 0.08 ^{ab}	28.59 ± 0.38 ^a
	DM8	5.79 ± 1.25	27.81 ± 0.86 ^a	22.15 ± 0.96 ^a	26.75 ± 0.38 ^{ab}
	DM6	10.61 ± 4.31	26.67 ± 0.49 ^a	21.40 ± 0.09 ^{ab}	27.21 ± 1.03 ^{ab}
	F-value	NS	15.58 [*]	4.86 [*]	32.78 ^{***}

1) NDR, nitrogen degradation ratio

2) NS: not significant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

3) a - d Means in a column with different superscripts differ significantly at the 5% level (Tukey's HSD test).

4) S8: soy sauce with soybean meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:kaji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

- 간장 형태 액상조미료의 관능검사

: 본 연구에서 제조한 대두간장 및 곤충간장과 일반 시중에서 판매되는 간장을 이용해 7점 척도로 색, 향, 맛, 전체적인 기호도를 측정된 결과 표 104와 같이 분석되었다. 그 결과 색에서는 유의적인 차이가 없었으며, 향의 경우 대두간장 8:1:1과 시판 국간장이 기호성이 좋게 나왔으나, 대두간장 6:2:2를 제외하고는 유의적인 차이가 없었고 맛의 경우에도 대두간장 6:2:2가 기호성이 낮은 것을 제외하고 맛의 차이에 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 기호도에서도 대두간장 6:2:2가 기호성이 낮은 것으로 나타났으며, 점수로는 대두간장 6:2:2와 시판 국간장이 점수가 높게 나왔으나 통계적으로는 유의적 차이가 없게 분석되었다. 이는 대두로 만든 일반간장과 곤충간장에 관능적으로 차이를 보이지 않고, 간장의 특성을 보유하고 있어, 대두간장을 대체로 충분히 곤충간장을 사용할 수 있을 것이라 판단된다. 또

한, 대두간장을 제외한 곤충간장의 기호도를 비교한 결과 전체적으로 일반 곤충간장 6:2:2가 가장 우수한 기호성을 보이는 것으로 조사되었다. 이는 곤충의 지방이 함유된 상태에서 발효가 이루어지고, 쌀가루로 인한 당분이 높아진 것이 그 이유인 것으로 파악된다. 따라서 추후 진행되는 곤충 액상 조미료의 제조 시 메주:코지:쌀가루를 6:2:2의 비율로 제조하여 제품특성 연구를 계속적으로 진행할 예정이다.

표 104. 간장 형태 액상조미료의 관능적 특성 연구

attributes sample ³⁾	Color	Flavor	Taste	Overall acceptance
S8	4.79 ± 1.48	4.36 ± 1.34 ^{a2)}	4.71 ± 1.33 ^a	4.43 ± 1.34 ^a
S6	3.79 ± 1.37	2.93 ± 1.82 ^b	2.21 ± 1.42 ^b	2.50 ± 1.74 ^b
M8	4.30 ± 1.62	3.95 ± 1.50 ^{ab}	4.25 ± 1.69 ^a	3.91 ± 1.60 ^a
M6	3.95 ± 1.80	4.05 ± 1.40 ^{ab}	4.43 ± 1.42 ^a	3.95 ± 1.43 ^a
DM8	3.82 ± 1.74	3.22 ± 1.42 ^{ab}	3.55 ± 1.47 ^{ab}	3.51 ± 1.48 ^{ab}
DM6	4.11 ± 1.74	3.66 ± 1.71 ^{ab}	3.68 ± 1.65 ^a	3.74 ± 1.69 ^{ab}
CS	4.40 ± 2.03	4.40 ± 1.92 ^a	4.40 ± 1.63 ^a	4.60 ± 1.35 ^a
F-value	NS ¹⁾	2.423*	5.437***	3.082**

1) NS: not significant, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

2) a - c Means in a column with different superscripts differ significantly at the 5% level (Tukey's HSD test).

3) S8: soy sauce with soybean meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:kaji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

CS: Commercial Soysauce (시판 한국브랜드 간장)

다) 발효 후 생성되는 관능관련 생성물질 [향기성분(GC-Mass) 및 유리 아미노산]의 profile 특성 분석

○ 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*), 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(*Silkworm pupa*) 이용 페이스트형 발효조미료(된장 형태)의 아미노산 분석

: 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*), 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(*Silkworm pupa*) 등 식용곤충 원료를 이용하여 된장 형태의 조미료를 제조한 후 그 제품의 아미노산 분석을 실시한 결과 표 105와 같이 조사되었음.

: 된장은 발효과정 중에 미생물에 기인하는 단백질 분해효소 작용으로 생성되는 유리아미노산의 함량이 높을수록 맛과 영양이 뛰어난 우수 식품으로 평가되기 때문에 유리아미노산의 성분분석이 중요하게 이루어진다. 본 실험의 유리 아미노산 분석 결과 0일차의 비해 모든 시료의 유리 아미노산 함량이 증가하였다. 35일차의 Control의 총 유리 아미노산 함량은 51948.8mg/kg, TMP가 45145.9mg/kg, GBP가 39058.5mg/kg, SPP가 36688.8mg/kg로 나타났다. Control에 비해 곤충 시료의 유리 아미노산의 함량이 낮은 결과를 보였지만 시판 전통된장의 분석에서 유리아미노산의 총 함량은 평균 3.81%로 보고하였으며 본 연구와 비슷한 결과를 나타냈다. 모든 시료 aspartic acid, glutamic acid, alanine, leucine, lysine이 비교적 많이 검출되었다. 쓴맛에 영향을 미치는 성분인 leucine의 경우는 control이 제일 높은 값으로 보였으며 곤충 된장 중에서는 TMP가 가장 높은 값으로 나타내었다. 구수한 맛에 영향을 미치

는 성분 중 대표적인 glutamic acid는 유리 아미노산 중에서 가장 높은 값을 보였으며, aspartic acid의 경우 0일차에 비해 35일차에 다량 증가한 것을 파악할 수 있었다. 단맛에 영향을 주는 alanine의 경우 다른 시료에 비해 TMP 시료가 가장 높은 함량을 나타내었다. 일반적으로 시판 전통된장의 분석에서 glutamic acid, leucine, alanine, lysine 및 valine등 가장 많이 검출된다는 결과와 곤충으로 제조한 된장에서도 유사한 결과를 나타내는 것을 확인하였음.

표 105. 대두 및 식용곤충(갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 번데기) 페이스트형 발효조미료의 아미노산 성분 분석 (mg/kg)

Amino acid	Control ¹⁾		TMP		GBP		SPP	
	0	35	0	35	0	35	0	35
Aspartate	1424.0	5456.0	1301.7	3745.4	1360.9	3490.3	957.7	3450.5
Glutamate	4673.2	11921.6	4406.8	7114.8	4173.1	6557.1	2960.6	5672.4
Serine	1057.7	3075.0	624.9	1388.8	580.6	1794.2	523.6	1789.6
Histidine	862	1916.3	1769.1	2392.2	863.6	1372.9	2404	2281.3
Glycine	847.7	2314.8	1127.9	2326.2	809.8	1765.3	747.4	1709.2
Threonine	1026.9	2247.2	1397.9	2626.4	703.1	1925.5	1045.7	2265.1
Arginine	379.8	535.7	514.2	469.4	303.4	484.7	590.5	462.6
Alanine	1455.0	3153.8	2507.0	4547.5	2217.3	3545.5	1697.0	3053.9
Tyrosine	678.7	2273.4	771.8	2365.4	411.5	1700.8	651.0	1415.7
Valine	1147.5	2339.1	2325.1	3223.3	1485.8	2234.2	1579.2	2373.4
Methionine	463.9	724.0	461.1	612.3	634.3	786.7	622.2	790.6
Phenylalanine	1400.6	2519.3	1369.5	1856.5	1601.1	2014.1	1302.0	1805.7
Isoleucine	1048.8	2535.3	1469.5	2285.9	1150.3	1879.6	931.2	1778.3
Leucine	1396.7	3533.8	2114.6	3492.8	2022.9	2991.7	1287.5	2510.8
Lysine	2289.5	4846.0	3036.3	4164.5	3494.0	4209.3	2811.2	3977.6
Proline	891.1	2557.4	1643.4	2534.6	868.3	2306.5	444.9	1352.1
Total	21043.1	51948.8	26841	45145.9	22680.1	39058.5	20555.7	36688.8

1) CON : Doenjang with soybean

TMP : seasoning paste with *Tenebrio Mealworm* larvae meju

GBP : seasoning paste with *Gryllus bimaculatus* meju

SPP : seasoning paste with Silkworm[*Bombyx mori*] pupa meju

○ 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(Silkworm[*Bombyx mori*] pupa) 이용 페이스트형 발효조미료(된장 형태)의 휘발성화합물의 성분 분석(GC-Mass)

: 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(Silkworm[*Bombyx mori*] pupa)등 식용곤충 원료를 이용하여 *Bacillus subtilis*와 *Aspergillus oryzae*를 이용하여 5주간 숙성시킨 된장 형태의 조미료를 제조한 후 그 제품의 휘발성화합물을 GC-Mass로 분석한 결과는 표 106과 같이 조사되었음.

: 각 된장 시료의 향미에 영향을 미치는 휘발성화합물의 성분분석은 GC-MS를 이용하여 4개의 된장 시료를 분석한 결과 총 151개의 향미성분이 분석되었다. 각 시료별로 대두로 제조한 Control의 경우 57개의 향미성분이 분석되었으며, 갈색거저리 유충으로 제조한 된장(TMP)의 경우는 54개, 쌍별 귀뚜라미로 제조한 된장(GBP)는 55개 마지막으로 번데기로 제조한 된장(SPP)의 경우는 37개의 향미성분이 조사되었음.

: 곤충발효제품에 대한 향기성분 분석의 경우 이전 연구논문이 없었으므로 이들 물질에 대한 관련연구들의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단됨.

표 106. 대두 및 식용곤충(갈색거저리 유충, 쌍별 귀뚜라미, 번데기) 페이스트형 발효조미료의 GC-MS를 이용한 휘발성 화합물의 성분 분석

No.	Volatile compound	RT	paste samples			
			Control ¹⁾	TMP	GBP	SPP
1	Ethylene oxide	4.18	31.22	-	-	-
2	Nitrous oxide	4.18	-	21.04	-	-
3	2-Pentanamine	4.316	-	-	21.57	-
4	sec-Butylamine	4.676	-	7.76	-	-
5	(S)-Methyl 2-aminopropanoate	5.062	-	-	-	2.39
6	Acetaldehyde	5.44	3.05	-	-	-
7	N,N-Dimethylacetamide	5.449	-	-	3.12	-
8	Topotecan	5.458	-	-	-	5.23
9	Isobutyraldehyde	7.387	0.92	0.86	-	-
10	2-Methyltetrahydrofuran-3-one	7.4	-	-	-	0.68
11	1,3-butanediol	7.419	-	-	0.75	-
12	n-pentanal	10.266	5.26	-	-	-
13	Butanal, 3-methyl-	10.28	-	-	2.71	-
14	Isovaleraldehyde	10.28	-	4.25	-	-
15	Ethanol	10.844	0.37	0.33	-	-
16	ethylalcohol	10.885	-	-	0.47	-
17	2,3-Butanedione	12.249	-	1.53	-	1.02
18	Urea,N-(aminoiminomethyl)-	12.308	-	-	0.27	-
19	Hexanal	15.816	6.11	-	-	-
20	4-Methoxy-2-butanone	17.035	-	0.07	-	-
21	2-Butylfuran	17.535	0.27	-	-	-
22	trans-2-Pentenal	17.549	-	-	-	0.57
23	2,3-Dimethylhexa-1,3-dien-5-ol	17.58	-	-	0.27	-
24	2-Heptanone	19.268	-	-	-	0.45
25	Heptanal	19.295	-	0.46	-	-
26	Dodecane	19.382	0.51	-	-	-
27	Tributylamine	19.514	-	-	0.14	-
28	Isoamyl alcohol	19.932	0.48	-	-	-
29	Isoamyl alcohol	20.023	-	1.00	-	-
30	1-Butanol, 3-methyl-	20.1	-	-	0.68	-
31	2-Amylfuran	20.514	1.15	-	2.31	-
32	2-Pentylfuran	20.678	-	1.06	-	-
33	pentanol	21.265	0.20	-	-	-
34	1,2-dimethylazetidine	21.319	-	0.27	-	-
35	trimethylsilyl ester	21.374	-	-	0.54	-
36	styrene	21.738	0.20	0.40	-	0.68

37	2-Methylpyrazine	22.093	0.20	0.46	0.41	-
38	2-Amino-6-methylbenzothiazole	22.639	0.44	-	-	-
39	Acetoin	22.698	-	1.79	-	-
40	Ethanol, 2,2'-oxybis-	22.78	-	-	0.34	-
41	Cetyl alcohol	23.039	0.20	-	-	-
42	4,4-Dimethoxybutan-2-one	23.153	-	0.60	-	0.34
43	tert-Butoxytrimethylsilane	23.466	-	0.33	-	-
44	2,3-octanedione	23.512	0.14	-	-	-
45	(E)-Hept-2-enal	23.812	-	0.93	-	-
46	trans-2-Heptenal	23.826	0.92	-	-	-
47	2,5- dimethyl pyrazine	23.889	-	-	-	0.57
48	2,6-Dimethylpyrazine	24.022	1.09	1.39	2.17	3.64
49	2,3-dimethyl pyrazine	24.563	0.31	-	-	-
50	2,3-Dimethylpyrazine	24.604	-	0.33	-	-
51	Tetradecane	25.491	0.98	-	1.97	3.30
52	n-Nonaldehyde	25.659	-	-	0.95	-
53	n- Nonaldehyde	25.727	0.78	-	-	2.61
54	Pyrazine, trimethyl-	26.232	2.48	-	4.95	8.30
55	Trimethylpyrazine	26.255	-	3.19	-	-
56	3,3-Dimethylcyclobutene	26.746	-	-	-	0.45
57	Acetic acid	26.81	-	-	0.95	-
58	(2E)-2-Octenal	26.851	2.54	0.86	-	-
59	2-Vinylpyrazine	27.115	-	0.27	-	-
60	Pyrazine,3-ethyl-2,5-dimethyl-	27.315	-	0.33	-	-
61	Pyrazine, 3- ethyl- 2,5- dimethyl-	27.319	0.37	-	-	-
62	2-Furancarboxaldehyde	27.624	1.56	-	3.12	5.23
63	Furfural	27.624	-	0.93	-	-
64	Benzaldehyde, 2,5-bis[(trimethylsilyloxy]-	27.915	-	-	0.27	-
65	3-Hydroxymandelic acid	27.929	0.61	-	-	-
66	Pentadecane	28.111	-	-	0.81	-
67	Pyrazine, tetramethyl-	28.165	5.67	-	-	18.98
68	2,3,5,6-Tetramethylpyrazine	28.174	-	5.31	-	-
69	2,4-Heptadienal	28.552	-	-	1.36	-
70	Bis[1,4]benzodithiino[2,3-b:2',3'-e]pyridine	28.67	-	1.46	-	-
71	2,3,5-Trimethyl-6-ethylpyrazine	29.139	-	0.86	-	-
72	Pyrazine, ethyltrimethyl	29.148	0.88	-	-	-
73	2- Methyl- 3,5- diethylpyrazine	29.148	-	-	-	0.45
74	Benzaldehyde	29.53	6.55	-	5.56	-
75	Propionic acid	29.844	-	1.06	0.95	-
76	Ether, ethyl isopropyl	29.862	-	-	-	1.36

77	Isooctanol	29.867	0.58	-	-	-
78	(R,R)-2,3-Butanediol	30.262	0.81	-	-	-
79	(2R,3R)-(-)-2,3-Butanediol	30.267	-	1.73	-	-
80	2,3-Butanediol	30.271	-	-	1.36	-
81	3,5-octadienone	30.571	-	-	-	2.05
82	pyrazolo[1,5-a]pyridin-5-ol	30.703	-	3.32	-	-
83	Hexadecane	30.785	1.46	-	2.92	-
84	(2E,6E)-2,6-Nonadienal	30.972	-	-	-	1.36
85	15-Crown-5	31.117	-	-	1.22	-
86	2-Undecanone	31.154	1.36	1.53	-	-
87	Silanediol, dimethyl-	31.654	0.81	-	-	-
88	1-Triazene	31.672	-	-	-	1.48
89	Benzaldehyde, 2,3,4- trimethyl-	31.831	-	-	-	1.36
90	Furfuryl alcohol	32.395	-	2.65	1.29	-
91	Benzeneacetaldehyde	32.491	2.27	-	-	-
92	Benzaldehyde, 4-methyl-	32.764	2.65	5.18	5.29	-
93	Acetophenone	32.764	-	-	-	11.02
94	Heptadecane	33.178	-	-	0.88	-
95	Hexadecane, methyl-	33.21	1.12	2.19	-	-
96	7,8-Dihydro[1,3]thiazolo[3,2-e]purin-4(1H)-one	33.423	-	-	-	1.36
97	Methyl N-hydroxybenzenecarboximidate	33.965	-	-	4.95	-
98	Methyl N-hydroxybenzenecarboximidoate	33.965	-	3.52	-	-
99	Benzaldehyde, 4-ethyl-	34.183	1.29	-	-	-
100	2-Hexadecanol	34.37	-	-	-	1.25
101	4-Isothiazolecarboxylic acid, 3,5-bis(methylthio)-	34.547	1.05	-	-	-
102	Bicyclo[13.1.0]hexadecan-2-one	34.797	-	0.73	-	-
103	Acetamide	34.838	-	-	1.90	-
104	1,13-Tetradecadiene	34.984	-	1.26	-	-
105	Cyclohexadecane	35.011	0.44	-	-	-
106	Naphthalene	35.193	1.32	1.26	2.65	4.43
107	2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethanol	35.58	-	1.33	-	-
108	Octadecane	35.598	-	-	0.75	-
109	bicyclo(5.1.0)octane	36.125	-	-	0.95	-
110	1,2-Dimethyl-1-cyclooctene	36.148	-	0.60	-	-
111	2-Nonadecanol	36.167	0.41	-	-	-
112	2-Tridecanone	36.312	0.51	0.80	-	-
113	trans,trans-2,4-Decadienal	36.553	-	1.92	-	-
114	2,4-Decadienal,(2E,4E)-	36.576	1.26	-	-	4.20
115	2-Phenethyl acetate	36.68	-	-	1.97	-

116	1-Methoxy-4-(prop-1-en-1-yl)benzene	37.026	-	-	0.68	-
117	Octaethylene glycol monododecyl ether	37.576	-	0.53	0.34	-
118	Geranylacetone	37.59	0.68	-	-	-
119	Furan	37.831	-	1.00	-	-
120	1-Naphthol	37.836	0.85	-	1.70	-
121	Pentanoic acid	38.25	0.41	-	-	-
122	Ethyl oleate	38.427	-	-	-	1.48
123	1-Chloro-1-fluoroethylene	38.527	-	1.13	-	-
124	phenethyl butyrate	38.604	-	-	2.78	-
125	2-Amino-4-(4-nitrophenyl)thiazole+A64	38.782	0.24	-	-	-
126	12-Crown-4	39.228	-	-	0.20	-
127	2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol	39.241	-	0.27	-	-
128	2-Phenylethyl alcohol	39.505	1.49	2.92	2.99	5.00
129	2-Phenyl-2-butenal	40.451	0.68	0.53	1.36	2.27
130	O-(2-hydroxyethyl)-glycolamide	40.933	-	-	0.20	-
131	2-Cyclohexylethanol	40.947	-	0.80	-	-
132	1,4,7,10,13,16,19-Heptaoxacycloheneicosane	40.965	0.41	1.46	-	-
133	2-Acetylpyrrole	41.643	0.41	0.60	0.81	1.36
134	Phenethyl 2-methylbutyrate	41.861	-	-	0.47	-
135	Eicosane	41.902	-	-	-	0.45
136	4H-Pyran-4-one,3-hydroxy-2-methyl-	41.962	0.37	-	-	-
137	Phenylethyl isovalerate	42.535	-	-	0.61	-
138	Phenol	42.639	-	0.53	-	0.23
139	2-PENTADECANONE	43.458	0.17	-	0.75	0.57
140	Heptadecanal	43.813	-	-	0.75	-
141	Pentadecanal	43.817	-	-	-	0.68
142	1H-Pyrrolicarboxaldehyde	43.963	0.27	-	-	-
143	Ethyl myristate	44.5	-	-	0.20	-
144	18-Crown-6	44.8	-	-	0.07	0.23
145	8-isopropyl-1-naphthol	45.236	-	-	0.27	-
146	5-Methyl-2-phenyl-2-hexenal	46.424	-	-	0.68	-
147	Ethyl linoleate	46.433	-	1.46	-	-
148	5-Methyl-2-phenyl-2-hexenal	46.447	0.34	-	-	-
149	γ -Decalactone	50.704	-	-	0.61	-
150	2-Methoxy-4-vinylphenol	53.383	-	0.93	-	-
151	Phenol,4-ethenyl-2-methoxy-	53.388	0.88	-	1.76	2.95
total volatile compound			57	54	55	37

1) CON : Doenjang with soybean

TMP : seasoning paste with *Tenbrio Mealworm* larvae meju

GBP : seasoning paste with *Gryllus bimaculatus* meju

SPP : seasoning paste with Silkworm[*Bombyx mori*] pupa meju

○ 갈색거저리 유충을 이용한 액상조미료(간장 형태)의 발효기간에 따른 아미노산 분석

: 비율에 따라 20일 동안 숙성시킨 대두와 갈색거저리 유충을 이용한 간장 형태의 액상조미료의 아미노산 분석을 실시한 결과 필수 아미노산은 10종, 비필수 아미노산 9종, 아미노산 유도체 17종으로 검출되었으며 표 107과 같이 분석되었음.

: 간장의 아미노산은 0일차와 20일차를 비교 분석해 본 결과(no shown 표), 필수, 비필수 아미노산뿐만 아니라 아미노산 유도체 또한 전체적으로 1.5-2배 가량 함량이 늘어나, 기간이 지나면서 숙성에 의한 단백질의 분해로 아미노산이 간장 내에 유리된 것을 확인 할 수 있다. 아미노산 중 대두간장의 경우는 숙성이 될수록 모두 증가하는 경향을 보이거나 곤충 간장의 경우는 대부분 모든 아미노산이 증가하나 쓴맛을 내는 것으로 알려져 있는 arginine이 다량 감소하고, 단맛을 내는 것으로 알려진 proline이 약간 감소하는 경향을 보임.

: 아미노산 유도체를 제외한 총 아미노산의 함량은 대두간장, 탈지곤충간장, 일반곤충간장이 8:1:1 비율에서는 3079.50, 4294.60, and 4411.61 mg/100g 으로 검출이 되었으며, 6:2:2의 비율에서는 각각 4250.03, 3991.08, and 5104.17 mg/100g으로 조사되어 일반곤충간장이 전반적으로 다른 간장보다 아미노산 함량이 높고 특히 6:2:2의 비율로 제조한 간장의 함량이 가장 높게 조사되었다. 아미노산 유도체를 포함한 함량 또한 일반곤충간장 6:2:2가 가장 높은 함량으로 나타났다. 유리아미노산의 함량은 모든 샘플에서 감칠맛을 내는 것으로 잘 알려진 glutamic acid 504.26 - 698.95 mg/100g 으로 가장 높게 나타났다. 대두와 달리 곤충 간장에서는 단맛과 감칠맛을 낸다고 보고된 proline의 함량이 401.16 - 645.20 mg/100g 으로 매우 높게 나타났다. 그 외 비필수 아미노산으로는 alanine, aspartic acid, serine 등이 높은 함량을 보유하는 것으로 파악되었다. 필수 아미노산 중 쓴맛을 낸다고 알려진 arginine의 경우 다량 존재할 경우 간장의 풍미가 나빠질 수 있을 것으로 판단되는데, 대두 간장에는 다량 존재하는 것에 반해 곤충간장은 그 함량이 미량으로 arginine에 의한 쓴맛이 적을 것으로 보여진다. Leucine의 경우 모든 시료에서 가장 높은 필수 아미노산으로 분석되었고, isoleucine, lysine, phenylalanine, valine 등이 높은 함량을 나타냈다. 시판 조선 및 양조간장에서의 주요 아미노산은 alanine, glutamic acid, leucine, valine 등으로 조사되었는데, 본 연구의 대두간장도 유사한 결과를 보였으며, 곤충간장의 경우도 대부분은 유사하나 proline이 glutamic acid와 함께 가장 다량의 아미노산으로 검출되어 곤충간장 아미노산의 큰 특징으로 보여진다. 아미노산 유도체에서는 citrulline이 매우 높은 함량을 나타내고 있으며 특히 일반곤충간장 6:2:2가 423.97 mg/100g으로 가장 높은 함량을 나타내고 있다. Citrulline은 arginine을 생성하는 전구체 아미노산으로 신체의 혈장 내 arginine 농도와 산화질소를 효과적으로 증가시킨다고 보고되어 있어 혈관 확장을 통한 혈압을 낮추는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 그 외에 전체적으로 Urea와 Ornithine의 함량이 높게 나타났으며, 백색지방을 에너지로 연소되기 쉬운 갈색지방으로 유도시킨다고 보고된 β -aminoisobutyric acid (BAIBA)의 경우 다른 간장에 비해 일반곤충간장이 높은 함량을 보유하고 있는 것으로 분석되었음.

: 총 아미노산 중 필수아미노산의 비율을 확인해본 결과 S6의 경우는 52.9%이고, S8은 52.6%로 유사하였으며, M6는 46.6%, M8는 47.7%, DM6는 49.0% 그리고 DM8는 47.0%의 비율로 확인이 되었음.

표 107. 비율을 달리한 곤충 및 대두 발효 조미액의 아미노산 분석 (mg/100g)

Amino acid		S6 ¹⁾	S8	M6	M8	DM6	DM8
Essential amino acids	Arginine	225.36	100.84	19.84	9.58	79.31	32.3
	Histidine	166.12	138.09	193.06	172.58	161.53	171.95
	Isoleucine	268.41	198.62	298.04	271.97	246.44	260.84
	Leucine	350.67	267.09	404.43	376.23	349.98	360.22
	Lysine	265.04	240.45	280.4	259.38	248.19	255.99
	Methionine	98.29	65.82	113.9	81.86	68.74	72.93
	Phenylalanine	292	218.81	270.35	206.52	193.07	204.79
	Threonine	230.44	144.96	292.01	245.93	228.19	247.39

	Tryptophan	60.45	49.89	114.7	123.16	64.89	73.22
	Valine	289.59	195.67	391.81	354.98	314.17	340.65
	Total	2246.35	1620.25	2378.54	2102.18	1954.5	2020.28
Nonessen tial amino acids	Alanine	218.8	153.03	362.46	326.81	305.66	321.45
	Aspartic acid	379.5	249.95	337.39	247.88	246.4	234.15
	Asparagine	12.17	4.41	17.12	23.35	8.78	14
	Glutamic acid	698.95	574.96	653.36	514.12	504.26	531.78
	Glycine	164.46	119.56	185.2	149.95	171.88	178.19
	Proline	86.79	63.34	591.48	645.2	401.16	563.89
	Serine	269.17	168.01	311.1	246.2	230.23	238.82
	Tyrosine	112.9	93.04	213.06	125.82	129.68	155.95
	Cysteine	61.25	32.96	54.47	30.12	38.54	36.1
	Total	2003.98	1459.25	2725.63	2309.43	2036.58	2274.32
Derivativ es	Hydroxyproline	70.72	45	58.17	46.82	46.36	42.33
	Hydroxylysine	39.97	32.3	13.78	16.16	18.47	19.55
	α -aminoadipic acid	28.38	31.54	17.58	14.86	20.06	15.44
	α -aminobutyric acid	14.06	2.22	11.87	4.48	8.83	3.18
	β -aminoisobutyric acid	31.35	9.9	84.04	70.12	42.95	44.44
	γ -amino-n-butyric acid	39.17	48.63	5.85	6.18	6.33	8.92
	1-methylhistidine	1.54	1.74	0.88	0.36	1	0.96
	3-methylhistidine	4.92	3.34	6.05	4.44	4.75	4.95
	Carnosine	4.66	3.34	2.37	1.41	3.36	2.54
	Citrulline	359.64	266.88	423.97	290.53	288.58	296.67
	Taurine	1.29	3.32	6.73	6.8	4.96	6.94
	Ornithine	70.09	79.48	123.4	129.39	94.47	117.04
	Phosphoserine	27.98	22.34	34.02	28.94	25.96	29.15
	Phosphoethanolamine	7.32	6.97	0.22	0.37	0.79	0.43
	Sarcosine	50.68	38.85	29.72	30.37	27.72	21.67
	Urea	165.6	147.79	125.63	41.84	72.77	50.01
	Ethanolamine	20.75	20.02	68.4	75.09	48.45	65.88
	Total	938.26	763.77	1012.91	768.44	716.1	730.45
	Total amino acid	5188.59	3843.27	6117.08	5180.05	4707.18	5025.05

1) S8: soy sauce with soybean meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

S6: soy sauce with soybean meju:kaji:roasted rice flour = 6:2:2

M8: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

M6: raw insect sauce with mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 6:2:2

DM6: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji roasted rice flour = 6:2:2

DM8: defatted insect sauce with defatted mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) meju:kaji:roasted rice flour = 8:1:1

라) 발효 기간에 따른 곤충 단백질 및 chitin의 분해정도 확인 실험

○ *Bacillus subtilis* 균주를 이용하여 발효 처리에 따른 곤충단백질의 분해정도 확인 및 가용성 단백질 추출 정도 분석

[연구방법]

: 단백질 분해정도를 확인하는데 있어 균주는 분해력이 높은 것으로 판단되는 CIB1과 같은 *Bacillus subtilis* 균주인 농업유전자원정보센터 분양균주 17798을 이용하여 발효를 진행하였다. 또한, 발효를 진행하지 않은 control과 비교하여 발효에 따른 수용성 단백질의 추출이 효과가 있는지 확인하였음.

[연구결과]

: 단백질 분해정도를 확인하는데 있어 발효처리가 효과가 있는지 확인해 본 결과 표 108과 같이 조사되었다. 전체적으로 A.N과 T.N 모두 발표 처리군이 높게 나타났으며, 청국장에서 분리한 *Bacillus subtilis*인 CIB1 균주의 가용성 단백질 추출 비율이 가장 높은 것을 확인할 수 있음.

: 발효의 처리가 효과가 있는지 바로 탈지 갈색거저리 유층가루를 가수하여 추출한 control과 비교분석하였다. 그 결과 균주를 접종하여 발효를 진행한 모든 시료에서 T.N과 A.N값이 높아 발효의 처리가 곤충의 단백질을 분해하여 수용액상으로 용출될 수 있는 저분자 단백질을 추출할 수 있을 것으로 조사됨.

표 108. *Bacillus sp.* 균주에 따른 A.N, T.N, NDR을 통한 곤충단백질 분해정도 (dry base)

No.	sample	moisture(%)	A.N(%)	T.N(%)	Crude protein(%)	NDR(%)
1	CON	93.04	1.97	7.85	49.04	25.14
2	CIB1	93.37	4.83	12.64	79.00	38.22
3	17798	89.76	3.38	9.43	58.93	35.83

○ *Bacillus sp.* 균주에 따른 곤충단백질의 분해정도 확인 및 수용성 단백질 추출 정도 분석

[연구방법]

: 일반적으로 대두의 경우 pH처리를 통한 단백질을 분리 추출하여 Soybean Protein Isolate(SPI)를 만들어내고 있다. 따라서 pH처리와 단백질을 분해하는 균주의 병용처리를 통해 수용성 단백질의 생산이 더욱 효과적일 것이라 판단하여 아래와 같은 실험을 진행함.

: 단백질 분해 능력이 높은 것으로 알려져 있어 단백질 발효 식품에 주로 이용되는 *Bacillus sp.* 균주를 이용하여 갈색거저리 유층의 단백질의 분해 정도를 확인하기 위하여 탈지 갈색거저리 유층 50g에 36.5ml의 증류수를 첨가하여 121℃에서 15분간 Autoclave를 진행하여 증자하였다. 그 후 100ml의 증류수를 가수하여 혼합한 후 10% NaOH로 pH 10.5까지 올려 알칼리화 시킨 후 30분간 반응시켰다. 그리고 10% HCl을 첨가하여 pH 7.5로 낮추어 중화시킨 후 TAS 액상배지에서 48시간 활성화 시킨 *Bacillus sp.* 균주(표 109)를 2ml 접종하여 40℃에서 48시간동안 발효시켰다. 발효시킨 곤충은 10% NaOH로 pH 10.5까지 올려 알칼리화 시킨 후 30분간 반응시켜 압착하여 고형분과 액상을 분리하였고, 분리된 액상은 10% HCl을 첨가하여 pH 7.5로 낮추어 중화시킨 후 총질소(T.N%)와 아미노태 질소(A.N%)를 분석하여 단백질 분해정도를 파악하였으며, 그 공정은 그림 86과 같음.

표 109. 곤충단백질 분해정도 확인을 위한 *Bacillus sp.* 균주

sample	Bacillus strain
KACC 17798	<i>Bacillus subtilis</i>
KACC 15815	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
KACC 15829	<i>Bacillus lichemiformis</i>
CIB1	<i>Bacillus subtilis</i>
CIB2	<i>Bacillus subtilis</i>

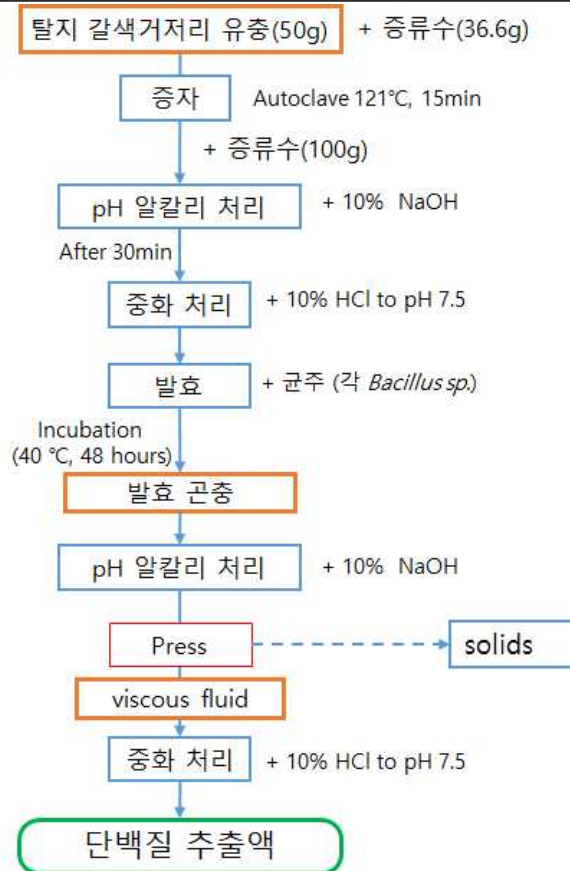


그림 86. 곤충단백질 분해정도 확인을 위한 발효 공정

[연구결과]

: *Bacillus sp.* 균주에 따른 A.N의 경우 청국장에서 분리한 균주인 CIB1 (2.45%), CIB2 (2.44%)가 가장 높았으며, 17798이 1.96%로 가장 낮은 값을 나타내었다. T.N의 경우에는 CIB1이 12.20% 가장 높은 값을 보였으며, 15815의 경우 7.56%로 가장 낮은 값을 나타내어 단백질을 분해하여 액상으로 가용성 단백질을 추출하기에 CIB1, CIB2가 효과적인 것으로 판단됨.

표 110. *Bacillus sp.* 균주에 따른 A.N, T.N, NDR을 통한 곤충단백질 분해정도 (dry base)

No.	sample	moisture(%)	AN(%)	TN(%)	Crude protein(%)	NDR(%)
1	17798	84.25	1.96	10.05	62.80	19.47
2	15815	88.79	2.25	7.56	47.22	29.75
3	15829	86.17	2.03	11.19	69.93	18.10
4	CIB1	87.43	2.45	12.20	76.24	20.09
5	CIB2	86.20	2.44	12.07	75.47	20.17

○ 곤충의 chitin분해정도 확인을 위한 연구

[연구방법]

: *Bacillus sp.* 및 *Rhizopus oligosporus* 미생물들이 곤충의 겹껍질을 이루고 있는 키틴을 분해할 수 있는지를 확인하고자 TLC silica gel plate(Kieselgel 60 F254; Merck)에 *Rhizopus oligosporus*와 *Bacillus subtilis* CIB1을 이용하여 제조한 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 메주 추출물과 *Bacillus subtilis* 로 발효 희석액을 점적하여 건조시키고 n-propanol - 30% ammonia water (2:1, vol/vol)로 전개한 후 0.1% ninhydrin을 포함하는 n-butanol-saturated 증류수로 발색하였다. 발색한 TLC plate는 110°C, 10

분간 건조시켜 확인하였음 (그림 87).

[연구결과]

: 발효가 진행되지 않은 원물보다 *Rhizopus oligosporus*와 *Bacillus subtilis* CIB1을 통해 제조된 메주 추출물에서 보다 증가된 수의 점적들이 나타났으며 그 진한정도도 증가하여 발효 분해산물의 수나 농도가 증가하는 것으로 판단되었다. 다양한 점적들은 아미노산과 amine기를 가진 chitin의 일부 분해 산물들로 확인되었다. 곤충발효식품 제조 시 사용되는 원료에서 생성될 수 있는 각 분해산물들(지방산, 당, 단백질, chitin들로부터 생성)의 화학적 특성으로 인하여 chitin만을 선택적으로 분리하여 분석할 수 있는 방법의 개발이 필요한데 이러한 분리방법이 쉽지 않으며 발효미생물이 액상이나 페이스트형 발효과정 동안 chitin에서 분해할 수 있는 oligomer들의 정량은 크기(Degree of Polymerization)가 다른 각각의 물질을 포함해야 하는데 이들 oligomer들을 포함하고 있는 표준품을 얻기가 쉽지 않아 크기규명이나 정량이 쉽지 않았다. 차후 일부 chitosan의 표준품 조합을 통해 일부 발효분해산물의 규명이 필요한 것으로 판단되었다. 또한 HPLC amine-base column들을 통해 키틴의 분해산물에 대한 조사도 진행하였으나 앞서 설명한 바와 같이 장류제품에서 다양한 물질들로 인해 키틴의 발효분해물질만을 규명하기가 쉽지 않았다.

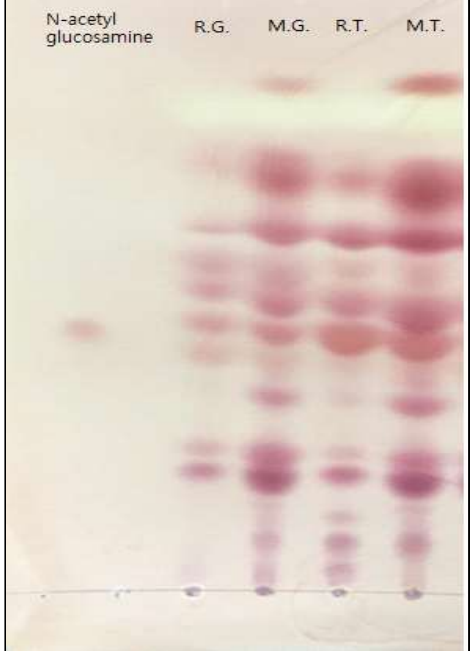


그림 87. 쌍별귀뚜라미와 갈색거저리 원물과 메주 회석액의 TLC
R.G. : Raw *Gryllus bimaculatus* M.G. : Meju of *Gryllus bimaculatus*
R.T. : Raw *Tenebrio molitor* M.T. : Meju of *Tenebrio molitor* larvae

3) 발효품의 특성 및 조미식품 소재화 연구

가) 조미제품 조성개발과 제품의 관능특성과 품질특성 분석

○ 갈색거저리 유충을 이용한 액상조미료(간장 형태)의 맛에 대한 관능적 특성과 아미노산 간의 상관성 분석

: 갈색거저리 유충을 이용한 간장 형태인 액상조미료의 아미노산 분석을 통해 확인된 필수 아미노산은 총 10종, 비필수 아미노산 총 9종이 관능적으로 맛과 어떤 상관성을 나타내는지 그림 88과 같이 분석되었다. 또한, 각 시료의 아미노산 성분과 상관성이 높은지에 대한 연관성을 PLSR 분석을 통하여 확인하였음.

: PLSR 분석 결과 총 설명력이 70.54%로 높게 조사되었으며, PLSR1의 경우 44.47%, PLSR2의 경우

26.07%로 설명력을 나타내고 있다. PLSR1의 설명에 따르면 전반적으로 아미노산 성분은 왼쪽 방향으로 모여 있는 것을 확인할 수 있으며, 아미노산 성분이 주로 높게 나타날 경우 맛의 기호성과 전체적인 기호성이 높아지는 상관성을 확인할 수 있다. 또한, M6 조미액과 M8 조미액의 경우 왼쪽 방향으로 아미노산 성분들과 양의 상관성을 나타내며, 맛과 전체적인 기호성에서도 양의 상관성을 나타내어 관능적 측면과 아미노산 성분의 측면에서 우수한 것으로 나타났다. 반면 DM6와 DM8의 경우 관능적 측면과 아미노산 성분과의 반대 방향으로 상관성이 떨어지는 것으로 판단된다. 아미노산 성분에 따르면 Arginine과 glycine의 경우 맛과 전체적인 기호도와 음의 상관성을 나타내어 이 성분이 많을수록 관능적 측면에서 좋지 않은 결과를 보여주는 것으로 보임.

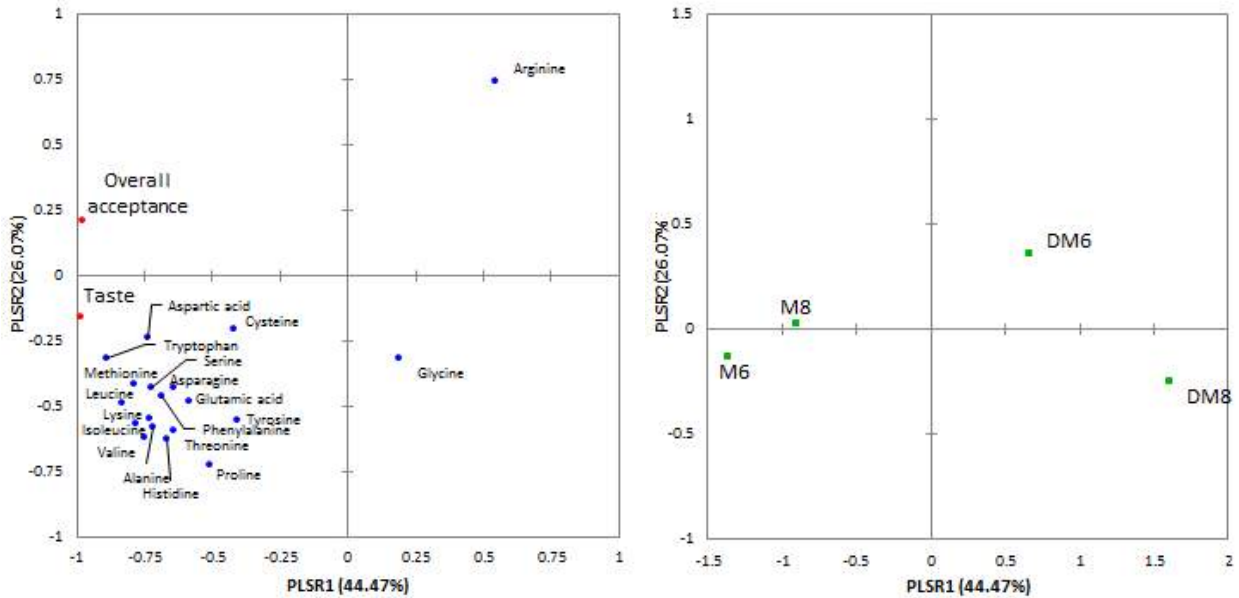


그림 88. 대두 및 식용곤충(갈색거저리 유충) 발효 액상조미료의 아미노산 조성과의 기호성에 따른 PLSR(Partial least squares regression) 분석

M8: Raw insect sauce with mealworm meju koji : roasted rice flour = 8:1:1

M6: Raw insect sauce with mealworm meju:koji : roasted rice flour = 6:2:2

DM8: Defatted insect sauce with defatted mealworm meju : koji : roasted rice flour = 8:1:1

DM6: Defatted insect sauce with defatted mealworm meju : koji roasted rice flour = 6:2:2

○ 식용곤충 이용 페이스트형 발효조미료(된장 형태)의 관능적 맛의 기호도와 아미노산 분석간의 상관성 분석

: 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*), 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 번데기(*Silkworm pupa*) 등 식용곤충 원료를 이용하여 된장 형태의 조미료의 아미노산 분석과 관능적으로 맛에 어떠한 상관성을 나타내는지 그림 89와 같이 분석되었다. 또한, 각 시료의 아미노산 성분과 상관성이 높은지에 대한 연관성을 PCA 분석을 통하여 확인하였음.

: PCA 분석 결과 총 설명력은 90.9%로 매우 높은 설명력을 나타내었으며, PC1의 경우 55.18%, PC2의 경우는 35.72%의 설명력을 나타내고 있다. PC1의 설명에 따르면 glutamate, aspartate, lysine, phenylalanine, arginine, serine의 아미노산 성분이 맛의 기호성과 양의 상관성을 나타내는 것으로 조사되었으며, methionine의 경우 맛과 상관성을 나타내지 않는 것으로 파악되었다. 또한 시료의 경우 대두로 제조한 control 된장이 맛과 상관성이 높게 조사되었고, SPP와 GBP의 경우가 음의 상관성을 보였다. PC2의 설명에 따르면, 아미노산 성분과 맛의 상관성을 PC1과 같으며, 시료의 경우 TMP의 시료가 맛의 기호성과 가장 떨어진 것을 확인할 수 있었음.

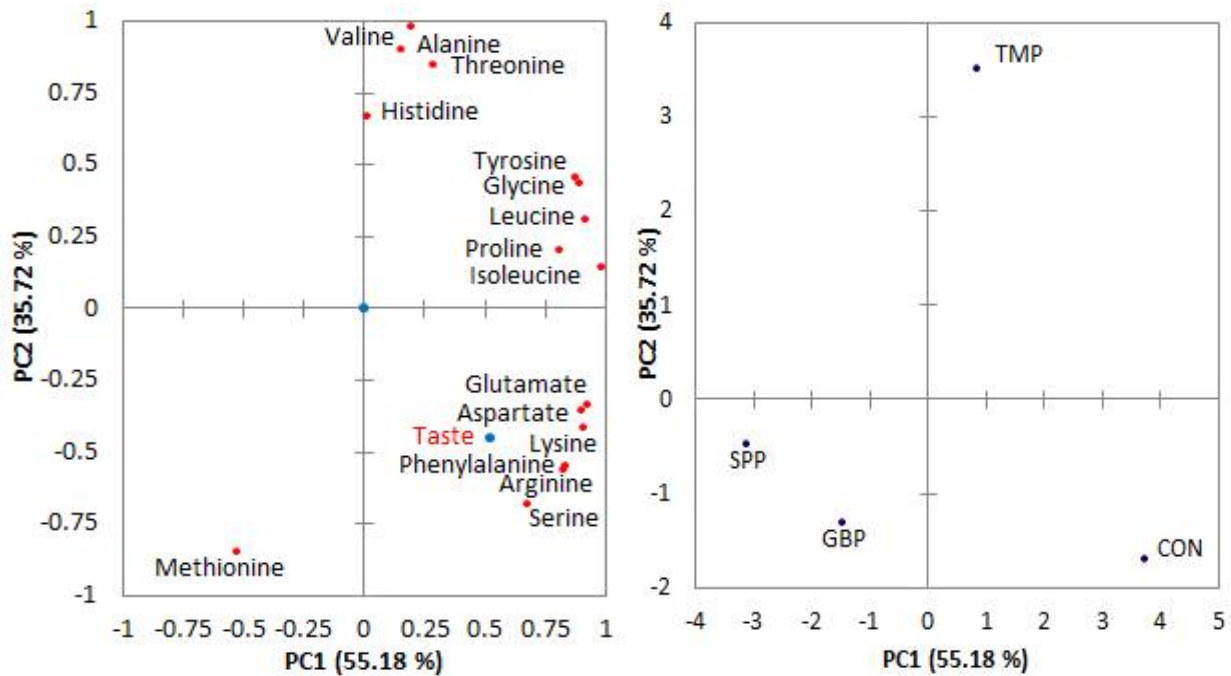


그림 89. 대두 및 식용곤충(갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 번데기) 페이스트형 발효조미료의 아미노산 조성구와 맛의 기호성에 따른 PCA(Principal components analysis) 분석

Control: Soy bean meju with rice koji

TMP: *Tenebrio molitor* larvae meju with rice koji

GBP: *Gryllus bimaculatus* meju with rice koji

SPP: Silkworm pupa meju with rice koji

○ *Bacillus subtilis* 종류를 달리하여 제조한 메주를 이용한 간장의 기호도 평가(lab test)

[연구방법]

: 1)-나)에 나타난 결과에 따르면 *Rhizopus oligosporus*로 1차 발효시키고 *Bacillus subtilis*로 2차 발효시킬 경우 조미소재에 문제가 될 수 있는 곤충 특유의 향과 발효에 의해 생성되는 콧냄새를 보완할 수 있을 것으로 확인되어 그림 90과 같은 가공공정을 통한 메주를 제조하였다.

또한 곤충소재가 *Bacillus subtilis*로 인해 발효되었을 시 나타날 수 있는 관능적 향미특성과 단백질 분해정도를 파악하기 위해 6:2:2 비율로 제조한 간장을 40℃에서 7일간 발효시킨 후 lab blind test를 통해 관능적 기호도를 파악하였고 메주의 아미노태 질소를 통해 단백질 분해정도를 측정함.

[연구결과]

: 메주의 아미노태 질소를 통해 *Bacillus subtilis*간의 단백질 분해정도를 측정한 데이터는 표 111과 같고 간장을 제조한 후 관능적 기호도를 평가한 내용은 정리하여 표 112에 나타내었다. 표준균주인 KACC 17798은 *Bacillus* 특유의 강한 불쾌취가 나고 원 곤충재료의 특유한 향취가 그대로 나는 경향을 보였으며 짠맛이 강하게 느껴지는 것으로 조사되었다. 청국장에서 분리한 CIB1의 경우 곤충 특유의 향을 잡아주어 불쾌취나 이취가 많이 나지 않고 짠맛이 약하게 느껴진다는 평가를 받았고, 청국장에서 분리한 CIB2의 경우 17798 균주보다 불쾌취나 이취는 약하였지만 후미가 살짝 쓰고 뚱다는 느낌을 받는 사람이 많은 것으로 조사되었다. *Bacillus*의 종류에 따라 대두단백질과 곤충단백질을 분해하는 정도의 차이가 있었지만 CIB1의 경우 대체적으로 단백질 분해정도를 나타내는 지표인 아미노태 질소 값이 높게 측정되었고 lab test에서도 곤충 특유의 냄새가 낮게 나타나 거부감이 낮고 기호도 평가에서 좋은 결과를 나타내었다. 따라서 *Rhizopus oligosporus*를 이용하여 1차 발효하고 CIB 1으로 2차 발효한 메주를 이용하여 간장을 제조할 경우 단백질도 다량 분해할 수 있으며, 곤충 특유의 불쾌취도 제거할 수 있어 소비자의 선호도가 높은 조미소재 제조가 가능할 것으로 판단되어짐.

Insect meju

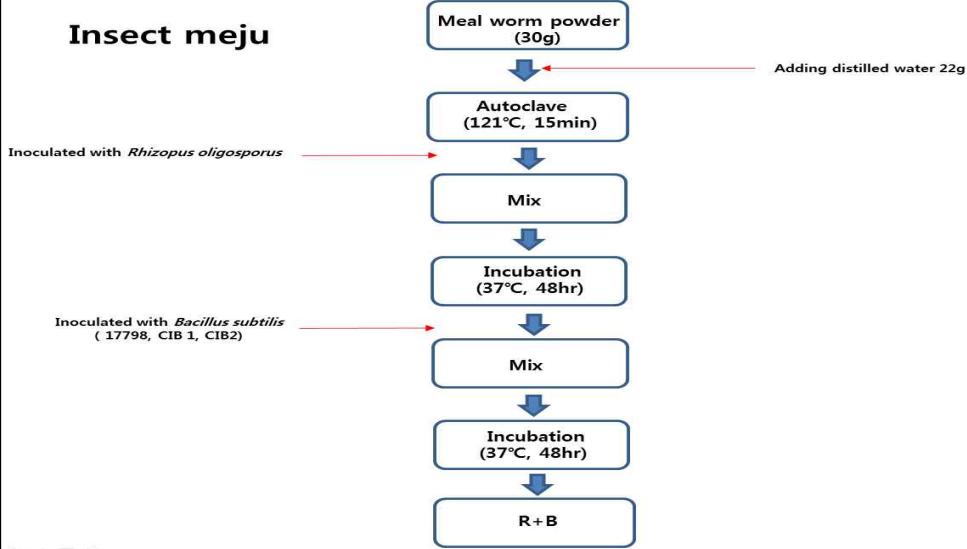
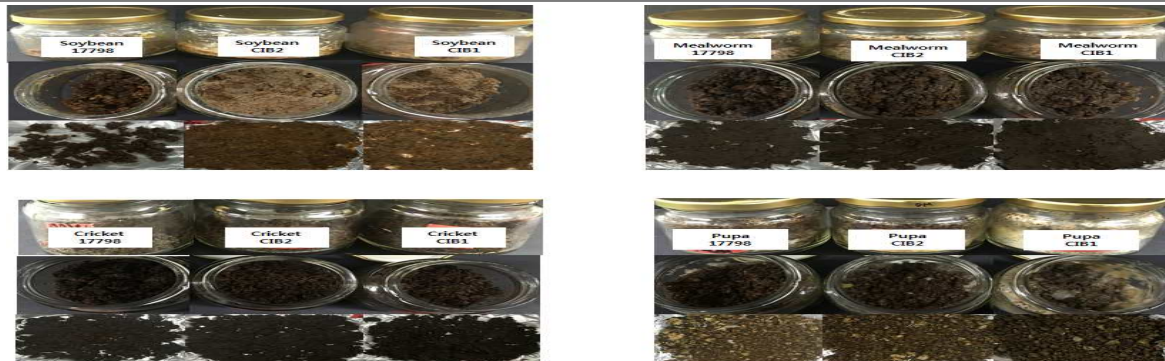


그림 90. *Bacillus subtilis* 종류를 달리하여 제조한 메주 제조과정



1차발효 후 (*Rhizopus oligosporus*_48시간)



2차발효 후 (*Bacillus subtilis*_48시간)

그림 91. *Bacillus subtilis* 종류를 달리하여 제조한 메주

표 111. *Bacillus subtilis* 종류에 따른 메주의 pH, 적정산도, 아미노태 질소 (unit : %)

Sample ⁴⁾		pH	Titra ㄹ Acidity	Amino Nitrogen
SM	17798	7.76±0.01 ^{a1} ₂₎	0.34±0.07 ^e	0.69±0.02 ^j
	CIB1	7.49±0.03 ^c	0.60±0.03 ^d	1.30±0.03 ^g
	CIB2	7.38±0.01 ^d	0.77±0.00 ^{cd}	1.53±0.04 ^f
MM	17798	7.65±0.01 ^b	0.96±0.00 ^c	1.98±0.00 ^c
	CIB1	7.77±0.01 ^a	0.96±0.00 ^c	2.42±0.00 ^a
	CIB2	7.73±0.01 ^a	0.86±0.00 ^c	2.18±0.02 ^b
CM	17798	6.83±0.01 ^f	1.63±0.00 ^a	1.94±0.02 ^c
	CIB1	6.84±0.01 ^f	1.49±0.07 ^b	1.67±0.05 ^e
	CIB2	6.95±0.00 ^e	1.34±0.14 ^b	1.77±0.00 ^d
PM	17798	6.47±0.00 ⁱ	1.68±0.07 ^a	0.82±0.00 ⁱ
	CIB1	6.78±0.00 ^g	1.58±0.07 ^a	1.31±0.02 ^g
	CIB2	6.57±0.01 ^h	1.61±0.03 ^a	1.12±0.01 ^h
<i>F-value</i>		3515.931 ^{***3}	129.690 ^{***}	1180.616 ^{***}

1) Mean ± S.D.

2) a-c Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Tukey HSD test.

3) *** : p<0.001

4) SM : Soybean meju

MM : Mealworm meju

CM : Cricket meju

PM : Pupa meju

7798 : *Bacillus subtilis* (KACC)

CIB1 : Cheonggukjang isolated *Bacillus subtilis*

CIB2 : Chenggukjang isolated *Bacillus subtilis*

표 112. *Bacillus subtilis* 3종 균주 발효메주 이용 제조 액상조미제품 (간장형태)의 관능적 기호도 (lab blind test, n=8)

Sample ¹⁾		Flavor	
Meju	Koji		
	MK		짬맛 강함, 곤충 냄새
	R+17798	CK	짬 맛과 향
		PK	약간의 단맛으로 인해 짬맛이 약함
		MK	약간의 점성, 혀를 감싸는 느낌. 맛이 깔끔
SM	R+CIB1	CK	짬맛이 강함. 곤충냄새는 없음
		PK	짬맛이 강함.
		MK	짬 맛과 곤충 냄새
	R+CIB2	CK	살짝 짜고 후미가 땀음
		PK	후미가 살짝 쓰고 땀으며 짬 맛
	R+17798	SK	많이 짜고 군내, 단순한 느낌
MM	R+CIB1	SK	곤충 맛 거의 나지 않음, floral 향, 부드러움
	R+CIB2	SK	특유의 곤충 맛이 나며 짬맛 강함
	R+17798	SK	비린내, 군내가 남, 짬맛
CM	R+CIB1	SK	곤충 향이 거의 안 나고 맛과 향이 좋은 편
	R+CIB2	SK	짜고 귀뚜라미 특유의 곤충 향(안 좋게 느껴짐)이 강함
	R+17798	SK	번데기 향이 강함, 짬맛과 후미가 땀음
PM	R+CIB1	SK	짬 맛, 오징어 구운 맛
	R+CIB2	SK	짬 맛이 덜하지만 깊은맛이 없고 후미가 살짝 땀음

- 1) SM : Soybean meju
MM : Mealworm meju
CM : Cricket meju
PM : Pupa meju
SK : Soybean koji
R : *Rhizopus oligosporus*
17798 : *Bacillus subtilis* (KACC)
CIB1 : Cheonggukjang isolated *Bacillus subtilis*
CIB2 : Chenggukjang isolated *Bacillus subtilis*

나) 연구 개발된 소재를 통한 이용가능 제품 현황 파악

○ 국내 곤충산업과 곤충발효 식품소재의 제품 현황

: 역사적으로 곤충을 식용하는 국가들을 제외하고는 대부분 국가의 소비자들은 아직까지도 식용곤충을 식품으로 섭취하는 것에 거부감이 존재하는 것이 사실이며 식용 곤충의 대중화가 어려운 이유 중 하나가 외형의 혐오감과 처음 접해보는 식재료에 대한 부정적 인식이 크다. 이러한 혐오감을 감소시키려는 노력들이 식품업계에서는 곤충을 분말화하여 이를 관련 제품에 적용한 가공식품 형태들로 출시하고 있음.(그림 92).



그림 92. 국내 시판 곤충 가공식품

: 2017년 10월 기준으로 곤충원료를 이용한 발효식품과 관련된 국내 특허 중 곤충원료를 이용한 발효제품은 총 4가지로 조사가 되고 있으며 표 113과 같다. 이들 관련 특허들은 곤충의 원료분말을 주원료가 아닌 부재료로 고추장, 청국장, 된장 등에 섞어 소규모 생산하는 방식을 보이고 있음.

표 113. 특허·실용신안 등록 곤충 발효 소재 목록

출원번호	명칭	출원인	등록일자
1020160011153	유충 분말을 이용한 기능성 고추장 제조방법	이우석	2016/01/29
1020160011156	유충 분말을 이용한 기능성 된장 제조방법	이우석	2016/01/29
1020160026962	유충 분말을 이용한 기능성 청국장 가루 제조방법	이우석	2016/03/07
1020150176643	흰점박이꽃무지 유충 분말을 함유하는 된장의 제조방법	농업회사법인 주식회사 이루다21	2015/12/11

: 해외의 경우, 현재까지 곤충을 이용하여 상업적으로 판매되고 있는 것으로 알려진 것은 일본의 와카야마현에서 메뚜기를 주재료로 이용하여 콩이나 쌀 코지를 이용하여 만든 메뚜기 발효간장(그림 93)이 있다. 이에 시판 제품 두 종을 구매하여 성분특성을 조사하였음.

○ 일본의 곤충간장 제조 현황을 파악하기 위한 와카야마현 간장제조장 출장 내용

- 일본 출장 및 곤충발효산업 관련 회의
- : 일본의 곤충간장을 제조하고 있는 일본 와카야마현 고카와시 소재 Inago 곤충소스 가공연구소 및 고카와시 시립지역주민회관을 방문하여 전통간장 제조장 및 일본곤충간장 제조 현황을 견학하였으며, 일본의 곤충연구 관련 전문가들과 회의를 통한 일본 곤충시장의 전망을 파악하였다. 출장 내용에 관한



그림 93. *Locusta migratoria* Suace

정리는 표 114와 같다.

표 114. 일본 출장 및 곤충발효산업 관련 회의 내용

장소	일본 와카나마현 고카와시 소재 Inago 곤충소스 가공연구소 및 고카와시 시립지역 주민회관
일시	2017년 7월 25일
회의 참석자	Hiroto Tanaka (Inago 곤충소스 가공연구소 대표) Kinya Matsui(Higashiosaka Junior College, Dept. of Practical Food, 부교수) Toshio Shinko (Yuasa Soy Sauce Limited, 대표이사) Saeki Shin Jiro(NPO법인 식용곤충과학연구소 대표) Takashi Matsui (Entomo Farms 일본지사 대표) Sato Yuichi (곤충알러지연구소 대표)

회의 내용

- Inago 곤충소스 가공연구소 대표인 Tanaka씨는 2013년부터 곤충소스 제조시작
- 현재 메뚜기(벼메뚜기나 땅메뚜기)를 이용하여 쌀코지와 장유코지를 이용한 두 종류 액상곤충소스의 제품생산
- 숙성정도는 10개월에서 3년까지 시험생산하고 있으며 판매되는 제품은 10개월 숙성된 제품들을 판매하고 있다고 함.
- 곤충액상소스 제조의 경우 와카나마현 소재 일본 전통장유 제조회사인 Yuasa Soy Sauce Limited의 대표이사인 Toshio Shinko 대표로부터 기술상담을 받아 제조하고 있다고 함.
- 판매가격은 생산소스를 3000엔/100mL에 판매 중
- 일반 소비자 보다는 유럽이나 일본의 유명조리사나 연구사들에게 한정된 양만을 공급하고 있음.
- 본인 연구소가 방송이나 언론매체에 소개되면서부터 미국, 타이, 베트남, 덴마크 등 일본보다 해외에서 더 관심을 가지고 방문하거나 교류가 있다고 함.
- 일본의 경우 소규모 생산임으로 수도, 환풍 등 식품제조시설 일본규정에 맞으면 곤충종류에 상관없이 곤충 소스재료로 사용할 수 있다고 함.
- 일본 내에서의 곤충소스제조는 본인 연구소외에는 없다고 함.



그림 94. 곤충발효산업 관련 회의



메뚜기 간장 숙성 과정 사진

시판 메뚜기 간장을 이용한 식품 개발(출처 :

<http://www.asahi.com/ajw/articles/AJ201605040017.html>)

그림 95. 메뚜기 간장 관련 사진 자료

: 현재 곤충관련 식품가공업의 경우 일본 내에서는 수요자 층이 적어 찾아보기 힘들며 일반 off-line 매장에서 관련제품을 찾아보기 어려움.

: 일본의 경우 해충에 대한 연구는 많이 앞서있다고 하며 일본식품업계에서는 아직 식용곤충관련 연구는 언론매체나 곤충관련단체에서 거의 인지하고 있지 않은 것으로 보인다. 다만 회의 참석자 중 Higashisaka 단과대학 소속 Kinya Matsui 교수의 경우 자연재해 시 비상식품으로 곤충연구에 관심을 가지고 있다고 한다. 일부 일본 농수산부에서 가축이나 어류사료에 응용하는 시도는 있으나 식용은 아직 덜 발달되어 있음.

: 단백질 알레르기에 관심이 있는 그룹의 경우는 곤충알레르기에 관심도 가지고 있다고 함.

: 일본 중에서도 나가노현의 경우 곤충을 식용으로 하는 습관을 가지고 있다고 하며 일본에서도 노년층들이 유년시절 먹었던 꿀벌애벌레(그림 96. 왼쪽그림)나 메뚜기(그림 96. 오른쪽그림) 등의 건조제품을 병에 담아 Amazon Japan과 같은 웹스토어에서 판매하고 있음. (아래 웹주소 참조)



85g/ 1728엔

150g/ 811엔

그림 96. 일본 시판 식용곤충 (그림 출처 : <https://www.amazon.co.jp>)

: 일부 수입유통업에 있는 캐나다나 유럽의 식용곤충을 수입 해 판매하려는 노력이 시도되고 있는 중임. 수입의 경우 곤충이 죽어있는 상태로 가공되며 외국에서 유기농 인증을 받는 제품을 수입할 경우 일본 통관은 문제가 없다고 함.

○ 일본 시판 메뚜기 곤충간장과 갈색거저리 유충 액상조미료(간장형태, 본 연구제조품) 및 국내 시판 간장의 성분특성 비교

[연구 배경]

: 일본에서 시판중인 곤충 액상조미소제는 메뚜기(벼메뚜기나 땅메뚜기)를 이용하여 장유코지와 쌀코지를 이용한 두 종류 액상 조미제품, 본 연구에서 제조한 갈색거저리 액상조미소제(간장형태) 및 국내 시판 간장(1종, 상업용 대량생산)을 비교하여 품질 특성 차이를 확인하고자 함.

[연구 방법]

: 본 실험에 사용한 시료는 표 115와 같다. 곤충 액상조미소제의 품질 특성 측정방법으로 pH, 적정산도, 가용성고형분, 염도(Mohr 법), 환원당(DNS법), 총당(phenol-H₂SO₄법), 아미노태 질소(Formal 적정법), 유리아미노산 측정하였다. 상기 연구에서 제조한 곤충 액상조미소제 중 관능적으로 우수하다고 나타난(not show data) ‘일반곤충간장 6:2:2(M6)’ 시료와 국내에서 시판되고 있는 국간장(CSS사, 한국)을 함께 제시하여 비교하였으며, 그 결과는 다음과 같이 나타났음.

표 115. 곤충 액상조미소제와 국내 시판 국간장

샘플 코드	제품 설명	제조사	입국(koji) 형태	발효 기간
1 L_Sauce1	イナゴソース 1号(메뚜기소스 1호)	Inago 곤충소스	콩코지	10개월
2 L_Sauce2	イナゴソース 2号(메뚜기소스 2호)	가공연구소/일본)	쌀코지	
3 M6	갈색거저리 메주:코지=6:2	본 연구	쌀코지 (A. oryzae) + 갈색거저리 메주 (B. subtilis)	20일
4 CSS	양조 상업용 간장	S사	-	-

- pH, 적정산도, 염도, 가용성 고형분 측정

: 시료의 pH, 적정산도, 염도를 측정한 결과 표 116과 같다. 가용성 고형분을 제외한 pH와 적정산도, 염도의 경우 시료 간 유의적 차이가 나타났다(P<0.001). pH의 경우 M6이 pH 5.67로 가장 높았으며, 모든 시료가 약산성을 나타냄을 확인 할 수 있었다. 적정산도의 경우 국내 시판 국간장이 0.89%로 가장 높았으며, CSS>L_Sauce1>M6>L_Sauce2 순으로 나타났다. 염도의 경우 유의적 차이가 나타났는데 곤충간장의 경우 20.60~22.82%로 시판 양조간장보다는 염도가 높은 편이나, 재래식 조선간장과 비교하였을 때 염도가 낮은 것으로 확인되었다. 이는 차후 가공과정 중 소금 농도를 조절함에 따라 최종제품의 염농도는 조정가능 할 것으로 판단된다. 가용성 고형분은 국내 시판 국간장의 경우 42.50%로 가장 높았으며, L_Sauce2가 28.00%로 가장 낮은 값을 보였으나 유의적 차이가 없었음.

표 116. 곤충 액상조미소제와 국내 시판 국간장의 pH, 적정산도, 염도 및 가용성고형분 측정 결과

Sample ¹⁾	pH	titratable acidity(%)	Salt(%)	Soluble solids(%)
L_Sauce1	5.10±0.08 ²⁾	0.67±0.00	22.82±0.17	36.00±0.00
L_Sauce2	4.90±0.01	0.29±0.00	20.60±0.33	28.00±0.00
M6	5.67±0.02	0.62±0.03	20.77±0.09	36.00±0.00
CSS	4.99±0.00	0.89±0.00	21.30±0.00	42.50±0.00
F-value	145.901***	614.250***	56.598***	NS

1) Refer to 표 115 for sample information

2) Mean ± S.D.

3) *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05,

- 총당, 환원당, 아미노태 질소 측정

: 시료의 총당, 환원당, 아미노태 질소를 측정된 결과 표 117과 같다. 총당, 환원당, 아미노태 질소는 각 시료들 간 통계적으로 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 총당의 경우 $0.21 \sim 1.61\%$ 로 $L_Sauce1 > L_Sauce2 > M6$ 순으로 나타났다. 환원당과 총당을 비교하였을 때 시료 간 함량의 차이가 유사하게 나타남을 알 수 있었다. 총당과 비교하여 환원당의 비율이 $65 \sim 93\%$ 을 차지하는 것으로 확인이 되었으며, 이는 간장 중의 미생물에 의해 생성된 amylase가 메주 중의 전분질을 분해하여 높게 나타난 것으로 추정됨.

아미노태 질소는 발효식품의 숙성도를 판단하는 성분으로 간장 제조 과정 중에 단백질이 효소작용으로 인한 가수분해를 통해 맛을 내는 아미노산을 생성하게 되는 지표로서 시판 국간장이 0.68% 로 가장 높았으며, L_Sauce2 가 0.11% 로 가장 낮게 나타남을 확인할 수 있었음.

표 117. 곤충 액상조미소재와 국내 시판 국간장의 총당, 환원당 및 아미노태 질소 측정 결과

Sample ¹⁾	Total sugar(%)	Reducing sugar(%)	Amino nitrogen(%)
L_Sauce1	1.60±0.08	1.50±0.06	0.60±0.00
L_Sauce2	0.76±0.04	0.50±0.01	0.11±0.00
M6	0.21±0.00	0.17±0.01	0.29±0.03
CSS	-	-	0.68±0.00
F-value	400.116^{***}	693.446^{***}	666.000^{***}

1) Refer to 표 115 for sample information

2) Mean ± S.D.

3) *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$,

- 유리아미노산 측정

: 유리아미노산은 발효과정 중 관여 미생물들이 분비하는 protease에 의하여 단백질이 peptide로 분해되고 이것을 다시 각종 peptidase가 작용하여 최종 아미노산으로 분해된 것으로, 일본 시판 곤충 액상조미소재와 상기 연구에 의해 얻어진 곤충 액상조미소재의 유리아미노산 함량을 확인한 결과는 표 118과 같이 조사되었다. 각 시료별 총 유리아미노산 함량은 L_Sauce1 가 $5826.8\text{mg}/100\text{g}$, L_Sauce2 가 $867.6\text{mg}/100\text{g}$, $M6$ 가 $5104.17\text{mg}/100\text{g}$ 으로 확인할 수 있었다. 필수 아미노산은 L_Sauce1 가 $3342.5\text{mg}/100\text{g}$, L_Sauce2 가 $495.7\text{mg}/100\text{g}$, $M6$ 가 $2378.54\text{mg}/100\text{g}$ 이며, 비필수 아미노산은 L_Sauce1 가 $2484.3\text{mg}/100\text{g}$, L_Sauce2 가 $371.9\text{mg}/100\text{g}$, $M6$ 가 $2725.63\text{mg}/100\text{g}$ 으로 일본 시판 곤충 액상조미소재는 필수아미노산 함량의 비율이 높았으며, 상기 연구에 의해 얻어진 곤충 액상조미소재는 필수 아미노산에 비해 비필수 아미노산 비율이 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한, 본 연구에서 제조된 $M6$ 간장의 경우 콩 코지를 이용한 L_Sauce1 과 아미노산 함량이 유사하게 분석되었음.

: 간장중의 유리아미노산은 간장의 풍미, 선호도와 높은 상관관계를 보이며 특히 aspartic acid, alanine, glycine, lysine은 지미와 감미를 내는 주요 맛성분이다. 본 연구에 사용된 시료 중에는 L_Sauce1 과 $M6$ 는 구수한 맛과 감칠맛의 주성분인 glutamic acid가 $887.60\text{mg}/100\text{g}$, $653.36\text{mg}/100\text{g}$ 으로 가장 많았으며, L_Sauce2 의 경우 쓴맛에 관여하는 것으로 알려져 있는 arginine이 $149.3\text{mg}/100\text{g}$ 으로 유리아미노산 함량이 가장 많은 것으로 확인되었음.

표 118. 곤충 액상조미소재의 아미노산 함량

(Unit: mg/100g)

Amino acid		L_Sauce1	L_Sauce2	M6
Essential amino acids	Arginine	592.3	149.3	19.84
	Histidine	231.5	0	193.06
	Isoleucine	374.3	45.5	298.04
	Leucine	549.6	74.0	404.43
	Lysine	315.7	61.4	280.4
	Methionine	133.9	32.2	113.9
	Phenylalanine	333.9	50.2	270.35
	Threonine	463.5	21.0	292.01
	Tryptophan	-	-	114.7
	Valine	347.8	62.1	391.81
Total		3342.5	495.7	2378.54
Nonessential amino acids	Alanine	364.2	70.7	362.46
	Aspartic acid	467.0	47.8	337.39
	Asparagine	-	-	17.12
	Glutamic acid	887.6	92.8	653.36
	Glycine	190.3	38.7	185.2
	Proline	87.4	9.2	591.48
	Serine	386.1	54.1	311.1
	Tyrosine	101.7	58.6	213.06
	Cysteine	-	-	54.47
	Total		2484.3	371.9
Total		5826.8	867.6	5104.17

-Refer to 표 115 for sample information

○ 액상조미액 여과 후 생산 여과박의 활용방안

: 상기 연구를 통해 제조된 액상조미료의 부산물로 회수한 액상조미액 여과박의 염도가 10.25%로 확인되었으며, 단백질 등 식품으로 이용가능한 성분이 다량 존재하여, 이를 건조 분말화한 후, 조미소재 분말이나 flake, 스낵 등 다양한 식품으로 활용될 가치가 있다고 판단이 되었음.

- 곤충 조미액 여과박의 일반성분

: 곤충 조미액 여과박의 성분 특성을 파악하기 위해 일반성분을 분석하였으며, 일반성분은 AOAC법으로 측정된 결과는 표 119-121과 같다. 수분함량은 58.58%이었고, 조단백 함량은 24.11%, 조지방 함량은 6.69%, 조회분 함량은 10.00%로 확인되었다. pH의 경우는 pH 6.65로 중성을 나타내었으며, 산도는 0.80%, 가용성 고형분은 26.25°Brix,, 염도는 10.25%로 측정되었음.

- 곤충 조미액 여과박을 이용한 조미소재화 (예비실험)

: lab scale에 따라 곤충 간장박을 이용하여 스낵 및 flake를 제조하였으며, 시료는 그림 97과 같이 제시함.

: 본 lab에서 제조한 flake는 압출성형방법으로 제조하였다. 압출성형방법은 곡류를 분쇄, 압출 성형하여 펠릿을 제조한 후 이를 압착하여 flake를 제조하는 방법으로 원료간의 제조합이 가능하고 공정도 비교적 간단하여 flake제조에 많이 이용되고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 곤충 조미액 여과박을 이용한 flake제조는 압출성형방법을 통해 제조하였으며, 제조방법은 곤충간장박을 50℃로 열풍건조한 후 옥수수가루와 비율별로 혼합하고 염도를 조정하여 flake형태로 제조하였다. 스낵의 경우, 곤충 조미액 여과박을 이용하여 일반 스낵제조회사의 제조방법에 따라 제조하였다. 따라서 곤충 조미액 여과박을 이용한 조미소재는 제조 방법도 간단하며, 소수의 연구실원 대상의 관능측정 한 기호도 조사에서도 긍정적으로 조사가 진행되었다. 향후 곤충 조미액 여과박을 이용하여 조미소재를 제조하고 시판 판매되는 조미소재와 비교하여 품질특성을 확인할 필요성이 있다고 판단됨.

표 119. 곤충 간장박의 일반성분 (Unit:%)

Sample	Moisture content	Crude protein	Crude fat	Crude ash
곤충 간장박	58.58±0.12	24.11±0.65	6.69±1.02	10.00±0.28

표 120. 곤충 간장박의 pH, 산도, 가용성 고형분 및 염도 측정 결과 (Unit:%)

Sample	pH	Titraㄹ acidity	Soluble solids (°Brix)	Salinity
곤충 간장박	6.65±0.01	0.80±0.08	26.25±2.50	10.25±0.29

표 121. 곤충 간장박의 총질소, 아미노태 질소 및 NDR(질소분해율) 측정 결과 (Unit:%)

Sample	Total nitrogen	Amino nitrogen	NDR
곤충 간장박	3.86±0.11	1.32±0.02	5.87±0.24



그림 97. 곤충 조미액 여과박을 이용하여 제조한 flake 및 스낵형태 예비실험 제품

다) Bench top(Lab Scale)의 발효 제품 식품소재화 연구

○ 곤충 소재 발효공정의 표준화 및 품질관리 기준 확립

: 곤충 소재를 이용 발효제품 대량 생산 및 공정화를 위하여 각 발효 공정의 세부항목 및 발효 품질

관리의 기준을 적립할 필요가 있다. 따라서 2차년도 본 연구에서 진행된 각 발효 제품의 성분 특성 분석과 가공 처리과정의 연구를 통하여 곤충 소재 발효 공정의 품질 관리 기준을 확립하였다. paste형 조미제품(된장형태)은 표 122와 같으며, 액상조미제품(간장형태)의 품질 관리표는 표 123과 같이 나타내었음.

표 122. 곤충 소재 발효 표준화 품질관리 [paste형 조미제품 (된장형태)]

공정	세부항목	페이스트 형(된장형태)	비 고
원료 처리	발효 공정 처리 전 가열 온도	121°C, 10-30분 수분 40-50%로 조절	- 곤충원물 내 미생물제어를 위해 본 연구에서는 121°C, 10-30분을 사용하여 멸균시켰음. 하지만 대량생산을 위해서는 [수 분(min.)에서 수 시간(hr)]의 증자나 열수처리로 대체가능 함.
	발효 공정 처리 전 가열 시간 전처리 후 수분 및 단백질 목표수율	30-34°C 유지 단백질 초기농도는 지방제거에 따라 변동가능	- 전처리 후 곤충 메주제조를 위한 수분 40-50%로 조절 - 곤충원료의 지방성분 제거가 필요할 시 유기용매처리나 압착법 등을 통해 저감화 가능
메주	메주 조절 온도 메주 조절 습도 메주 이화학 분석 (수분, 효소역가, pH)	30-34°C 유지(48시간) 수분: 15%이하, pH: 6.5~7.5 protease: 70 Unit/g 이상, 아미노태질소: 280-300mg% 내외로 조절	- 전처리 후 곤충 메주제조를 위한 수분 40-50%로 조절 - <i>Aspergillus oryzae</i> 또는 <i>Rhizopus oligosporus</i> 와 <i>Bacillus subtilis</i> 혼합균주로 이용하여 48시간 발효 처리
	제국 (코지)	30-34°C 유지 최종 제국 습도는 10-20% 내외로 조절 수분: 10%이하, pH: 5.0~6.5, protease 60 Unit/g 이상, 아미노태질소 280-300mg% 이상 조절	- <i>Aspergillus oryzae</i> 제국의 경우 30°C 정도 유지 필요 - 제국의 경우 48시간 이내로 발효 완료해야 함 (하얀 균사가 뿔 때 발효 끝냄. 포자가 뜨면 소수성이 있어 물층과 섞이지 않고 외관상 나쁘기 때문에 상품성이 떨어짐) - 쌀코지를 이용시 amylase 200 Unit 이상이 바람직함
배합		곤충메주:쌀코오지:소금: 물= 27.2:18:10:44.8	- 곤충메주 제조 시 <i>Aspergillus oryzae</i> 와 <i>Bacillus subtilis</i> 병용처리 - 쌀코오지는 <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Rhizopus oligosporus</i> 이용가능

발효·숙성	숙성 온도 조절 숙성 기간 숙성 중 이화학 변화 측정 (수분, pH, 염도, AN, TN등)	30℃ (30-60일) 페이스트형 조미료 수분: 45~50%, 염도: 11~12%, pH 5.5~6.0, 아미노태질소 500mg% 이상, 총질소 15% 이상	- 염도의 경우 경우에 따라서 수정 가능하나 저염으로 진행할 경우 발효 시 오염의 원인이 될 가능성이 있음
살균	살균 온도 살균 시간	열처리하지 않음	
냉각	냉각 온도 냉각 시간	해당없음	
여과	(액상물질에 한함) 여과 조건 확인	해당없음	

표 123. 곤충 소재 발효 표준화 품질관리 [액상조미제품 (간장형태)]

공정	세부항목	액상 (간장형태)	비고
원료 처리	발효 공정 처리 전 가열 온도 발효 공정 처리 전 가열 시간 전처리 후 수분 및 단백질 목표수율	121℃, 10-30분 수분 40-50%로 조절 단백질 초기농도는 지방제거에 따라 변동가능	- 곤충원물 내 미생물제어를 위해 본 연구에서는 121℃, 10-30분을 사용하여 멸균시켰음. 하지만 대량생산을 위해서는 (수 분(min.)에서 수 시간(hr)의) 증자나 열수처리로 대체가능 함. - 곤충원료의 지방성분 제거가 필요할 시 유기용매처리 또는 압착법 등을 통해 저감화 가능
메주	메주 조절 온도 메주 조절 습도 메주 이화학 분석 (수분, 효소역가, pH)	30-34℃ 유지(96시간) 수분: 10%이하, protease: 150 Unit/g 이상, 아미노태질소: 280-300mg% 이상	- 전처리 후 곤충 메주제조를 위한 수분 40-50%로 조절 - <i>Aspergillus oryzae</i> 또는 <i>Rhizopus oligozporus</i> 를 이용하여 48시간 발효 처리 후 <i>Bacillus subtilis</i> 접종하여 48시간 발효
제국 (코지)	제국 조절 온도 제국 조절 습도 코오지 이화학 분석 (수분, 효소역가, pH)	30-34℃ 유지(38시간) 최종 제국 습도: 10-20% 내외로 조절 수분: 10%이하 protease: 150 Unit/g 이상, 아미노태질소: 280-300mg% 이상	- <i>Aspergillus oryzae</i> 제국의 경우 30℃ 정도 유지 필요 - 제국의 경우 48시간 이내로 발효 완료해야 함 (하얀 균사가 떴을 때 발효 끝냄. 포자가 뜨면 소수성이 있어 물층과 섞이지 않고 외관상 나쁘기 때문에 상품성이 떨어짐)

배합	배합	배합비율: (곤충메주 6 : 코지 2 : 볶은 쌀가루 2)	-곤충메주:코지:볶은 쌀가루=6:2:2 또는 8:1:1 까지도 변화 가능함. (예를 들면 지미(Umami)를 강조하기 위해서는 곤충메주비율을 높이고 단맛을 높이고자 하면 볶은 쌀가루의 양을 늘리는 등의 조절 가능) -다만, 관능 조사원들의 blind test를 통해서는 6:2:2 비율이 관능적으로 우수하였음
발효·숙성	숙성 온도 조절 숙성 기간 숙성 중 이화학 변화 측정 (수분, pH, 염도, AN, TN, 알코올 등)	온도에 따른 숙성 기간 25℃ (30-60일) 40℃ (5-15일) 60℃ (3-4일) 최종 염도: 19~22% 유지 pH: 5.2 이상유지 TN (1.0-1.5) 식품공전상 총질소 규격 : 0.8이상	- 염도의 경우 경우에 따라서 수정 가능하나 저염으로 진행할 경우 발효 시 오염의 원인이 될 가능성이 있음 - 간장에 AN의 경우 특별한 규정이 없음
살균	살균 온도 살균 시간	가열 살균 (간장 농도에 따라 끓는점 일정하지 않을 수 있음. 끓은 후 10분 내외)	-조미특성에 따라 조미부재료 및 법정 보존제 첨가 가능 - 최종 조미액 양에 따라 살균온도와 시간을 조절 필요 (지나치게 가열할 경우 단백질 침전발생)
냉각	냉각 온도 냉각 시간	상온 냉각	
여과	(액상물질에 한함) 여과 조건 확인	Filter Press 또는 원심분리	

라) 생산 및 품질 기준 측정 지표를 도출하고 bench top 실험결과들에서 선정된 최종 제품 가공공정 확립

○ 곤충 소재 발효공정의 가공공정도 확립

: 곤충 소재를 이용한 각 발효제품의 제조를 위한 가공공정도를 다음 그림과 같이 제시하였다. Paste 형 조미제품의 가공공정도는 그림 98과 같으며, 액상조미제품의 가공공정도는 그림 99와 같이 나타내었음.

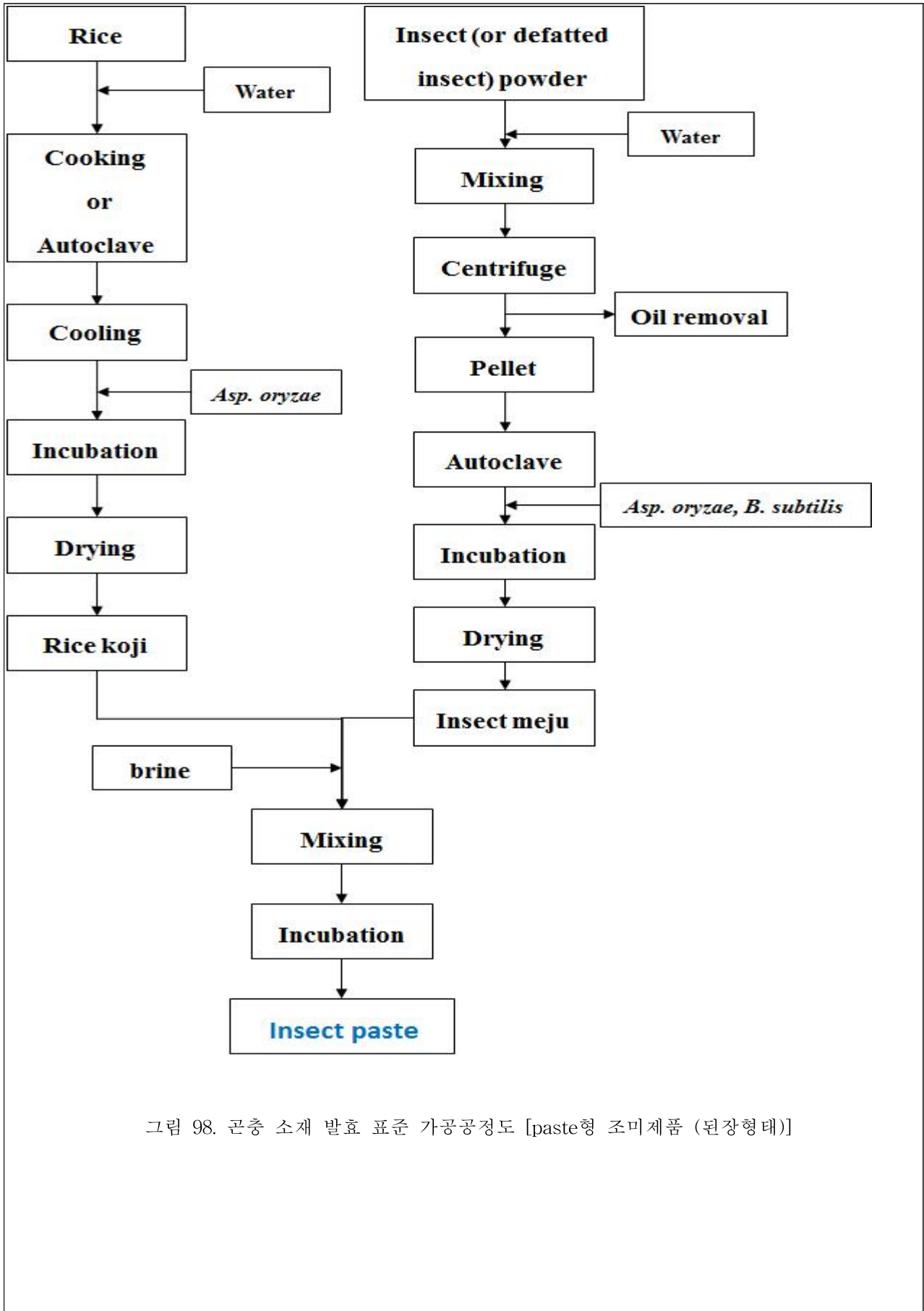


그림 98. 곤충 소재 발효 표준 가공공정도 [paste형 조미제품 (된장형태)]

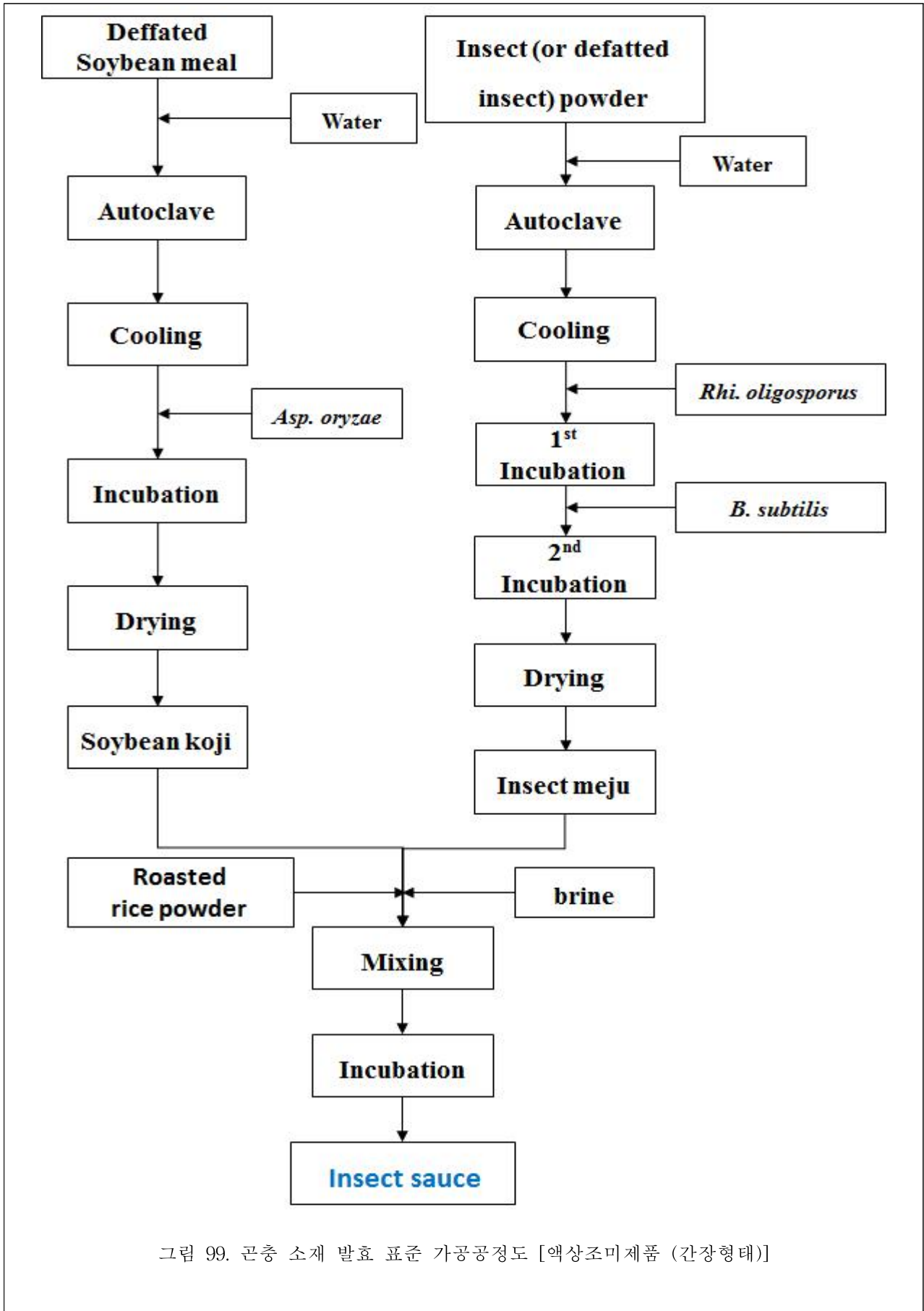


그림 99. 곤충 소재 발효 표준 가공공정도 [액상조미제품 (간장형태)]

라. 식용곤충 원재료의 안정적 공급과 생산지도 인프라구축(위탁과제, 양주시농업기술센터)

1. 곤충형태별 건조방법 설정

식용곤충 형태별 기초 전처리 가공특성 분석을 위해 시중(온라인, 오프라인)에서 판매되고 있는 식용곤충 제품을 분석하였음. 갈색거저리 유충의 경우, 검색어를 건조밀웜, 고소애, 식용곤충, 갈색거저리 유충으로 검색하여 24개의 판매처 및 제품을 조사하였으며(표 124), 유형, 원형, 중량, 포장, 용도 등을 분석하였음. 쌍별 귀뚜라미의 경우, 검색어를 귀뚜라미, 식용곤충으로 검색하여 6개의 판매처 및 제품을 분석하였으며(표 125), 유형, 원형, 중량, 포장, 용도 등을 분석하였음(네이버 쇼핑 4월 기준).

분석결과, 갈색거저리의 유충의 경우 16개의 데이터를 사용하였으며, 형태로는 원형이 14개, 분말이 6개 제품, 건조방법으로는 열풍이 2개, 마이크로웨이브이 4개, 동결이 1개, 건조 무표시 9개였으며, 포장용지는 PE 10개, PET 6개로 분석되었음. 귀뚜라미의 경우 6개 데이터를 사용하였으며, 형태로는 원형 6개, 분말 1개, 건조방법으로는 마이크로웨이브 1개, 동결 1개, 건조 무표시 4개, 포장용지는 PE 3개, PP 1개, PET 1개로 나타났음. 본 연구에 사용된 식용곤충의 건조방법으로는 갈색거저리 유충은 열풍건조, 마이크로웨이브 건조였으며, 쌍별 귀뚜라미는 열풍건조법을 사용하여 시료로 사용하였음. 분말의 경우 양주시 소재 인섹트비전에서 탈지된 갈색거저리 유충 분말과 쌍별귀뚜라미 분말을 시료로 사용하였음.

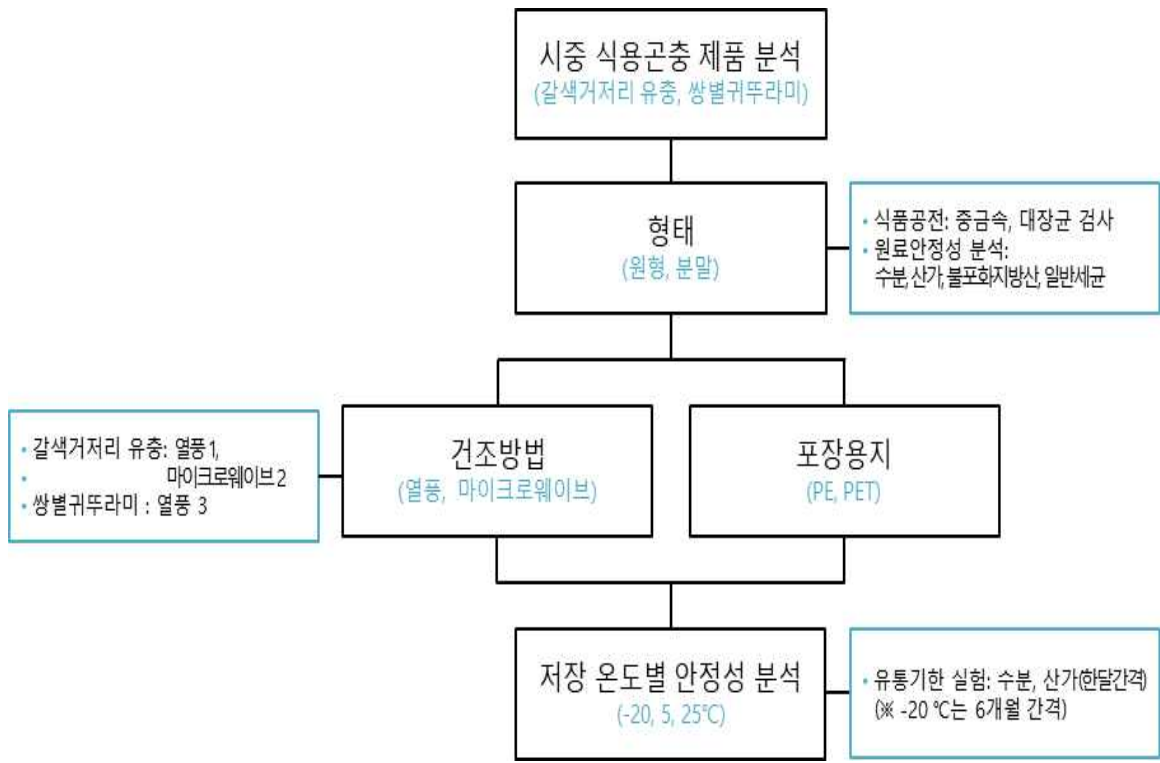


그림 100. 식용곤충 형태별 기초 전처리 가공특성 분석 프로세스

표 124. 갈색거저리 유충 시중제품 분석결과

No	판매처 및 제품명	유형	원형	중량	포장	용도	비고
1	animal bab	동결건조	whole	50	PET	사료용	
2	햄스터샵	열풍건조	whole	30	PE	사료용	
3	royalworm	진공건조	whole	100	PE	사료용	EM
5	Plus mealworm	건조	whole	64	PET	사료용	
6	naturalhan	열풍건조	whole	100	PE	사료용	

7	촌스러운밀워농장	건조	whole	50	PE+craft	사료용	
8	인아웃(AF-101)	동결건조	whole	18	PET	사료용	
9	이더블	건조	whole	50	PE+craft	식용	
10	조은약초	건조	whole, powder	50	PE	식용	
11	우준식품	Microwave	whole	100	PET	식용	
12	한미양행	Microwave	powder	120	PET	식용	탈지
13	동원인섹트	건조	whole	50	PE+은박	식용	
14	골드고소애	Microwave	whole, powder	250	PE	식용	질소충전
15	촌스러운밀워농장	열풍건조	whole	50	PE+craft	식용	
16	식용곤충고소애	열풍건조	whole, powder	400	PE+craft	식용	
17	넘버원고소애 플러스	건조	whole, powder	150	PET	식용	
18	투자팜	건조	whole	60	PET	식용	
19	구미고소애농장	동결건조	powder	100	PET	식용	
20	이덤	건조	whole	50	PE	식용	
21	인섹트리	건조	whole	50	PE+은박	식용	
22	참고소애	건조	whole	130	PE+craft	식용	
23	양주골고소애	건조	whole	100	PE	식용	
24	참꼬소름	Microwave	whole	65	PET	식용	

(* 검색어: 건조밀워, 고소애, 식용곤충, 갈색거저리 유충/네이버 쇼핑 4월 기준)

표 125. 쌍별 귀뚜라미 시중제품 분석결과

No	판매처 및 제품명	유형	원형	중량	포장	용도	비고
1	더건강한 곤충	건조	whole	100	PE	식용	
2	mg내츄럴	Microwave	whole, powder	100	PE	식용	질소충전
3	밀워나라	냉동	whole	200	PP	사료용	
5	이더블	건조	whole	50	PE+craft	식용	
6	송학농장	건조	whole	50		식용	

(* 검색어: 귀뚜라미, 식용곤충/네이버 쇼핑 4월 기준)

나. 농가출하 전 원재료 전처리 방식에 특성분석

(1) 실험방법

양주시 소재 식용곤충 농가 6곳에서 갈색거저리 유충 3종, 쌍별 귀뚜라미 3종을 구입, 양주시농업기술센터에서 생산한 갈색거저리 유충의 마이크로웨이브 건조 제품을 시료로 사용. 갈색거저리의 경우 열풍건조 2종, 마이크로웨이브 건조 2종을 사용하였으며, 쌍별 귀뚜라미의 경우 열풍건조 3종에 대한 특성을 분석하였음. 식품공전 기준에 따라 갈색거저리 유충은 중금속(납, 카드뮴, 비소), 대장균에 대하여 검사를 실시하고, 쌍별 귀뚜라미는 중금속(납, 카드뮴), 대장균 검사를 실시. 또한 원료의 안정적인 출하를 위해 원료 자체 특성에 대한 수분, 산가, 불포화지방산, 일반세균 실험 실시하였음(표 126, 표 127).

(2) 실험결과

(가) 갈색거저리 유충 실험결과

갈색거저리 유충의 중금속과 대장균 및 이화학적 분석결과(표 126), 납은 0~0.02 mg/kg의 범위로 식품공전에서 정한 0.1 mg/kg보다 낮은 수치로 검출되었으며, 카드뮴 0.03~0.06 mg/kg의 범위로 검출되었음. 비소는 모두 불검출 되었으며, 대장균 또한 5번의 반복 결과에도 불검출 되었음. 수분은 3.2~10.4%로 큰 편차를 보였으며, 마이크로웨이브 건조방법이 열풍건조 방법보다는 수분의 함량이 낮은 것을 확인하였음. 열풍건조를 한 2농가에서 수분의 함량의 차이가 크게 나타났는데, 열풍건조의 온도와 시간 등의 매뉴얼 작성이 필요할 것으로 사료됨. 산가는 1.4~18 mg/g로 나타나 마이크로웨이브 건조에서 열풍건조보다 높은 값을 보였음. 불포화지방산의 범위는 21.79~24.15 g/100 g이었음. 일반세균수는 0~34,000 CFU/g으로 양주농기센터에서 사육한 시료에서 불검출 되었으며, 마이크로웨이브 건조품보다 열풍건조에서 높은 세균수를 보였음.

표 126. 갈색거저리 유충의 중금속, 대장균 및 이화학적 분석결과

시험·검사항목	MM1*	MM2	MH3	MH4
납(mg/kg)	0.02	0.01	0.02	0
카드뮴(mg/kg)	0.04	0.06	0.06	0.03
비소(mg/kg)	불검출	불검출	불검출	불검출
대장균(CFU/g)	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
수분(%)	3.5	3.2	4.4	10.4
산가(mg/g)	1.8	2	1.4	1.7
불포화지방산(g/100 g)	22.26	24.15	29.75	21.79
일반세균수(CFU/g)	20	0	510	34,000

*MM1 : Mealworm Microwave drying(김근수 농가)

MM2 : Mealworm Microwave drying(양주농기센터)

MH3 : Mealworm Hot air drying(성열권 농가)

MH4 : Mealworm Hot air drying(이근수 농가)

(나) 쌍별귀뚜라미 실험결과

쌍별 귀뚜라미의 중금속과 대장균 및 이화학적 분석결과(표 127), 납은 0.02~0.04 mg/kg의 범위로 식품공전에서 정한 0.3 mg/kg보다 낮은 수치로 검출되었으며, 카드뮴 0.02 mg/kg의 범위로 식품공전에서 정한 0.3 mg/kg보다 낮은 수치로 검출되었음. 대장균은 5번의 반복 결과 모두 불검출 되었음. 수분은 4.3~6.1%로 편차를 보였으며, 산가는 3.1~11.7 mg/g로 큰 편차를 보여 안정된 출하를 위한 매뉴얼 작성이 필요할 것으로 사료됨. 불포화지방산의 범위는 11.99~16.93 g/100 g이었으며, 일반세균수는 1,500~340,000 CFU/g으로 많은 양이 검출되었으며, 갈색거저리 유충에 비해 10배 넘는 일반세균수를 보여 쌍별 귀뚜라미의 사육 공정의 표준화가 필요하다고 판단됨.

표 127. 쌍별 귀뚜라미의 중금속, 대장균 및 이화학적 분석결과

시험·검사항목	CH1*	CH2	CH3
납(mg/kg)	0.04	0.03	0.02
카드뮴(mg/kg)	0.02	0.02	0.02
대장균(CFU/g)	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
수분(%)	4.5	4.3	6.1
산가(mg/g)	3.1	4.6	11.7

불포화지방산(g/100 g)	16.93	11.99	16.44
일반세균수(CFU/g)	180,000	340,000	1,500

*CH1 : Cricket Hot air drying(홍성국 농가)
 CH2 : Cricket Hot air drying(윤태진 농가)
 CH3 : Cricket Hot air drying(지영훈 농가)

다. 식용곤충 공급방식(원재료, 파우더)에 따른 특성분석

(1) 실험방법

표 124와 표 125의 결과를 바탕으로 식용곤충의 형태와 건조방법, 포장용지를 설정하였음. 형태는 원형(원재료)과 파우더, 건조방법은 열풍건조와 마이크로웨이브 방법, 포장용지는 PE와 PET를 각각 50g씩 소분하여 특성분석의 시료로 사용(그림 101)하였음. 포장용지를 달리하여 소분한 시료는 온도별 저장기간 확인을 위해 냉동온도인 -20℃, 냉장온도인 5℃, 실온온도인 25℃에서 보관하면서 한달 간격으로 실험을 실시(그림 102)하였음. 시료로 사용한 식용곤충의 원형은 표 126과 표 127의 결과를 바탕으로 중금속과 대장균이 식품공전의 범위 안에 포함되고, 안정성 분석을 위해 실험한 수분, 산가, 불포화지방산, 일반세균수 등의 결과를 바탕으로 선택함하였음. 갈색거저리 유충의 경우 마이크로웨이브 건조 1종(MM1), 열풍건조 1종(MH3), 쌍별 귀뚜라미의 경우 열풍건조 1종(CH1)을 사용하였음. 파우더 특성을 살펴보기 위해 양주시 소재 식용곤충 가공 전문공장인 인섹트비전에서 갈색거저리 유충의 탈지분말과 쌍별귀뚜라미의 탈지분말을 구매하여 실험에 사용하였음.



원형 포장

분말 포장

그림 101. 식용곤충 형태와 포장용지



-20℃

5℃

25℃

그림 102. 식용곤충 온도별 저장

(2) 실험결과

(가) 저장기간에 따른 식용곤충 수분 결과

수분 측정결과(표 128, 그림 103), 모든 실험군에서 저장기간이 증가함에 따라 수분 값이 증가하는 경향을 보였음. 5°C 보다 25°C 에서 보관 시 수분 값이 높은 것으로 나타났음. 5°C 에서 보관 시 분말제품인 MP, CP를 제외한 실험군에서는 PET에 보관 시 수분함량이 낮았으나, 분말제품인 MP, CP의 경우는 PE에 보관 시 수분함량이 더 낮았음. 25°C 에서 보관 시 모든 실험군에서 PE보다 PET에서 수분함량이 낮게 나타났음. MM의 경우, 저장 온도와 상관없이 PET에서 보관 시 수분함량이 낮았음. 마이크로웨이브으로 건조 시 원형 자체가 puffing 되어 부피가 열풍건조보다 크게 나타나고 puffing 시 생긴 중간의 공백으로 인해 진공 포장 시 원형 자체로 포장이 어려움이 있었음. 따라서 마이크로웨이브으로 건조 시에는 PE에서 진공포장하는 것보다는 PET에서 보관하는 것이 저장기간을 늘릴 수 있을 것으로 생각됨. MH의 경우, 5°C 에서 보관 시 저장 2달째까지는 PET보다 PE에서 수분함량이 낮게 나타났다가 3개월째에 PET의 수분함량이 낮게 나타났음. 25°C 에서 보관 시 저장 2달째부터 PET에서 보관하는 것이 수분함량이 낮게 나타났으며, 5°C 보다는 25°C 에서 수분함량이 높게 나타났음. CH의 경우, 5°C 에서는 PE보다 PET에서 월등하게 낮은 수분함량을 보였으며, 25°C 에서도 PET에서 수분함량이 낮게 나타났음. MP 결과, 5°C 에서는 PET에서 높은 수분값을 보였으나, 25°C 에서는 PE에서 높은 수분함량을 보였음. CP 결과, 5°C 에서 PET에서 수분함량이 높았으나, 25°C 에서는 PET에서 수분함량이 낮았음. 파우더를 저장할 경우, 냉장보관 상태에서 보관 시에는 PE를 사용하는 것이 적합하고, 실내에서 보관 시에는 PET에 사용하는 것이 저장기간을 늘릴 수 있을 것으로 사료됨.

표 128. 저장기간에 따른 식용곤충 수분 결과(단위 : %)

		PE		PET		F-value
		5°C	25°C	5°C	25°C	
MM*	1month	3.47±0.21a1)2)	3.50±0.46a	2.90±0.10b	2.10±0.20c	16.98**3)
	2months	3.80±0.26b	4.93±0.32a	3.30±1.00c	2.87±0.31c	34.45***
	3months	4.40±0.26b	5.27±0.32a	3.43±0.06c	3.77±0.06c	43.38***
	4months	5.00±0.17b	5.93±0.32a	4.07±0.35c	4.43±0.06c	30.51***
MH	1month	3.13±0.06b	3.20±0.20b	3.53±0.15a	3.40±0.17ab	4.18*
	2months	3.30±0.26b	4.77±0.25a	3.67±0.21b	3.53±0.12b	26.78***
	3months	4.00±0.10b	4.93±0.06a	3.63±0.12c	3.83±0.15bc	79.47***
	4months	4.27±0.21b	5.33±0.21a	4.23±0.12b	3.50±0.30c	35.98***
CH	1month	3.80±0.17a	2.87±0.15b	3.13±0.15b	3.40±0.20ab	6.41*
	2months	4.10±0.17b	5.00±0.10a	3.30±0.17c	3.57±0.15c	73.32***
	3months	4.53±0.21b	5.70±0.35a	3.30±0.10d	3.93±0.35c	42.22***
	4months	5.67±0.21b	6.27±0.38a	3.90±0.44c	4.07±0.15c	41.28***
MP	1month	4.23±0.21c	5.37±0.38a	4.27±0.25c	4.77±0.06b	13.38**
	2months	3.90±0.17c	5.90±0.10a	4.10±0.26c	4.60±0.20b	64.73***
	3months	4.27±0.15c	6.13±0.21a	4.73±0.15b	5.00±0.26b	47.22***
	4months	4.77±0.06c	6.87±0.15a	5.43±0.35b	5.73±0.15b	53.18***
CP	1month	4.50±0.36b	6.61±0.45a	4.67±0.25b	5.00±0.10b	14.61**
	2months	4.70±0.36c	6.80±0.10a	5.00±0.10c	6.27±0.25b	56.64***
	3months	5.03±0.25c	7.17±0.12a	5.67±0.12b	7.30±0.17a	125.21***
	4months	5.93±0.12c	7.60±0.30a	6.77±0.06b	7.80±0.00a	82.12***

1) Mean± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05

*MM : Mealworm Microwave drying(Whole)

MH : Mealworm Hot air drying(Whole)

CH : Cricket Hot air drying(Whole)
 MP : Mealworm Powder
 CP : Cricket Powder

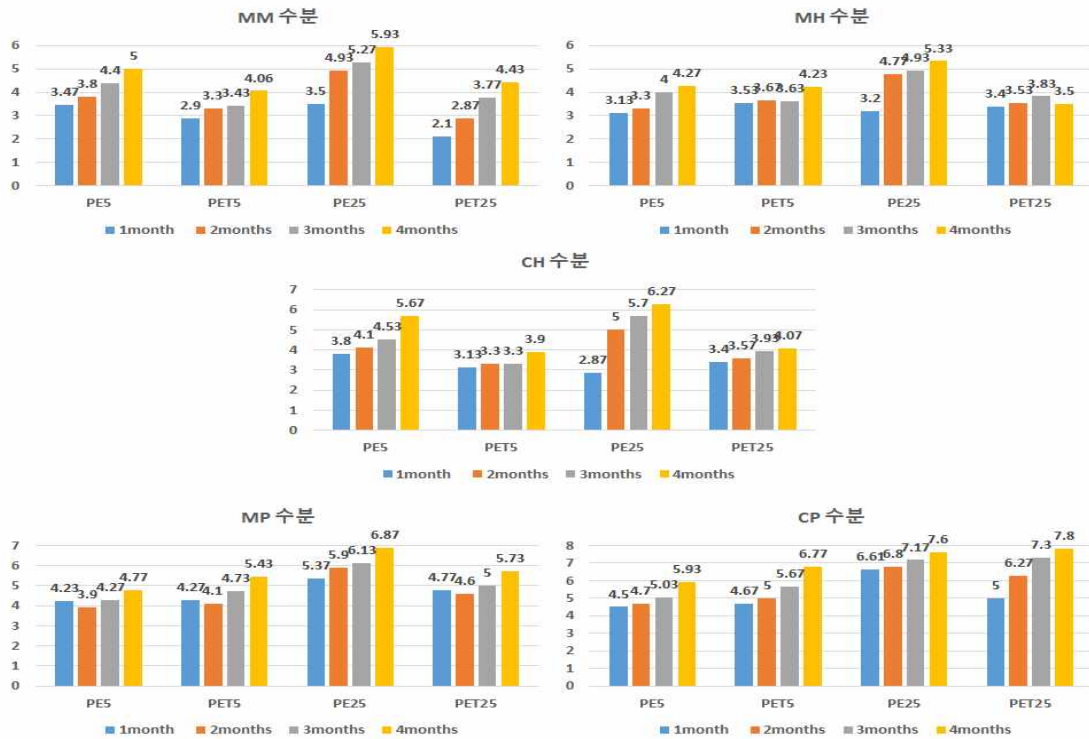


그림 103. 수분측정 결과

(나) 저장기간에 따른 식용곤충 산가 결과

MM의 산가 측정결과(표 129, 그림 104), MM의 경우 25℃에서 PE에 보관한 시료가 가장 높은 산가 값을 보였음. 5℃에서 저장 시에는 PET에서 보관한 시료에서 높은 산가 값을 보였으며, 25℃에서는 PE에서 보관한 시료에서 높은 산가 값을 보였음. 저장기간이 증가함에 따라 산가 값이 증가하였음. 저장 5개월까지는 산가 값이 3% 이하를 보였으나 6개월에서는 5℃ PET와 25℃ PE에서 3% 이상의 산가 값이 나타남. MH의 경우 5℃에서 PET에 보관한 시료에서 가장 높은 값을 보였으며, 5℃에서 PE에 보관한 시료에서 가장 낮은 값을 보였음. 같은 온도에서도 포장용지에 따라 확연한 차이를 나타내는 결과를 보였음. 동결건조 갈색거저리 유충의 자가규격 설정 시 산가의 함량을 3% 이하로 기준규격을 설정하였는데(정미연 등 2014) 본 연구의 마이크로웨이브 건조 갈색거저리 유충의 경우 저장 5개월까지는 3%이하의 기준규격 안에 포함되었으나, 열풍건조 갈색거저리 유충의 경우 저장 1개월부터 25℃ PET에서 보관한 시료를 제외한 시료군에서 3.40~4.47 mg/g의 값을 보여 기준규격을 초과하는 수치를 나타남. 그러나 저장 기간 증가에 따라 산가의 값이 대체적으로 감소하여 3% 이내의 수치를 보였으나, 5℃ PET의 경우는 저장기간 증가에 따라 산가 값도 증가하여 3.97~6.63 mg/g의 범위를 보였음. CH의 경우 25℃에서 PET에 보관한 시료가 가장 높은 값을 보였음. 5℃와 25℃에서 저장 한 시료 모두 PET에 포장한 쌍별 귀뚜라미의 산가 값이 높았음. 귀뚜라미 분말의 자가규격 및 유통기한 설정 실험(김대현 등 2016)에서 동결건조한 귀뚜라미의 분말 산가 값을 3 mg KOH/g 이하로 설정하였는데, 본 연구에서는 시료 제조일부터 산가의 값이 3% 이상을 나타내 저장 기간이 증가할수록 높은 수치가 나타남. 일반 농가에서는 동결건조로 귀뚜라미를 건조시키기가 어렵고 대부분 열풍건조를 이용한 귀뚜라미 건조를 사용하고 있으므로 건조방법에 따른 자가규격 설정이 필요하다고 판단됨. MP의 경우 저장 4개월

까지는 저장온도와 포장용지에 따른 시료간의 유의한 차이를 보이지 않았음. 저장 5개월부터 25℃에서 저장 시 5℃에서 저장한 시료보다 높은 산가 값을 보였음. CP의 경우, 저장 3개월까지는 일정한 수치를 나타내지 않았으나 저장 4개월부터는 25℃에서 저장한 시료에서 높은 산가 값을 보였음. MP와 CP처럼 분말 형태로 저장 시에는 PE에서 보관 시 온도와 상관없이 높은 산가 값을 보여 수분의 결과 값과 상관된 결과를 보였음. MM, MH, CH처럼 원형 형태로 저장 시에는 PET에서 높은 산가 수치를 보여 PE에서 저장하는 것이 유통기한을 늘리는데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단됨.

표 129. 저장기간에 따른 식용곤충 산가 결과(단위 : mg/g)

		PE		PET		F-value
		5℃	25℃	5℃	25℃	
MM*	1month	2.17±0.06c	2.50±0.10b	2.87±0.15a	2.67±0.06b	26.33***
	2months	1.13±0.21b	2.60±0.10a	2.70±0.36a	2.77±0.15a	35.40***
	3months	2.43±0.12b	2.70±0.10a	2.70±0.10a	2.93±0.15a	8.84**
MH	1month	3.40±1.31a	4.47±0.12a	3.97±0.15a	1.93±0.15b	8.14**
	2months	1.63±0.31c	2.00±0.36c	5.13±0.25a	2.83±0.55b	50.22***
	3months	1.50±0.10c	1.80±0.30c	5.53±0.40a	2.37±0.12b	149.62***
CH	1month	6.93±0.25b	7.03±0.15b	7.37±0.15b	10.27±0.31a	148.94**
	2months	6.17±0.42	6.03±0.29	6.13±0.35	6.10±0.27	0.086NS
	3months	6.27±0.25b	7.17±0.50a	6.87±0.31ab	7.10±0.36a	3.73*
MP	1month	7.73±0.17	6.30±0.50	6.13±0.21	6.87±0.31	1.47NS
	2months	5.13±0.67	4.47±1.38	3.80±0.10	5.13±2.04	0.75NS
	3months	6.57±1.39	7.10±0.17	7.77±0.76	6.37±0.91	1.40NS
CP	1month	7.47±1.46	5.93±2.48	5.93±1.20	7.07±0.31	0.76NS
	2months	5.30±0.46b	8.10±0.10a	7.70±1.35a	7.37±0.60a	7.74**
	3months	8.93±0.21	9.37±0.38	7.67±2.23	9.27±0.35	1.40NS

1) Mean ± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, NS : Not significant

*MM : Mealworm Microwave drying(Whole)

MH : Mealworm Hot air drying(Whole)

CH : Cricket Hot air drying(Whole)

MP : Mealworm Powder

CP : Cricket Powder

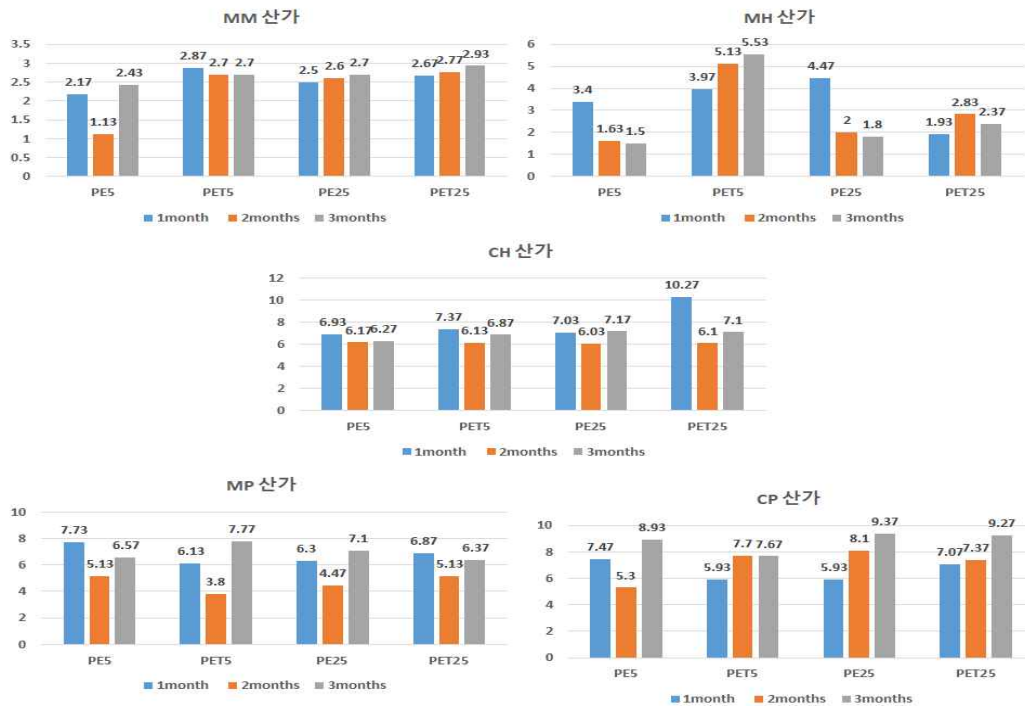


그림 104. 산가 측정결과

(다) 저장기간에 따른 식용곤충 일반세균 결과

저장 6개월째 일반세균을 측정한 결과(표 130), MM에서는 저장 온도, 포장용지와 상관없이 일반세균이 검출되지 않았음. MH의 경우 포장용지와 상관없이 높은 온도에서 보관 시 일반세균이 검출되었으며, PET에서 보관한 시료에서 PE보다 높은 값을 보였음. CH의 경우 25°C에서 PET로 보관한 시료에서 5.89 logCFU로 일반세균이 가장 높게 검출되었으며, 25°C에서 PE로 보관한 시료에서 5.37 logCFU로 다음으로 높게 검출됨. 포장용지와는 크게 상관없이 온도에 따라 큰 차이가 나타남. MP에서는 일반세균이 검출되지 않음. CP에서는 5°C PE에 보관한 시료에서 가장 많이 검출됨. 이상의 결과 일반세균은 포장용지와 상관없이 온도에 따른 차이를 보이는 것으로 확인됨. 식용곤충의 유통기한 설정 시 일반세균은 설정지표로 사용하지 않는데, 향후 지속적인 연구결과 도출을 토대로 안전한 먹거리를 위한 일반세균의 설정지표 확립이 필요할 것으로 판단됨.

표 130. 저장 6개월 식용곤충 일반세균 결과(단위 : logCFU)

	PE			PET			F-value
	-20°C	5°C	25°C	-20°C	5°C	25°C	
MM	-	-	-	-	-	-	-
MH	-	-	3.09±0.05b	-	-	3.17±0.05a	5245.95**
CH	4.52±0.05c	4.50±0.11c	5.37±0.04b	4.52±0.05c	4.50±0.02c	5.89±0.07a	284.87***
MP	-	-	-	-	-	-	-
CP	4.58±0.02b	5.07±0.12a	4.26±0.10c	3.67±0.04d	4.47±0.10b	4.41±0.15bc	64.90**

1) Mean± S. D.

2) a~d mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01

*MM : Mealworm Microwave drying(Whole)

MH : Mealworm Hot air drying(Whole)
 CH : Cricket Hot air drying(Whole)
 MP : Mealworm Powder
 CP : Cricket Powder

(라) 저장기간에 따른 식용곤충 관능검사 결과

① 갈색거저리 유충의 기호도 검사

저장 기간에 따른 갈색거저리 유충의 기호도 검사 결과(표 131), 외관 항목에서 마이크로웨이브 건조한 시료 MM에서 열풍 건조한 시료 HM보다는 높은 기호도를 보였다. MM1에서 가장 높은 외관의 기호도를 나타내 저장기간이 증가함에 따라 외관(색, 모양)등의 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 냄새 항목에서도 마이크로웨이브 건조한 시료 MM에서 열풍 건조한 시료 HM보다는 높은 기호도를 보였으며, 저장 1개월된 MM1의 기호도가 가장 높았음. 저장기간이 증가함에 따라 냄새의 기호도가 감소하는 것을 확인할 수 있었음. 맛, 텍스처 항목에서도 MM이 HM보다 높은 기호도를 보였으며 저장기간이 짧을수록 높은 기호도를 보였음. 전체적인 기호도에서 MM이 HM보다 높은 기호도를 보여 마이크로웨이브 건조방법이 열풍건조보다는 높은 기호도를 보였음.

표 131. 저장 기간에 따른 갈색거저리 유충의 기호도 검사(7-point likert scale)

	MM1*	MM3	MM6	HM1	HM3	HM6	F-value
외관	6.00±1.45a	5.35±1.50a	5.30±1.56a	3.75±1.29b	3.20±1.54bc	2.50±1.61c	17.42***
냄새	5.40±1.63a	5.10±1.65a	4.75±1.45ab	3.95±1.39bc	3.70±1.56c	3.40±1.76c	5.30***
맛	6.10±1.02a	5.35±1.23a	5.70±1.17a	3.90±1.45b	3.50±1.47b	3.75±1.89b	13.01***
텍스처	5.55±1.61a	5.00±1.17ab	5.15±1.14a	3.85±1.69c	3.80±1.64c	4.05±2.01bc	4.63**
전체적인 기호도	5.45±2.19a	5.20±1.36a	5.15±1.42a	3.70±1.42b	3.60±1.47b	3.70±1.75b	5.89***

1) Mean± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01

*MM1 : Microwave drying Mealworm(1month)

MM3 : Microwave drying Mealworm(3month)

MM6 : Microwave drying Mealworm(6month)

HM1 : Hot air drying Mealworm(1month)

HM3 : Hot air drying Mealworm(3month)

HM6 : Hot air drying Mealworm(6month)

② 갈색거저리 유충의 특성차이 검사

저장 기간에 따른 갈색거저리 유충의 특성차이 검사 결과(표 132), 갈색의 정도는 HM에서 높은 강도를 보여 마이크로웨이브 건조보다는 열풍 건조한 갈색거저리 유충의 색이 진한 것을 확인할 수 있었음. 고소한 냄새 항목에서는 MM이 HM보다 높은 강도를 보였으며, 저장기간이 짧을수록 높은 강도를 보였음. 기름냄새와 쿰쿰한 냄새 항목에서는 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 고소한 맛에서는 MM이 HM보다 높은 강도를 보였음. 씹쌀한 맛에서는 HM이 MM보다 높은 강도를 보여, 갈색거저리 유충 장내의 정체물질(배변)이 열풍건조 시에는 남아있고 마이크로웨이브 건조 시에는 사라지는 것으로 판단됨. 또한 열풍건조 시 높은 온도에서 건조함에 따라 탄 맛에 의한 영향도 받은 것으로 사료됨. 감칠맛 항목에서는 MM이 HM보다 높은 강도를 보였음. 바삭바삭한 정도, 단단한 정도 등의 텍스

처 항목에서는 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았음. 입안의 잔여감 또한 통계상의 유의한 차이를 보이지 않았음.

표 132. 저장 기간에 따른 갈색거저리 유충의 특성차이 검사(7-point likert scale)

	MM1*	MM3	MM6	HM1	HM3	HM6	F-value
갈색의 정도	3.75±2.12ab	3.50±1.76b	3.55±1.47b	4.80±1.32a	4.85±1.63a	4.85±2.11a	2.99*
고소한 냄새	5.70±1.69a	4.80±1.44ab	4.50±1.40b	3.40±1.60c	3.45±1.43c	3.10±1.55c	8.81**
기름 냄새	3.35±2.37	3.45±1.79	3.50±1.67	3.25±1.62	3.50±1.76	3.40±2.06	0.52
쭈뼌한 냄새	3.25±2.31	2.95±1.82	2.95±1.76	3.25±1.55	3.45±1.70	3.30±2.13	0.22
고소한 맛	5.85±1.84a	5.25±1.33a	5.10±1.29a	3.65±1.95b	3.45±1.67b	3.10±1.89b	9.12**
기름진 맛	4.35±2.43	4.10±1.97	4.05±1.61	4.00±1.65	3.80±1.58	3.45±2.06	0.51
썩썩한 맛	3.10±2.31b	3.00±1.81b	3.20±1.82b	4.70±1.45a	4.60±1.53a	4.60±2.01a	4.17**
감칠맛	4.85±2.06a	4.35±1.93ab	4.30±1.87abc	3.55±1.79bc	3.20±1.64bc	3.05±1.88c	2.99*
비린맛	3.45±2.24	3.10±1.77	2.85±1.57	3.90±1.62	3.80±1.70	3.70±1.81	1.08
바삭바삭한 정도	5.80±1.58	5.40±1.54	5.20±1.58	4.85±1.50	4.65±1.61	4.40±2.03	1.96
단단한 정도	3.95±1.76	3.95±1.50	4.25±1.83	4.90±1.52	4.80±1.79	4.90±2.10	1.37
입안의 잔여감	4.10±1.86	4.40±1.54	4.40±1.31	4.95±0.88	5.00±1.30	5.00±1.45	1.51
썩썩한맛(AF)	2.90±2.00	2.95±1.85	3.00±1.72	4.15±1.56	4.00±1.75	4.05±1.90	2.32

1) Mean± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.005

*MM1 : Microwave drying Mealworm(1month)

MM3 : Microwave drying Mealworm(3month)

MM6 : Microwave drying Mealworm(6month)

HM1 : Hot air drying Mealworm(1month)

HM3 : Hot air drying Mealworm(3month)

HM6 : Hot air drying Mealworm(6month)

③ 쌍별귀뚜라미의 기호도 검사

저장 기간에 따른 쌍별 귀뚜라미의 기호도 검사 결과(표 133), 외관 항목에서 저장기간이 증가함에 따라 높은 기호도를 보였으나 시료간의 차이를 보이지 않았음. 냄새와 맛 항목에서는 저장 3개월에서 가장 높은 기호도를 보였음. 텍스처와 전체적인 기호도 항목에서는 저장 3개월에서 가장 높은 기호도, 저장 6개월에서 가장 낮은 기호도를 보였으나 통계상의 차이를 나타내지 않았음.

표 133. 저장 기간에 따른 쌍별 귀뚜라미의 기호도 검사(7-point likert scale)

	HC1*	HC3	HC6	F-value
외관	4.10±1.66	4.60±1.35	4.70±1.25	0.50
냄새	4.50±1.43ab	5.60±1.17a	3.70±1.16b	5.71**
맛	5.10±0.74a	5.20±1.23a	4.00±0.94b	4.52*
텍스처	4.90±0.74	5.20±1.03	4.20±1.14	2.72
전체적인기호도	4.80±1.32	5.10±1.20	3.90±1.52	2.13

1) Mean± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level

by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001, ** : p<0.01

*HC1 : Hot air drying Cricket(1month)

HC3 : Hot air drying Cricket(3month)

HC6 : Hot air drying Cricket(6month)

④ 쌍별귀뚜라미의 특성차이검사

저장 기간에 따른 쌍별 귀뚜라미의 특성차이 검사 결과(표 134), 색의 강도 항목은 저장기간이 증가함에 따라 강도가 약하게 평가되었으나 통계상의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 기름 냄새는 저장기간이 증가함에 따라 강도가 강하게 평가되었으며, 쿼퀴한 냄새 항목 또한 저장기간 증가에 따라 강하게 평가되었으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 씹쌀한 맛 항목은 저장기간의 증가에 따라 강하게 평가되었으며, 감칠맛은 저장기간 증가에 따라 약하게 평가되었으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 바삭바삭한 정도도 저장기간 증가에 따라 약하게 평가되었음. 입안의 잔여감 항목도 저장기간 증가에 따라 강하게 평가되었음.

표 134. 저장 기간에 따른 쌍별 귀뚜라미의 특성차이 검사(7-point likert scale)

	HC1*	HC3	HC6	F-value
색의강도	4.90±1.85	4.40±1.50	4.00±1.15	0.87
고소한 냄새	3.80±1.87	4.80±1.75	3.80±1.03	1.31
기름 냄새	3.70±1.83	4.30±1.70	4.70±1.77	0.81
쿼퀴한 냄새	3.50±1.51	3.80±1.62	4.50±1.84	0.95
고소한 맛	4.90±0.99	5.00±1.41	4.30±1.16	0.99
기름진 맛	3.80±1.55	4.60±1.35	4.60±1.43	1.02
씹쌀한 맛	3.40±1.58	4.00±1.56	4.20±1.81	0.63
감칠맛	4.40±1.78	4.40±1.51	3.50±1.35	1.12
비린맛	3.30±1.34	3.90±1.37	4.40±1.71	1.38
바삭바삭한 정도	5.50±1.27	4.90±1.20	5.00±1.05	0.75
단단한 정도	5.20±0.92	4.90±1.10	4.40±1.26	1.34
입안의 잔여감	4.50±1.78	4.50±1.08	5.10±1.10	0.65
씹쌀한 맛(AF)	3.60±1.51	4.50±1.72	4.30±1.42	0.93

1) Mean± S. D.

2) a-c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

*HC1 : Hot air drying Cricket(1month)

HC3 : Hot air drying Cricket(3month)

HC6 : Hot air drying Cricket(6month)

5. 균일한 품질의 유충 원료 생산을 위한 표준 시스템 구축

가. 식용곤충 채란시기에 따른 수량 비교분석

(1) 갈색거저리 유충 발육상태 비교

(가) 실험방법

양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충과 양주시 소재 식용곤충 사육장 3곳의 갈색거저리 유충의 령별, 길이, 너비, 무게를 측정하였음. 양주시 농업기술센터와 양주시 소재 식용곤충 사육장의 온도와 습도는 각각 달랐으며, 양주시 농업기술센터는 25.7℃, 40%, 농가 A는 22℃, 40-50%, 농가 B는 25℃에서 55-60%, 농가 C는 26℃에서 55-60%에서 갈색거저리 유충을 사육하였음. 온도는 22~26℃,

습도는 40~60%의 범위에서 사육된 유충을 사용하였음.

(나) 실험결과

① 양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육상태

갈색거저리 유충의 발육기간을 2~4개월까지 측정한 결과(표 135, 그림 105), 2개월째 길이는 22.92~26.58 mm, 너비는 2.61~2.82 mm, 무게는 0.09~0.12 g 이었다. 3개월째 길이는 26.92~28.67 mm, 너비는 2.83~3.00 mm, 무게는 0.13~0.17 g로 발육기간이 증가함에 따라 길이,너비, 무게가 증가함. 4개월째 길이는 27.47 mm, 너비 2.80 mm, 무게는 0.14 g으로 3개월 때 보다 감소하는 경향을 보였다. 갈색거저리 유충의 평균 발육기간이 3개월인 것과 같은 경향을 보였으며, 4개월째에는 용화준비를 위해 길이와 너비, 무게가 감소한 것으로 사료됨.

표 135. 양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육상태(n=50, 25.7°C, 40%)

No	발육기간		길이 (mm)	너비 (mm)	무게 (g)
	일(days)	월(months)			
1	74	2개월 14일	22.92±5.081)	2.61±0.20	0.09±0.02
2	85	2개월 25일	26.58±1.52	2.82±0.14	0.12±0.02
3	95	3개월 4일	26.92±1.29	2.83±0.15	0.13±0.01
4	102	3개월 11일	28.67±2.59	3.00±0.32	0.17±0.03
5	124	4개월 3일	27.47±1.32	2.80±0.13	0.14±0.01

1) Mean± S. D.

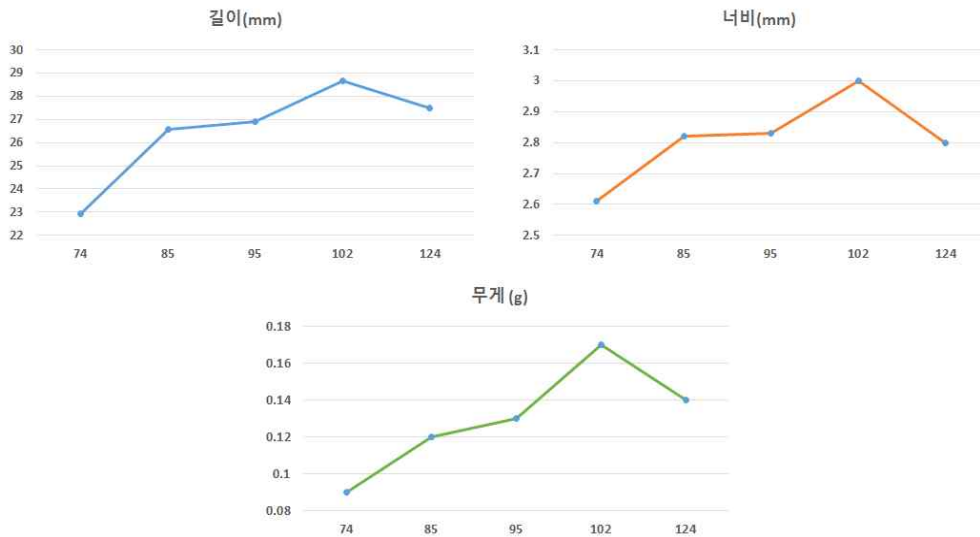


그림 105. 양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육상태

② 양주시 소재 식용곤충 농가에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육상태

A농가는 온도 22°C, 습도 40~50%에서 사육하였으며, 갈색거저리 유충의 발육기간이 47일 일 때 길이는 19.24 mm, 너비는 1.98 mm, 무게는 0.05 g 이었다. 118일 일 때 길이는 28 mm, 너비는 2.86 mm, 무게는 0.15 g 이었다. B농가는 온도 25°C, 습도 55~60%에서 사육하였으며, 갈색거저리 유충의 발육기간이 4개월째 일 때 길이가 27.58 mm, 너비가 2.81~2.82 mm, 무게가 0.13~0.16 g 으로 발육기간이 5일 더 지났을 때 길이와 너비, 무게가 감소하는 것을 확인 할 수 있었음. C농가는 온도 26°C, 습도

55-60%에서 사육하였으며, 갈색거저리 유충의 발육기간이 74일 일 때 길이는 23.64 mm, 너비는 2.41 mm, 무게는 0.09 g, 104일 일 때 길이는 27.88 mm, 너비는 2.84 mm, 무게는 0.14 g을 보였음(표 136).

표 136. 양주시 소재 식용곤충 농가에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육상태(n=50)

농가	발육기간		길이 (mm)	너비 (mm)	무게 (g)
	일(days)	월(months)			
A (22°C, 40-50%)	47	1개월 16일	19.24±1.401)	1.98±0.16	0.05±0.01
	118	3개월 17일	28.00±1.37	2.86±0.12	0.15±0.02
B (25°C, 55-60%)	125	4개월 4일	28.97±1.24	2.82±0.10	0.16±0.01
	130	4개월 9일	27.58±1.18	2.81±0.10	0.13±0.04
C (26°C, 55-60%)	74	2개월 13일	23.64±0.87	2.41±0.09	0.09±0.01
	104	3개월 13일	27.88±1.31	2.84±0.12	0.14±0.02

1) Mean± S. D.

③ 발육상태 비교

양주시 농업기술센터와 양주시 소재 식용곤충 농가(A)에서 각각 다른 온도와 습도로 사육한 갈색거저리 유충의 발육상태를 비교하였음(표 137). 발육기간은 3개월 상태였으며, 길이는 A농가 28.00 mm, 양주시농업기술센터 28.67 mm, 너비는 A농가 2.86 mm, 양주시농업기술센터 3.00 mm, 무게는 A농가 0.15 g, 양주시농업기술센터 0.17 g 으로 길이, 너비, 무게 등 발육상태는 양주시농업기술센터에서 더 높게 나타났음. 이는 온도가 A농가보다 3°C 높은 것에 기인 한 것으로 사료됨. 따라서 발육상태를 높이기 위해서는 낮은 온도보다는 높은 온도가 적정하다고 생각됨.

양주시 농업기술센터와 양주시 소재 식용곤충 농가(B)에서 온도는 25°C 로 동일하고 습도를 달리하여 사육한 갈색거저리 유충의 발육 상태를 비교하였음(표 19). 발육기간은 4개월 상태로 용화시기 였으며, 길이는 B농가 28.97 mm, 양주시 농업기술센터 27.47 mm, 너비는 B농가 2.82 mm, 양주시 농업기술센터 2.80 mm, 무게는 B 농가 0.16 g, 양주시 농업기술센터 0.14 g 으로 너비를 제외한 길이와 무게에서 B 농가의 발육상태가 높은 것으로 확인되었음. 이는 B의 사육장의 습도가 15~20% 높은 것에 기인한 것으로 사료됨. 따라서 발육상태를 높이기 위해서는 25°C 온도에서는 습도가 40% 이상으로 조절하는 것이 좋을 것으로 판단됨.

양주시 농업기술센터와 양주시 소재 식용곤충 농가(C)에서 각각 다른 온도와 습도에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육 상태를 비교하였음(표 20). 발육기간은 3개월 상태였으며, 길이는 C농가 27.88 mm, 양주시농업기술센터 28.67 mm, 너비는 C농가 2.84 mm, 양주시 농업기술센터 3.00 mm, 무게는 C 농가 0.14 g, 양주시 농업기술센터 0.17 g 으로 길이와 너비, 무게에서 양주시 농업기술센터에서 사육한 유충의 발육상태가 높은 것으로 확인됨. 표 20에서는 같은 온도에서는 높은 습도에서 성장 발육이 높은 것으로 나타났으나, 다른 온도에서는 높은 온도일수록 습도가 낮은 곳에서 성장 발육이 높은 결과를 보였다. 향후 온도와 습도에 대한 구체적인 연구가 필요할 것으로 보여짐.

표 137. 양주시 소재 식용곤충 농가(A)와 양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육 상태 비교 (n=50)

농가	발육기간		길이 (mm)	너비 (mm)	무게 (g)
	일(days)	월(months)			
A (22°C, 40-50%) 양주 농기센터	118	3개월 17일	28.00±1.371)	2.86±0.12	0.15±0.02
(25°C, 40%)	102	3개월 11일	28.67±2.59	3.00±0.32	0.17±0.03

t-value	2.47**	4.56***	4.87***
---------	--------	---------	---------

1) Mean ± S. D., *** : p<0.001, ** : p<0.01

표 138. 양주시 소재 식용곤충 농가(B)와 양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육 상태 비교 (n=50)

농가	발육기간		길이 (mm)	너비 (mm)	무게 (g)
	일(days)	월(months)			
B (25℃, 55-60%) 양주 농기센터	125	4개월 4일	28.97 ± 1.241	2.82 ± 0.10	0.16 ± 0.01
양주 농기센터 (25℃, 40%)	124	4개월 3일	27.47 ± 1.32	2.80 ± 0.13	0.14 ± 0.01
t-value			-3.12**	-1.58NS	-4.05***

1) Mean ± S. D., *** : p<0.001, ** : p<0.01, NS : Not significant

표 139. 양주시 소재 식용곤충 농가(C)와 양주시 농업기술센터에서 사육한 갈색거저리 유충의 발육 상태 비교 (n=50)

농가	발육기간		길이 (mm)	너비 (mm)	무게 (g)
	일(days)	월(months)			
C (26℃, 55-60%) 양주 농기센터	104	3개월 13일	27.88 ± 1.311	2.84 ± 0.12	0.14 ± 0.02
양주 농기센터 (25℃, 40%)	102	3개월 11일	28.67 ± 2.59	3.00 ± 0.32	0.17 ± 0.03
t-value			3.11**	2.13**	6.22***

1) Mean ± S. D., *** : p<0.001, ** : p<0.01

(2) 갈색거저리 채란시기에 따른 성장률

(가) 실험방법

갈색거저리 성충으로부터 알받기를 1~7일 사이로 받아 채란시기에 따른 발육상태를 비교하였음. 채란틀을 이용하여 성충이 빠져나가지 않는 크기의 구멍이 뚫린 타공망에 거저리가 산란할 수 있도록 밀기울일 깔고 알받기를 실시(25℃, 40%)하였음. 알을 받은 사육 박스는 알받기로부터 4개월(160일)이 지난 후 20마리의 유충을 임의로 선출하여 길이, 너비, 무게를 측정하였음(표 140, 그림 106).

(나) 실험결과

측정결과 길이는 채란 1일과 채란 5일에서 각각 28.70, 28.84 mm로 가장 길이가 길었으며, 3일에서 21.74로 가장 짧았음. 너비는 채란 1일, 2일, 5일에서 각각 2.87, 2.89, 2.89 mm로 가장 넓었으며, 채란 3일에서 2.28 mm로 가장 좁았음. 무게는 채란 5일이 0.16 g 으로 가장 무거웠으며, 채란 3일이 0.06 g 으로 가장 가벼웠음. 전체적으로 채란 1일과 5일에서 가장 성장률이 높았으며, 채란 3일에서 성장률이 가장 더뎠음. 대체적으로 성장률은 채란 1일이 가장 높았다가 점차 줄어들어 3일이 가장 낮았음. 4일

째부터는 증가하다가 6일에 3일과 마찬가지로 현저하게 급감하는 현상을 보였음. 온도와 습도가 동일한 사육장에서 채란시기별로 성장률이 다르게 나타난 것은 사육박스에 채란된 알의 밀도차이로 사료됨. 채란 3일째에 밀도가 높아 유충으로 성장 시 성장률이 더딘 것으로 판단됨. 또한 4일째와 5일째에 다시 성장률이 증가하였는데 이는 채란 3일째에 알의 수가 가장 많은 것과 관련 있는 것으로 보여지며, 밀기울에 산란하는 성충의 습성 상 밀기울을 섭취하면서 알도 함께 섭취하였을 것으로 판단됨. 따라서 채란 4일과 5일째에는 3일보다는 밀도가 낮아 성장률이 증가하였을 것으로 사료됨(표 140).

표 140. 채란시기별 갈색거저리 유충 성장률(n=20)

	길이 (mm)	너비 (mm)	무게 (g)
1일	28.70±1.27a1)2)	2.87±0.10a	0.15±0.02ab
2일	27.63±1.04b	2.89±0.09a	0.14±0.02bc
3일	21.74±1.29d	2.28±0.12d	0.06±0.01f
4일	27.22±0.93b	2.77±0.14b	0.13±0.02d
5일	28.84±1.42a	2.89±0.13a	0.16±0.02a
6일	22.53±1.39c	2.43±0.14c	0.08±0.02e
7일	27.55±1.15b	2.74±0.12b	0.13±0.02cd
F-value	114.01***3)	82.75***	101.50***

1) Mean± S. D.

2) a~f mean in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) *** : p<0.001

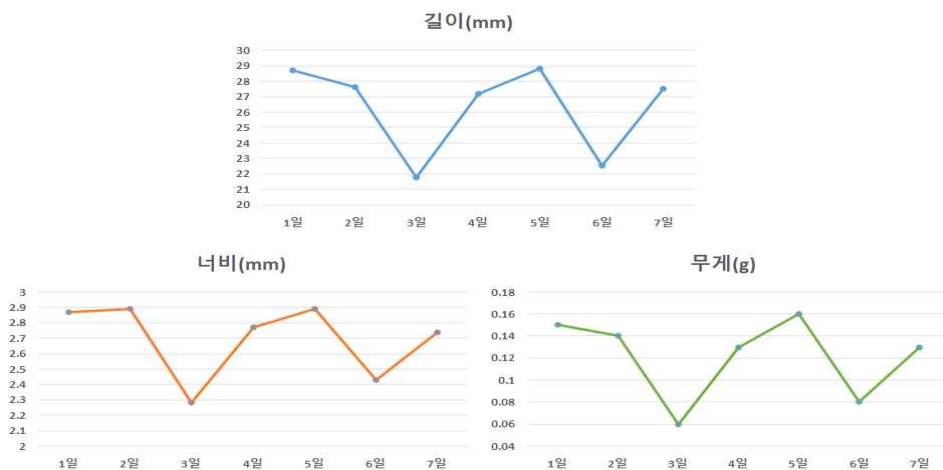


그림 106. 채란시기별 갈색거저리 유충 성장률

(3) 갈색거저리 채란시기에 따른 성장률

(가) 실험방법

종령 유충으로 발육하기 전 식용으로 가능한 상태의 보존을 위해 3~4개월 된 갈색거저리 유충을

저온저장고 (4℃)에 한달 간 저장 후 실온에 꺼내 사육 실시 하였음. 저온저장 후 실온에 사육된 갈색 거저리 유충을 8L 리빙 박스에 유충 150 g과 밀기울 150 g(1:1)을 넣어 사육하면서 성장률을 확인하였음. 이때 실험한 시료는 발육기간 150일(A), 141일(B), 106일(C), 101일(D) 였으며, 2017년 3월 17일 저온냉장고에서 저장 후 4월 20일에 실온에서 사육을 실시하였음. 수분 공급을 위해 무는 유충 무게의 5%인 7.5 g을 2일 간격으로 공급하면서 5, 15, 25, 40일간 성충으로 우화되는 양과 사망률을 분석하였음.

(나) 실험결과

저온저장 후 성충 우화율 및 사망률을 살펴본 결과(표 141, 그림 107), 실온에서 사육 5일에서는 D의 사망률은 A와 B, C에 비해 현저하게 낮았음. 이는 저온저장 시 유충의 발육(령)이 달랐기 때문으로 사료됨. 실온 사육 15 일째에서는 A와 B에서 현저하게 증가된 유충의 사망률을 확인 할 수 있었음. 실온 사육 25일부터는 성충을 확인 할 수 있었으며, 실온 사육 40일째에는 표면에 성충으로 덮여있는 것을 확인 할 수 있었음. 실온 사육 40일째에 D의 경우 알받기로부터 141일, C의 경우 알받기로부터 146일, B의 경우 알받기로부터 181일, A는 알받기로부터 190일이 되는데, 갈색거저리의 생활사에 비추어 봤을 때(알: 1~2주 전후, 유충: 3~4개월, 번데기 1~2주, 성충 1~4개월) 저온저장과는 무관하게 성장률은 더디지 않은 것으로 확인되었음. 그러나, 사망률은 실온에서 사육하는 갈색거저리 유충과 달리 다소 높은 사망률을 보였음.

표 141. 저온저장 후 성충 우화율 및 사망률

확인	간격	(150일)	(141일)	(106일)	(101일)
4/25	5일	1/3死	1/5死	1/5死	-
5/5	15일	2/3死	1/4死	1/5死	-
5/15	25일	성충 無	성충 약 20	성충 약 100	성충 약 50
5/30	40일	성충 약 20	성충 약 50	성충 약 200	성충 약 100

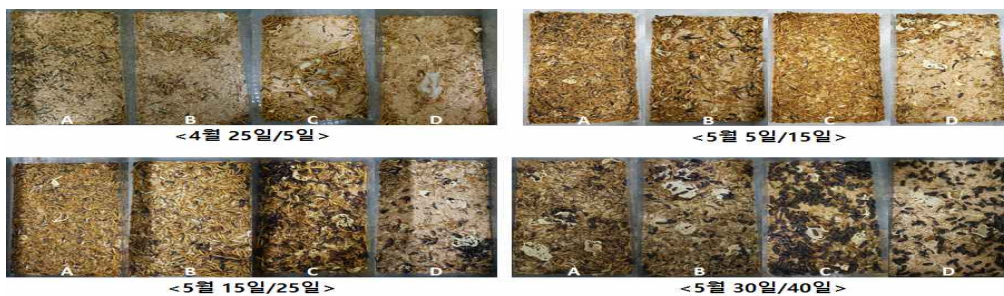


그림 107. 저온저장 후 성충 우화율 및 사망률

(4) 쌍별 귀뚜라미의 사육실태

(가) 실험방법

양주시 소재 귀뚜라미 농가에서 8주간 귀뚜라미의 길이와 너비를 측정(더건강한 곤충, 28℃, 60%)하였음. 귀뚜라미 알을 오아시스에 받은 후 리빙박스에 보관하면서 8주간 성장률을 확인(n=6)하였음.

(나) 실험결과

양주시 소재 귀뚜라미 농가에서 8주간 귀뚜라미의 길이와 너비를 측정(더건강한 곤충, 28℃, 60%)하였음. 귀뚜라미 알을 오아시스에 받은 후 리빙박스에 보관하면서 8주간 성장률을 확인하였음. 리빙박스의 밀도 평균은 1,500마리정도이며, 알 평균 기간은 8.5일(양주농기센터 25℃, 40%일 때 평균 기간은 14일), 폐사마리는 907.1마리로 60%의 폐사율을 보였음. 이 때 먹이의 소요량은 2,471 g 이었으며, 먹이원은 미강, 어분, 대두박, 옥수수, 채소(배추, 양배추, 양상추), 물 이었으며 4주까지는 주 1회씩 200 g 제공하였으며, 5주 이후부터는 주 1회씩 400 g의 양의 먹이를 제공하였음. 1상자당 암컷 마리수는 50% 였으며, 박스 및 배지를 소독하고 날파리 등 유입을 차단시켰음. 전체적으로 먹이활동과 야채활동이 좋으며, 7주 후 먹이활동이 감소하고, 4주차부터 등에 띠모양을 내면서 급속하여 성장하였음. 5주차부터는 성충으로 우화하기 시작하며 8주차부터 수명을 다한 성충이 나타났음. 1주차에 쌍별귀뚜라미의 평균 길이는 4.50 mm, 너비는 0.04 mm, 8주차에 평균 길이가 24.93 mm, 너비가 0.80 mm으로 성장률이 증가함에 따라 길이와 너비가 길어지는 것을 확인 할 수 있었음. 1~5주차 까지는 길이는 배의 수로 증가하였으나, 6주차부터 성장이 더더지는 것을 확인 할 수 있음. 7주차와 8주차의 성장률은 차이를 보이지 않았음(표 142, 그림 108).

표 142. 쌍별귀뚜라미 성장률(n=6)

	길이 (mm)	너비 (mm)
1주	4.50±0.52	0.04±0.00
2주	8.64±1.22	0.10±0.01
3주	13.07±1.38	0.17±0.01
4주	17.14±2.32	0.26±0.01
5주	20.50±3.03	0.55±0.01
6주	22.86±3.13	0.62±0.01
7주	24.79±3.21	0.73±0.02
8주	24.93±3.05	0.80±0.01

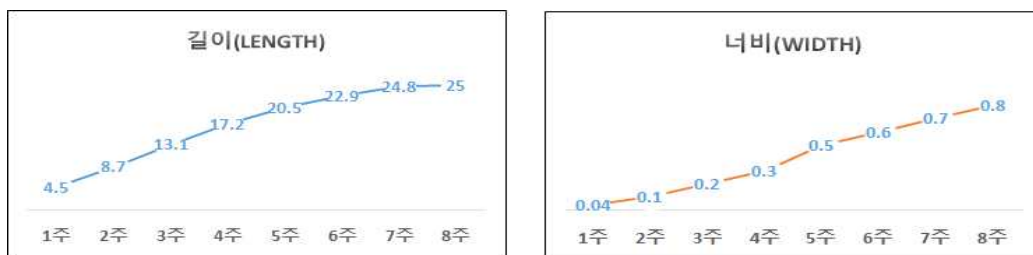


그림 108. 쌍별 귀뚜라미의 성장률

나. 최적 급여시기 분석

(1) 수분공급과 영양제 공급을 위한 젤리 제조 및 급여 실험 1

(가) 실험방법

수분공급을 위해 무를 대체 할 수 있는 식품으로 젤리를 제조하였으며, 젤리 제조 시 영양 공급을

위해 바실러스균을 접종한 젤리를 제조하였음(표 143). 갈색거저리 유충에게 바실러스균을 접종하지 않은 젤리와 접종한 젤리를 15일 간격으로 제공하면서 2달간 무게를 측정하여 실험 데이터로 이용하였음. 이때 사용된 유충은 발육상태가 76일(2개월 15일)인 유충을 리빙박스(8L)에 갈색거저리 유충 300 g, 밀기울 200 g, 제공젤리의 무게가 유충의 5%가 되도록 15 g을 제공하였음. 이때 대조군으로는 무를 15 g 제공하였으며 2일 간격으로 수분과 영양공급용으로 제조한 젤리와 무를 공급하고 15일 간격으로 밀기울 200 g 씩 제공 하였음.

표 143. 바실러스균을 첨가한 젤리 레시피 1

젤리 A				젤리 B			
재료	부피(mL)	부피양	비율(%)	재료	부피(mL)	부피양	비율(%)
젤라틴	100	6T, 2t	13.3	젤라틴	125	8T, 1t	16.7
배지	25	1T, 2t	3.3	배지	0		0.0
물	500	2 1/2cup	66.7	물	500	2 1/2cup	66.7
식초	10	2t	1.3	식초	10	2t	1.3
올리고당	10	2t	1.3	올리고당	10	2t	1.3
흑설탕	75	5T	10.0	흑설탕	75	5T	10.0
바실러스	30	2T	4.0	바실러스	30	2T	4.0
합계	750		100.0	합계	750		100.0

(나) 실험결과

젤리 A를 섭취한 갈색거저리 유충과 B를 섭취한 갈색거저리 유충, 무를 섭취한 갈색거저리 유충을 15일 간격으로 2달간 무게를 측정한 결과(표 144, 그림 109), 실험 15일째에는 무를 섭취한 갈색거저리 유충의 무게가 크게 나타났으며, 젤리 B를 섭취한 시료군이 낮은 값을 보였음. 실험 30일째에는 무를 섭취한 시료군의 무게가 가장 높게 나타났으며, 배지를 첨가한 젤리A가 다음으로 높게 나타났고, 배지를 첨가하지 않고 젤라틴만 첨가한 젤리 B에서 가장 낮은 값을 보였음. 실험 45일까지는 무를 섭취한 갈색거저리 유충의 무게가 높은 값을 보였으며, 젤리 A와 젤리 B간의 차이를 보이지 않았음. 실험 60일째에는 시료간의 통계적인 차이를 보이지 않음. 이상의 결과로 젤리보다는 무를 섭취한 갈색거저리 유충의 성장률이 높은 것을 확인 할 수 있었으며, 젤리 제공 시 배지를 첨가하지 않은 젤리보다는 배지를 첨가한 젤리에서 영양공급이 더 높게 되는 것을 확인 할 수 있었음. 수분 공급을 위해서는 젤리 제조 시 수분의 양을 높이는 것이 필요하다고 판단됨.

표 144. 바실러스균 첨가 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무게

Days	젤리A	젤리B	무	F-value
0	300.00±0.001E	300.00±0.00E	300.00±0.00E	-
15	421.67±0.58b2)D3)	410.00±2.65cD	437.33±6.81aD	31.55**4)
30	573.00±1.73bC	560.67±3.06cC	595.00±7.21aC	42.32***
45	719.67±1.12bB	710.00±7.00bB	742.33±10.21aB	9.70**
60	865.00±7.55A	867.33±17.39A	870.67±3.79A	0.20NS
F-value	4706.67***	2107.14***	3618.78***	-

1) Mean± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) A~E mean in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

4) *** : p<0.001, ** : p<0.01, NS : Not significant

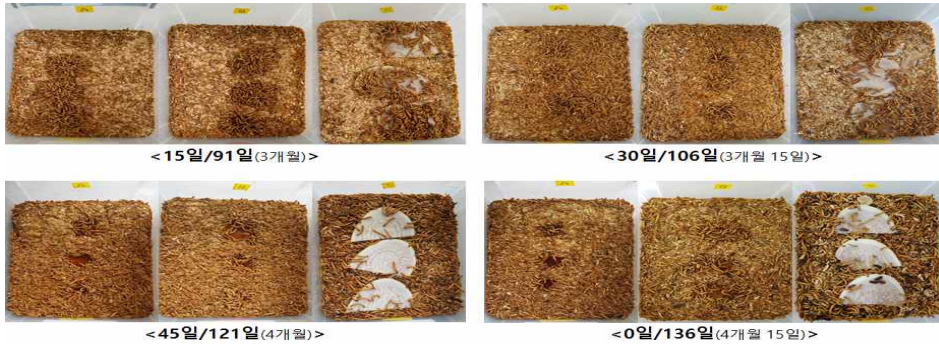


그림 109. 바실러스균을 첨가한 젤리 섭취(A, B 젤리)

(2) 수분공급과 영양제 공급을 위한 젤리 제조 및 급여 실험 2

(가) 실험방법

수분 공급과 영양 공급을 위한 젤리 제조 및 급여실험을 실시한 결과, 젤리 첨가보다 무를 섭취한 실험군의 성장률이 높은 것을 확인할 수 있었음(표 144). 따라서 수분의 함량을 2배로 높여 젤리 제조 시 무 보다 많은 수분을 공급 할 수 있을 것으로 판단하여 젤리 레시피 조정 후 젤리 제조 및 급여 실험을 재실시. 이때의 레시피는 표 145와 같으며, 실험 조건은 젤리 제조 및 급여 실험 1과 동일하였음.

표 145. 바실러스균을 첨가한 젤리 레시피 2

젤리 C				젤리 D			
재료	부피(mL)	부피양	비율(%)	재료	부피(mL)	부피양	비율(%)
젤라틴	100	6T, 2t	8.0	젤라틴	125	8T, 1t	10.0
배지	25	1T, 2t	2.0	배지	0		0.0
물	1000	5cup	80.0	물	1000	5cup	80.0
식초	10	2t	0.8	식초	10	2t	0.8
올리고당	10	2t	0.8	올리고당	10	2t	0.8
흑설탕	75	5T	6.0	흑설탕	75	5T	6.0
바실러스	30	2T	2.4	바실러스	30	2T	2.4
합계	1250		100.0	합계	1250		100.0

(나) 실험결과

젤리 C를 섭취한 갈색거저리 유충과 D를 섭취한 갈색거저리 유충, 무를 섭취한 갈색거저리 유충을 15일 간격으로 2달간 무게를 측정된 결과, 실험 15일째에서는 무를 섭취한 갈색거저리 유충의 무게가 높게 나타났으며, 젤리 D, 젤리 C섭취 순으로 무게가 낮아졌음. 실험 30일부터 무를 섭취한 실험군보다 젤리를 섭취한 실험군이 더 높은 무게를 보였음. 실험 45일째에는 젤리 C와 젤리 D를 섭취한 실험

험군의 무게가 높게 나타났으며, 무를 섭취한 실험군과 100 g 가량의 무게차이를 보였음. 실험 60일째에도 무를 섭취한 실험군보다 젤리를 섭취한 실험군이 더 높은 무게를 보였으며, 젤리에 배지 첨가 유무와 상관없이 높은 무게를 나타냈음. 젤리 A와 젤리 B 처럼 수분의 함량이 전체 무게의 66.7% 일 때는 배지 첨가 유무에 따라 성장률이 다르게 나타났으나, 젤리 C와 D처럼 수분의 함량이 전체 무게의 80%를 차지할 때는 배지 첨가 유무와 상관없이 성장률이 높게 나타났음. 수분을 80% 첨가 하여 제조한 젤리는 무를 대신한 수분공급용 제품이 될 수 있음을 확인하였음(그림 110).

표 146. 바실러스균 첨가 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무게

Days	젤리C	젤리D	무	F-value
0	300.00±0.001E	300.00±0.00E	300.00±0.00E	-
15	442.67±1.53c2)D3)	451.00±2.65bD	474.33±2.08aD	177.44***
30	657.33±4.93aC	676.67±11.59aC	602.00±12.12bC	44.22***
45	796.00±4.58aB	818.00±21.66aB	711.67±24.68bB	25.79**
60	928.00±9.54aA	946.33±10.50aA	832.00±16.70bA	70.65***
F-value	7057.37***4)	1447.50***	616.10***	

1) Mean ± S. D.

2) a~c mean in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

3) A~E mean in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

4) *** : p<0.001, ** : p<0.01, NS : Not significant

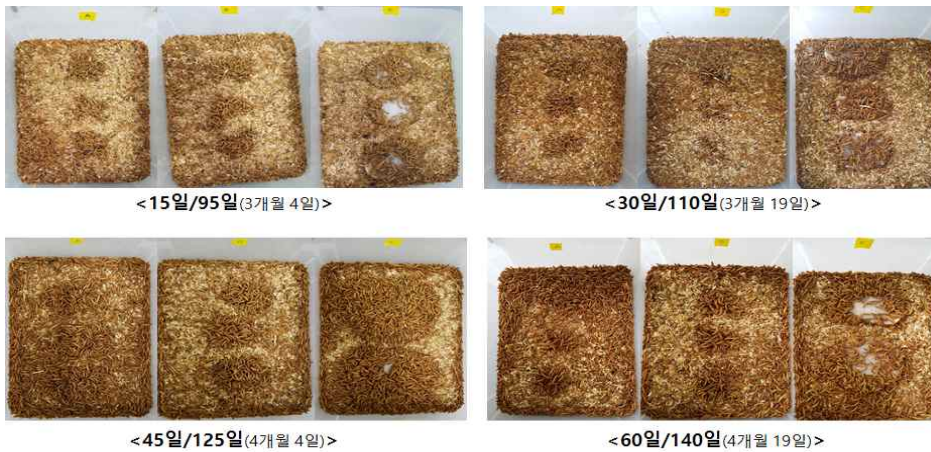


그림 110. 바실러스균을 첨가한 젤리 섭취(C, D 젤리)

(3) 젤리 저장성 실험

(가) 실험방법

냉장상태에서 저장성 확인을 위해 젤리 A, B, C, D를 제조. 제조된 젤리는 밀폐용기와 진공포장용기에 포장하여 저온저장고(4℃)에서 저장하면서 곰팡이가 발생하는 시점을 확인하였음(표 147, 그림 111.)

(나) 실험결과

제조 22일 후부터 곰팡이 발생하였음. 진공상태에서는 곰팡이가 생겨나지 않았고, 밀폐용기에 보관한 젤리에서 이수현상과 함께 곰팡이가 생겨났음. 22일째에 밀폐용기에 보관한 젤리 B를 제외한 곳에서 곰팡이가 발생하였는데, 젤리 B는 C와 D 보다 수분함량이 낮으며, 배지를 첨가하지 않았기 때문에 판단됨. 저장 25일에서도 밀폐용기에 보관한 젤리 B에서는 곰팡이가 발생하지 않았음. 저장 28일에 밀폐용기에 보관된 젤리 B에서 곰팡이가 생겨나고 이수현상이 발견되었음. 농가에서 쉽게 사용할 수 있는 밀폐용기에 젤리를 보관 시에는 저장일을 20일 이전으로 하는 것이 좋을 것으로 사료됨. 진공포장에 보관된 젤리의 경우 곰팡이가 발생하지 않았음(제조일: 5월 22일, 확인일: 9월 7일).

표 147. 젤리의 곰팡이 발생 여부

보관용기		젤리A	젤리B	젤리C	젤리D
days					
22	밀폐용기	O	X	O	O
	진공	X	X	X	X
25	밀폐용기	O	X	O	O
	진공	X	X	X	X
28	밀폐용기	O	O	O	O
	진공	X	X	X	X

(2) 표준 원료 시스템구축 매뉴얼

< 갈색거저리 >

구분	알	유충	번데기	성충	채란	사육조건	생산량 (kg/상자/일)
발육기간	5~7일	90~100일	5~7일	30~40일	2일	25~28 °C 50~60%	900~1,100g/100 일

< 쌍별귀뚜라미 >

구분	알	약충	성충	채란	사육조건	생산량(kg/상자/일)
발육기간	5~8일	25~30일	5~7일	1일	26~30 °C 50~60%	900~1,100g/27일

그림 113. 표준 원료 시스템구축 매뉴얼

○ 3차년도(2018년)

가. 식용곤충을 활용한 식품소재 상품화 기술 연구(주관기관, ㈜농심)

1. 조미소재류 개발

1) 갈색거저리 산분해간장(HAP) 현장제조

2차년도에 수행한 lab scale의 곤충을 활용한 동물 단백질 가수분해물(Hydrolyzed animal protein : 이하 HAP) 최적화 결과를 토대로 현장제조 실험을 진행하였음. 사용한 곤충은 갈색거저리 유충(건조물)이며 공정은 아래(표 148)와 같다. 현장 실험은 ㈜세우 현장에서 실시하였음.

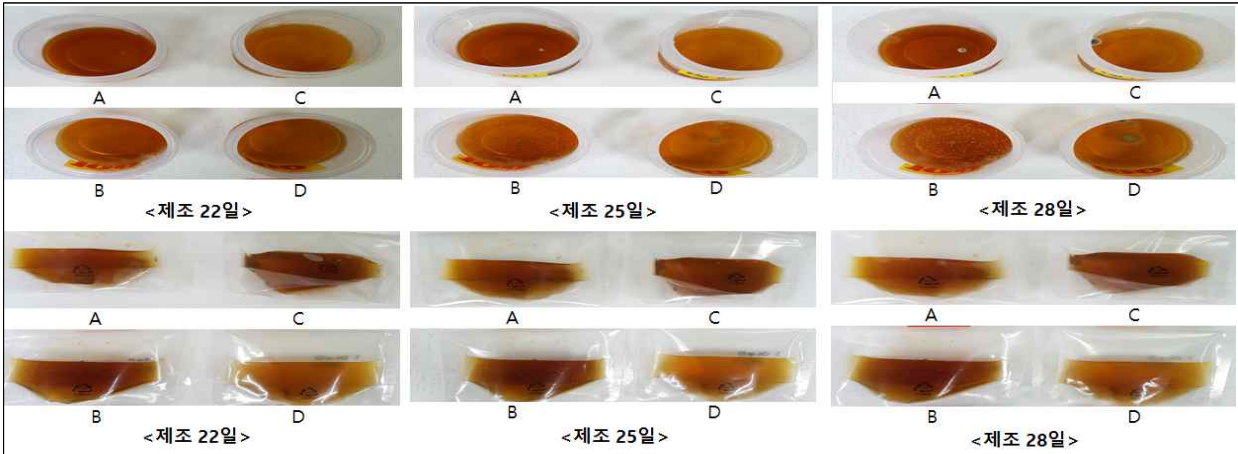


그림 111. 보관용기에 따른 젤리의 곰팡이 발생

다. 채산성을 높일 수 있는 종합생산관리 매뉴얼 작성

(1) 식용곤충 형태별 기초 전처리 가공특성 분석 매뉴얼

▶ 갈색거저리(마이크로웨이브, 열풍 건조)



▶ 쌍별귀뚜라미(열풍건조)

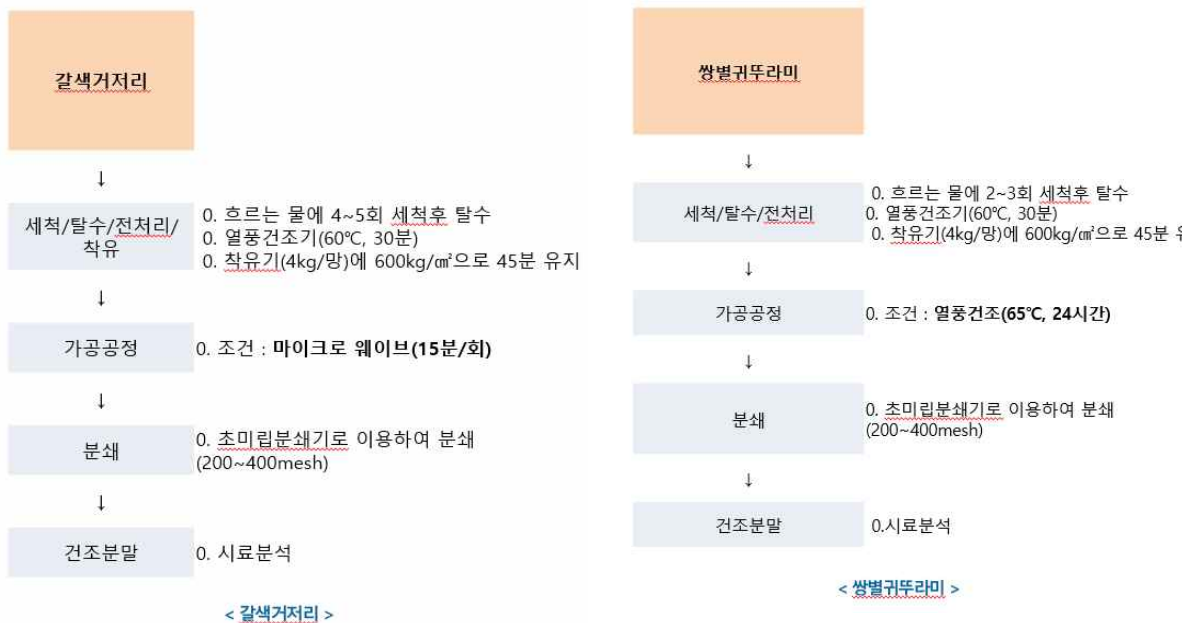


그림 112. 기초 전처리 가공특성 분석 매뉴얼

표 148. 식용곤충 산가수분해물 제조공정

주공정	부공정	작업공정설명	작업공정조건	비고
원료		규격에 적합한 원료 계량한다.		
투입 및 분해		분해조에 35% 염산과 정제수를 투입하고 온도를 80℃로 올린 후 갈색거저리를 천천히 투입하고 온도를 103-105℃로 상승시켜 20시간 분해한다.	1. 35% 염산 : 350 l 정제수 : 250 l 갈색 거 저 리 : 500KG	
알칼리처리	교 반	분해가 종료되면 분해액을 90℃이하까지 냉각시킨 후 탄산나트륨을 투입하여 pH 9.0±0.2로 조정 후 온도를 91±2℃로 올려 4시간 유지한다.	2. 탄산나트륨 : 365KG	
중화		알칼리처리가 끝나면 35%염산을 투입하여 pH 5.2±0.2 까지 조정한다.	3. 35%염산: 225L	
여과	이송	조정 후 정제수를 투입하여 40BX 조정 후 여과한다.	4. 정 제 수 : 1,270L	
저장		여과 후 저장탱크로 이송하여 저장한다.		

Lab-scale과 달라진 부분은 다음과 같음.

①원료형태 : 실험실에서는 작업 용이성을 위해 갈색거저리 탈지 분말을 사용했지만 가격적인면(탈지분말 80,000원/kg, 건조물 40,000원/kg)과 현장에서는 건조물 자체를 투입하는데 문제가 없어서 갈색거저리를 건조물 상태로 사용하였음.
보완할 점으로 포장 단위가 6kg 단위로 들어왔고 포장안마다 탈습제를 10여개씩 집어넣어서 개봉해서 탈습제를 수작업으로 제거하고 투입하는데 시간이 오래 소요되었음.(그림 114) 향후에는 포장단위와 스펙을 작업이 용이하도록 설정할 필요가 있음.



그림 114. 갈색거저리 포장형태(좌)와 제거된 탈습제(우)

②산분해 시간 : 실험실에서는 10~12시간 교반하면서 분해했으나 분말에서 건조물로 바뀌면서 좀더 분해시간을 충분히 갖고자 20시간으로 연장하였음.

③여과박 제거 공정 삭제 : 실험실에서는 알칼리 처리하기 전 여과공정의 용이성을 위해서 분해가 종료되면 분해액을 55~60℃까지 냉각시킨 후 탄산나트륨으로 pH 5.2~5.5까지 중화시킨 후 정제수를 가해 산분해액의 고형분 함량이 40~45brix가 되도록 희석하고 여과를 하였음. 현장에서는 건조물을 20시간 분해한 후 알칼리처리와 중화공정 후 여과를 해도 아무 문제가 없었기 때문에 향후에도 여과박 제거 공정은 삭제하기로 결정하였음.

현장생산품과 실험품을 비교해 보면 탈지분말이 아닌 건조물을 사용하고 분해시간을 증가시켜서 아미노산 함량이나 분해율이 더 증가한 것을 확인 할 수 있었음.(표 149, 150)

그러나 원료 단가면에서는 기존에 사용하던 단백질원에 비해 단가가 높아서 제품단가가 높아져 현실적으로 당사 제품에 사용하기는 어려움.(표 151) 하지만 미래식량 자원으로서 향후에 적용 시 바로 사용할 수 있도록 다양한 제형을 실험하였음.

표 149. 갈색거저리 HAP 아미노산분석 결과(고형분 함량 : 40 brix)

Compound	갈색거저리HAP(mg/kg)		비고
	실험실	현장	
Aspartate	8,330	15,116	
Glutamate	10,272	20,535	
Serine	4,138	8,924	
Histidine	1,448	4,002	
Glycine	4,456	10,031	
Threonine	2,587	6,032	
Arginine	3,745	8,609	
Alanine	6,739	14,430	
Tyrosine	1,178	3,356	
Valine	2,839	6,813	
Methionine	911	1,870	
Phenylalanine	2,180	4,502	
Isoleucine	1,240	3,836	
Leucine	2,593	7,556	
Lysine	4,581	11,025	
Proline	7,940	12,158	

표 150. 갈색거저리 HAP 이화학분석결과(고형분 함량 : 40 brix)

항목	총질소(%)	아미노산성질소(%)	조지방(%)	식염(%)	수분(%)	MCPD
실험실	1.7	1.2	0.27	22.4	64.7	불검출
현장	1.7	1.5	0.28	18.7	65.4	불검출

표 151. 산분해간장 단가비교

원료명	원료단가	제품단가	비고
탈지대두	970	930	
젤라틴	6,100	2,430	
어린	6,600	2,410	
갈색거저리	35,000	9,400	

2)HAP 농축액 및 분무건조분말

저장 효율을 높이고 소재 확장성을 위해서 농축액과 분무건조물을 제조하였음.

농축액은 83.5 brix까지 농축하였고 분무건조물은 표 152와 같이 제조하였음.

농축액은 지미가 좀더 강하게 느껴지고 분말은 아미노산간장류와 유사한 맛 패턴을 보였음

표 152. 갈색거저리HAP 분무건조 처방

원료명	배합비율(%)	비고
-----	---------	----

갈색거저리HAP	86.55	
말토덱스트린	13.45	
합계	100.00	
정제수와 혼합(90℃, 30분간) → 분무건조(40brix)		

3)HAP 반응물

갈색거저리HAP에 풍부한 아미노산을 전구체로 활용하기 위해 고온고압반응물을 제조하였음.(표 153) 기존 해산물반응풍미액의 처방을 베이스로 만들었음. 반응물은 HAP에 비해 향기성분이 강해 지는 것을 확인 할 수 있었고(그림 115) 패턴은 기존 콩 산분해간장을 고온고압 했을 때와 유사하게 나왔고 강도는 좀더 강한 것(그림 116)으로 확인 됨.

표 153. 갈색거저리HAP 고온/고압 반응액 처방

원료명	배합비율(%)	비고
갈색거저리HAP	88.00	
양과농축액(중)	2.00	
마늘쥬스농축액(중)	2.00	
생강추출물분말	0.30	
글리신	0.60	
메티오닌	0.30	
정백당	5.00	
포도당	1.80	
합계	100.00	
모든 원료 혼합, 115℃, 1시간 반응		

4)HAP 반응물 농축액 및 분무건조분말

저장 효율을 높이고 소재 확장성을 위해서 농축액과 분무건조물을 제조하였음. 농축액은 81.5 brix까지 농축하였고 분무건조물은 표 154와 같이 제조하였음. 농축액과, 건조물은 기존 아미노산 간장류와 맛과 풍미가 유사한 패턴을 보였음.

표 154. 갈색거저리HAP 반응물 분무건조 처방

원료명	배합비율(%)	비고
갈색거저리HAP 반응물	84.68	
말토덱스트린	15.32	
합계	100.00	
정제수와 혼합(90℃, 30분간) → 분무건조(40brix)		

현재는 갈색거저리의 가격이 탈지대두(970원/kg)에 비해서 높아서(35,000~40,000원/kg) 경제성이

떨어지나 향후 곤충산업이 활성화 되고 품질이 균일화 되면 가격이 떨어질 것으로 예측되고 신규 단백질원으로 활용이 가능할 것으로 보이며 중국산의 경우에는 갈색거저리가 6,000원/kg정도 하니까 향후 국산도 만원 이하로 생산되어야 산업적으로 사용할 수 있다고 판단됨. 가격이 안정화 되었을 때 당사 소재 및 제품에 활용될 수 있도록 다각도로 검토해 보고자 하였음.

5)속성발효기술을 이용한 발효조미료 제조(세종대학교 공동)

협동연구기관인 세종대학교와 공동으로 곤충단백을 식품화 하는 방법중에 곤충이 갖고 있는 단백원을 장류 제품으로 개발하고자 하였음. 원료로는 식품원료로 허용된 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor larvae*), 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 누에 번데기(*Bombyx mori pupa*)를 대표적인 장류발효 미생물인 *A. oryzae*와 *B. subtilis* 균주를 이용하여 된장 발효방식의 페이스트형 조미료 개발이 가능한 지를 확인하였고 관능평가, 이화학분석 등을 하였음. 제조 공정은 메주분말(그림 117)과 코오지분말(그림 118)을 제조하고 메주분말과 코오지분말을 표 155와 같이 혼합한 후 그림 119와 같은 제조공정으로 된장형태의 조미소재를 제조 하였음. 제조 후 된장의 주요 평가 지표인 환원당 함량, 총질소, 아미노산성 질소, 질소분해율 등을 분석하였고 관능평가를 통해서 제품화 가능성을 확인 할 수 있었음. 이를 통해 다양한 식용곤충 중에서 적절한 곤충을 선별하고 장류 미생물을 이용할 경우 차별화 된 페이스트형 발효조미료의 제조가 가능할 것으로 판단됨.

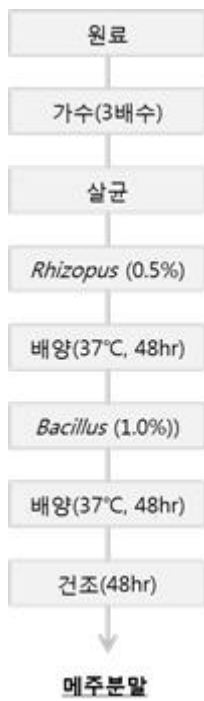


그림 117. *Rhizopus oligosporus*, *Bacillus subtilis* 병행 접종하여 제조한 메주의 공정도



그림 118. *Aspergillus oryzae* 접종하여 제조한 탈지대두박 코오지의 공정도

표 155. 발효 조미소재 배합비율

구분	메주분말	코오지분말	식염	정제수	합 계
----	------	-------	----	-----	-----

합비율(%)	27.2	18.0	10.0	44.8	100.00
--------	------	------	------	------	--------



그림 119. 발효조미소재 공정도

① 환원당 함량

환원당 측정결과는 그림 7.와 같다. 환원당은 단맛을 부여하는 물질로 관능적인 품질평가에 중요한 지표가 되는 물질 중 하나임. 환원당 증가는 지속적인 아밀레이스의 작용으로 전분이 텍스트린으로 전환되고 텍스트린이 엿당과 포도당으로의 분해과정을 거쳐 생성되어 증가하는 현상이며 된장의 단맛에 중요한 인자로 작용함.

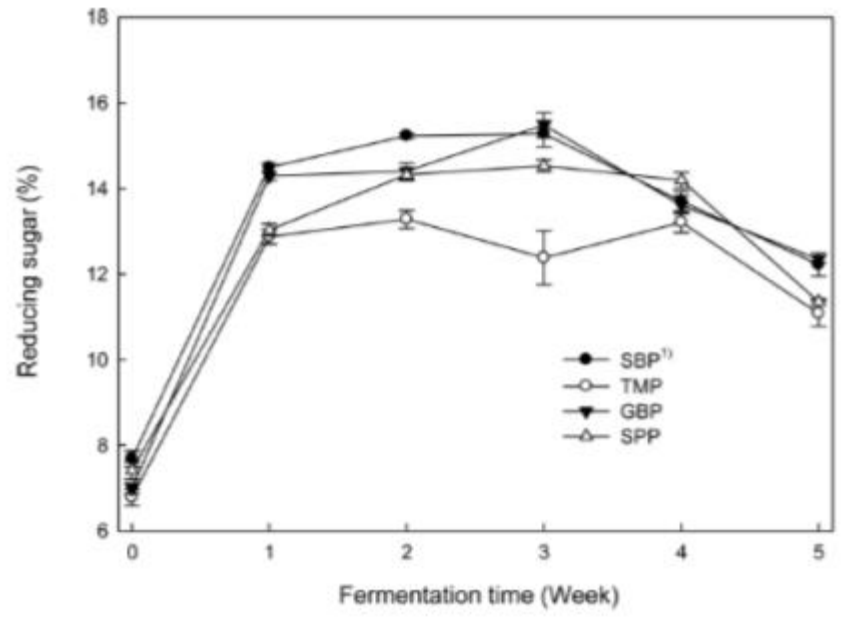


그림 120. 대두와 곤충발효 조미소재의 환원당 함량(%)

발효 0일차에 SBP(대두)의 환원당 함량이 낮게 나타났지만 그 이후로 1~3주까지 가장 높은 함량을

나타내었으며, TMP(갈색겨저리)의 경우 0일차를 제외하고 발효기간에 원료들 중에서 가장 낮은 환원당의 값을 나타냄. 마지막 5주차에 환원당의 함량은 11.08~12.34%로 확인인 됨. 모든 원료는 발효 초반에 환원당 함량이 증가한 경향을 보였지만 발효 3주차 이후부터 환원당 함량이 감소하는 경향을 나타냄. 된장 발효 시 입국(koji) 등 전분질 원료의 분해에 의해 환원당이 생성되는데 생성속도가 미생물에 의해 이용되는 속도보다 높으면 총 함량이 증가하여 발효 중반까지는 이러한 현상에 의해 환원당 함량이 증가한 것으로 판단하였음. 발효 후기에는 전분질 원료가 소진되는 반면 미생물 생육과 메일라드 반응에 의한 갈변이 진행되면서 생성된 당을 소비하므로 당의 소비속도가 생성속도를 상회하여 총량은 감소하는 것으로 판단하였음.

②총 질소, 아미노산성 질소 함량 및 질소분해율(NDR)

발효 기간에 따른 시료 간의 총 질소 변화를 비교한 결과 발효 초기의 총 질소 함량이 2.26~3.62%로 나타남. 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 큰 변화를 나타내지는 않음. 시판 전통된장의 총 질소 함량은 평균 2.21%이고 원료 간에 1.89~2.69% 범위로 나타나 본 실험 중에 곤충소재 발효조미료보다 낮은 결과를 나타냄. 이는 식용곤충의 특성상 단백질의 함량이 높아 총 질소가 콩보다 많기 때문인 것으로 판단됨. 페이스트형 발효조미료의 발효 기간에 따른 총 질소, 아미노산성 질소 및 NDR의 변화는 표 156과 같음. 아미노산성 질소는 발효식품의 숙성 정도를 판단하는 지표임. 된장 제조 시 숙성 과정 중에 콩 단백질이 효소작용으로 가수분해되어 맛을 내는 아미노산을 생성하게 됨. 따라서 아미노산성 질소 함량은 된장 고유한 맛인 구수한 맛 성분과도 밀접한 관계가 있다고 알려져 있음. 발효 초기 아미노산성 질소 함량은 0.35~0.50%이었고 발효 기간이 지남에 따라 전반적으로 0.61~0.78%로 증가하는 경향이 나타남. 그 중에 TMP(갈색겨저리)의 아미노산성 질소 함량이 가장 높게 나타남. 종전 한국 식품공전(KFDA, 2000)의 된장 규격에는 아미노산성 질소 함량은 160mg% 이상으로 규정되어 있었으나 2005년부터 식품공전(KFDA, 2005)에서는 삭제되었는데 종전 한국 식품공전에 따른 규격에 따르면 본 실험에서 발효 초기에 이미 160mg% 이상의 아미노산성 질소 함량을 보였음. 이후 발효기간에 따라 지속적으로 증가하는 결과를 보였지만 평균 1.19% 보다 낮은 결과를 나타내었는데 이는 발효 기간이 35일(5주)로 짧았기 때문인 것으로 판단됨. 질소분해율은 미생물균주에 의해 발효가 어느 정도 수준으로 진행되었는지 알 수 있는 지표가 됨. 발효 0일차는 9.86~16.30%로 나타남. 전반적으로 질소분해율은 모든 원료에서 점차 증가하였으며 발효 5주차 SBP(대두)의 질소 분해율은 32.30%로 18.30~21.59의 범위를 보인 곤충소재 발효조미료보다 상대적으로 높게 나타남. 이는 발효균주에 의해 콩단백질의 분해가 높기도 하고 또한 질소 분해율이 총질소 중 아미노산성 질소함량의 비율로 계산되므로 총질소함량, 즉 콩 메주분말 총 질소함량에 비해 식용곤충 메주분말의 총질소함량이 상대적으로 높기 때문에도 일부 영향을 받는다고 판단하였음.

표 156. 발효기간 중 대두와 곤충발효조미소재의 총질소, 아미노산성질소, 질소분해율 변화

항목	발효 기간	SBP	TMP	GBP	SPP
아미노산성 질소	0	0.35±0.03	0.45±0.03	0.50±0.04.	0.36±0.01
	1	0.55±0.02	0.63±0.01	0.63±0.01	0.52±0.02
	2	0.66±0.02	0.66±0.02	0.64±0.01	0.53±0.02
	3	0.75±0.02	0.70±0.00	0.66±0.00	0.56±0.02
	4	0.72±0.02	0.75±0.02	0.64±0.01	0.56±0.02
	5	0.75±0.02	0.78±0.01	0.72±0.02	0.61±0.02
총 질소	0	2.26±0.24	3.18±0.07	3.05±0.04	3.62±0.09
	1	2.19±0.09	3.25±0.03	3.15±0.04	3.15±0.04
	2	2.29±0.06	3.29±0.03	3.10±0.04	3.29±0.03

	3	2.96±0.11	3.34±0.02	3.39±0.20	3.21±0.06
	4	2.33±0.06	3.44±0.06	3.33±0.03	3.48±0.11
	5	2.33±0.06	3.59±0.05	3.39±0.05	3.34±0.66
질소 분해율	0	15.53±0.99	14.08±0.97	16.30±1.60	9.86±0.28
	1	24.89±1.36	19.23±0.19	20.02±0.13	16.05±0.62
	2	28.91±0.69	19.95±0.50	20.53±0.48	16.11±0.64
	3	25.45±1.31	20.99±0.11	19.57±0.95	20.28±0.80
	4	30.74±1.28	21.71±0.81	19.04±0.41	16.12±1.12
	5	32.30±1.59	21.59±0.52	21.09±0.54	18.30±1.05

※ SBP(대두), TMP(갈색거저리), GBP(쌍별귀뚜라미), SPP(번데기)

③유리 아미노산 함량

고단백질 발효식품인 된장은 발효과정 중에 효소 작용으로 생성되는 유리 아미노산의 함량이 높을수록 맛과 영양이 뛰어난 우수 식품으로 평가되는데 된장에서 맛에 대한 기여도는 루신과 아이소루신 같은 쓴맛 성분이 가장 큰 영향을 미치며 다음으로 시스테인, 아스파르트산, 글루탐산과 같은 구수한 맛 성분이 영향을 미친다고 보고되었음. 본 실험의 유리아미노산 분석 결과는 표 157과 같음. 아미노산의 함량 변화는 0일차에 비해 모든 시료의 유리 아미노산 함량이 증가하였으며 5주차 콩된장(SBP)와 식용곤충 발효조미료인 TMP(갈색거저리), GBP(쌍별귀뚜라미), SPP(번데기)의 총 유리 아미노산 함량은 각각 51,948, 45,245, 39,058, 36,688 mg/kg 순으로 나타났음.

표 157. 대두 및 식용곤충 발효조미료 유리아미노산 함량 단위 : mg/kg

유리아미노산	SBP		TMP		GBP		SPP	
	0주차	5주차	0주차	5주차	0주차	5주차	0주차	5주차
Aspartate	1424.0	5456.0	1301.7	3745.4	1360.9	3490.3	957.7	3450.5
Glutamate	4673.2	11921.6	4406.8	7114.8	4173.1	6557.1	2960.6	5672.4
Serine	1057.7	3075	624.9	1388.8	580.6	1794.2	523.6	1789.6
Histidine	862.0	1916.3	1769.1	2392.2	863.6	1372.9	2404.0	2281.3
Glycine	847.7	2314.8	1127.9	2326.3	809.8	1765.3	747.4	1709.2
Threonine	1026.9	2247.2	1397.9	2626.4	703.1	1925.5	1045.7	2265.1
Arginine	379.8	535.7	514.2	469.4	303.4	484.7	590.5	462.6
Alanine	1455.0	3153.8	2507.0	4547.5	2217.3	3545.5	1697.0	3053.9
Tyrosine	678.7	2273.4	771.8	2365.4	411.5	1700.8	651.0	1415.7
Valine	1147.5	2339.1	2325.1	3223.3	1485.8	2234.2	1579.2	2373.4
Methionine	463.9	724.0	461.1	612.3	634.3	786.7	622.2	790.6
Phenylalanine	1400.6	2519.3	1369.5	1856.5	1601.1	2014.1	1302.0	1805.7
Isoleucine	1048.8	2535.3	1469.5	2285.9	1150.3	1879.6	931.2	1778.3
Leucine	1396.7	35533.8	2114.6	3492.8	2022.9	2991.7	1287.5	2510.8
Lysine	2289.5	4846.0	3036.3	4164.5	3494.0	4209.3	2811.2	3977.6
Proline	891.1	2557.4	1643.4	2534.6	868.3	2306.5	444.9	1352.1
합 계	21043.1	51948.8	26841	45145.9	22680.1	39058.5	20555.7	36688.8

※SBP(대두), TMP(갈색거저리), GBP(쌍별귀뚜라미), SPP(번데기)

SBP에 비해 곤충 원료의 유리 아미노산의 함량이 낮은 결과를 보였지만 이는 곤충이 갖는 키틴질 등이 분해에 영향을 주는 것으로 예측됨. 그렇지만 시판 전통된장의 분석에서 유리 아미노산의 총 함량은 평균 3.81%으로 본 연구와 비슷한 결과를 나타냄 유리 아미노산의 함량은 모든 원료에서 비교적 높은 아스파르트산, 글루탐산, 알라닌, 루신, 라이신이 포함됨. 쓴맛 성분인 루신은 SBP에서 제일 높은 값을 보였으며 곤충 중에는 TMP가 가장 높은 값으로 나타났음. 모음 원료에서 구수한 맛

성분인 아스파르트산, 글루탐산이 전체 유리 아미노산 중 높은 비율을 차지하였음. 단맛에 영향을 주는 알라닌은 TMP에서 가장 많았음.

④ 관능적 기호도 조사

식용곤충을 이용해서 제조한 발효조미료를 5주간 30℃에서 숙성한 시료를 사용하였고 이를 사용한 된장국 형태를 만들어 관능검사에 사용하였음. 색에 대한 기호도는 유의적인 차이는 없었으며 향, 맛, 전체적인 기호도에서 모두 SBP(대두)>SPP(번데기)>TMP(갈색거저리)>GBP(쌍별귀뚜라미)의 순으로 나타났음. 전반적으로 곤충 발효조미료는 SBP보다 낮은 값을 보였는데 이는 소비자들이 콩으로 만든 된장에 이미 익숙해져 있는 상태에서 식용곤충의 특유한 향기 때문에 먼저 거부감이 느껴 맛과 전체적인 기호도에 영향을 미친 것으로 파악됨. 특히 GBP가 기호도 측면에서 좋지 않은 것으로 확인이 되었는데 이는 발효조미료 자체에 쓴맛으로 인하여 기호성이 떨어진 것으로 보임. 그러나 이러한 곤충이라는 소비자의 거부감에도 불구하고 콩과 번데기로 만든 발효조미료는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 갈색거저리 유충으로 제조한 발효 조미료 또한 상대적으로 낮으나 유사한 값을 나타내었음.

6) 데리야끼소스

소스류 시제품을 만들기 위해서 기존 태경농산에서 생산하고 있는 데리야끼양념(농심미가, 960)을 기본 베이스로 양조간장-HO를 갈색거저리HAP로 대체하여도 맛 타입이 크게 바뀌지 않음을 확인할 수 있었음

표 158. 데리야끼양념 처방

원료명	배합비율(%)	비고
미향	28.90	
갈색거저리HAP	26.95	양조간장-HO 동량 대체
정백당	25.50	
말토덱스트린(액상)	6.00	
정제수	3.72	
고과당	2.50	
내셔널-케이(TK)	2.40	
주정	2.00	
정제염(가는염)	0.90	
후레바부스터분말TK	0.42	
간장분말NM	0.30	
L-글루타민산나트륨	0.20	
생강추출물분말	0.20	
구연산(결정)	0.01	
합 계	100.00	

7) 어포맛분말 II

우일수산에서 생산하는 어포맛분말을 기본 베이스로 어포맛분말 II을 제조하였음. 처방(표 159)과 제조공정(표 160)은 아래와 같음. 기존 어포맛분말에 비해 곤충이 갖고 있는 고소한 맛이 증가하는 현상을 보였음.

표 159. 어포맛분말 II 처방

원료명	배합비율(%)	비고
명태연육	55.28	
문어	6.06	
타피오카전분	5.20	

D-소르비톨액	5.52	
정제염	1.65	
소맥전분	22.12	
갈색거저리분말	4.17	
합 계	100.00	

표 160. 어포맛분말 II 제조공정

공정명	가공방법	비 고
반입(연육등)	연육의 입고시 연육의 중심온도 체크(연육 중심온도 -18℃이하), 관능검사를 거쳐 적합할 경우 냉동창고로 이송한다.	
반입(전분등)	전분등의 부원료 입고시 관능검사를 거쳐 적합할 경우 자재창고로 이송한다.	
반입(포장재)	포장재의 입고시 관능검사를 거쳐 적합할 경우 자재창고로 이송한다.	
냉동보관	연육의 냉동창고 보관시 보관온도는 -18℃이하로 관리한다.	
보관	부원료(전분류, 포장재 등)는 실온에서 자재창고에 보관한다.	
출고(연육)	연육의 출고시 포장상태 등을 확인하고 지게차나 핸들카로 작업장으로 이동한다.	
출고	부원료와 포장재의 생산팀 출고시 반드시 먼지 제거를 한 다음 작업장으로 이동한다.	
해동	연육의 해동은 작업전일 자재팀의 출고를 받아 자연해동하며 해동시간은 12~16 시간, 중심온도가 -1℃~-5℃를 해동종료 시점으로 한다	
계량	부원료 등을 배합비율에 따라 각 Batch 별로 계량한다.	
배합	연육, 정제염 등의 부원료를 투입하여 배합하고 최종배합육의 온도는 18℃이하로 관리한다.	곤충분말 천천히 투입
성형	버너에 불을 붙이고 성형기의 드럼 표면온도가 36~38℃ 정도 되면 배합육을 이용하여 두께 1.7~1.8mm, 시트폭 450mm 로 성형한다. 배합육의 온도는 18℃이하로 관리한다.	
굽기	불이 붙은 버너를 이용하여 성형된 시트를 굽는다.	
1 차건조	다단식 건조기를 이용하여 내부온도 95±5℃, 통과시간 20 분이상 조건에서 건조한다.	
2 차건조	다단식 건조기를 이용하여 내부온도 95±5℃, 통과시간 20 분이상 조건에서 건조한다.	
시트감기	발포공정이 용이하도록 시트를 감는다.	
1 차발포	발포기의 버너에 불을 붙이고 건조된 시트를 통과시켜 내부에 기포를 형성시킨다. ※발포조건 발포온도:220℃, Circulation Fan Speed:100	

	Conveyor Speed:30	
절단	절단기를 이용하여 시트를 10cm 간격으로 절단하여 외곤에 담는다.	
2차발포	발포기의 버너에 불을 붙이고 발포된 시트를 통과시켜 2차 발포를 진행한다. ※발포조건 발포온도:220℃, Circulation Fan Speed:100 Conveyor Speed:30	
분쇄	건조된 시트를 분쇄기를 이용, 분쇄한다.	
입도분리	분쇄 후 입도분리기(60mesh)를 통과시켜 규격에 맞는 입자를 분리하고 규격외 입자는 재분쇄한다.	
금속검출	플리형자석으로 쇳가루를 제거한다.	
제품검사	포장 전 반제품을 수거하여 이화학, 미생물분석 및 관능검사를 규격에 준하여 실시한다.	
포장	소포장지로 포장단위에 준하여 소포장 하고 골판지 박스로 외포장 한다.	
보관, 출고	제품을 팔레트 별로 랩핑하여 실온에 보관하고 출고 요청시 운송 차량을 이용하여 배송한다.	

2. 후레이크류 제조

당사 제품에 활용할 수 있는 후레이크류를 개발하고자 기존에 사용되고 있는 후레이크류 중에 몇가지를 응용하여 시제품을 제조하였음.

1) 갈색거저리맛볼

미트맛볼을 활용하여 갈색거저리맛볼을 제조하였음.

처방(표 161)과 제조공정(표 162)은 아래와 같음. 5% 이상에서는 맛볼 특유의 모양이 형성되지 않는 현상이 발생 하였음. 5% 이내에서는 모양과 풍미에 영향 없이 적용이 가능한 것으로 확인 되었음.

표 161. 갈색거저리맛볼 처방

원료명	배합비율(%)	비고
박력분	56.29	
변성전분	7.41	
분말유지	0.90	
복합토코페롤분말	0.11	
탄산수소나트륨	4.18	
글루코노델타락톤	2.86	
카라멜색소분말	2.26	
난백분	14.92	
쇠고기분말	2.39	
갈색거저리분말	4.80	
정제염	3.87	
정제수		
합 계	100.00	

표 162. 갈색거저리맛볼 제조공정

공정명	가공방법	비고
-----	------	----

계량	배합표준서에 준하여 1Batch 씩 전자저울을 이용하여 계량준비한다. 액상은 별도로 계량하여 준비한다.	
혼합	준비된 원료를 계량하고 투입하여 혼합한다. 추가 투입되는 정제수량은 물성에 따라 조절한다.	곤충분말 천천히 투입
정량공급	배합물을 정량공급기로 소량씩 배출하며 배합물이 정량공급기 아지케이터의 1/2지점을 넘지 않도록 주의한다.	
1차과워밀	과워밀을 통과시켜 입자를 형성시킨다. 과워밀 홀사이즈 : 14mm RPM : 40	
Steaming	스티머를 이용하여 퍼핑한다.(50~55 초) 스티머벨트에 물기가 있으면 안된다. 조건(steamer 판넬 120℃ 이상 설정)	
MD	MD를 이용하여 2차 퍼핑 및 건조한다. 조건 C/V 속도 : 40 MD 출력값 40kw 건조조건에 따라 변경한다.	
2차과워밀	반제품을 공기이송하여 과워밀을 통과시킨다. 과워밀 홀사이즈 : 4mm 과워밀 주파수 ; 20RPM(분말량에 따라 조정)	
입도분리	입도분리기를 통과시켜 분말을 분리시킨다. 입도분리기 홀사이즈 : #2.5(8mm) 통과 ~ #12(1.68mm) 걸림	
건조	건조기를 이용 수분함량 8%이하로 건조한다.	
반제품보관	가포장된 반제품을 반제품창고로 이송, 보관한다	
선별	포장전 제품을 규격외 제품을 선별한다.	
금속검출	금속검출기를 이용하여 금속류를 검출한다. (Fe : 1.0mm, SUS : 1.5mm)	
검사	선별 완료된 제품을 품질관리팀에 의뢰하여 제품규격에 따른 규격분석을 한다.	
포장	외포장지(골판지 박스)에 내포장지(PE 비닐 2겹) 씩워 9.9kg/BOX 포장한다.	

2)어포2호

기존 어포2호에 갈색거저리분말을 첨가하여 제조 하였음.

처방(표 163)과 제조공정(표 164)은 아래와 같음. 5% 이상에서는 시트 형성이 잘 안되고 표면에 검은 반점 형태로 나타나서 이물로 오인될 가능성이 크기 때문에 5% 이내로 처방을 조정하였음.

표 163. 어포2호(갈색거저리분말 첨가)

원료명	배합비율(%)	비고
연육	60.35	
새우분말	0.44	
백설탕	1.72	
D-소르비톨액	8.83	

홍국적색소	0.01	
DL-알라닌	0.04	
DL-메티오닌	0.02	
글리신	0.04	
호박산이나트륨	0.02	
글루텐	1.94	
정제염	1.51	
새우엑기스	2.59	
알오이엠(ROEM)	3.36	
소맥전분	14.26	
엠 황색-1	0.10	
갈색거저리분말	4.77	
합 계	100.00	

표 164. 어포2호(갈색거저리분말 첨가) 제조공정

공정명	가공방법	비 고
반입(연육등)	연육의 입고시 연육의 중심온도 체크(연육 중심온도 -18℃이하), 관능검사를 거쳐 적합할 경우 냉동창고로 이송한다.	
반입(전분등)	전분등의 부재료 입고시 관능검사를 거쳐 적합할 경우 자재창고로 이송한다.	
반입(색소)	색소의 입고시 관능검사를 거쳐 적합할 경우 자재창고로 이송한다.	
반입(포장재)	포장재의 입고시 관능검사를 거쳐 적합할 경우 자재창고로 이송한다.	
용수	용수를 정수처리하여 수조에 보관하였다가 용수배관을 통하여 작업장에서 사용한다.	
냉동보관	연육의 냉동창고 보관시 보관온도는 -18℃이하로 관리한다.	
보관	주원료인 연육을 제외한 부원료(전분류, 색소 포장재 등)는 실온에서 자재창고에 보관한다.	
출고(연육)	연육의 출고시 포장상태 등을 확인하고 지게차나 핸들카로 작업장으로 이동한다.	
출고	부원료와 포장재의 생산팀 출고시 반드시 먼지 제거를 한 다음 작업장으로 이동한다.	
해동	연육의 해동은 작업전일 자재팀의 출고를 받아 자연해동하며 해동시간은 12~16 시간, 중심온도가 -1℃~-5℃를 해동종료 시점으로 한다	
계량	부원료 등을 배합비율에 따라 각 Batch 별로 계량한다.	
색소액제조	색소를 계량하여 온수(60℃이상)를 사용하여 30 분간 교반한다. 색소액은 10℃이하로 냉각하여 사용한다.	
배합	연육, 정제염 등의 부원료를 투입하여 배합하고 최종배합육의 온도는 18℃이하로 관리한다.	곤충분말 천천히 투입
성형	버너에 불을 붙이고 성형기의 드럼 표면온도가 36~38℃ 정도 되면 배합육을 이용하여 두께 1.2	

	~1.4mm, 시트폭 450mm 로 성형한다. 배합육의 온도는 18℃이하로 관리한다.	
굽기	불이 붙은 버너를 이용하여 성형된 시트를 굽는다.	
건조	다단식 건조기를 이용하여 내부온도 90℃이상, 통과시간 30 분이상 건조한다.(1 회/hr 점검한다)	
시트감기	절단공정이 용이하도록 시트를 감는다.	
절단	절단기를 이용하여 시트를 30*30mm 로 절단하여 와곤에 담는다.	
1차 선별	진동체를 이용하여 1차 선별한다.	
2차 선별	1차 선별 후 수작업으로 2차 선별 한다. 선별시 작업원은 손소독을 실시한다.	
금속검출	금속검출기를 이용하여 금속류를 제거한다. (Fe ϕ 1mm, SUS ϕ 1.2mm Test piece 검출) 1 회/2Hr 주기로 점검한다.	
포장	금속 제거 후 폴리에틸렌 비닐 2 겹으로 결속 포장하고 골판지박스로 외포장한다.	
보관, 출고	제품을 팔레트 별로 랩핑하여 실온에 보관하고 출고 요청시 운송 차량을 이용하여 배송한다.	

3)번데기 V/F

V/F 공정을 활용하여 번데기를 튀겨보았음. 냉동번데기 상태에서 튀김을 입히고 V/F를 하게 되면 번데기가 부풀어 오르면서 터져 버려서 튀김옷이 벗겨지는 현상이 발생하였음. 그래서 냉동번데기 자체를 1차 V/F를 해주고 튀김옷을 입혀서 2차 V/F를 해주는 공정을 개발하였음. 튀김옷이 안정적으로 입혀져서 튀겨졌지만 크기고 너무 크고 모양새가 좋지 않아서 건더기용으로 활용하기는 적합하지 않은 것으로 판단됨.



그림 121. 번데기 V/F 제조공정 및 시제품

4)TVP(Textured vegetable protein)

당사 TVP 납품업체인 호경테크(주)에서 탕수용콩단백을 기본 베이스로 공정에 적합한 물성으로 첨가하여 현장생산 테스트를 진행하였음. 처방(표 165)과 제조공정(그림 122, 표 166)은 아래와 같음. 15% 이상에서는 퍼핑이 잘 일어나지 않고 TVP가 단단해져서 복원이 잘 안되는 현상이 발생하였음. 10% 이내에서 가공적성과 복원력이 좋은 것을 확인 할 수 있었음.

표 165. 당수용콩단백 처방

원료명	배합비율(%)		비고
	기준	실험	
분리대두단백(미국)	20.24		
분리대두단백(중국)	30.36		
탈지대두분(인도)	15.19		
소맥글루텐(미국, 호주, 캐나다)	15.18		
소맥전분(미국, 호주, 캐나다)	8.91		
소맥분(미국, 호주, 캐나다)	10.12		
갈색거저리분말(탈지)		10.12	

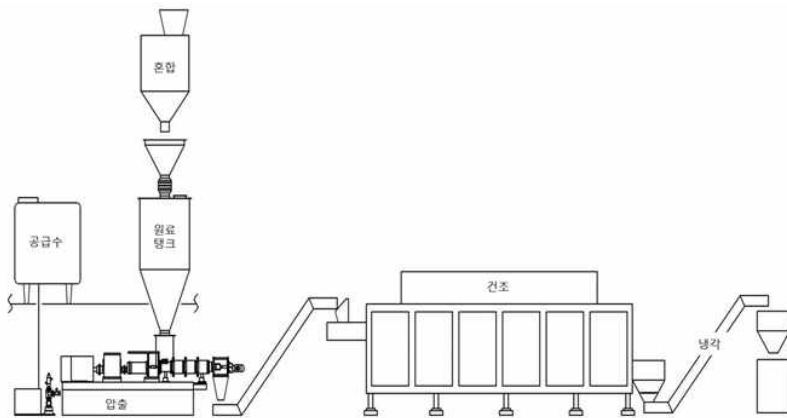


그림 122. 현장생산 공정도 및 시제품

표 166. 현장 사출기 공정조건

온도조건	바렐3	바렐2	바렐1
		125	125
메인모터	140(145) rpm	부하 amp	19.7
가수모터	공급수 27 rpm 간장액 90 / 50	부하 kw	7.4
공급모터	31 rpm	컷팅모터	칼날4개 500rpm

3. 당사 제품 제형화

곤충단백을 활용하여 당사 제품에 적용 시 문제점이나 개선점을 사전에 확인하고자 하였음. 곤충특유의 곤충특유의 풍미는 대부분 공정 중에 저감화되었음. 단지 가격적인면(탈지갈색거저리분말 80,000 원kg)에서 적용하기가 현실적으로 어려움. 현재 바로 적용하기는 어렵지만 미래 단백질소재로 검토하기 위해서 대표 제품군에 적용 테스트를 해 보았음.

1)쫄병스낵

쫄병스낵에서 베이스 60%에 갈색겨저리분말 40%까지 첨가할 수 있었으나 식감에서 다소 모래 씹는 질감이 느껴져서 20% 내외가 적당할 것으로 판단되고 특히 g당 80원이나 하는 원재료 가격 때문에 첨가량을 늘이기가 어려울 것으로 판단되었음.



그림 123. 쫄병스낵 제조과정 및 시제품

2)Bar 타입

Bar타입은 당사에서 제조하고 있진 않지만 쫄병스낵을 응용해서 실험실적으로 제조해 보았음. 통상적인 처방으로 OEM제조사 개당 200~250원정도 하지만 개당 32g 기준으로 갈색겨저리분말 8% 첨가했을 때 개당 205원이 상승하였음. Bar 타입에서는 시럽에 첨하는 공정이기 때문에 10% 이상에서는 분말이 고루 분포되지 않아 품질 균일화에 문제가 되었음. 최대 첨가량은 8% 정도가 가공적성상 적당한 것으로 판단되었음. 맛은 곡류와 시럽의 영향도 있지만 분말 자체가 고소한 맛이 있어서 취식하는데 거부감은 없었음. 곤충을 식품원료화 한 대부분의 업체들이 Bar 제형을 가장 많이 출시하는 이유가 거부감이 제일 없는 타입일 것으로 예측 함.

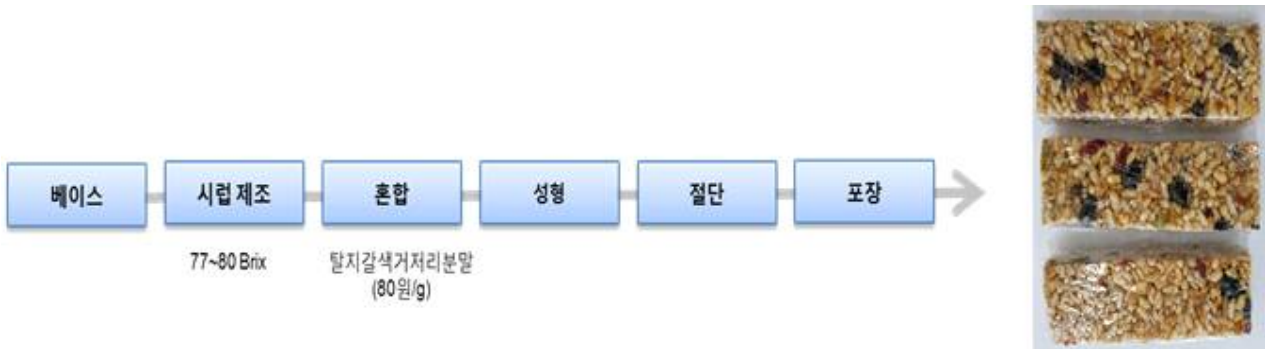


그림 124. Bar 제조 공정 및 시제품

표 167. Bar 처방

원료명	배합비율(%)	비고
현미	52.2	
아몬드분태	13.4	
땅콩분태	20.9	
호박씨	6.0	
호두분태	7.5	
합계	100.0	

표 168. Bar 시럽 처방

원료명	배합비율(%)	비고
프락토올리고당	45.9	

설탕	31.2	
쌀엿	11.3	
식물성유지	1.9	
천연겔	0.2	
곤충분말	9.5	갈색거저리분말(탈지)
합계	100.0	

Bar 제조는 Bar 처방 67%에 시럽 33%로 제조하였음.

3) 쌀국수

건면류 제품중에서 쌀국수에 적용해 보았음. 첨가량은 탈지 갈색거저리분말 3, 5%로 제조하였음. 5% 첨가면은 조리 후 다소 면이 끊어지는 현상이 발생하였음. 곤충분말 색깔이 면으로 전이되어 진한 갈색을 나타냈음. 적용 시 3% 내외가 적합할 것으로 판단되었음. 기존 쌀국수 면은 3% 첨가면과 5% 첨가면에서 2~3배의 가격상승이 일어났음

표 169. 쌀국수 처방

원료명	배합비율(%)		비고
갈색거저리분말(탈지)	3.0	5.0	
쌀국수 원료분	75.0	73.0	
감자전분	14.8		
식이섬유혼합분말	5.2		
배합분 합계	98.0		
다시마추출물	1.0		
정제염	0.7		
TG	0.2		
PGA	0.1		
배합수 합계	2.0		
총계	100.0		



그림 125. 쌀국수 제조공정 및 시제품



4)스파게티

최근에 출시한 스파게티면에도 적용해 보았음. 스파게티면은 3%까지 적용이 가능하였음. 그 이상에서는 면 형성이 일정치 않았음. 색깔 또한 식감에 영향이 있을 것으로 판단되어 증가시키고자 처방을 조정하는 실험은 진행하지 않았음. 기존 스파게티면에서 3% 적용면은 3배 가격상승이 일어났음.

표 170. 스파게티면 처방

원료명	배합비율(%)	비고
세몰리나	91.9	
식이섬유혼합분말	3.2	
갈색거저리분말(탈지)	3.0	
배합분 합계	98.1	
다시마추출물	1.0	
정제염	0.7	
마리골드색소	0.1	
PGA	0.1	
배합수 합계	1.9	
총계	100.0	



그림 126. 스파게티 제조공정 및 시제품

5)유당면(봉지)

유당면에서의 면 적성도 확인하였음. 대표 처방인 신라면(봉지)에 적용하였을 때 5%까지 첨가가 가능하였음. 그 이상에서도 면대 형성에는 이상이 없었으나 면 색깔이 짙은 갈색으로 변하고 조리 후 면이 금방 풀어버리는 현상이 발생하였음. 신라면(봉지)는 5% 첨가면은 7배의 원가상승이 나타났음.

표 171. 신라면(봉지) 면 처방

원료명	배합비율(%)	비고
소맥분	60.839	
전분	19.138	
갈색거저리분말(탈지)	5.051	
기타	14.972	
합계	100.000	





그림 127. 신라면(봉지) 면 제조과정 및 시제품

6)유탕면(큰사발면)

용기면에서도 신라면 큰사발면에서도 5% 까지 첨가가 가능하였음. 5% 이상 첨가 시 복원 후에 면발이 끊어지는 현상이 발생하였음. 5% 이내가 적합할 것으로 판단됨. 기존 큰사발면에 비해 5% 첨가면은 6 배의 원가상승이 일어났음.

표 172. 신라면 큰사발면 처방

원료명	배합비율(%)	비고
소맥분	56.346	
전분	21.701	
갈색거저리분말(탈지)	5.006	
기타	16.947	
합계	100.000	

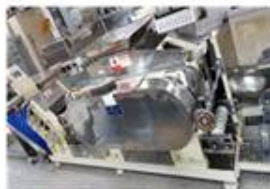


그림 128. 신라면 큰사발면 제조과정 및 시제품

표 173. 갈색거저리 첨가 면류 조단백질 함량

구분	조단백질(%)		비고
	기존	개선	
봉지면	7.13	10.64	
큰사발면	6.94	10.34	
스파게티	12.56	12.66	
쌀국수(3%)	5.76	7.18	
쌀국수(5%)	5.76	8.41	

다른 영양성분에는 큰 영향 없이 단백질함량의 증가를 확인 할 수 있었음.

나. 식용곤충의 식품소재화를 위한 특성 및 전처리 공정 연구(제1협동과제, 중앙대학교)

1) 소재화 공정 최적화

(1) 전처리 및 소재화 공정 적용 및 최적화 및 소재별 특성 평가

○ Chitinase 처리 공정 최적화 및 특성 평가

- 9.46mM Ascorbate aqueous system에서 탈지 곤충과 용매를 1:16의 비율로 섞은 다음 chitinase (Chimax-N)를 5% 첨가하여 45분간 반응. 그 후, 초음파처리로 추출, 효소처리로 분획물 제조함.
- SDS-PAGE와 HPLC-Gel permeation chromatography로 분자량 분포도를 확인하였고, OPA-assay로 가수분해도를 측정하였음.
- 갈색거저리 유충의 경우 chitinase처리 시, SDS-PAGE 분석 결과 Flavourzyme과 Mixture 분획물은 37-75kDa의 저분자 펩타이드 형성이 증가하였고, Alcalase 분획물에서는 150kDa과 37kDa 이하의 펩타이드 비율이 증가했다는 것을 확인함. GPC 결과로 분해율이 확연하게 non-chitinase보다 증가했음을 확인하였음. 그러나 가수분해도는 유의적 차이를 보이지 않았음. (그림 129)

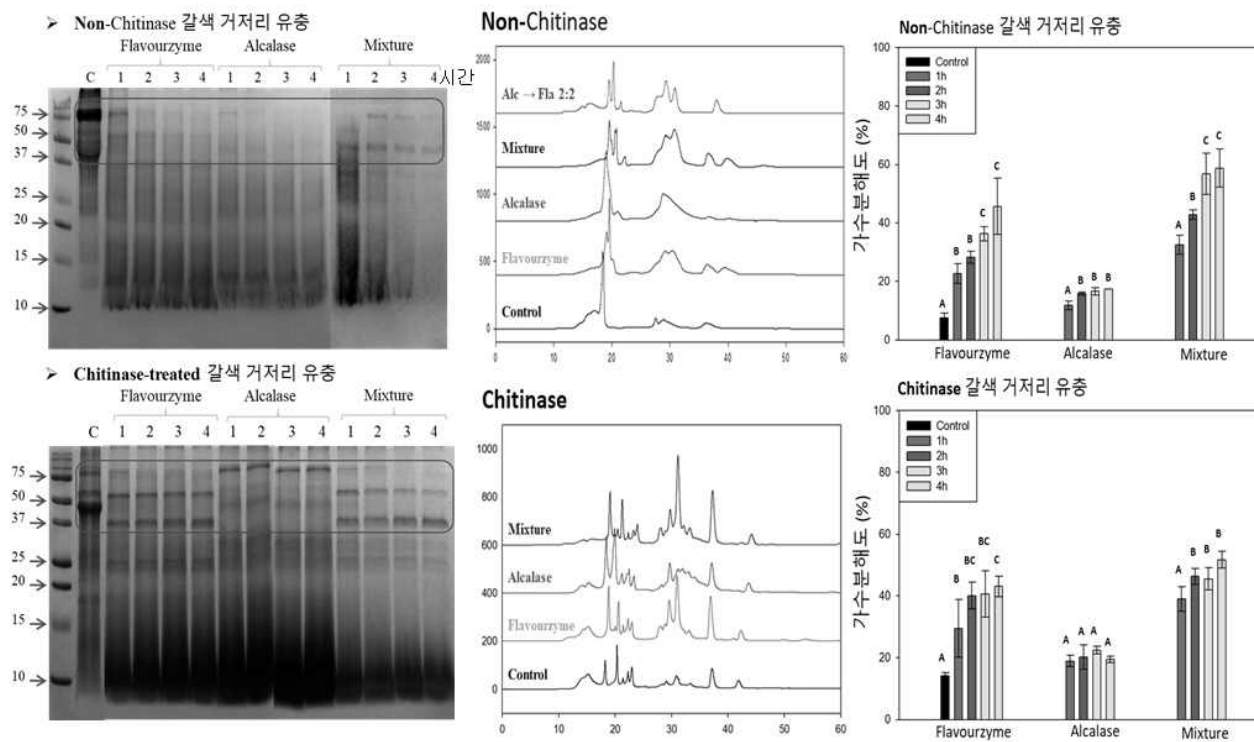


그림 129. 갈색거저리 유충 SDS-PAGE, GPC, OPA-assay 결과

- Chitinase를 처리한 귀뚜라미 시료를, SDS-PAGE 분석 결과 Flavourzyme과 Mixture 처리 시 고분자에서 분자량 25-50kDa로 분해 증가, Alcalase 처리 시 25-37kDa 부근 펩타이드 형성이 증가하였고, GPC 결과와 합산하여 분석해 non-chitinase보다 분리능이 증가하여 저분자 물질의 비율이 증가했음을 확인하였음. 그에 비해 가수분해도는 큰 차이를 보이지 않았음. (그림 130)

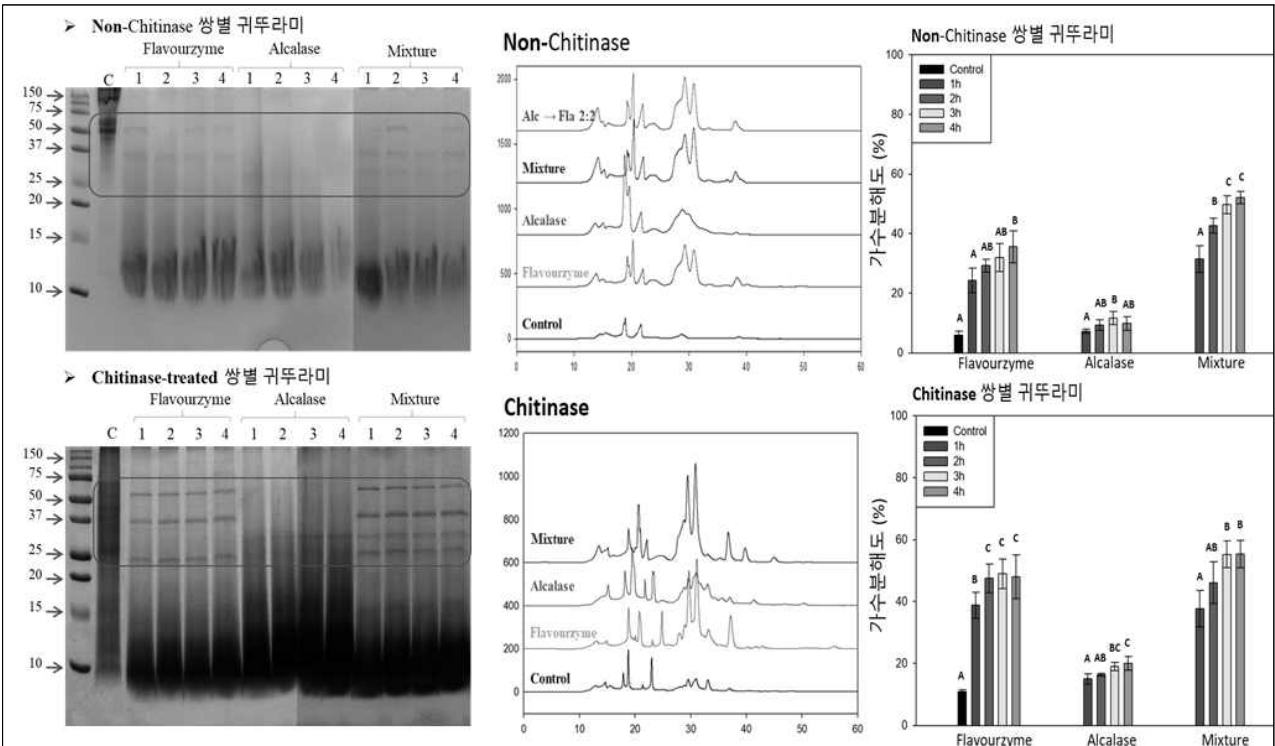


그림 130. 쌍별 귀뚜라미 SDS-PAGE, GPC, OPA-assay 결과

- 번데기 시료에 chitinase처리 시, SDS-PAGE 분석 결과에서는 갈색거저리 유충과 쌍별 귀뚜라미에 비해 유의적 변이가 나타나지 않았으며, GPC 분석 결과에서도 저분자 펩타이드 증가율도 적다는 것을 확인하였음. 그러나 가수분해도에서 큰 증가를 보여 앞선 두 시료와 상반되는 결과가 도출되었음. (그림 131)

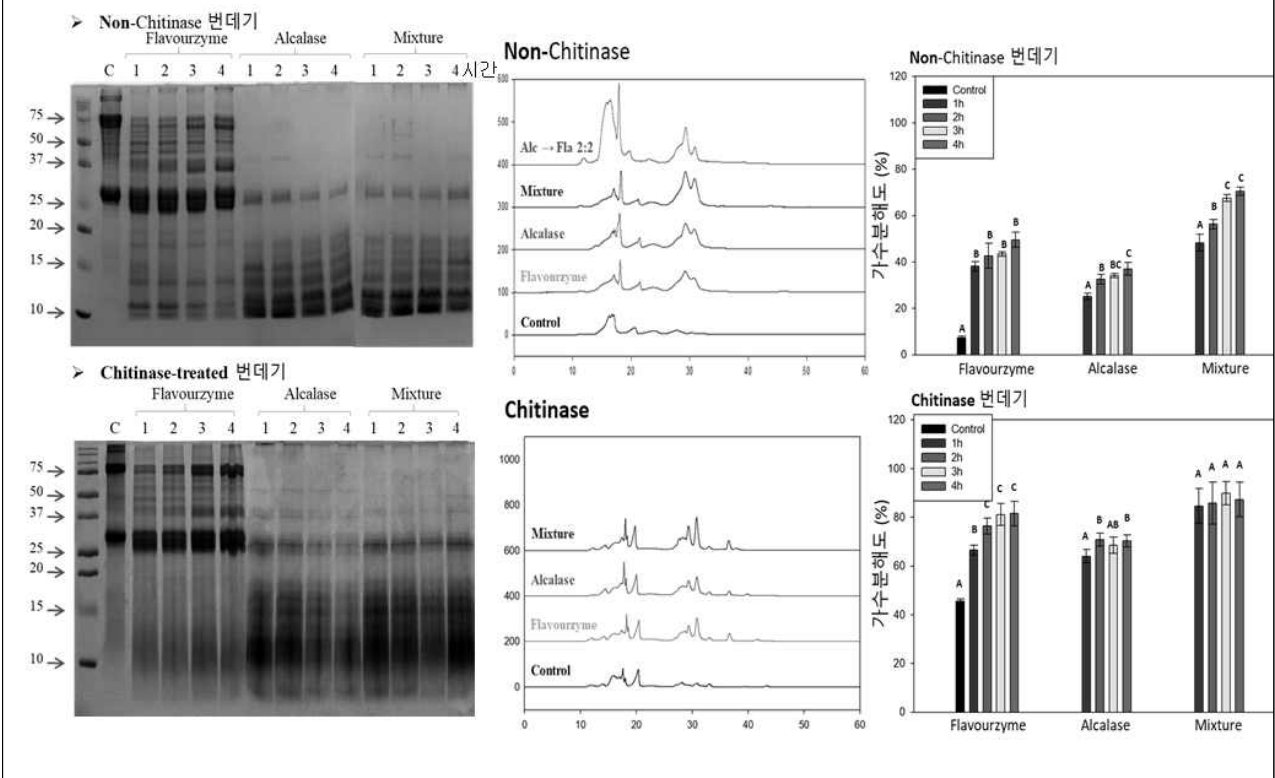


그림 131. 번데기 SDS-PAGE, GPC, OPA-assay 결과

- 전체적으로 chitinase처리 시, 분해력이 증가하여 저분자 펩타이드 비율이 늘어났다고 볼 수 있으나 그 차이가 확연하지 않고 효소 처리시간 또한 20시간으로 장시간 소요가 되어 추가 공정에 적용하는 것이 효율적이지 않다고 판단됨.

2) 소재 별 식품학적 기능성 특성 규명

(1) 소재 별 식품학적 특성 비교 (용해도, foamability, foam stability, gelation, 유동특성 등)

○ 식용곤충 7종 단백질 분획물 특성 비교

- 식용곤충 7종 학명, 약어 및 추출 수율 (표 174)

표 174. 식용곤충 7종 학명 및 약어

종류		학명	약어	추출수율
갈색거저리 유충	Mealworm larvae	<i>Tenebrino molitor</i>	MW	34.76%
귀뚜라미	Adult cricket	<i>Gryllus bimaculatus</i>	Cri	37.28%
누에 번데기	Silkworm pupae	<i>Bombyx mori</i>	Pup	89.28%
메뚜기	Grasshopper	<i>Spheriarium purpuracens</i>	Gra	23.08%
백강잠	Bombyx batryticatus	<i>Bombyx mori</i>	Lar	59.44%
장수풍뎅이 유충	Beetle larvae	<i>Allomyrina dichotoma</i>	BT	34.09%
흰점박이 꽃무지 유충	White spotted chafer larvae	<i>Protaetia brevitarsis seulensis</i>	Whi	26.43%

○ 식용곤충 7종 단백질 분획물 용해도 측정

- 번데기, 갈색거저리 유충, 귀뚜라미를 포함한 7종 식용 곤충의 단백질 분획물 용해도를 측정, 비교하였음.
- 용해도는 백강잠, 메뚜기, 흰점박이 꽃무지 유충, 번데기, 갈색거저리 유충, 장수풍뎅이 유충, 귀뚜라미 순이었으며 곤충 종에 상관없이 효소처리에 따라 용해도 증가하였음. (표 175, 그림 132)

표 175. 식용곤충 7종 분획물 및 효소 분해물의 용해도

Solubility (%)	Control	Flavourzyme	Alcalase	Mixture
Mealworm larvae	39.07	71.82	69.56	89.23
Adult cricket	18.54	52.03	46.02	62.22
Silkworm pupae	59.78	71.26	68.74	87.17
Grasshopper	66.08	72.25	68.66	76.73
Bombyx batryticatus	69.86	74.46	77.05	81.80
Beetle larvae	27.57	41.36	29.72	52.81
White spotted chafer larvae	62.38	68.00	70.01	81.91

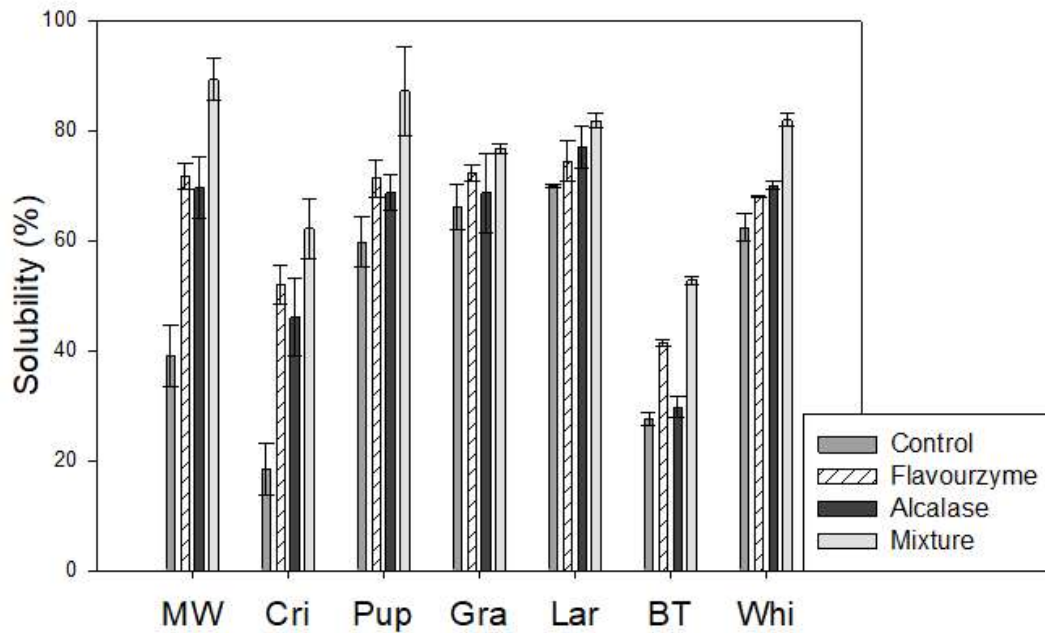


그림 132. 식용곤충 7종 분획물의 용해도

○ Foamability 및 foam stability 측정 및 비교

- 단백질 및 분획물 1%(w/v) 용액 20mL를 균질기(IKA T18 digital ULTRA TURRAX - S18N 19G)로 12000rpm에서 1분 동안 거품을 생성한 후, {(거품생성 후 부피 - 거품생성 전 부피)/(거품생성 전 부피)} x 100(%)을 하여 foamability 및 foam stability를 측정함.
- 갈색거저리 유충 및 번데기 효소처리 분획물 측정 결과, 효소처리에 따라 곤충의 foamability 및 foam stability가 대폭 감소함을 보임. C는 Control로 효소처리하지 않은 단백질 용액, F는 Flavourzyme, A는 Alcalase, M는 Mixture를 처리한 분획물임. (그림 133)
- 곤충 종류 별 단백질 용액 측정 결과, 메뚜기의 foamability가 86.46%로 가장 높았지만 foam stability가 5분 뒤 69.79%, 10분 뒤 56.77%로 짧은 시간 안에 대폭 감소하였고 60분 경과 17.70%로 좋지 않았고, 번데기는 54.17%로 거품을 덜 생성하였지만 5분 뒤 53.33, 10분 뒤 50%, 60분 경과 43.33%인 것을 미루어 보아 메뚜기보다는 훨씬 안정적이므로 이상적임. 특히 대표적인 foaming agent인 카세인 나트륨(68.75%, 5분 뒤 63.75%, 60분 뒤 43.75%)과 비교해도 큰 차이가 없었음. (그림 134)

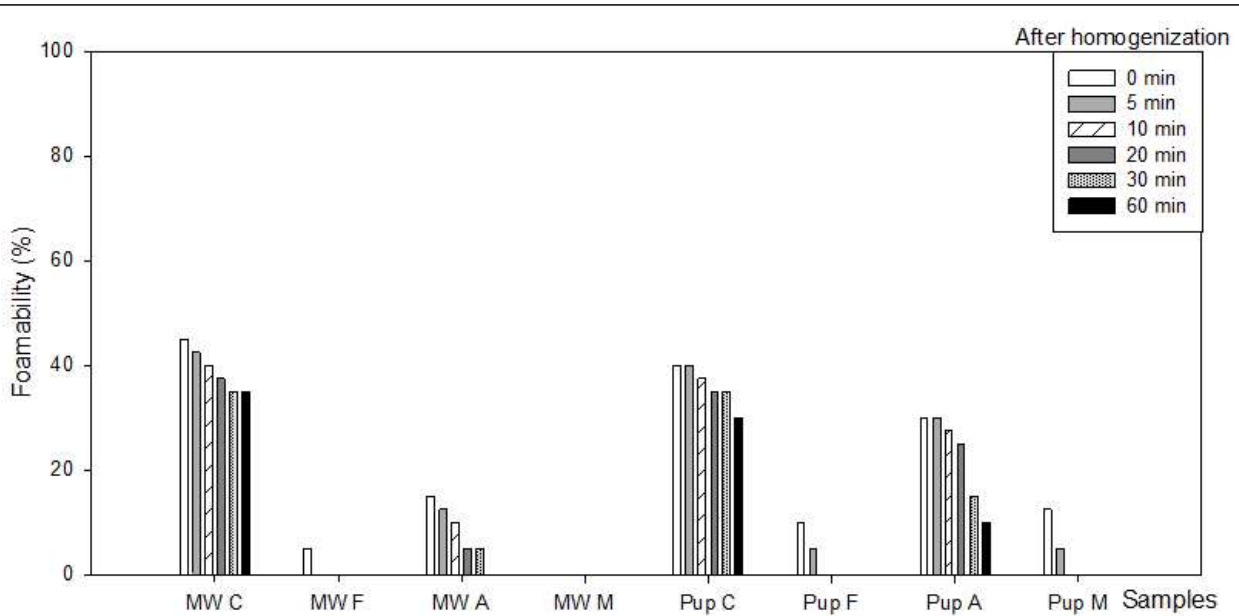


그림 133. 갈색거저리 유충, 번데기 효소 분획물 Foamability 및 foam stability

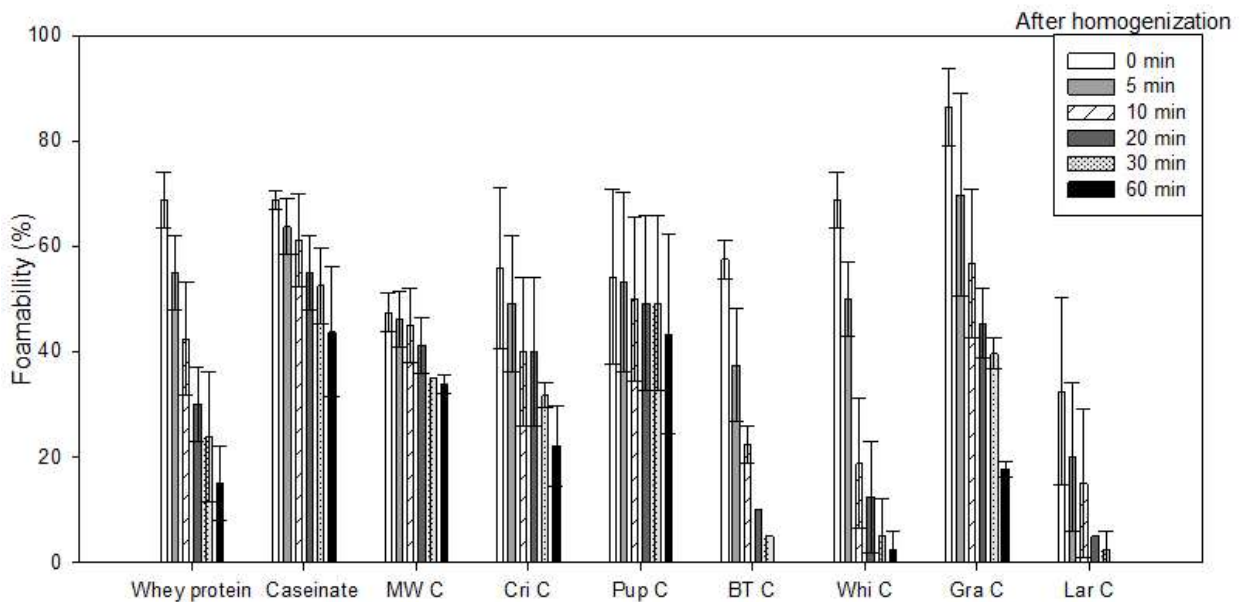


그림 134. 식용곤충 7종 단백질 용액 Foamability 및 foam stability

○ 유화능 및 유화안정성 비교

- 단백질 용액 및 효소처리 분획물 0.5%(w/v)에 콩기름을 첨가한 후, Sonics® Vibra-Cell™ VCX 750 ultrasonic unit으로 음파 처리하여 유화액을 제조하고 유화액 소량을 계면활성제인 0.3% Sodium dodecyl sulfate에 첨가하고 500nm 파장에서 흡광도 측정하였음. 20분 경과할 때마다 상층액을 소량 채취하여 똑같은 방법으로 흡광도를 측정하고, 이를 통해 유화안정성을 측정, 비교하였음.
- 메뚜기, 장수풍뎅이 유충, 흰점박이 꽃무지 유충의 비효소처리 단백질 용액은 음파처리시 응집되어 측정이 불가하였고 번데기의 경우 모든 경우에서 용액이 응집, 겔화되어서 정확한 측정이 불가하여 비교에서 제외하였음. 갈색거저리 유충은 Flavourzyme처리 시, 귀뚜라미, 메뚜기, 백강잠은 Alcalase처리 시, 장수풍뎅이 유충과 흰점박이 꽃무지 유충의 경우 Mixture를 처리하였을 때, 유화능이 가장 높았음. 그 중 백강잠을 Alcalase처리한 분획

물이 186.75m²/g로 가장 높았으나 시간이 경과함에 따라 유화안정성이 낮아 측정값의 감소 폭이 큼. 그에 비해 메뚜기 Alcalase처리 분획물은 151.00m²/g로 유화성이 두 번째로 높았으며 시간 경과에 따라 감소율도 크지 않아 안정성이 높게 확인되었음. (그림 135)

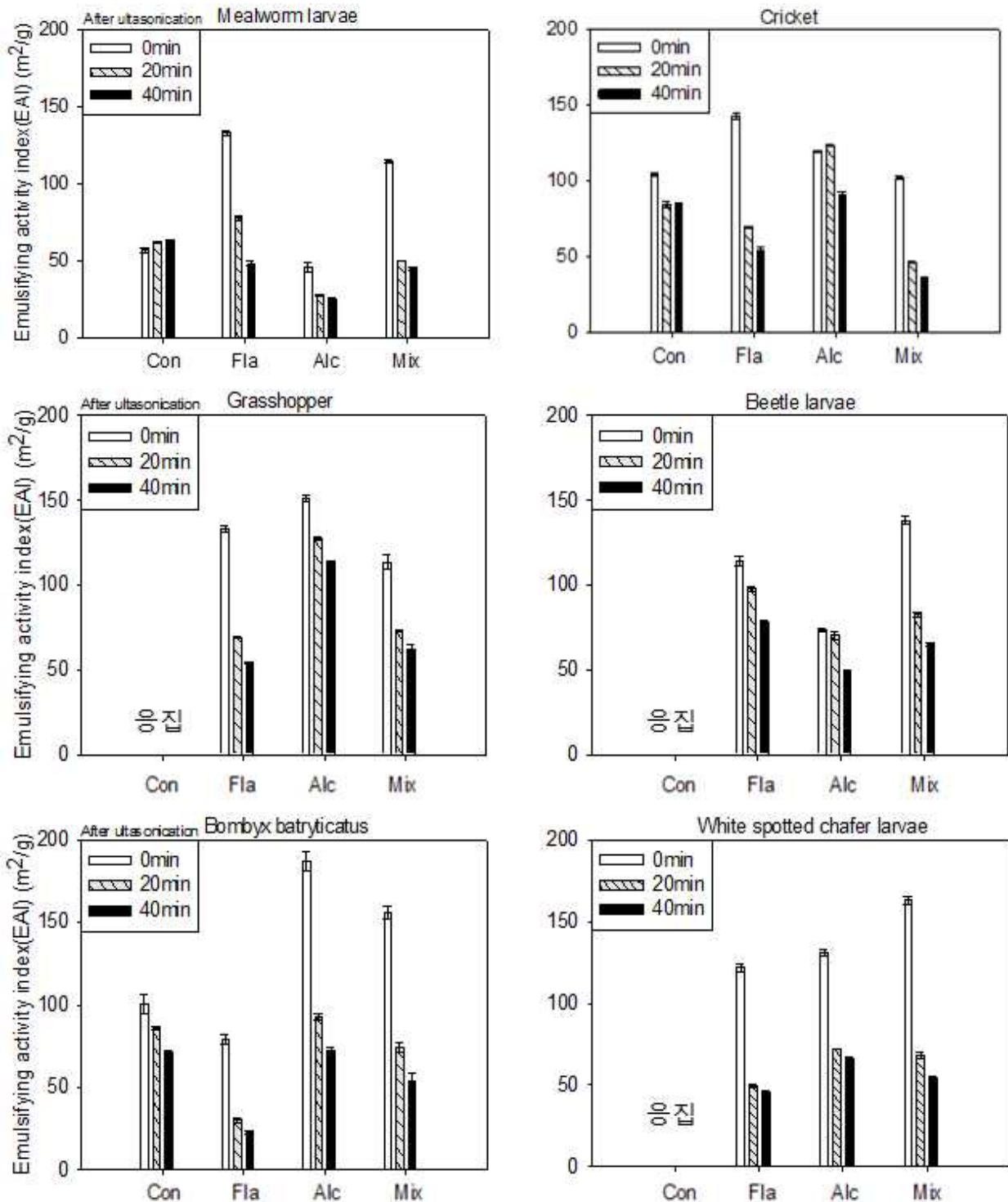


그림 135. 식용곤충 7종 단백질 용액 및 효소처리 분획물 유화성, 유화안정성 분석 결과

○ 유동특성 분석

- 단백질 10%(w/v) 용액을 Rheometer AR2000(TA Instruments)로 parallel plate(지름 40mm, 틈 1mm)를 이용하여 Frequency sweep test를 진행하였음. Frequency 범위는

0.1-1rad/s로 설정. 효소처리 분획물은 모두 단백질 용액에 비해 점도가 대폭 낮아져 유동특성 측정이 의미가 없었음. 이 실험을 통해 단백질 용액의 저장탄성률, 손실탄성률, 복소 점도, 저장탄성률과 손실탄성률의 비인 tangent delta 값을 측정하였음.

- 저장탄성률(Storage modulus, G')은 탄성에 의해 손실 없이 저장되는 에너지로 이 값이 크다는 것은 고체에 가깝다는 뜻이고, 손실탄성률(Loss modulus, G'')은 점성에 의해 손실되는 에너지로 액체에 가까울수록 이 측정값이 큼. 복소 점도(Complex viscosity)는 점도의 실수부와 허수부의 합이고, tangent delta 값은 저장탄성률에 대한 손실탄성률의 비로 이 값이 클수록 액체의 성질이 증가함.
- 탄성의 성질을 나타내는 저장탄성률(Storage modulus, G') 측정 결과, Frequency 범위가 0.5-10.5일 때, 번데기에서 높은 값을 보였고 갈색거저리 유충이 낮았음. 전체 범위로 봤을 때, 갈색거저리 유충이 다른 6종의 시료에 비해 측정값이 낮았음. 나머지 곤충 시료는 비슷한 경향을 보임. (그림 136)

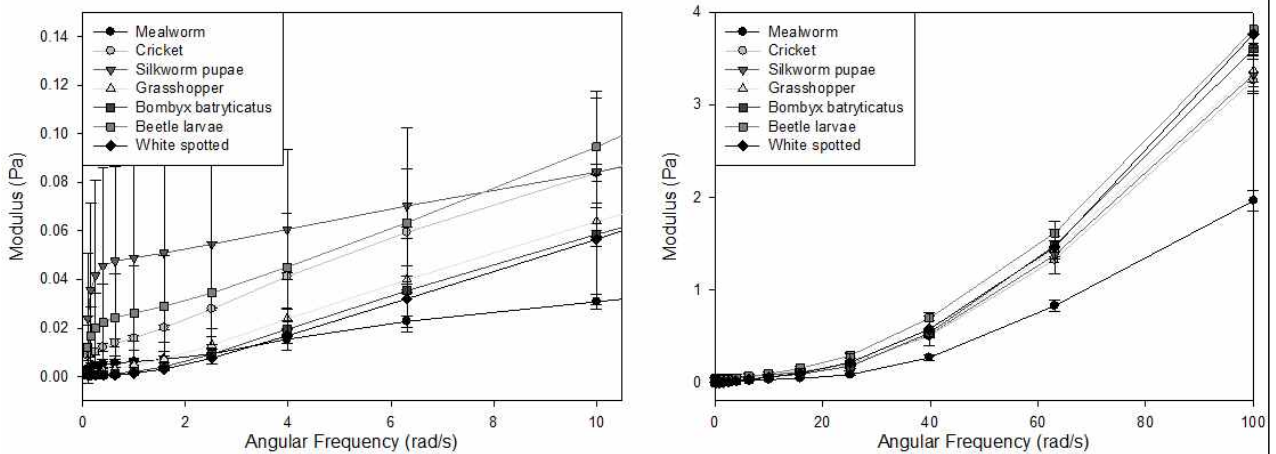


그림 136. 곤충 단백질 용액의 저장탄성률(Storage modulus, G') 측정값, 왼쪽부터 Frequency 범위 0.1-10.5, 0.1-100

- 점성의 성질을 나타내는 손실탄성률(Loss modulus, G'') 측정 결과, Frequency 범위 0.5-10.5에서, 번데기에서 높았고 갈색거저리 유충, 백강잠, 흰점박이 꽃무지에서 낮은 값 보임. 전체 범위로 봤을 때, 번데기가 가장 높았고, 갈색거저리 유충과 백강잠이 낮았지만, 전체적인 경향은 비슷했음. (그림 137)

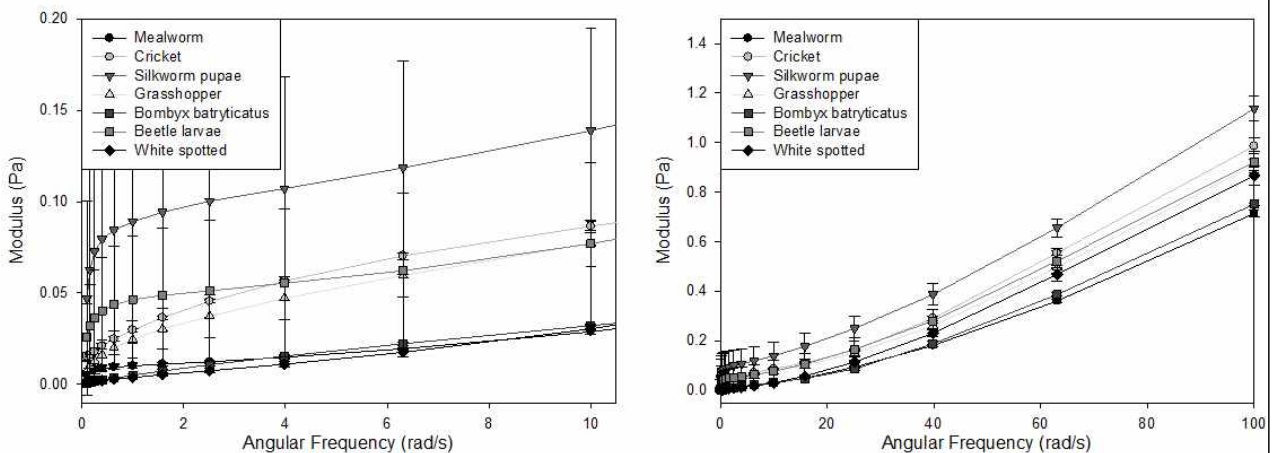


그림 137. 곤충 단백질 용액의 손실탄성률(Loss modulus, G'') 측정값, 왼쪽부터 Frequency

범위 0.1-10.5, 0.1-10

- 복소 점도 (Complex viscosity) 측정 결과, Frequency 범위 0.5-10.5에서, 번데기가 비교적 높았으나, 전체 범위로 봤을 때 값이 거의 차이가 없었음. (그림 138)

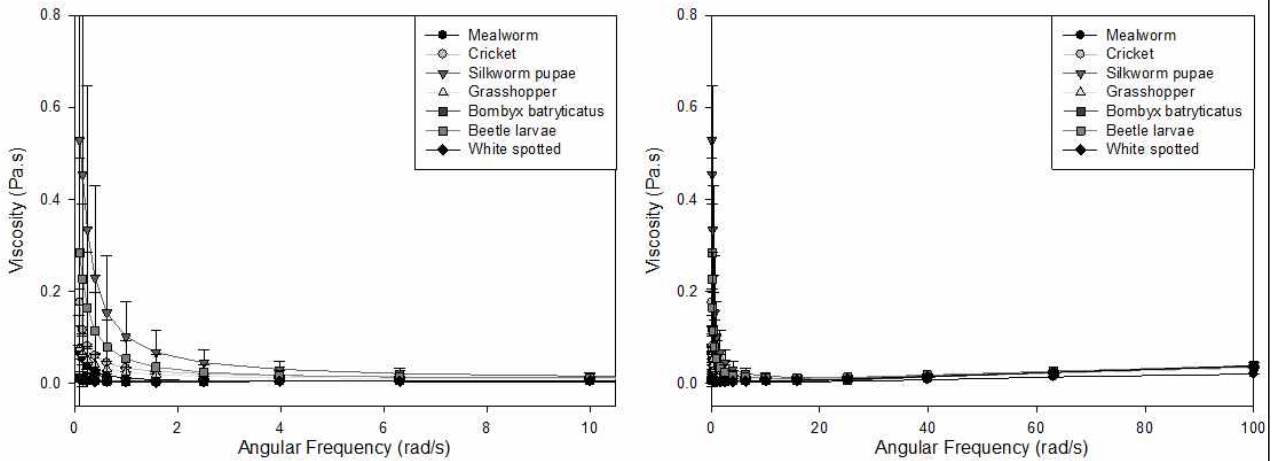


그림 138. 곤충 단백질 용액의 복소 점도(Complex viscosity) 측정값, 왼쪽부터 Frequency 범위 0.1-10.5, 0.1-100

- Tangent gelta 값 분석 결과, Frequency 값이 낮은 경우, 메뚜기와 흰점박이 꽃무지 유충 단백질 용액이 높았으나 Frequency가 증가할수록 곤충 시료간의 차이가 무의미했음. (그림 139)

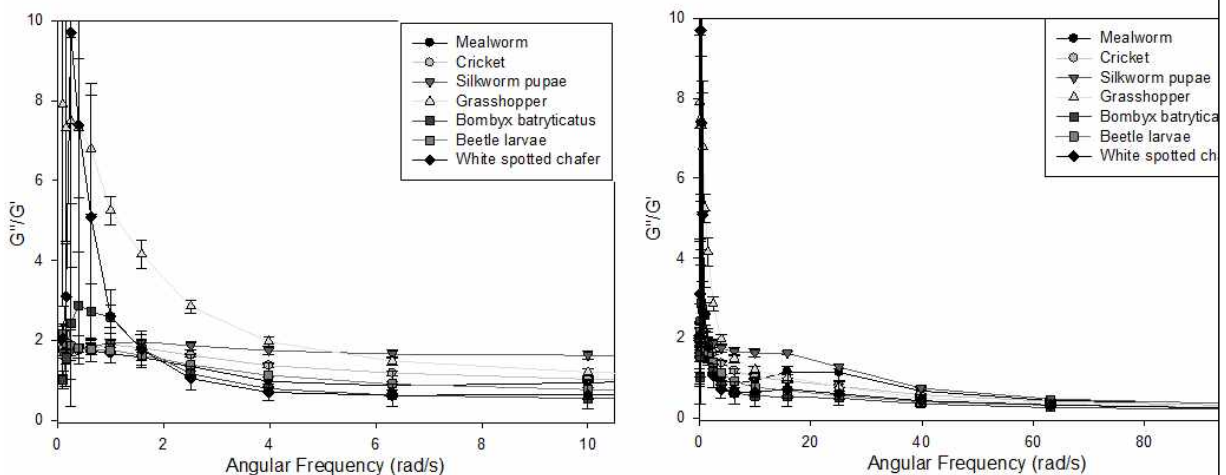


그림 139. 곤충 단백질 용액의 Tangent gelta 값 분석 결과. 왼쪽부터 Frequency 범위 0.1-10.5, 0.1-100

(2) 식용곤충 소재별 기능성 탐색 (*in vitro*)

○ 항산화능 측정 및 분석

- ORAC assay로 식용곤충 7종 단백질 효소처리 분획물 항산화능을 측정하였음.
- 표준물질인 농도별 Trolox용액 또는 시료분획물 50 μ l와 3 μ M Fluorescein sodium염용액

50 μ l을 혼합하고 15분 37 $^{\circ}$ C에서 반응시킨 후, 2,2'-azobis dihydrochloride(AAPH 221mM in PBS) 25 μ l를 첨가하고 90분간 1분 간격으로 485nm, 535nm에서 형광광도를 측정함.

- 장수풍뎅이가 효소처리 시 항산화능이 대폭 증가하였으며, 특히 Alcalase를 처리한 분획물에서 가장 높은 활성을 보임. 그리고 귀뚜라미, 갈색거저리 유충이 상대적으로 높은 활성을 보였으며, 메뚜기, 흰점박이 꽃무지 유충은 비교적 낮았음. (그림 140)

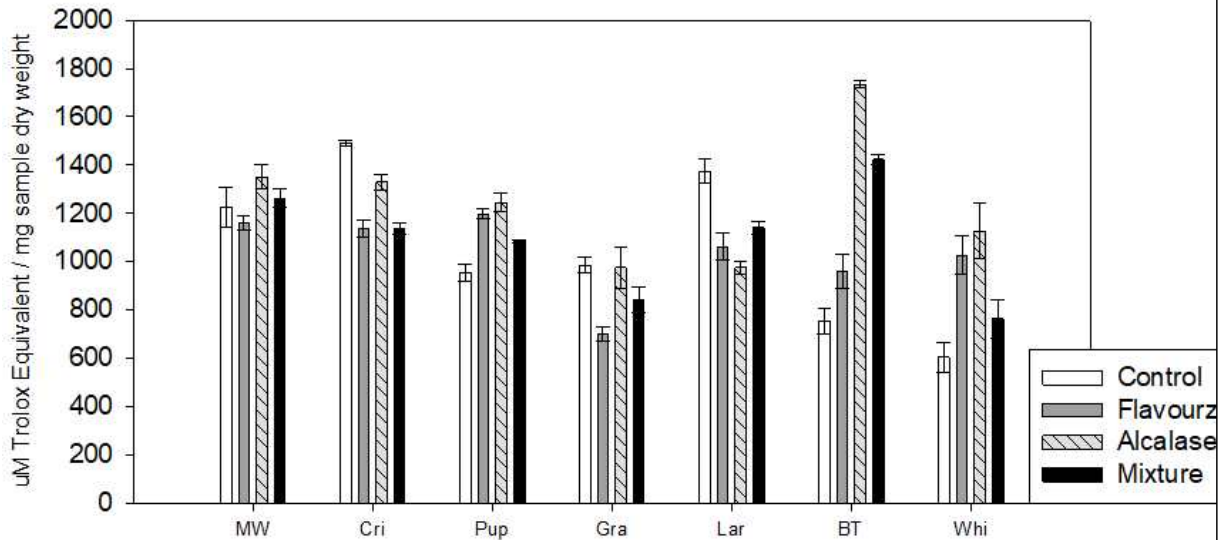


그림 140. 식용곤충 7종 단백질 분획물의 항산화능 측정 결과(ORAC assay)

○ 해당노 활성 측정 및 분석

- α -D-글루코시드 결합을 가수분해하는 효소인 α -glucosidase의 저해능을 측정하여 해당노 활성을 분석함.
- 시료 분획물 32 μ l에 50mM PBS buffer(pH 7) 208 μ l, 0.8units/ml α -glucosidase 40 μ l를 혼합하고 5분 37 $^{\circ}$ C에서 반응시킨 후, 기질인 2.5mM p-NPG 40 μ l를 첨가함. 그 후 kinetic 20분, 간격 5분, 37 $^{\circ}$ C조건으로 405nm에서 측정 및 분석하였음.
- 모든 분획물에서 백강잠이 압도적인 활성을 보였으며, 효소처리를 하지 않은 단백질 용액에서 가장 큰 활성을 보임. 이외의 시료에서는 효소처리에 따라 활성증가를 보였으며, 번데기에 Alcalase를 처리한 분획물에서 비교적 높은 활성을 보임. 그러나 대체적으로 활성이 매우 낮았음. (그림 141)

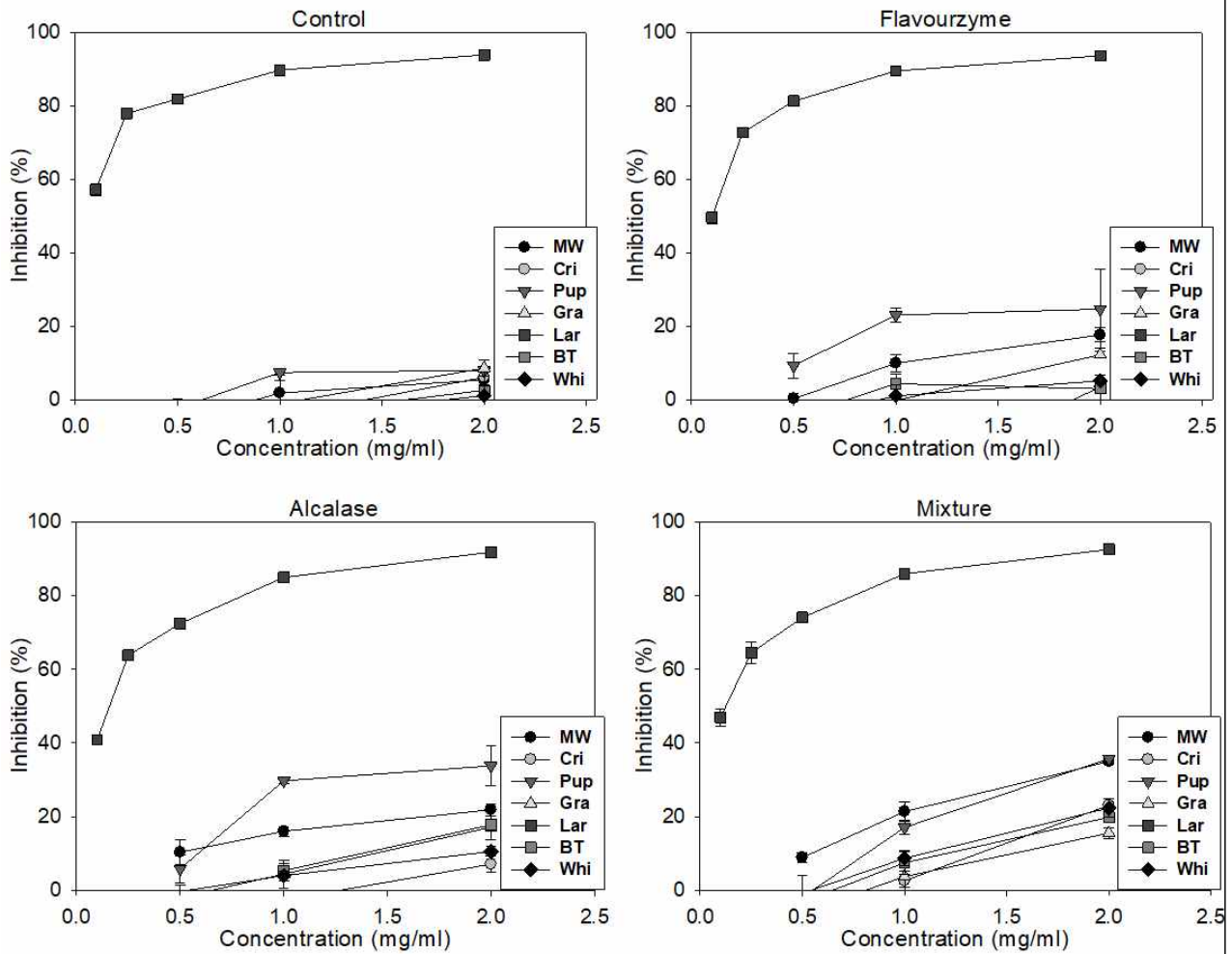


그림 141. 식용곤충 7종 단백질 효소처리 분획물별 α-glucosidase의 저해능 측정 결과

○ 항염증 활성 측정 및 세포독성 확인

- 마우스 대식세포 RAW 264.7를 이용하였으며, 먼저 MTT assay로 단백 분획물의 세포독성을 확인한 뒤, NO assay로 항염증 활성을 측정하였음.
- MTT assay는 세포독성을 조사하는 것으로 96well cell plate에 세포를 배양한 뒤, 단백질 용액 및 분획물을 배지에 녹여 첨가하고 20시간 배양 후 시약처리 및 4시간 반응시키고 형성된 formazan을 남기고 배지성분 제거 후 570nm 파장에서 흡광도를 측정하였음.
- NO는 대식세포가 염증 반응을 일으킬 때 세포 밖으로 내보내는 대표적인 신호분자로 NO의 양이 많이 나올수록 염증반응이 활성화 된 것임. 먼저 96 well cell plate에 세포를 배양한 후, Control을 제외하고 염증을 유발하는 LPS와 시료 분획물을 첨가하고 반응시킴. 배양이 끝난 후, 각 well에 있는 배지를 채취하여 표준용액인 0.1M sodium nitrite 배지 혼합물과 96well plate에 배치한 후, sulfanilamide 용액과 NED 용액을 10분 간격으로 첨가하고 10분 반응시킨 후 540nm에서 흡광도를 측정하였음.
- 번데기와 백강잠을 제외한 5종의 곤충에서는 모든 효소처리 분획물에서 항염증 활성이 전혀 나타나지 않았으므로 제외함. 이 두 시료의 MTT assay결과 세포의 생존률이 80~120%가 정상이라고 가정하였을 때, 해당 분획물 농도에서 세포독성이 없는 것을 확인하였음. (그림 142). 백강잠은 단백질 용액, Alcalase 처리 분획물에서 가장 높은 활성이 나타났고, 번데기 분획물은 그보다 낮은 활성을 보임. (그림 143)

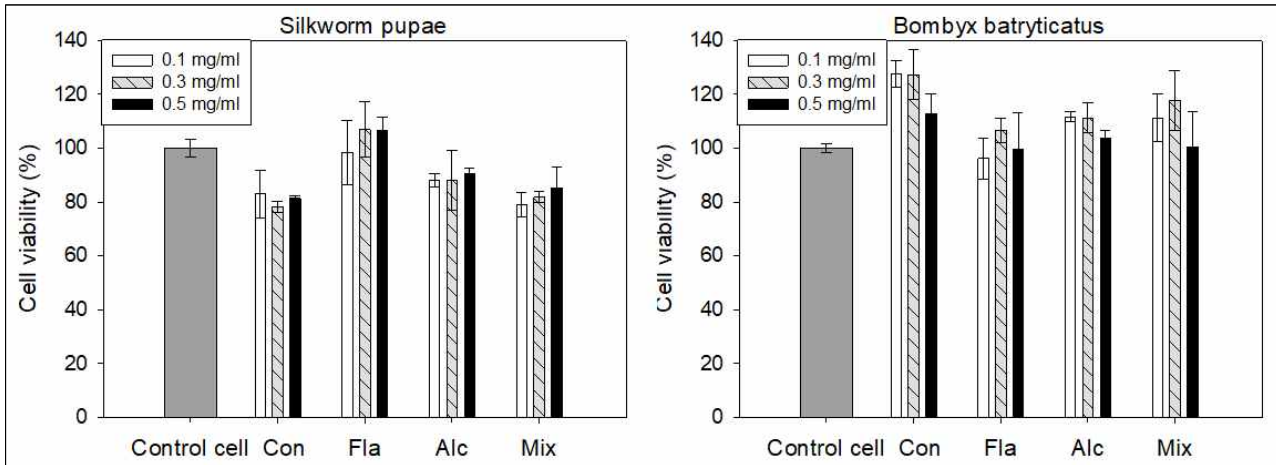


그림 142. 번데기, 백강잠 단백질 분획물의 세포독성(MTT assay) 측정 결과

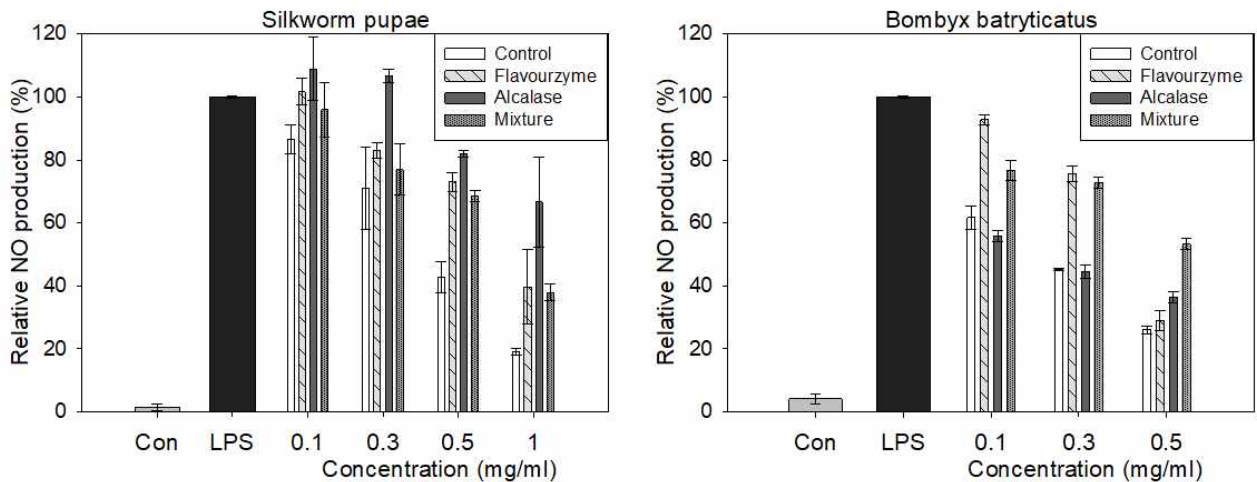


그림 143. 번데기, 백강잠 단백질 분획물의 항염증 활성(NO assay) 측정 결과

○ 혈압조절 활성 측정 및 분석

- Angiotensin converting enzyme 저해능 측정을 통한 혈압조절 활성 분석
- Angiotensin converting enzyme(ACE)은 불활성형의 angiotensin I을 동맥수축 및 혈압 상승작용을 나타내는 angiotensin II으로 전환시키는 효소로 대표적인 혈압상승 메커니즘에 작용하는 효소임.
- ACE 40mU 100 μ l을 시료 분획물 100 μ l, 기질인 hippuryl-L-histidyl-L-leucine(HHL) 100 μ l(모두 20mM sodium borate 0.3M NaCl, pH 8.3 버퍼에 용해) 과 혼합하여 37 $^{\circ}$ C에서 2시간 반응시킴. 다음 OPA reagent 250 μ l와 반응 용액 37 μ l을 섞은 후, 25 $^{\circ}$ C에서 20분간 반응시키고 390nm에서 흡광도를 측정하였음.
- 비효소처리 단백질 용액에서는 갈색거저리 유충이 가장 좋은 활성을 보였으나, 효소 처리 시 귀뚜라미와 장수풍뎅이 유충 분획물이 큰 폭으로 활성이 증가하여, 곤충 시료 중 높은 활성을 보임. 특히 백강잠을 제외한 모든 곤충 시료에서는 Alcalase를 처리하여 분획물을 제조했을 때 좋은 활성을 보였으며, 전체적으로 귀뚜라미 Alcalase처리 분획물이 IC값이 0.048mg/ml로 가장 높은 활성을 보임. 장수풍뎅이 유충, 갈색거저리 유충 Alcalase 분획물은 각각 IC 0.065, 0.066mg/ml로 뒤를 이음. (그림 144)

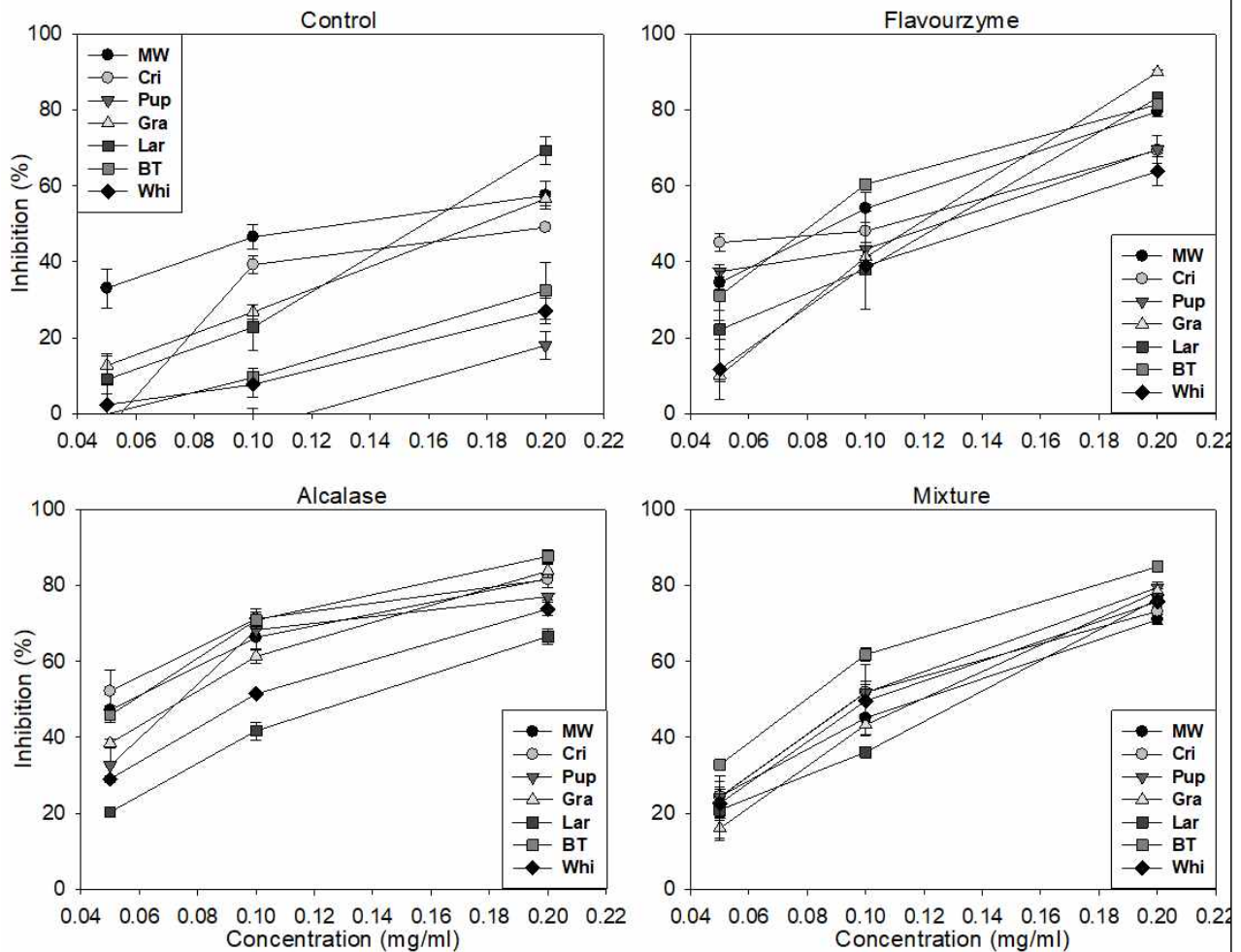


그림 144. 식용 곤충 유래 단백질 효소처리 분획물의 ACE 저해 활성

(3) 단백질 가수분해물 활성 분획 규명

○ Cold ethanol precipitation으로 분획물 정제

- 분획물 생리 기능성 중 Alcalase 분획물의 혈압조절 활성이 가장 강했으며, 그 중 활성이 가장 높았던 귀뚜라미 분획물과 수율이 가장 높은 번데기 분획물을 대상으로 Preparative LC로 활성 펩타이드를 분리 및 정제함.
- Preparative LC로 분획물 분리 및 정제 전 고분자·소수성 단백질·펩타이드를 Cold ethanol precipitation법으로 침전시켜 제거함.

○ Preparative HPLC을 통한 번데기 분획물 분리 및 정제

- 우선 Preparative C18 시행. YMC ODS C18-40g (131x30mm, 25 μ l) column으로 증류수, 메탄올 gradient 조건으로 시행. (표 176)
- Preparative C18으로 분리 및 정제한 펩타이드의 Angiotensin converting enzyme 저해능을 측정하여 가장 활성이 높은 분리·정제물을 Preparative GPC로 시행하였음. YMC Pack Diol-120(500x20mm, 12nm)와 YMC Pack Diol-60(500x20mm, 6nm) column으로 재분리

및 정제하였음.

표 176. Preparative C18 gradient 조건 결과

Eluent time(min)	A(D.W.%)	B(Methanol, %)
0	100	0
5	100	0
30	70	30

- 번데기 Alcalase 분획물을 Preparative C18로 분리한 결과 네 개의 fraction으로 peak를 나눌 수 있었으며, 이 4개의 fraction 중 F3와 F4가 가장 혈압조절 활성이 좋았고 그 중 F3이 수율이 더 높아, F3을 Preparative GPC로 분리 및 정제하였음. (그림 145)

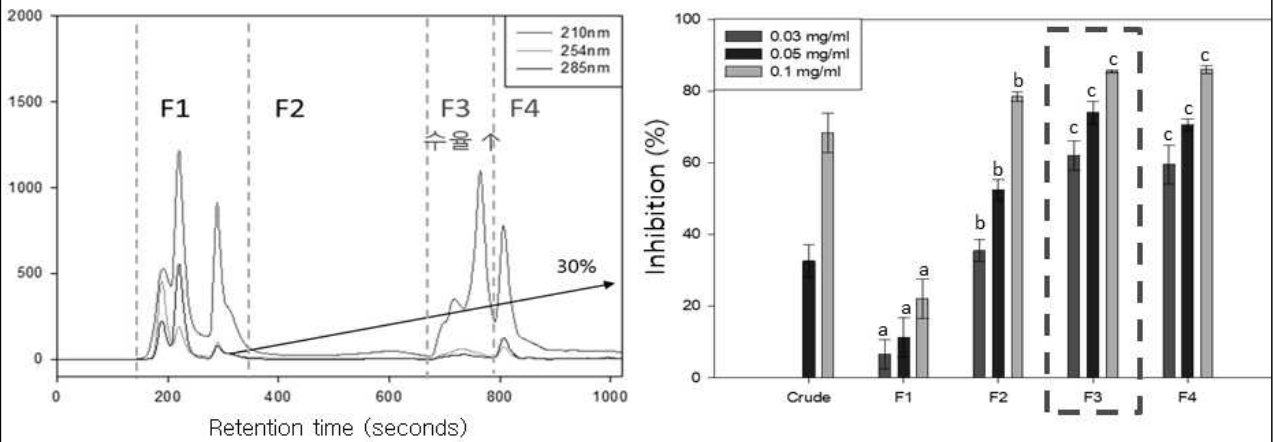


그림 145. 번데기 Alcalase 분획물의 Preparative C18 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 3 분리물을 Preparative GPC로 분리한 결과 세 개의 fraction으로 peak를 나눌 수 있었으며, 이 3개의 fraction 중 F3-2와 F3-3이 가장 활성이 좋았고 그 중 F3-2를 Preparative GPC로 재분리 및 정제하였음. (그림 146)

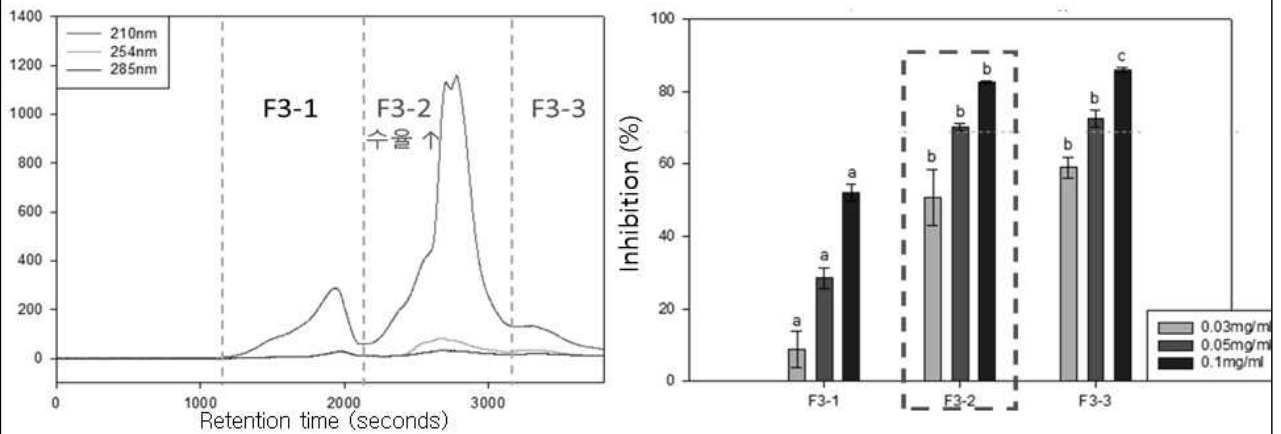


그림 146. 번데기 Fraction 3 분리물의 Preparative GPC 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 3-2 분리물을 Preparative GPC로 재분리한 결과 네 개의 fraction으로 peak를 나눌 수 있었으며, 이들 중 F3-2b에서 가장 높은 활성이 확인되어, F3-2b를 이용하여 추가 정제를 수행하였음. (그림 147)

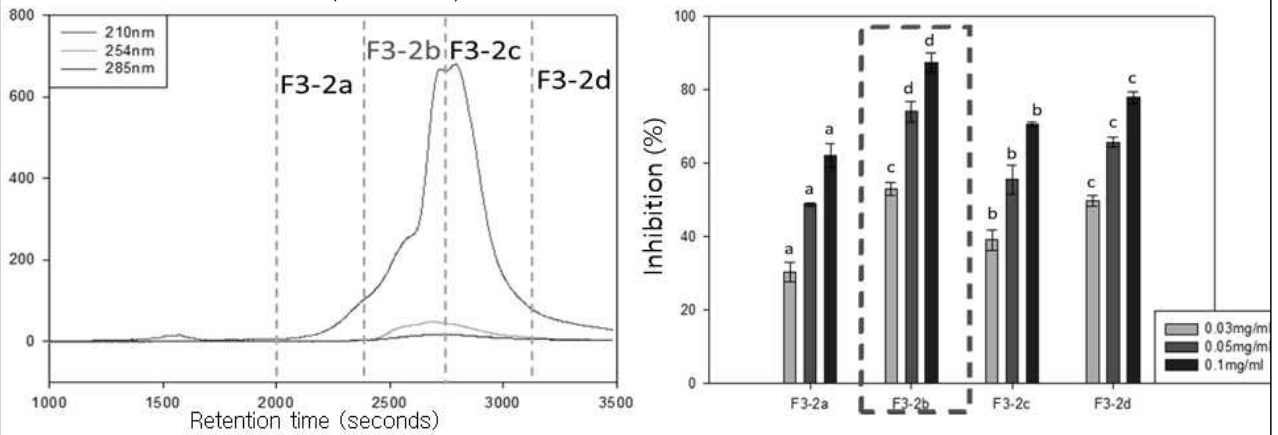


그림 147. 번데기 Fraction 3-2 분리물의 Preparative GPC 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 3-2b 분리물을 Preparative GPC로 재분리한 결과 두 개의 fraction으로 peak를 나눌 수 있었으며, 이 두 개의 fraction 중 F3-2b.b에서 가장 높은 활성이 확인되어 추가 정제를 진행하였음. (그림 148)

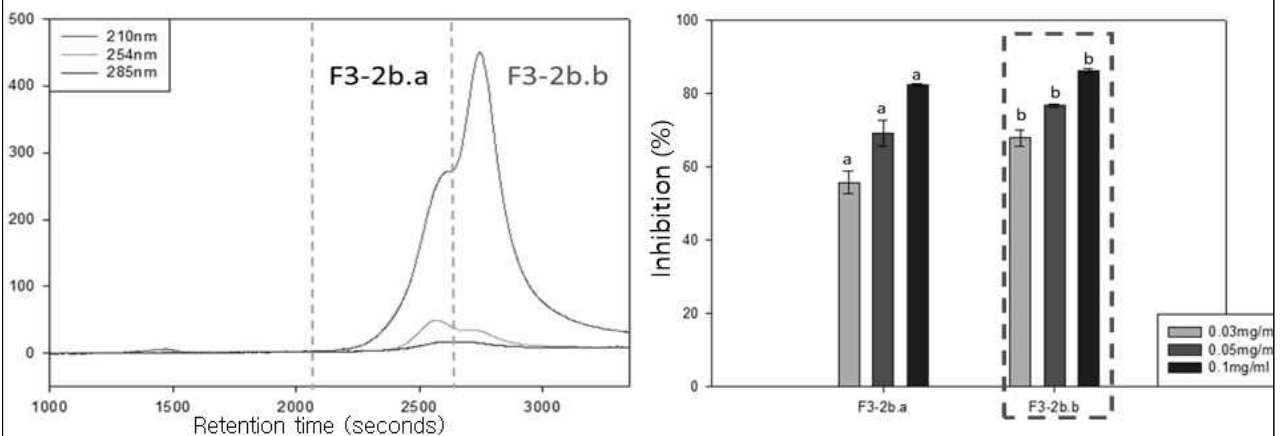


그림 148. 번데기 Fraction 3-2b 분리물의 Preparative GPC 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 3-2b.b 분리물을 Preparative GPC로 재분리하여 얻은 2개의 분획은 활성에서 유의적인 차이를 보이지 않았음. 최종 활성 분획은 F3-2b.b으로 확인하였음.

○ Preparative HPLC을 통한 귀뚜라미 분획물 분리 및 정제

- 번데기 분획물과 같은 조건으로 분리 및 정제 과정을 거침.
- 귀뚜라미 Alcalase 분획물을 Preparative C18로 분리한 결과 네 개의 fraction으로 peak를 나눌 수 있었으며, 이 네 개의 fraction 중 F4가 가장 혈압조절 활성이 좋았으므로 F4을 Preparative GPC로 분리 및 정제하기로 결정함. (그림 149)

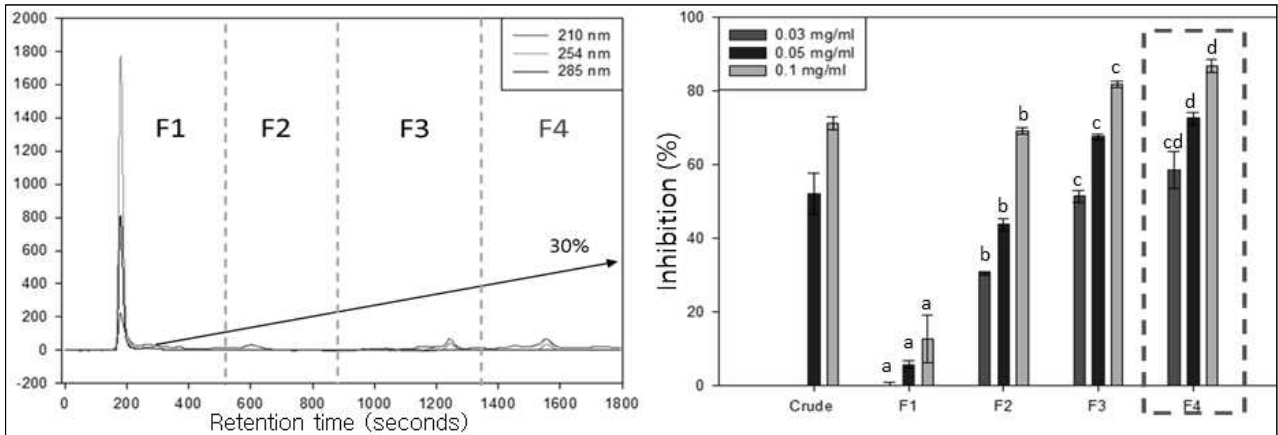


그림 149. 귀뚜라미 Alcalase처리 분획물의 Preparative C18 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 4 분리물을 Preparative GPC로 분리한 결과 세 개의 fraction으로 peak를 나눌 수 있었으며, 이 세 개의 fraction 중 F4-3의 활성이 가장 높아 이후 추가 정제를 진행하였음. (그림 150)

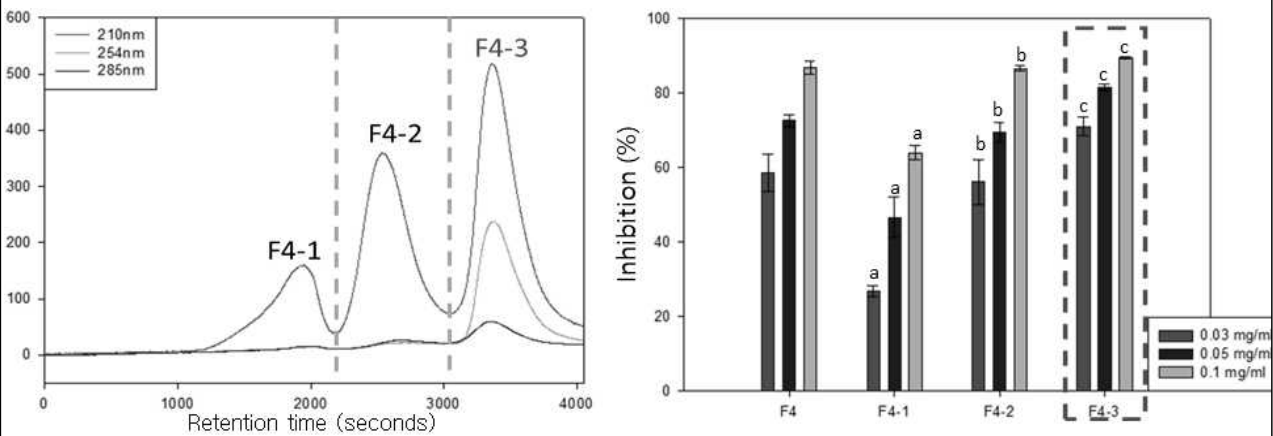


그림 150. 귀뚜라미 Fraction 4 분리물의 Preparative GPC 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 4-3 분리물을 Preparative GPC로 재분리한 결과 두 개의 fraction으로 나눌 수 있었으며, 이 두 개의 fraction 중 F4-3a가 활성이 더 좋았으므로 F4-3a를 Preparative GPC로 분리 및 정제하기로 결정함. (그림 151)

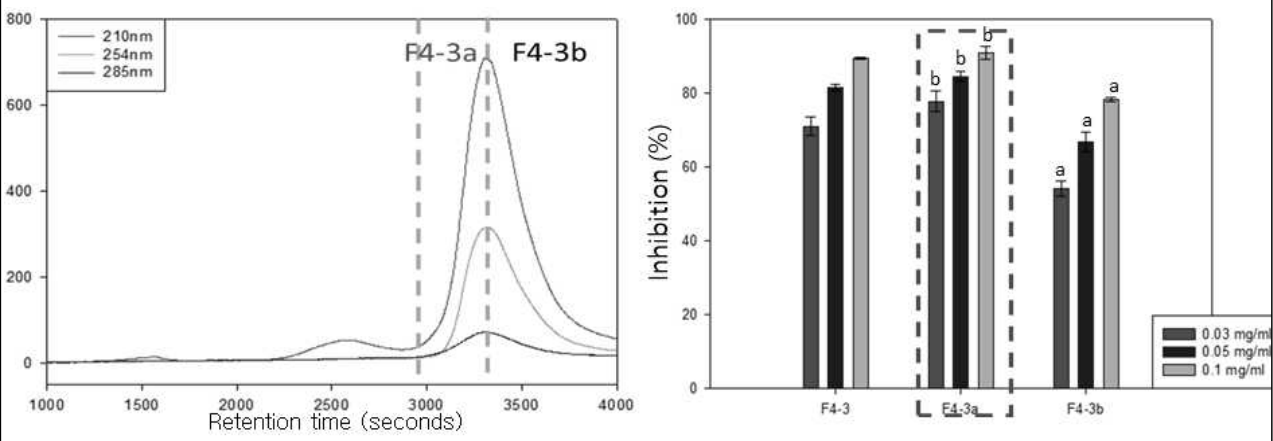


그림 151. 귀뚜라미 Fraction 4-3 분리물의 Preparative GPC 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

- Fraction 4-3a 분리물을 Preparative GPC로 재분리하여 2개의 분획을 얻었으나, 분획간 활성의 차이가 없어, 이후 실험은 F4-3a를 이용하여 진행하였음. (그림 152)

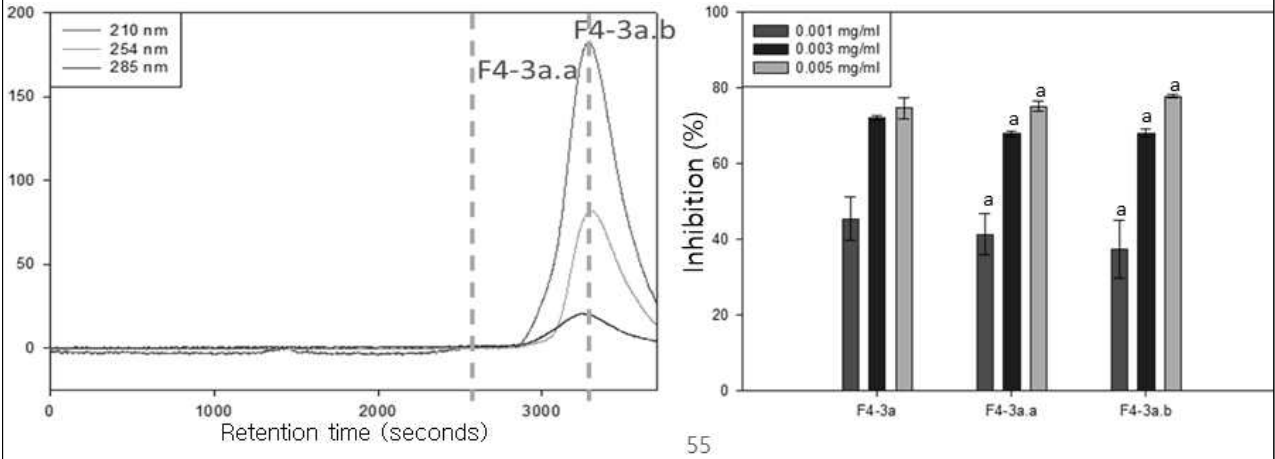


그림 152. 귀뚜라미 Fraction 4-3a 분리물 Preparative GPC 정제 및 ACE 저해능 측정 결과

○ MALDI-TOF/TOF를 통한 활성 분획 함유 펩타이드의 구조 분석

- 혈압조절 활성이 높게 나타난 번데기 3-2b.b fraction 정제물과 귀뚜라미 4-3a fraction 정제물을 MALDI TOF-TOF 5800 System(AB SCIEX, USA)으로 펩타이드의 분자량 및 구조 분석을 시도하고, METLIN Metabolomics Database 및 논문 검색을 통해 펩타이드 서열 및 구조를 추정하였음.
- 번데기 3-2b.b fraction 정제물 분석 결과, m/z 437, 460, 474, 494, 531, 625, 774 등이 공통적으로 검출이 되었으며, 이들 중 MS/MS 패턴을 기반으로 m/z 437, 460, 474, 494 펩타이드들의 아미노산 서열 및 구조를 추정할 수 있었음. m/z 494 (mass 493)의 구조는 Ala-Ile-Tyr-Lys로 미역단백질에서 추출 및 정제 결과 혈압조절 활성을 규명한 연구결과가 보고된 바 있는 펩타이드로 예측되었음. (K. Suetsuna. 2000)
- 귀뚜라미 4-3a fraction 정제물 분석 결과, m/z 268, 451, 467, 522, 557, 713 등이 공통적으로 검출되었으며, m/z 268, 451 펩타이드들의 구조를 예측할 수 있었음. 특히 m/z 268 (mass 267) Cys-Phe는 상어 살코기 효소 분획물에서 정제, 보고된 바 있으며 혈압조절 효과가 있다는 연구 보고도 있어 활성에 기여하는 것으로 판단되었음. (H. Wu t al 2008)

3) 식용곤충별 단백질 가수분해물 특성 라이브러리 구축

- 본 연구에서 확인된 식용곤충 단백질 및 효소분해물들의 특성을 정리하여 라이브러리를 구축하였음. (표 177)

표 177. 식용곤충 7종 라이브러리

종류	효소 분해물	추출 수율	식품학적 특성					기능성(<i>In vitro</i>)			
			유화능/유화 안정성	Gel 형성	용해도	Foam ability/Stability	유동특성	항산화	항당뇨	항염증	혈압 조절
갈색 거저리 유충 <i>Tenebrio molitor</i>	Fla, Alc, Mix 처리	32.74-36.78%	Fla ↑ +++/>++	X	39-89%	++/>+++	특이점 없음	+	+	X	Alc ↑ +++
귀뚜라미 <i>Gryllus bimaculatus</i>		35.27-39.29%	Alc ↑ +++/>+++	X	18-62%	+++/>+++		+	X	X	Alc ↑ +++
누에나방 번데기 <i>Bombyx mori pupae</i>		88.04-90.50%	X (Gel 형성)	O	59-87%	+++/>+++		+	+	Con ↑ +	Alc ↑ ++
메뚜기 <i>Sphenarium purpuracens</i>		22.33-24.10%	Alc ↑ +++/>+++	X	66-77%	++++/>++		+	X	X	Alc ↑ ++
장수풍뎡이 유충 <i>Allomyrina dichotoma</i>		57.01-62.85%	Fla ↑ +/>+++	X	27-53%	+++/>+		Alc ↑ ++	X	X	Alc ↑ +++
흰점박이 꽃무지 유충 <i>Protaetia brevitarsis seulensis</i>		32.90-34.93%	Mix ↑ +++/>+	X	69-82%	+++/>+		+	X	X	+
백강잠 <i>Bombyx mori larvae</i>		25.60-26.20%	Alc ↑ ++++/>+	X	62-82%	+/>+		+	+++	Con, Alc ↑ +++	+

*Fla : 단백질 g당 Flavourzyme 60LAPU을 효소처리한 분획물

*Alc : 단백질 g당 Alcalase 72mAU을 효소처리한 분획물

*Mix : 단백질 g당 Flavourzyme 60LAPU + Alcalase 72mAU을 효소처리한 분획물

다. 발효공정에 의한 식용곤충의 식품 및 조미소재 연구(제2협동과제, 세종대학교)

1) 식품소재 적용 발효조미제품 개발

가) 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충, 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 누에번데기(*Bombyx mori*[Silkworm] pupa) 이용 액상조미액 제조(간장형태)

: 2차년도에서 최적화된 배합 비율(메주:코오지:볶은 쌀가루=6:2:2) 즉, 혼합균주를 사용한 조건으로 세 가지 곤충과 대조군으로 대두의 발효 공정을 진행함.

[연구방법]

식용곤충 및 대두를 이용한 액상 발효조미액의 제조는 메주:코오지:볶은 쌀가루를 각각 6:2:2(w/w/w) 비율과 20%소금물을 혼합하여 액상조미액을 제조하였으며, 다음과 같이 메주 제조, 코오지 제조, 액상 발효조미액 제조 단계로 나누어 설명하였음.

○ 메주 제조

혼합균주를 접종한 메주가 단일균주를 접종한 메주보다 높은 단백질 분해력을 나타내었고, 진균류인 *R. oligosporus*를 1차로 접종하고 2차로 *B. subtilis*를 순차적으로 접종할 경우 단백질 분해정도를 나타내는 아미노태 질소값이 높은 것을 확인할 수 있었음. 반대로 *B. subtilis*를 먼저 접종하고 *R. oligosporus*를 접종한 메주에 비해 곤충 특유의 이취와 *B. subtilis*의 콕균 발효취를 감소시키므로 R+B의 방법을 선택하여 실험을 진행함. 4가지 type의 재료 대두, 갈색거저리 유충, 쌍별 귀뚜라미, 누에번데기에 증류수를 첨가하여 수분 45~50%로 조정된 다음 Autoclave에서 30분간 증자하여, 방냉한 후 *R. oligosporus* 쌀입국을 건량대비 0.5% 접종하여 37℃ 항온기에서 48시간 배양하였고 이후 흡광도 0.3으로 맞춘 *B. subtilis*를 원물의 건량대비 1% 접종하여 37℃ 항온기에서 48시간 배양하여 총 96시간 발효하여 메주를 제조하였음.

○ 코오지(koji) 제조

탈지대두박에 증류수를 첨가하고 Autoclave 121℃에서 15분간 멸균시킨 후 *A. oryzae* 균주를 원물의 건량대비 0.5% 접종하여 제국상자에 고르게 펼친 후 30℃ 온도에서 48시간 발효하였음.

○ 액상조미액(간장타입) 제조

위의 방법으로 제조된 메주와 코오지를 이용하여 메주:코오지:쌀가루 6:2:2(w/w/w)비율과 20% 소금물을 혼합하여 액상조미액을 제조하였으며, 숙성기간(0, 7, 14, 21, 28일)에 따라 일정량의 샘플을 채취하여 pH, 적정산도, 가용성고형분, 환원당, 염도, 총질소(Kjeldahl 질소정량법), 아미노태 질소(Formal 적정법), 색도, 갈색도, 총균수, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae*를 측정하여 비교·분석하였음(제조 공정도 그림 155, 제조비율 표 178). 대두, 갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 누에번데기를 이용한 액상조미액은 각각 SS, MS, CS, PS로 표기하였음.

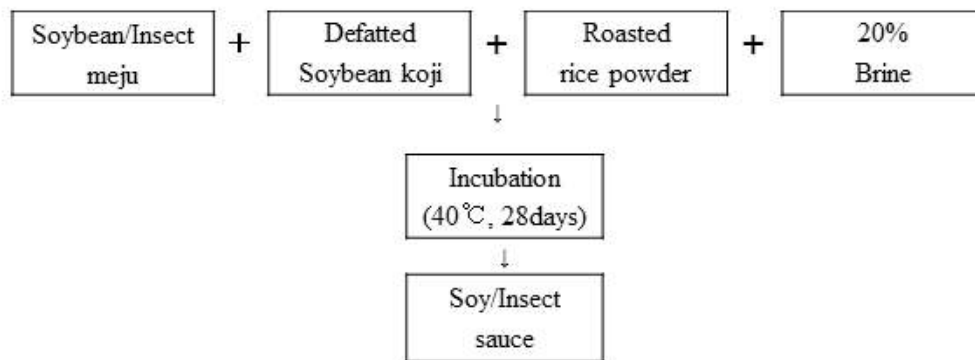


그림 155. 식용곤충 및 대두 액상발효조미액 제조공정

표 178. 액상 발효조미액 제조비율

sample	Ingredients			
	Meju(g)	Koji(g)	Roasted rice flour(g)	Brine(g)
SS	36	12	12	150
MS	36	12	12	150
CS	36	12	12	150
PS	36	12	12	150
percentage(%)	17.14	5.71	5.71	71.43

1)SS: Soy sauce
 MS: Mealworm sauce
 CS: Cricket sauce
 PS: Pupa sauce

[연구결과]

○ pH 및 산도

숙성 초기 pH는 6.14-6.21의 범위를 나타내었고, 숙성종료일인 28일에는 5.48-5.70으로 나타나 모든 시료가 간장의 일반성분 규격인 pH 4.5-5.8의 범위에 해당하였음. 적정산도의 경우 숙성기간이 지남에 따라 증가하여 숙성초기에는 0.20-0.23%의 범위를 나타내었고 숙성종료일에는 0.60-0.79%의 값을 나타내었다. 숙성기간이 지남에 따라 모든 시료의 pH는 점차 감소하고 적정산도는 증가하는 것으로 나타남(그림 156, 그림 157).

○ 가용성고형분 및 환원당

가용성고형분은 숙성기간이 지남에 따라 증가하여 14일에는 40-41°Brix에 도달하는 것으로 나타났고, 그 이후로는 유지하거나 약간 감소하는 양상을 보이다가 숙성종료일인 28일에는 SS시료와 MS시료가 가장 높은 값을 나타내었으며, CS시료와 PS시료는 약간 낮은 값을 나타냈음(그림 158). 이는 시판 한식 간장이나 채래식 간장과 비교하였을 때 매우 높은 가용성 고형분 함량을 나타내는 것을 확인할 수 있었음.

발효 직후의 환원당은 SS시료는 2.02±0.09%, MS시료는 0.90±0.28%, CS시료는 0.98±0.12%, PS시료는 1.06±0.11%의 환원당 함량을 나타냈음. 7일차의 환원당의 함량은 0일차에 비해 약 2-4배 높게 증가하였는데 이 시기에 amylase의 활성이 가장 활발하여 환원당 함량이 크게 증가하였을 것으로 판단됨. 7일 이후로는 모든 시료에서 환원당 함량이 크게 증가하지 않거나, 약간 감소하는 경향을 보임. 이는 숙성에 관여하는 미생물의 영양원, 알코올 발효, 유기산 발효, 화학적 갈변반응 등의 기질로 당이 이용되었기 때문인 것으로 사료됨. 21일 이후 환원당의 증가는 미생물의 유래된 효소들의 작용으로 증가된 것으로 판단되며, 숙성종료일의 환원당 함량은 SS시료가 6.20%±0.06%, MS시료가 4.33±0.02%, CS시료가 4.33±0.09%, PS시료가 4.01±0.04%로 측정되어 SS시료가 0일차와 같이 가장 높은 환원당 함량을 나타냄을 확인할 수 있었음. 발효 초기와 숙성종료일에 SS시료의 환원당 함량이 다른 곤충 시료에 비해 2배 가까이 높은 것은 대두가 곤충에 비해 탄수화물의 함량이 매우 높기 때문으로 사료됨(그림 159).

○ 염도

염도는 기간이 지남에 따라 큰 변화없이 일정 수준이 유지됨을 확인하였으며, 최종 염도는 16.10-16.48%로 측정되었는데, 시판 개량식 양조 간장의 평균 염도 15.20-17.19%와는 유사하였고 채래식 간장의 염도는 20.12-25.42%보다는 낮게 나타났음(그림 160). 20% 소금물을 이용하여 조미액을 제조한 염도가 이보다 낮게 측정된 이유는 볶은 쌀가루의 첨가로 인한 쌀가루 입자가 염을 흡수함에 따라 염도가 낮게 측정된 것으로 사료됨.

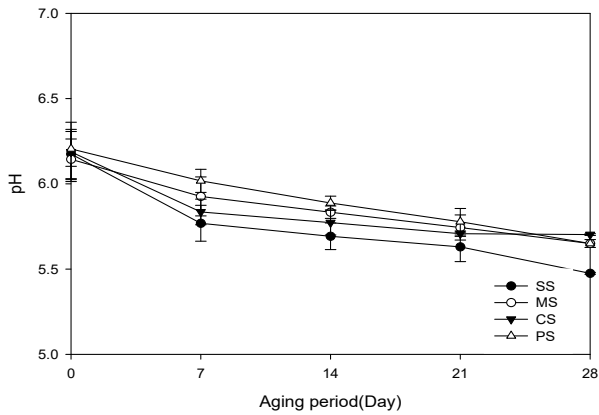


그림 156. 숙성기간 중 액상 발효조미액의 pH 변화

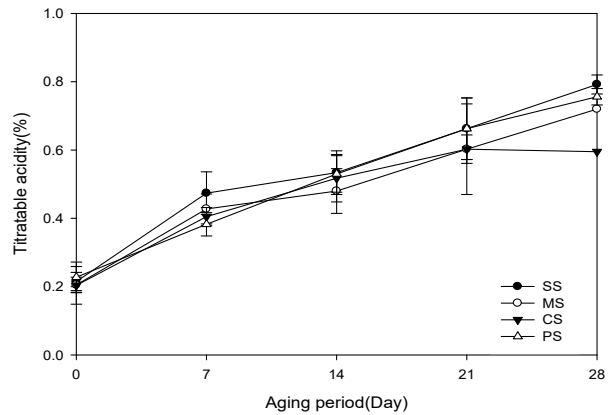


그림 157. 숙성기간 중 액상 발효조미액의 적정산도 변화

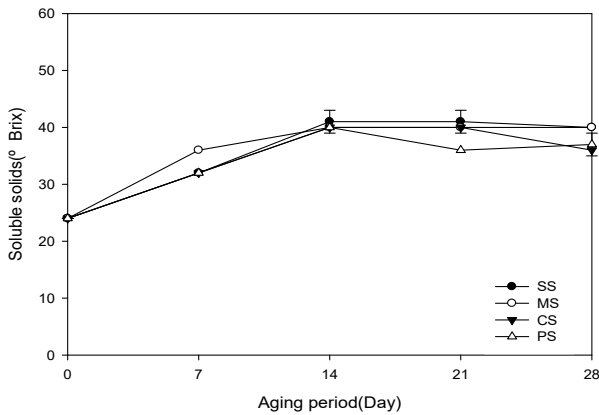


그림 158. 숙성기간 중 액상 발효조미액의 가용성고형분 함량의 변화

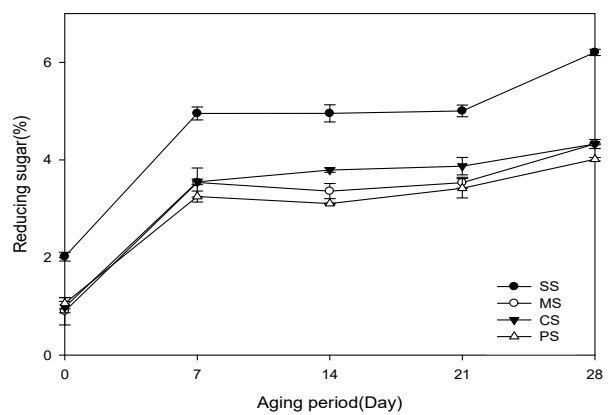


그림 159. 숙성기간 중 액상 발효조미액의 환원당 함량의 변화

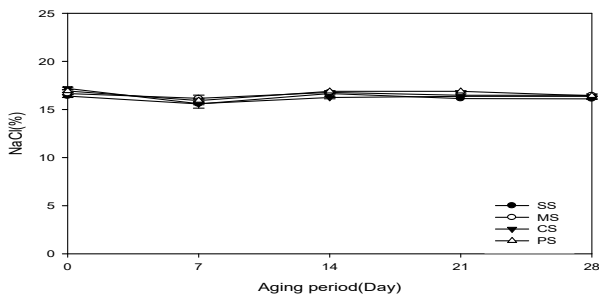


그림 160. 숙성기간 중 액상 발효조미액의 염도 변화

○ 아미노 질소

액상 발효조미액의 아미노 질소 함량 변화는 그림 161과 같음. 담금 직후 액상의 아미노 질소는 0.37-0.51%를 나타내었고 숙성 7일에 급격히 증가하여 2배 가까이 높은 값을 나타냈음. 7일 이후부터는 기간이 지남에 따라 완만히 증가하였고 숙성 28일째에는 유지되거나 약간 감소하는 양상을 보였음. 아미노 질소는 프로테아제의 작용으로 단백질이 가수분해 되어 저분자 펩타이드와 맛을 내는 아미노산을 생성하는 것으로 발효식품의 숙성 정도와 품질의 지표가 되며, 아미노 질소 함량이 높은 장류가 성분 면에서도 좋은 것으로 평가됨. 본 연구의 28일간 숙성한 발효조미액의 아미노질소값은 0.88-0.96%(880-960mg%)로 이는 식품공전에서 규정(2005년 삭제)하고 있는 장류의 아미노 질소 규격인 160mg%보다도 훨씬 높게 나타났음.

○ 총 질소 및 질소분해율

숙성기간 중 총 질소의 변화는 그림 162에 나타내었음. 담금 직후 여과한 액상에서 모든 시료가 0.85-1.04%의 함량을 나타내어 본 연구의 경우 0일차에 이미 식품공전 상 간장의 총 질소 기준인 0.7%에 해당하였음. 단백질 분해력이 높은 2가지 균주를 병행 접종하여 96시간 동안 발효한 메주의 경우 단백질 분해 정도가 높아 총 질소가 액상으로 용출되기 쉬웠을 것으로 판단됨. 한국산업규격(KS)에서는 간장 등급을 총 질소 수치가 1.0% 이상이면 표준, 1.3% 이상은 고급 간장, 1.5% 이상일 때는 특급간장으로 분류하고 있는데 가장 높은 총 질소함량을 나타낼 때 SS는 1.90%, MS는 1.95%, CS는 1.78%, PS는 1.82%를 나타내 모든 시료가 특급 간장에 해당함을 알 수 있었으며 제조기간을 매우 단축시키면서도 품질이 우수한 간장을 만들 수 있을 것으로 판단되었음. 21일 이후로는 약간 감소하는 경향을 보여 14일 또는 21일이 액상발효조미액 숙성에 가장 적합한 기간일 것으로 사료됨.

총질소 함량에 대한 아미노태 질소의 함량 비율인 질소분해율은 발효진행도를 나타내는 지표이며, 질소분해율의 변화는 그림 163과 같이 나타났음. 0일차에 SS는 46.06±0.86%, MS는 48.99±1.24%, CS는 43.77±1.05, PS는 42.93±0.53%를 나타내었고 숙성종료일인 28일에는 SS가 47.07±0.60%, MS는 50.86±0.53%, CS는 51.35±1.83%, PS는 49.92±0.61%로 나타나 기간이 지남에 따라 약간 증가하였으나 대체로 큰 변화 없이 50%에 가까운 수준을 유지하였음.

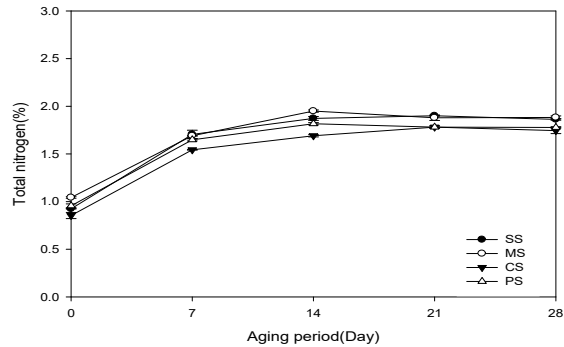
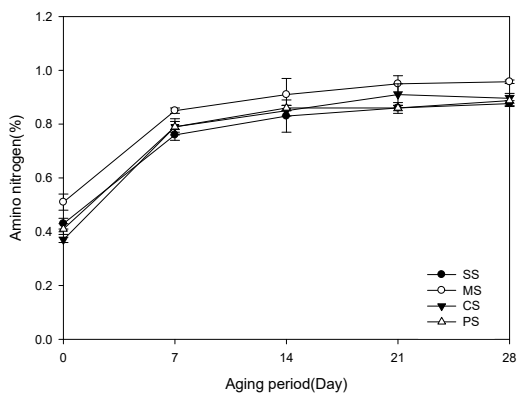


그림 161. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 아미노 질소 변화

그림 162. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 총 질소 변화

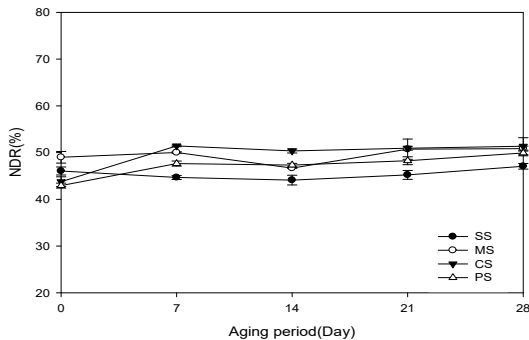


그림 163. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 질소분해율 변화

○ 색도

숙성기간에 따른 색도의 변화는 표 179에 나타났음. PS를 제외한 SS, MS, CS는 0일차에 비해 숙성종료일인 28일에 L값(명도)이 감소하였으며 SS의 경우 0일에 42.62±0.90에서 28일에 32.64±0.34로 낮아져 명도에서 가장 큰 변화를 보였다. a값(적색도)은 PS는 큰 변화가 없었던 반면, SS, MS, CS는 증가하는 양상을 보이다가 21일 이후 감소하는 동일한 경향성을 나타내었음. PS가 3.84±0.07로 가장 낮았고 CS가 10.62±0.19로 가장 높은 값을 나타냈다. b값(황색도) 역시 기간이 지남에 따라 SS, MS, CS는 전체적으로 감소하는 경향을 보였지만 PS는 거의 변화가 없는 것으로 나타났고 MS와 CS가 각각 9.21±0.25, 9.12±0.17로 가장 높은 값을 나타냈고 PS가 2.13±0.03으로 가장 낮은 값을 나타내었음. 간장의 고유한 빛깔은 맛이나 향과 더불어 간장의 품질을 결정하는 주된 요인 중의 하나이다. 간장의 색은 마이라드 반응의 산물인 melanoidin 물질에 의한 것으로, 메주 중에 형성된 색소가 침지기간 중 간장

으로 용출되거나 간장내의 carbonyl화합물과 아미노산, 펩타이드, 단백질 등의 amino화합물을 기질로 하는 마일라드 반응을 통해 간장의 색이 형성된다. 본 연구의 경우 40 °C의 고온에서 숙성되었으므로 용출된 질소성분과 당의 마일라드 반응에 의하여 색이 진하게 형성되었을 것으로 판단됨.

표 179. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 색도 변화

Sample	Day	0	7	14	28
L	SS ¹⁾	42.62±0.90 ^{a2)3)}	38.39±0.38 ^b	34.30±0.03 ^c	32.64±0.34 ^b
	MS	38.88±0.55 ^b	36.69±0.53 ^b	36.16±0.27 ^b	35.43±0.12 ^a
	CS	38.74±0.55 ^b	40.56±0.14 ^a	36.84±0.40 ^a	35.73±0.14 ^a
	PS	30.24±0.30 ^c	30.90±0.08 ^c	30.25±0.31 ^d	31.51±0.12 ^c
	F-value	292.28 ^{***4)}	645.00 ^{***}	423.34 ^{***}	414.96 ^{***}
a	SS	5.63±0.10 ^b	9.51±0.17 ^a	9.96±0.06 ^b	8.16±0.12 ^c
	MS	5.60±0.08 ^b	8.00±0.12 ^b	9.17±0.14 ^c	9.78±0.19 ^b
	CS	6.91±0.28 ^a	9.81±0.13 ^a	10.77±0.37 ^a	10.62±0.19 ^a
	PS	3.23±0.16 ^c	4.67±0.19 ^c	3.51±0.14 ^d	3.84±0.07 ^d
	F-value	313.49 ^{***}	899.06 ^{***}	954.53 ^{***}	1638.51 ^{***}
b	SS	18.96±0.73 ^a	14.59±0.40 ^b	9.54±0.03 ^c	4.93±0.13 ^b
	MS	13.27±0.50 ^c	15.03±0.90 ^b	12.17±0.33 ^b	9.21±0.25 ^a
	CS	15.06±0.90 ^b	17.46±0.10 ^a	13.43±0.85 ^a	9.12±0.17 ^a
	PS	2.12±0.09 ^d	2.74±0.11 ^c	2.03±0.10 ^d	2.13±0.03 ^c
	F-value	524.04 ^{***}	699.79 ^{***}	497.41 ^{***}	1745.26 ^{***}

1) SS : Soy sauce MS : Mealworm sauce CS : Cricket sauce PS : Pupa sauce

2) Mean±S.D.

3) a-d Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Tukey's multiple comparison test.

4) NS not significant, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

○ 갈색도

적당한 갈변은 간장의 색과 향기를 좋게 하여 간장의 품질을 향상시키나 지나친 갈변의 경우 영양성분을 감소시키고 맛이나 향기에 나쁜 영향을 끼치므로 간장의 품질을 저하시키는 요인임. 갈색도의 경우 그림 164와 같이 측정되었음. 0일차에는 SS시료가 0.27±0.00으로 가장 낮았고, PS시료가 1.29±0.01로 가장 높은 값을 나타내었음. 숙성 종료일인 28일에는 MS시료가 0.81±0.01로 가장 낮았고 PS시료가 1.74±0.00으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 숙성기간이 지남에 따라 모든 시료에서 증가하는 양상을 보였음. PS시료의 경우 0일차부터 종료일까지 다른 시료에 비해 2-5배 높은 갈변도를 나타냈는데, 이는 누에번데기가 다른 곤충이나 대두에 비해 많은 수용성 물질이 함유된 것으로 판단된다. 또한, SS시료는 숙성종료일인 28일에 1.16±0.00의 값을 나타내 0일차에 비해 5배가량 높아진 갈색도를 보였는데, 이러한 갈변반응은 메주의 제조과정이나 간장덧의 침지과정, 장의 숙성과정, 달이는 가열과정을 통해서 진행되는데, 본 연구의 경우 40°C의 높은 숙성 온도가 반응을 촉진하여 갈변이 일어나 계속해서 갈색도가 증가한 것으로 판단됨.

○ 총균수의 측정

총균수는 그림 165와 같음. 0일차에 총균수는 모든 실험구에서 10⁸-10⁹수준을 나타냈고 7일 이후로는 10⁷-10⁸수준으로 조금 감소하는 경향을 보였지만 이후 28일까지 10⁷-10⁸수준을 유지하였음. 숙성 종료일인 28일의 총균수는 SS시료가 가장 높게 측정되었고 PS시료가 가장 낮았음. 초기에 비하여 총균수가 감소한 이유는 대부분의 세균들이 혐기성 조건 및 고식염으로 인해 생육이 억제되었기 때문인 것으로 판단된다. 일반적으로 섭취하는 시판 청국장 경우 생균수가 10⁶-10⁹수준, 시판 고추장 경우 10⁶수준의 생균수가 측정되고, 또한, 대부분의 미생물 균수가 청국장 균인 *Bacillus subtilis*이므로 식용에 문제는 없을 것으로 판단되며, 시판 간장의 공정과 같이 끓이는 과정을 통해 살균을 거치면 균수를

낮출 수 있을 것으로 판단됨.

○ *Bacillus subtilis*의 측정

*Bacillus subtilis*는 그림 166에 나타내었음. 총균수와 같이 *Bacillus subtilis* 역시 0일차에 10^8 - 10^9 수준으로 나타났고 7일 이후로는 10^7 - 10^8 수준으로 약간 감소하였지만 숙성 종료일인 28일까지 큰 변화없이 10^7 - 10^8 수준을 유지함을 확인하여 간장 속에 생육하고 있는 대부분의 균이 *Bacillus subtilis*임을 확인할 수 있었다. 따라서, *Bacillus subtilis*가 간장 발효에 관여하는 주요 균주인 것으로 판단되었으며 *Bacillus subtilis*의 경우 생육온도가 30-40°C이므로 40°C의 온도에서도 포자를 형성하여 균수가 크게 줄어들지 않아 생균수로 측정이 된 것이라 판단됨.

○ *Aspergillus oryzae*의 측정

*Aspergillus oryzae*의 경우 그림 167과 같이 측정되었음. 0일차에 10^5 - 10^6 CFU/mL수준으로 존재하였으나 기간이 지남에 따라 점차 감소하여 7일차에는 10^3 - 10^4 CFU/mL 수준이었고 14일차에는 10^1 - 10^3 CFU/mL 수준까지 계수되었으며 21일과 28일에는 나타나지 않았음. 또한 곰팡이 중 *Rhizopus oligosporus*는 검출되지 않았고 모두 *Aspergillus oryzae*임을 확인하였다. 21일차 이후로 더 이상의 곰팡이가 발견되지 않은 것은 *Aspergillus oryzae*의 경우 30°C가 생육적정 온도인데 본 연구의 경우 40°C로 숙성하여 품온 상승으로 인해 생육이 어려워져 발효가 경과함에 따라 곰팡이 수가 점차 감소하게 된 것으로 판단됨. 본 연구에서는 *Rhizopus oligosporus*와 *Bacillus subtilis*를 순차적으로 배양한 메주와 *Aspergillus oryzae*를 접종한 탈지대두박 입국을 동시에 식염에 첨가하였는데 *Bacillus subtilis*의 빠른 생육이 *Aspergillus oryzae*의 생육을 억제시켜, 균의 혼합배양이 *Bacillus subtilis*생균수에는 영향을 미치지 못했지만 *Aspergillus oryzae* 생육에 영향을 미친것으로 사료된다. *Bacillus subtilis*의 경우 진균류의 생육을 저해하는 것으로 보여지며 *Aspergillus oryzae*의 감소에는 다양한 원인이 작용하였을 것이라 판단됨.

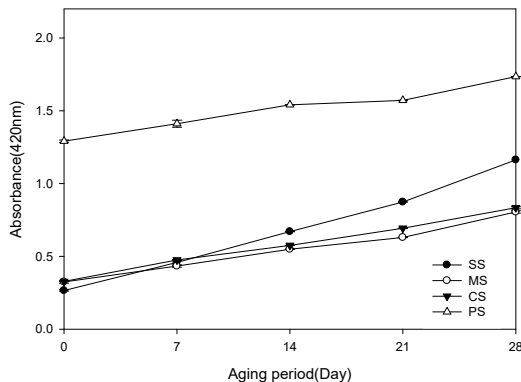


그림 164. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 갈색도 변화

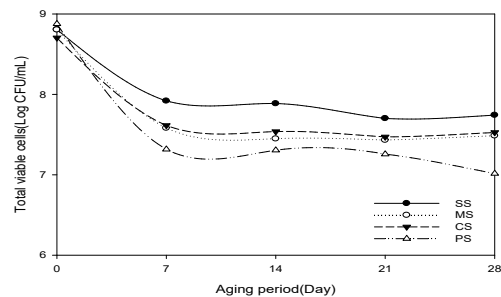


그림 165. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 총균수 변화

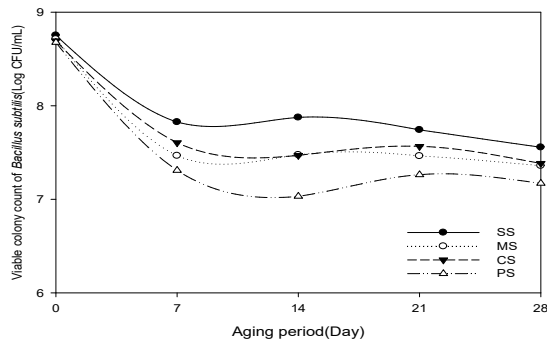


그림 166. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 *Bacillus subtilis* 변화

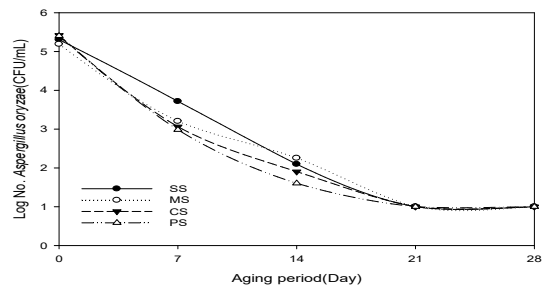


그림 167. 숙성기간 중 액상 발효 조미액의 *Aspergillus oryzae* 변화

○ 대두 및 식용콩층 액상발효조미액의 유리아미노산 함량 변화 분석 결과

- 액상발효조미액의 0-28일 발효기간 동안 유리아미노산의 함량 변화는 표 180과 같음. 본 액상조미액의 가공공정으로 제조한 대두의 경우 발효 14일 차에 유리아미노산 함량이 43,181.5mg/kg으로 증가하

는 것을 확인하였음. 이는 22-28℃온도에서 3-6개월간 숙성한 간장의 유리아미노산 함량이 3,607.07-4,119.47mg/100ml인 선행연구와 비교해 보면 짧은 기간 안에 유리아미노산의 함량을 증가시킬 수 있는 최적화한 발효 공정임을 확인하였음.

- 식용곤충 액상발효조미액의 유리아미노산 함량은 그림 168에 나타냈음. 분석된 유리아미노산 중 glutamic acid의 함량이 모든 시료에서 가장 높게 나타났고, 대두에서 약 10,000mg/kg 함량, 곤충시료에서 약 8,000mg/kg이 측정되었으며, 갈색거저리 유충 시료에서는 단맛에 관여하는 alanine, proline의 함량이 대두나 쌍별 귀뚜라미, 누에번데기에 비해 매우 높게 나타남.

- 식용곤충별 함량의 변화(그림 169)에서 숙성 14일에 모든 시료에서 Bitter에 해당하는 고미성 아미노산 (Tyrosine, Methionine, Phenylalanine, Isoleucine, Leucine 등)의 함량이 크게 증가하였는데, 이 중 BCAA (Branched-Chain Amino Acid; valine, leucine, isoleucine이 해당됨)에 해당하는 Isoleucine, Leucine의 함량이 약 2-6배 가까이 증가하는 것으로 확인됨. 특히, 쌍별 귀뚜라미의 경우 6배 증가한 것으로 나타났음.

- BCAA는 다른 필수아미노산들이 간에서 산화되어지는 것과 달리 골격근에서 산화되어 운동 시 수축하는 골격근에서 사용되는데 운동선수들이 훈련 양이 많은 기간 동안에 탄수화물과 BCAA를 섭취하게 되면 가장 최적의 단백질 균형을 유지할 수 있다고 알려져 있음. 이 BCAA의 함량이 높은 기능성 소재의 제조 시에는 14일 또는 21일이 가장 적합한 기간으로 사료됨.

- 숙성기간 중 정미성과 감미성 아미노산의 비율은 대체로 50% 비율을 차지함.

표 180. 액상발효조미액의 발효기간 유리아미노산의 변화(mg/kg)

	Amino acid	0d	14d	21d	28d
1	Aspartate	1363.55	3847.01	3678.826	3770.344
2	Glutamate	6475.52	9416.51	9864.389	9705.001
3	Serine	443.30	424.61	1908.497	1910.212
4	Glycine	958.89	1431.89	1759.436	1783.959
5	Threonine	1088.42	1074.89	2237.169	2233.798
6	Alanine	1849.44	1717.19	3162.134	3169.745
7	Proline	2311.78	149.54	3725.179	3857.665
8	Histidine	1282.83	3087.16	1981.704	1907.773
9	Arginine	290.17	667.46	365.5694	377.1169
10	Tyrosine	365.31	2822.48	1388.097	1455.074
11	Valine	1601.27	653.28	2977.442	3027.105
12	Methionine	382.12	2168.84	689.847	667.4722
13	Phenylalanine	1007.84	2914.43	2270.721	2238.396
14	Isoleucine	1354.32	4207.84	2721.093	2692.49
15	Leucine	1995.99	4596.55	3992.593	3910.322
16	Lysine	3082.41	4001.82	4582.12	4361.354
17	Cystine	0	0	0	0
Essential amino acid		11795.19	22704.81	21452.69	21038.71
Total		25853.16	43181.5	47304.81	47067.83

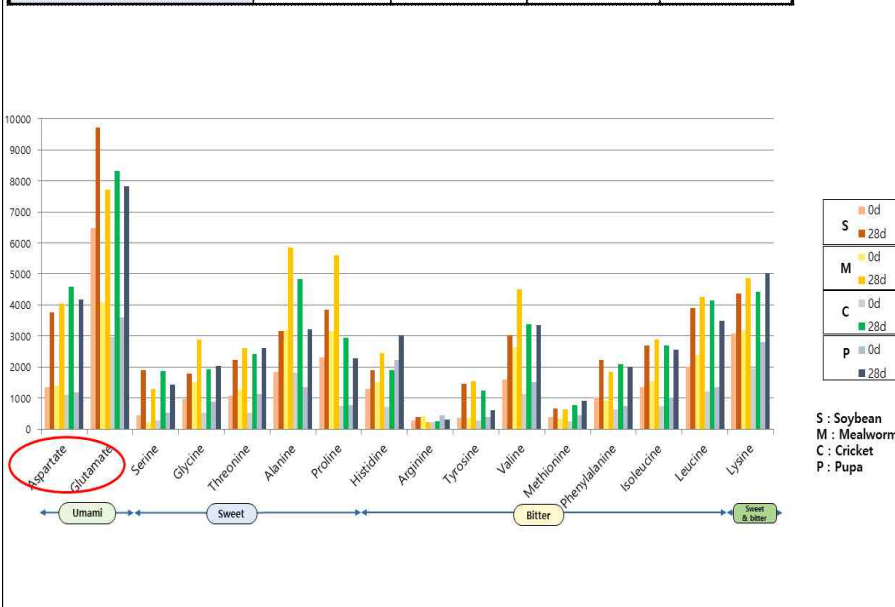


그림 168. 식용곤충 액상 발효조미액의 유리아미노산 함량 변화

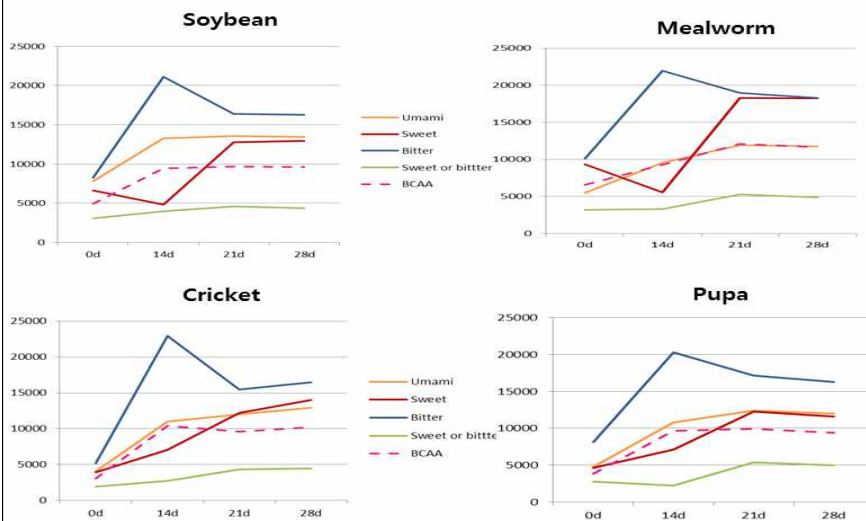


그림 169. 식용곤충별 액상 발효조미액의 유리아미노산 함량 변화

나) 혼합균주(*Rhizopus oligosporus*, *Bacillus subtilis*)의 조합순서에 따른 향기성분 특성 분석
 : 2차년도 chitinase 활성이 높은 *Rhizopus oligosporus*와 protease 활성이 높은 *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae* 균주를 선별하였고, *Bacillus sp.* 균주가 *Aspergillus oryzae* 및 *Rhizopus oligosporus* 진균류의 생장억제 능력 검정 결과 *Bacillus sp.* 균주는 진균류의 생장억제 능력이 있는 것으로 조사되었음. 이에 *Bacillus sp.* 균주와 진균류를 순차적 발효 방식을 선택하여 발효한 후 향기성분의 특성을 비교·분석함.

[연구방법]

곤충 메주 제조시, 균주의 발효 순서에 따라 향기성분의 차이가 있는 것을 관능적으로 확인한 후, GC-MS를 이용하여 검증하였음. 라이조푸스 올리고스포러스(R: *Rhizopus oligosporus*)로 1차 발효시키고 바실러스 서브틸리스(B: *Bacillus subtilis*)로 2차 발효시킨 메주(R+B)와 *B. subtilis*를 1차 발효시킨 후 *R. oligosporus*로 2차 발효시킨 메주(B+R)를 각각 제조한 후 서로 다르게 순차적으로 발효하였을 때 향기성분의 차이가 있는지 확인하기 위해 SPME(Solid-Phase Microextraction) 방법으로 휘발성 화합물을 추출하여 GC-MS로 각 시료의 향기성분들을 분석 및 동정하였음.

[연구결과]

R+B메주의 경우 Esters 계열이 10개, Alcohols 계열이 9개, Aldehydes 계열이 5개, Acids 계열이 2개, Pyrazine 계열이 8개, Ketones 계열이 4개, Alkanes 계열이 3개, Amides 계열이 3개, Furans 계열이 1개, Aromatic hydrocarbons 계열이 1개, Miscellaneous compounds 계열이 4개로 총 50개의 향기성분이 동정되었음. 반면 B+R메주는 Esters 계열이 3개, Alcohols 계열이 3개, Aldehydes 계열이 4개, Pyrazine 계열이 7개, Ketones 계열이 4개, Furans 계열이 1개, Aromatic hydrocarbons 계열이 1개, Miscellaneous compounds 계열이 3개로 총 26개의 향기성분이 동정되어 R+B메주가 B+R메주에 비해 2배 가량 많은 향기성분이 존재하며 이로 인해 복합적인 향기성분을 나타내는 것으로 확인됨. 또한 관

능적 특성을 파악한 결과, B+R메주의 경우 R+B메주에 비해 단조로운 발효취가 강하게 나타났고 R+B메주의 경우 복합적이면서 Floral한 향기가 높은 것으로 파악되었음. 일반적으로 Aldehydes 계열 향기 성분의 경우 주로 과일과 꽃의 향기를 나타내는 향기성분으로 알려져 있는데 R+B메주의 경우 Aldehydes 계열의 향기성분이 약 7배 이상 높게 나타나 진균류인 *R. oligosporus*를 1차적으로 접종하여 발효한 후 *B. subtilis*를 2차 접종하여 발효할 경우 곤충 특유의 이취나 *B. subtilis*가 생성하는 불쾌취를 감소시키므로 관능적으로 향기 특성이 우수한 것으로 나타남(표 181).

표 181. 혼합균주(*Rhizopus oligosporus*, *Bacillus subtilis*)의 조합순서에 따른 향기성분

Volatile compound ²⁾	RT ³⁾	R+B ¹⁾		B+R		Odor description
		Area ⁴⁾	Area % ⁵⁾	Area	Area %	
Esters (11)		10		3		
N-methyl urethane	9.5	311.6	10.7	333.3	19.0	
Methyl 3-hydroxybutyrate	16.8	6.4	0.2	- ⁶⁾	-	apple; green; fruit
Methyl benzoate	31.8	4.3	0.1	-	-	wine-like
Methyl 10-methylundecanoate	35.8	5.9	0.2	-	-	eucalyptus, phenol
Ethyl laurate	36.8	14.2	0.5	-	-	wood, medicinal
Ethyl tridecanoate	40.0	3.8	0.1	-	-	floral; waxy; soap
Methyl myristate	42.5	13.0	0.4	-	-	sweet
Ethyl myristate	44.1	163.0	5.6	-	-	Green
Ethyl linoleate	44.8	-	-	181.9	10.4	fatty; waxy
Ethyl Oleate	45.4	6.4	0.2	272.0	15.5	fatty odors
Isobutyl myristate	50.3	7.4	0.3	-	-	Coconut, sweet
Total esters peak area %		535.9	18.5	787.2	44.9	
Alcohols (9)		9		3		
Ethanol	10.8	192.6	6.6	-	-	Ethanol
isoamyl alcohol	19.9	19.7	0.7	-	-	Fusel oil, whisky
Acetoin	22.6	171.3	5.9	-	-	Buttery, cream
(R,R)-2,3-Butanediol	29.3	233.4	8.0	-	-	
(2S,3S)-(+)-2,3-Butanediol	29.7	20.3	0.7	6.9	0.4	
2,3-Butanediol	30.1	35.2	1.2	-	-	Burning
1,3-Butanediol	34.3	34.8	1.2	-	-	
Benzyl alcohol	38.0	9.8	0.3	4.3	0.2	pleasant aromatic odor
Phenethyl alcohol	39.3	5.7	0.2	26.5	1.5	rose, honey
Total alcohols peak area %		722.7	24.9	37.7	2.2	
Aldehydes (8)		5		4		
Acetaldehyde	4.2	572.9	19.8	-	-	Ethereal, pungent
3-Methylbutanal	10.1	26.1	0.9	47.7	2.7	Chocolate, malt
2-methyl-1-Butanol	19.8	-	-	8.8	0.5	
Nonanal	25.5	18.6	0.6	-	-	Oxidated oil, citrus, green
3-Methoxy-2-butanol	28.7	-	-	9.5	0.5	
Benzaldehyde	29.3	-	-	29.2	1.7	Burnt sugar, almond, savory
methyl oxo	32.3	17.9	0.6	-	-	

acetaldehyde							Deep fat flavor chicken flavor at p p m citrus/orange/grapef it flavor at low dilutions
2,4-Decadienal	36.4	7.3	0.3	-	-		
Total aldehydes peak area %		642.9	22.2	95.2	5.4		
Acids (2)		2		0			
Acetic acid	27.6	29.7	1.0	-	-		Sour, astringent vinegar
2-Amino-4-methylbenzoic acid	33.8	12.7	0.4	-	-		
Total acids peak area %		42.4	1.5	-	-		
Pyrazine (10)		8		7			
Methylpyrazine	22.0	-	-	2.5	0.1		Nutty, green
2,5-dimethylpyrazine	23.7	27.5	0.9	313.4	17.9		Roasted, cooked
2,6-dimethylpyrazine	23.9	4.5	0.2	11.5	0.7		Baked potato, nutty, fruity, cooked rice
2,3-dimethylpyrazine	24.5	4.1	0.1	-	-		Cooked, nutty
2-Methyl-5-ethylpyrazine	25.7	-	-	2.8	0.2		
trimethylpyrazine	26.1	79.3	2.7	104.6	6.0		Cocoa, roasted, cooked
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	27.1	6.4	0.2	4.5	0.3		Roasty
tetramethylpyrazine	28.0	338.6	11.7	35.9	2.0		Milk-coffee, roasted, chocolate
ethyltrimethylpyrazine	29.0	16.7	0.6	-	-		Candy, sweet
2-Butyl-3,5-dimethylpyrazine	32.6	35.9	1.2	-	-		Earthy
Total pyrazine peak area %		513.0	17.7	475.1	27.1		
Aromatic hydrocarbons (1)		1		1			
phenol	42.3	18.2	0.6	25.9	1.5		Phenol
		18.2	0.6	25.9	1.5		
Ketones (6)		4		4			
Acetone	7.4	15.1	0.5	219.0	12.5		Pungent, irritating, floral, cucumber like
2,3-Butanedione	12.1	241.7	8.3	43.2	2.5		Buttery (low) Fruity, spicy,
2-Heptanone	19.1	-	-	26.2	1.5		cinnamon, penetrating fruity odor in liquid
2-Nonanone	25.4	-	-	8.0	0.5		irritant odor
2-Tridecanone	36.1	7.5	0.3	-	-		Fatty(very weak)
2-Pentadecanone	43.1	19.3	0.7	-	-		Jasmine, celery-like
Total ketones peak area %		283.5	9.8	296.4	16.9		
Alkanes (3)		3		0			
1,13-Tetradecadiene	34.8	15.6	0.5	-	-		Coriander-like
Cyclohexano-15-crown-5	35.0	9.9	0.3	-	-		Pesticide, onion
15-Crown-5	44.9	6.4	0.2	-	-		Fatty, waxy, dairy

Total alkanes peak area %		31.9	1.1	-	-	
Amides (3)		3		0		
Diethylenetriamine	5.5	42.2	1.5	-	-	Ammoniacal
Betaine	19.1	4.2	0.1	-	-	
1,1-dimethylhydrazine	32.8	15.8	0.5	-	-	Ammoniacal, fishy
Total amides peak area %		62.2	2.1			
Furans (1)		1		1		
2-pentyl furan	20.4	7.2	0.2	3.5	0.2	Nutty, bean
Total Furans peak area %		7.2	0.2	3.5	0.2	
Miscellaneous compounds (6)		4		3		
Nonane	17.8	3.3	0.1	-	-	
3-Hydroxy-3-methyl-2-butanone	21.1	-	-	10.8	0.6	
Diisopropoxymethane	30.4	-	-	17.4	1.0	
Styrene oxide	32.3	17.6	0.6	-	-	aroma(향수)
1-Isopropoxypropane	32.6	13.1	0.5	3.2	0.2	
1,2-Dimethylcyclohexane	36.0	6.4	0.2	-	-	
Total MC peak area %		40.5	1.4	31.4	1.8	
Total volatile compound		2900.4	100.0	1752.3	100.0	

다) 식용곤충 발효 액상조미액 여과박의 특성분석

[연구 방법]

매주, 코오지(koji), 볶은 쌀가루와 소금물을 혼합하여 발효 조미액을 제조, 원심분리기(HMR-220IV, Hanil industrial Co, Korea)로 발효 액상조미액을 분리하여 여과박을 얻었음. 회수된 여과박의 품질특성은 일반성분(AOAC법)과 이화학적 특성(pH, 적정산도(NaOH 적정법), 환원당(DNS법), 가용성고형분)을 측정하였음.

[연구 결과]

대두 및 식용곤충 발효 액상조미액 여과박의 일반성분 및 이화학적 분석결과는 시료간의 비교를 하기 위해 건물량으로 나타냈으며, 여과박의 일반성분은 표 182이고, 이화학적 특성은 표 183과 같다.

○ 일반성분

대두 및 식용곤충 발효 조미액 여과박의 수분은 2.62-4.02% 범위로 나타났으며, 시료를 열풍건조 처리하여 수분함량이 낮은 것으로 확인되었음. 조단백은 27.29-41.50%로 쌍별 귀뚜라미가 가장 높았으며, 대두가 가장 낮았음. 대두 여과박의 조지방은 9.75%이고, 식용곤충 여과박의 조지방은 13.68-24.49%로 대두보다 식용곤충 여과박이 조지방 함량이 높음. 대두 및 식용곤충 여과박의 조회분은 19.31-23.25%, 무염성 회분은 2.12~4.71%로, 대두가 가장 높았으며, 쌍별 귀뚜라미가 낮았음. 이는 식용곤충 발효 액상조미액 여과박을 이용한 조미제품을 제조하기 위한 기초 자료로 활용하고자 하였음.

○ 이화학적 특성

- pH, 적정산도 및 아미노 질소

발효 액상조미액 여과박의 pH는 6.24-6.65, 적정산도는 1.19-1.80%의 범위로 나타남. 아미노 질소는 0.98-1.13%로, 누에번데기 여과박이 가장 높았고, 갈색거저리 유충이 가장 낮았으며, 유리된 여과박에도 아미노태 질소는 잔존되어 있음을 확인하였고, 이를 활용한 건조형태의 조미제품이나 enhancer로 첨가한 flake의 제조에 가능할 것으로 확인됨.

- 환원당, 가용성 고형분 및 염도

환원당은 4.71~9.27%로 대두 여과박이 가장 높고, 갈색거저리 유충 여과박이 가장 낮았음. 가용성 고형분은 45.00~60.00 °Brix로, 대두의 환원당과 가용성 고형분은 대두 발효조미액 여과박이 식용곤충 발효조미액 여과박 보다 높게 확인되었음.

- 염도는 16.46-19.53%로 시판 된장보다 높은 염분을 나타내므로, 사용용도가 매우 제한적임을 알 수 있었음. 이에 여과박의 염도를 감소시키기 위해 열수추출물을 제조하여 식품소재에 이용하는 것이 좋을 것이라 판단됨.

표 182. 식용곤충 발효 액상조미액 일반성분 특성

Sample	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude lipid	Crude Ash	Ash w/o salt (A-B)
S ⁴⁾	3.81±0.01 ^{1)bb2}	35.90±3.18 ^a	27.29±0.13 _d	9.75±3.18 ^b	23.25±0.14 _a	4.71±0.08 ^a
M	4.02±0.03 ^a	19.28±0.19 ^b	32.90±0.26 _c	24.49±0.5 _{4^a}	19.31±0.07 _d	2.84±0.71 ^{ab}
C	2.62±0.01 ^d	21.66±0.30 ^b	41.50±0.13 _a	13.68±0.2 _{9^b}	20.53±0.48 _c	2.12±0.83 ^b
P	3.53±0.02 ^c	16.58±0.38 ^b	37.54±0.38 _b	20.32±0.0 _{3^a}	22.04±0.05 _b	2.51±0.05 ^{ab}
F-value	1844.636 ^{***3)}	57.302 ^{**}	1213.777 ^{***}	33.142 ^{**}	90.974 ^{***}	8.757 [*]

1) Mean ± S,D,

2) a-d Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Turkey HSD test.

3) NS : not significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.00

4) S : fermented soybean seasoning sauce residue

M : fermented *Tenebrio molitor* larvae seasoning sauce residue

C : fermented *Gryllus bimaculatus* seasoning sauce residue

P : fermented *Bombyx mori* pupa seasoning sauce residue

표 183. 식용곤충 발효 액상조미액의 이화학적 특성

Sample	pH	Acidity(%)	Amino nitrogen(%)	Reducing sugar(%)	Soluble solids(brix)	Salt (%)
S ⁴⁾	6.45±0.01 ^{1)c2)}	1.50±0.01 ^{ab}	1.08±0.00 ^a	9.27±0.30 ^a	60.00±0.00 _{NS}	18.54±0.21 _{ab}
M	6.65±0.01 ^a	1.19±0.09 ^b	0.98±0.02 ^b	4.71±0.10 ^c	50.00±0.00 _{NS}	16.46±0.64 _b
C	6.24±0.00 ^d	1.79±0.09 ^a	1.11±0.02 ^a	6.06±0.10 ^b	45.00±0.00 _{NS}	18.91±1.05 _{ab}
P	6.55±0.00 ^b	1.80±0.09 ^a	1.13±0.00 ^a	5.79±0.10 ^b	50.00±0.00 _{NS}	19.53±0.00 _a
F-value	2403.333 ^{***3)}	29.144 ^{**}	43.856 ^{**}	255.965 ^{***}	NS	9.044 [*]

1) Mean ± S,D.

2) a-d Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Turkey HSD test.

3) NS : not significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.00

4) S : fermented soybean seasoning sauce residue

M : fermented *Tenebrio molitor* larvae seasoning sauce residue

C : fermented *Gryllus bimaculatus* seasoning sauce residue

P : fermented *Bombyx mori* pupa seasoning sauce residue

라) 여과박 열수추출물을 이용한 건조형태 식품 소재 제조를 위한 전처리 조건 확립

○ 반응표면분석법을 이용한 식용곤충 발효 액상조미액 여과박 열수추출물의 최적화 연구

[연구 방법]

추출물의 추출 방법으로는 각각의 조건별로 가수를 한 다음 Water bath(CWB-20L, HanYang Scientific Equipment Co, Ltd, Korea)로 추출 온도와 추출 시간을 조건에 따라 추출한 후 시료를 제조 하였고, 품질 특성 측정에 사용하였음. 반응표면분석 Design Expert 11(State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) 을 이용한 식용곤충 발효조미액 여과박의 열수추출물을 15개의 조건으로 설정하였으며, 독립변수로는 추출온도(°C), 추출시간(hr), 용매비(mg/ml)로 설정하였고, 종속변수로는 수율, 가용성고형분, 염도, 수용성단백질, 환원당, DPPH, 갈색도로 설정하여 최적 조건을 산출하였음.

[연구 결과]

- 대두 및 식용곤충 발효 액상조미액 여과박 열수추출물 15개의 시료의 수율, 가용성 고형분, 염도, 수용성단백질, 환원당, DPPH, 갈색도 측정결과는 그림 170, 그림 171, 그림 172, 그림 173로 나타났고, 반응별로 설정된 모델은 F-test로 유의성을 검증한 결과와 회귀식은 표 184와 같았음. 반응표면분석 결과 모두 독립변수가 상호작용을 하는 Quadratic이 적합한 모델로 채택되었음. RSM모델에서 최적화된 추출조건은 표 185와 같음. 대두 및 식용곤충 발효조미액 여과박로부터 유효성분을 추출하고 최적화한 결과 반응치로 정한 수율, 가용성고형분, 염도, 수용성단백질, 환원당, 전자공여능(DPPH), 갈색도를 모두 만족하는 최적 추출조건은 대두 여과박 열수추출물의 경우 추출온도 60°C, 추출 시간 5hr, 용매비 7.545ml/g, 갈색거저리 유충 여과박 열추출물은 추출온도 100°C, 추출 시간 1hr, 용매비 7.684ml/g, 쌍별귀뚜라미 여과박 열추출물은 추출온도 60°C, 추출 시간 1.244hr, 용매비 7.295ml/g, 누에번데기 여과박 열추출물은 추출온도 60.055°C, 추출 시간 5hr, 용매비 8.634ml/g의 조건으로 도출되었으며, 최적점에서 도출된 종속변수의 예측값에 대한 적합성을 검증하기 위해 재현성 실험을 진행하였음. 최적화된 대두 및 식용곤충 발효조미액 여과박 열수추출물의 이화학적 특성은 표 186과 같으며, 예측한 이론적인 반응치와 비교한 결과는 예측값과 재현성 실험의 결과 값이 비슷하여 반응표면분석의 최적화에 관한 실험 결과 적합성이 검증되었음.

표 184. 대두 및 식용곤충 발효 액상조미액의 여과박 추출 조건에 따른 회귀식 결과(대두, 갈색거저리 유충, 쌍별귀뚜라미, 누에번데기 순)

Response	model	Second order polynomial equation	R ²	F-value	p-value
Yield	Quadratic	Y=34.98+0.4400X ₁ +0.5800X ₂ +2.62X ₃ +0.8900 X ₁ X ₂ +1.77X ₁ ² -1.19 X ₃ ²	0.8977	31.49	<0.0001
Soluble solids	Quadratic	Y=4.04-1.42X ₃ +0.4019X ₃ ²	0.9452	13.55	0.0007
Salt	Quadratic	Y=1.33-0.4688X ₃ +0.1481X ₃ ²	0.9665	27.04	<0.0001
Soluble protein	Quadratic	Y=0.8678-0.0962X ₁ -0.2751X ₃	0.7659	21.72	<0.0001
Reducing sugar	Quadratic	Y=0.4018-0.0294X ₁ +0.1531X ₃ +0.0440X ₃ ²	0.9331	11.04	0.0016
Electron donating ability	Quadratic	Y=24.19-2.49X ₁ -4.731X ₂ +1.65X ₃ ²	0.9319	34.94	<0.0001
Browning color intensity	Quadratic	Y=0.5230+0.0564X ₁ +0.0304X ₂ -0.1929X ₃ +0.0243X ₁ ² +0.0448X ₃ ²	0.9566	11.85	0.0012

Response	model	Second order polynomial equation	R ²	F-value	p-value
Yield	Quadratic	Y=25.38+0.4506X ₁ +0.1631X ₂ +2.00X ₃ +1.33X ₁ X ₂ -1.01X ₂ X ₃ +2.38X ₁ ² +2.01X ₂ ² +1.29X ₃ ²	0.9460	79.11	<0.0001
Soluble solids	Quadratic	Y=3.01+0.0169X ₁ -1.11X ₃ +0.1266X ₁ ² +0.3454X ₃ ²	0.9685	28.10	<0.0001
Salt	Quadratic	Y=1.31-0.0100X ₁ -0.4912X ₃ +0.0244X ₁ ² +0.1431X ₃ ²	0.9750	30.82	<0.0001
Soluble protein	Quadratic	Y=0.4231-0.1810X ₃ +0.0515X ₃ ²	0.8042	4.25	0.0352
Reducing sugar	Quadratic	Y=0.2221-0.0144X ₁ -0.0081X ₂ -0.1019X ₃ +0.0112X ₂ X ₃ +0.0062X ₁ ² +0.0287X ₃ ²	0.9766	30.08	<0.0001
Electron donating ability	Quadratic	Y=23.92-0.1594X ₁ -0.0919X ₂ -5.36X ₃ -1.54X ₁ X ₂ +0.6887X ₁ X ₃ +1.55X ₂ X ₃ +0.6754X ₂ ² +2.59X ₃ ²	0.9764	69.77	<0.0001
Browning color intensity	Quadratic	Y=0.4317+0.0594X ₁ +0.0466X ₂ -0.1346X ₃ +0.0286X ₃ ²	0.9215	4.92	0.0237

Response	model	Second order polynomial equation	R ²	F-value	p-value
Yield	Quadratic	$Y=31.22+1.58X_1+0.0069X_2+0.9744X_3+0.8737X_1X_2+2.07X_1^2+1.14X_2^2+0.5707X_3^2$	0.8939	37.21	<0.0001
Soluble solids	Quadratic	$Y=3.68+0.0419X_1-1.33X_3+0.0708X_1^2+0.4083X_3^2$	0.9796	41.40	<0.0001
Salt	Quadratic	$Y=1.41-0.4838X_3+0.1272X_3^2$	0.9770	29.35	<0.0001
Soluble protein	Quadratics	$Y=0.7071-0.0566X_1-0.0023X_2-0.1472X_3-0.0834X_2^2$	0.5754	4.13	0.0373
Reducing sugar	Quadratic	$Y=0.3525-0.0200X_1-0.1525X_3+0.0600X_3^2$	0.9190	15.53	0.0004
Electron donating ability	Quadratic	$Y=64.88-10.57X_1-3.04X_2+3.29X_3+6.24X_1X_3-2.07X_1^2-3.05X_3^2$	0.8936	6.64	0.0096
Browning color intensity	Quadratic	$Y=0.4309+0.0614X_1+0.0180X_2-0.1447X_3+0.0160X_1X_2+0.0217X_1^2+0.0370X_3^2$	0.9838	37.07	<0.0001

Response	model	Second order polynomial equation	R ²	F-value	p-value
Yield	Quadratic	$Y=28.02+0.4806X_1-0.2594X_2+2.28X_3+2.38X_1^2+1.66X_2^2+0.8918X_3^2$	0.9599	102.66	<0.0001
Soluble solids	Quadratic	$Y=3.71+0.0312X_1-1.11X_3+0.0491X_1^2+0.2491X_3^2$	0.9956	108.78	<0.0001
Salt	Quadratic	$Y=1.42+0.0100X_1+0.0000X_2-0.4538X_3-0.0081X_2^2+0.0956X_3^2$	0.9990	438.96	<0.0001
Soluble protein	Quadratic	$Y=0.5471+0.0061X_1-0.1613X_3+0.0323X_1^2+0.0398X_3^2$	0.8427	4.48	0.0306
Reducing sugar	Quadratic	$Y=0.2576-0.0213X_1-0.0875X_3+0.0254X_3^2$	0.9569	18.64	0.0002
Electron donating ability	Quadratic	$Y=66.56-3.95X_1+3.67X_3-2.35X_1^2-1.78X_3^2$	0.8007	8.53	0.0042
Browning color intensity	Quadratic	$Y=0.8331+0.0478X_1+0.0325X_2-0.2276X_3-0.0220X_1X_3+0.0284X_1^2+0.0159X_2^2+0.0519X_3^2$	0.9911	56.00	<0.0001

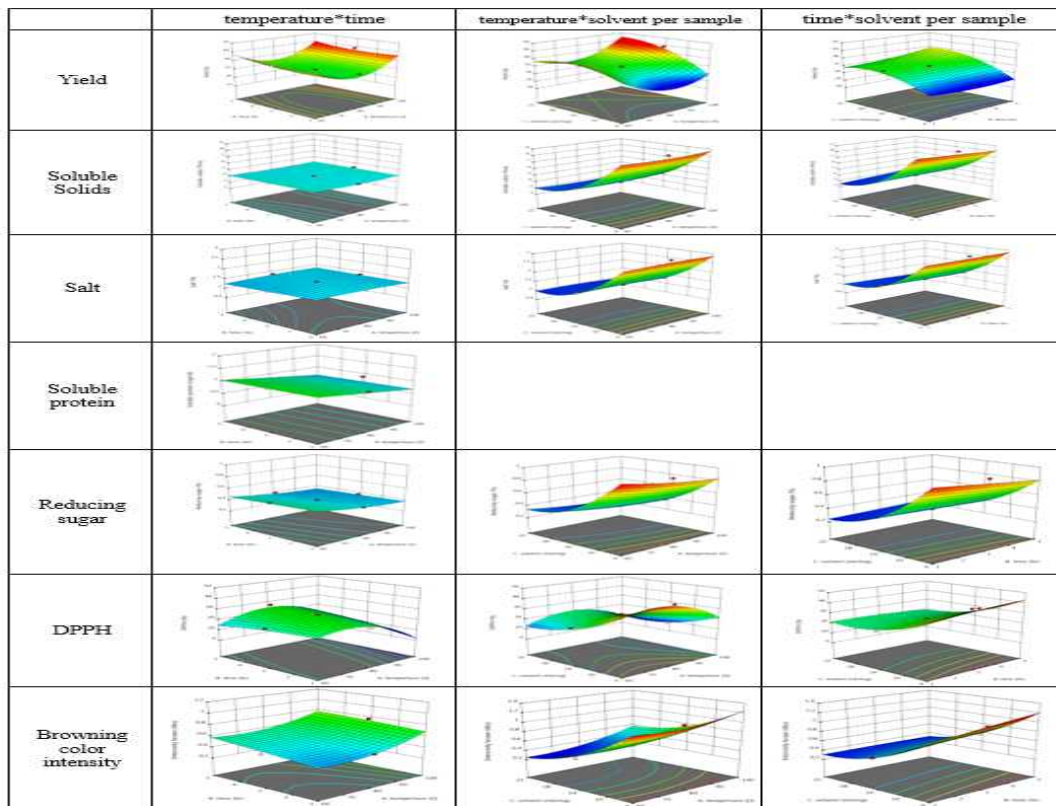


그림 170. Perturbation plot and 3D response surface model graphs for the effects of extraction temperature(A), extraction time(B), solvent per sample(C) on fermented soybean seasoning sauce residue of hot-water extraction

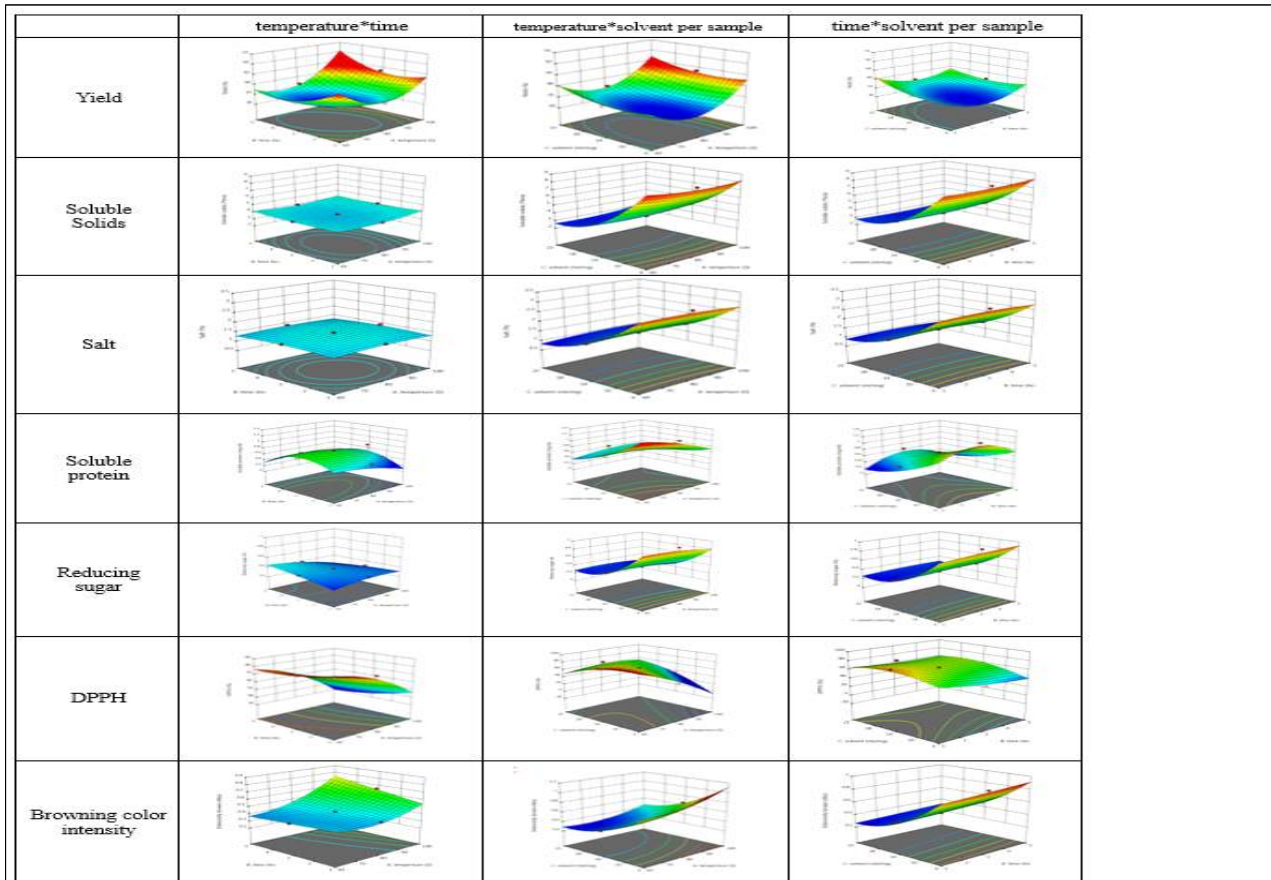


그림 171. Perturbation plot and 3D response surface model graphs for the effects of extraction temperature(A), extraction time(B), solvent per sample(C) on yield of fermented *Tenebrio molitor* larvae seasoning sauce residue of hot-water extraction

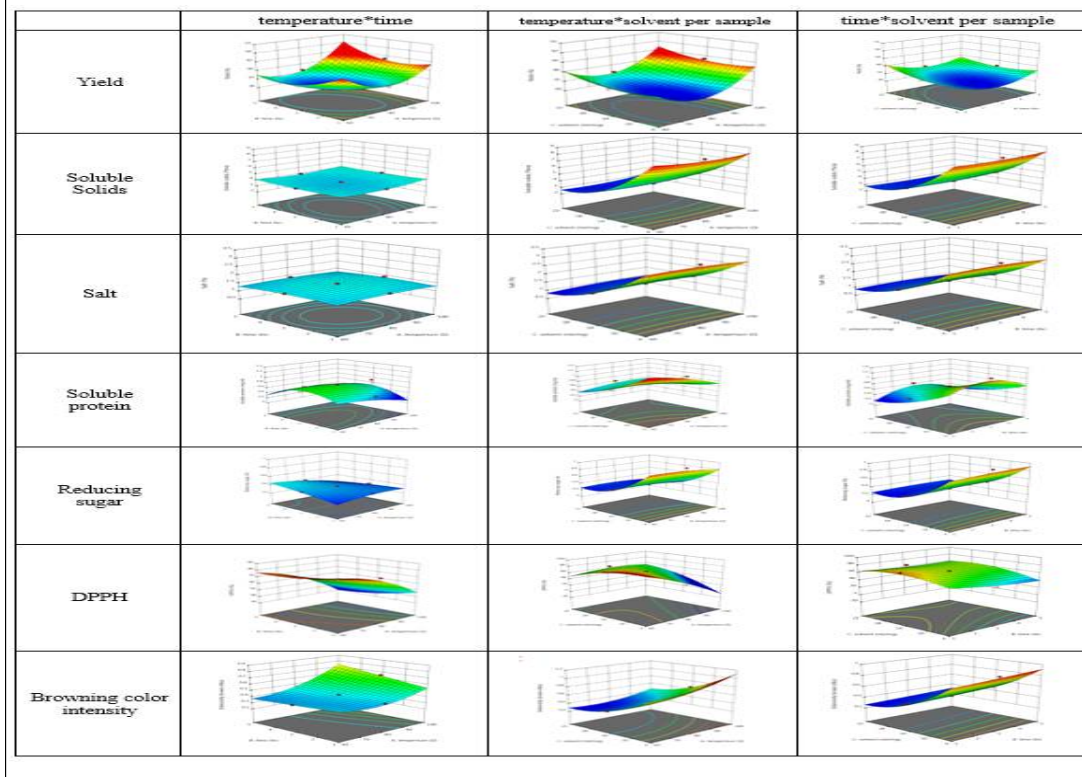


그림 172. Perturbation plot and 3D response surface model graphs for the effects of extraction temperature(A), extraction time(B), solvent per sample(C) on yield of fermented *Gryllus bimaculatus* seasoning sauce residue of hot-water extraction

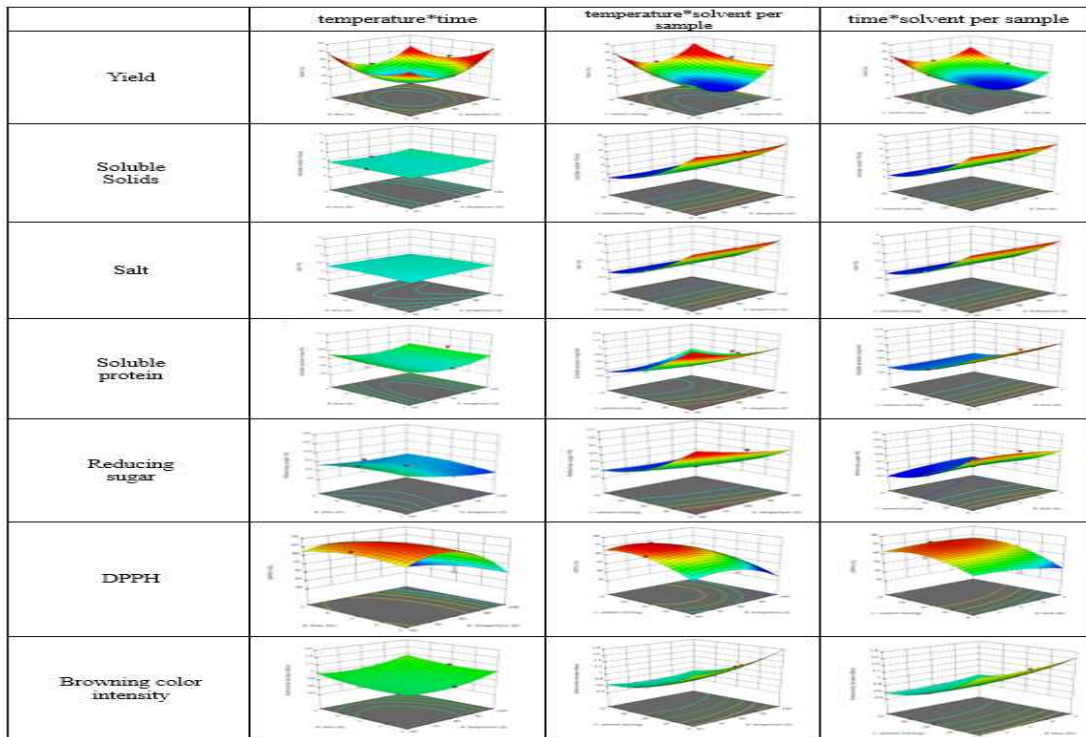


그림 173. Perturbation plot and 3D response surface model graphs for the effects of extraction temperature(A), extraction time(B), solvent per sample(C) on yield of fermented *Bombyx mori pupa* seasoning sauce residue of hot-water extraction

표 185. 대두 및 식용곤충의 최적화된 추출조건

		Goal	Optimization solution			
			S	T	C	P
Independent variables	Temperature(°C)	In range	60.000	100.00 0	60.000	62.055
	Time(hr)	In range	5.000	1.000	1.244	5.000
	Solvent per sample(ml/g)	In range	7.545	7.684	7.295	8.634
Response	Yield	Maximizer	37.871	35.077	42.863	39.511
	Soluble solids	Maximizer	7.379	6.161	7.265	5.752
	Salt	Minimizer	2.473	2.523	2.577	2.153
	Soluble protein	Maximizer	1.504	0.837	0.814	0.928
	Reducing sugar	Maximizer	0.822	0.502	0.817	0.459
	Electron donating ability	Maximizer	30.595	50.316	89.917	57.954
	Browning color intensity	Maximizer	0.996	0.741	0.766	1.314
Total desirability			0.645	0.700	0.667	0.659

- 1) S : fermented soybean seasoning sauce residue
- M : fermented *Tenebrio molitor* larvae seasoning sauce residue
- C : fermented *Gryllus bimaculatus* seasoning sauce residue
- P : fermented *Bombyx mori* pupa seasoning sauce residue

표 186. 재현성 실험을 통한 이화학적 특성

sample	Yield (%)	Soluble Solids(brix)	Salt(%)	Soluble Protein(mg/ml)	Reducing Sugar(%)	Electron donating ability(%)	Browning Color intensity(Abs.)
S ³⁾	44.51 ± 0.06 ¹⁾²⁾	8.10 ± 0.00 ^a	2.54 ± 0.01 ^c	1.134 ± 0.00 ^a	1.06 ± 0.04 ^a	34.06 ± 0.06 ^a	0.939 ± 0.00 ^b
T	33.80 ± 0.22 ^d	6.00 ± 0.00 ^c	2.29 ± 0.00 ^b	0.617 ± 0.00 ^c	0.51 ± 0.02 ^c	46.43 ± 0.06 ^b	0.843 ± 0.00 ^c
C	40.40 ± 0.19 ^c	6.95 ± 0.07 ^b	2.58 ± 0.01 ^a	0.714 ± 0.02 ^b	0.78 ± 0.04 ^b	68.02 ± 0.30 ^d	0.714 ± 0.00 ^d
P	42.32 ± 0.13 ^b	6.10 ± 0.00 ^c	2.14 ± 0.01 ^d	0.655 ± 0.01 ^c	0.59 ± 0.01 ^c	51.76 ± 0.12 ^c	1.350 ± 0.00 ^a
F-value	1601.788***	1515.667***	2313.222***	768.983***	137.141***	14575.555***	242267.400***

- 1) Mean ± S.D.
- 2) a-b Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Turkey HSD test.
- 3) NS : not significant, * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001
- 4) S : fermented soybean seasoning sauce filtrates seasoning
T : fermented *Tenebrio molitor* larvae seasoning sauce filtrates seasoning
C : fermented *Gryllus bimaculatus* seasoning sauce filtrates seasoning
P : fermented *Bombyx mori* pupa seasoning sauce filtrates seasoning



그림 174. 대두 및 식용곤충 발효 액상조미액의 여과박 최적화 조건으로 추출한 열수추출물

- 각각의 조건으로 추출된 열수추출물을 15Brix °로 맞추어 감압농축하고, 이를 동결건조하여 건조형 태의 제품으로 활용함.

마) Flake의 구조화 특성 연구 및 최적 압출 성형조건 설정

액상조미액(산분해)의 제품을 주관기관 ㈜농심과 기술협업 중인 호경테크에서의 협업을 통해 압출성형 방법(그림 175)으로 대량 식품산업에 적용이 가능한 flake 제조공정(표 187)과 성형조건(표 188)을 설정함.

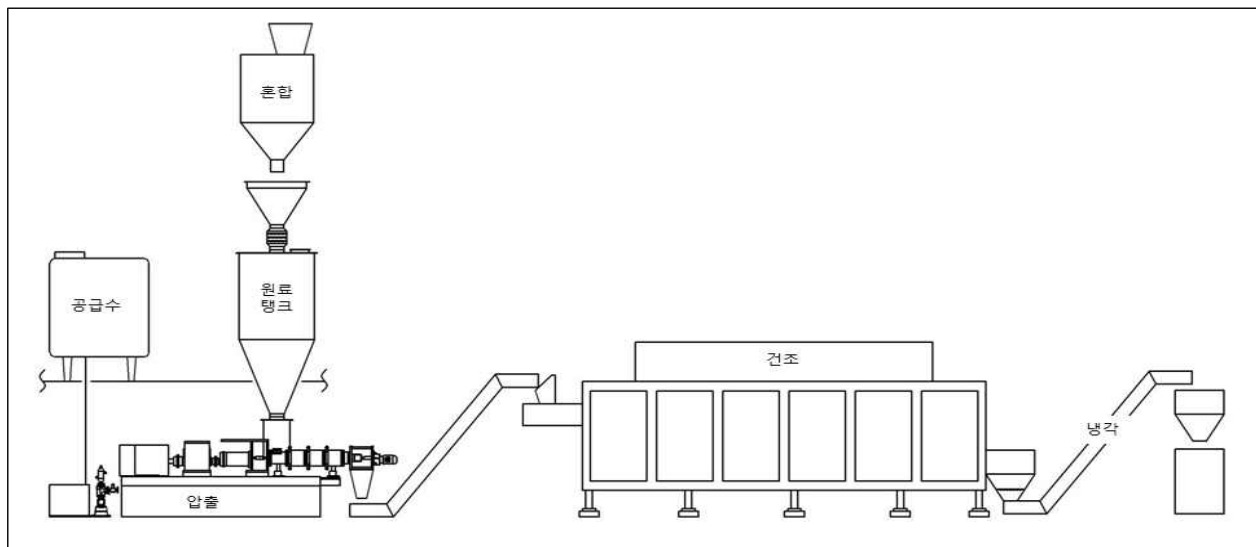


그림 175. 압출성형 공정 모식도_호경테크[(주)농심 협력사] 제공

표 187. 압출성형 공정 배합비_[(주)농심, 호경테크 제공]

원료명	배합비(%)			비고
	Con	T	TH	
분리대두단백(미국)	20.24	20.24	20.24	
분리대두단백(중국)	30.36	30.36	30.36	
탈지대두분(인도)	15.19	15.19	15.19	
소맥글루텐(미국, 호주, 캐나다)	15.18	15.18	15.18	
소맥전분(미국, 호주, 캐나다)	8.91	8.91	8.91	
소맥분(미국, 호주, 캐나다)	10.12	-	-	5,661원/kg
갈색거저리분말(탈지)	-	10.12	-	15,230원/kg
HAP(동물단백가수분해물)	-	-	10.12	

표 188. Extruder 공정조건 호경테크[(주)농심 협력사] 제공

온도조건	-바렐3: 125℃ -바렐2: 125℃ -바렐1: 145℃
메인모터	-140(145)rpm -부하 amp: 19.7
가수모터	-공급수: 27rpm, 간장액: 90/50 -부하 kw: 7.4
공급모터	-31rpm
컷팅모터	-칼날 4개 -500rpm

[연구방법]

소맥분 첨가 제품(Con)과 갈색거저리 유층 분말 첨가군(T), HAP(동물단백가수분해물) 첨가군(TH)으로 제조한 Flake의 색도, 수분함량, 수분용해지수, 수분흡착지수, 조단백, 단백질 소화율(*in vitro*), 수용성 질소지수를 분석하였으며, 조직감 측정은 TPA(Texture Profile Analysis)방법으로 측정조건은 직경 25mm의 원통형 probe plunger를 사용하여 test speed 2mm/s, trigger 5gf, compressed by 50%로 설정하였음. TPA는 압출성형 Flake(그림 176)를 끓는 물(100℃)에 3분 30초간 가열 후 15분간 체에 받쳐 수분을 제거하고 시료로 이용하여 실험하였음.



Con : 소맥분

T : 갈색거저리 유층 분말 첨가군

TH : HAP(동물단백가수분해물) 첨가군

그림 176. 세가지 flake 샘플 사진

[연구 결과]

○ 색도

각 시료의 압출성형 Flake의 색도는 표 189와 같다. L값(명도)은 65.39 ~ 71.05로 T가 가장 높았으며, Con과 TH는 유의미한 차이를 보이지 않았다($p < 0.001$). a값(적색도)은 Con이 6.89로 가장 높았으며, T가 3.56, TH가 4.19로 열수추출물 첨가에 따라 증가한 것으로 나타났다($p < 0.001$). b값(황색도)은 Con이 25.68로 가장 높았으며, 갈색거저리 유충 첨가군의 Flake는 시료 간 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($p < 0.001$).

표 189. 소맥분 첨가 제품(Con)과 갈색거저리 유충 분말 첨가군(T), HAP(산가수분해물) 첨가군(TH)의 압출성형 Flake의 색도

Sample	L	a	b
Con	65.39±0.65 ^b	6.89±0.47 ^a	25.68±0.79 ^a
T	71.05±1.18 ^a	3.56±0.16 ^c	22.67±0.10 ^b
TH	66.18±0.49 ^b	4.19±0.09 ^b	22.33±0.19 ^b
F-value	41.201 ^{***}	110.232 ^{***}	45.715 ^{***}

Con : 소맥분

T : 갈색거저리 유충 분말 첨가군

TH : HAP(동물단백가수분해물) 첨가군

○ 수분함량, 수분용해지수 및 수분흡착지수

각 시료의 첨가한 Flake의 수분함량, 수분용해지수 및 수분흡착지수는 표 190과 같다. 수분 함량은 Con이 5.56%로 가장 높았으며, 갈색거저리 유충 첨가 시료 간 유의미한 차이는 보이지 않았다($p < 0.001$). 수분용해지수(Water solubility index, WSI)는 Con이 13.54%로 나타났으며, 수분흡착지수(Water absorption index, WAI)는 다공질형태의 층과 관련이 있고, 시료들이 팽창할수록 공기층이 커져 수화 시 물을 더 많이 흡수하게 되어 수분흡수력이 높아지기 때문이며, 여과박 열수추출물 첨가한 TH시료가 대조군과 유사한 경향성을 보였음.

표 190. 소맥분 첨가 제품(Con)과 갈색거저리 유충 분말 첨가군(T), HAP(산가수분해물) 첨가군(TH)의 압출성형 Flake의 수분, 수분용해지수(Water solubility index, WSI), 수분흡착지수(Water absorption index, WAI)

Sample	Moisture(%)	WSI	WAI
Con	5.56±0.04 ^a	13.54±0.75 ^a	4.82±0.09 ^a
T	4.29±0.10 ^b	10.15±1.98 ^b	3.86±0.47 ^b
TH	4.40±0.15 ^b	8.90±1.18 ^b	5.01±0.11 ^a
F-value	131.643 ^{***}	8.842 [*]	14.544 ^{**}

Con : 소맥분

T : 갈색거저리 유충 분말 첨가군

TH : HAP(동물단백가수분해물) 첨가군

○ 조단백, 단백질 소화율(*in vitro*), 수용성 질소지수

시료간의 조단백 함량, 단백질 소화율(*in vitro*), 수용성 질소지수는 표 191과 같음. 조단백 함량은 Con보다 T시료와 TH가 높게 나타났으며, 단백질소화율(*in vitro*)는 시료간 유의미한 차이는 나타나지 않았지만, Con이 높은 값을 나타냈음. 수용성질소지수(NSI)는 시료간의 유의미한 차이를 나타내지 않았으나, TH가 높은 값을 나타냄.

표 191. 소맥분 첨가 제품(Con)과 갈색거저리 유충 분말 첨가군(T), HAP(산가수분해물) 첨가군(TH)의 압출성형 Flake의 조단백, 단백질 소화율(*in vitro*), 수용성 질소지수

Sample	Crude protein(%)	Protein digestibility(%)	Nitrogen solubility index(%)
Con	61.25±0.97 ^b	51.78±9.58	38.80±4.18
T	67.38±0.63 ^a	45.63±0.42	43.81±1.01
TH	66.97±0.20 ^a	45.38±0.39	44.56±1.45
F-value	76.441 ^{***}	NS	NS

Con : 소맥분

T : 갈색거저리 유충 분말 첨가군

TH : HAP(동물단백가수분해물) 첨가군

○ Texture Profile Analysis 측정

수화된 압출성형 시료의 조직특성은 표 192에 나타내었음. 갈색거저리 유충 분말 첨가시 경도, 응집성, 탄성, 감성, 씹힘성 등 TPA가 다른 시료보다 높은 값을 나타냈음. 이는 단백질 함량의 차이로 단백질과 열 변성에 의한 결과로 사료됨. TH는 분해 및 열처리를 한 가수분해물을 첨가한 시료로 응집성을 제외하고는 낮은 값을 나타낸 것으로 판단됨. 따라서, 조직감을 위해서는 THP를 일부 첨가하여 제조하는 것이 적합할 것으로 보임.

표 192. 소맥분 첨가 제품(Con)과 갈색거저리 유충 분말 첨가군(T), HAP(산가수분해물) 첨가군(TH)의 압출성형 Flake의 TPA

Sample	Hardness(N)	Cohesiveness	Springiness(mm)	Chewiness(J)
Con	5.369±3.192 ^a	0.140±0.099 ^b	1.361±0.397 ^b	0.001±0.000 ^b
T	6.089±2.103 ^a	0.248±0.039 ^a	1.968±0.169 ^a	0.003±0.000 ^a
TH	3.143±0.911 ^b	0.148±0.023 ^b	1.284±0.200 ^b	0.001±0.000 ^b
F-value	6.711 ^{**}	13.175 ^{***}	26.192 ^{***}	35.353 ^{***}

Con : 소맥분

T : 갈색거저리 유충 분말 첨가군

TH : HAP(동물단백가수분해물) 첨가군

바) 조리적용을 위한 가정용 곤충소재 Flake 제조 및 품질특성

: 발효 액상조미액의 여과박열수추출물의 활용성을 높이기 위한 조리소재 적용을 위해 상업용 flake 제조 배합비(표 193 참조)에 따라 가정이나 개인이 만들 수 있는 조리법을 개발하여 제조된 제품(flake)에 대한 품질특성과 기호도 검사를 실시하였음.

[연구방법]

곤충발효를 통해 개발된 곤충식품소재(갈색거저리 유충 발효 액상조미액 여과박 열수추출물)를 이용하여 Flake 제품의 적용검증을 위한 연구로, 배합공정 및 제조(그림 177)를 일부 수정하여 표 193과 같이 Flake를 제조하여 Lab-test를 통해 제조하였음. 이에 따라 제조된 Flake의 색도, Texture Profile Analysis, 수분함량, 수분용해지수, 수분흡착지수를 측정하였으며, 액상발효조미액 여과박 열수추출물의 소재 적용검증을 하였음.

표 193. 발효 액상조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 조성비

Ingredients	sample				
	Con	T_C	T_5	T_10	T_15
분리대두단백	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6
탈지대두분	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
소맥글루텐	15.18	15.18	15.18	15.18	15.18
소맥진분	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91
소맥분	10.12				
갈색거저리분말		10.12	9.61	9.11	8.60
여과박열수추출물			0.51	1.01	1.52
합계(%)	100	100	100	100	100

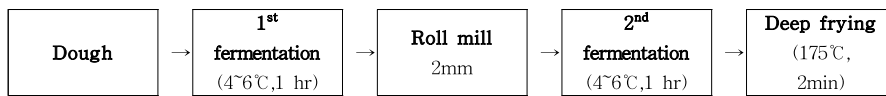


그림 177. 발효 액상조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake 제조(Lab-test)

[연구결과]

○ 색도

갈색거저리 유층 액상발효조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 색도는 표 194와 같다. L값(명도)은 64.57-51.02로 control이 갈색거저리 유층 분말 첨가군보다 유의적으로 높았으나, 열수추출물 첨가량에 따른 시료 간 유의적 차이는 보이지 않았다($p < 0.001$). a값(황색도)은 control이 6.17로 가장 낮았고, T_10이 12.23으로 가장 높은 값을 보였으며, 열수추출물 첨가량에 따른 시료 간 유의적 차이를 보였다($p < 0.001$). b값(적색도)은 T_C가 38.30으로 가장 높았으며, 열수추출물 첨가량에 따라 줄어드는 경향성을 보였다. 열수추출물 첨가량에 따른 색도의 변화는 액상발효조미액 제조 시 maillard 반응에 대한 갈변물질이 생성되어 열수추출물의 조성성분에 영향을 미친 것으로 판단됨.

표 194. 갈색거저리 유층 발효 액상조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 색도

Sample ¹⁾	L	a	b
Con	64.75±2.60 ^a	6.17±0.29 ^c	35.39±2.22 ^b
T_C	54.64±1.68 ^b	11.48±0.22 ^{ab}	38.30±0.60 ^a
T_5	51.85±3.80 ^b	10.48±1.49 ^b	34.69±1.28 ^b
T_10	51.02±1.60 ^b	12.23±0.48 ^a	35.12±0.52 ^b
T_15	53.14±0.91 ^b	10.77±0.51 ^b	34.58±0.51 ^b
F-value	16.984 ^{***}	29.763 ^{***}	4.752 [*]

1) sample codes는 표 193을 참조

○ 수분함량, 수분용해지수 및 수분흡착지수

액상발효조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 수분함량, 수분용해지수 및 수분흡착지수는 표 195와 같다. 수분 함량은 control이 4.1%, 갈색거저리 유층 첨가군은 8.9-18.0%로 열수추출물 첨가량에 따라 증가하는 경향성을 보였음. 수분용해지수와 수분흡착력은 호화도와 팽화율에 영향을 받으며, 수치가 높을수록 좋은 품질로 인정되고 있음. 수분용해지수(Water solubility index, WSI)는 control이 16.35%로, 갈색거저리 유층 첨가군은 16.69-15.30으로 나타났으며, 수분흡착지수(Water absorption index, WAI)는 control이 35.39로 나타남. 이는 갈색거저리 유층 발효 액상조미액 여과박 열수추출물을 5-10% 첨가한 군에서 control과 유사한 값을 보이므로, flake 조성에 적합할 것으로 확인됨.

표 195. 갈색거저리 유층 액상발효조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 수분, 수분용해지수(Water solubility index, WSI), 수분흡착지수(Water absorption index, WAI)

Sample ¹⁾	Moisture(%)	WSI	WAI
Con	4.1	16.35±1.52	3.92
T_C	8.9	16.69±0.99	4.23
T_5	10.8	15.84±2.72	3.53
T_10	13.8	15.30±5.36	3.70
T_15	18	12.32±2.84	3.66

1) sample codes는 표 193을 참조

○ Texture Profile Analysis 측정

액상발효조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 Hardness 및 Springiness를 측정한 결과를 표 196에 나타내었음. Hardness는 control은 68.81N, T_C가 33.01N로 나타나 갈색거저리 유층 첨가군이 유의적으로 낮았으며, 열수추출물 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향성을 보였음. Springiness는 Con이 0.74, T_C가 0.78로 두 시료 간 유의적 차이는 없었으나, 열수추출물 첨가량이 늘어날수록 유의적으로 증가하는 것을 보였음. 이에 Flake의 물성 변화 큰 영향을 주지 않는 범위 안에서 발효 액상조미액 여과박 열수추출물을 첨가하는 것이 적합함.

표 196. 갈색거저리 유층 액상발효조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake의 경도(Hardness) 및 탄성(Springiness)

Sample ¹⁾	Hardness(N)	Springiness(mm)
Con	68.81±29.94 ^a	0.74±0.15 ^c
T_C	33.01±5.86 ^b	0.78±0.10 ^c
T_5	31.86±12.34 ^b	0.85±0.02 ^{bc}
T_10	18.02±9.34 ^{bc}	0.85±0.16 ^{bc}
T_15	8.10±5.45 ^c	0.92±0.11 ^a
F-value	14.002 ^{***}	2.247 [*]

1) sample codes는 표 193을 참조

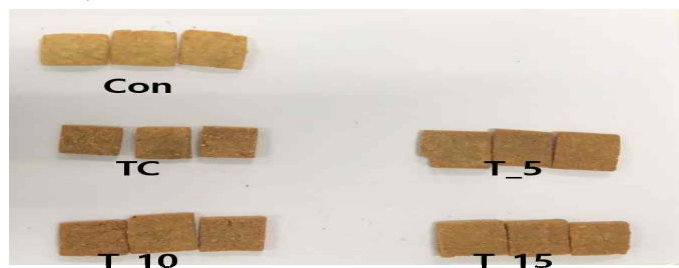


그림 178. 액상발효조미액 여과박 열수추출물을 첨가한 Flake

사) 발효공정에 의한 무염 단백질가수분해물 제조 및 추출조건 연구

• 효소분해 공정(제1협동 중앙대)과 발효공정(제2협동 세종대)에 의한 조미소재 제조공정을 혼합하여 미생물기인 단백질분해효소를 이용한 단백질가수분해물 획득을 위한 식용곤충 단백질 가수분해물 제조공정도(1차 열처리: 90℃에서 2시간, 2차 열처리: 6시간, 미생물발효: 96시간; 총소요시간: 104시간)를 제시하고 그 효율성을 연구함.

[연구 방법]

일반적인 효소분해도 공정도와 메주 발효공정을 혼합하여 식용곤충의 발효공정을 통한 단백질 추출물 공정을 설립함(그림 179). 이에 조건 설정을 위해 원료의 전처리 공정(탈지분 제조), 1차 열처리 시간, 발효과정동안의 단백질 분해 양상, 2차 열처리 시간 등을 확인하였음.

▪ 일반적인 효소분해 공정도



▪ 발효공정에 의한 단백질 추출물 공정도



그림 179. 발효공정에 의한 단백질 추출물 공정도 설립

[연구 결과]

○ 원료 전처리를 위한 탈지분 제조 공정 확립

동결건조 형태의 식용곤충을 분쇄한 분말과 n-hexane(96.0%, Special grade, Samchun, Korea)을 1:5(w/v) 비율로 섞어 3시간 동안 상온에서 진탕 후, 원심분리하여 여과지(Whatman No.1)로 상층액을 제거하였으며 이 과정을 2회 반복함. 침전물의 잔여 n-hexane을 후드에서 제거하여 준비한 식용 곤충 탈지분의 지방 함량을 2.00% 이하로 제조하였으며, 일반성분은 표 197과 같음.

표 197. 식용곤충 및 대두 탈지분의 일반성분 조성

Sample	Moisture(%)	Crude protein(%)	Crude fat(%)	Crude ash(%)	Carbohydrate (%)
S ¹⁾	9.74±0.24 ^{2)a3)}	48.92±0.40 ^c	0.97±0.19 ^c	6.68±0.39 ^a	33.70
T	4.81±2.85 ^b	73.11±1.99 ^a	1.82±0.68 ^{ab}	4.84±0.89 ^b	15.42
P	6.70±2.78 ^{ab}	66.15±2.35 ^b	2.00±0.63 ^a	7.02±0.56 ^a	18.14
F-value	4.665*	193.144***	4.074*	12.999**	ns

- 1) S : fermented soybean
 C : fermented *Gryllus bimaculatus*
 P : fermented *Bombyx mori* pupa

- 1차 열처리에 따른 조건 확립

식용곤충 원료의 전처리 단계에서 조직 연화 및 미생물 억제(멸균처리)를 위하여 열수 처리 실험을 진행하였음. 대두 및 식용곤충 탈지분과 증류수를 1:6의 비율(w/w)로 혼합한 뒤 항온수조에서 90°C, 3 시간동안 열수처리하여 시간별로 균수를 측정하여 미생물 억제(멸균)능을 확인하였으며, 수용액상의 가용성 고형분 및 수용성단백질 함량을 측정하여 분해정도를 확인하였음. 균수는 PCA 배지에 도달하여 측정하였고, 가용성 고형물은 당도계를 이용하여 °Brix로 나타내었으며, 수용성단백질은 Bradford법을 이용하여 용출되는 수용성단백질의 함량을 BSA 농도와 비교하여 측정하였음. 확인 결과, 열처리 시간대별 균수(표 198)는 식용곤충은 30분 이후부터 10² 수준 이하로 떨어졌으며, 이는 내열성 포자가 남아있음을 확인하였음. 열처리 이후 증가하는 가용성 고형분 및 수용성 단백질 함량(표 199)은 2시간 이후 큰 변화가 없는 것으로 나타나 열처리 시간을 2시간으로 설정함.

표 198. 열처리 시간에 따른 식용곤충 및 대두 탈지분의 균수 측정(unit: CFU/ml)

Sample	Heating time(hour)						
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
S ¹⁾	1.5 x 10 ⁴	1.1 x 10 ³	2.8 x 10 ³	8.0 x 10 ²	3.0 x 10 ²	4.0 x 10 ²	3.0 x 10 ²
T	5.9 x 10 ⁴	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²
P	2.8 x 10 ³	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²

- 1) S : fermented soybean
 C : fermented *Gryllus bimaculatus*
 P : fermented *Bombyx mori* pupa

표 199. 열처리 시간에 따른 식용곤충 및 대두 탈지분의 가용성고형물 및 수용성단백질 함량 변화 (Unit; CFU/ml)

Time(hour)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
°Brix(%)	3.2	3.3	3.6	3.6	3.7	3.7	3.9
water soluble protein (BSA(mg/ml))	2.153	4.212	4.329	5.350	5.082	5.255	5.455

- 1) S : fermented soybean
 C : fermented *Gryllus bimaculatus*
 P : fermented *Bombyx mori* pupa

- 발효물의 단백질 분해 양상 비교분석

1차 열처리 후 여과박의 건량 대비 0.5% *Asperillus oryzae*(w/w)를 접종하고 48시간 발효 후 *Bacillus subtilis*(w/v)를 1% 접종하여 48시간 발효, 총 96시간 발효시킴. 발효 후 아미노태 질소 함량을 측정하여 단백질 분해율을 측정된 결과, 아미노질소는 갈색거저리 유충이 가장 높았으며, 질소분해율(NDR)은 대두>누에번데기>갈색거저리 유충 순으로 확인되었음(표 200).

표 200. 식용곤충 및 대두 발효물(96 hr)의 단백질 분해 양상

Sample	Amino nitrogen(%)	Total nitrogen(%)	NDR(%)
S ¹⁾	2.01±0.13 ^b	3.72±0.49 ^c	54.69±6.54 ^a
T	2.11±0.12 ^a	6.97±0.64 ^a	30.54±3.80 ^c
P	1.59±0.14 ^c	4.64±0.63 ^b	34.82±5.99 ^b
F-Value	75.305 ^{***}	120.685 ^{***}	76.803 ^{***}

- 1) S : fermented soybean
 C : fermented *Gryllus bimaculatus*
 P : fermented *Bombyx mori* pupa

- 2차 열처리 에 따른 특성분석

96시간 발효물과 1차 상등액을 혼합 후, 55℃에서 8시간동안 항온수조에서 방치하여 효소활성화 시킴. 대조군으로는 열처리 후 여과박과 증류수를 1:6 비율(w/w)로 혼합한 뒤 endo 계열의 protease인 Alcalase를 건량 대비 0.5%를 첨가하였음. 이를 시간대 별로(2시간 간격) 수용액상의 단백질 함량을 측정 비교·확인한 결과, *Aspergillus oryzae*를 접종시킨 발효균과 대조군 모두 시간이 경과할수록 수용성단백질 함량이 증가하는 경향을 보였고, 6시간 이후에는 증가량이 크게 차이가 나지 않았음. 따라서, 열수처리 조건을 6시간으로 설정함. 또한, 대조군(Alcalase)과 비교하여 수용성으로 용출되는 단백질의 함량이 발효공정을 진행하더라도 크게 차이 나지 않음을 확인할 수 있었음(표 201).

표 201. 효소처리 시간대별 수용성단백질 함량 (unit; mg of BSA equivalent/ml)

Sample	0 hr	2 hr	4 hr	6 hr	8 hr
Fe	0.251	0.195	0.258	0.394	0.301
Al	0.091	0.110	0.132	0.202	0.229

- 1) Fe : Fermentation process
 Al : Alcalase

아) 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*), 누에 번데기(*Bombyxmori*[Silkworm] pupa) 발효공정에 따른 단백질 발효추출물 제조

[연구방법]

상기 조건에 따른 발효 공정으로 확립된 단백질 발효추출물 제조 공정은 그림 180과 같다. 식용곤충 및 대두의 탈지분을 이용하여 항온수조에서 90℃, 2시간동안 1차 열처리 후, 상등액을 제외한 여과박

에 *Aspergillus oryzae* 0.5%, *Bacillus subtilis* 1%를 접종하여 37°C에서 총 96시간 발효시켰다. 접종 방식은 *Aspergillus oryzae*를 1차 접종 하였으며, 2차 접종은 1차 접종 48시간 이후 *Bacillus subtilis*를 멸균수에 희석하여 spectrophotometer를 이용하여 600nm 에서 0.3으로 흡광도를 맞춘 뒤 접종시켰다. 발효 후 1차 열처리 상등액을 첨가하여 55°C에서 6시간동안 2차 열처리를 하였으며, 원심분리 상등액을 회수하여 단백질 발효추출물을 제조하였음. 단백질 발효추출물의 특성은 단백질 분해양상(아미노 질소, 총질소, 가수분해율(=아미노 질소/총질소*100)), 수율, SDS-PAGE에 의한 단백질 분자량을 측정하였음. 고형분 수율은 탈지분 중량에 따른 단백질 발효추출물 동결건조 분말의 중량비로 나타내었음. 또한 단백질 발효추출물의 기능적 특성을 확인하고자 단백질 소화율(in vitro), 단백질 용해도, 거품형성능 및 거품안정성을 각 시료의 탈지분과 비교하여 측정하였음.

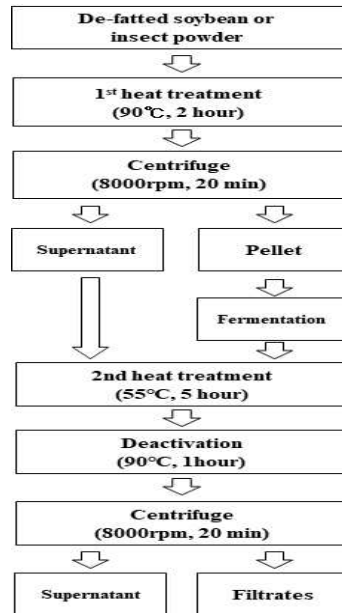


그림 180. 식용곤충 단백질 발효추출물(Extracts of fermented edible insect protein) 제조 공정

[연구 결과]

○ 액상형태 추출물의 아미노질소(AN), 총질소(TN) 및 가수분해도를 측정한 결과(표 202), TN값은 시료간 0.97-0.99%로 유의적 차이가 없었으나, AN값은 0.50-0.57%, 가수분해도는 50.13-58.90%로 대두>갈색겨저리 유충>누에번데기 순으로 확인되었음. 단백질 발효추출물과 각 시료의 탈지분을 SDS-PAGE를 통한 분자량을 측정한 결과(그림 181), 대두 단백질 발효추출물(ESP)은 탈지대두(S)에 비해 100kDa이상의 단백질이 분해되었고, 10kDa 이하의 단백질이 증가한 것으로 확인되었음. 갈색겨저리 유충 단백질 발효추출물(ETP)은 탈지분(T)에 비해 20kDa이상의 단백질이 분해되었고, 누에번데기 단백질 발효추출물(EPP)은 50kDa이상의 단백질이 분해된 것을 확인하였음. 단백질 발효추출물의 수율을 측정한 결과(표 203), ESP는 46.88%, ETP는 37.87%, EPP는 37.76%를 나타내었음. 단백질 함량으로 고형분 수율과 단백질 수율은 유사한 경향을 나타냈고, 96시간 발효물의 NDR값과 유사하였음. 이는 발효과정을 통해 미생물이 생산하는 protease에 의해 액상으로 추출되기 쉬운 아미노산의 형태로 분해되어 추출 수율이 높아진 것으로 판단되었으며, 이를 종합적으로 검토한 결과, 식품의 부패를 방지하기 위해 염수를 첨가하고 오랜 발효 기간을 거치는 전통 발효식품 공정과 달리 염수를 첨가하지 않고 단시간 발효공정에 의한 식용곤충의 저분자 단백질 추출물 공정의 가능성을 확인함.

표 202. 식용곤충 및 대두 단백질 발효추출물의 아미노 질소, 총 질소 및 가수분해도(액상형태).

Sample 1)	Amino nitrogen(%)	Total nitrogen(%)	Degree of hydrolysis(%)
ESP	0.57±0.02 ^a	0.97±0.04	58.90±1.70 ^a
ETP	0.53±0.09 ^b	0.99±0.04	52.62±4.26 ^b
EPP	0.50±0.03 ^b	0.99±0.04	50.13±5.15 ^b
F-Value	6.148 ^{**}	NS	16.059 ^{***}

- 1) ESP: extract of fermented soybean protein
 ETP: extract of fermented *Tenebrio molitor* L. protein
 EPP: extract of fermented pupa protein

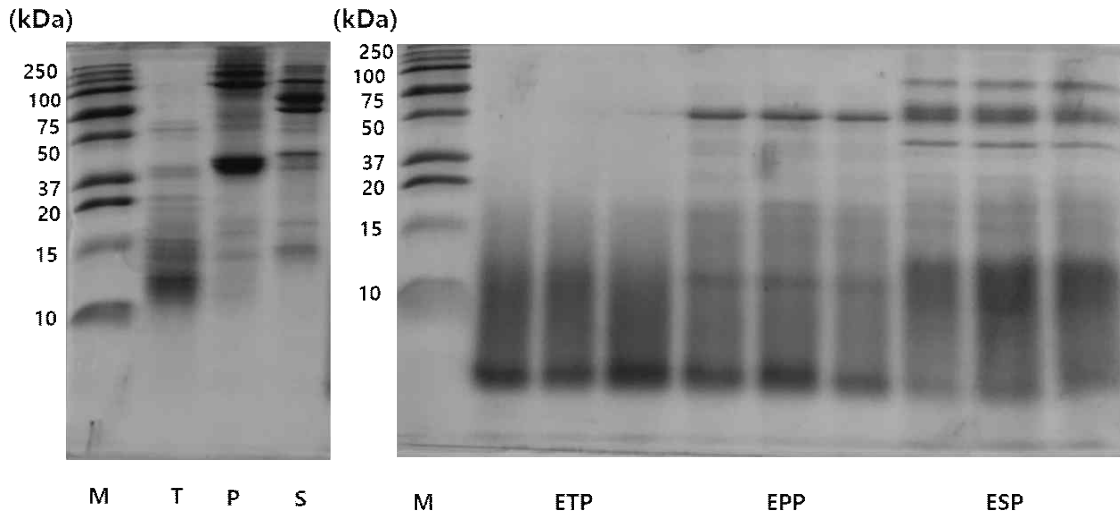


그림 181. 식용곤충 및 대두 단백질 발효추출물의 SDS-PAGE

- 1) M: marker
 S: de-fatted soybean
 T: de-fatted *Tenebrio molitor* L.
 P: de-fatted *Bombyx mori* pupae
 ESP: extract of fermented soybean protein
 ETP: extract of fermented *Tenebrio molitor* L. protein
 EPP: extract of fermented pupa protein

표 203. 식용곤충 및 대두 단백질 발효추출물의 수율

Sample	Yield	Protein yield
ESP	46.88±1.91 ^a	63.02±5.11 ^a
ETP	37.87±2.24 ^b	47.47±3.03 ^b
EPP	37.76±4.14 ^b	50.32±4.46 ^b
F-Value	19.833 ^{***}	27.036 ^{***}

- 1) ESP: extract of fermented soybean protein
 ETP: extract of fermented *Tenebrio molitor* L. protein
 EPP: extract of fermented pupa protein

○ 식용곤충 단백질 발효추출물의 기능적 특성

단백질 발효추출물의 기능적 특성을 확인하였으며 *in vitro* 소화율을 측정된 결과(그림 182), 탈지분의 경우 59.60~76.03%로 대두<갈색거저리 유충<누에번데기 순으로 유의적 차이를 나타냈다($p<0.001$). 단백질 발효추출물의 경우 91.02±0.62~95.86±0.83%로 각 시료의 탈지분보다 1.26~1.53배 증가하였는데, 이는 발효 과정 중 미생물이 생성하는 protease에 의해 그림 183과 같이 저분자 단백질 화합물로 분해되어 소화율이 높은 것으로 판단된다. 단백질 용해도의 측정 결과 대두 단백질 발효추출물은 79.73~88.56%, 갈색거저리 유충 단백질 발효추출물은 83.00~89.21%, 번데기 단백질 발효추출물은 83.71~77.33%로 탈지분에 비해 전반적으로 용해도가 증가한 것을 확인하였다. 거품 형성능은 탈지분의 경우 누에번데기가 43.44%로 가장 높았으며, 대두가 36.67%, 갈색거저리 유충이 17.78%로 나타났으며, 발효추출물의 경우 누에번데기 시료가 92.22%, 대두가 46.67%, 갈색거저리 유충이 38.89%로 각 시료

의 탈지분보다 발효추출물의 경우 모두 증가하는 경향성을 나타내었다. 거품안정성은 각 시료의 단백질 발효추출물이 탈지분보다 거품안정성이 1.14~2.01배 높았으며, 갈색거저리 유충 단백질 발효추출물이 전반적으로 거품안정성이 높은 것으로 확인되었다. 이에 발효과정을 통한 단백질 추출물을 이용하여 식품 첨가물로의 가능성을 확인하였음.

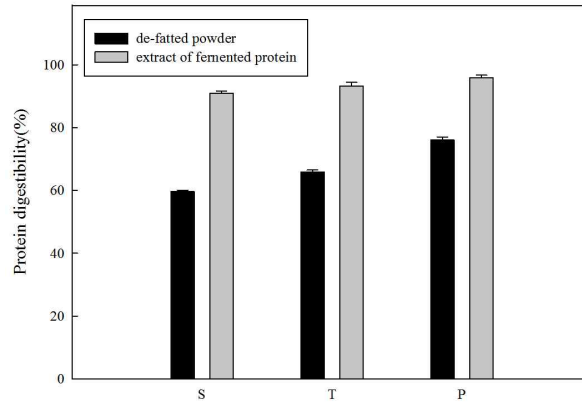


그림 182. 식용곤충 및 대두 단백질 발효추출물의 단백질 소화율(*in vitro*)

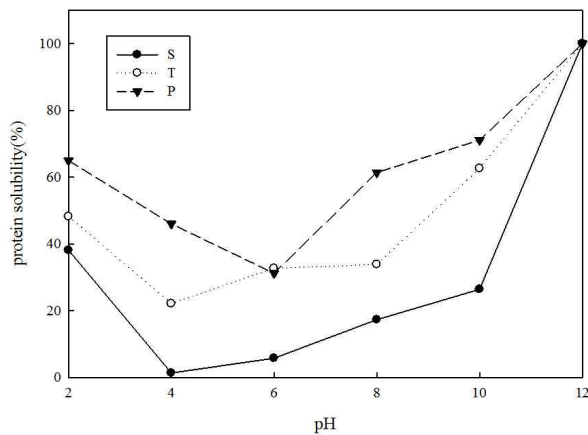


그림 183. 식용곤충 및 대두 탈지분의 단백질 용해도

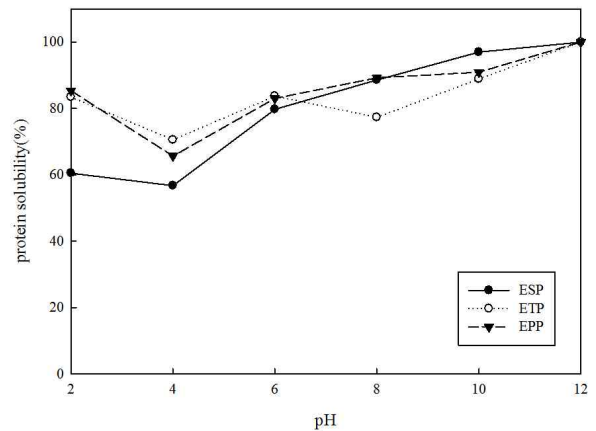


그림 184. 식용곤충 및 대두 단백질 발효추출물의 단백질 용해도

표 204. 식용곤충, 대두의 탈지분 및 단백질 발효추출물의 거품형성능

Sample	Foam expansion capacity (%)
S ¹⁾	36.67
T	17.78
P	43.33
ESP	46.67
ETP	38.89
EPP	92.22

- 1) M: marker
 S: de-fatted soybean
 T: de-fatted *Tenebrio molitor* L.
 P: de-fatted *Bombyx mori* pupae
 ESP: extract of fermented soybean protein
 ETP: extract of fermented *Tenebrio molitor* L. protein
 EPP: extract of fermented pupa protein

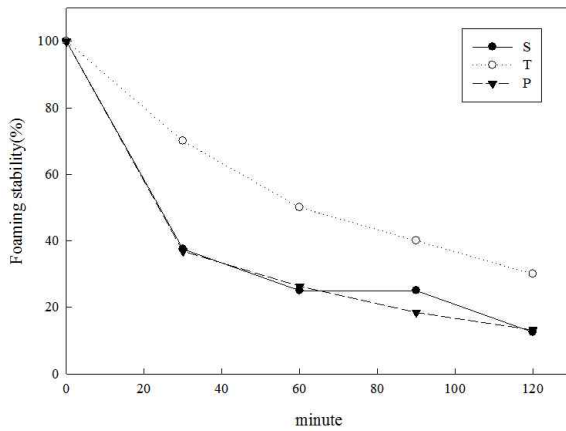


그림 185. 식용곤충 및 대두 탈지분의 거품안정성

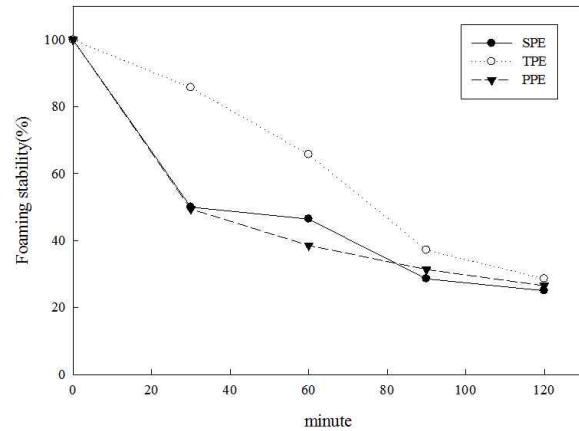


그림 186. 식용곤충 및 대두 단백질 발효추출물의 거품안정성

○ 식용곤충 액상 발효 조미액 여과박 열수추출물과 단백질 발효추출물의 열수추출 후 잔여 고형분의 키토올리고당 함량 분석

2차년도 과제 수행 중 chitin 분해정도 확인을 위한 연구를 진행한 결과 장류제품의 다양한 성분을 함유하고 있어 키틴의 발효분해물질을 규명하기 쉽지 않아 3차년도에 실험을 계속적으로 진행하였음. 발효를 통한 단백질 분해 효과의 여부를 파악하기 위해 탈지 갈색겨저리 유충과 탈지 쌍별귀뚜라미를 가수하여 추출한 2개의 control군으로 하였음. 액상조미액 여과박 열수추출물, *Aspergillus oryzae*를 1차 발효시키고 *Bacillus subtilis*로 2차 발효시킨 발효물(A+B)과 *Rhizopus oligosporus*를 1차 발효시킨 후 *Bacillus subtilis*로 2차 발효시킨 발효물(R+B)을 각각 제조한 후 열수추출물인 잔여고형분 등 6개 sample의 키토올리고당을 비교·분석하였음.

[연구 방법]

(사)한국기능식품연구원(경기도 성남 소재, <http://www.khsi.re.kr>)에 검사의뢰하여 키토올리고당 함량을 분석함.

건강기능식품공전의 키토올리고당 시험법을 따랐으며, 측정조건은 표 205와 같음.

- 총 글루코사민과 유리 D-글루코사민을 시험용으로 준비하고, 고속액체크로마토그래프의 측정조건으로 분석함.

표 205. 고속액체크로마토그래프의 측정조건

항목	조건
칼럼	길이 250mm, 안지름 4.6mm의 NH ₂ -60칼럼 또는 이와 동등한 것
검출기	시차굴절계(RI)
칼럼온도	40℃
이동상	물 : 아세토니트릴(25:75)
유 속	0.8mL/min

- 정량시험

시험용액 및 표준용액을 각각 10μL씩 주입하여 얻은 피크의 넓이 또는 높이를 구하여 검량선을 작성한 후 시험용액의 글루코사민의 농도(μg/mL)를 구하고, 다음의 식에 의해 시료 중 글루코사민의 함량(g/100g)을 산출하였음.

- 계산식

$$\text{유리D-글루코사민 함량(g/100g)} = S \times \frac{a \times b}{\text{시료채취량(g)}} \times \frac{1}{10,000}$$

S : 시험용액중의 당질의 농도(μg/mL)

a : 시험용액의 전량(mL)

b : 희석배수

- 키토올리고당 계산식

$$\text{키토올리고당} = \text{총 글루코사민 함량} - \text{유리 D-글루코사민 함량}$$

[연구 결과]

식용곤충의 chitin 분해정도를 확인하는데 있어 발효과정이 효과가 있는지를 확인한 결과 키토올리고당 값은 다음 표 206과 같음. 발효 처리하지 않은 control군과 발효 처리한 열수추출물을 비교·분석한 결과 키토올리고당 함량이 control보다 약2.0-2.5배 증가한 것을 볼 수 있었음. 이로써 발효 과정이 저분자 단백질의 추출 및 키토올리고당의 분해 효과가 있는 것으로 확인할 수 있었음.

표 206. 6개의 sample 키토올리고당 결과

Sample	시험*검사결과
M	1.39 mg/g
C	2.75 mg/g
MM	3.14 mg/g
CM	4.23 mg/g
MA	3.72 mg/g
MR	2.56 mg/g

M : 갈색거저리 유충 원물

C : 쌍별귀뚜라미 원물

MM : 갈색거저리 유충 간장박 열수추출 후 잔여고형분

CM : 쌍별귀뚜라미 간장박 열수추출 후 잔여고형분

MA : 갈색거저리 유충 단백질 발효물의 열수추출 후 잔여고형분 (*A. oryzae* + *B. subtilis*)

MR : 갈색거저리 유충 단백질 발효물의 열수추출 후 잔여고형분 (*R. oligosporus* + *B. subtilis*)

자) Paste 및 액상화된 기본 조미액의 제품 개발을 통한 소스류 연구

소스류 중 액상조미액(간장형태)를 이용하여 쓰유, 데리야끼 소스를 개발, paste형 조미료(된장형태)를 이용한 바비큐소스를 개발 연구함.

[연구 방법]

○ 쓰유



쓰유는 통상적으로 소바, 우동과 같은 면 요리에 주로 사용하고, 차게 먹는 음식과 따뜻하게 먹는 요리 등 다양하게 사용되는 것이 이 소스의 특징이며, lab test를 통한 액상조미액(간장타입) 중 기름기가 적고 담백한 쌍별귀뚜라미 액상조미액을 첨가한 소스를 제조하였음. 배합비는 표 207과 같음.

표 207. 쓰유의 배합비

ingredient	중량(g)	비율(%)
쌍별귀뚜라미 액상조미액	100	7.66
다시마 육수	1,000	76.63
청주	25	1.92
미림	25	1.92
설탕	25	1.92
양파	25	1.92
대파	100	7.66
생강	5	0.38
합계	1,185	100.00

[연구 결과]

쓰유 본연의 풍미를 살릴 수 있고, 곤충 특유의 냄새가 나지 않아 쓰유 소스로서 적합하며, 다양한 국물요리의 사용에 조리적용이 가능함. 발효액상조미액의 탁도가 높아 맑은 쓰유의 본연의 색을 내지는 못하였으나, filter를 통한 전처리가 선행된다면 문제없으리라고 판단됨.

○ 데리야끼소스



데리야끼는 누에번데기 액상조미액을 첨가하여 소비자에게 거부감이 적고, 다양한 풍미를 줄 수 있는 소스개발에 중점을 두었으며, 조림, 찜, 구이, 볶음요리 등 소스를 이용한 요리가 많아 활용도가 높을 것으로 기대됨. 데리야끼소스의 배합은 표 208과 같음.

표 208. 데리야끼 배합비

ingredient	중량(g)	비율(%)
누에번데기 액상조미액	100	12.79
물	400	51.15
다시마	2	0.26
양파	100	12.79
대파	50	6.39
생강	5	0.64
굴피	5	0.64
설탕	40	5.12
미림	40	5.12
올리고당	40	5.12
합계	782	100.00

[연구 결과]

데리야끼의 색감을 유지하고, 적당한 짠맛과 단맛이 어우러져 채소볶음이나 육류 볶음요리, 구이에 적합함. 소스를 끓이면서 다양한 채소와 어우러져 곤충 특유의 향이 없고, 누에번데기 액상조미액의 색상이 진하여 데리야끼 소스 색상으로 요리시 적은 양으로도 적당한 색상을 맞출 수 있어 적합할 것으로

로 판단됨.

[응용요리]

-치킨테리야끼

테리야끼소스를 요리에 적용한 결과, 색상이 어우러져 볶음요리에 적합하고, 윤기가 나 재료와 소스가 잘 버무려져 간단하게 볶아냈음에도 불구하고 간이 잘 배어있음. 또한, 닭고기와 잘 어우러져 담백한 볶음요리가 형성됨.



조리법

1. 닭허벅지살은 먹기좋은 크기로 썰고, 소금과 후추로 밑간을 한다.
2. 양파, 청피망, 대파는 2 X 3cm 크기로 썰어둔다.
3. 달군 팬에 식용유를 두르고, 닭허벅지살을 볶다가 청주를 넣어 잡내를 제거하고, 테리야끼소스 2큰술을 넣어 볶는다.
4. 3)에 대파와 양파를 넣어 볶고, 마지막에 청피망을 넣어 가볍게 볶아 담아낸다.

○ 바비큐소스



최근 소비자들에게 대중적이고 호응도가 높은 소스로서 아이들 및 가족단위의 영양요리에 자주 사용될 수 있어 대중화가 용이할 것으로 판단되며, 새콤달콤한 소스의 풍미를 살려 육류 등의 요리에 적용이 용이함. 바비큐소스 배합비는 표 209와 같음.

표 209. 바비큐 소스 배합비

ingredient	중량(g)	비율(%)
쌍별귀뚜라미 페이스트	20	7.40
토마토케찹	120	44.38
우스터소스	7	2.59
칠리분말	0.8	0.30
설탕	1.5	0.55
농축오렌지	11	4.07

타바스코	0.1	0.04
물	110	40.68
합계	160.4	100.00

[연구 결과]

바비큐소스는 매콤새콤달콤의 삼미가 혼합하여 다양한 요리에 사용이 가능할 것으로 판단됨. 특히 구이나 조림 요리에 적합하며, 곤충 특유의 향이 느껴지지 않고 전체적으로 소스 맛이 어우러져 소스로서 손색이 없을 것으로 생각됨.

[응용요리]

- 등갈비바비큐요리

바비큐소스는 성장기 어린이에게 적합한 소스로, 특히 육류요리에 적합함. 등갈비요리에 직접 응용한 결과, 곤충의 특이한 풍미가 느껴지지 않고 돼지고기 잡내도 나지 않을 만큼 잘 어우러짐. 일반 바비큐소스와 같이 재료와 잘 어우러져 간도 잘 배여 따로 간을 하지 않았는데도 등갈비에 간이 맞아 바비큐소스로 적합한 것으로 판단됨.



조리법

1. 등갈비는 찬물에 담가 핏물을 뺀다.
2. 끓는 물에 양파, 대파, 생강 등을 넣고 등갈비를 가볍게 데쳐낸다.
3. 팬에 열을 가하고, 데친 등갈비를 가볍게 볶아준 다음 바비큐소스를 넣고 조려준다.
4. 소스의 농도가 나고, 윤기가 나면 불을 끄고, 접시에 담아낸다.

2) 식용곤충 발효 조미제품의 조리적용 특성연구

가) 건조형태의 조미식품을 이용한 복합조미분말 (compound seasoning powder) 제조

[연구 방법]

식용곤충 발효 액상조미액 여과박 열수추출물을 15° Brix로 감압 농축한 후, 마늘, 양파, 대파, 다시마, 및 무 분말 각각 0.2%로 혼합하여 동결건조 하여 분말형 복합 조미료를 제조(그림 187)하였으며, 고형분 함량에 따른 배합은 표 210에 나타내었음. 분말형 복합 조미료는 5.4%로 증류수에 희석하여 시판 조미액과 비교하여 수용성 가용성 고형분, 염도, 색도 및 탁도를 측정하였음.

표 210. 식용곤충 액상 발효조미액 여과박 열수추출물을 이용한 분말형 복합 조미료의 배합비(고형분 함량)

Ingredients	sample		
	M	C	P
마늘 분말	1.43	1.43	1.43
양파 분말	1.43	1.43	1.43
대파 분말	1.43	1.43	1.43
다시마 분말	1.43	1.43	1.43
무 분말	1.43	1.43	1.43
식용곤충 액상 발효조미액			
	92.85	92.85	92.85
여과박 열수추출물			
합계(%)	100	100	100



그림 187. 식용곤충 분말형 복합 조미료

M : 갈색거저리 유충 여과박 열수추출물
 C : 쌍별귀뚜라미 여과박 열수추출물
 P : 누에번데기 여과박 열수추출물

[연구 결과]

분말형 복합 조미료를 액상형태로 희석하여 가용성 고형분 함량 및 염도를 측정된 결과는 표 211에 나타내었음. 가용성 고형분은 시료 간 유의적 차이를 나타내지 않았고, 염도의 경우 C가 2.41%로 약간 높았으나, 시료간 염도 차이가 크지는 않아 복합 조미료로서 조리 적용하는데 있어, 염도가 문제가 되지 않을 것으로 확인됨. 색도는 L값(명도)은 control이 53.56으로 높았으며, a값(황색도)은 2.35-8.56 범위로 차이가 있으며, b값(적색도)은 C가 19.31로 가장 높은 값을 나타내었음(표 212). 복합조미료로서 명도(L값) 등의 색도가 조리 적용시 음식의 색에 큰 영향을 주지 않는 요리를 선택 적용한다면 분말형태의 복합조미료로서 활용할 수 있음.

표 211. 식용곤충 액상 발효조미액 여과박 열수추출물을 이용한 분말형 복합 조미료의 가용성 고형분 및 염도(액상형태)

Sample	Soluble solid (Brix°)	Salinity(%)
Con	6.1±0.1	2.26±0.02 ^b
M	6.1±0.1	2.31±0.04 ^b
C	6.1±0.1	2.41±0.02 ^a
P	6.2±0.0	2.29±0.01 ^b
F-value	NS	20.686 ^{***}

Con : 시판 제품
 M : 갈색거저리 유충 여과박 열수추출물
 C : 쌍별귀뚜라미 여과박 열수추출물
 P : 누에번데기 여과박 열수추출물

표 212. 식용곤충 액상 발효조미액 여과박 열수추출물을 이용한 분말형 복합 조미료의 가용성 색도 및 탁도(액상형태)

Sample	Color parameters			Turbidity
	L	a	b	
Con	53.56±0.25 ^a	2.35±0.04 ^d	14.06±0.56 ^b	0.57±0.00 ^d
M	37.64±0.73 ^c	4.63±0.18 ^b	12.20±0.27 ^d	1.55±0.01 ^a
C	45.65±0.76 ^b	4.13±0.13 ^c	19.31±0.55 ^a	0.64±0.03 ^c
P	36.94±0.21 ^c	8.56±0.02 ^a	13.04±0.14 ^{cd}	0.85±0.01 ^b
F-value	601.443 ^{***}	1560.547 ^{***}	173.407 ^{***}	1928.134 ^{***}

Con : 시판 제품
 M : 갈색거저리 유충 여과박 열수추출물
 C : 쌍별귀뚜라미 여과박 열수추출물
 P : 누에번데기 여과박 열수추출물

나) 발효공정에 의한 미생물 기인 단백질가수분해 효소 이용 단백질가수분해 추출물의 조리적용 [flake(육포jerky타입)제조 및 특성]

[연구방법]

그림 180. (식용곤충 단백질 발효추출물(Extracts of fermented edible insect protein) 제조 공정)의 방법으로 얻은 식용곤충 단백질 발효추출물을 첨가한 Flake(jerky type) 제조 공정은 그림 189에 나타냈으며, 반죽의 배합비는 표 213과 같다. 제조 방법은 물을 제외한 분말을 먼저 섞어준 뒤 물을 3번에 나누어 넣어주면서 5분간 반죽하였다. 완성된 반죽은 4~6℃에서 1시간동안 숙성하고, Roll miller를 이용하여 2mm의 두께로 밀어준 뒤 1시간 동안 4~6℃에서 수분평형을 시켰음. 수분평형을 시킨 반죽을 예열된 식용유(175℃)에서 2분간 튀긴 후, 표 214의 배합비로 제조한 염지액에 12시간 동안 4~6℃에서 염지, 40℃에서 7시간 송풍건조 과정을 거쳐 완성하였다. Flake의 특성 연구는 일반성분, 색도, 경도 측정을 하였음.

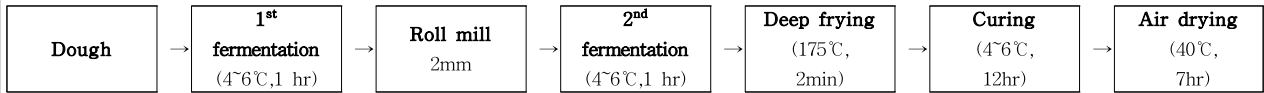


그림 188. 식용곤충 단백질 발효추출물 첨가한 Flake(jerky type) 제조 공정

표 213. 식용곤충 발효추출물 첨가 Flake(jerky type) 제조 배합비

Sample	Ingredients(%)										
	Defatted soybean or insect powder			Extract of fermented soybean or insect protein			Gluten	Roasted rice powder	Almond	Water	Total
	S ¹⁾	T	P	ESP ²⁾	ETP	EPP					
SJC ³⁾	25	-	-	-	-	-	25	5	5	40	100
SJ5	20	-	-	5	-	-	25	5	5	40	100
SJ10	15	-	-	10	-	-	25	5	5	40	100
SJ15	10	-	-	15	-	-	25	5	5	40	100
TJC	-	25	-	-	-	-	25	5	5	40	100
TJ5	-	20	-	-	5	-	25	5	5	40	100
TJ10	-	15	-	-	10	-	25	5	5	40	100
TJ15	-	10	-	-	15	-	25	5	5	40	100
PJC	-	-	25	-	-	-	25	5	5	40	100
PJ5	-	-	20	-	-	5	25	5	5	40	100
PJ10	-	-	15	-	-	10	25	5	5	40	100
PJ15	-	-	10	-	-	15	25	5	5	40	100

- 1) SJC: soybean jerky with 25% S, SJ5: soybean jerky with 20% S and 5 % ESP, SJ10: soybean jerky with 15% S and 10% ESP. SJ15: soybean jerky with 10% S and 15% ESP
- 2) S: de-fatted soybean, T: de-fatted *Tenebrio molitor* L. by n-hexane, P: de-fatted *Bombyx mori* pupae by n-hexane
- 3) ESP: extract of fermented soybean protein, ETP: extract of fermented *Tenebrio molitor* L. protein, EPP: extract of fermented *Bombyx mori* pupae protein
- 4) SJC: soybean jerky with 25% S, SJ5: soybean jerky with 20% S and 5 % ESP, SJ10: soybean jerky with 15% S and 10% ESP. SJ15: soybean jerky with 10% S and 15% ESP

표 214. 염지액의 배합비

Ingredients	(%)
Water	54.0
Soybean sauce	25.0
Sugar	8.5
Corn syrup	8.5
Mirim	1.5
Garlic powder	0.5
Green onion powder	0.4
Ginger powder	0.1
Black paper powder	0.5
Red paper	1.0
Total	100.0

[연구 결과]

- 식용곤충 단백질 발효추출물 첨가한 Flake의 일반성분 및 색도, Hardness 측정 결과

Flake의 일반성분은 표 215와 같다. 단백질 발효추출물이 증가할수록 단백질 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였고($P < 0.001$), 식용곤충 Flake의 경우 수분 및 지방 함량도 단백질 발효추출물 함량이 늘어날수록 증가하는 것을 보였음. 색차계를 이용한 색도의 측정 결과, 단백질 발효추출물 첨가량이 증가함에 따라 L, a, b 값이 모두 감소하는 것을 확인할 수 있었음(표 216). Texture analyzer를 통해 Flake의 Hardness를 측정한 결과, 단백질 발효추출물 함량이 늘어날수록 감소하는 것을 보였음(표 217). 이는 일반성분에서 Flake의 수분 함량이 증가하여 hardness에 영향을 미친 것을 확인할 수 있었음.

표 215. 식용곤충 발효추출물 첨가 Flake(jerky type)의 일반성분

Sample	Moisture(%)	Crude protein(%)	Crude lipid(%)	Crude ash(%)	Carbohydrate(%)
SJC ¹⁾	11.14±0.09 ^d	34.19±0.10 ^b	25.04±0.17 ^a	3.88±0.02	25.75
SJ5	15.47±0.43 ^c	34.88±0.20 ^b	22.99±0.15 ^b	3.57±0.17	23.09
SJ10	17.73±0.48 ^b	36.98±1.13 ^a	20.41±0.17 ^c	3.67±0.19	21.21
SJ15	21.62±0.25 ^a	36.17±0.20 ^a	18.29±0.16 ^d	3.59±0.25	20.33
F-value	476.969***	13.964**	966.748***	NS	NS
MJC	15.12±0.07 ^c	40.13±0.20 ^c	13.79±0.10 ^b	5.02±0.08 ^a	25.94
MJ5	17.47±0.45 ^b	41.88±0.53 ^c	14.87±0.19 ^a	4.21±0.01 ^b	21.57
MJ10	17.95±0.25 ^b	44.57±2.02 ^b	14.86±0.14 ^a	3.33±0.13 ^c	19.26
MJ15	22.87±0.15 ^a	46.67±0.53 ^a	14.98±0.07 ^a	3.01±0.02 ^d	12.77
F-value	432.415***	21.272***	52.713***	403.913***	NS
PJC	11.00±0.05 ^d	43.98±0.40 ^b	15.06±0.18 ^a	4.69±0.04	25.07
PJ5	11.61±0.25 ^c	45.50±1.53 ^b	14.11±0.13 ^b	4.33±0.15	24.45
PJ10	11.92±0.10 ^b	45.73±0.81 ^b	15.10±0.29 ^a	4.49±0.18	24.14
PJ15	14.17±0.04 ^a	48.94±0.36 ^a	15.17±0.08 ^a	4.35±0.23	17.37
F-value	297.266***	15.926**	22.011***	NS	NS

1) sample code는 표 213 참조

표 216. 식용곤충 발효추출물 첨가 Flake(jerky type)의 색도

Sample	Hunter color values ¹⁾		
	L	a	b
SJC ¹⁾	55.00±1.71 ^a	11.50±0.10 ^a	26.84±1.38 ^a
SJ5	46.82±1.47 ^b	9.49±0.84 ^b	18.28±0.68 ^b
SJ10	40.51±1.66 ^c	7.71±0.79 ^c	11.71±1.41 ^c
SJ15	39.89±1.37 ^c	7.06±0.43 ^c	9.90±0.70 ^c
F-value	60.932 ^{***}	31.090 ^{***}	145.157 ^{***}
MJC	45.67±2.55 ^a	8.55±0.97 ^a	12.97±2.78 ^a
MJ5	38.84±0.41 ^b	5.94±0.93 ^b	8.78±1.40 ^b
MJ10	36.80±0.40 ^b	4.17±0.22 ^c	6.92±0.08 ^{bc}
MJ15	36.23±0.96 ^b	3.84±0.40 ^c	4.86±1.59 ^c
F-value	29.145 ^{***}	27.857 ^{***}	11.692 ^{**}
PJC	54.33±1.04 ^a	8.86±0.29	16.23±3.00
PJ5	47.55±2.42 ^b	8.27±0.95	15.36±3.45
PJ10	45.16±1.11 ^b	10.33±0.87	18.10±0.50
PJ15	44.82±1.09 ^b	9.66±0.99	15.37±1.48
F-value	25.034 ^{***}	NS	NS

1) sample code는 표 213 참조

표 217. 식용곤충 발효추출물 첨가 Flake(jerky type)의 경도(hardness)

Sample	Hardness(N)
SJC ¹⁾	313.11±14.90 ^a
SJ5	238.04±35.77 ^b
SJ10	178.56±8.53 ^c
SJ15	122.21±32.14 ^d
F-value	45.676 ^{***}
MJC	121.81±20.68 ^a
MJ5	78.69±16.17 ^b
MJ10	49.29±13.03 ^c
MJ15	24.40±4.51 ^d
F-value	36.799 ^{***}
PJC	24.60±10.39 ^a
PJ5	22.25±7.25 ^a
PJ10	14.50±4.80 ^b
PJ15	12.54±2.16 ^b
F-value	3.528 [*]

1) sample code는 표 213 참조

다) 개발된 조미 제품의 소비자 접근성 향상을 위한 조리 적용 연구

○ paste형 발효 조미료(된장형태)의 조리적용 특성

- 메주, 코오지(koji), 볶은 쌀가루와 20% 소금물을 혼합하여 항온기에서 40 ℃, 28일간 발효한 paste형 발효 조미료(된장타입)로 사용하였고, 제조 방법과 제품사진은 다음 그림 189-190과 같다.

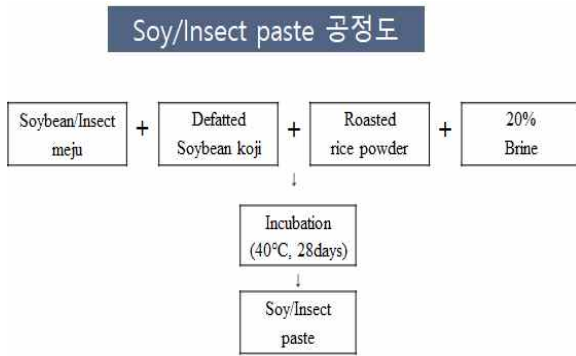


그림 189. 대두/식용곤충 paste형 발효조미료(된장타입) 공정도

그림 190. 대두/식용곤충 paste형 발효조미료(된장타입)

[연구 결과]

: 대두와 식용곤충 발효paste형(된장)은 갈색거저리유충 (*Tenebrio molitor* [Mealworm]) paste형 제품과 누에번데기 paste형 제품을 구성하였고, 이를 제조한 하여 관능적인 색상과 텍스처를 확인한 결과 (lab test), 갈색거저리 유충 paste형은 재래식 된장과 유사한 색상을 가지며, 수분함량이 높은 편에 속하며 촉촉하여 무침에 적합함. 또한, 누에번데기 paste형은 수분함량이 부족한 편에 속하고, 무침에 적용시 골고루 무치는데 부적합하여 다른 액을 첨가한 형태의 샐러드 드레싱으로 적합할 것으로 판단되며, 쓴 맛이 있어 이를 보완할 수 있는 소스응용에 적합함.



재료	무게(g)	비율(%)
비름나물	100	73.0
Mealworm 된장	20	14.6
설탕	5	3.7
쪽파	1	0.7
마늘	5	3.7
참기름	5	3.7
통깨	1	0.7
합계	137	100.0

재료	무게(g)	비율(%)
돌나물	100	69.9
pupa 된장	15	10.5
매실액기스	20	14.0
설탕	5	3.5
쪽파	1	0.7
다진 마늘	2	1.4
합계	143	100.0

조리법 (Recipe)

1. 비름나물은 손질 후 끓는 물에 소금을 넣고 가볍게 데친다.
2. 데친 비름나물은 찬물에 헹구어 물기를 제거한다.
3. 마늘은 다지고, 쪽파는 곱게 송송 썰어둔다.
4. 분량의 양념장(갈색거저리 paste[mealworm 된장형태], 설탕, 쪽파, 마늘, 참기름)을 만들어둔다.
5. 데친 비름나물에 양념장을 무치고 통깨를 올려 담는다.

조리법 (Recipe)

1. 돌나물은 깨끗이 씻어 물기를 제거한다.
2. 마늘은 다지고, 쪽파는 곱게 송송 썰어둔다.

3. 분량의 양념장(누에번데기 paste[mealworm 된장형태] , 매실액기스, 설탕, 쪽파, 다진 마늘)을 만들어둔다.

4. 돌나물에 양념장을 무쳐 담는다.

○ 발효 액상조미료(간장타입)의 조리적용 특성

- 한국형 볶음 및 김치 조리 적용

[연구방법]

: 한국의 전통 요리에 적용 가능성을 확인하기 위해 전통음식인 잡채와 물김치 요리에 적용하여 가능성을 확인함. 고춧가루를 첨가한 요리에 적용하기에 앞서 식용곤충 액상조미료(간장)로 그 맛을 낼 수 있는지를 보고자 조리에 적용함.

해물잡채



재료	무게(g)	비율(%)
새우	50	19.00
당면	100	37.99
양파	20	7.60
홍파프리카	20	7.60
노랑파프리카	20	7.60
부추	10	3.80
pupa sauce	20	7.60
굴소스	10	3.80
설탕	10	3.80
참기름	3	1.14
후추	0.2	0.08
합계	263.2	100

조리법 (Recipe)

1. 양파, 홍·노랑파프리카, 부추는 채를 썬다.
2. 당면은 불린 다음 먹기좋은 2~3번 자르고, 끓는 물에 4~5분간 데쳐서 찬물에 헹군다.
3. 새우는 손질한 다음 끓는 물에 데친다.
4. 볶음 팬에 온도를 올리고 양파, 홍·노랑파프리카, 부추 순으로 가볍게 볶아 식힌다.
5. 당면은 누에번데기 액상조미료(pupa sauce; 간장형태), 굴소스, 설탕, 후추로 양념하여 팬에 기름을 두르고 볶아낸 다음 4)의 볶은 재료를 섞어 참기름으로 밑간을 한다.

[연구결과]

: 데친 당면에 누에번데기 액상조미료(간장타입)로 밑간을 한 다음 다른 양념과 함께 버무려 팬에 기름을 두르고 고온에서 빠르게 볶은 결과 곤충 특유의 향을 느낄 수 없으며, 재료와 잘 어우러져 볶음 요리 소스로 적합한 것을 확인하였으며, 다양한 볶음 요리 활용에 가능함.

장김치



재료	무게(g)	비율(%)
무	40	13.3
배추	20	6.7
미나리	5	1.7
쪽파	5	1.7
홍고추	10	3.3
물	200	66.7
Mealworm sauce	15	5.0
설탕	5	1.7
합계	300	100.0

[연구결과] 장김치는 무와 배추를 썰어 갈색거저리 유충 액상조미료(mealworm sauce; 간장타입)로 채워 양념이 배이게 하였고, 정수된 물에 갈색거저리 유충 액상조미료(간장형태)와 설탕으로만 밑간을 하여 미나리, 쪽파, 홍고추를 곁들여 물김치를 담근 결과, 채소의 단맛과 어우러져 담백한 간장 base

김치국물이 완성됨.

Lab test 결과, 갈색거저리 유충 특유의 향이 채소들과 어우러져 저감(masking)된 것을 확인하였으며, 시원한 맛이 우리나라 물김치의 베이스(base)로 활용하는데 적합한 것으로 확인됨.

- 동남아시아 소스 및 조리 적용



재료	무게(g)	비율(%)
mealworm sauce	15	22.4
다진 청양고추	5	7.5
다진 홍고추	10	14.9
레몬즙	15	22.4
설탕	7	10.4
꿀	15	22.4
합계	67	100.0

[연구방법]

: 식용곤충 액상발효조미액은 동물성 단백질로 동남아시아의 fish sauce(어간장)와 유사한 맛을 내는 것이 특징. Fish sauce는 짭짤한 맛과 mild한 생선 향미를 가지고 있는 갈색 빛 액상 조미료로 주로 양념이나 소스에 많이 쓰임. 따라서, fish sauce로 대체할 수 있는 조리에 적용해봄.

[연구결과]

: 갈색거저리 액상 조미료(mealworm sauce; 간장형태)는 색이 옅고 기름층이 적어 간장 형태의 소스 형태로 활용한 결과, 기름층이 분리되지 않고, 느끼하지 않아 거부감을 저감(masking)할 수 있음. Fish sauce는 동물성 간장으로 대두를 이용한 간장보다 식용곤충 발효 액상조미료와 매우 유사한 점을 지니며, 특유의 비릿한 풍미를 돋보이게 하여 기호도면에서 매우 높은 평가를 받음.

조리법 (Recipe)

1. 청양고추와 홍고추는 다지고, 레몬은 1큰술 분량으로 준비한다.
2. 1)의 재료에 설탕, 꿀, 갈색거저리 액상조미료(mealworm sauce; 간장형태)를 고루 섞는다.



재료	무게(g)	비율(%)
pupa sauce	15	18.3
땅콩버터	15	18.3
레몬즙	15	18.3
꿀	15	18.3
머스터드	7	8.5
마요네즈	15	18.3
합계	82	100.0

[연구결과]

: 누에번데기 액상 조미료(pupa sauce: 간장형태)는 기름층이 있고 기름기가 느껴지는 점도가 있는 소스에 적합하며, 번데기를 간식으로 먹거나 탕으로 먹던 한국인에게 친숙한 풍미가 있어 친근감이 있는 식재료에 속함. 땅콩버터와 같이 달콤하고 강한 향과 어우러져 번데기 특유의 향을 느낄 수 없고 고소한 맛이 어우러짐. 그러나, 이를 경험을 하지 못한 사람들에게겐 향에 대한 거부감이 있을 수 있으므로

다른 향으로 저감 (masking) 할 수 있는 강한 소스나 고소한 소스 종류로 활용하는 것이 적합함.

조리법 (Recipe)

1. 분량의 재료를 한데 섞고 분리되지 않도록 잘 저어준다.

- 짜조



재료	무게(g)	비율(%)
돼지고기(등심)	80	46.73
표고버섯	6	3.50
양파	20	11.68
당면	20	11.68
pupa sauce	20	11.68
설탕	10	5.84
참기름	10	5.84
마늘	3	1.75
소금	2	1.17
후추	0.2	0.12
합계	171.2	100.0

[연구방법]

: 짜조는 생생한 식감을 위해 기름에 재빠르게 튀긴 베트남식 만두임. 짜조는 쌀국수, 월남쌈 등 쌀로 만든 다양한 베트남 대표 요리들과 함께 큰 인기를 누리고 있는 간편한 별미로서, 기름에 튀기지만 느끼하지 않고 담백한 요리임.

[연구결과]

: 라이스 페이퍼에 다진 돼지고기와 버섯, 쌀국수 등을 넣고 양념하여 도톰하게 말아 튀겨서 내는 요리로 발효 액상조미료로 양념한 결과 원재료와 잘 어우러져 곤충 특유의 맛과 향이 느껴지지 않음. 따라서, 조리는 고온으로 요리하여 빠르게 볶거나, 튀겨낸 요리가 매우 적합하며, 맛과 향에서도 매우 높은 기호도를 나타냄.

조리법 (Recipe)

1. 양파, 불린 표고버섯은 다져서 준비하고, 돼지고기도 다져둔다.
2. 당면은 끓는 물에 데친 다음 수분을 제거하고 곱직하게 다진다.
3. 1)~2)의 재료를 한데 섞어 분량의 양념을 넣어 치댄 다음 불린 라이스페이퍼에 올려 만든다.
4. 160℃로 예열한 기름에 바삭하게 튀겨낸다.

- 일본식 전골 및 조림 조리 적용

[연구방법]

: 가장 일반적인 전골 및 탕류, 조림 소스 등에 적용 시 맛, 냄새 및 전체적인 기호도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 전처리한 재료를 한데 담아 국물을 끓여 가능성을 검토함.

[연구결과]

: 간단한 일본식 육수 베이스 (base)로서 다듬거나, 조리는 등 전처리한 식재료를 돌려 담고, 국물을 부어 함께 끓여낸 결과, 곤충 특유의 향이 올라와 음식의 향에 영향을 미쳤으며, 또한 곤충 특유의 쓴 맛과 텁텁한 맛이 있음. 따라서, 곤충 발효 액상조미액은 국물이 끓은 후 마지막에 첨가하여 불을 가볍게 끓임으로서 곤충 특유의 향이 올라오지 않게 하는 것이 나올 것으로 판단됨.

조리법 (Recipe)

소고기전골

★★★★☆



재료	무게(g)	비율(%)
가쓰오 육수	500	88.2
Pupa sauce	30	5.3
청주	20	3.5
미림	10	1.8
설탕	5	0.9
생강	2	0.4
합계	567	100.0

1. 다시마를 넣고 가볍게 끓인 후 가쓰오를 넣어 불을 끈 다음 10분 이상 우려낸다(가쓰오육수).
2. 무, 배추, 대파, 버섯은 각각 크기에 맞게 채단한다.
3. 곤약, 어묵은 손질한 다음 끓는 물에 데쳐내고, 손질한 두부는 직화로 굽는다.
4. 실곤약, 미나리, 당근, 우영도 손질하고, 소고기는 얇게 저며 찐다.
5. 각각의 재료를 전골냄비에 돌려 담고, 위의 분량대로 국물을 부어 보글보글 끓여내고, 마지막에 pupa sauce를 첨가하여 밀간한 후 불을 끈다.

삼치 테리야끼

★★★★☆



재료	무게(g)	비율(%)
다시육수	200	42.6
설탕	50	10.6
Pupa sauce	50	10.6
청주	50	10.6
술	5	1.1
사과	50	10.6
양파	50	10.6
마늘	10	2.1
생강	5	1.1
합계	470	100.0

[연구결과]

: 누에번데기 액상 조미료(pupa sauce: 간장형태)를 분량의 재료를 넣고 오랫동안 끓인 결과 곤충 특유의 비린내가 올라오는 것이 특징임. 이는 생선의 비린내와 섞여 독특한 향을 낸 것으로 보이며, 생선을 열처리하여 비린내를 제거한 다음 소스에 넣고 졸이는 것이 나올 것으로 판단됨.

조리법 (Recipe)

1. 다시마를 넣고 가볍게 끓여 거른 후 위의 분량대로 소스 재료를 넣어, 10분 이상 끓인 다음 걸러낸다.
2. 삼치는 세장 뜨기하여 손질 후 소금에 절인 다음 찬물에 헹구어 물기를 제거한다.
3. 생강은 곱게 채를 썰어 찬물에 담가 전분기를 뺀다.
4. 팬에 식용유를 두르고, 전분옷을 입힌 삼치를 노릇하게 구워낸다.
5. 팬에 구운 삼치는 테리야끼 소스를 넣어 조리고, 마지막에 파리고추를 넣어 조려낸다.

○ 국내 시판 어간장과 식용곤충 액상 발효조미소재의 성분 특성 및 조리적용비교

[연구목적]

: 동물성 단백질을 이용한 발효조미소재 중 어장(魚醬)은 생선을 발효시켜 얻은 장을 말하며, 우리나라에서는 어간장, 액젓 등으로, 동남아에서는 피쉬소스 등으로 널리 사용하고 있다. 이에 상기 연구에서 동물성 단백질인 식용곤충을 이용한 액상 발효조미소재를 시판 어간장(한국산 2종, 태국산 1종)과 성분 특성을 비교하였으며, 조리적용을 통한 관능적 차이를 확인하고자 하였음.

- 국내 시판 어간장과 식용곤충 액상 발효조미소재의 성분 측정비교

[연구방법]

: 상기 연구에서 제조한 식용곤충 액상 발효조미소재(28일 숙성)를 국내에서 시판되고 있는 어간장 3

종류(H사(한국), D사(한국), M사(태국))를 비교하여 품질 특성 차이를 확인하고자 하였다. 본 실험에 사용한 시료는 표 218와 같으며, 성분 측정방법으로 pH, Brix, 염도(Mohr 법), 아미노 질소(Formal 적정법), 총질소(Khejldal 법)를 측정하였음.



그림 191. 국내 시판 어간장

표 218. 식용곤충 액상 발효조미소재와 국내 시판 어간장

샘플코드	제조사	곤충 또는 어류 함량(%)	숙성기간	식품유형	소비자가격 (원)
FS_1	H사		미표기	소스	3,500/600g
FS_2	D사	멸치(75)	3년	액젓	25,000/375ml
FS_3	M사	멸치(66)	미표기	액젓	4,900/200ml
MS	본 연구	갈색거저리 유충(60)	28일		
CS		쌍벌귀뚜라미(60)	28일		
PS		누에번데기(60)	28일		

[연구결과]

: 곤충 액상 발효조미소재와 국내 시판 어간장의 pH, 가용성고형분, 염도, 총 질소 및 아미노 질소 함량 측정 결과 표 219과 같다. 곤충 액상 발효조미액과 시판 어간장을 비교 시 염도는 시판 어간에 비해 3~7%정도 낮은 것으로 나타났으며, 총 질소 함량 및 아미노 질소 함량이 3년 숙성된 어간장 함량과 비슷한 것으로 나타남.

표 219. 곤충 액상 발효조미소재와 국내 시판 어간장의 pH, 가용성고형분, 염도, 총 질소 및 아미노 질소 함량 측정 결과

sample	pH	Soluble solid(°brix)	NaCl(%)	Total nitrogen(%)	Amino nitrogen(%)	NDR(%)
FS_1	6.00±0.01	24.6±0.0	19.31±0.00	0.39±0.07	0.15±0.01	40.77±6.84
FS_2	5.76±0.00	37.1±0.0	23.69±0.00	1.76±0.02	0.91±0.02	51.66±1.82
FS_3	5.45±0.01	38.5±0.0	23.60±0.14	1.14±0.01	0.55±0.01	48.32±0.65
MS	5.65±0.02	40.0±0.0	16.48±0.02	1.88±0.02	0.96±0.01	50.86±0.53
CS	5.70±0.00	36.0±0.0	16.20±0.01	1.74±0.03	0.90±0.02	51.35±1.83
PS	5.65±0.00	37.0±2.0	16.31±0.02	1.78±0.01	0.89±0.02	49.92±0.61

- 국내 시판 어간장과 식용곤충 액상 발효조미소재의 조리적용 비교

[연구방법]

: 어간장(또는 액젓)을 이용한 조리 중 국 및 찌개, 볶음류로 나누어 식용곤충 액상 발효조미액 및 시판 어간장을 이용하여 조리적용 및 Lab-test를 통한 관능적 차이를 비교하였다(그림 192).

[연구결과]

식용곤충 액상 발효조미소재를 이용하여 조리 적용 시 국, 찌개, 볶음류의 색상의 명도에서 시판 어간장에 비해 식용곤충 액상발효소재를 적용한 것이 명도가 낮았음. 조리적용 시 피시소스나 식용곤충 액상발효소재의 경우 국/찌개류보다 볶음류에서 잔존하는 생선비린향이나 곤충 향미가 덜하였으며 볶음류 적용 시에도 피쉬소스의 경우는 생선 특유의 비린향이 많이 남아있었고 곤충 액상발효조미액의 경우는 상대적으로 곤충향미가 거의 나타나지 않았음.

식용곤충 액상 발효조미액을 이용한 조리적용(예)



그림 192. 식용곤충 액상 발효조미액을 이용한 조리적용

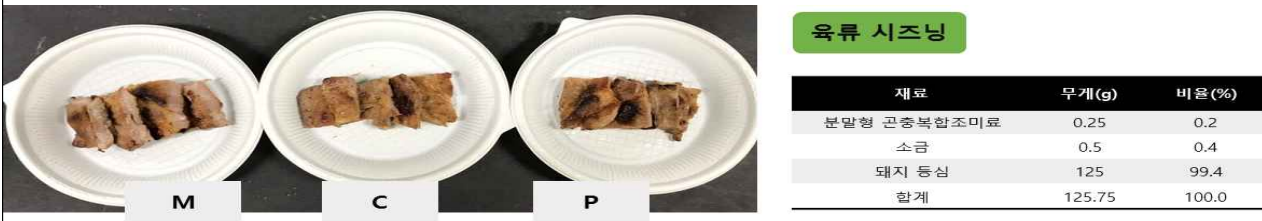
○ 건조형태의 조미식품활용을 위한 조미분말 (seasoning powder)의 조리적용 연구

[연구방법]

: 조미분말인 복합조미료를 조리 적용하였을 때 시판 제품과의 차이를 검토하기 위하여 국과 무침류에 적용하여 조리를 하였고, 각각 색, 맛, 냄새, 전체적인 조화를 lab test 하였음.

[연구결과]

Lab test 결과 시판 제품과 비교하였을 때 색감 부분에서는 시판 상업용 제품인 대조군 (S사, 복합조미료)과 유사한 색상은 갈색겨저리유층 발효박 열수추출물의 건조분말로 나타났으며, 기타 부재료와 함께 조리한 음식에서 특별한 냄새가 나지 않았으며, 맛 부분은 전체적으로 큰 차이를 보이지 않아 분말형 조미료로서의 가능성을 확인함.

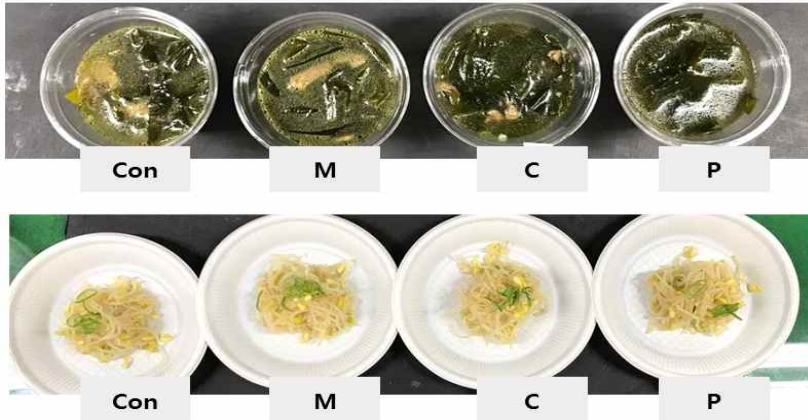


○ 단백질 발효 추출물의 조리적용 연구

[연구방법]

: 식용곤충 발효 추출물의 우수한 저분자 펩타이드를 조리 적용함으로써 고단백 영양분이 필요한 노인

식용곤충 액상 발효조미액 여과박 열수추출물을 이용한 분말형 조미료를 이용한 조리적용(예)



국/ 찌개류

재료	무게(g)	비율(%)
분말형 곤충복합조미료	1	0.66
미역국	150	99.34
합계	151	100.0

무침류

재료	무게(g)	비율(%)
분말형 곤충복합조미료	0.35	0.50
콩나물 무침	70	99.5
합계	70.35	100.0

층의 저작용이 및 연하 식품인 푸딩이나 치즈식감용 커드를 개발함으로써 간편하게 조리 적용 가능한 식품을 개발 연구함(그림 193).

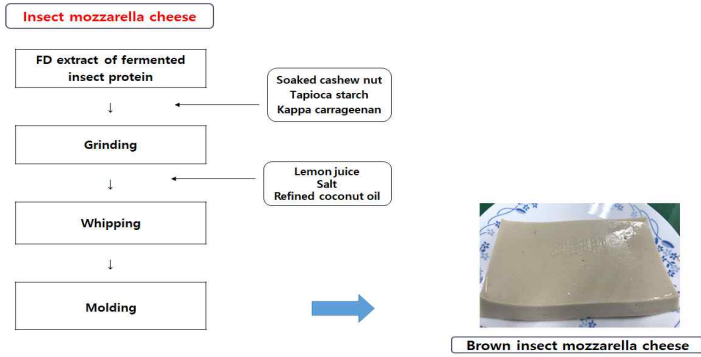


그림 193. 단백질 발효 추출물을 첨가한 커드(푸딩이나 모짜렐라 치즈식감용; 'brown cheese'로 표기)의 제조

[연구결과]

: 식용곤충 2 종류의 단백질 발효추출물의 치즈를 각각 샐러드와 카나페와 같은 요리에 간편하게 적용할 수 있으며, 치즈가 부드럽고, 스프레드치즈와 같이 빵에도 발라 먹을 수 있어 고단백 영양 식품으로 가능성이 있다고 판단됨.

Mealworm brown cheese salad



재료	무게(g)	비율(%)
양상추	30	14.53
치커리	20	9.95
토마토	10	4.98
홍파프리카	5	2.49
녹황파프리카	10	4.98
Mealworm 모짜렐라치즈	50	24.88
Mealworm sauce	20	9.95
발사믹식초	20	9.95
올리브오일	20	9.95
다진 마늘	5	2.49
설탕	10	4.98
소금	1	0.50
합계	201	100.00

Pupa brown cheese canapé



재료	무게(g)	비율(%)
아이비 크래커	15	9.68
키위	50	32.26
바나나	50	32.26
방울토마토	20	12.90
Pupa 모짜렐라치즈	20	12.90
합계	155	100.00

○ 식용곤충 발효 액상조미액(간장타입)과 발효 paste형 조미소재(된장타입)를 이용한 요리경연대회 참가 및 성과결과

본 연구에서 생산된 발효방법을 통한 조미소재 (액상 및 paste형태)를 제공하여 요리경연대회를 위한 식품요리에 응용하게 하였음.

- 2017년 12월 6일 농림축산식품부가 주최한 제 4회 식용곤충 요리경연대회에 오산대학교 호텔조리계열 학생들이 참가하였으며, 발효 액상조미소재 및 paste 조미소재를 활용하여 고기양념에 적용한 육진과 일반 부침전류를 찍어먹는 조미소스액을 제조하였다. 평가자 반응으로는 전통 장류 발효제품에서 느낄 수 있는 깊은 맛이 났으며, 곤충 특유의 이미나 이취를 느낄 수 없다고 평가하였고, 참여팀은 대상을 입상하였음(그림 194).



그림 194. 식용곤충 요리경연대회 입상내역(2017)

- 2018년 6월 19일 농림축산식품부가 주최한 제 5회 식용곤충 요리경연대회가 화성시 도시농업박람회장에서 진행되었다. 오산대학교 호텔조리계열 학생들이 참가하였으며, 발효 액상조미소재 및 paste 조미소재를 첨가한 떡갈비, 주먹밥 등을 제조하였음(그림 195). 참여팀 모두 장려상을 입상하였음.

번데기, 고소애와 꽃뱅이를 이용한 남도 떡갈비 밥상	고기 속에 주먹밥 & 삼색 곤충 송편	장려상 ₩400,000																																																																																																																		
<p>식용곤충 요리경연대회 팀명 : 파죽발상 (오인호, 심도일)</p> <p>재료</p> <p>고소애, 쌀, 참기름, 밥, 은행</p> <p>꽃뱅이, 돼지고기, 소고기, 마늘, 새송이버섯, 파, 발효조미, 은행, 잣, 조미료(설탕, 소금, 후추)</p> <p>고소애, 녹두묵, 소고기, 미나리, 실고추, 계란</p> <p>번데기, 우연, 발효조미, 파리고추</p> <p>더덕, 꽃뱅이, 고추장, 실파, 달래</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>재료</th> <th>무게(g)</th> <th>비율(%)</th> <th>재료</th> <th>무게(g)</th> <th>비율(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>고소애</td><td>100</td><td>g</td><td>고소애</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>귀뚜라미</td><td>100</td><td>g</td><td>번데기</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>돼지고기 육신</td><td>20</td><td>g</td><td>귀뚜라미</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>소고기 목살이름</td><td>20</td><td>g</td><td>왕가두</td><td>500</td><td>34.5</td></tr> <tr><td>쌀</td><td>60</td><td>g</td><td>감은콩</td><td>200</td><td>13.8</td></tr> <tr><td>강황</td><td>10</td><td>g</td><td>참깨</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>보리</td><td>10</td><td>g</td><td>단호박가루</td><td>10</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>고소애간장</td><td>50</td><td>mL</td><td>백년초가루</td><td>10</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>설탕</td><td>10</td><td>g</td><td>속</td><td>10</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>마늘</td><td>10</td><td>g</td><td>소금</td><td>10</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>생강</td><td>10</td><td>g</td><td>설탕</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>고추가루</td><td>5</td><td>g</td><td>참기름</td><td>10</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>양파</td><td>10</td><td>g</td><td>술알</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>후추</td><td>3</td><td>g</td><td>홍분</td><td>100</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>꿀</td><td>25</td><td>mL</td><td>합계</td><td>1,450</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>계피가루</td><td>3</td><td>g</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>여말알채소</td><td>10</td><td>g</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>합계</td><td>456</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	재료	무게(g)	비율(%)	재료	무게(g)	비율(%)	고소애	100	g	고소애	100	6.9	귀뚜라미	100	g	번데기	100	6.9	돼지고기 육신	20	g	귀뚜라미	100	6.9	소고기 목살이름	20	g	왕가두	500	34.5	쌀	60	g	감은콩	200	13.8	강황	10	g	참깨	100	6.9	보리	10	g	단호박가루	10	0.7	고소애간장	50	mL	백년초가루	10	0.7	설탕	10	g	속	10	0.7	마늘	10	g	소금	10	0.7	생강	10	g	설탕	100	6.9	고추가루	5	g	참기름	10	0.7	양파	10	g	술알	100	6.9	후추	3	g	홍분	100	6.9	꿀	25	mL	합계	1,450	100.0	계피가루	3	g				여말알채소	10	g				합계	456					<p>장려상 ₩400,000</p>
재료	무게(g)	비율(%)	재료	무게(g)	비율(%)																																																																																																															
고소애	100	g	고소애	100	6.9																																																																																																															
귀뚜라미	100	g	번데기	100	6.9																																																																																																															
돼지고기 육신	20	g	귀뚜라미	100	6.9																																																																																																															
소고기 목살이름	20	g	왕가두	500	34.5																																																																																																															
쌀	60	g	감은콩	200	13.8																																																																																																															
강황	10	g	참깨	100	6.9																																																																																																															
보리	10	g	단호박가루	10	0.7																																																																																																															
고소애간장	50	mL	백년초가루	10	0.7																																																																																																															
설탕	10	g	속	10	0.7																																																																																																															
마늘	10	g	소금	10	0.7																																																																																																															
생강	10	g	설탕	100	6.9																																																																																																															
고추가루	5	g	참기름	10	0.7																																																																																																															
양파	10	g	술알	100	6.9																																																																																																															
후추	3	g	홍분	100	6.9																																																																																																															
꿀	25	mL	합계	1,450	100.0																																																																																																															
계피가루	3	g																																																																																																																		
여말알채소	10	g																																																																																																																		
합계	456																																																																																																																			

그림 195. 식용곤충 요리경연대회 조리방법 및 입상내역(2018)

3) 곤충 유래 식품에 대한 소비자 조사

가) 일반소비자 인터넷 설문조사

[연구방법]

: 곤충의 식용화의 가장 큰 걸림돌인 곤충에 대한 혐오감과 곤충을 식용한다는 것에 대한 친숙도가 떨어진다는 점에 있다. 따라서 곤충에 대한 인식을 명확하게 파악하고, 곤충의 식용이 가능한 소비자층을 확인하는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 본 연구는 일반 소비자를 대상으로 식용곤충 소재 조미제품의 구매 가능성을 파악하고 소비자가 원하는 Needs를 검토하여, 식용곤충 소재 조미제품의 다양한 선택속성에 따라 태도에 영향을 미치는지 밝히고자 하였으며, 태도와 이용의도 및 추가 지불의사의 관계를 규명하고자 함.

설문지 구성은 인구통계학적 특성, 식생활라이프스타일 특성, 행동 특성, 식용곤충 상품의 구매에 대한 선택속성 분석, 식용곤충 상품의 지각된 위험, 식용곤충 상품의 태도분석, 식용곤충 유래 상품의 이미지지 판매 소비자 분석을 포함한 8개 부분으로 구성하였다. 조사대상자의 인구통계학적 특성을 알아보기

위해 성별, 연령, 학력, 연평균 가계소득 등의 총 8개 문항을 구성하였으며, 명목척도와 서열척도로 측정하였음. 식생활라이프스타일은 총 32개 문항을 구성하였으며, 1점이 '그렇지 않다'에서 7점이 '그렇다'까지 리커트 7점 척도를 이용하였음.

조사 대상자는 일반 소비자를 대상으로 실시하였으며, 총 543부의 설문지를 회수하였음.

[연구결과]

○ 인구통계적 특성

총 543명 응답자의 인구통계적 특성을 SPSS 빈도분석을 통해서 나온 결과를 정리하였음(표 220). 첫째, 남성이 52.9%(n=238)와 여성 47.1%(n=212)로 비슷한 구성비율을 보였으며 연령별 구성은 50대 이상(n=122, 25.9%)이 가장 많았다. 거주지역은 서울 지역이 가장 많았으며(32.7%, 147) 다음으로 경기도의 분포가 높았다(25.3%, 114). 설문 응답자의 67.6%(n=304)가 4년제 대학교 졸업자였으며, 연소득 1천만원 이하의 응답자가 42.9%(n=193)였다. 직업의 경우에는 회사원의 비율이 가장 높았으며(44.9%, 202), 응답자의 과반수 이상이(56.2%, 253) 기혼이였음.

표 220. 인구통계학적 특성(n=543)

구분	변수	빈도(비율)	구분	변수	빈도(비율)
성별	남성	268(49.4)	직업	학생	46(8.5)
	여성	275(50.6)		회사원	238(43.8)
나이	20대	133(24.5)		공무원	18(3.3)
	30대	133(24.5)		주부	60(11.0)
	40대	126(25.0)		전문직	71(13.1)
	50대	141(26.0)		자영업	47(8.7)
거주지역	서울	178(32.8)		판매/서비스업/운수업	20(3.7)
	경기도	139(25.6)		무직	28(5.2)
	부산	38(7.0)		기타	15(2.8)
	인천	29(5.3)		결혼여부	미혼
	대구	28(5.2)	기혼		295(54.3)
	대전	22(4.1)	기타		8(1.5)
	기타	109(20.1)	연소득	7천1만원 이상	61(13.6)
학력	고등학교 졸업 이하	78(14.4)		5천1만원~7천만원	59(13.1)
	대학교 재학	47(8.7)		3천1만원~5천만원	87(19.3)
	대학교 졸업	359(66.1)		1천1만원~3천만원	50(11.1)
	대학원 재학 및	59(10.8)	1천만원 이하	193(42.9)	
	졸업 이상				

○ 행동특성

- 장보기 행동특성

장보기 행동특성의 결과는 표 221에 나타내었다. 함께 장보는 대상으로는 혼자가 35.5%(n=242)로 가장 많았으며, 가족이 34.5%(n=235), 연인 또는 배우자가 27.0%(n=184) 등으로 나타났다. 주로 장보는 장소는 대형 할인마트가 33.8%(n=458)로 가장 많았으며, 집 근처 종합슈퍼마켓(20.7%), 재래시장(13.8%) 등으로 나타났다.

표 221. 장보기 행동특성

구분	변수	빈도(비율)	구분	변수	빈도(비율)
함께 장보는 대상	혼자	242(35.5)	주로 장보는 장소	대형할인마트	458(33.8)
	가족	235(34.5)		채래시장	188(13.9)
	연인/배우자	184(27.0)		백화점 식품코너	69(5.1)
	친구/선후배	18(2.6)		집 근처	281(20.7)
	직장동료	3(0.4)		종합슈퍼마켓	106(7.8)
				편의점	87(6.4)
				홈쇼핑/온라인 쇼핑	130(9.6)
	합계	682(100)		식품전문매장	36(2.7)
			합계	1355(100)	

- 식용곤충 인지정도 및 섭취 관련 행동특성

식용곤충 인지도 측정 및 섭취 관련 행동특성에 관한 결과를 표 222과 223에 정리하였다. 식용곤충에 대해 들어본 적이 있다는 응답자가 과반수였고(85.1%), 식용곤충 제조식품을 본적이 있는 응답자는 51.2%로 나타났으며, 식용곤충 제조식품을 섭취해 본 경우는 39.7%로 과반수 이상이 섭취해 보지 않은 것으로 나타났다.

섭취해 본 곤충에 관한 질문에서는 밀웜(고소애)이 44.5%로 가장 많았고, 다음으로는 메뚜기의 분포가 높았다(23.9%). 식용곤충을 섭취하지 못한 응답은 19.7%로 나타났다. 섭취해 본 곤충의 형태는 곤충형태 그대로가 27.8%로 가장 많았으며, 가루형태(14%) 혹은 곤충 형태가 보이지 않게 다른 음식에 포함된 경우(14%)가 그 다음으로 많았다. 섭취경로는 해당사항 없는 응답을 제외하고 오프라인 대형마트가 17.4%로 가장 많았다. 식용곤충 섭취 이유의 경우 호기심 때문이라는 응답자가 23.4%로 가장 많았으며, 건강보조식품으로 섭취한 응답자가 21%로 나타났다. 선호하는 식용곤충으로는 번데기가 41.5%로 가장 많았으며, 메뚜기가 16.8%, 밀웜(고소애)가 6.1% 순으로 나타났다. 식용곤충 정보를 얻는 방법으로는 언론정보(방송, 신문잡지, 인터넷 기사 등)를 통한 방법이 40.1%로 가장 많았음.

표 222. 식용곤충 인지도 측정

구분	변수	빈도(비율)
식용곤충을 들어본 적이 있나?	예	452(85.1)
	아니오	79(14.9)
식용곤충 제조식품을 본적이 있나?	예	272(51.2)
	아니오	259(48.8)
식용곤충 제조식품을 먹어본 적이 있나?	예	211(39.7)
	아니오	320(60.3)

표 223. 식용곤충 섭취 관련 행동 특성

구분	변수	빈도(비율)
섭취해 본 곤충	메뚜기	181(23.9)
	밀웜(고소애)	337(44.5)
	번데기	37(4.9)
	귀뚜라미	31(4.1)
	백강잠	8(1.1)
	흰점박이꽃무지 유충(꽃뱅이)	5(0.7)
	장수풍뎅이 유충	9(1.2)
	기타	1(0.1)
	없음	149(19.7)
	섭취해 본 형태	곤충형태 그대로
가루형태로		98(14.0)
간조된 형태로		94(13.4)
다른 음식에 포함되어서(곤충 형태가 보이게)		56(8.0)
다른 음식에 포함되어서(곤충 형태가 보이지 않게)		98(14.0)
곤충 성분 추출물		40(5.7)
섭취경로	해당사항 없음	120(17.1)
	온라인 식용곤충 판매점	24(3.9)
	온라인 종합쇼핑몰	32(5.2)
	오프라인 식용곤충 체험장	53(8.5)
	오프라인 대형마트	108(17.4)
	음식점	68(11.0)
	길거리	71(11.4)
	기타	73(11.8)
식용 곤충 섭취 이유	해당사항 없음	192(30.9)
	식품목적(음식, 간식 등)	125(16.6)
	건강보조식품(단백질, 고영양 등)	158(21.0)
	질병예방 및 치료목적	39(5.2)
	호기심	176(23.4)
	환경보호	19(2.5)
	맛있을 것 같아서	88(11.7)
주변추천	33(4.4)	
선호하는 곤충	해당사항 없음	115(15.3)
	메뚜기	113(16.8)
	밀웜(고소애)	41(6.1)
	번데기	279(41.5)
	귀뚜라미	23(3.4)
	백강잠	9(1.3)
	흰점박이꽃무지 유충(꽃뱅이)	4(0.6)
	장수풍뎅이 유충	9(1.3)
	없음	194(28.9)
	식용곤충 정보 얻는 곳	SNS(트위터, 페이스북 등)
언론정보 (방송, 신문잡지, 인터넷 기사 등)		297(40.1)
친구, 동료, 가족 등의 주변사람		111(15.0)
식용곤충 관련 광고		29(3.9)
오프라인 매장 (판매장, 전시장, 체험장 포함)		75(10.1)
해당사항 없음		118(15.9)
기타		3(0.4)

- 식생활라이프스타일 분석 및 식용곤충 상품의 태도에 대한 분석
식생활라이프스타일 분석을 통해 비계층적 군집분석의 K-평균법으로 군집의 수를 결정하였으며, 표

224와 같이 총 5개의 집단으로 구분되었으며, 건강과 편의성을 중시하는 군집이 가장 많았다. 이와 같은 군집과 식용곤충 상품의 태도에 대한 항목 중 긍정적 태도, 제품이미지, 이용가능성, 추천의도, 추가비용지불의사에 대해 분산분석을 실시한 결과를 표 225에 나타내었다. 연구 결과, '건강과 편의성을 중시하는 소비자군'의 경우 대부분 긍정적인 의사를 보이며 이용가능성을 나타내었고, '모험심과 합리성을 중시하는 소비자군'역시 긍정적인 것을 확인할 수 있었다. 그러나 합리성만을 중시하는 소비자군의 경우는 부정적인 태도를 보이는 것으로 확인되었음. 주로, 식용곤충을 이용한 발효제품들을 판매하기 위해서는 모험심(호기심)이 강하고 건강을 중시하는 집단을 target으로 하는 마케팅이 중요하며, 주로 인터넷 등 온라인 홍보를 통하여 식용곤충 이미지를 부각시키는 것이 적합함.

표 224. 식생활라이프스타일 분석

라이프스타일 요인	군집					F-value
	1	2	3	4	5	
건강 중시	.29432	.03266	-.04179	.48557	-1.07423	54.382***
모험 중시	.76979	-1.01013	-.24436	.12858	.13848	50.499***
맛 중시	.27231	.78411	-1.20355	.06775	.30945	92.531***
편의 중시	-.86825	-.37978	-.47021	.81968	.34495	95.138***
합리 중시	.44362	.14595	-.48889	-.32275	.51857	25.974***
경제 중시	-.61491	.66476	.23316	-.24425	.19913	26.664***
계획 중시	.20892	.53668	-.10230	.19422	-.85983	32.151***
군집 특성	모험심과 합리성을 중시하는 군집	맛과 경제성 및 계획을 중시하는 군집	경제성을 중시하는 군집	건강과 편의성을 중시하는 군집	합리성을 중시하는 군집	
N	94	79	106	157	95	

표 225. 식생활라이프스타일에 따른 군집과 식용곤충 상품의 태도의 분산분석

식용곤충 상품의 태도분석	군집					F-value
	1	2	3	4	5	
태도 긍정도	4.11±1.48 ^a	3.92±1.37 ^{ab}	3.98±1.12 ^{ab}	4.37±1.03 ^a	3.45±1.49 ^b	7.942***
제품이미지	4.16±1.35 ^a	3.90±1.38 ^{ab}	4.01±1.01 ^{ab}	4.37±1.00 ^a	3.59±1.30 ^b	6.926***
이용가능성	3.90±1.50 ^{ab}	3.49±1.52 ^{bc}	3.66±1.15 ^{abc}	4.18±1.13 ^a	3.10±1.45 ^c	10.943** *
추천의도	3.85±1.57 ^{ab}	3.50±1.57 ^b	3.65±1.13 ^{ab}	4.16±1.17 ^a	3.32±1.32 ^b	7.061***
추가비용지불의사	3.06±1.46 ^b	2.61±1.34 ^{bc}	2.84±1.15 ^{bc}	3.82±1.30 ^a	2.43±1.29 ^b	21.978** *
군집 특성	모험심과 합리성을 중시하는 군집	맛, 경제성 및 계획을 중시하는 군집	경제성을 중시하는 군집	건강과 편의성을 중시하는 군집	합리성을 중시하는 군집	

○ 식용곤충 유래 액상조미액의 소비자 이미지 가격

소비자들에게 가격 정보 없이 식용곤충 액상조미액의 예상 가격을 질문한 결과(표 226) 평균 값은 6,461.2원으로 나타났고, 실제 판매되고 있는 간장들의 가격을 제시한 후 변화된 가격은 평균 13,062.6원으로 나타났음. 소비자들의 인지된 간장의 가격이라 함은 현재 시판되고 있는 간장의 가격과 식용곤충 액상조미액과의 가격이 비슷할 것으로 인지하고 있으며, 최고 많은 비용을 주고 구매하더라도 약 2배 정도의 가격으로 구매할 의사가 있는 것으로 나타남. 이에 식용곤충 액상조미액의 가격을 현행 간장의 수준 또는 그보다 약간 높은 가격으로 유지하여 판매하는 것이 소비자들의 구매를 유도할 수 있을 것으로 파악됨.

표 226. 식용곤충 유래 상품의 이미지 판매 소비자 분석

본인이 선택한 상품의 가격		변화된 상품의 가격	
평균	6,461.2원	평균	13,062.6원

최빈값	5,000원	최빈값	5,000원
최소값	500원	최소값	1,500원
최대값	50,000원	최대값	100,000원

○ 식용곤충 소재 조미식품의 선택속성이 결과변수에 미치는 영향
 본 연구에서 이용되는 식용곤충 소재 조미식품의 선택속성이 소비자의 태도 및 이용의도와 같은 결과 변수에 미치는 영향에 대하여 탐색적 요인분석과 회귀분석으로 분석한 결과를 제시함.

- 식용곤충 소재 조미식품의 선택속성의 탐색적 요인분석 결과
 식용곤충 소재 조미식품의 탐색적 요인분석 결과 변수들이 세 개의 요인인 건강 및 안정성, 제품의 특성, 신기성으로 묶임. 이를 표 227에 제시함. 제품의 친환경, 건강 기능적 요인 등의 건강과 안정성 요인, 제품의 맛과 풍미 등 제품의 특성, 제품의 독특성과 호기심 등 차별성 등 신기성으로 요인들이 묶임.

표 227. 식용곤충 소재 조미식품의 선택속성의 탐색적 요인분석 결과

변수 (평균 및 표준편차)	요인 적재량	아이겐값	분산 설명력	크론바하 α
건강 및 안정성 (5.27, .94)		2.880	23.997	.849
제품의 친환경성17	.787			
제품의 건강 기능적 요인18	.774			
제품의 품질인증표시21	.760			
제품의 영양성분9	.695			
제품의 특성 (5.35, .83)		2.584	21.533	.799
제품의 맛1	.849			
제품의 풍미2	.741			
제품의 구매 편리성11	.710			
제품의 가격10	.678			
신기성 (4.55, .90)		2.406	20.048	.778
제품의 독특성14	.791			
제품의 호기심4	.775			
기존 제품과의 차별성13	.725			
제품의 디자인19	.659			

KMO measure of sampling adequacy = .854, Bartlett's test of sphericity ($p < .001$).

- 태도, 이용의도, 추가지불의사의 탐색적 요인분석
 식용곤충 소재 조미식품에 대한 태도, 이용의도, 추가지불의사에 대한 분석 결과 표 228과 같음.

표 228. 태도, 이용의도, 추가지불의사의 탐색적 요인분석 결과

변수	요인 적재량	아이겐값	분산 설명력	크론바하 α		
태도 (4.35, 1.07)		2.808	90.848	.950		
전반적으로 호의적이다.	.961					
전반적으로 좋은 편이다.	.951					
전반적으로 긍정적인 편이다.	.947					
KMO measure of sampling adequacy = .771, Bartlett's test of sphericity ($p < 0.001$).						
이용의도 (4.02, 1.22)		2.643	88.087	.932		
향후에 이용할 것이다.	.955					
지속적으로 이용할 의도가 있다.	.943					
이용하려고 노력할 것이다.	.917					
KMO measure of sampling adequacy = .749, Bartlett's test of sphericity ($p < 0.001$).						
추가지불의사 (3.30, 1.32)		2.731	91.026	.951		
추가적인 비용을 지불할 용의가 있다.	.965					
추가적인 비용을 지불하더라도 이용할 의사가 있다.	.964					
다소 비싸더라도 구매할 것이다.	.932					
KMO measure of sampling adequacy = .753, Bartlett's test of sphericity ($p < 0.001$).						
- 회귀분석 결과						
<p>첫 번째, 회귀분석에서 독립변수를 건강 및 안정성, 제품의 특성, 신기성으로 설정하였고, 종속변수를 태도로 설정한 결과를 보면 표 229과 같다. 세 개 선택속성 모두 태도에 유의적인 영향을 주었으며, 그 중에서도 제품의 특성이 소비자의 호의적인 태도를 형성함에 있어서 가장 중요하였음. 두 번째, 태도가 이용의도 및 추가지불의사에 미치는 영향에서도 태도가 이용의도와 추가지불의사에 중요한 영향을 주는 것으로 나타남. 결과를 토대로 식용곤충 소재 조미식품에 대하여 건강 및 안정성, 제품의 특성, 신기성 등을 만족시킨다면 일반 소비자 집단의 인식이 호의적일 것이며, 구매행동을 변화를 가져다 줄 것으로 판단됨. 또한, 그러한 구매행동은 지속적으로 이용할 의도가 있는 것으로 나타났으며, 추가지불할 의사에도 변화를 줄 것으로 사료됨.</p>						
표 229. 회귀분석 결과						
독립변수	종속변수	Beta (β)	t-value	가설	F-value	R ²

H1	건강 및 안정	→ 태도	.145	3.242*	채택		
H2	제품의 특성	→ 태도	.209	4.680*	채택	11.967	.100
H3	신기성	→ 태도	.204	4.548*	채택		
H4	태도	→ 이용의도	.811	29.339*	채택	860.760	.657
H5	태도	→ 추가지불의사	.556	14.154*	채택	200.347	.307

* $p < .05$

나) Focus Group Interview(FGI) 및 기호도 조사

[연구방법]

곤충 소재 조미식품의 상품화 가능성을 파악하고, 소비자의 심층적 응답을 통한 상품 방향성 설정을 목표로 가정주부, CIA (Culinary Institute of America) 출신 전문가 그룹으로 나누어 FGI (Focus group interview)를 진행하였음(표 230). 진행 방법은 각자 설문지를 나누어 주고, 연구자의 진행 하에 각 설문지에 각자의 의견 및 생각을 기입하도록 하였다. 또한 식용곤충의 기호도에 관한 의견을 수렴하고자 시판 간장 1종, 식용곤충 액상조미액 3종 및 대두간장 1종을 포함한 총 5종의 액상조미액 기호도를 평가하였음. 연구자의 주도하에 표 231와 같은 질문을 통해 패널들이 자유롭게 토의하며, 본 곤충 소재 액상조미액에 대한 다양한 의견을 듣고 수집하고자 하였음.





- 일시 : 05.31.18 pm 7:30-9:30 (2시간)
- 장소 : 성수동 백미주반
- 인원 : CIA 출신 전문가 집단 8명

- ✓ CIA 요리학교는 1946년에 미국 뉴욕에 설립된 요리학교로 세계 요리학교 랭킹에서 항상 1-2위를 다투고 있으며 외식업계에서 높은 인정을 받고 있음.
- ✓ 한국 동문이 수천명.
- ✓ CIA 요리학교 출신 집단 8명은 졸업 후 현재는 한국에서 대학교수(조리), 외식업체 등에 종사하며 활발한 활동을 펼치고 있음.

표 230. Focus Group Interview

집단	인원 및 성별
가정주부	12명(여 12)
CIA 출신 전문가	8명(남 2, 여 6)

표 231. Focus group interview 질문 내용

구분	조사 항목	질문 내용
1	구매 시 고려사항	1. 평상시 식품을 구매할 때 중요시 여기는 것으로는 무엇이 있습니까?
		2. 조미제품(간장, 된장, 다시다 등) 선택 시 1번과 같은 이유와 연결되어 생각합니까?
		3. 조미제품(간장, 된장, 다시다 등)은 주로 어디에 이용합니까?
		4. 조미제품(간장, 된장, 다시다 등)은 주로 어떠한 경로로 접합니까?
		5. 지금까지 사용하는 간장, 된장 혹은 조미제품에 불편한 점이 있습니까?(포장 상태가 불편하다거나, 맛이 없다거나, 어떤 요구사항이 있다거나)
2	식용곤충 기호도	6. 시식해본 곤충을 이용한 간장이 출시된다면 이용할 생각이 있습니까?(곤충 간장 시식 후)
		7. 곤충 간장을 시식해 본 결과 관능적 기호성은 어떠하며, 일반 간장과 특성 차이가 있습니까? (맛이나 향 등 어떠한 느낌을 받았나?)
		8. 곤충 간장을 어떻게 이용하는 것이 좋을 것 같습니까?(어떠한 식품에 이용하는 것이 좋을지, 그 밖에 이용가능성의 아이디어는?)
3	식용곤충 구매 가능성 파악	9. 곤충 간장을 제품으로 판매한다면 어떠한 점을 강조하는게 좋겠습니까?
		10. 곤충을 이용한 조미소재의 형태로는 어떠한 형태가 가장 구매 가능성이 높겠습니까?(가루, 고형분, 액상 등이 나올 수 있는데 어떠한 형태로 나올 때가 가장 구매 가능성이 높겠는가?)
		11. 곤충을 이용한 조미소재의 제품화할 때 포장의 형태는 어떠한 것이 좋겠습니까?
		12. 곤충을 이용한 조미소재의 제품화할 때 이미지는 어떠한 것이 좋겠습니까?(고급스러운? 모던한? 어떠한 느낌으로 진행을 해야 소비자에게 판매 가능성을 높이고, 곤충라는 이질감에서 벗어날 수 있겠는가?)
		13. 곤충을 이용한 조미소재가 간장과는 차별화를 가지고 제품화하는 것이 좋을 것 같습니까?
		14. 본인이 광고인이라면 어떠한 마케팅 문구를 넣겠습니까?

[연구결과]

○ 구매 시 고려사항

조미 제품 구매 관련 항목에서 식품 구매 시 브랜드를 중요하게 생각한다는 의견이 많았음. 그 외 안전성, 가격, 제품디자인, 맛, 식재료 원산지, 브랜드 이미지, 영양성분 등의 의견이 있었음. 조미제품은 주로 국, 조림, 찌개 등의 조미료로 사용하기 위해 구입을 하며, 구매경로는 주부 집단에서는 주로 직접 구매한다는 의견이 많았으나, CIA 집단에서는 지인 또는 가족을 통해 접한다고 응답하였음. 조미제품 사용 시 불편사항으로는 용기와 관련하여 따르기 힘들거나 양 조절의 어려움 등을 이야기 하였음

며, 장기간 사용 시 위생적으로 보관이 힘들다는 의견도 있었음.

○ 식용곤충 기호도 평가

식용곤충 액상 조미소재를 시식한 후 기호도에 관해 질문한 결과 구매 의향이 있다는 의견이 많았으며, 대부분 긍정적인 평가였음. 주부 집단 및 CIA 집단에서 모두 번데기 액상조미액(간장타입)의 선호도가 높게 나온 것을 확인하였음. 번데기 액상조미액(간장타입)의 경우 ‘어쩐지 익숙한 맛이었고, 단맛도 난다. 조미가 된 맛이다’라는 의견이었음. 다만 식용곤충이 첨가된 경우 곰팡이, fish소스 등의 향이 난다는 의견이 있었고, 활용 가능성 및 방법에 관한 질문에서는 일반 간장처럼 음식에 이용할 것 같다는 의견이 많았다. 응답자에 따라 활용 방법이 달랐으나, 일본 맛간장 같은 방법으로 음식에 색을 연하게 내는 방식으로 사용하거나, 샐러드드레싱 등의 소스를 통해 활용하면 좋을 것 같다는 의견이 있었음.

○ 식용곤충 구매 가능성 파악

- 식용곤충 간장을 제품으로 판매 시 강조할 점으로는 건강, 효능 등의 기능성으로 조사됐으며, 식용곤충의 경우 ‘혐오감이 있어서 안전할까? 라는 걱정이 있어 안전성을 강조해야 할 것 같다’라는 의견이 있었음.

- 조미소재의 형태에 관한 질문에서는 곤충 형태가 보이지 않는 액상형태가 좋을 것 같다는 의견이었으며, 가루형태도 선호하는 것으로 나타났다. 다만 ‘페이스트 형태는 무언가 벌레의 모양이 예상되며, 그렇게 선호적이지 못할 것 같다’라는 의견도 있었으며, 이에 가장 보편적인 소재로 나오는 것이 거부감이 덜할 것 같다고 하였음.

- 포장형태에 관한 질문에서는 유리병 소재의 용기를 사용하며, 제품화 시 이미지의 경우 고급스러움, 건강함을 나타내면 좋을 것 같다고 보였음.

- 간장과 차별화 출시에 관한 질문에서 차별화에 응답한 대상자는 ‘연두처럼 새로운 이미지의 조미료 컨셉으로 제품화 해야 한다’는 의견이었으며, 간장과 같은 이미지로 출시에 답한 의견으로는 ‘간장은 요리에 필수적으로 들어가는 느낌이 들지만, 연두와 같은 제품처럼 차별화시킬 경우 부수적인 이미지가 들기 때문에 간장으로 출시하는 것이 소비자에게 접근이 더 쉬울 것으로 생각된다’는 의견을 제시함.

- 마케팅 문구에 관한 질문에서는 ‘건강’에 관한 문구가 많았으며, 전통과 미래의 새로운 간장, 단백질 함량, 기능성 강조 등의 의견이 있었음.

- 식용곤충 간장의 기호도 관련 질문에서는 시판간장과 비교하였을 때 곤충의 특성이 크게 느껴지지 않는다는 의견이 다수이며, 2-3년간 숙성한 간장의 맛이 난다고 함. 제조사 입장에서 merit가 아주 큰 것으로 보이며, 가격이 너무 저렴하면 소비자 입장에서 불신할 수 있으므로 고급화 전략이 적합할 것이라는 의견이었음. 시판 간장과 차별화된 이미지를 강조하는 마케팅을 통한 프리미엄 제품으로 가치가 있을 것으로 평가함. 곤충이 함유되었다는 명시가 분명히 들어가되 부각하지 않는 것이 소비자에게 접근하기 쉬울 것으로 판단되며, 곤충으로 만들어진 발효 액상조미액의 경우 곤충이 사육되는 환경, 제품이 만들어지는 과정 등 제품의 안전성 검증이 중요할 것으로 판단된다. 또한 곤충 발효 액상조미액의 경우 Non GMO가 중요 요소로 작용할 것이며, 이를 활용한 마케팅이 강조된다면 식용곤충 발효 액상조미액의 제품으로서 가치가 돋보일 수 있을 것으로 사료됨.

다) “식용곤충 인식 개선 위한 식용곤충 팸투어” 참가자를 통한 기호도 조사

“호텔 셰프와 외식업체 관계자를 위한 식용곤충 팸투어”를 통해 현장관계자들의 식용곤충 인식과 액상 발효조미액의 맛을 보이고 그에 대한 평가를 받고자 참여함.



- 2018년 6월 19일, 농촌진흥청 국립농업과학원이 주관하고, 양주시와 경민대학교가 공동으로 주최한 “호텔 셰프와 외식업체 관계자를 위한 식용곤충 팸투어”가 양주시 관내 곤충사육농장과 농촌체험마을에서 진행됨.

- 호텔 총 주방장, 셰프, 외식업체 관계자, 곤충 전문가 등 약 40여명 참여하였으며, ‘새로운 식품 소재

식용곤충'을 주제로 간담회를 진행한 후 식용곤충 및 대두를 이용하여 제조한 액상발효조미소재의 맛을 호텔 셰프와 외식업체 관계자들에게 평가를 받음.

[연구결과]

3개 집단의 기호도 test 결과는 표 232과 같다. 대체적으로 갈색거저리 유충과 누에 번데기로 만든 액상발효조미소재의 선호도가 높았으며, 번데기의 경우는 특유의 향으로 선호 편차가 큰 것으로 나타났다. 또한, 곤충을 이용한 액상발효조미제품임을 사전에 알리고 blind test를 실시하였음에도 일반간장과의 차이를 느끼지 못하는 사람이 대부분이었고, 시판 간장과 비교하여도 손색이 없어 제품의 출시에 긍정적인 평가를 보였음.

표 232. 3개 집단의 기호도 test 결과

Sample	CIA 전문가 집단	주부 집단	호텔 셰프, 외식업체 관계자
대두	5	2	16
갈색거저리 유충	2	1	10
쌍별 귀뚜라미	1	3	6
누에번데기	2	6	11
시판 간장	0	0	2

- A : 대두
- B : 갈색거저리 유충
- C : 쌍별 귀뚜라미
- D : 누에번데기
- E : 시판 간장

다) 발효공정을 통한 식용곤충 액상 조미제품 [액상형태(간장타입)]의 묘사분석

○ 묘사특성 용어

대두 및 곤충을 이용한 4가지 타입의 액상 발효 조미소재와 시판 액상 발효조미소재 5가지에 대해 묘사특성 용어를 도출한 결과 각 묘사특성의 정의와 표준물질에 관한 정보를 표 233에 나타내었음. 외관 (Appearance) 항목에서는 갈색도(Brownness), 적색도(Redness), 탁도(Turbidity), 점도(Viscosity)로 4가지 묘사용어를 도출하였고 향(Odor)에서는 단향(Sweet_O), 신향(Sour_O), 고소한향(Savory_O), 메주향(Meju_O), 카라멜 색소향(Caramel pigment_O), 알코올향(Alcohol_O), 기름진향(Oily_O), 흙향(Earthy_O), 비린향(Fish sauce), 곰팡이향(Moldy)으로 10가지를 도출하였다. 맛/향미(Taste/Flavor)에서는 단맛(Sweet_T), 짠맛(Salty_T), 신맛(Sour_T), 쓴맛(Bitter_T), 감칠맛(Umami_T), 고소한 향미(Savory_T), 알코올 향미(Alcohol_T), 금속성 향미(Metalic_T)로 8가지, 질감/입안감촉(Texture/Mouthfeel)에서는 입안을 자극하는 느낌(Mouth stimulation), 무게감(Body), 잔존감(Remaining sense), 기름진 느낌(Oily feeling)으로 4가지, 총 26가지의 관능특성 용어가 도출되었다. 묘사용어의 도출을 통해 얻어진 묘사용어 중 Stone과 Side이 제시한 방법에 따라 평가 시료에 대해 최종적으로 개념일치가 된 특성 총 26가지의 용어를 선정하였으나 통계분석에 의해 유의적인 차이가 나타나지 않은 단향(Sweet_O)), 비린향(Fish sauce)은 제외하여 24가지의 묘사 용어를 최종 선정하였음.

표 233. 묘사특성 용어 도출 결과

Code	Attributes	Written definition	Physical standard
Appearance(외관)			
Brownness	Brownness(갈색 정도)	Intensity of brown color	Mirim (1), Caramel pigment 3%(W/V) (5), 50% (9)
Redness	Redness(붉은색 정도)	Intensity of red color	Red wine (9)
Turbidity	Turbidity(탁도)	Nontransparent of cloudy	Wheat flour solution 5%(W/V)

Viscosity	Viscosity(점도)	status Intensity of viscous	(5), 10%(W/V) (9) Rice syrup 50%(W/V) (9)
Odor(향)			
Sweet_O	Sweet(단향)	The smell associated with grain syrup	Rice syrup 5%(W/V) (5), 50%(W/V) (9)
Sour_O	Sour(신향)	The smell associated with brewing vinegar	Brewing vinegar 1%(W/V) (5), 10%(W/V) (9)
Savory_O	Savory(고소한향)	The smell associated with cooked soybean	Cooked soybean(Autoclave 30min) (5)
Meju_O	Meju(메주향)	The smell associated with Chungkukjang	Chungkukjang 30%(W/V) (9)
Caramel pigment_O	Caramel pigment(카라멜 색소향)	The smell associated with Caramel pigment	Caramel pigment 0.1%(W/V) (5), 2% (W/V) (9)
Alcohol_O	Alcohol(알코올향)	The smell associate with ethyl alcohol	Ethyl alcohol 10%(W/V) (5), 30%(W/V) (9)
Oily_O	Oily(기름진향)	The smell associated with cooking oil	Cooking oil (9)
Earthy_O	Earthy(흙향)	The smell associated with soil	Soil (9)
Fish sauce_O	Fish sauce(비린향)	The smell associated with fish sauce	Fish sauce 20%(W/V) (9)
Moldy_O	Moldy(곰팡이향)	The smell associated with moldy soil	Moldy soil (9)
Taste/ Flavor (향미/맛)			
Sweet_T	Sweet(단맛)	Sweet taste associated with sucrose solution	Sucrose solution 20%(W/V) (5), 40%(W/V) (9)
Salty_T	Salty(짠맛)	Salty taste associated with sodium chloride solution	NaCl solution 10%(W/V) (5), 20%(W/V) (9)
Sour_T	Sour(신맛)	Sour taste associated with brown rice vinegar	Brown rice vinegar 2%(W/V) (5), 10%(W/V) (9)
Bitter_T	Bitter(쓴맛)	Bitter taste associated with medicinal herbs	Red ginseng extract 2% (9)
Umami_T	Umami(감칠맛)	Umami taste associated with MSG solution	MSG solution(Sempio Yondu) 20%(W/V) (9)
Savory_T	Savory flavor(고소한향미)	Savory taste associated with cooked soybean	Cooked soybean(Autoclave 30min) (9)
Alcohol_T	Alcohol(알코올향미)	Alcohol taste associated with ethyl alcohol	Soju 50% (9)
Metallic_T	Metalic(금속성향미)	Metallic taste associated with iron	Iron 粉ts solution 0.1%(W/V) (9)
Texture/Mouthfeel(질감/입안감촉)			
Mouth stimulation	Mouth stimulation (혀 앞쪽을 자극하는 느낌)	The feeling that stimulate the front of the tongue	NaCl solution 5%(W/V) (5), 20%(W/V) (9)
Body	Body(무게감)	Thickness of sauce to tongue, strog full mouth feel	Mango Juice (7)
Remaining sense	Remaining sense(잔존감)	Long-lasting flavor or mouth feel after swallowing	15sec(5)
Oily feeling	Oily feeling(기름진 느낌)	The feeling which covered with oil on the surface of the tongue	Tuna oil (9)

○ 삼원 분산분석

삼원 분산분석(Three way analysis of variance)은 세 개 요인의 집단 간에 평균차가 통계적 유의성을 나타내는지 검증하고, 그 값을 결정할 때 사용하는 분석방법이다. 본 연구에서는 반복(Rep), 검사요원(Judge), 시료(Sample)에 관한 분석을 실시하였다. 대두 및 식용곤충을 이용한 액상 발효 조미액 4

중과 시판 양조간장 5종에 관한 삼원 분산분석 (Three way analysis of variance) 결과는 표 234에 나타내었음. 반복(Rep) 실험 간의 유의적인 차이는 나타나지 않거나 미미하게 나타났으며($p < 0.05$), 검사요원(Judge)들 간에는 일부 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 시료(Sample)간의 관능 특성용어 중 단향(Sweet_O), 비린향 (Fish sauce_O) 2개 항목을 제외한 모든 항목에서 유의적 차이가 나타났다. 묘사분석 평가시 시료(Sample)의 제시순서를 서로 다른 방식으로 진행하여 검사원 간의 시료평가가 이루어졌음에도 시료(Sample)간의 유의적인 차이가 있게 나타난 것으로 보아 전반적으로 검사원들이 반복 실험(Rep)에 따라 시료간의 평가를 일관된 방법으로 하였음을 확인하였음.

표 234. 삼원 분산분석 결과

Attribute		Rep	Judge	Sample	Judge*Sample	Rep*Judge	Rep*Sample
Browness	F-value	0.16	12.72	52.88	1.27	0.86	0.93
	Pr > F	NS	****	****	NS	NS	NS
Redness	F-value	0.02	6.57	38.66	1.65	1.27	1.34
	Pr > F	NS	***	****	*	NS	NS
Turbidity	F-value	18.29	11.84	35.17	2.10	0.72	7.13
	Pr > F	***	****	****	***	NS	****
Viscosity	F-value	1.39	2.48	2.19	4.67	2.35	1.25
	Pr > F	NS	*	*	****	**	NS
Sweet_O	F-value	0.38	0.65	2.07	3.84	2.38	1.03
	Pr > F	NS	NS	NS	****	**	NS
Sour_O	F-value	1.49	5.17	10.36	2.36	0.73	1.90
	Pr > F	NS	***	****	****	NS	*
Savory_O	F-value	0.55	6.21	2.55	1.46	1.26	1.58
	Pr > F	NS	***	*	*	NS	NS
Meju_O	F-value	0.32	8.33	25.20	1.87	1.43	1.17
	Pr > F	NS	****	****	**	NS	NS
Caramel pigment_O	F-value	1.34	3.02	14.77	2.53	3.16	1.33
	Pr > F	NS	*	****	****	***	NS
Alcohol_O	F-value	0.19	2.78	10.39	4.75	5.97	1.26
	Pr > F	NS	*	****	****	****	NS
Oily_O	F-value	0.47	0.81	14.27	2.64	1.35	1.51
	Pr > F	NS	NS	****	****	NS	NS
Earthy_O	F-value	0.63	3.71	10.30	2.36	2.11	1.03
	Pr > F	NS	**	****	****	*	NS
Fish sauce_O	F-value	1.00	2.36	1.98	5.09	1.19	1.43
	Pr > F	NS	*	NS	****	NS	NS
Moldy_O	F-value	0.08	3.12	14.39	3.02	1.79	2.12
	Pr > F	NS	*	****	****	*	*
Sweet_T	F-value	2.52	4.95	9.47	1.72	2.31	1.18
	Pr > F	NS	**	****	**	**	NS
Salty_T	F-value	0.77	12.89	8.48	1.16	1.83	0.82
	Pr > F	NS	****	****	NS	*	NS
Sour_T	F-value	0.04	3.19	2.77	2.03	2.65	2.40
	Pr > F	NS	*	*	***	**	**
Bitter_T	F-value	0.29	6.07	12.18	1.96	4.31	0.85
	Pr > F	NS	***	****	**	****	NS
Umami_T	F-value	2.23	2.45	12.09	2.23	3.03	0.77
	Pr > F	NS	*	****	***	***	NS
Savory_T	F-value	3.75	2.74	1.02	2.76	2.66	1.46
	Pr > F	*	*	NS	****	**	NS
Alcohol_T	F-value	2.72	11.86	6.36	2.84	1.13	2.02
	Pr > F	NS	****	****	****	NS	*
Metalic_T	F-value	0.09	2.42	3.10	2.68	3.01	1.56
	Pr > F	NS	*	**	****	***	NS

Mouth stimulation	F-value	0.39	13.63	5.26	1.46	0.48	0.97
	Pr > F	NS	****	****	*	NS	NS
Body	F-value	0.19	7.13	8.82	1.70	1.01	0.89
	Pr > F	NS	***	****	**	NS	NS
Residual	F-value	1.16	10.65	4.84	2.10	1.11	1.37
	Pr > F	NS	****	***	***	NS	NS
Oily feeling	F-value	0.15	2.45	8.98	2.85	1.37	0.92
	Pr > F	NS	*	****	****	NS	NS
df		2	7	8	56	14	6

○ Cob-web graph

각 시료간의 특성을 쉽게 비교하기 위한 Cob-web 그래프는 그림 196-200과 같다. 각 시료별 평균값 비교 및 유의도 검정 결과에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 관능특성 항목인 단향, 비린향을 제외한 후 각 묘사 특성 분석에 따라 외관, 향, 맛/향미, 질감/입안감촉에서 각 특성의 비슷한 시료를 Grouping하여 Cob-web Graph로 나타내었다. 유사한 관능특성을 보이는 시료는 함께 제시하여 비교하였다. 외관에서 PS, GS, SP, SW, KK 시료는 갈색도, 적색도, 탁도, 점도에서 동일한 집단군이 형성되었다. MS 시료의 경우 갈색도와 적색도는 낮으나 탁도가 높은 외관적 특징을 나타내었고 WS 시료의 경우 모든 항목에서 전반적으로 낮은 강도를 나타내었음. 본 연구에서 제조한 액상 발효조미소재 중 PS 시료가 외관에 있어서 시판 양조간장과 가장 흡사한 것을 확인할 수 있었음. 향의 경우 SS, MS, CS, PS 시료가 고소한 향, 메주향, 기름진향, 흙향, 곰팡이향이 두드러지게 나타나 동일한 집단으로 형성되었는데 4개의 시료가 동일한 방법에 의해 제조되었으므로 제조방법에 따른 차이로 보임. 또한 SP, SW, KK시료의 경우 시판되는 양조 간장으로, 신향, 카라멜색소향, 알코올향이 강한 것으로 나타나 동일한 집단을 형성하였음. 이를 통하여 본 연구에서 제조한 액상 발효조미소재와 시판 양조간장이 향에 있어 대비되는 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었고, 맛에서도 SP, SW, KK 시료가 신맛과 알코올 향미, 금속성 향미에서 높은 강도를 나타내어 동일한 집단을 형성됨. WS 시료의 경우 단맛과 감칠맛은 가장 높고 짠맛, 쓴맛, 금속성 향미에서는 가장 낮은 강도를 나타내었다. 질감/입안감촉에서는 SS, MS, CS, PS 시료에서 기름진 느낌의 강도가 높게 나타났는데 이는 본 연구에서 제조한 액상 발효조미소재의 경우 지방을 제거하지 않은 원물을 사용하였기 때문에 나타난 관능특성으로 사료되며 시판 양조간장의 경우 탈지 대두박을 사용하므로 기름진 느낌 항목에서 낮은 강도를 나타낸 것으로 생각됨.

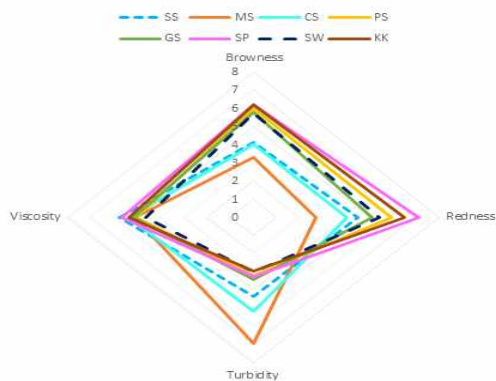


그림 196. Cob-web graph (외관)

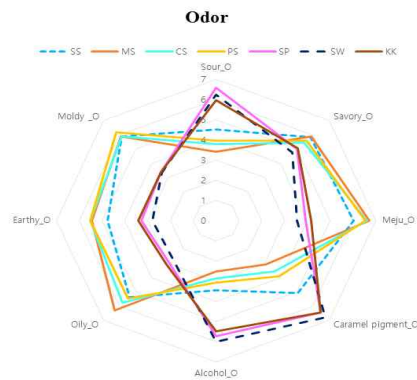


그림 197. Cob-web graph (향- 메주향, 고소한 향, 기름진 향, 흙향, 곰팡이 향이 강한 시료)

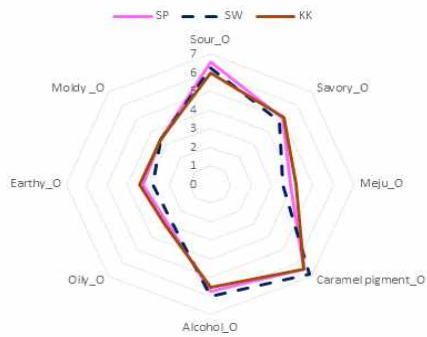


그림 198. Cob-web graph (향- 신향, 카라멜 색소향, 알코올 향이 강한 시료)

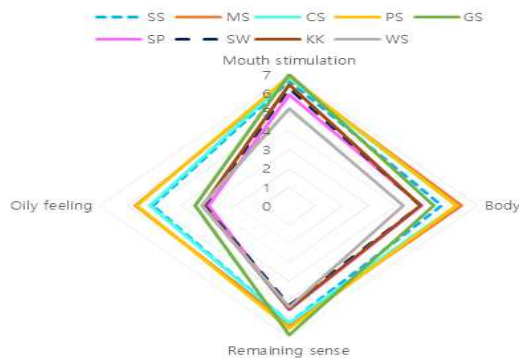
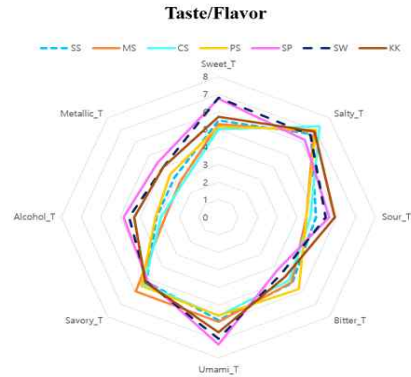


그림 200 . Cob-web graph (질감/입안감촉)



- 1) SS : Soy sauce
- MS : Mealworm sauce
- CS : Cricket sauce
- PS : Pupae sauce
- GS : Grasshopper sauce
- SP : Sempio soy sauce 701
- SW : Sewoo soy sauce
- KK : Kikkoman soy sauce
- WS : White soy sauce
- 2) Mean \pm SD, 9 point scale(1: veryweak, 5: normal, 9: varystrong)
- 3) Means with the same letter in a row are not significantly different $p < 0.05$ level by Fisher's least significant difference(LSD) test

그림 199. Cob-web graph (맛)

○ 주성분 분석(Principal Component Analysis)

식용곤충 및 대두를 이용하여 제조한 액상 발효조미소재와 시판 액상 발효조미소재의 관능적 특성간의 상관성을 분석하고, 각각의 시료에 상관성이 높게 나타난 관능적 특성을 파악하기 위하여 분산분석 결과 유의적 차이가 없는 단향과 비린향을 제외한 후 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 실시하였으며 그 결과는 그림 201에 제시하였음. 또한 향, 맛/향미, 질감/입안감촉에 대한 파악을 위하여 외관을 제외한 주성분 분석을 그림 202에 제시하였음.

첫번째 주성분(PC1)은 전체 데이터 편차의 64.29%, 두번째 주성분(PC2)은 전체 데이터 편차의 25.92%를 각각 대표하고 있으며 전체 설명력은 90.21%를 나타낸다(그림 199). 관능특성 항목의 분포를 보면 PC1상의 양의 값으로는 점도, 고소한향, 메주향, 곰팡이향, 흠향, 기름진향, 쓴맛, 고소한 향미, 무게감, 기름진 느낌 등이 밀집되어 있으며 음의 값으로는 갈색도, 신향, 알코올향, 카라멜 색소향, 신맛, 알코올 향미, 금속성 향미 등이 분포되어 대비를 보였다. PC2상의 양의 값으로는 갈색도, 적색도, 점도, 쓴맛, 금속성 향미, 무게감 등이 분포되어 있고 음의 값으로는 단맛, 감칠맛, 기름진향, 고소한 향미가 분포되었다.

주성분 분석 결과, 시료들의 분포(그림 200)에서 SS, MS, CS, PS시료는 점도, 고소한향, 메주향, 기름진향, 곰팡이향, 흠향, 고소한 향미 등의 특성에 분포되었다. SS, MS, CS, PS 시료의 경우 식용곤충 및 대두로 제조한 4가지 타입의 액상 발효조미소재로 동일한 제조방법에 의해 제조되었기 때문에 원료의 차이는 있지만 유사한 관능특성 경향을 나타낸 것으로 사료된다. SP, SW, KK시료의 경우 탈지대두를 사용하여 만든 시판 양조간장으로 신향, 알코올향, 카라멜색소향, 신맛, 금속성 향미 등의 특성과 상관성이 높게 부하되었다. WS 시료의 경우 대두보다 쌀의 함량이 더 높은 제품으로 단맛과 감칠맛이 높은 강도를 나타내었고 그 이외의 관능특성 항목에서는 전반적으로 매우 낮은 강도를 나타내었다. GS 시료의 경우 일본에서 제조한 메뚜기 소스(간장)인데 어느 한 항목이 강하게 나타나지 않고 중간적 성향을 나타내었다. 주성분 분석 결과, 식용곤충 및 대두를 이용하여 제조한 4가지 타입의 액상 발효조미소재의 경우 각기 다른 원료이지만 같은 관능특성에 분포한 것으로 볼 때 제조방법에 따른 영향이 관능특성의 구분에 있어 부분적으로나마 영향을 미친것으로 판단된다.

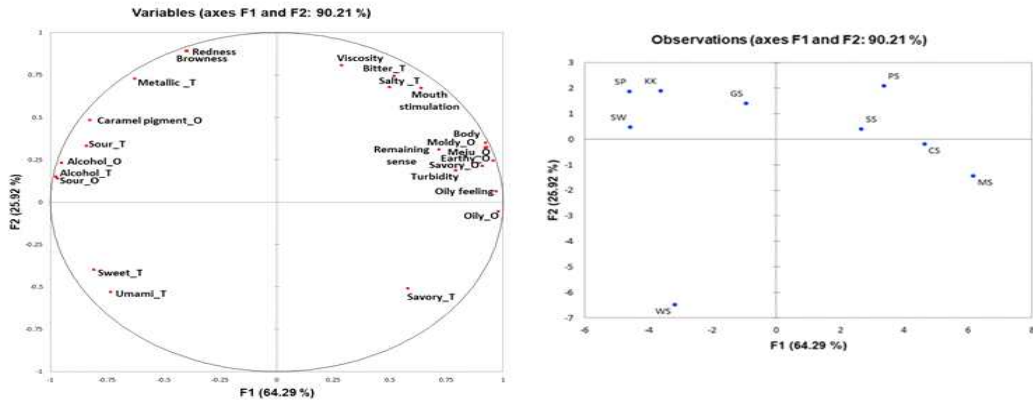


그림 201. 주성분분석(PCA) - 전체

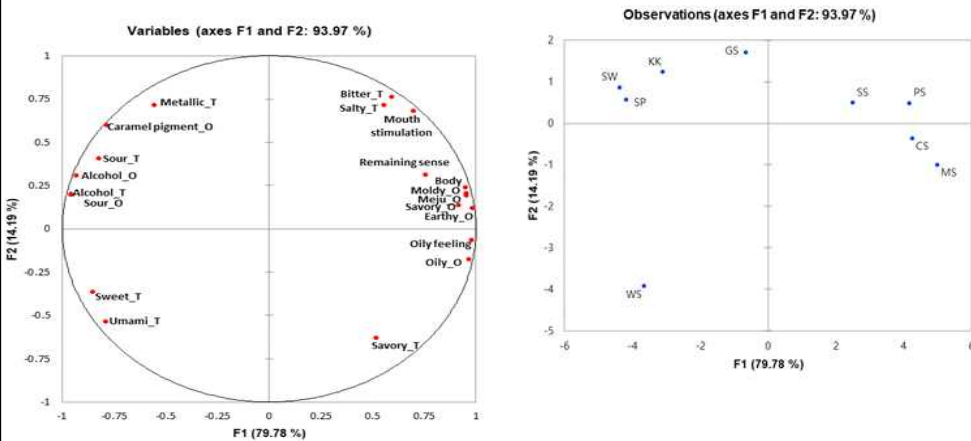


그림 202. 주성분분석(PCA) - 외관 제외

라) 조리적용 기호도 조사

○ 복합조미료(Seasoning powder) 기호도 조사

[연구 방법]

시료는 15° Brix로 감압 농축한 여과박 추출물과 마늘, 양파, 대파, 다시마, 및 무 분말 각각 0.2%로 혼합하여 동결건조 하였음. 각각 배합한 발효조미액 여과박 혼합물 및 대조구를 최종 농도 5.3%가 되도록 물에 용해하여 패널에게 제시하고 관능평가를 수행함.

[연구 결과]

상기 기술된 식용곤충 발효 조미액 여과박의 조미소재를 제조하기 위해 반응 표면분석법을 통한 최적 조건으로 제조된 열수추출물을 농축, 동결 건조 후 향신체를 혼합하여 제공된 조미소재와 시판 조미소재의 관능적 특성 조사함. 관능적 특성을 측정된 결과(표 235), 외관, 색, 맛은 유의적 차이가 (p<0.05) 있었으며, 향, 전체적인 기호도는 유의적 차이가 없었다. 외관과 색은 대두> 쌍별 귀뚜라미 > 갈색거저리 유충 > 누에 번데기 > 시판 조미소재 순 이였으며, 향은 대두> 갈색거저리 유충> 귀뚜라미 > 시판 조미소재> 누에 번데기 순이며, 맛은 시판 조미소재> 대두 > 누에 번데기 > 쌍별 귀뚜라미 > 갈색거저리 유충 순이었다. 전체적인 기호도는 대두 > 시판조미소재 > 누에 번데기 > 쌍별 귀뚜라미 > 갈색거저리 유충 순으로 나타났으며, 시판 조미소재와 유의적 차이가 없는 것으로 확인되었음.

표 235. Consumer preference of commercial seasoning, fermented seasoning sauce from residue seasoning.(N=40)

Sample	Appearance	Color	Aroma	Flavor	Overall acceptance
S	6.68±1.64 ^a	6.72±1.78 ^a	5.59±1.82 ^{NS}	5.91±1.90 ^{ab}	6.19±1.63 ^{NS}

M	5.55±2.01 ^{ab}	5.46±2.01 ^{ab}	5.18±2.32 ^{NS}	4.50±1.99 ^b	4.71±1.87 ^{NS}
C	6.14±1.55 ^{ab}	6.23±1.74 ^{ab}	4.63±2.24 ^{NS}	5.14±1.91 ^{ab}	5.05±1.66 ^{NS}
P	5.27±2.18 ^{ab}	5.27±2.31 ^{ab}	4.00±1.90 ^{NS}	5.50±1.71 ^{ab}	5.29±1.74 ^{NS}
CS	4.77±2.02 ^b	4.68±2.19 ^b	4.55±2.01 ^{NS}	6.41±1.62 ^a	5.95±1.80 ^{NS}
F-value	3.381*	3.514*	1.932 ^{NS}	3.480*	2.645 ^{NS}

1) Mean ± S,D,

2) a-b Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Turkey HSD test.

3) NS : not significant, *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

4) S : fermented soybean seasoning sauce residue sasoning

M : fermented *Tenebrio molitor* larvae seasoning sauce residue sasoning

C : fermented *Gryllus bimaculatus* seasoning sauce residue sasoning

P : fermented *Bombyx mori* pupa seasoning sauce residue sasoning

CS : Comercial sasoning



○ 식용곤충 단백질 발효추출물 첨가한 Flake(jerky 타입)의 소비자 기호도 조사

상기 기술된 식용곤충 단백질 발효추출물 첨가한 Flake의 소비자 기호도는 표 236와 같다. 대두 Flake의 외관, 색, 향은 시료 간 유의적 차이가 없었음. 맛(Taste)은 SJ가 5.00로 가장 높게 평가되었으며, SJ15가 3.81±2.04로 가장 낮은 값을 보였음. 전반적인 기호도는 SJ10>SJ5>SJC>SJ15 순으로 평가되었음. 갈색거저리 유충 Flake는 외관, 색, 향, 맛, 전반적인 기호도 등 모든 항목에서 단백질 발효추출물을 첨가량이 늘어날수록 낮은 평가를 얻었으나, MJc와 단백질 발효추출물 5% 첨가군과 유사한 값을 나타냈음. 누에번데기 Flake는 색을 제외한 외관, 향, 맛, 전반적인 기호도 항목에서 단백질 발효추출물 첨가량이 증가할수록 평가 값이 유의적으로 감소하는 것을 보였으나, PJc와 누에번데기 단백질 추출물 5% 첨가군에서 유사한 기호도 평가 점수를 나타냈음. 이는 단백질 발효추출물이 가지는 특이한 향 및 기존 육포와의 인식으로 인하여 낮은 점수를 얻은 것으로 생각됨. 단백질 추출물을 조리나 식품에 적용시 소비자가 인식하는 그 식품의 특성을 잘 이해하고, 저분자 단백질 및 고 영양원을 식품에 적용하려면 원래의 식품이 가지고 있는 특성의 범주에서 벗어나지 않는 것이 가장 적합하다고 판단되며, 단백질 추출물을 enhancer의 역할로 5%이하 첨가하여 식품을 제조하는 것이 적합할 것으로 사료됨.

표 236. 식용곤충 및 대두 발효추출물 첨가 Flake(jerky type)의 소비자 기호도

Sample	Appearance	Color	Odor	Taste	Overall acceptability
SJc	5.03±2.01	5.26±1.91	4.87±1.48	4.16±2.00 ^{ab}	4.10±1.47 ^{bc}
SJ5	5.55±1.95	6.03±1.80	5.10±1.96	5.00±2.31 ^a	5.00±2.05 ^{ab}
SJ10	5.94±1.998	6.16±1.82	5.26±1.75	4.84±1.85 ^{ab}	5.19±1.83 ^a
SJ15	5.48±1.59	5.65±1.56	4.58±1.89	3.81±2.04 ^b	4.03±1.82 ^c
F-value	NS	NS	NS	2.325*	3.450*
MJc	5.55±1.43 ^a	5.65±1.64 ^a	6.26±1.44 ^a	5.35±1.96 ^a	5.65±1.70 ^a
MJ5	4.74±1.53 ^a	4.58±1.31 ^b	4.90±1.49 ^b	4.29±1.37 ^b	4.52±1.29 ^b
MJ10	4.74±1.77 ^a	4.23±1.75 ^b	3.61±2.06 ^c	3.74±1.79 ^b	3.97±1.64 ^b
MJ15	3.48±1.79 ^b	3.94±1.88 ^b	3.61±1.38 ^c	3.90±1.74 ^b	3.71±1.44 ^b
F-value	8.422***	6.293**	18.954***	5.469**	9.794***
PJc	6.13±1.75 ^a	5.87±1.94 ^a	5.68±1.80 ^a	5.45±2.06 ^a	5.45±1.86 ^a
PJ5	5.94±1.61 ^{ab}	5.94±1.55 ^a	4.55±1.50 ^b	4.87±1.97 ^b	4.87±1.65 ^a
PJ10	5.26±1.44 ^{bc}	5.06±1.41 ^{ab}	3.45±1.89 ^c	3.55±1.59 ^c	3.81±1.66 ^b
PJ15	4.68±1.64 ^c	4.71±1.70 ^b	3.42±1.65 ^c	3.35±1.50 ^c	3.32±1.19 ^b
F-value	5.247**	4.104**	12.101***	10.151***	11.313***

○ 곤충을 이용한 발효조미소재의 제조 공정도

; 연구기간 동안 곤충 소재를 이용한 각 발효제품(Paste type 발효조미소재, 액상 발효조미소재, 여과박 열수추출물, Fermented Insect Protein Hydrolysate)의 제조 공정도를 다음 그림과 같이 제시하였음(그림 203).

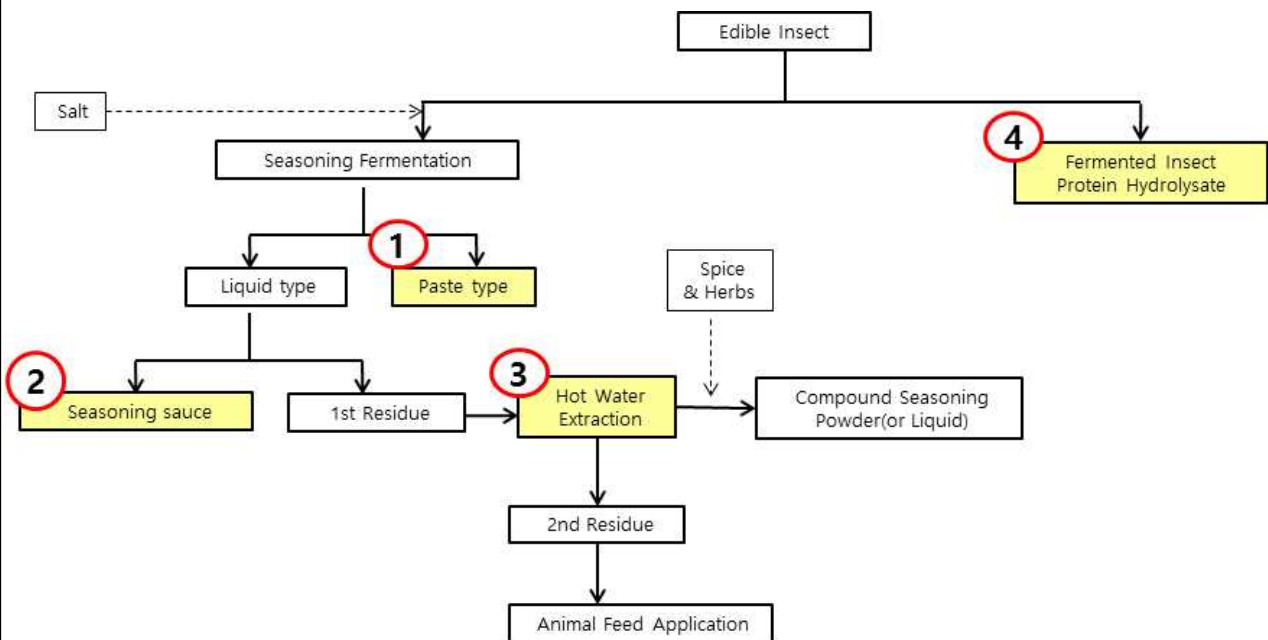


그림 203. 곤충을 이용한 발효조미소재의 제조 공정도

라. 식용곤충 원재료의 안정적공급과 생산지도 인프라 구축(위탁과제, 양주시농업기술센터)

가. 식용곤충 유통기한 설정을 위한 가속실험

(1) 실험방법

식용곤충 유통기한 설정 및 가속실험을 실시하였으며, 이 때의 저장온도는 45℃, 상대습도는 90%, 포장은 밀봉과 진공포장이었으며, 포장재질은 PE, PET/ PE+제습제, PET+제습제, 내습포장지 1, 내습포장지 2등 총 6가지의 포장재질을 사용하였음(그림 204, 표 237).



그림 204. 포장지

표 237. 식용곤충 유통기한 설정 가속실험 조건

	PE	PET	PE+제습제	PET+제습제	내습포장지1	내습포장지2
저장온도	45℃		45℃			
상대습도	90%		-			
저장기간	30일		30일			

(2) 실험결과

식용곤충 유통기한 설정 가속실험 결과, 수분 5%이하, 일반세균 1,000cfu/g 이하, 대장균 음성인 시료들과 관능검사를 토대로 본 실험에 사용될 시료를 산출하였음(표 238). 갈색거저리 유충의 원형은 밀봉 시 PET+제습제와 내습포장지 2, 진공의 경우 PE+제습제와 내습포장지 1의 시료를 사용하였음. 쌍별 귀뚜라미의 경우 밀봉 시 갈색거저리 유충의 밀봉과 동일한 포장지 2종을 사용하였으며, 진공 시 PE+제습제, PET+제습제 포장지를 사용하였음. 분말의 경우 갈색거저리 유충은 밀봉 시 PET+제습제였으며, 진공은 내습포장지 1이었음. 쌍별귀뚜라미 분말의 경우 진공에서는 위의 결과 만족할 결과를 보이지 않아 밀봉 포장만 본 실험 시 시행하였음. 밀봉은 내습포장지1, 내습포장지2를 포장하여 실험에 실시하였음.

표 238. 갈색거저리 유충의 수분, 미생물 실험 결과

		항목	PE	PE+제습제	PET	PET+제습제	내습포장지1	내습포장지2
갈색거저리 건물	밀봉	수분	6.6	2.6	6.8	2.1	1.2	1
		일반세균	0	0	0	0	0	0
		대장균	0	0	0	0	0	0
	진공	수분	7.7	3.3	5.3	1.8	2.6	2.2
		일반세균	0	0	0	0	0	10
		대장균	0	0	0	0	0	0
갈색거저리 분말	밀봉	수분	3.7	1.8	6.2	1.7	1.6	2.1
		일반세균	230	1200	450	1100	2400	890
		대장균	0	0	0	0	0	0

	진공	수분	3.9	1.7	4.3	1.7	1.9	0.9
		일반세균	130	1500	540	1100	840	480
		대장균	0	0	0	0	0	0

표 239. 쌍별 귀뚜라미의 수분, 미생물 실험 결과

		항목	PE	PE+ 제습제	PET	PET+ 제습제	내습 포장지1	내습 포장지2
쌍별 귀뚜라미 건물	밀봉	수분	7.3	3.3	7.5	2.9	2.9	3.5
		일반세균	170000	59000	130	140	240000	34000
		대장균	0	0	0	0	0	0
	진공	수분	6.6	3.7	6.9	3.3	3.9	3.4
		일반세균	49000	250000	230	420	170000	120000
		대장균	0	0	0	0	0	0
쌍별 귀뚜라미 분말	밀봉	수분	5.1	3.5	8.1	3.6	3.4	4
		일반세균	59000	810000	19000	1200000	780000	710000
		대장균	0	0	0	0	0	0
	진공	수분	7.8	7.6	5.3	3.7	2	3.7
		일반세균	25000	2700000	61000	1900000	2400000	2800000
		대장균	0	0	0	0	0	0

표 240. 갈색거저리 유충의 관능검사 결과

		항목	PE	PE+ 제습제	PET	PET+ 제습제	내습 포장지1	내습 포장지2
갈색거저리 건물	밀봉	외관	5.50±0.81	5.13±0.89	5.50±1.03	5.69±0.95	4.88±1.15	4.69±1.08
		냄새	4.88±1.15	4.94±1.06	5.00±1.10	5.25±1.18	5.25±0.93	5.00±0.89
		맛	4.44±1.15	5.13±1.54	5.13±1.36	5.38±1.41	5.32±0.87	5.44±1.03
	진공	외관	5.41±1.06	4.88±0.78	4.56±1.75	4.50±1.79	5.12±1.05	4.59±1.23
		냄새	5.18±1.24	4.82±1.19	4.63±1.26	4.69±1.45	5.06±1.14	4.76±1.09
		맛	4.71±1.05	5.24±1.03	4.81±1.60	4.69±1.74	5.29±0.77	5.06±1.09
갈색거저리 분말	밀봉	외관	5.25±1.06	5.13±0.81	5.50±0.97	5.00±1.21	5.06±1.06	4.81±0.79
		냄새	4.81±1.11	5.06±0.77	5.13±1.15	4.81±1.05	5.06±1.00	4.75±1.06
		맛	5.06±1.18	5.19±1.28	4.88±1.59	4.88±1.45	5.38±1.09	5.06±1.12
	진공	외관	5.12±0.60	4.94±0.83	5.31±1.25	4.88±1.41	5.24±0.97	5.12±0.93
		냄새	5.29±0.92	4.59±1.77	5.13±1.41	4.81±1.05	5.24±1.15	4.65±1.46
		맛	4.71±0.99	5.00±1.32	4.88±1.59	5.13±1.89	5.24±1.20	4.94±1.09

표 241. 쌍별 귀뚜라미의 관능검사 결과

		항목	PE	PE+ 제습제	PET	PET+ 제습제	내습 포장지1	내습 포장지2
갈색거저리 건물	밀봉	외관	4.88±1.31	4.44±1.09	5.00±1.46	4.44±1.26	4.13±1.31	4.50±1.11
		냄새	4.13±1.50	3.94±1.29	4.63±1.36	4.50±1.37	4.06±1.69	4.63±1.41
		맛	4.63±1.31	4.94±1.18	4.56±1.71	4.13±1.54	4.44±1.09	4.88±0.81
	진공	외관	4.76±1.39	4.18±1.13	4.38±1.50	4.06±1.73	4.35±1.00	4.59±0.91
		냄새	4.24±1.35	4.53±1.01	4.63±1.09	4.81±1.11	4.47±1.28	4.18±1.21

		맛	4.41±1.18	4.88±1.17	4.06±1.34	4.81±1.42	4.41±1.33	4.41±1.1
갈색거저리 분말	밀봉	외관	4.75±1.18	4.63±0.96	5.25±1.48	4.75±1.18	4.88±1.15	4.81±0.9
		냄새	4.32±1.54	4.75±1.13	4.25±1.18	4.38±1.41	5.25±0.93	5.00±1.2
		맛	4.19±1.33	4.56±1.15	4.25±1.95	4.13±1.63	5.06±1.18	4.81±1.2
	진공	외관	4.65±1.27	4.47±1.23	4.81±1.47	4.50±1.63	4.71±1.21	4.41±1.1
		냄새	3.76±1.64	4.41±1.33	4.50±1.32	4.38±1.09	4.18±1.38	4.35±1.4
		맛	4.06±1.43	4.29±1.45	4.13±1.45	4.50±1.86	4.29±1.40	4.24±1.2

표 242. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험에 사용될 시료

시료		포장방법	포장재질
건물	갈색거저리 유층	밀봉	PET+제습제
			내습포장지2
		진공	PE+제습제
	내습포장지1		
	쌍별귀뚜라미	밀봉	PET+제습제
			내습포장지2
진공		PE+제습제	
분말	갈색거저리 유층	밀봉	PET+제습제
			내습포장지1
	쌍별귀뚜라미	밀봉	내습포장지1
			내습포장지2

나. 온도 및 습도에 따른 저장 기간 실험

(1) 실험방법

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 시 위의 가)식용곤충 유통기한 설정을 위한 가속실험의 결과로 토대로 산출된 시료 12가지 있음. 이 때 도출된 포장방법은 모두 제습제를 포함하거나 내습포장지로 습도에 대한 변수를 따로 두지 않아도 되는 포장재질이었음. 따라서 온도 및 습도에 대한 저장 기간 실험에서 습도에 대한 변수는 두지 않고 온도를 25, 35, 45℃로 설정하여 실험을 실시하였음. 자가규격은 식품, 축산물 및 건강기능식품의 유통기한 설정실험 가이드라인(2018.8) 참고하여 수분, 산가, 세균수, 대장균, 관능검사에 대한 자가규격을 설정하였음. 유통기한 설정은 품질지표로서 적합한 실험값을 VLSF(Visual Shelf Life Simulator for Foods)프로그램에 입력하여 산출하였음.

유통기한은 실험결과 6개월 설정 시 안전계수 0.8일 때 4개월간 실험을 실시하였으며, 건물의 경우 0, 18, 36, 60, 96, 120, 144일에 세균수와 대장균, 수분, 산가 실험을 실시하였음. 분말의 경우 0, 10, 20, 30일에 세균수와 대장균, 수분, 산가 실험을 실시하였으며, 저장 마지막인 건물 144일, 분말 30일차에 관능검사를 실시하였음. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험에 대한 시료는 표 243과 같음.

표 243. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 시료

시료		포장방법	온도	포장재질
건물	갈색거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제
			35	PET+제습제
			45	PET+제습제
			25	내습포장제2(무광)
			35	내습포장제2(무광)
			45	내습포장제2(무광)
		진공	25	PE+제습제
			35	PE+제습제

	쌍별귀뚜라미	밀봉	45	PE+제습제	
			25	내습포장제1(유광)	
			35	내습포장제1(유광)	
			45	내습포장제1(유광)	
			25	PET+제습제	
			35	PET+제습제	
		진공	45	PET+제습제	
			25	내습포장제2(무광)	
			35	내습포장제2(무광)	
			45	내습포장제2(무광)	
			25	PE+제습제	
			35	PE+제습제	
	분말	갈색거저리 유충	밀봉	45	PE+제습제
				25	PE+제습제
				35	PE+제습제
			진공	45	내습포장제1(유광)
25		내습포장제1(유광)			
35		내습포장제1(유광)			
쌍별귀뚜라미		밀봉	45	내습포장제1(유광)	
			25	내습포장제1(유광)	
	35		내습포장제1(유광)		
	45		내습포장제2(무광)		
			35	내습포장제2(무광)	
			45	내습포장제2(무광)	

(2) 실험결과

(가) 수분 및 산가 결과

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험에 사용되는 시료의 수분 및 산가의 결과는 표 244와 같음. 갈색 거저리 건물의 경우 수분이 4.83, 산가 1.8이었으며, 분말의 수분은 4.30, 산가는 7.4로 수분의 함량은 비슷하였으나 산가의 값은 분말에서 월등히 높았음. 쌍별 귀뚜라미 건물의 수분은 4.13이었으며 산가는 3.1이었음. 분말의 경우 수분은 2.13, 산가가 11이었는데, 갈색거저리와 달리 분말에서 수분함량이 낮게 나타났음.

표 244. 사용 시료의 수분 및 산가

항목	갈색거저리 건물	쌍별귀뚜라미 건물	갈색거저리 분말	쌍별귀뚜라미 분말
수분(%)	4.83	4.13	4.30	2.13
산가	1.8	3.1	7.4	11

(나) 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물)

① 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 0일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 0일차 건물에 대한 결과는 표 245과 같음. 갈색거저리 건물의 경우 일반세균과 산가의 값이 각각 1,000 cfu/g, 5%이상으로 나온 시료가 없었으나, 쌍별 귀뚜라미의 경우 일반세균과 산가에서 높은 값을 보인 시료가 많았음. 특히 쌍별귀뚜라미 밀봉포장, 25, 35℃, 내 습포장지2에서는 산가의 값이 각각 31.9, 25.6%로 갈색거저리의 20배~30배의 값을 보였음. 또한 쌍별귀뚜라미 진공포장 25℃, PE+제습제에서는 일반세균이 440,000 cfu/g이었으며, 산가 또한 25.5%로 높은 결과를 보였음. 따라서 저장 18일 실험에서는 0일차에서 일반세균과 산가의 값이 기준치보다 높게 나

타난 시료를 제외하고 실험을 실시하였음.

표 245. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 0일)

시료		포장방법	온도	포장지	0일		
					일반세균	대장균	산가
건물	갈색거저리 유충	밀봉	25	PET+제습제	130	0	1.2
			35	PET+제습제	580	0	1.2
			45	PET+제습제	15	0	1.4
			25	내습포장제2(무광)	20	0	1.3
			35	내습포장제2(무광)	530	0	1.4
			45	내습포장제2(무광)	65	0	1.6
		진공	25	PE+제습제	510	0	1.7
			35	PE+제습제	75	0	1.7
			45	PE+제습제	30	0	1.6
			25	내습포장제1(유광)	120	0	1.5
			35	내습포장제1(유광)	75	0	1.5
			45	내습포장제1(유광)	60	0	1.4
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	0	0	4.1
			35	PET+제습제	860	0	9.1
			45	PET+제습제	820	0	6
			25	내습포장제2(무광)	12000	0	31.9
			35	내습포장제2(무광)	320	0	25.6
			45	내습포장제2(무광)	1200	0	6
		진공	25	PE+제습제	440000	0	25.5
			35	PE+제습제	310000	0	17
			45	PE+제습제	12000000	0	4.5
			25	PET+제습제	5600	0	4.1
			35	PET+제습제	130000	0	4.5
			45	PET+제습제	810	0	4.3

② 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 18일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 18일차 건물에 대한 결과는 표 246와 같음. 갈색거저리 건물의 경우 밀봉포장 35℃ 내습포장제2에서 일반세균의 값이 높게 나타났으나 산가, 수분의 함량이 기준치 이하로 나타났음. 나머지 시료들은 일반세균과 산가, 수분함량 모두 기준치 이하로 나타났음. 또한 온도와 포장지에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나 쌍별 귀뚜라미의 경우 밀봉과 진공에 따라 산가의 값이 차이를 보였음. 따라서 쌍별 귀뚜라미의 경우 밀봉보다 진공에서 산가가 높게 나타나므로 저장기간을 늘리기 위해서는 밀봉으로 포장하는 것이 더 나을 것으로 판단됨.

표 246. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 18일)

시료		포장방법	온도	포장지	18일			
					일반세균	대장균	산가	수분
건물	갈색 거저리 유충	밀봉	25	PET+제습제	410	0	1.4	3.36
			35	PET+제습제	5	0	1.4	3.22
			45	PET+제습제	25	0	1.6	3.14
			25	내습포장제2(무광)	5	0	1.3	4.86
			35	내습포장제2(무광)	2300	0	1.5	4.38
			45	내습포장제2(무광)	40	0	1.7	5.03
		진공	25	PE+제습제	220	0	1.5	4.50
			35	PE+제습제	35	0	1.7	5.23

			45	PE+제습제	140	0	1.6	5.03
			25	내습포장제1(유광)	10	0	1.5	4.50
			35	내습포장제1(유광)	5	0	1.5	4.37
			45	내습포장제1(유광)	25	0	1.5	4.57
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	10	0	4.8	4.30
			25	PET+제습제	65	0	5.8	2.93
		진공	35	PET+제습제	180	0	6.5	3.27
			45	PET+제습제	45	0	5.7	3.50

③ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 36일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 36일차 건물에 대한 결과는 표 247와 같다. 갈색거저리 건물의 경우 밀봉포장 35℃ 내습포장제2에서 일반세균의 값이 18일차보다 감소하였음. 쌍별 귀뚜라미 진공포장 25℃에서 일반세균이 93,000 cfu/g, 산가가 41.0%로 높게 나타났으며, 또한 35, 45℃에서 산가 값이 5%이상이었으나, 아직 쌍별 귀뚜라미 건물의 저장기간에 따른 선행연구가 부족하고 산가 값의 기준 값이 정해져있지 않아 60일 연구에서는 그대로 진행하기로 결정하였음.

표 247. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 36일)

시료	포장방법	온도	포장지	36일				
				일반세균	대장균	산가	수분	
건물	갈색 거저리 유충	밀봉	25	PET+제습제	55	0	1.4	3.83
			35	PET+제습제	20	0	1.6	3.23
			45	PET+제습제	55	0	1.4	3.07
			25	내습포장제2(무광)	30	0	1.5	5.03
			35	내습포장제2(무광)	30	0	1.7	4.70
		45	내습포장제2(무광)	65	0	1.9	4.77	
		진공	25	PE+제습제	140	0	1.8	5.17
			35	PE+제습제	260	0	2.2	5.03
			45	PE+제습제	25	0	1.9	4.77
			25	내습포장제1(유광)	30	0	1.6	4.53
	35		내습포장제1(유광)	15	0	1.6	4.20	
			45	내습포장제1(유광)	50	0	2.0	4.67
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	5	0	6.8	4.50
			25	PET+제습제	93000	0	41.0	6.37
진공		35	PET+제습제	4400	0	8.1	3.43	
		45	PET+제습제	10	0	7.7	3.13	

④ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 60일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 60일차 건물에 대한 결과는 표 248과 같음. 쌍별 귀뚜라미 진공포장 25℃의 경우, 일반세균 값은 36일차에서 93,000 cfu/g에 비해 910 cfu/g으로 감소하였으나, 산가 값이 41.0%에서 43.7%로 증가하여 다음 실험에서는 제외하기로 결정하였음. 또한 35℃에서는 산가 값이 10%이상 높은 값을 보였으나 쌍별귀뚜라미 산가에 대한 기준값이 없어 그대로 진행하기로 결정하였음.

표 248. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 60일)

시료	포장방법	온도	포장지	60일
----	------	----	-----	-----

				일반세균	대장균	산가	수분	
건물	갈색거저리 유충	밀봉	25	PET+제습제	25	0	1.3	3.73
			35	PET+제습제	15	0	1.4	3.57
			45	PET+제습제	25	0	1.5	3.27
			25	내습포장제2(무광)	15	0	1.6	5.37
			35	내습포장제2(무광)	390	0	1.8	5.40
			45	내습포장제2(무광)	20	0	2.4	4.77
		진공	25	PE+제습제	140	0	1.9	5.10
			35	PE+제습제	70	0	2.7	5.50
			45	PE+제습제	15	0	2.7	5.47
			25	내습포장제1(유광)	0	0	1.8	4.70
			35	내습포장제1(유광)	65	0	1.9	4.13
			45	내습포장제1(유광)	55	0	2.4	3.83
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	20	0	6.4	4.90
			25	PET+제습제	910	0	43.7	5.37
		진공	35	PET+제습제	50	0	10.3	4.30
45			PET+제습제	15	0	7.5	3.17	

⑤ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 96일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 96일차 건물에 대한 결과는 표 249과 같다. 일반세균 값이 60일에 비해 거의 모든 항목에서 감소하였으며, 산가 값은 별 차이를 보이지 않았음.

표 249. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 96일)

시료		포장방법	온도	포장지	96일			
					일반세균	대장균	산가	수분
건물	갈색거저리 유충	밀봉	25	PET+제습제	10	0	1.8	3.93
			35	PET+제습제	10	0	1.8	4.00
			45	PET+제습제	20	0	2.0	3.03
			25	내습포장제2(무광)	5	0	1.8	4.57
			35	내습포장제2(무광)	70	0	2.1	4.80
			45	내습포장제2(무광)	30	0	2.6	4.50
		진공	25	PE+제습제	45	0	2.1	4.87
			35	PE+제습제	110	0	3.2	5.47
			45	PE+제습제	75	0	2.9	4.67
			25	내습포장제1(유광)	20	0	1.8	4.23
			35	내습포장제1(유광)	5	0	2.4	3.87
			45	내습포장제1(유광)	50	0	2.8	4.40
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	10	0	8.5	6.20
			35	PET+제습제	5	0	10.2	4.33
		진공	45	PET+제습제	10	0	12.9	3.03

⑥ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 120일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 120일차 건물에 대한 결과는 표 250과 같음. 일반세균 값은 96일에 비해 별 차이를 보이지 않았음. 쌍별 귀뚜라미 진공 35, 45℃의 시료에서 산가가 10% 이상을 나타냈음.

표 250. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 120일)

시료	포장방법	온도	포장지	120일				
				일반세균	대장균	산가	수분	
건물	갈색 거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제	15	0	1.6	3.33
			35	PET+제습제	15	0	1.9	3.77
			45	PET+제습제	20	0	2.1	2.77
		진공	25	내습포장제2(무광)	15	0	1.7	4.93
			35	내습포장제2(무광)	75	0	2.4	4.20
			45	내습포장제2(무광)	10	0	3.1	4.50
	진공	25	PE+제습제	15	0	2.5	5.07	
		35	PE+제습제	25	0	3.4	5.40	
		45	PE+제습제	5	0	3.3	4.63	
	진공	25	내습포장제1(유광)	20	0	2.3	3.77	
		35	내습포장제1(유광)	20	0	2.3	4.13	
		45	내습포장제1(유광)	60	0	2.8	4.06	
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	10	0	8.7	5.20
			35	PET+제습제	15	0	13.5	4.47
		진공	45	PET+제습제	5	0	12.6	3.93

⑦ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 144일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 144일차 건물에 대한 결과는 표 251와 같음. 일반세균과 산가의 값이 120일에 비해 큰 차이를 보이지 않았음.

표 251. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(건물, 144일)

시료	포장방법	온도	포장지	144일				
				일반세균	대장균	산가	수분	
건물	갈색 거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제	10	0	1.3	3.4
			35	PET+제습제	0	0	1.7	3.0
			45	PET+제습제	0	0	2.1	2.3
		진공	25	내습포장제2(무광)	15	0	1.8	4.0
			35	내습포장제2(무광)	55	0	2.4	4.2
			45	내습포장제2(무광)	160	0	3.2	4.2
	진공	25	PE+제습제	30	0	2.2	4.5	
		35	PE+제습제	170	0	3.2	5.7	
		45	PE+제습제	0	0	3.8	4.5	
	진공	25	내습포장제1(유광)	0	0	1.9	3.9	
		35	내습포장제1(유광)	5	0	2.4	3.5	
		45	내습포장제1(유광)	30	0	2.7	3.5	
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	570	0	8.3	5.6
			35	PET+제습제	25	0	14.7	3.2
		진공	45	PET+제습제	0	0	14.4	2.8

⑧ 저장기간에 따른 일반세균 결과(건물)

저장기간에 따른 각 실험별 차이에 대한 결과는 표 252, 253, 254, 255과 같음. 일반세균의 결과 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 대장균은 저장 144일까지 나타나지 않았음. 산가의 경우 갈색거저리 유층의 경우 저장기간 동안 2~3% 대의 값을 보여 지방산패에 대한 안정성을 보였음. 수분의 경우 저장 0일보다는 저장 18일에 수분 함량이 낮게 나타났는데 이는 제습제 또는 내습포장지에 의한 것으로 사료됨.

표 252. 저장기간에 따른 일반세균 결과(건물)

시료	포장 방법	온도	포장지	일반세균							
				0	18	36	60	96	120	144	
건물	갈색 거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제	130	410	55	25	10	15	10
			35	PET+제습제	580	5	20	15	10	15	0
			45	PET+제습제	15	25	55	25	20	20	0
			25	내습포장제2(무광)	20	5	30	15	5	15	15
			35	내습포장제2(무광)	530	2300	30	390	70	75	55
			45	내습포장제2(무광)	65	40	65	20	30	10	160
		진공	25	PE+제습제	510	220	140	140	45	15	30
			35	PE+제습제	75	35	260	70	110	25	170
			45	PE+제습제	30	140	25	15	75	5	0
			25	내습포장제1(유광)	120	10	30	0	20	20	0
			35	내습포장제1(유광)	75	5	15	65	5	20	5
			45	내습포장제1(유광)	60	25	50	55	50	60	30
	쌍별 귀뚜 라미	밀봉	25	PET+제습제	0	10	5	20	10	10	570
			35	PET+제습제	860						
			45	PET+제습제	820						
			25	내습포장제2(무광)	12000						
			35	내습포장제2(무광)	320						
			45	내습포장제2(무광)	1200						
		진공	25	PE+제습제	440000						
			35	PE+제습제	310000						
			45	PE+제습제	120000						
					00						
			25	PET+제습제	5600	65	93000	910			
			35	PET+제습제	130000	180	4400	50	5	15	25
45	PET+제습제	810	45	10	15	10	5	0			

표 253. 저장기간에 따른 대장균 결과(건물)

시료	포장 방법	온도	포장지	대장균							
				0	18	36	60	96	120	144	
건물	갈색 거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			35	PET+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			45	PET+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			25	내습포장제2(무광)	0	0	0	0	0	0	0
			35	내습포장제2(무광)	0	0	0	0	0	0	0
			45	내습포장제2(무광)	0	0	0	0	0	0	0
		진공	25	PE+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			35	PE+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			45	PE+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			25	내습포장제1(유광)	0	0	0	0	0	0	0
			35	내습포장제1(유광)	0	0	0	0	0	0	0
			45	내습포장제1(유광)	0	0	0	0	0	0	0
	쌍별 귀뚜 라미	밀봉	25	PET+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			35	PET+제습제							
			45	PET+제습제							
			25	내습포장제2(무광)							
			35	내습포장제2(무광)							
			45	내습포장제2(무광)							
		진공	25	PE+제습제							
			35	PE+제습제							
			45	PE+제습제							

			25	PET+제습제	0	0	0	0			
			35	PET+제습제	0	0	0	0	0	0	0
			45	PET+제습제	0	0	0	0	0	0	0

표 254. 저장기간에 따른 산가 결과(건물)

시료	포장 방법	온도	포장지	산가							
				0	18	36	60	96	120	144	
건물	갈색 거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제	1.2	1.4	1.4	1.3	1.8	1.6	1.3
			35	PET+제습제	1.2	1.4	1.6	1.4	1.8	1.9	1.7
			45	PET+제습제	1.4	1.6	1.4	1.5	2.0	2.1	2.1
			25	내습포장제2(무광)	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8	1.7	1.8
			35	내습포장제2(무광)	1.4	1.5	1.7	1.8	2.1	2.4	2.4
			45	내습포장제2(무광)	1.6	1.7	1.9	2.4	2.6	3.1	3.2
		진공	25	PE+제습제	1.7	1.5	1.8	1.9	2.1	2.5	2.2
			35	PE+제습제	1.7	1.7	2.2	2.7	3.2	3.4	3.2
			45	PE+제습제	1.6	1.6	1.9	2.7	2.9	3.3	3.8
			25	내습포장제1(유광)	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8	2.3	1.9
			35	내습포장제1(유광)	1.5	1.5	1.6	1.9	2.4	2.3	2.4
			45	내습포장제1(유광)	1.4	1.5	2.0	2.4	2.8	2.8	2.7
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	4.1	4.8	6.8	6.4	8.5	8.7	8.3
			35	PET+제습제	9.1						
			45	PET+제습제	6						
			25	내습포장제2(무광)	31.9						
			35	내습포장제2(무광)	25.6						
			45	내습포장제2(무광)	6						
		진공	25	PE+제습제	25.5						
			35	PE+제습제	17						
			45	PE+제습제	4.5						
			25	PET+제습제	4.1	5.8	41.0	43.7			
			35	PET+제습제	4.5	6.5	8.1	10.3	10.2	13.5	14.7
			45	PET+제습제	4.3	5.7	7.7	7.5	12.9	12.6	14.4

표 255. 저장기간에 따른 수분 결과(건물)

시료	포장 방법	온도	포장지	수분							
				0	18	36	60	96	120	144	
건물	갈색 거저리 유층	밀봉	25	PET+제습제	4.83	3.36	3.83	3.73	3.93	3.33	3.4
			35	PET+제습제	4.83	3.22	3.23	3.57	4.00	3.77	3.0
			45	PET+제습제	4.83	3.14	3.07	3.27	3.03	2.77	2.3
			25	내습포장제2(무광)	4.83	4.86	5.03	5.37	4.57	4.93	4.0
			35	내습포장제2(무광)	4.83	4.38	4.70	5.40	4.80	4.20	4.2
			45	내습포장제2(무광)	4.83	5.03	4.77	4.77	4.50	4.50	4.2
		진공	25	PE+제습제	4.83	4.50	5.17	5.10	4.87	5.07	4.5
			35	PE+제습제	4.83	5.23	5.03	5.50	5.47	5.40	5.7
			45	PE+제습제	4.83	5.03	4.77	5.47	4.67	4.63	4.5
			25	내습포장제1(유광)	4.83	4.50	4.53	4.70	4.23	3.77	3.9
			35	내습포장제1(유광)	4.83	4.37	4.20	4.13	3.87	4.13	3.5
			45	내습포장제1(유광)	4.83	4.57	4.67	3.83	4.40	4.06	3.5
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	4.13	4.30	4.50	4.90	6.20	5.20	5.6
			35	PET+제습제	4.13						
			45	PET+제습제	4.13						
			25	내습포장제2(무광)	4.13						
			35	내습포장제2(무광)	4.13						
			45	내습포장제2(무광)	4.13						

진공	45	내습포장제2(무광)	4.13						
	25	PE+제습제	4.13						
	35	PE+제습제	4.13						
	45	PE+제습제	4.13						
	25	PET+제습제	4.13	2.93	6.37	5.37			
	35	PET+제습제	4.13	3.27	3.43	4.30	4.33	4.47	3.2
	45	PET+제습제	4.13	3.50	3.13	3.17	3.03	3.93	2.8

갈색거저리 원물 산가

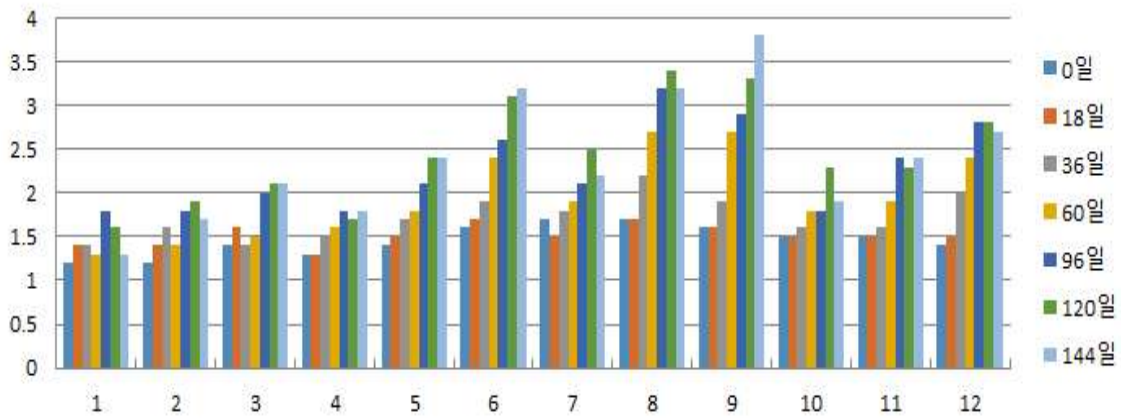


그림 205. 저장기간에 따른 갈색거저리 건물의 산가

쌍별귀뚜라미 원물 산가

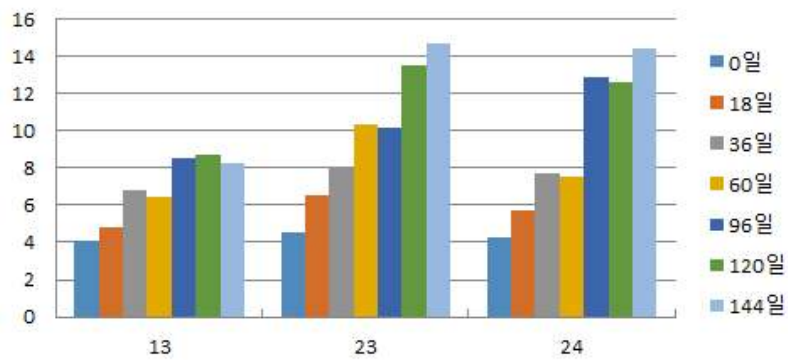


그림 206. 저장기간에 따른 쌍별귀뚜라미 건물의 산가

갈색거저리 원물 수분

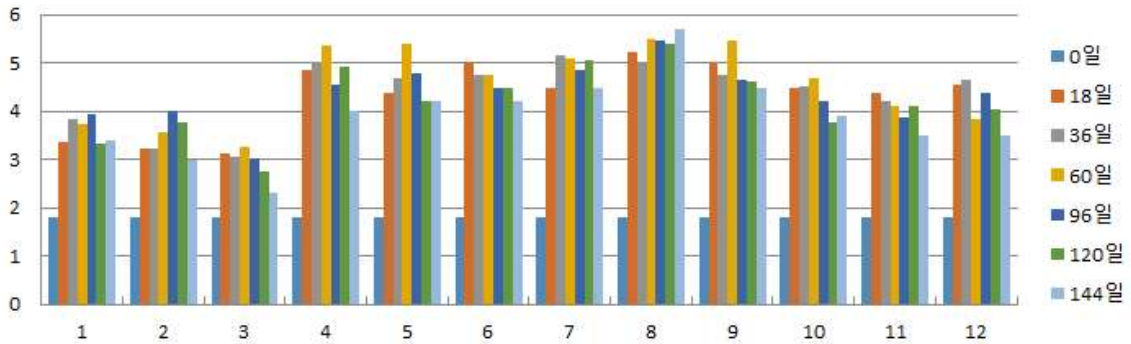


그림 207. 저장기간에 따른 갈색거저리 건물의 수분

쌍별귀뚜라미 원물 수분

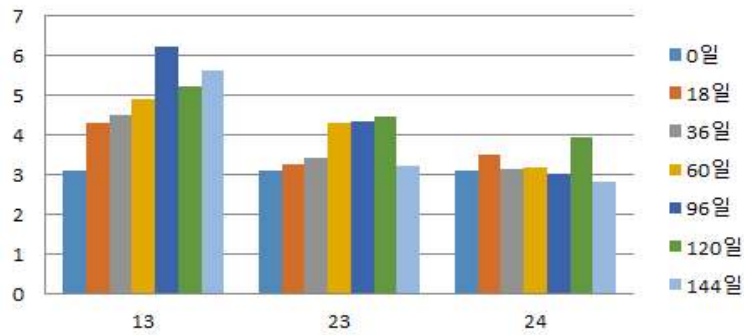


그림 208. 저장기간에 따른 쌍별귀뚜라미 건물의 수분

(다) 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(분말)

① 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 0일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 0일차 분말에 대한 결과는 표 256와 같음. 일반세균과 산가의 값이 높게 나타났으나 분말에 대한 기준치가 정해져있지 않아, 10일까지 그대로 진행하기로 결정하였음. 이때 대장균은 모두 음성으로 나타났다. 일반세균과 산가 모두 갈색거저리 유충보다 쌍별 귀뚜라미에서 월등하게 높은 값을 보였음.

표 256. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(분말, 0일)

시료	포장방법	온도	포장지	0일		
				일반세균	대장균	산가
분말	갈색 밀봉	25	PE+제습제	6300	0	7.2
		35	PE+제습제	7300	0	7.1

거저리 유충	진공	45	PE+제습제	9000	0	6.8	
		25	내습포장제1(유광)	12000	0	6	
		35	내습포장제1(유광)	17000	0	8.7	
		45	내습포장제1(유광)	12000	0	8.5	
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장제1(유광)	150000000	0	12.2
			35	내습포장제1(유광)	140000000	0	11.5
			45	내습포장제1(유광)	160000000	0	10.9
			25	내습포장제2(무광)	170000000	0	9.9
		35	내습포장제2(무광)	120000000	0	10.4	
		45	내습포장제2(무광)	99000000	0	10.8	

② 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 10일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 10일차 분말에 대한 결과는 표 257와 같음. 일반세균과 산가의 값이 높게 나타났으나, 일반세균의 경우 저장 0일차에 비해서 미세하게 감소하는 경향을 보였음. 산가의 경우는 비슷한 수치를 보였음. 저장 10일차에서도 일반세균과 산가의 값이 월등하게 높게 나타난 쌍별귀뚜라미의 경우 20일차 실험에서는 제외시키기로 결정하였음.

표 257. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(분말, 10일)

시료	포장방법	온도	포장지	10일				
				일반세균	대장균	산가	수분	
분말	갈색 거저리 유충	밀봉	25	PE+제습제	5100	0	7.0	3.73
			35	PE+제습제	6100	0	7.0	4.23
			45	PE+제습제	3700	0	6.6	3.70
		진공	25	내습포장제1(유광)	13000	0	7.2	5.73
			35	내습포장제1(유광)	7700	0	6.6	5.63
			45	내습포장제1(유광)	3600	0	7.8	5.97
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장제1(유광)	120000000	0	11.8	2.40
			35	내습포장제1(유광)	140000000	0	10.1	2.90
			45	내습포장제1(유광)	110000000	0	10.2	2.97
			25	내습포장제2(무광)	120000000	0	11.3	2.10
			35	내습포장제2(무광)	110000000	0	10.1	1.67
			45	내습포장제2(무광)	100000000	0	10.4	1.93

③ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 20일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 20일차 분말에 대한 결과는 표 258과 같음. 일반세균의 값이 10일차에 비해 감소하였으며, 산가와 수분의 값은 미세하게 증가하였음. 밀봉포장 보다 진공포장에서 일반세균과 산가, 수분의 값이 더 높게 나타났음.

표 258. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(분말, 20일)

시료	포장방법	온도	포장지	20일				
				일반세균	대장균	산가	수분	
분말	갈색거저리 유충	밀봉	25	PE+제습제	4700	0	7.1	4.33
			35	PE+제습제	3300	0	7.4	4.13
			45	PE+제습제	1700	0	7.5	4.33
		진공	25	내습포장제1(유광)	11000	0	7.5	5.33
			35	내습포장제1(유광)	6800	0	7.7	5.60
			45	내습포장제1(유광)	2400	0	10.6	6.30

④ 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 30일차

온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 30일차 분말에 대한 결과는 표 259과 같음. 일반세균의 경우 진공에서 밀봉보다 높은 값을 보였으며, 밀봉과 진공 모두에서 저장 온도가 낮을수록 더 높은 일반세균의 값을 보였음. 45℃에서 오히려 더 낮은 세균 값을 보였으나, 산가에서는 온도가 높을수록 높은 값을 보였음.

표 259. 온도 및 습도에 따른 저장기간 실험 결과(분말, 30일)

시료	포장방법	온도	포장지	30일				
				일반세균	대장균	산가	수분	
분말	갈색거저리 유층	밀봉	25	PE+제습제	6500	0	6.0	4.20
			35	PE+제습제	3300	0	6.1	4.23
			45	PE+제습제	2100	0	6.2	3.53
	진공	25	내습포장제1(유광)	11000	0	6.9	6.27	
		35	내습포장제1(유광)	6400	0	8.9	6.27	
		45	내습포장제1(유광)	3400	0	10.2	6.80	

⑤ 저장기간에 따른 일반세균 결과(분말)

저장기간에 따른 각 실험별 차이에 대한 결과는 표 260, 261, 262, 263과 같음. 일반세균의 결과 저장기간이 증가함에 따라 20일까지는 감소하였으나, 30일에서는 증가하였음. 대장균의 경우 음성을 나타냈음. 밀봉 포장된 갈색거저리 유층의 산가 값은 저장 30일에서 가장 낮은 값을 보였으나, 진공포장의 경우 저장 30일에서 산가 값이 더 높은 값을 보였음. 진공포장 시 지방에 대한 산패가 더 증가하는 것으로 보여짐. 수분 값의 경우 밀봉 포장에서는 큰 차이를 보이지 않고 저장 30일에서는 0일보다 감소한 값을 보였으나, 진공포장의 경우 저장기간이 증가함에 따라 수분 값이 증가하는 경향을 보였음. 분말 저장 시 진공보다는 밀봉이 적합한 것으로 판단됨.

표 260. 저장기간에 따른 일반세균 결과(분말)

시료	포장방법	온도	포장지	일반세균				
				0	10	20	30	
분말	갈색거저리 유층	밀봉	25	PE+제습제	6300	5100	4700	6500
			35	PE+제습제	7300	6100	3300	3300
			45	PE+제습제	9000	3700	1700	2100
		진공	25	내습포장제1(유광)	12000	13000	11000	11000
			35	내습포장제1(유광)	17000	7700	6800	6400
			45	내습포장제1(유광)	12000	3600	2400	3400
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장제1(유광)	150000000	120000000		
			35	내습포장제1(유광)	140000000	140000000		
			45	내습포장제1(유광)	160000000	110000000		
			25	내습포장제2(무광)	170000000	120000000		
			35	내습포장제2(무광)	120000000	110000000		
			45	내습포장제2(무광)	99000000	100000000		

표 261. 저장기간에 따른 대장균 결과(분말)

시료	포장방법	온도	포장지	대장균				
				0	10	20	30	
분말	갈색거저리	밀봉	25	PE+제습제	0	0	0	0
			35	PE+제습제	0	0	0	0
			45	PE+제습제	0	0	0	0

	유충	진공	25	내습포장제1(유광)	0	0	0	0
			35	내습포장제1(유광)	0	0	0	0
			45	내습포장제1(유광)	0	0	0	0
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장제1(유광)	0	0		
			35	내습포장제1(유광)	0	0		
			45	내습포장제1(유광)	0	0		
			25	내습포장제2(무광)	0	0		
			35	내습포장제2(무광)	0	0		
			45	내습포장제2(무광)	0	0		

표 262. 저장기간에 따른 산가 결과(분말)

시료	포장방법	온도	포장지	산가				
				0	10	20	30	
분말	갈색 거저리 유충	밀봉	25	PE+제습제	7.2	7.0	7.1	6.0
			35	PE+제습제	7.1	7.0	7.4	6.1
			45	PE+제습제	6.8	6.6	7.5	6.2
		진공	25	내습포장제1(유광)	6	7.2	7.5	6.9
			35	내습포장제1(유광)	8.7	6.6	7.7	8.9
			45	내습포장제1(유광)	8.5	7.8	10.6	10.2
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장제1(유광)	12.2	11.8		
			35	내습포장제1(유광)	11.5	10.1		
			45	내습포장제1(유광)	10.9	10.2		
			25	내습포장제2(무광)	9.9	11.3		
			35	내습포장제2(무광)	10.4	10.1		
			45	내습포장제2(무광)	10.8	10.4		

표 263. 저장기간에 따른 수분 결과(분말)

시료	포장방법	온도	포장지	수분				
				0	10	20	30	
분말	갈색 거저리 유충	밀봉	25	PE+제습제	4.30	3.73	4.33	4.20
			35	PE+제습제	4.30	4.23	4.13	4.23
			45	PE+제습제	4.30	3.70	4.33	3.53
		진공	25	내습포장제1(유광)	4.30	5.73	5.33	6.27
			35	내습포장제1(유광)	4.30	5.63	5.60	6.27
			45	내습포장제1(유광)	4.30	5.97	6.30	6.80
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장제1(유광)	2.13	2.40		
			35	내습포장제1(유광)	2.13	2.90		
			45	내습포장제1(유광)	2.13	2.97		
			25	내습포장제2(무광)	2.13	2.10		
			35	내습포장제2(무광)	2.13	1.67		
			45	내습포장제2(무광)	2.13	1.93		

갈색거저리 분말 일반세균

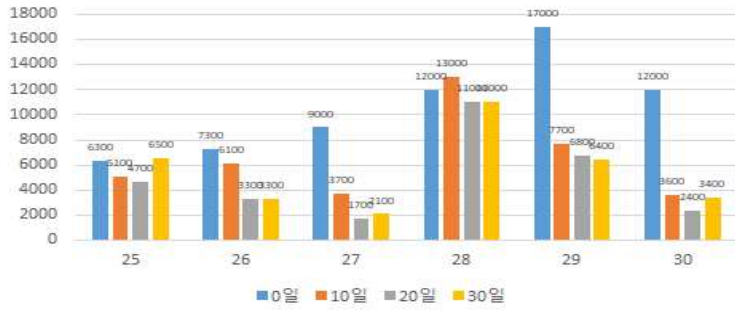


그림 209. 저장기간에 따른 갈색거저리 분말의 일반세균

쌍별귀뚜라미 분말 일반세균

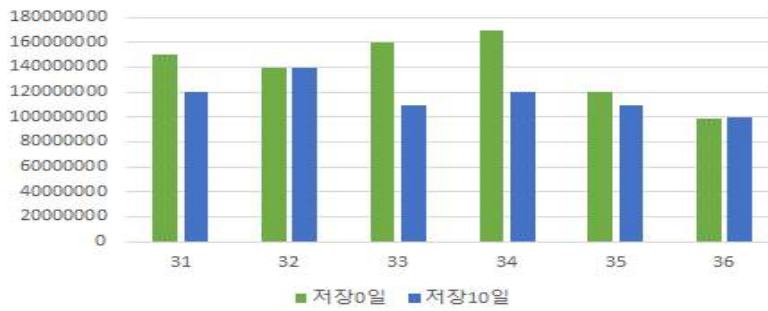


그림 210. 저장기간에 따른 쌍별귀뚜라미 분말의 일반세균

갈색거저리 분말 산가

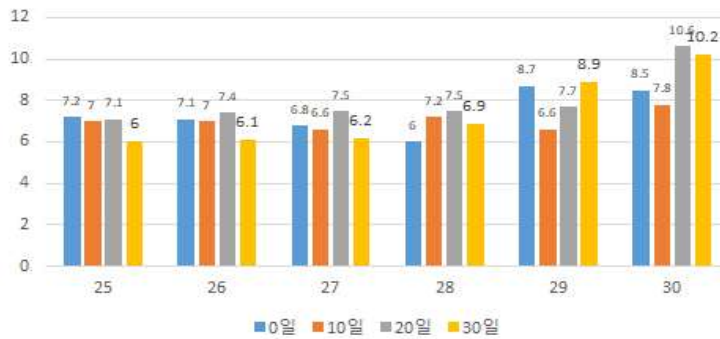


그림 211. 저장기간에 따른 갈색거저리 분말의 산가

갈색거저리 분말 수분



그림 212. 저장기간에 따른 갈색거저리 분말의 수분

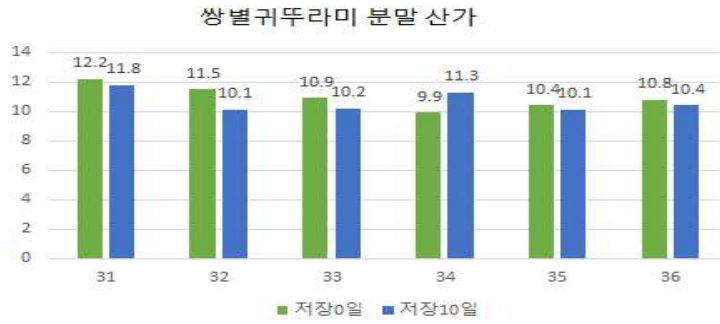


그림 213. 저장기간에 따른 쌍별귀뚜라미 분말의 산가

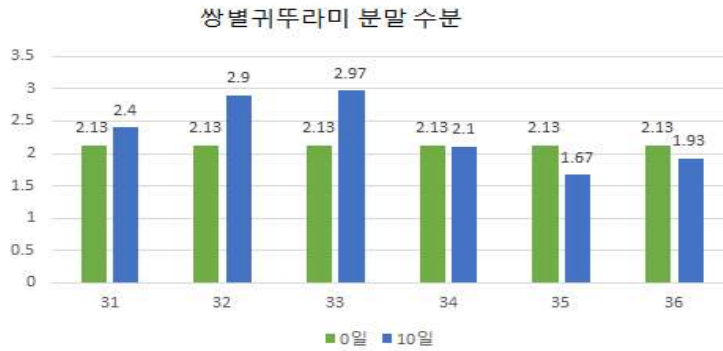


그림 214. 저장기간에 따른 쌍별귀뚜라미 분말의 수분

(라) 관능검사

① 실험방법

저장 실험이 완료된 각각의 시점인 건물 144일, 분말 30일째에 관능검사를 실시하였음. 건물의 경우 참가인원 30명이었으며 문항은 외관, 냄새, 맛, 텍스처, 전반적인 기호도에 대해 7점 척도로 평가하였으며, 1점은 매우 좋지않다. 4점은 보통이다. 7점은 매우 좋다고 평가하였음. 관능검사에 사용된 시료는 저장기간 동안 일반세균, 산가, 수분 측정에 의해 안전하다고 판단된 시료에 의해서만 실시되었음. 분말의 경우 참가인원이 18명이었으며 척도는 7점 척도로 동일하게 실시하였음. 분말의 경우 특성차이 검사를 실시하였으며, 외관의 경우, 어두운색, 입자의 뭉침, 입자의 크기에 대한 차이를 평가하게 하였으며, 향미는 고소한 향, 산패취, 이취, 맛은 고소한 맛, 짠 맛, 감칠 맛 정도를 나타내는 것으로 평가하도록 하였음. 텍스처는 부드러움, 잘녹는, 기름진 정도, 입에 들러붙는 정도에 대하여 평가하도록 실시하였음. 시료는 표 264와 같음.

표 264. 관능검사에 사용된 시료

시료		포장방법	온도	포장재질
건물	갈색거저리 유충	밀봉	25	PET+제습제
			25	내습포장지2(무광)
		진공	25	PE+제습제
			25	내습포장지1(유광)
쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	PET+제습제	
분말	갈색거저리 유충	밀봉	25	PE+제습제
			25	내습포장지1(유광)
	쌍별 귀뚜라미	밀봉	25	내습포장지1(유광)
			25	내습포장지2(무광)

② 실험결과

㉑ 갈색거저리 유충 건물 결과

갈색거저리 유충 건물, 밀봉, PET+제습제의 시료 관능검사 결과는 표 265과 같음. 외관은 저장기간이 증가함에 따라 기호도가 높게 평가되었으며, 냄새와 맛은 저장기간 증가에 따라 기호도가 감소하였으나 통계상의 유의한 차이를 보이지 않았음. 전반적인 기호도는 저장 0, 18일에서 가장 높게 나타났으며 60일, 96일에서 가장 낮게 나타났으나 통계상의 유의적인 차이를 보이지 않았음. 그러나 저장 기간이 증가함에 따라 냄새, 맛의 기호도가 낮게 평가되어 전반적으로 기호도가 낮게 평가되는 것을 확인 할 수 있었음.

갈색거저리 유충 건물, 밀봉, 내습포장지2의 시료 관능검사 결과는 표 266와 같음. 외관은 저장기간이 증가함에 따라 기호도가 높게 평가되었으며, 표 263의 PET+제습제 포장보다 높은 외관 기호도를 보였음. 냄새 항목에서는 저장 0일에서 기호도가 가장 높았으나 통계상의 유의한 차이를 보이지 않았음. 전반적인 기호도는 오히려 저장 144일이 가장 높게 평가되었으나 통계상의 유의한 차이를 보이지 않았음. 내습포장지를 사용할 경우 저장기간이 증가함에 따라 시료의 색깔이 선명하고 윤기가 난 것과 상관관계가 있을 것으로 판단됨.

갈색거저리 유충 건물, 진공, PE+제습제의 시료 관능검사 결과는 표 267와 같음. 외관은 저장기간이 증가함에 따라 높은 기호도를 보였으나 통계상의 차이를 나타내지 않았음. 저장기간 120일에서 냄새와 맛 항목에서 높은 기호도를 받았으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 전반적인 기호도는 저장기간이 증가할수록 높게 평가되어 120일에서 높은 기호도를 받았으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 진공의 경우는 밀봉과 달리 포장 시 기압에 의해 시료가 원형을 유지하지 못하고 부서지는 경향을 보였음. 표 263, 264의 밀봉포장 외관과 비교 시 낮은 기호도를 보이는 것을 확인 할 수 있었음.

갈색거저리 유충 건물, 진공, 내습포장지1 시료 관능검사 결과는 표 268과 같음. 외관은 저장 96, 120일에서 높은 기호도를 보였으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 맛은 저장 144일에서 가장 높은 기호도를 보였으며, 텍스처 또한 120일에서 높은 기호도를 보였으나 통계상의 차이가 없었음. 전반적인 기호도는 저장 96일이 가장 높은 기호도를 받았으나 통계상의 차이를 보이지 않았음.

표 265. 갈색거저리 유충 건물의 관능검사 결과(밀봉, PET+제습제)

	외관	냄새	맛	텍스처	전반적인 기호도
0일	4.06±2.16	4.47±2.07	4.47±1.74	4.18±1.94	4.65±1.62
18일	4.71±1.61	4.42±1.73	4.71±1.53	4.00±1.27	4.82±1.59
36일	4.24±1.44	5.12±1.90	4.29±1.83	4.53±1.74	4.35±1.73
60일	4.76±1.64	4.06±1.44	4.35±1.37	4.24±1.52	3.41±1.23
96일	4.12±1.27	4.00±1.12	3.94±1.71	4.59±1.73	3.47±1.18
120일	4.00±1.97	4.41±1.77	4.41±1.58	4.53±1.59	4.12±1.80
144일	4.41±1.84	4.06±1.52	4.41±2.09	4.53±1.74	4.24±2.00
F-value	0.54NS	0.95NS	0.31NS	0.33NS	1.91NS

표 266. 갈색거저리 유충 건물의 관능검사 결과(밀봉, 내습포장지2)

	외관	냄새	맛	텍스처	전반적인 기호도
0일	4.74±1.52	5.00±1.70	4.74±1.56	4.42±1.68	4.84±1.64
18일	4.37±1.46	4.58±1.80	4.58±1.77	4.26±1.66	3.79±1.62

36일	4.26±1.94	4.84±1.68	5.00±1.67	4.26±1.76	4.37±1.57
60일	4.68±1.63	4.74±1.66	4.74±1.97	5.00±1.63	4.74±1.69
96일	4.58±1.35	4.74±1.37	5.21±1.65	4.74±1.63	4.84±1.26
120일	4.47±1.87	4.74±1.94	4.47±2.01	4.37±1.74	4.47±1.81
144일	5.16±1.64	4.84±2.14	4.63±1.89	4.21±1.65	5.05±1.61
F-value	0.61NS	0.10NS	0.39NS	0.58NS	1.61NS

표 267. 갈색거저리 유충 건물의 관능검사 결과(진공, PE+제습제)

	외관	냄새	맛	텍스처	전반적인 기호도
0일	3.67±2.06	3.86±2.17	3.95±1.83	4.14±1.88	3.90±1.97
18일	4.19±1.50	4.67±1.85	4.24±1.64	4.48±1.50	4.14±1.28
36일	3.33±1.71	3.95±1.69	3.71±1.65	3.67±1.77	3.67±1.49
60일	3.57±2.23	3.90±1.18	4.29±1.49	4.00±1.60	4.14±1.46
96일	4.05±1.72	4.48±1.69	4.38±1.69	4.48±1.40	4.38±1.63
120일	4.00±1.82	4.00±1.76	4.67±1.68	4.19±1.63	4.33±1.46
144일	4.80±1.75	4.05±1.66	4.43±1.36	4.38±1.47	4.62±1.56
F-value	1.46NS	0.68NS	0.79NS	0.72NS	0.86NS

표 268. 갈색거저리 유충 건물의 관능검사 결과(진공, 내습포장지1)

	외관	냄새	맛	텍스처	전반적인 기호도
0일	3.63±1.98	4.05±1.80	3.58±2.03	4.53±2.01	4.32±2.06
18일	4.42±1.64	3.95±1.65	4.16±1.83	4.21±1.40	4.11±1.73
36일	3.89±1.88	4.37±1.92	4.53±1.35	4.32±1.20	4.00±1.60
60일	3.68±1.80	3.95±1.90	4.21±1.84	4.21±1.58	3.89±2.08
96일	4.84±1.61	4.42±1.50	4.21±1.44	3.53±1.47	4.47±1.43
120일	4.63±1.74	3.89±1.60	4.00±1.25	4.16±1.26	4.37±1.54
144일	4.37±1.95	4.00±1.86	4.53±1.31	4.47±1.61	4.42±1.39
F-value	1.32NS	0.28NS	0.78NS	0.89NS	0.33NS

㉔ 쌍별귀뚜라미 건물 결과

쌍별귀뚜라미 건물, 밀봉, PET+제습제 시료 관능검사 결과는 표 269과 같음. 외관은 3.40~3.80의 기호도를 보였으며, 갈색거저리 유충에 비해 비교적 낮은 기호도를 보였음. 냄새의 경우는 저장기간이 증가함에 따라 더 높은 기호도를 보였으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 맛의 경우에는 저장 120일에서 가장 높은 값을 보였으며 저장 0일에서 가장 낮은 기호도를 보였음. 냄새와 맛 모두 저장기간이 증가함에 따라 오히려 높은 기호도를 보여 쌍별귀뚜라미의 경우 숙성의 기간이 필요한 것으로 사료됨. 텍스처의 경우에도 저장 기간이 증가함에 따라 더 높은 기호도를 보여 저장 120, 144일에서 가장 높은 기호도를 보였음. 전반적인 기호도에서는 저장 120일이 가장 높은 기호도를 보였으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 쌍별 귀뚜라미의 경우, 일반세균, 산가, 수분의 실험결과에서 갈색거저리 유충에 비해 비교적 높은 수치를 보여 안정성에 대한 문제를 보였으나, 관능검사에서 저장기간이 증가함에 따라 맛의 안정성을 찾는 것을 확인 할 수 있었음. 따라서 쌍별귀뚜라미의 경우에는 건조 후 숙성과정에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 판단됨.

표 269. 쌍별귀뚜라미 건물의 관능검사 결과(밀봉, PET+제습제)

	외관	냄새	맛	텍스처	전반적인 기호도
0일	3.60±2.06	2.80±1.96	2.85±1.76c	2.75±1.33c	3.35±1.60
18일	3.40±1.67	3.15±1.57	3.40±1.43abc	3.10±1.48bc	3.15±1.23
36일	3.70±1.87	3.40±1.43	3.25±1.25bc	3.35±1.35abc	3.35±1.46
60일	3.40±1.82	3.60±1.43	3.95±1.57ab	4.10±1.77ab	3.70±1.53
96일	3.50±1.40	3.90±1.55	3.95±1.36ab	3.45±1.39abc	3.60±1.47
120일	3.80±1.64	4.10±1.94	4.45±1.67a	4.30±1.72a	4.60±1.93
144일	3.70±1.81	4.20±1.54	4.05±1.85ab	4.25±1.92a	4.15±1.98
F-value	0.16NS	1.95NS	2.45*	2.96*	2.00NS

㉔ 갈색거저리 유충 분말 결과

갈색거저리 유충 분말, 밀봉, PE+제습제 시료 관능검사 결과는 표 270과 같음. 외관 항목 중 입자의 뭉침과 입자의 크기는 저장 20일에서 가장 나쁘게 나타났으나 통계상의 유의한 차이를 보이지 않았음. 고소한 향은 저장 0일이 가장 강하게 평가되었으며, 반대로 산패취와 이취에서도 저장 0일차가 가장 강하게 나타남. 이는 분말 제조 후 별도의 숙성의 시간이 없이 바로 포장했기 때문에 저장 0일차 시료에서 모든 향이 집약되었다고 보여짐. 고소한 맛은 저장 기간이 증가함에 따라 증가하였으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 감칠맛 또한 저장 기간이 증가함에 따라 강하게 평가되었으나 통계상의 차이는 보이지 않았음. 이를 통해 분말 저장 시 분말 제조 후 곤충의 불쾌한 냄새를 날려버리고 풍미를 높이기 위해서는 별도의 숙성 기간이 필요할 것으로 판단됨. 향후 분말 연구에서는 분말 제조 후 숙성 시간에 대한 연구가 필요할 것으로 사료됨.

갈색거저리 유충 분말, 밀봉, 내습포장지1 시료 관능검사 결과는 표 271와 같음. 외관 항목 중 어두운 색은 저장 기간이 증가함에 따라 강하게 평가되었으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 고소한 향은 저장 0일차에서 강하게 나타났고, 산패취와 이취에서도 0일차에서 강하게 평가되었는데, 위의 연구와 같은 결과를 보였음. 포장재질과 상관없이 숙성의 시간이 필요할 것으로 보여짐. 고소한 맛은 저장 0일차에서 가장 강했으나 감칠맛은 저장 기간이 증가함에 따라 강하게 평가되었으나 통계상의 차이를 보이지 않았음.

표 270. 갈색거저리 유충 분말의 관능검사 결과(밀봉, PE+제습제)

	0	10	20	30	F-value
어두운 색	3.88±1.13	4.45±1.20	3.38±1.19	3.88±1.13	1.26
입자의 뭉침	3.88±1.55	3.88±0.99	2.88±0.83	3.88±2.10	0.94
입자의 크기	3.38±1.41	3.38±1.30	2.88±1.13	3.38±1.85	0.24
고소한향	4.50±1.60	3.75±1.67	3.63±1.19	3.50±1.51	0.71
산패취	4.13±1.55	3.13±1.25	2.75±1.04	2.63±1.19	2.30
이취	3.25±1.67	3.00±1.51	3.00±1.20	3.38±1.41	0.13
고소한 맛	4.63±1.30	4.75±1.04	5.00±0.76	5.13±0.83	0.41
뽀은맛	2.00±0.76	2.13±0.83	2.13±1.25	2.13±0.99	0.03
짠맛	3.38±1.19	3.25±0.89	3.13±0.99	3.25±1.16	0.07
감칠맛	4.13±1.46	4.38±1.51	4.50±1.41	4.50±1.77	0.11
부드러움	4.25±1.16	5.00±0.93	5.00±1.07	5.13±0.83	1.26
잘녹는	4.63±1.51	4.75±1.39	4.50±1.31	4.63±1.51	0.04
기름진정도	3.63±0.92	3.63±0.92	3.88±1.25	3.88±1.25	0.14

입에 달라붙는 정도	3.25±1.67	3.50±1.51	3.50±1.07	4.00±1.60	0.36
------------	-----------	-----------	-----------	-----------	------

표 271. 갈색거저리 유충 분말의 관능검사 결과(밀봉, 내습포장제1)

	0	10	20	30	F-value
어두운 색	2.80±1.03	3.10±1.10	3.20±0.79	4.00±1.41	2.14
입자의 뭉침	4.20±0.63	3.90±1.29	3.80±1.14	4.20±1.40	0.32
입자의 크기	3.20±1.23	3.10±0.99	2.60±1.17	3.70±1.70	1.20
고소한향	4.70±1.06	4.40±2.01	4.30±0.83	3.90±0.99	0.64
산패취	3.20±1.55	3.20±1.40	3.20±1.48	2.90±1.10	0.12
이취	3.60±2.17	3.20±1.55	3.10±1.29	3.10±1.37	0.21
고소한 맛	5.60±0.97	5.00±1.25	4.70±1.16	5.30±0.95	1.27
뽀은맛	3.20±1.48	3.60±1.43	3.70±1.42	3.70±1.83	0.24
짠맛	3.60±1.17	3.70±1.16	3.80±1.32	3.60±1.65	0.05
감칠맛	4.40±1.07	4.60±0.97	4.70±0.95	4.70±1.16	0.19
부드러움	4.80±1.23	4.90±1.29	4.30±1.64	4.50±1.72	0.35
잘녹는	4.70±1.16	4.20±0.92	4.30±0.95	4.40±0.84	0.49
기름진정도	3.40±1.17	3.30±1.06	3.60±0.97	3.50±0.71	0.17
입에 달라붙는 정도	3.90±1.66	3.80±1.48	4.00±1.33	4.10±1.60	0.07

㉔ 쌍별귀뚜라미 분말 결과

쌍별귀뚜라미 분말, 밀봉, 내습포장지1 시료 관능검사 결과는 표 272과 같음. 갈색거저리와 마찬가지로 고소한 향과 산패취에서 저장 0일차가 강하게 평가되었음. 이는 곤충의 종류와 상관없이 저장기간이 짧을수록 곤충의 가치는 특유의 고소한 향과 특유의 짠내가 동시에 발휘한 것으로 보여짐. 고소한 맛과 감칠맛은 저장기간이 증가함에 따라 강하게 평가되었으나 통계상의 차이를 보이지 않았음.

쌍별귀뚜라미 분말, 밀봉, 내습포장지2 시료 관능검사 결과는 표 273과 같음. 외관항목 중 어두운 색은 저장기간이 증가함에 따라 강하게 평가되었음. 산패취와 이취는 저장기간이 증가함에 따라 강하게 평가되었는데, 위의 내습포장지1과 반대의 결과를 보였음. 이는 포장재질별로 곤충 저장 기간동안 냄새항목에 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났음. 기름진 정도와 입에 달라붙는 정도는 저장기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으나 통계상의 차이는 보이지 않았음. 저장기간이 증가함에 따라 곤충분말의 산패에 의해 기름이 용출되고 그 기름의 영향으로 입자가 커진 것으로 사료됨.

표 272. 쌍별귀뚜라미 분말의 관능검사 결과(밀봉, 내습포장제1)

	0	10	20	30	F-value
어두운 색	5.13±0.83	4.50±0.93	4.63±1.51	5.13±1.55	0.56
입자의 뭉침	4.00±1.31	3.75±1.28	4.50±1.31	3.63±1.41	0.68
입자의 크기	2.75±1.04	2.88±0.99	2.75±1.04	3.50±1.51	0.76
고소한향	4.25±1.16	4.13±1.13	3.75±1.04	3.50±1.07	0.75
산패취	3.88±1.64	3.00±1.07	3.38±1.51	3.38±1.19	0.55
이취	3.25±1.91	3.25±1.39	3.25±1.58	3.25±1.39	0.00
고소한 맛	3.38±1.30	3.63±1.41	4.25±1.04	4.38±1.19	1.21
뽀은맛	3.63±1.41	3.50±1.31	3.13±1.36	3.25±1.28	0.23

짠맛	3.63±1.19	3.63±1.19	3.38±1.06	3.50±0.93	0.10
감칠맛	3.00±1.31	2.88±1.13	3.25±1.16	3.50±1.20	0.43
부드러움	4.75±1.39	5.00±1.20	5.13±0.99	4.88±0.99	0.16
잘녹는	4.38±1.41	4.50±1.07	4.75±0.89	4.50±1.07	0.16
기름진정도	4.13±0.64	4.13±0.64	4.25±0.71	4.13±0.64	0.07
입에 달라붙는 정도	3.00±0.93	3.38±1.19	3.25±1.16	3.25±1.39	0.14

표 273. 쌍별귀뚜라미 분말의 관능검사 결과(밀봉, 내습포장제2)

	0	10	20	30	F-value
어두운 색	4.40±0.97	4.60±1.17	4.60±1.26	5.00±1.15	0.48
입자의 뭉침	4.60±1.17	4.60±1.17	4.20±1.40	4.70±1.64	0.27
입자의 크기	3.60±0.84	3.80±1.03	3.90±1.10	4.00±1.05	0.29
고소한향	3.30±1.81	2.70±1.77	3.20±1.70	2.90±2.08	0.22
산패취	4.60±1.58	4.70±1.42	4.80±1.32	5.10±1.37	0.23
이취	4.10±1.79	4.30±1.50	4.90±1.52	5.20±1.62	1.01
고소한 맛	3.10±1.29	3.90±1.10	4.30±1.50	4.70±1.42	2.63
뽀은맛	3.90±1.45	4.50±1.18	4.70±0.95	4.70±1.25	0.96
짠맛	4.60±1.51	4.50±1.18	4.50±0.71	4.30±0.95	0.13
감칠맛	3.20±1.62	3.50±1.43	3.50±1.35	3.50±1.27	0.11
부드러움	3.60±1.43	3.70±0.95	3.80±1.40	3.70±1.06	0.04
잘녹는	3.60±1.08	4.10±0.57	4.40±0.97	4.40±1.17	1.50
기름진정도	4.40±1.51	4.70±0.95	4.80±0.92	4.80±1.14	0.27
입에 달라붙는 정도	4.10±1.52	4.20±1.14	4.50±1.08	4.70±1.25	0.48

다) 자가규격 설정 및 유통기한 설정

○ 갈색거저리와 쌍별귀뚜라미 건물, 분말의 자가규격 및 유통기한 설정은 식품, 축산물 및 건강기능식품의 유통기간 설정실험 가이드라인(2018.8) 참고하여 기준규격 보다 높게 적용하였음.

표 274. 갈색거저리(건물) 자가규격 설정 및 유통기한 설정

식품유형	포장방법	포장재질	설정실험지표 (Experiment item)	품질한계 (Quality limits)	유통기한 (shelf-life) (months)
갈색거저리(건물)	밀봉	PET+제습제	산가	<3.0mg KOH/g	3
			수분	<5.0%	3
			세균수	<1,000g이하	3
			관능검사	>3.5	3
		내습포장제 (무광)	산가	<3.0mg KOH/g	16
			수분	<5.0%	1
			세균수	<1,000g이하	395
			관능검사	>3.5	16
	진공	PE+제습제	산가	<3.0mg KOH/g	15
			수분	<5.0%	14
			세균수	<1,000g이하	3
		내습포장제 (유광)	관능검사	>3.5	4
			산가	<3.0mg KOH/g	8
			수분	<5.0%	17
		세균수	<1,000g이하	11	
		관능검사	>3.5	10	

- 대장균은 모든 시료에서 불검출되었으며, 수분, 산가 및 세균수 자가규격은 5% 및 3mg KOH/g(분말 5mg KOH/g) 이하로 설정하였으며 건물 관능검사중 전반적인 기호도를 분말 관능검사중 산패취 3.5이상으로 설정하였음. 갈색거저리와 쌍별귀뚜라미 건물은 1,000g이하, 분말은 100,000g 설정하였음.

- 갈색거저리 건물에 대한 포장재질별 유통기한이 가장 짧은 설정실험지표에 안전계수 0.8을 적용하여 다른 유통기한을 산출한 결과 진공포장, 내습포장재1이 최종 8개월로 산출되었으며 진공포장, PE+제습제 및 밀봉포장, PET+제습제 각 3개월로 산출되었음.(표 274)

- 쌍별귀뚜라미 건물을 산출한 결과 밀봉, 포장재질이 PET+제습제가 약 20일로 산출되었으며 다른 포장재질은 설정실험지표별 품질한계 이상으로 유통이 실온에서 유통이 어려운 것으로 나타났음(표 275)

표 275. 쌍별귀뚜라미(건물) 자가규격 설정 및 유통기한 설정

식품유형	포장방법	포장재질	설정실험지표 (Experiment item)	품질한계 (Quality limits)	유통기한 (shelf-life) (months)
쌍별귀뚜라미(원들)	밀봉	PET+제습제	산가	<3.0mg KOH/g	0.7((21일)
			수분	<5.0%	1
			세균수	<1,000g이하	21
			관능검사	>3.5	0.1((5일)
		내습포장제 (무광)	산가	<3.0mg KOH/g	0.1(4일)
			수분	<5.0%	0
			세균수	<1,000g이하	0
			관능검사	>3.5	0
	진공	PE+제습제	산가	<3.0mg KOH/g	0
			수분	<5.0%	0
			세균수	<1,000g이하	0
			관능검사	>3.5	0
		PET+제습제	산가	<3.0mg KOH/g	0
			수분	<5.0%	0.2(8일)
			세균수	<1,000g이하	0
			관능검사	>3.5	0

- 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미 분말은 초기 산가, 수분 등 품질한계 이상 높아 건물보다 품질 안전성 등을 고려해 볼 때 유통이 어렵다고 보며 현재 농가에서 건조하는 방법 및 분말제조 과정을 개선 등 추후 추가 연구가 필요하다고 사료됨.

표 276. 갈색거저리(분말) 자가규격 설정 및 유통기한 설정

식품유형	포장방법	포장재질	설정실험지표 (Experiment item)	품질한계 (Quality limits)	유통기한 (shelf-life) (months)
갈색거저리(분말)	밀봉	PE+제습제	산가	<5.0mg KOH/g	0
			수분	<5.0%	0.6((20일)
			세균수	<100,000g이하	666
			관능검사	>3.5	1
	진공	내습포장제 (유광)	산가	<5.0mg KOH/g	0
			수분	<5.0%	0
			세균수	<100,000g이하	64
			관능검사	>3.5	0

표 277. 쌍별귀뚜라미(분말) 자가규격 설정 및 유통기한 설정

식품유형	포장방법	포장재질	설정실험지표 (Experiment item)	품질한계 (Quality limits)	유통기한 (shelf-life) (months)
쌍별귀뚜라미(분말)	밀봉	내습포장재 (유광)	산가	<5.0mg KOH/g	0
			수분	<5.0%	0
			세균수	<100,000g이하	64
			관능검사	>3.5	0
		내습포장재 (무광)	산가	<5.0mg KOH/g	0
			수분	<5.0%	2
			세균수	<100,000g이하	0
			관능검사	>3.5	1

- 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미 건물, 분말에 대해 저장기간 동안 대장균은 검출되지 않았으며 저장기간 중에 품질에 영향을 미치는 주요 지표는 수분함량, 산가, 세균수로 판단되었으며 품질의 안정성을 확보하기 위해서는 분말보다는 건물 유통으로 안전성을 확보해야 할 것으로 사료됨.

다. 농가대상 모니터링 분석

(1) 실험방법

농가 대상 모니터링 분석을 실시하였음. 갈색거저리 유충의 성장 과정 중 수분공급을 위해 무를 대체할 수 있는 식품으로 젤리를 제조하였으며, 젤리 제조 시 영양 공급을 위해 바실러스균 2종을 첨가하였음. Bacillus Coagulans와 Bacillus Subtilis를 첨가한 젤리를 제조하였으며, Coagulans는 면역강화, 향균물질 합성, 유해균 견제 등의 효능을 가지고 있으며, 고농도의 B. Coagulans spore를 먹으면 일반적인 병원균 전체에 대한 면역성을 높이는 장점을 가지고 있음. 이러한 B. Coagulans를 젤리 제조 시 첨가하여, 갈색거저리 곤충에게 제공 하면 밀도가 높은 곳에서 사육되는 곤충의 면역성을 높일 수 있을 것으로 기대됨. 또한 원료로써 갈색거저리 곤충의 영양성분에 차이를 보일 것으로 판단됨. 농가 2곳과 양주시 농업기술센터를 대상으로 B. Coagulans를 첨가한 젤리(BCJ)와 B. Subtilis를 첨가한 젤리(BSJ)를 7령의 갈색거저리 유충에게 약 한달 간 섭취 실험을 실시하였으며, 2일 간격으로 BCJ, BSJ를 유충 무게의 5%를 제공하였음. 이때 대조군이 되는 사육 상자에는 기존에 농가에서 수분 공급을 위해 제공하는 양배추, 물이었음(표 278).

표 278. 농가 모니터링 분석 조건

	수분 공급	제공 젤리	갈색거저리 유충	수분 공급 간격	수분의 양
양주 농기센터	무	BCJ, BSJ*	7령	2일 간격 (한달 간)	유충 무게 5%
농가 1(인섹트리)	양배추	BCJ			
농가 2(부흥축산)	물	BCJ, BSJ			

BCJ :Bacillus Coagulans Jelly, BSJ : Bacillus Subtilis Jelly

표 279. 젤리 제조 레시피

	BCJ	BSJ
젤라틴	8	8
물	160	160
식초	2	2
올리고당	5	5
흑설탕	25	25
마실러스	2	2
합계	202	202

BCJ :Bacillus Coagulans

BSJ : Bacillus Subtilis

(2) 실험결과

(가) 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분

기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 분석 결과는 표 280과 같음. 기존에 갈색거저리 유충의 수분 공급을 위해 양주센터에서는 무를 제공하였으며, 인섹트리에서는 양배추, 부흥축산에서는 일반 물을 분무기에 분사하여 제공하였음. 조지방함량은 물을 제공한 부흥축산에 비해 무와 양배추를 섭취한 곤충에서 함량이 높게 나타났음. 조단백의 경우는 무, 양배추, 물과 관계없이 50%를 보였음. BCJ를 섭취한 갈색거저리 유충의 조지방 함량은 29.08~37.52%로 나타났으며, 조단백 함량은 47.21~49.81%로 대조군인 무, 양배추, 물과 큰 차이를 보이지 않았음. 반면에 BSJ를 섭취한 군에서는 조단백이 49.06~53.24로 다른군에 비해 조금 높은 단백질 함량을 보였음.

표 280. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분

일반성분	양주센터 무	인섹트리 양배추	부흥축산 물	양주센터 BCJ	인섹트리 BCJ	부흥축산 BCJ	양주센터 BSJ	부흥축산 BSJ
수분(%)	2.90	2.92	2.89	2.60	3.00	2.90	3.00	2.95
조지방(%)	33.70	34.52	30.64	29.08	37.52	35.04	32.32	37.78
조단백(%)	50.32	49.29	49.44	49.81	47.21	47.96	53.24	49.06
회분(%)	3.73	3.70	3.90	3.60	3.30	3.70	4.10	3.40
탄수화물(%)	9.32	9.57	13.13	14.91	8.97	10.40	7.34	6.81

(나) 농가별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분

농가별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 분석 결과는 표 281와 같음. 3곳의 갈색거저리 유충의 수분함량은 2.60~3.00% 였으며, 조지방 함량은 29.08~37.78% 였음. 조단백은 47.21~53.24%였으며, 양주센터의 갈색거저리 유충에서 조금 더 높은 함량을 보였음. 이러한 결과를 토대로 젤리의 섭취보다는 사육환경에 의한 곤충의 영양성분 차이가 있는 것을 확인 할 수 있었음.

표 281. 농가별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분

일반성분	인섹트리	인섹트리	부흥축산	부흥축산	부흥축산	양주센터	양주센터	양주센터
------	------	------	------	------	------	------	------	------

	양배추	BCJ	물	BCJ	BSJ	무	BCJ	BSJ
수분(%)	2.92	3.00	2.89	2.90	2.95	2.90	2.60	3.00
조지방(%)	34.52	37.52	30.64	35.04	37.78	33.70	29.08	32.32
조단백(%)	49.29	47.21	49.44	47.96	49.06	50.32	49.81	53.24
회분(%)	3.70	3.30	3.90	3.70	3.40	3.73	3.60	4.10
탄수화물(%)	9.57	8.97	13.13	10.40	6.81	9.32	14.91	7.34

(다) 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무기질

기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무기질 분석 결과는 표 282과 같음. 기존의 수분 공급을 위해 제공되던 무, 양배추, 물을 섭취한 갈색거저리 유충 중 인의 함량은 양배추 섭취에서 가장 높았으며, 칼륨은 무에서 가장 높았음. BCJ를 섭취한 갈색거저리 유충의 인 함량은 610.5~785.8 mg/100 g 이었으며, BSJ를 섭취한 갈색거저리 유충의 인 함량은 592.57~648.99 mg/100 g였음. BCJ를 섭취한 군에서 대체로 인의 함량이 높았으며, 철과 칼슘의 함량은 종류와 상관없이 비슷한 수준을 보였음. 칼륨의 경우에 무 섭취군에서 가장 높은 함량을 보였음.

표 282. 종류별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무기질

일반성분	양주센터	인섹트리	부홍축산	양주센터	인섹트리	부홍축산	양주센터	부홍축산
	무	양배추	물	BCJ	BCJ	BCJ	BSJ	BSJ
인(mg/100g)	593.17	718.2	660.7	785.8	619.1	610.5	648.99	592.57
철(mg/100g)	5.21	4.1	4.2	5.40	4.4	3.8	4.77	4.44
칼슘(mg/100g)	34.19	35.7	37.6	39.60	30.7	35.9	37.23	30.78
칼륨(mg/100g)	865.15	789.6	809.1	806.20	764.9	756.5	804.33	710.20

(라) 농가별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무기질

농가별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무기질 분석 결과는 표 283과 같음. 철과 칼슘의 함량은 농가와 관계없이 비슷한 수준을 보였으며, 칼륨의 경우는 양주센터에서 사육한 갈색거저리 유충에서 높은 값을 보였음.

표 283. 농가별 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무기질

일반성분	인섹트리	인섹트리	부홍축산	부홍축산	부홍축산	양주센터	양주센터	양주센터
	양배추	BCJ	물	BCJ	BSJ	무	BCJ	BSJ
인(mg/100g)	718.2	619.1	660.7	610.5	592.57	593.17	785.8	648.99
철(mg/100g)	4.1	4.4	4.2	3.8	4.44	5.21	5.40	4.77
칼슘(mg/100g)	35.7	30.7	37.6	35.9	30.78	34.19	39.60	37.23
칼륨(mg/100g)	789.6	764.9	809.1	756.5	710.20	865.15	806.20	804.33

라. 농림식품신기술 인증

(1) 기능성 젤리 실험

(가) 실험방법

갈색거저리 성충과 유충은 식물성 물질인 곡류(밀기울)이나 채소(무, 배추)등을 먹고 자라며, 수분공급은 채소(배추, 무 등)와 과일(수박, 사과 등)껍질을 통해 제공받음. 이러한 수분공급용 채소와 과일은 응애가 발생되어 비위생적이며, 채소와 과일은 가격과 기후변화 등 유동성이 크고, 농약살포 등으로 안정성의 문제가 대두되고 있음. 따라서 수분 공급 대체용 젤리를 제조하여 제공하고자 하였음. 또한 수분공급과 더불어 수분과다 섭취로 인한 폐사 방지를 예방하고 면역성을 강화 시킬 수 있는 Bacillus Coagulans(바실러스 코아굴란스)를 첨가하여 젤리를 제조하였음. B. Coagulans는 미국에서 안전한 식품첨가물로 허가되어 있으며, 면역강화, 향균물질 합성, 유해균 견제 등의 효능을 가지고 있음. 특히 고농도의 B. Coagulans spore를 갈색거저리 유충 혹은 성충이 섭취 시 일반적인 병원균 전체에 대한 면역성을 높일 것으로 기대됨. B. Coagulans를 첨가하여 제조한 기능성 젤리 레시피는 표 284와 같으며, 젤리 제조 공정은 그림 215과 같음.

표 284. 기능성 젤리 제조 레시피

	CON	BCJ2	BCJ4	BCJ6
젤라틴	8	8	8	8
물	160	160	160	160
식초	2	2	2	2
올리고당	5	5	5	5
흑설탕	25	25	25	25
바실러스	0	2	4	6
합계	200	202	204	206

BCJ :Bacillus Coagulans Jelly

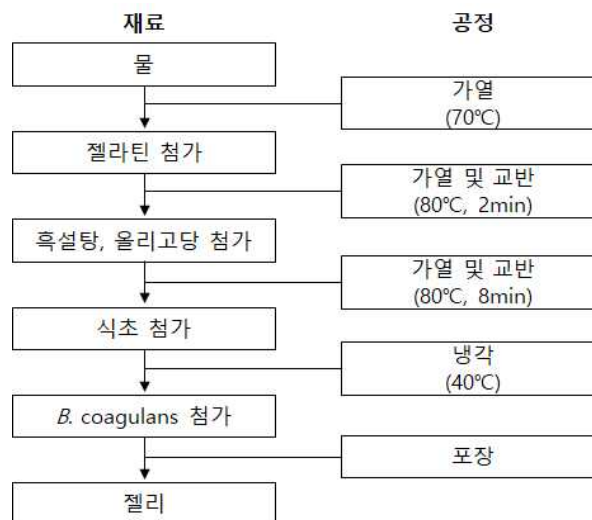


그림 215. 기능성 젤리 제조 공정

(나) 실험결과

① 갈색거저리 유충의 길이

7령의 갈색거저리 유충에서 2일 간격으로 무와 배추, CON 젤리, BCJ2, BCJ4, BCJ6을 유충 무게의 5%를 제공하였음. 사육박스에 밀기울 50 g, 유충 100마리를 넣어 사육하였으며, 밀기울은 1주일 간격으로 새로 공급하였음. 갈색거저리 유충의 무게와 길이, 너비를 측정하였음. 길이는 표 285과 같음. 실험 0일, 7일차에서는 젤리를 섭취한 유충의 길이가 길었음. 실험 14일에는 무를 섭취한 유충의 길이가

길었으나 통계상의 차이를 보이지 않았음. 실험 21일차에는 젤리 섭취군보다 무, 배추 군에서 길이가 길었으며, 대조군과 4, 6% 군보다는 2%군에서 길이가 길었음. 실험 28일차에는 BCJ2의 길이가 가장 짧았는데, 이는 번데기 용화 전 밀기울과 수분공급의 섭취를 하지 않기 때문으로 사료됨. 이러한 결과로 BCJ2 섭취 시 유충의 성장률이 높아 빨리 용화되는 것으로 판단됨(그림 216).

표 285. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 길이

		Radish	Chinese Cabbage	CON	BCJ2	BCJ4	BCJ6	F-value
Length (mm)	0day	25.13±0.15b	25.68±1.48b	26.92±1.30a	26.66±1.52a	26.39±1.32a	26.42±0.91a	7.73***
	7day	25.54±1.54d	26.24±1.54c	26.91±0.82bc	27.55±1.19ab	27.81±1.49a	27.05±1.13b	12.34**
	14day	28.10±0.59	26.87±0.95	27.00±1.14	27.77±1.17	27.86±1.12	27.84±0.87	1.14
	21day	29.23±0.92ab	29.31±0.98a	28.88±0.87abc	29.13±0.79ab	28.74±1.09bc	28.57±0.93c	2.94**
	28day	29.36±0.97a	28.41±4.84ab	29.45±0.92a	25.97±7.11b	26.19±7.23b	27.57±5.30ab	2.66**

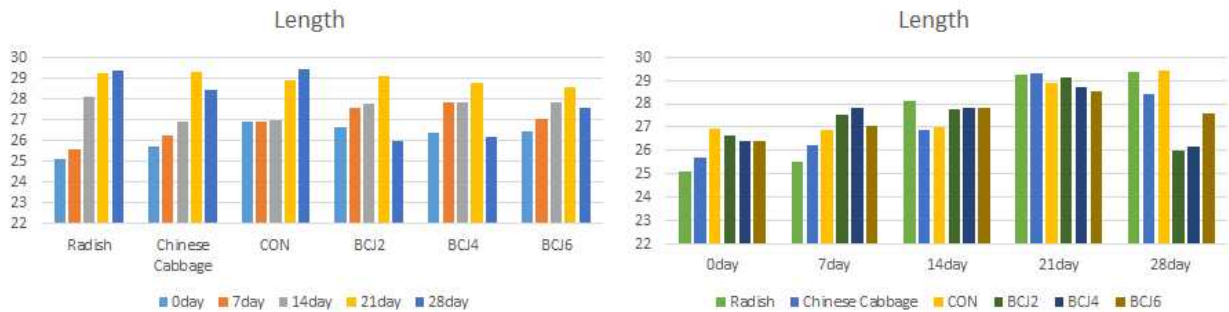


그림 216. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 길이

② 갈색거저리 유충의 너비

갈색거저리 유충의 너비는 표 284와 같음. 실험 0일차에서는 BCJ6에서 가장 넓었으나, 실험 7일차에서는 BCJ2에서 가장 넓었음. 실험 14일에서는 무와 배추를 섭취한 군보다 젤리 섭취군에서 너비가 넓었음. 실험 28일차에서 BCJ2, BCJ4에서 너비가 가장 작았는데 이는 번데기로 변화하기 전의 유충의 너비였음. 이러한 결과는 젤리 섭취는 유충의 성장률을 빠르게 하는 것으로 보여짐.

표 286. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 너비

		Radish	Chinese Cabbage	CON	BCJ2	BCJ4	BCJ6	F-value
Width (mm)	0day	2.74±0.14cd	2.73±0.15d	2.80±0.07bc	2.78±0.12bcd	2.82±0.16ab	2.87±0.13a	4.98***
	7day	2.67±0.12c	2.68±0.17c	2.83±0.11b	2.97±0.14a	2.89±0.12b	2.83±0.14b	19.85**
	14day	2.91±0.06c	2.92±0.06bc	2.95±0.08abc	2.95±0.08abc	2.96±0.09ab	2.98±0.07a	3.46**
	21day	3.01±0.04	3.01±0.04	3.02±0.06	3.03±0.04	3.02±0.04	3.02±0.06	0.36
	28day	3.04±0.03	3.04±0.03	3.05±0.04	2.84±0.77	2.83±0.77	2.94±0.56	1.25

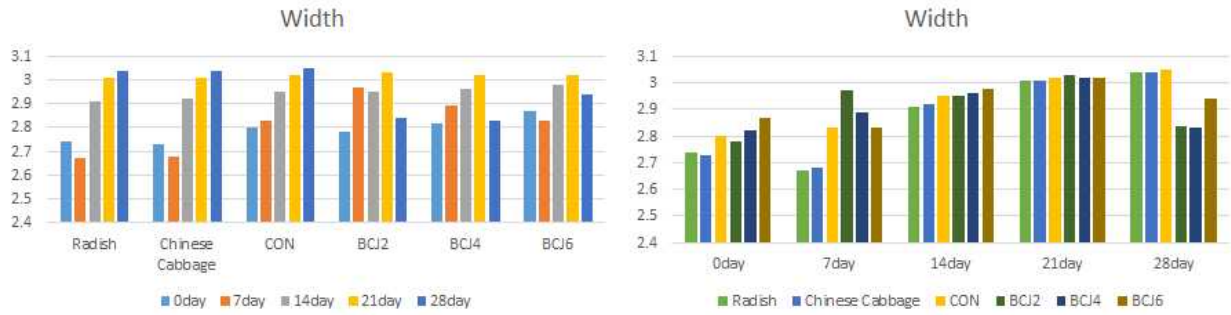


그림 217. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 너비

③ 갈색거저리 유충의 무게

갈색거저리 유충의 무게는 표 287와 같음. 실험 1일째에 갈색거저리 유충의 무게는 0.08~0.09 g 이었 으며, 실험 7일차에 0.11~0.12 g으로 일주일 사이에 0.03 g 증가폭을 보였음. 실험 14일차에 유충의 무 게는 0.15 g 으로 일주일 사이에 0.03 g 증가폭을 보였음. 실험 14일차에 번데기의 무게는 0.15~0.26 g 으로 큰 차이를 보였음. 실험 21일차에 번데기의 무게는 0.13~0.14 g 으로 실험 14일차보다 감소하는 경향을 보였음. 수분공급용으로 제공되는 무, 배추, 젤리에 따른 무게의 차이는 보이지 않았음.

표 287. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무게

		Radish	Chinese Cabbage	CON	BCJ2	BCJ4	BCJ6	F-value	
weight (g)	1day	0.08±0.00	0.09±0.00	0.09±0.00	0.09±0.00	0.08±0.00	0.08±0.00	2.25	
	7day	0.12±0.00	0.11±0.00	0.12±0.00	0.12±0.00	0.11±0.00	0.12±0.00	1.70	
	14day	Larva	0.15±0.00	0.15±0.00	0.15±0.00	0.15±0.00	0.15±0.00	0.15±0.00	0.98
		Pupa	0.19±0.05	0.18±0.05	0.15±0.01	0.17±0.04	0.20±0.03	0.26±0.09	1.42
	21day	Larva	0.17±0.00a	0.16±0.00b	0.16±0.00bc	0.16±0.00bc	0.15±0.00c	0.16±0.00bc	9.94**
		Pupa	0.13±0.00	0.14±0.00	0.14±0.00	0.13±0.00	0.13±0.00	0.13±0.01	0.50
		Imago	0.13±0.08	0.09±0.08	0.18±0.03	0.11±0.10	0.11±0.10	-	1.75
	28day	Larva	0.21±0.00	0.21±0.01	0.20±0.01	0.21±0.02	0.19±0.01	0.21±0.02	1.08
		Pupa	0.16±0.00a	0.15±0.00ab	0.15±0.00b	0.15±0.00b	0.15±0.00b	0.15±0.00b	3.42**
		Imago	0.14±0.00	0.14±0.01	0.14±0.00	0.14±0.00	0.14±0.00	0.13±0.00	0.57

④ 갈색거저리 유충의 용화율

갈색거저리 유충의 용화율은 표 288과 같음. 실험 14일차부터 용화가 시작되었으며, 14일차에 BCJ2 군에서 용화율이 5%로 가장 높았음. 실험 21일차에서는 무 섭취군이 16.33%로 용화율이 가장 낮았 으며, CON군에서 23%로 가장 높았음. 실험 28일차에는 배추와 Con군에서 용화율이 가장 높았음. 곤충의 희생(Death)은 무와 배추를 섭취한 군보다는 젤리 섭취군에서 높게 나타났는데 이에 대한 연구가 필요 할 것으로 판단됨.

표 288. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 용화율

	Radish	Chinese Cabbage	CON	BCJ2	BCJ4	BCJ6
--	--------	-----------------	-----	------	------	------

Pupation rate(%)	14day	Larva	96.67 ± 2.31	95.00 ± 3.61	94.33 ± 2.31	94.33 ± 3.79	95.33 ± 2.31	93.67 ± 2.08
		Pupa	3.00 ± 2.65	4.33 ± 4.16	4.00 ± 1.00	5.00 ± 2.65	3.00 ± 1.73	2.33 ± 1.15
		Imago	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00	0 ± 0.00
		Death	0.33 ± 0.57	0.67 ± 0.58	1.67 ± 1.53	0.67 ± 1.15	1.67 ± 2.08	4.00 ± 3.00
	21day	Larva	81.00 ± 2.65	75.00 ± 5.29	71.33 ± 6.51	75.33 ± 10.07	77.67 ± 2.89	77.00 ± 2.65
		Pupa	16.33 ± 2.08	20.33 ± 4.93	23.00 ± 8.23	20.33 ± 8.33	18.33 ± 4.62	18.33 ± 5.86
		Imago	1.67 ± 0.58	1.33 ± 1.53	1.33 ± 0.58	1.00 ± 1.00	0.67 ± 0.58	0 ± 0.00
		Death	1.00 ± 0.00	3.33 ± 1.15	4.33 ± 2.31	3.33 ± 2.52	3.33 ± 2.31	4.67 ± 3.51
	28day	Larva	14.33 ± 2.51	15.67 ± 4.93	13.33 ± 4.16	10.00 ± 2.00	14.33 ± 5.51	13.00 ± 4.00
		Pupa	58.33 ± 5.03	48.00 ± 2.00	46.67 ± 7.37	54.67 ± 10.60	54.67 ± 4.73	53.33 ± 6.51
		Imago	22.33 ± 4.04	30.67 ± 7.02	25.33 ± 5.51	24.67 ± 7.77	20.33 ± 1.53	24.00 ± 6.00
		Death	5.00 ± 1.00	5.67 ± 1.53	14.67 ± 5.77	10.67 ± 5.03	10.67 ± 1.15	9.67 ± 4.04

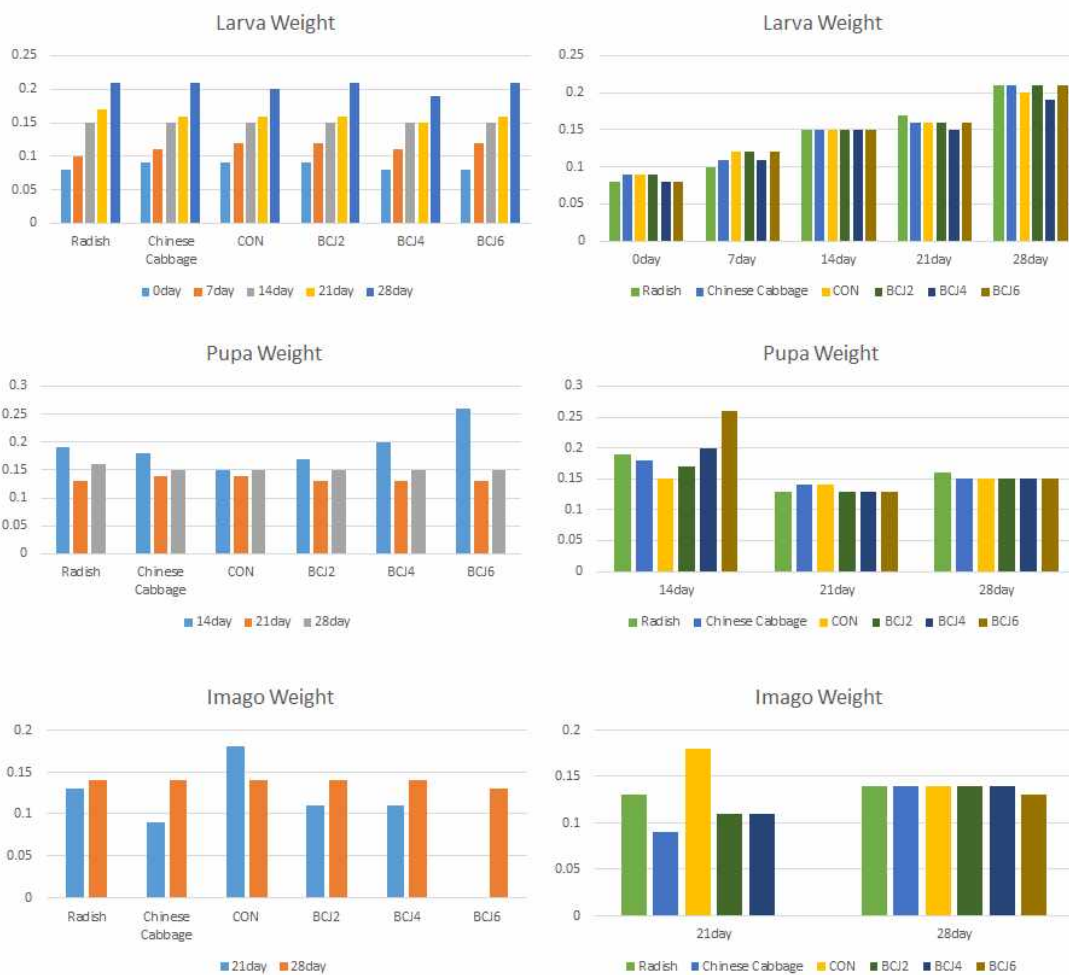


그림 218. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무게

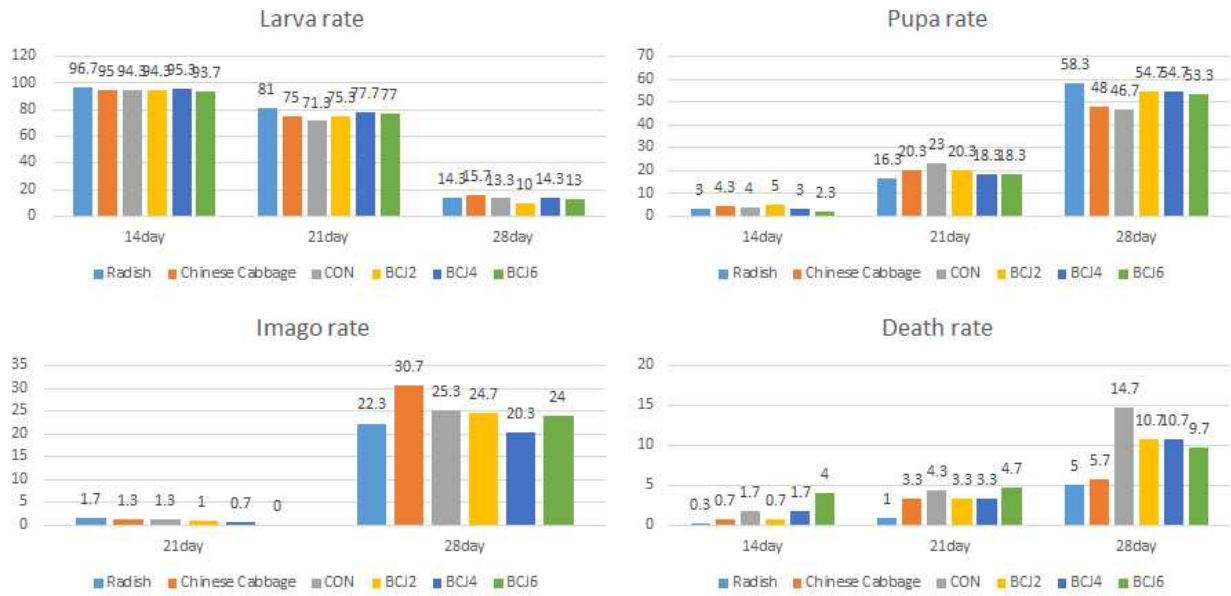


그림 219. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 용화율

(2) 갈색거저리 유충의 성장률

(가) 실험방법

기능성 젤리를 섭취한 갈색거저리 유충의 성장률에 대한 실험 결과, BCJ에서 성장률이 빠른 것을 확인 할 수 있었음. 따라서 BCJ2가 곤충의 먹이로서 사용가능한 지 확인하기 위해 젤리의 일반성분 및 무기질, 바실러스 실험을 실시하였고, 사료 검정증명을 실시하였음(그림 220, 221).

(나) 실험결과

B. Coagulans를 2% 첨가해 제조한 젤리의 일반성분 측정 결과(표 289), 젤리의 수분은 82.97%, 조단백 12.69%, 조지방은 0.01%였으며, 조섬유 0.27%, 조회분 0.06% 였음. 칼슘은 153.76 ppm 이었으며 인이 14.13 ppm 이었다. 바실러스 코아글란스는 1.0×10^6 이었음.

기능성 젤리 섭취 유충의 일반성분 및 무기질 검사 결과는 표 290과 같음. 조지방 함량과 조단백, 회분의 함량은 대조군(무)를 섭취한 군이 높게 나타났음. 그러나 인과 철, 칼슘에서는 B. Coagulans 젤리를 섭취한 군에서 높은 결과를 보였음.

표 289. BCJ 젤리의 일반성분 및 무기질, 바실러스

수분(%)	조단백(%)	조지방(%)	조섬유(%)	조회분(%)	칼슘(ppm)	인(ppm)	바실러스 코아글란스(cfu/g)
82.97	12.69	0.01	0.27	0.06	153.76	14.13	1.0×10^6

표 290. 기능성 젤리 섭취 유충의 일반성분 및 무기질

수분(%)	조지방(%)	조단백(%)	회분(%)	인	철	칼슘	칼륨
-------	--------	--------	-------	---	---	----	----

					(mg/100 g)	(mg/100 g)	(mg/100 g)	(mg/100 g)
CON	2.90	29.08	49.81	3.60	593.17	5.21	34.19	865.15
BCJ2	2.60	29.08	49.81	3.60	785.8	5.40	39.60	806.20

사료검정증명서

(34025) 대정광역시 유성구 테크노로 199(유안동, 미건테크노빌드1차 401호, 408호, 411호)
 한국단미사료협회 사료연구소 담당부서 품질안전관리 책임자 김용익 담당자 이예지
 전화번호 (042) 938-0634-8 팩스번호 (042) 938-0637

분석번호 한일협 분석(검정) 제2018-08920호
 시험일 2018년 04월 25일
 수신 양주시농업기술센터

접수번호	제4-168	접수영월일	2018년 04월 15일
검정번호	004-213	검정일	2018년 04월 25일

제조수입업자
 회사명 양주시농업기술센터
 성명 이원학
 주소 경기 양주시 광적면 지음로 162
 전화번호 031-8082-7272 팩스번호 031-8082-7259

제출명 고송질리
 사료영양 사료영양분(그 밖의 동물 어류용 배합사료)
 시험상태 일분(일정분지)
 제조 또는 수입 년월일 2018년 04월 10일

시험성분	단위	검정결과	검정방법	비고
수분(135도, 2시간)	%	82.97	사료표준분석방법	
조단백질	%	12.89	사료표준분석방법	
조지방(분분)	%	0.01	사료표준분석방법	
조섬유	%	0.27	사료표준분석방법	
조회분	%	0.06	사료표준분석방법	
칼슘(Ca)	ppm	153.78	사료표준분석방법	
인(P)	ppm	14.13	사료표준분석방법	
파실러스 클로스트리움	cfu/g	1.0x10 ⁷	사료표준분석방법	

위 내용은 의뢰자가 제공한 시료에 대한 분석결과이며 용도이외의 상업적인 광고 및 선전 등에 사용할 수 없습니다. 2018년 04월 25일

한국단미사료협회 사료연구소

직인

용도: 성분종류:

* 이 증명서는 컴퓨터로 작성된 것으로서, 원본과 다를 수 있으며, 원본과 다를 경우 효력이 없습니다. * 본 증명서는 2018년 04월 25일 기준입니다. * 본 증명서는 2018년 04월 25일 기준입니다.

210mm×297mm(판자장: 800) * [3] 불투명도

그림 220. 사료검정증명서

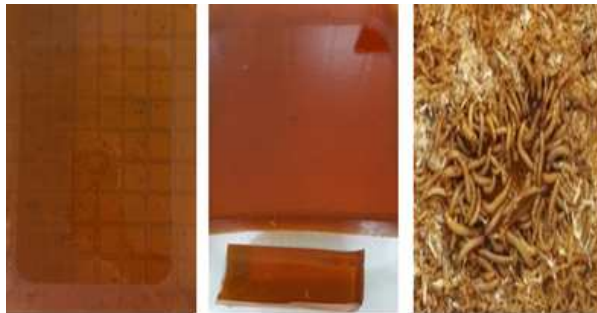


그림 221. 젤리 사진

마. 대체 먹이원 탐색

(1) 도라지박

(가) 실험방법

갈색거저리 유충과 성충은 밀기울을 먹이원으로 하여 생육함. 도라지박은 도라지즙을 제조하고 난 뒤 남은 부산물로 대부분 버려지고 있음. 따라서 밀기울에 도라지박을 첨가하여 제공 시 갈색거저리 유충의 생육과 영양성분의 변화를 알아보고자 하였음. 도라지박은 양주시 소재 농가에서 도라지즙을 제조하고 남은 박을 제공받았으며, 65℃에서 24시간 건조 후 분쇄기에 처리하여 30mesh에 내려 사용하였음. 이때 도라지박의 수분함량은 19.4%로 밀기울과 비슷하였음. 사육박스(18*12*7cm)에 7령의 유충 100마리를 사용하여 3회 반복 실험하였으며, 도라지박은 밀기울 45g에 도라지박 5g(10%), 밀기울 40g에 도라지박 10g(20%)을 제공하였음. 수분 공급은 배추로 하였으며 주 3회 5g씩 제공하였음. 유충의 무게, 유충의 생존율과 용화율을 검사하였고, 식용으로 가능한 용화되기 전 갈색거저리 유충을 건조시켜 일반성분과 무기질을 검사하였음.

(나) 실험결과

① 도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 길이와 너비

도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 길이와 너비는 표 291과 같음. 실험 0일차에는 도라지박 20%에서 길이가 가장 길었으나 통계상의 차이는 보이지 않았음. 너비에서는 실험 0, 7, 14일차 모두에서 도라지박 20%에서 가장 넓었으나 통계상의 차이는 보이지 않았음. 밀기울만 먹고 섭취한 대조군보다는 도라지박 섭취 시 너비에서 큰 차이를 보였음.

표 291. 도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 길이와 너비

		밀기울	도라지박10%	도라지박20%	F-value
Length (mm)	0day	19.46±0.71	19.37±0.66	19.97±0.85	1.95
	7day	25.43±0.42	26.15±1.08	25.43±0.68	2.81
	14day	30.00±0.78	30.20±1.07	29.69±0.41	1.03
Width (mm)	0day	2.00±0.08	2.69±0.09	2.96±0.96	1.89
	7day	2.05±0.11	2.66±0.06	3.20±0.07	1.07
	14day	2.07±0.08	2.71±0.06	3.23±0.06	0.72

② 도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 무게

도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 무게는 표 292과 같음. 실험 0, 7일차에서는 도라지박 섭취 유충이 밀기울 섭취 유충보다 무거웠으며, 7일차에는 똑같았다가 21일차에는 다시 도라지박 섭취 유충의 무게가 더 많이 나갔음. 21일차부터는 모든군에서 번데기로 용화되었으며, 번데기의 무게는 도라지박 20%에서 가장 낮았음. 또한 도라지박 20%에서는 성충도 나타났음. 실험 28일차에서는 모든군에서 유충, 번데기, 성충의 무게가 각각 비슷한 수준을 보였음.

표 292. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 무게

		밀기울	도라지박10%	도라지박20%	F-value	
weight (g)	0day	0.04±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00	0.71	
	7day	0.06±0.00	0.07±0.00	0.07±0.00	8.77	
	14day	0.08±0.00	0.08±0.00	0.08±0.00	0.57	
	21day	Larva	0.12±0.00b	0.14±0.00a	0.15±0.00a	5.57***
		Pupa	0.19±0.05	0.19±0.05	0.11±0.09	1.47
		Imago	-	-	0.12±0.20	1.00
	28day	Larva	0.16±0.00	0.15±0.00	0.16±0.00	2.41

	Pupa	0.13±0.00	0.13±0.04	0.13±0.01	0.03
	Imago	0.12±0.08	0.12±0.04	0.13±0.02	3.40

③ 도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 용화율

도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 용화율은 표 293과 같음. 실험 21일차에서는 도라지박 20%에서 번데기, 성충으로의 용화율이 높았으며, 실험 28일차에서는 밀기울에서 번데기의 용화율이 높았음. 도라지박 20%에서는 성충의 비율이 높았음. 이의 결과로 도라지박 20% 섭취군에서 성장률이 빠른 것을 확인 할 수 있었음.

표 293. 기능성 젤리 섭취 갈색거저리 유충의 용화율

			밀기울	도라지박10%	도라지박20%
Pupation rate(%)	21day	Larva	96.67±2.31	96.33±2.89	88.33±6.43
		Pupa	3.00±2.65	3.00±3.46	10.0±4.58
		Imago	-	-	1.67±2.08
		Death	0.33±0.58	0.67±0.58	-
	28day	Larva	81.00±2.65	93.33±3.51	84.00±4.58
		Pupa	16.33±2.08	5.00±2.65	12.67±2.31
		Imago	1.67±0.58	0.67±1.15	3.33±3.21
		Death	1.00±0.00	1.00±0.00	-

④ 도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질

도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질은 표 294와 같음. 조단백질은 도라지박 20% 섭취군에서 가장 높았으며, 조지방은 밀기울을 섭취한군에서 가장 높게 나타났음. 조회분은 도라지박을 섭취한군이 밀기울보다 높은 결과를 보였음. 칼슘, 칼륨, 인에서는 도라지박 섭취군이 높은 결과를 보였으며, 철에서는 밀기울이 더 높은 결과를 보였음. 따라서 도라지박을 대체 급여로 사용 시 갈색거저리 유충의 영양성분에도 긍정적인 영향을 미칠 뿐 아니라 부산물로 버려지고 있는 도라지박의 활용에도 도움을 줄 수 있을 것으로 사료됨.

표 294. 도라지박 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질

	수분 (%)	조단백 (%)	조지방 (%)	조회분 (%)	칼슘 (mg/100g)	칼륨 (mg/100g)	인 (mg/100g)	철 (mg/100g)
밀기울	2.90	50.32	33.70	3.73	34.19	865.15	593.17	5.21
도라지박10%	2.87	54.73	25.25	4.0	41.20	871.59	713.23	4.91
도라지박20%	2.91	57.83	26.21	4.1	43.86	886.65	743.49	4.87

(2) 대두박

(가) 실험방법

갈색거저리 유충의 대체 먹이원으로 양주시 소재 두부전문점에서 두부를 제조하고 남은 대두박을 제공받아 갈색거저리 유충의 먹이원으로 실험을 실시하였음. 대두박은 제공받은 직후 65℃에서 24시간 건조 후 분쇄기로 처리하여 30mesh에 내려 사용하였고, 이때 수분함량은 16.7% 였음. 먹이비율과 실험의 방법은 도라지박 섭취와 동일하게 실시하였음. 대두박을 섭취한 갈색거저리 유충은 식용으로 가능한 용화되기 전, 2일간 절식시킨 후 건조시켜 일반성분과 무기질을 검사하였음.

(나) 실험결과

대두박 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질은 표 295과 같음. 조단백질은 대두박 섭취군에서 밀기울섭취보다 높게 나타났으며, 조지방은 밀기울을 섭취한군에서 높게 나타났음. 조회분의 경우 대두박을 섭취한군이 높았음. 칼슘, 칼륨, 인에서는 대두박을 섭취한군이 높은 결과를 보였고, 철에서는 밀기울을 섭취한군에서 높은 결과를 보였음. 이러한 결과는 도라지박을 섭취한 실험의 결과와 동일한 양상을 보였으며, 밀기울 대신한 먹이원으로 사용될 수 있을 것으로 보여짐. 그러나 본 연구에서는 밀기울에 10, 20%만 대체한 연구를 실시하였고, 100% 먹이원으로 사용이 가능할 지에 대한 추후 연구가 필요하다고 판단됨.

표 295. 대두박 섭취 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질

	수분 (%)	조단백 (%)	조지방 (%)	조회분 (%)	칼슘 (mg/100g)	칼륨 (mg/100g)	인 (mg/100g)	철 (mg/100g)
밀기울	2.90	50.32	33.70	3.73	34.19	865.15	593.17	5.21
대두박10%	2.92	56.06	27.51	4.4	42.63	884.03	782.29	5.08
대두박20%	3.00	56.22	26.29	4.2	42.99	867.76	737.28	4.84

(3) 클로렐라

(가) 실험방법

갈색거저리 유충의 수분공급용으로 클로렐라를 500배 희석하여 클로렐라 물을 제조하였으며, 아침과 저녁으로 하루에 총 2회 무와 배추 등 기존에 수분공급용으로 제공되던 채소를 대신하여 클로렐라 물을 분무하였음. 7령의 갈색거저리 유충에게 제공하였으며, 번데기가 되기 전 식용으로 가능한 시점까지 실험을 실시하였음. 이러한 유충을 2일간 절식 시킨 후 건조시켜 일반성분, 무기질 검사를 실시하였음.

(나) 실험결과

클로렐라 물 공급 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질 결과는 표 296와 같음. 조단백, 조지방, 조회분에서 기존에 제공하던 무를 섭취한 군에서 더 높은 함량을 보였음. 칼슘과 칼륨, 철에서도 무를 섭취한 군이 더 높은 무기질 함량을 보였음. 따라서 기존의 무 대신 수분을 공급할 목적으로 제공된 클로렐라 물은 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질에는 영향을 미치지 않는 것으로 보여짐. 향후 클로렐라의 비율이 높은 물을 제공한 연구가 필요하다고 판단됨.

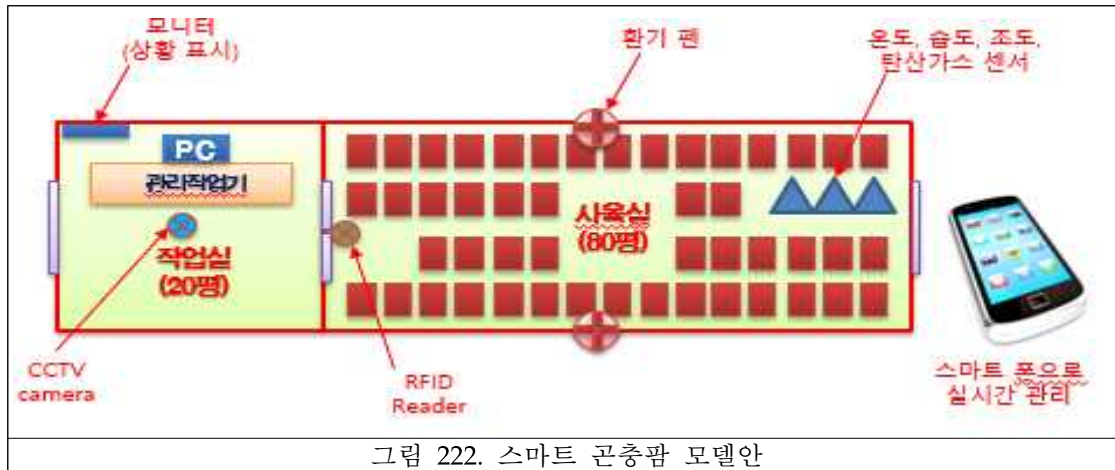
표 296. 클로렐라 물 공급 갈색거저리 유충의 일반성분 및 무기질

	수분 (%)	조단백 (%)	조지방 (%)	조회분 (%)	칼슘 (mg/100g)	칼륨 (mg/100g)	인 (mg/100g)	철 (mg/100g)
무	2.90	50.32	33.70	3.73	34.19	865.15	593.17	5.21
클로렐라	2.94	49.61	34.31	3.1	30.67	757.94	617.71	3.90

바. 식용곤충 생산비 절감방안

2013년 유엔 식량농업기구 “식량 및 사료 안전에 대한 미래 전망” 보고서에 의하며 곤충 식용화가 식량 안보 문제해결에 핵심역할을 한다고 했으며 한국농촌경제연구원에서는 향후 5년간 가장 성장률이 높은 분야가 식용곤충이라고 밝히고 있다. 2015년에 60억규모가 2020년에는 1,014억원으로 무려 17배가 성장할 것으로 전망을 하고 있으나 식용곤충 시장 활성화를 위해 식용곤충 출하단가를 낮추는게 필수적이며 이에 생산비 절감 방안은 아래와 같다.

첫째, 식용곤충을 안전하게 생산할 수 있는 사육 규모화 시설이다. 소규모 시설보다는 330.5㎡이상 곤충사육 스마트팜 시설을 갖춰 사육 자동화로 인건비 낮추고 대량 안전생산 시스템을 구축하는 방안이다.



구 분	a. 소모성 자재비	b. 인건비	c. 환경 유지비	d. 감가 상각비	소계 a~d	e. 간접비 및 영업이익율	합 계	비 고
기존농가	3,000 12%	12,000 48%	2,000 8%	3,000 12%	20,000 (80%)	5,000 20%	25,000 100%	
자동화 적용이후	3,000 + 2,000 = 5,000	12,000 × 0.5×0.8 = 4,800	2,000 × 0.8 = 1,600	3,000 × 1.2 = 3,600	15,000 × 0.5 = 7,500	2,500	10,000	
내 용	+ 힐링습포 + P사료	생력화 0.5 작기 단축 0.8	작기 단축 20%	시설 추가 20%	생산수율 향상 200% (비용1/2 적용)		절감효과 1-(10,000/ 25,000) = 60%	기존 100의 원가를 40으로 낮출 수 있음

표 297. 갈색거저리(건물) 1kg 생산 시 사육 자동화로 원가절감 기대치

곤충사육 누적된 각종 데이터를 분석해 수확량과 수입, 비용들을 예측하고 생산원가를 40%까지 낮출 수 있다.

둘째, 식용곤충의 유충 생산비 절감을 위해 최근 곡물가격 상승으로 사료비용 증가(농가 경영비의 30%내외) 및 수요증가에 따른 수급 불안정으로 주(부)먹이원을 대체 먹이원으로 교체가 절실하며 대량생산 기반을 확보하기 위해 주요 식용곤충 저비용 먹이원은 다음과 같다.

표 298. 식용곤충 저비용 먹이원

식용곤충명	주먹이원	대체먹이원	절감율
흰점박이꽃무지	참나무 톱밥	새송이버섯배지, 버섯 폐배지, 대두박	사료비의 80%절감
장수풍뎅이	참나무 톱밥	새송이버섯배지, 버섯 폐배지, 대두박	〃
갈색거저리	밀기울	버섯 폐배지, 맥주박, 주정박	사료비의 15%절감
쌍별귀뚜라미	밀기울	버섯 폐배지, 맥주박, 주정박	〃

대체 먹이원 개발을 통해 양질의 저렴한 식용곤충 유충 먹이원 개발로 생산비 절감과 대량사육 시스템 확립으로 농가 경영 향상을 가져올 수 있다.

사. 구체적 자원활용 방법에 대한 농가 전략

Mintel 분석 보고서(2018)에 따르면, 북미 지역은 지난 5년간 30개 이상의 곤충식품 전문벤처기업이 창업해 새롭게 출시된 곤충식품 수가 확대되고 있고

주요국 곤충식품 신제품 출시 현황

순위	국가	신제품 수
1	멕시코	20개
2	미국	17개
3	태국	15개
4	영국	11개
5	프랑스	6개

자료원: Mintel(2018)

곤충식품시장에서 쌍별귀뚜라미, 등에 등의 유충, 밀웜 등 스낵, 시리얼, 단백질바 등 다양한 제품의 원료로 사용하고 있으며 다른 건강기능식품에 원료로도 활용을 높이고 있다.

우리나라는 곤충자원을 활용하기 위해 첫째, 생산 및 판매에 대한 법, 제도의 정비가 시급하며 둘째, 식용곤충에 대한 효능·물질 분석 및 홍보, 기능성 건강식품 개발 등이 이루어져야 한다.

특히, 식용곤충의 단백질이 풍부한 장점을 활용하여, 먹을 때 곤충의 외관이 보이지 않게 분말 또는 바(bar)의 형태로 활용하거나 건강 열풍과 연계해 BCAA(분지사슬 아미노산) 또는 개별 상품으로 루신, 이소루신, 발린 등의 보충제를 개발과 식품첨가물로 스낵, 곤충빵, 파스타, 두부 등 음식 식재료로 기능성 프리미엄 제품으로 차별화하여 틈새 시장을 공략이 필요하며 공동 소규모 가공장 시설을 갖춘 곤충 사육농가 협동조합을 조직하여 다양한 식용곤충 제품 소재화로 가격 경쟁력을 확보하고 지역의 로컬푸드매장, 직거래, 온라인 쇼핑몰 등 마케팅으로 경쟁우위를 선점하는 전략이 절실하다

아. 지속가능한 안전생산 곤충원료 공급 로드맵

안전한 식용곤충원료 생산을 위한 안전생산 사육기반을 마련하고자 곤충사육 단계 단위요소별 수행 매뉴얼을 보급하여 생산농가가 표준화된 전문시설과 사육환경 제어를 통해 안전한 출하시스템이 선행 되어야 한다.



그림 223. 곤충사육 국가직무능력표준화(NCS)

식용곤충 종자는 종자보급센터에서 우수한 종자를 농가에게 보급하고 사육농가 중충·사육 프로그램 교육 인증이수, 출하직전 안정성 검사를 통해 지역거점가공센터, 판매처 등에 원재료를 공급하는 다음과 같은 로드맵이 필요하다



그림 224. 안정생산 곤충원료 공급 로드맵

2-7 사업화성과 및 매출실적

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0 억원	
			향후 3년간 매출	5 억원	
		관련제품	개발후 현재까지	0 억원	
			향후 3년간 매출	5 억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %	
			향후 3년간 매출	국내 : 10 % 국외 : 5 %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %	
			향후 3년간 매출	국내 : 20 % 국외 : 5 %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			10위권

연구성과의 활용계획

상품화 전략



- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2년 (원재료 안정성 확보 및 상품화 진행)			
	소요예산(백만원)	200만원 (식품 소재화 연구, 상품화 마케팅 및 제품 생산 최소 비용)			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		-	10	50	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	10	20
국외		-	5	7	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	음료, 간편식(HMR) 등 소비자 기호도에 맞는 제품 개발 및 제품별 맞춤형 마케팅 전략 수립			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	-	2	3	
	수 출	-	10	15	

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과				교육 지 도	인 력 양 성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	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																				
최종목표	3	3		2		3	1,600				2	3	2		4	4	4	1	3	

3-2. 목표 달성여부

코드번호

○ 학술논문 (총 5편)

SCI급-“Characteristics of fermented seasoning sauces using *Tenebrio molitor* larvae” SCI 학술논문[Innovative Food Science & Emerging Technologies(SCI IF:2.573);

-“Defatting and Sonication Enhances Protein Extraction from Edible Insects” [Korean Journal for Food Science of Animal Resources] (SCIE);

○ 탈지 및 초음파 공정을 이용한 식용곤충 단백질의 효율적인 분리 공정을 확립하고 관련 결과를 제시하였음.

비SCI급-“침국장 제조 방법에 따른 갈색거저리 조미페이스트 개발 및 품질특성 [한국조리학회 지]”

-[SPME-GC/MS 이용 식용곤충 페이스트형 발효조미료의 향기성분분석]

-[장류 미생물을 이용한 식용곤충 발효조미페이스트 제조 및 품질특성].

○ 학술발표

-2017년 한국식품과학회 국제학술대회(포스터 3편 발표)

“Development of Koji-Type Insect Fermenting Agent with *Tenebrio molitor* Larvae”, “Production and Characteristics of Liquid Seasoning Sauce Made with *Tenebrio molitor* Larvae” .

-2017년 미국식품과학회(IFIT) 국제학술대회

“Characterization of edible insect proteins for food materialization and enzymatic hydrolysis pattern of protein fraction” .

○ 식용곤충으로부터 분리한 단백질의 식품소재화를 위한 효소분해물 제조공정 확립하고 관련 특성을 규명하기 위한 연구를 수행하였음.

-2018년 한국식품과학회 국제학술대회 (포스터 4편 발표, 초청강연 1편)

“Chemical characteristics and descriptive analysis of fermented edible insect seasoning sauces”(P04-007), “Optimization and seasoning ingredients of the hot-water extract of fermented edible insects seasoning sauce filtration residue”(P01-072)

- 2018 Innovation in Food Science and Human Nutrition(IFHN-2018); 초청강연

“Characteristics of Fermented Edible Insect Seasoning Sauce” 1편 발표

○ 발효식품 제조시 진균류인 *Aspergillus*나 *Rhizopus* 곰팡이를 1차로 접종하고 2차로 *Bacillus subtilis*를 순차적으로 접종하는 병용효과가 우수하다는 결과 제시.

○ 액상조미제품과 paste형 조미제품의 품질 관리표 및 가공공정도를 확립함.

-2018년 한국식품과학회 국제학술대회

“Characterization of protein hydrolysates from edible insects (mealworm larvae, cricket and silkworm pupae)”

○ 대표적 식용곤충들인 갈색거저리유충, 귀뚜라미 그리고 번데리로부터 분리한 단백질의 식품소재화를 위해 효소 분해물을 제조하고 이들의 다양한 식품학적, 생리적 특성을 규명하고 비교하는 연구를 수행하였음.

-2018년 한국산업식품공학회 추계학술대회

“Comparative characterization of the protein hydrolysates from 7 species of edible insects”

○ 현재 허가되어 있는 7종 식용곤충 단백질로부터 제조한 효소분해물의 소재화를 위해 이들의 특성을 규명하고, 상대적인 이용성을 비교 분석하였음.

○ 우수포스터상 수상을 수상하였음.

○ 교육지도 (4건)

- 곤충창업사관학교 운영(2016.10.26~11.29) : 26명(17회 100시간)
 - 교육내용 : 식용곤충 창업준비, 먹이원제조방법, 사육방법, 곤충상품화 및 마케팅 전략 등, 현장견학 등
- 식용곤충 세미나 개최(2016.10.14.) : 1회 25명(곤충사육농가, 양주시곤충산업연구회원)
 - 교육내용 : 식용곤충 사육 표준화
- 곤충창업사관학교 운영(2017.4.14~7.21) : 32명(15회 100시간)
 - 교육내용 : 식용곤충 창업준비, 먹이원제조방법, 사육방법, 곤충상품화 및 마케팅 전략 등, 현장견학 등
- 식용곤충 세미나 개최(2017.5.25.) : 1회 26명(곤충사육농가, 양주시곤충산업연구회원)
 - 교육내용 : 품질균일화 사육기술
- 곤충창업사관학교 운영(2018.3.23.~9.7) : 32명(15회 100시간)
 - 교육내용 : 식용곤충 창업준비, 먹이원제조방법, 사육방법, 곤충상품화 및 마케팅 전략 등, 현장견학 등
- 식용곤충 세미나 개최(2018.7.5.) : 1회 25명(곤충사육농가, 산업곤충전문지도연구회원)
 - 교육내용 : 품질균일화 사육기술

○ 정책활용 (1건)

- 2018년 한국농업전문지도연구협의회 발간 “갈색거저리 기능성 곤충젤리 조성물 연구지도”
- 곤충사육농가 애로사항으로 사육장 환경개선과 대체먹이원 개발보급으로 원가절감(200~500원/kg)과 생산성 향상(600~2,000원/kg)으로 농가소득 향상 기여

○ 홍보전시 (7건)

- 식용곤충 상품 특별기획전(농림축산식품부, 2016.8.4.~8.17, 농협하나로마트 양재점) : 3점
- 양주시 농축산물 대축제(양주시, 2016.10.15., 양주나리공원) : 5점
- 농촌지도사업 성과보고회(농촌진흥청, 2016.11.17.~18., 농촌진흥청, 생물부 전시장) : 3점
- 전시내용 : 식용곤충(갈색거저리, 쌍별귀뚜라미) 건물, 가공품 전시
- 제16회 귀농귀촌 청년창업박람회(농림축산식품부, 2017.4.28.~4.30, aT센터) : 4점
- 2017년 세계 곤충박람회(양주시, 2017.7.14.~8.20, 킨텍스) : 4점
- 전시내용 : 식용곤충(갈색거저리, 쌍별귀뚜라미) 사육시스템, 건물, 가공품 전시, 식용곤충체험
- 귀농귀촌 청년창업박람회(농림축산식품부, 2018.4.27.~4.29, aT센터) : 4점
- 2018년 강소농 대전(농촌진흥청, 2018.11.28.~12.1, 코엑스) : 3점
- 전시내용 : 식용곤충(갈색거저리, 쌍별귀뚜라미) 사육시스템, 건물, 가공품 전시, 식용곤충체험

○ 특허등록 (2건)

- “곤충을 이용한 발효조미소재의 제조 방법[Manufacturing method of fermented seasoning ingredients using insects]” 특허등록번호 제 10-1888921호

○ 혼합균주(*Rhizopus oligosporus*, *Bacillus subtilis*)의 조합순서에 따른 향기 성분을 GC-MS로 비교한 결과 라이조푸스 올리고스포러스(R: *Rhizopus oligosporus*)로 1차 발효시키고 바실러스 서브틸리스(B: *Bacillus subtilis*)로 2차 발효시킨 메주(R+B)가 복합적이면서 Floral한 향기가 높은 것으로 분석되었음.

- 식용곤충 발효 액상조미액의 가공 공정 확립하고, 해당 공정을 특허출원함.
- 식용곤충 발효 액상조미액의 FGI, 묘사분석, 소비자기도 조사를 통한 조미소재로서의 제품이 가능할 것으로 확인함
- “식용곤충 산 가수분해물을 제조하는 방법, 특허등록번호(제10-1951686호)
- 지방함량이 높은 식용곤충을 탈지공정 없이 산분해하여 3-MCPD와 같은 유해성분이 저감화된 안전한 제조공정 개발
- 특허출원 (1건)
 - “거저리과 유충의 수분공급용 젤리형 조성물과 그 제조방법, 특허출원번호(10-2108-0165749)
 - 기존 갈색거저리 유충 사육시 수분공급용으로 제공되는 채소, 과일 대체식 및 그 제조 방법을 제공하여 수분과 영양을 동시에 공급하여 안전하고 생산효율을 높여 농가소득향상

(단위 : 건수)

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이0전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보 전시	
												SC I	비 SC I						
최종목표	3	3		2		3	1600				2	3	2	4	4	4	1	3	
1차년도	목표																		
	실적													1				3	
2차년도	목표																		
	실적	1										2	1	4	1	4		2	
3차년도	목표																		
	실적	2	2										2	6	4	3	1	2	
소계	목표																		
	실적	3	2		0		3	0			0	2	3	10	6	7	1	10	
종료 1차년도														1				3	
종료	1											2	1	4	1	4		2	

2차년도																		
종료 3차년도	2	2										2	6	4	3	1	2	
소 계	3	2		0		3	0			0	2	3	10	6	7	1	10	
합 계	3	2		0		3	0			0	2	3	10	6	7	1	10	

연도	구분	성과목표	자 체 평 가	코드번호	
				가중치 (%)	달성도 (%)
1차년도	주관기관	식용곤충 원료표준화	<ul style="list-style-type: none"> • 위탁연구기관 및 식용곤충가공업체와 연계된 구매 일원화를 통해 건조된 식용곤충 구매(갈색거저리, 메뚜기, 쌍별귀뚜라미, 장수풍뎅이 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 번데기)완료함 • 입고된 원료의 일반성분(수분,지방,단백,회분 등), 기능성분(비타민, 아미노산 등)및 위해성(중금속 등)을 분석하여 품질의 균일성 및 안전성을 확인, 소재화 적용 시 기초자료로 활용함 	40	100
		곤충소재 산가수분해 공정기술연구	<ul style="list-style-type: none"> • 품질특성결과를 토대로, 선정된 곤충(갈색거저리, 메뚜기, 귀뚜라미, 번데기) 활용 일반적인 산가수분해 공정(산분해->중화->여과->알칼리처리->재중화)에 적용하여 분획물을 획득함 • 지방함량이 높은 원료의 산가수분해 시 발생할수 있는 위해성 물질인 3-MCPD를 고려하여 지방 탈지 전/후에 대한 곤충 원료를 산가수분해하여 비교함 • 산가수분해물의 분해율과 소재특성을 확인하기 위한 일반성분(수분, 식염, 단백질, 유리아미노산 등) 및 산가수분해 시 위해성의 지표가 되는 3-MCPD분석을 통하여 품질에 대한 특성을 파악함 • 산가수분해 공정 중 위해성의 문제가 될 수 있는 3-MCPD 제거공정의 최적화를 위한 완전요인실험 설계를 통해 최적의 3-MCPD 제거공정 조건 확립 • 산가수분해로 획득한 분획물 3종과 기존 사용 동물성 산가수분해물(젤라틴)과의 관능평가(기호도, 선호도)를 통한 향후 조미소재로서의 활용에 대한 가능성을 확인할 수 있었음 	60	100
	제1협동	식용 곤충별 기초 영양성분 분석 및 비교	<ul style="list-style-type: none"> • 총 7종의 식용곤충을 대상으로 조단백, 조지방, 회분, 및 수분 함량을 분석하고 비교하여, 이후 식용곤충의 식품소재화를 위한 기반을 확립하였음. • 7종의 식용곤충들의 단백질 함량과 아미노산 조성에 중점을 두고 비교하였으며, 특히 정미성 아미노산의 함량에 대한 정보는 정미성 소재로의 이용에 있어 매우 중요한 정보를 제공할 수 있었음. 	50	100

제 2 협 동	식이 곤충 소재 분획을 위한 전처리 조건 탐색	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 소재화 대상인 단백질의 분획을 위한 전처리 공정으로 탈지 공정의 효율을 비교하였음. 용매 및 초임계유체를 이용한 탈지 조건 및 효율을 비교하였으며, 분리된 지방질의 조성은 차이가 없었으나, 탈지 효율에서 용매 처리 공정의 효율이 높게 확인되었음. • 식용곤충 단백질 분획을 위한 효소처리 조건 탐색하고자, 산업용 효소를 이용한 분해 패턴을 비교 분석하였음. 다양한 기준을 이용하여 비교하였으며, 향후 단백질 분획의 식용 소재화를 위한 기반을 확립할 수 있었음. 	50	100
	발효공정 적용을 위한 곤충식품 소재의 분획화 연구	<p>발효공정에 적용할 곤충식품의 분획화를 위하여 일반성분을 분석을 통한 곤충의 조성성분을 파악하여 곤충 분획 시 정확한 분획 비율 확인이 가능함</p> <p>곤충에서 지방성분을 분리하기 위하여 수층(aqueous) 초음파추출법과 압착추출방식의 분획 방법을 연구하여 그 비율과 효율성 검증을 통해 곤충 발효에 가능성이 높은 분획화 공정을 확인하여 설정 연구는 100% 완료됨</p>	20	100
	발효공정 적용을 위한 곤충 식품소재 특성연구	<p>수층(aqueous) 초음파추출법과 압착추출방식에 따른 지방 분리 비율정도와 분획된 곤충 소재(고형분, 기름)의 특성을 연구하여 두 방식간의 장단점을 확인함</p> <p>수층(aqueous) 초음파추출법과 압착추출방식의 지방 분리 공정도를 제시하여 곤충 소재를 이용함에 있어 상황에 맞는 방식 채택 가능성을 확립함</p> <p>곤충의 분리된 지방층을 이용하여 지방산 분석을 실시한 결과 포화지방산에 비해 불포화지방산의 함량이 높은 것으로 나타나 기능성 oil로 사용가능성 제시</p>	25	100
	곤충 발효를 위한 적합균주 선발	곤충의 성분 조성에 따라 이용 효율성이 높은 균주를 분석하였으며, 균주별 protease와 chitinase 분비능을 확인하여 발효 가능성이 높은 균주 구별	30	100
	곤충 분획물의	곤충을 이용하여 균주 접종을 통한 발	25	100

		<p>발효공정 연구</p> <p>효 양상을 확인한 결과 지방이 제거되지 않을 경우 균주 발효가 저해된다는 사실을 확인하여 곤충의 지방제거 필요성 확인</p> <p>탈지 곤충박을 이용하여 입국제조 방식을 진행하여, 곤충 입국제조 공정 설립 100% 완료됨</p> <p>탈지 곤충박을 이용한 입국과 그 방식을 이용한 숙성 간장 제조를 통하여 곤충의 발효 간장 제조 가능성 확립 및 탄소원 첨가 시 단백질 분해도와 아미노산 함량이 풍부하여 관능적 측면이 우수 할 것으로 판단됨</p>		
위탁 과제	<p>식용곤충의 사육환경과 먹이원 표준분석</p>	<p>관내 사육농가 실태조사(20농가)를 실시하여 사육종, 사육환경, 사육규모 등 조사하여 66 m²내외 소면적 사육농가가 대다수로 조사 되었음.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사육종별 농가 사육환경 및 먹이원 분석하여 표준 기준 마련하여 농가지도 보급함 <ul style="list-style-type: none"> - 갈색거저리 사육온도 25~28℃, 상대습도 40~60% 주먹이원은 밀기울, 수분공급(물, 젤리) 주 2~3회 - 쌍별 귀뚜라미 사육온도 26~33℃, 상대습도 40~60 % 주먹이원은 옥수수, 미강, 대두박 등 수분공급(물) : 주 2~3회 - 흰점박이꽃무지 사육온도 25~30℃, 상대습도 50~65%, 먹이원 발효톱밥, 성충 젤리(과일) - 장수풍뎅이 사육온도 25~28℃, 상대습도 50~65%, 먹이원 발효톱밥, 성충 젤리 	30	100
	<p>안전한 식용곤충의 식별관리 및 출하관리 조사</p>	<p>○ 식용곤충별 식별관리 및 출하조사 결과 적정밀도 기준 확립하여 농가 보급지도 함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 갈색거저리(13령, 부화 후 90~100일, 사육밀도 5,500~6,000마리/1kg) - 쌍별귀뚜라미(부화 후 25~30일(7~9령), 500~600마리/500g) - 흰점박이꽃무지(3령, 부하후 60~70일, 사육밀도 300~400마리/1kg) - 장수풍뎅이(3령, 부화 후 120~130일, 사육밀도 50~60마리, 1.2kg) 	30	100
	<p>식용곤충 사육농가 안정적 원재료 공급 및 생산농가 기술지도</p>	<p>○ 식용곤충별 가공 처리 표준화로 안정적 원재료 공급 확립 및 기술보급함.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 갈색거저리 : 농가출하(13령) → 절식(4~5일) → 세척(4~5회) → 건조(마이크로웨이브) → 포장(실링) 	40	100

			<ul style="list-style-type: none"> - 쌍별귀뚜라미 : 농가출하(7~9령) → 절식(2일) → 세척(2~3회) → 증숙(121℃, 15분) → 열풍건조(60~65℃, 7시간) → 포장 - 장수풍뎅이 : 농가출하(3령)→절식(4~5일) →세척(2~3회) →열탕처리(1회 5kg, 10분) → 열풍건조 (60~65℃, 36시간) →포장 - 흰점박이꽃무지 : 농가출하(3령) →절식(4~5일) →세척(2~3회) →저온저장(-20℃, 2시간) → 동결건조(7일간) → 포장 		
2차년도	주관기관	곤충소재 분석결과 등에 따른 적용 곤충 선정	<ul style="list-style-type: none"> • 곤충별 원료 수급성, 품질 균일성, 단가, 가공성, 원료특성 분석 결과를 검토하여 소재 개발을 위한 적용 곤충 3종(갈색거저리,쌍별귀뚜라미, 번데기)을 선정함. 	30	100
		곤충소재 산가수분해법, 효소분해법 등 pilot 공정개발 및 생산	<ul style="list-style-type: none"> • Lab scale의 산분해공정 최적화 조건을 토대로 pilot 수준의 scale up 진행함. • 곤충의 지방을 탈지하지 않고 3-MCPD를 완전히 제거할 수 있는 공정을 확립하여 안전한 산가수분해물을 확보할 수 있음. 해당 산분해 제조기술에 대한 특허출원을 완료함. • 상기 산분해 공정을 scale up하여 갈색거저리와 쌍별귀뚜라미에 적용하여 품질특성을 분석하였음(번데기는 진행중임). • 분석 결과를 통해, 산가수분해 pilot 공정을 확립함. ▶곤충→산분해→중화→여과→알칼리처리(3-MCPD제거)→재중화→여과→산가수분해액 • 단백질 분해효소 종류별 최적화 실험을 진행하여 최적 효소 2종을 선정함. • 분해효소는 Flavourzyme, FoodPro, Neutrase, Alcalase, Protamex 5종을 갈색거저리에 적용하여 lab test를 진행함. 실험결과, Flavourzyme과 Alcalase의 효소를 같이 사용하는 것이 분해율이 좋은 것으로 확인되어 상기 두 효소를 선정함. • 선정된 분해효소를 토대로 쌍별귀뚜라미와 번데기에도 적용함. • 곤충별 선정된 농도에 따라 scale up하여 pilot 수준의 효소분해공정을 확립함. ▶곤충(갈색거저리,쌍별귀뚜라미)→효소투입→분해→실활→여과→농축→효소분해물 	50	100

		<p>▶곤충(번데기)→열수처리→효소투입→분해→실활→여과→농축→효소분해물</p> <ul style="list-style-type: none"> • 산가수분해 공정을 통해 가수분해물인 곤충 아미노산 간장을 확보함. • 반제품 개념의 아미노산 간장에 따라 액상 형태로 직접 사용하거나 분말화하여 다른 원료와 혼합하여 조미소재화를 할 수 있는 중간소재제품을 확보함. • 효소분해 공정을 통해 가수분해물인 곤충 엑기스를 확보함. • 반제품 개념의 엑기스를 확보함에 따라 다양한 조미소재제품에 적용할 수 있는 중간소재제품을 확보함. • 조미소재화 공정 중에 하나인 고온고압 반응을 통해 소고기풍미 조미소재화 lab test 진행. • 기존 소고기풍미소재 처방에 개발된 중간소재제품인 곤충 아미노산간장과 엑기스를 대체하여 실험을 진행함. • 고온고압반응 소재(기존,아미노산 간장 대체, 엑기스 대체)에 대한 관능평가(기호도평가)를 진행한 결과, 엑기스 대체>기존>아미노산 간장 대체의 순서로 나옴. 	20	100
제 1 협 동	<p>식용곤충 소재화를 위한 전처리 조건 확립</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 핵산 용매를 이용한 효율적인 탈지 조건을 확립하였으며, chitinase 처리의 효율도 비교 분석하였음. • 잔여 지방 함량이 단백질 분리율에 매우 큰 영향을 미치는 것을 확인하고, 초음파 처리를 통한 매우 효율적인 단백질 분리 공정을 확립하였음. 	60	100
	<p>식용곤충 분획물 특성 분석</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 식용곤충 유래 단백질의 소재화를 위해, 효소처리 분해물의 제조 공정을 확립하였음. Exo 및 endo type의 2가지 산업용 효소의 처리에 따른 단백질분해물을 제조하였으며, 효율적인 제조 조건을 확보하였음. • 또한 이들 단백질 및 효소분해물의 기초적인 물리적 특성을 규명하고 비교 분석하였음. • 이러한 정보들은 이후 라이브러리 구축 및 소재화 응용에서 매우 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대됨. 	40	100
제 2 협 동	<p>발효공정에 따른 적정화 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 곤충들을 이용한 발효제품을 생산하기 위해 곤충단백질과 chitin 분해효소활성이 높은 미생물 균주를 선별하고 선별 균주들의 단독 및 병용처리 효과를 확인하였다. 실험을 통해 chitinase 활성 	20	100

		<p>이 높은 <i>Rhizopus oligosporus</i>와 protease 활성이 높은 <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Aspergillus oryzae</i> 균주를 발효 미생물 균주로 선별하였음.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 일부 <i>Bacillus sp.</i>는 진균류 생육저해 능이 있어 진균류를 병용할 경우 진균류의 발효 후 <i>Bacillus sp.</i> 균주로 발효를 진행하는 순차적 발효 방식을 선택하는 것이 합리적으로 판단하였음. • 발효식품 제조 시 진균류인 <i>Aspergillus</i>나 <i>Rhizopus</i> 곰팡이를 1차 발효 후 2차 <i>Bacillus subtilis</i> 발효를 통할 경우 단백질 분해가 우수한 것으로 판단되며, 일반적으로 곤충을 입국(코지)원료로 사용하는 것보다 메주 원료의 사용하는 것이 원물사용량 증가와 발효조미료 성분특성(단백질 분해, 기호도증가)이 바람직하게 나타남을 확인함. 		
	발효과정에 따른 성분 특성 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 곤충원료를 통하여 고휘 발효조미료(청국장 형태), 페이스트형 발효조미료(된장 형태), 액상조미료(간장 형태) 등을 제조하였으며 일반대두 발효물들과 비교 분석하여 곤충원료의 발효제품의 활용가능성을 제시함. • 곤충원료에 선발균주를 통해 발효를 수행할 경우 제품의 수용액상의 T.N과 A.N값이 높음을 확인하여 단백질분해가 우수한 발효제품을 기대할 수 있음. 	40	100
	발효제품의 특성 및 조미식품 소재화 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 맛의 기호도와 아미노산의 상관성을 파악한 결과 아미노산의 함량이 높을수록 곤충발효 제품의 기호성이 높아짐을 확인하였음. • <i>Rhizopus oligosporus</i>를 이용하여 1차 발효하고 <i>Bacillus subtilis</i> CIB1으로 2차 발효한 메주를 이용하여 간장을 제조할 경우 단백질도 다량 분해할 수 있으며, 곤충 특유의 불쾌취도 제거할 수 있을 것으로 판단됨. • 액상조미제품(간장형태)과 페이스트형 조미제품(된장형태)의 품질 관리표 및 가공공정도를 제시함. 	40	100
위탁 과제	곤충형태별 건조방법 설정	<p>시중에 판매되는 제품과 양주시에서 판매되는 갈색거저리 제품 24개, 귀뚜라미 6개 제품의 형태(원형, 분말), 건조방법(열풍, 마이크로웨이브, 동결), 포장용지(PE, PET)등으로 조사실하여 건조 방법을 설정함.</p>	15	100

	농가출하 전 원재료 전처리 방식에 특성분석	관내 식용곤충 농가 6곳에서 생산한 갈색거저리 유충(3개)과 쌍별귀뚜라미(3개) 건조품, 양주시 농업기술센터에서 생산한 갈색거저리 유충(1개)를 시료를 대상으로 중금속, 대장균 외 수분, 산가, 불포화지방산, 일반세균수 측정하여 분석결과 자료 공유 및 품질지표 대안 제시함.	25	100
	식용곤충 공급방식(원재료, 파우더)에 따른 특성분석	안정성 분석을 통해 선발된 농가에서 생산된 제품을 시료로 사용. 열풍건조와 마이크로웨이브건조를 통해 건조시킨 갈색거저리 유충 2종, 열풍건조를 통해 건조시킨 쌍별귀뚜라미 1종, 갈색거저리 분말, 쌍별귀뚜라미 분말 등 총 5종의 시료를 PE, PET에 50 g씩 소분하여 -20, 5, 25℃에서 보관하면서 1개월 간격으로 수분과 산가를 측정하여 향후 유통기한을 설정의 근거로 활용함. - 제품의 형태는 원형과 분말(2종), 건조방법은 열풍과 마이크로웨이브(2종), 포장용지(PE,PET) 2종으로 설정하고, 온도 -20, 5, 25℃(3종)으로 설정하여 1달 간격으로 수분, 산가 측정하여 기준마련함.	30	100
	식용곤충 채란시기에 따른 수량 비교분석	갈색거저리 유충의 령별 길이, 너비, 무게를 측정하여 온도와 습도에 따른 성장률 비교분석하여 25~26℃, 55~60% 일 때 성장률 증가를 확인 하였음. 색거저리의 채란기간을 1~7일 간격으로 실시하여 출하 가능한 유충의 최적 기간 설정함. 쌍별귀뚜라미 온도별 알반기 분석한 폐사율 확인하여 적정기간을 설정함.	15	100
	최적 급여시기 분석	채소공급 대체할 수 있는 수분공급원으로 영양제(바실러스균)를 첨가한 젤리 제조하여 가능성을 확인하였음. - 물 66.7% 첨가 군에서는 무를 제공한 군에서 성장률이 높았음. - 물 80% 첨가군에서는 무를 제공한 군보다 젤리를 첨가한 군에서 성장률이 높았음. 바실러스 첨가한 젤리 유통기한	15	100

			<p>실험한 결과 기준설정을 마련함.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제조 22일 이후부터 곰팡이 발생, 배지 첨가군이 곰팡이 발생률이 높아짐을 확인함.. 		
3차년도	주관기관	<p>소재별 조미제품, 소스류, flake 제품의 pilot 및 공장단위 규모 생산 표준화</p>	<p>조미제품 : 갈색거저리를 활용한 산분해간장 현장제조, 산분해간장 농축액, 산분해간장분말, 산분해간장 고온고압반응액, 반응액 농축액, 반응액 분말, 변태기 효소분해물, 속성된장, 데리아끼소스, 어포맛분말 최적 처방 및 공정개발</p> <p>flake : 갈색거저리 맛볼, 어포2호, 변태기V/F, 당수육 TVP 처방 및 공정개발 완료함</p>	60	100
		<p>곤충 소재 제품 규격 설정</p>	<p>제형에 맞는 원료규격, 제품규격, 제조공정도를 작성함</p> <p>원료 : 조미소재류, flake류</p> <p>제품 : 쫄병스낵, Bar, 쌀국수, 스파게티, 라면(봉지, 용기) 등을 제조하고 규격을 설정함</p>	20	100
		<p>곤충소재 경제성, 사업성 분석 및 곤충 활용 제품 상품화 추진</p>	<p>당사 제품 제형에 적합한 첨가량과 제조공정을 최적화</p> <p>쫄병스낵(20%), Bar타입(8%), 쌀국수(3%), 스파게티(3%), 라면(봉지, 용기) 각 5%)</p> <p>제품에 적용된 갈색거저리분말은 원료가격이 80,000원/kg 으로 80원/g을 나타내 완제품의 가격이 적게는 3배 많게는 10배 이상의 가격 상승이 예상됨</p>	20	100
	제1협동	<p>소재화 공정 최적화</p>	<p>• 1, 2차년도에 확보된 단백질 분리를 위한 전처리 및 단백분해물 제조 공정을 최적화하고 소재화를 위한 기반을 확립하였음. 탈지 및 초음파 처리를 통한 매우 효율적인 단백질 소재 분리가 가능함.</p>	40	100
		<p>식용곤충 소재별 기능성 탐색(in vitro)</p>	<p>• 식용곤충 단백질 및 효소분해물들의 항산화, 항당뇨, 항염증 및 혈압조절 활성을 비교 분석하였음. 또한 이들 중 높은 활성을 보이는 변태기와 귀뚜라미 단백질 분해물의 활성 분획을 분리, 정제하고 대략적인 활성 펩타이드의 존재를 규명하였음.</p>	30	100
		<p>식용곤충 소재별 라이브리리 구축</p>	<p>• 식용곤충 단백질 및 효소분해물들의 유효능, 용해도, 거품안정성, 유동특성 및 젤화 특성 등의 기초 식품학적 특성과 함께 기초 생리활성 등의 정보들을 한</p>	30	100

			눈에 비교할 수 있도록 라이브러리를 구축하였음. 향후 후속 연구들에서 매우 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대됨.		
제2협동		식품소재(조미식품, Flake, 소스류) 조미 제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 식용곤충을 이용해 짧은 기간 안에 우수한 단백질 공급원인 발효 액상조미액을 제조할 수 있는 가공 공정을 확립하였고, 이의 향기 성분 등의 우수성을 제시하였으며, 해당 제조방법에 대한 특허 출원을 완료함. • 농심 위탁생산업체인 호경테크의 압출 성형조건 배합으로 flake 제조하였으며, 물성 평가한 결과 수분용해지수 및 수분흡수력이 control군과 유사한 결과값을 나타냈으며, flake 제조시 열수추출물을 enhancer로 사용하여도 조리적용 후 성질 변화가 없을 것으로 판단됨. 	40	100
		식용곤충 발효조미제품의 조리적용 특성 연구	<ul style="list-style-type: none"> • paste형 발효조미료(된장타입), 발효액상조미료(간장타입), 열수추출물 건조조미조미료 등을 제조하였으며 이를 한국 전통음식(김치, 무침, 볶음요리), 동남아요리(소스, 볶음요리, 튀김요리), 전골 및 소스요리에 조리 적용하였고, 이를 lab test 및 소비자 기호도를 통해 식용곤충의 발효조미제품으로서 활용가능성을 제시함. 	30	100
		곤충유래 식품의 소비자 조사 실시	<ul style="list-style-type: none"> • 온라인 소비자 조사를 통해 식용곤충은 주로 모험심과 건강을 중시하며, 호기심이 많은 군집에서 호의적이고, 이용가능성이 높으며, 주변인에게 추천할 의사 및 추가지불할 용의가 있는 것으로 파악됨. • 식용곤충 발효 조미제품 3type(paste형, 간장type, 열수추출물 분말형 건조조미료)을 개발하고, 이를 조리에 적용함으로서 가능성을 확인하였고, FGI(주부대상, CIA 출신 전문가), 묘사분석, 호텔 및 외식업체 관계자 등 소비자 기호도 조사 등을 통한 조미제품으로서의 긍정적인 평가를 받았음. 	30	100
	위탁고제	최적 유통체계 설정을 위한 저장온도 연구	갈색거저리 유충 원형, 분말, 쌍별귀뚜라미 원형, 분말에 대해 저장온도, 상대습도 기준하여 포장방법, 포장재질별로 예비실험을 1달간 수분, 미생물(일반세균, 대장균), 관능검사를 실시하여 하여	35	100

		<p>산패변화 자가규격 기준 설정함.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수분 5%이하, 일반세균 1,000CFU/g 이하, 대장균 음성, 관능검사 결과를 토대로 온도 및 습도에 따른 저장 기간 산패변화에 사용할 시료를 산출하였음. 		
	온도 및 습도에 따른 저장기간 산패변화	<p>저장온도(25, 35, 45℃) 및 습도에 따른 산패변화에 따른 유통기한 설정을 위해 안전계수 0.8, 4개월간 건물(7회), 분말(4회) 실험을 실시하여 품질지표별 분석하여 기준제시</p> <ul style="list-style-type: none"> • 건물보다 분말 유통기한 설정은 미생물, 수분, 산가 등 자가규격 기준 이상으로 안정성을 위해서는 선행 연구가 필요하다고 판단됨 	50	100
	먹이원 공급에 따른 농가 모니터링	<p>Bacillus Coagulans, Bacillus Subtilis를 첨가한 기능성 젤리 섭취에 따른 영양 성분 변화를 농가실증 실험을 진행하여 일반성분, 영양성분 등을 비교분석하여 우수한 점을 제시함</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기능성 젤리 먹인 식용곤충은 조단백, 조지방, 무기질 등 기존사육방식에 비해 먹이 소화 도와 함량이 높게 나타나는 것으로 조사됨. 	15	100

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

가. 지식재산권

○ 특허출원 1건 심사 진행중

- “거저리과 유충의 수분공급용 젤리형 조성물 및 그 제조방법”(출원번호 : 10-2018-0165749)

나. 기술실시

- 식용곤충 단백을 이용한 장류 소재 개발기술 이전 협의
: 원료비 상승에 따른 경제성과 소비자의 비호감 인식에 따른 시장성 부족으로 기술이전을 꺼리는 현상 발생(장류 업체 협의)
- 거저리과 유충의 수분 공급용 젤리 검토

: 대부분의 곤충사육 시설이 영세하여 기술이전비 발생에 부담을 가짐

다. 매출액

- 당사 제품에 적용시 원재료비가 적게는 5배에서 10배 이상으로 올라 제품단가 상승요인이 발생하여 바로 적용하기는 어려움

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

	코드번호
<p>○ 원천기술 확보, 제품화 및 신산업 창출 방안</p> <p>▶ 식용곤충 소재 생산 공정 개발 : <u>식용곤충 소재화를 위한 곤충별 전처리 방법 기술 확보</u>. 발효, 효소, 가수분해 등을 통한 전처리 방법 최적화를 통해 곤충소재 영양/기능성 함량 연구의 기초자료와 곤충소재 연구에 큰 도움이 될 수 있을 거라 판단됨. 이와 같은 접근은 분획물을 활용한 곤충소재화 기술이 많이 보고되어 있지 않은 점을 보면 관련 연구 분야의 확대에 기폭제가 될 수 있음.</p> <p>▶ 식용곤충산업 시장에 적용 : <u>소비자들로부터의 거부감 및 혐오감이 없는 조미소재로써의 접근 가능성</u>. 곤충시장의 경우 세계적으로 2020년에는 약 38조원으로 급격히 증가할 것으로 보이고 우리나라에서도 2020년에는 약 7,000억 규모로 성장 가능성이 높은 산업임. 식용곤충 산업은 현재는 전체 산업의 6%에 불과하지만 최근 정부차원에서 적극적인 홍보와 지원을 통해 식품원료로 현재 5가지가 등재되는 등 그 규모가 급격히 성장하고 있음. 하지만 소비자들의 곤충 섭취에 대한 혐오감 및 비호감 등의 장벽을 넘어서야 하고, 곤충관련 다양한 식품군이 외국에 비해 출시되지 않은 점이 있음. 이러한 진입장벽을 넘어서기 원료를 직접적으로 쓰는 1차적인 방법보다는 다양한 분해기술을 통해 소재화하여 제품에 간접적으로 적용, 기능성/영양성을 향상시키는 조미제품 등의 형태로 개발·적용하고 각종 박람회, 지역축제, 유아·초등기관 등에 식용곤충 관련 교육 및 전시홍보 활동을 전략적으로 시장진입함으로서 신성장 산업으로의 돌파구를 확보</p> <p>▶ 다양한 곤충소재식품 시장 제공 : <u>새로운 식품소재 개발에 따른 국내외 시장 확보</u>. 최근 전세계적으로 육류 수급에 대한 불균형 및 미래 대체 식량에 대한 관심과 연구가 증가하는 경향을 보이고 있고, 그 중 가장 주목받고 있는 곤충에 대한 연구도 급격히 진행되고 있음. 곤충의 경우 친환경, 경제성, 다양성, 생산성, 고영양 등 육류를 대체할만한 소재로써 조건을 갖추고 있으며 식용곤충 시장은 앞으로 더 성장할 것으로 보고되고 있음. 유럽에 경우에는 식용곤충을 활용한 다양한 식품들이 출시되어 있고, 우리나라에도 건강식이나 조리예 적용하는 수준의 식용곤충이 활용되고 있지만 곤충에 대한 혐오감 등에 의해 제한적으로 활용되고 있는 실정임. 하지만 이번 연구를 통해 얻어진 분획물을 활용한 조</p>	

미소재, 소스류 및 flake를 적용한다면 식용곤충에 대한 소비자들의 인식을 바꿀 수 있는 계기가 될 수 있음. 최종 개발된 조미소재와 소스류는 육류관련 조미소재 대체를 통해 액상 소스, 시즈닝, 분말스프 등에 적용될 예정이며 flake의 경우는 현재 사용 중인 콩단백(TVP)이나 육류 flake를 대체할 예정임. 최종 개발된 곤충 소재의 경우 육류 소재 단가와 비교해서도 가격 경쟁력이 있다고 보여짐. 또한, 제품 적용 시 라면류 제품에서 다소 부족했던 단백질 함량을 증가시켜 영양적으로 균형을 이룰 수 있을 거라 기대되고, 곤충 소재의 항비만, 항당뇨 등의 연구결과를 통하여 기능적인 부분에서도 활용될 수 있을 거라 기대됨.

4-2. 기대성과 및 파급효과

	코드번호
<p>○ 기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 식용곤충을 활용한 고부가가치 소재로써의 활용 범위를 확장하고, 가수분해, 효소분해, 발효 등 다양한 전처리 공정에서 얻어진 조미소재 및 flake type의 소재를 통하여 고영양, 고기능성 소재를 확보할 수 있고, 대량 생산 상품화가 가능. ▶ 국내 허용 식용곤충의 식품적용 소재를 확보함으로써 적용제품의 영양 및 기능성에 대한 향상을 기대할 수 있음. 식용곤충소재에 대한 항비만, 항산화, 항염증 등 기능성 검증을 통하여 소재의 기능성에 대한 라이브러리 구축을 확인할 수 있음. ▶ 육류 및 기타 단백질소재의 대체 소재로써 활용이 가능하며, 유효 영양, 기능성 성분 대량 함유된 전처리 기술, 생산기술 및 원료제형화, 제품 포물레이션, 제형제재(액상, 분말, 소스류, flake 등) 및 곤충 원료의 저장, 포장, 유통의 안정화를 확보할 수 있음. ▶ 식용곤충 소재화를 위한 가수분해, 효소, 발효법에 대한 핵심 기술 및 소재에 대한 상품화 기술을 확보할 수 있음. ▶ 소재 및 그 부산물에 대한 과학적인 기술 자료와 고효율 대량 생산 체계 기술 개발은 우리나라 식용곤충분야의 위상을 높일 것이라 여겨짐. <p>○ 경제적·산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 소재의 특성을 검증하여 신규 조미 및 flake 소재의 개발을 타겟으로 하며 본 연구의 성공적 수행 시 발굴된 기능성 식품 소재의 특허권의 확보는 물론 식용곤충소재 산업으로도 확장될 수 있음. ▶ 식품소재로써의 식용곤충 이용 및 개발 원천기술을 확립하여 고부가가치 식품 및 조미, 소스류, flake소재에 대한 제조 기술 확보를 통하여 농가의 고수익 창출에 기여함. 	

또한 개별인정 원료 및 제품의 상용화를 통한 수익 창출 모델을 구축하고, 식품에 범용적으로 적용 가능한 소재개발 및 대량 생산으로 산업 성장에 기여함.

- ▶ 식용곤충소재 개발을 활용하여 국내 식용곤충 사육시설의 사육환경 및 관리 표준화를 통하여 안정적인 원료 공급을 확보하고, 곤충시장 확대의 새로운 수요 창출을 통하여 사육농가의 소재 원료의 수익 창출의 기회를 부여함.
- ▶ 식용곤충소재 생산기술과 기반 확보로 잠재적인 곤충소재산업에서의 발전이 기대되며, 개발 가능성 소재 및 관련 제품의 해외 수출을 통한 기업의 매출 증진이 예상됨.
- ▶ 식용곤충을 활용한 기술개발을 통하여 사육농가의 시장 경쟁력 및 소비 활성화를 유도하여 원료 생산 관련 농민에게 안정된 소득원을 제공 가능할 것으로 기대되며, 세계 식용곤충식품 시장의 곤충 소재 시장이 확대됨에 따라 정부는 소비자 니즈에 부응하는 다양한 제품을 확대하여 신규 시장 창출을 통한 안정적인 사업발전을 유도함.
- ▶ 식용곤충을 활용한 다양한 소재(조미소재, 소스류, flake 등) 개발 및 매출증대. 사육농가의 소득 증대 및 식품산업의 발전을 도모할 수 있으며, 식용곤충은 식약처로부터 5종이 식품원료로 사용할 수 있게 허가가 되어있고, 한시적 원료로 인정되어 있는 원료도 식품원료로 등재될 가능성이 높은 만큼 주관기관에서 빠르게 산업화 될 수 있음.
- ▶ 식용곤충 기반의 일반식품 소재로의 이용 뿐만 아니라, 고부가가치의 건강기능식품 소재로의 개발을 위한 기반으로 이용될 수 있음. 이는 식용곤충 생산 농가의 확보 및 소득 증대에 새로운 돌파구가 될 수 있을 것으로 기대됨.
- ▶ 식용곤충식품에 대한 마케팅 활성화로 산업 성장기반 확립 및 식용곤충제품에 대한 소비자 인식도 제고되며, 제품화된 식용곤충 제품이 내수시장 활성화 및 해외시장 수출이 촉진될 수 있음.
- ▶ 연구에 위탁연구기관으로 참여한 양주시 농업기술센터를 통해 곤충사업관련 영농조합과 농가와의 관계를 지속적으로 유지해 상생경영 관점에서 곤충에 대한 연구를 수행할 수 있을 것이라 예상됨.

붙임. 참고 문헌

- Rudy et al, 2014, Edible Insects Acceptance by Belgian Consumers: Promising Attitude for Entomophagy Development, Journal of Sensory Studies ISSN 0887-8250
- 농촌경제연구원, 2015, 미래농업으로의 곤충산업 활성화 방안.
- Wheeler T & Braun VJ, 2013, Climate change impacts on global food security, Science 341, 508.
- <http://www.theguardian.com/global-development/graphic/2012/oct/10/food-security-risk-index-map>
- J.Godfray HC et al. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Science. 327. 812-817.
- Oonincx DGAB, de Boer IJM. 2012. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - A life cycle assessment. PLoS ONE 7(12): e51145.
- Collavo et al, 2005, House Cricket Small-scale Farming.
- Rumpold & Schlüter, 2013, Nutritional composition and safety aspects of edible insects, Wiley.
- Ghaly & Alkoaik, 2009, The yellow mealworm as a novel source of protein, American Journal of Agricultural and Biological Sciences 2009 Vol. 4 No. 4 pp. 319-331 ref. 41.
- Jongema, 2012, Hyperparasitoids Use Herbivore-Induced Plant Volatiles to Locate Their Parasitoid Host, journal.pbio.1001435
- Verbeke W. 2015. Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a western society. Food Quality and Preference 39. 147-155
- P. Vantomme, E. Mertens, A. van Huis & H. Klunder, eds. Expert consultation meeting: assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security. Summary report, 23 - 25 January 2012, Rome. Rome, FAO.
- 김수희, 김기쁨, 노재승, 윤은영, 최수근. 2014. 갈색거저리를 첨가한 파스타의 품질특성. 한국외식산업학회지 10(3): 55-64

김소영, 손양주, 김수희, 김안나, 이금양, 황인경. 2016. 갈색거저리(*Tenebrio molitor*) 유충의 냉장 저장 중 산화 안정성에 관한 연구. 한국식품조리과학회지31(1): 62-71

Yu-Ho Jeon, Yang-Ju Son, Soo-Hee Kim, Eun-Young Yun, Hee-Jin Kang, and In-Kyeong Hwang. 2016. Physicochemical properties and oxidative stabilities of mealworm (*Tenebrio molitor*) oils under different roasting conditions. Food Sci. Biotechnol. 25(1): 105-110

Van Huis A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annu. Rev. Entomol. 58:563-583(2013)

Kang WG, Chi MG, Kang HS, Park JS, Park SJ, Heo YH, Lim CY, Kim OJ. Study on the preference of edible insects by age group. J. Anim. Assisted Psychother. 6:47-56(2017)

<http://go.seoul.co.kr/news/prnewsView.php?id=69827>

산업곤충 사육기준 및 규격(1), 농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과, (2013)

동결건조 갈색거저리 유충의 제조공정 표준화에 따른 자가규격 및 유통기한 설정, 2014년, 한국잡사학회지 52권 1호

식품원료용 귀뚜라미 분말의 저장 중 품질특성 및 유통기한 설정, 2016년, 한국식품저장유통학회 23권 2호

주 의

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