

RS-2002  
-IP122024

고충 단백질 활용을 통한 미래 대응 체재 축산식품 개발

2024

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( ) 발간등록번호( O )  
고부가가치식품기술개발사업 2024년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004615-01

# 고충 단백질을 활용한 미래대응체재 축산식품개발

2024.06.12.

주관연구기관 / 한경국립대학교  
공동연구기관 / 전남대학교  
푸드렐라

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

# 최종보고서

보안등급  
일반[], 보안[  ]  
고부가가치식품  
기술개발사업

중앙행정기관명	농림축산식품부				사업명	사업명				
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)					
공고번호	농축2021-453호				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)					
					연구개발과제번호	RS-2022-IP122024				
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0607	70%	LB0307	20%	LB1704	10%			
	농림식품과학기술분류	PA0201	70%	PA0103	20%	PA0199	10%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	곤충 단백질을 활용한 미래대응체제 축산식품개발								
	영문	Development of Animal-derived Foods using Insect Protein Coping with Future Food Shortage								
연구개발과제명	국문	곤충 단백질을 활용한 미래대응체제 축산식품개발								
	영문	Development of Animal-derived Foods using Insect Protein Coping with Future Food Shortage								
주관연구개발기관	기관명	한경국립대학교			사업자등록번호	125-82-07142				
	주소	(우)17579			법인등록번호	134671-0002244				
연구책임자	성명	김형상			직위	부교수				
	연락처	직장전화				휴대전화				
		전자우편	17579			국가연구자번호				
연구개발기간	전체	2022. 04. 01. - 2023. 12. 31. (1년 9개월)								
	단계 (해당 시 작성)	1단계			n단계					
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담		그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금
	연구개발비	연구개발비		지방자치단체		기타( )				
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
총계	210,000	14,700	58,800					224,700	58,800	283,500
1단계	1년차	90,000	6,300	25,200				96,300	25,200	121,500
	2년차	120,000	8,400	33,600				128,400	33,600	162,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고		역할	기관유형	
공동연구개발기관	전남대학교	진구복	교수					공동	대학	
	푸드렐라	신용표	차장					수요	중소기업	
위탁연구개발기관	(주)FG&B	이병진	대표					수요	중소기업	
연구개발기관 외 기관										
연구개발담당자 실무담당자	성명	김형상			직위	부교수				
	연락처	직장전화				휴대전화				
		전자우편				국가연구자번호				

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

2024 년 02 월 29 일  
연구책임자: 김 형 상

주관연구개발기관의 장: 한경국립대학교 (직인)  
 공동연구개발기관의 장: 전남대학교 산학협력단 (직인)  
 공동연구개발기관의 장: 푸드렐라 장덕철 (직인)  
 위탁연구개발기관의 장: (주)FG&B 이병진 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “곤충 단백질을 활용한 미래대응체재 축산식품개발”(개발기간 : 2022.04.01 ~ 2023.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

납본일자 2024.06.12.

주관연구기관명 : 한경국립대학교 (대표자) 윤덕훈 (인)  
공동연구기관명 : 전남대학교 (대표자) 하준석 (인)  
참여기관명 : 푸드렐라 (대표자) 장덕철 (인)

주관연구책임자 : 김형상  
공동연구책임자 : 진구복  
참여기관책임자 : 신용표

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

## < 요약 문 >

사업명		고부가가치식품기술개발사업				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)						연구개발과제번호		
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0607	70%	LB0307	20%	LB1704	10%	
	농림식품 과학기술분류	PA0201	70%	PA0103	20%	PA0199	10%	
총괄연구개발명 (과제선정 후 해당 시 작성)		곤충 단백질을 활용한 미래대응체재 축산식품개발						
연구개발과제명		곤충 단백질을 활용한 미래대응체재 축산식품개발						
전체 연구개발기간		2022. 04. 01 - 2023. 12. 31( 1 년 9 개월)						
총 연구개발비		총 283,500천원 (정부지원연구개발비: 210,000천원, 기관부담연구개발비 : 73,500천원, 지방자치단체지원연구개발비: 천원, 그 외 지원연구개발비: 천원)						
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[ V ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 작성)		착수시점 5단계)	기준( 종료시점 7단계) 목표( 7단계)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)								
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)								

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<input type="checkbox"/> 곤충단백질을 적용한 대체 축산식품을 개발하고 미래식품 대응체재를 마련한다. - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충의 전처리 방법에 따른 향산화활성과 안전성 평가 및 유용성분 분석과 이를 이용한 다양한 식육 가공품 개발 - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질 추출물을 첨가한 고품질 육제품 개발 및 소화율 분석 - 갈색거저리로와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 분리된 기능성 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 시제품 제조 및 제조공정도 개발 - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 사육 방법에 따른 영양성 평가를 통한 식품 원료로서 적절한 사육 매뉴얼 작성 및 1차 가공 방법 제시
	전체 내용	<input type="checkbox"/> <b>주관연구개발기관(한경대/김형상)</b> : 전처리 방법에 따른 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충의 기능성 평가 및 이를 활용한 대체 축산식품 개발 - 전처리 방법에 따른 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질의 향산화활성과 안전성 평가 및 유용성분 분석 - 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 단백질 첨가 패티 품질평가 - 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 단백질 첨가 치킨너겟 품질평가 - 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 단백질 첨가 가라아게 품질평가 <input type="checkbox"/> <b>공동연구개발기관1(전남대/진구복)</b> : 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 유래 단백질을 활용한 유화형 소시지 개발 및 소화율 분석 - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 및 수용성 단백질 추출물 제조 및 <i>in vitro</i> 소화율 평가 - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질 추출물을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 물성 평가 - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질 추출물을 첨가한 유화형 및 저지방 돈육 소시지의 이화학적 성상 및 조직학

		<p>적 특성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질 추출물을 첨가한 유화형 및 저지방 돈육 소시지의 <i>in vitro</i> 소화율 측정</li> </ul> <p>□ <b>공동연구개발기관2(푸드렐라(주)/신용표)</b>: 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 유래 기능성 단백질 첨가 대체 육가공품 제조 및 제조공정도 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 제조를 위한 베이스 원료 선별</li> <li>- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 성형 몰드 개발</li> <li>- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 시제품 제작 및 공정도 개발</li> </ul> <p>□ <b>위탁연구개발기관(주)에프지앤바이오/이병진</b>: 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 사육 매뉴얼 작성 및 1차 가공 방법 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고단백질 함유 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 생산을 위한 사료평가</li> <li>- 고단백질 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 생산을 위한 사양관리 기술 개발</li> <li>- 기능성 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 사육 기술개발</li> <li>- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 1차 가공 방법 설정</li> </ul>
--	--	---

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p><b>&lt;연구개발성과&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 곤충단백질 활용 육가공품 제조 기술의 지식재산권(특허 출원 2건) 확보 및 기술 이전 실시 1건</li> <li>- 연구결과를 정리하여 SCI와 비SCI 논문게재 각각 2건</li> <li>- 국제 학술대회에 참가하여 구두 및 포스터 발표 2건</li> <li>- 신규 인력양성 2명</li> </ul> <p><b>&lt;활용계획&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 곤충단백질을 활용한 대체육 패티, 치킨 너겟, 가라아게 총 3종의 육제품 상품화</li> <li>- 제품 표준화 공정도 개발에 활용</li> <li>- 최적의 곤충 사육 기술개발 및 가공방법 개발에 활용</li> </ul> <p><b>&lt;기대효과&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 연구를 통해 곤충 단백질을 활용한 대체 축산식품 개발이 활발해질 것으로 예상된다</li> <li>- 주로 콩류를 활용한 식물성 대체육 시장이 성장 중인 대체 축산식품 시장에서 곤충 단백질의 이용으로 더욱 큰 부가가치 향상을 이루어내고 시장의 다양화를 꾀할 수 있을 것으로 예상된다</li> <li>- 혐오의 대상으로 간주되는 곤충식품의 이미지를 개선하고, 미래 식량자원으로 개발이 활발히 이루어질 것으로 예상된다</li> <li>- 축산물에 대한 소비자의 인식을 개선하고 국민건강 증진에 기여할 것으로 예상된다</li> </ul>				
	국문핵심어 (5개 이내)	곤충단백질	육가공품	미래식품	대체 축산식품
영문핵심어 (5개 이내)	Insect protein	Meat product	Future food	Alternative animal-derived food	Functional food

# 목 차

1. 연구개발과제의 개요 .....	4
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 .....	9
1) 한경국립대학교 .....	9
2) 전남대학교 .....	64
3) 푸드렐라 .....	92
4) FG&B .....	99
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 .....	114
4. 목표 미달 시 원인분석 .....	125
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도 .....	126

# 1. 연구개발과제의 개요

<주관연구기관>-한경대

## 1) 연구개발과제의 최종 목표

본 연구개발과제의 최종 목표는 식용곤충 종류인 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충의 전처리 방법에 따른 향산화 활성과 안전성 평가 및 유용성분을 확인한 후, 최적의 전처리 방법을 적용하여 다양한 식육 가공품에 첨가한 다음 제품의 품질 특성을 분석하고 대체 축산식품 소재로서의 가능성을 확인하는 것임

## 2) 연구개발과제의 단계별 목표

연구개발과제의 단계별 목표												
기간(월)	1	2	4	5	7	9	10	12	15	16	18	21
전처리 방법에 따른 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질의 향산화활성과 안전성 평가 및 유용성분 분석	→											
갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 패티 품질평가				→								
갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 치킨너겟 품질평가							→					
갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 가라아게 품질평가										→		

## 3) 연구개발과제의 내용

### □ 전처리 방법에 따른 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질의 향산화 활성과 안전성 평가 및 유용성분 분석

- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충을 열풍건조, 동결건조, roasting, pan frying 방법으로 건조분말 제조
- 건조시킨 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충에서 수용성 단백질을 제거하여 제조된 분말의 단백질 고도화
- 분리된 곤충 단백질의 향산화 활성 평가
- 분리된 곤충 단백질의 안전성 평가: 세포독성 및 미생물 평가
- 분리된 곤충 단백질의 유용성분 분석
  - HPLC를 이용한 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질의 유용성분 분석

### □ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 패티 품질평가

- 최적의 전처리 방법을 적용한 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 우육 패티에 첨가하여 제조
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 첨가 비율을 달리하여(0, 10, 20, 30%) 제조한 우육 패티의 실온조건 가속실험, 4℃ 냉장 저장기간(0-21day) 및 냉동 저장기간(0-180day)에 따른 품질평가
  - 이화학적 성상 평가: 일반성분 분석, pH, 색도
  - 기능성 분석(보수력 및 가열감량)
  - 조직감 분석
  - 향산화 활성 분석
  - TBARS, POV, VBN
  - 미생물 분석

□ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 치킨너겟 품질평가

- 최적의 전처리 방법을 적용한 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 치킨너겟에 첨가하여 제조
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 첨가 비율을 달리하여(0, 10, 20, 30%) 제조한 치킨너겟의 실온조건 가속실험, 4℃ 냉장 저장기간(0-49day) 및 냉동 저장기간(0-180day)에 따른 품질평가
  - 이화학적 성상 평가: 일반성분 분석, pH, 색도
  - 기능성 분석(보수력 및 가열감량)
  - 조직감 분석 및 항산화 활성 분석
  - TBARS, POV, VBN
  - 미생물 분석

□ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 가라아게 품질평가

- 최적의 전처리 방법을 적용한 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 가라아게 제품에 첨가하여 제조
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 첨가 비율을 달리하여(0, 10, 20, 30%) 제조한 가라아게의 실온조건 가속실험, 4℃ 냉장 저장기간(0-49day) 및 냉동 저장기간(0-180day)에 따른 품질평가
  - 이화학적 성상 평가: 일반성분 분석, pH, 색도
  - 기능성 분석(보수력 및 가열감량)
  - 조직감 분석 및 항산화 활성 분석
  - TBARS, POV, VBN
  - 미생물 분석

<제1공동연구기관>-전남대

1) 연구개발과제의 최종 목표

본 연구개발과제의 최종 목표는 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충에서 단백질(염용성 및 수용성)을 추출하여 그 특성을 측정하고 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충에서 염용성 단백질을 돈육 근원섬유단백질 및 돈육 저지방과 유화학 소시지에 적용하는 것임. 최종적으로 육제품의 품질특성을 평가하여 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 육제품을 개발하고 *in vitro* digestion 모델에 적용하여 단백질 소화율을 평가하는 것을 목표로 함.

2) 연구개발과제의 단계별 목표

연구개발과제의 단계별 목표												
	1	2	4	5	7	9	10	12	15	16	18	21
식용 곤충 단백질 추출물 제조 및 <i>in vitro</i> 소화율 평가	←————→											
식용 곤충 단백질 추출물을 첨가한 근원섬유단백질의 물성 평가				←————→								
식용 곤충 단백질 추출물을 첨가한 소시지 개발							←————→					
식용 곤충 단백질 추출물을 첨가한 소시지의 <i>in vitro</i> 소화율 평가										←————→		



### 3) 연구개발과제의 내용

- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 및 수용성 단백질 추출물 제조 및 in vitro digestion 과정 중에 protein digestibility 및 항산화 활성 평가
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 및 수용성 단백질의 소화율(in vitro digestibility), 전기영동(Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE) 및 항산화(DPPH radical scavenging activity, reducing power) 활성 평가
  - 곤충 단백질 추출물의 다양한 첨가량, pH 및 이온강도에 따른 물성 특성 평가: 점성도(viscosity), 전기영동, 가열 수율(%), 젤 강도 측정
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질 추출물을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 물성 평가
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질 추출물을 첨가한 근원섬유단백질 젤 제조
  - 근원섬유단백질 젤의 유동학적 특성을 평가: 점성도(viscosity) 측정
  - 단백질 3차 구조 변화 평가: protein hydrophobicity, SH group level 측정
  - 가열처리(실온에서 80℃까지 가열)를 통한 열 유도 근원섬유단백질 젤화 능력 평가: 가열 수율(%), 젤 강도 측정
  - 단백질 구조적 변화 평가: 돈육 근원섬유단백질의 전기영동과 LV-SEM(Low vacuum canning Electron Microscope) 측정
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 및 유화형 돈육 소시지의 이화학적 성상 및 조직학적 특성 평가
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 다양한 함량으로 첨가한 유화형 및 저지방 돈육 소시지를 제조함
  - 품질특성 평가: 가열감량, pH, 육색도, 일반성분, 보수력, 조직감 측정
  - SDS-PAGE 단백질 밴드 확인을 통해 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질과 돈육 단백질의 단백질-단백질 상호작용을 확인함
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 및 유화형 돈육 소시지의 이화학적 성상 및 조직학적 특성 평가 및 in vitro digestion model에의 적용
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 및 저지방 돈육 소시지를 제조함
  - 품질특성 평가: 가열감량, pH, 육색도, 일반성분, 보수력, 조직감 측정
  - SDS-PAGE 단백질 밴드 확인을 통해 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 단백질과 돈육 단백질의 단백질-단백질 상호작용을 확인함
  - LV-SEM 측정을 통한 3차원적 표면 미세구조를 확인함
  - 저지방 및 유화형 소시지를 In vitro digestion model 적용하여 단백질 소화율, SDS-PAGE, LV-SEM을 통해 단백질 소화율을 확인함
  - 소화 단계에 따른 항산화 활성(DPPH radical scavenging과 reducing power)을 평가하여 소화 중 기능성을 확인함

**<제2공동연구기관>-푸드렐라(주)**

**1) 연구개발과제의 최종 목표**

본 연구개발과제의 최종 목표는 식용곤충 종류인 갈색거저리로와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 분리된 기능성 단백질을 함유하는 대체육 패티, 소시지, 햄의 시제품 제조 및 제조공정도 개발에 있음

**2) 연구개발과제의 단계별 목표**

연구개발과제의 단계별 목표												
기간(월)	1	2	4	5	7	9	12	13	15	17	19	21
갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 함유 대체육의 제조를 위한 베이스 원료 선별	←→											
성형 몰드 개발				←→								
시제품 제작 및 공정도 개발								←→				

**3) 연구개발과제의 내용**

갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 제조를 위한 베이스 원료 선별

- 갈색거저리 단백질 특유취 마스킹을 위한 베이스 원료 선별
- 육고기 감소에 따른 결착 및 식감 개선을 위한 결착제 원료 선별
- 제품 생산라인에 적용 및 제품 테스트

갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게의 성형 몰드 개발

- 단백질 함량에 따른 최적의 패티, 치킨너겟, 가라아게의 성형 몰드 디자인 개발
- 랩스케일 제품 제조 및 소비자 대상 선호도 평가 실시(300명 대상, 8.5점/10점 만점)
- 성형 몰드 제작

갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게의 시제품 제작 및 공정도 개발

- 최종 결정된 단백질 함량에 해당하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게의 시제품 제작
- 각 시제품에 대한 제조 공정도 개발
- 공정 표준화 실시 및 생산라인 확대 적용

<위탁연구기관>-주)에프지앤바이오

1) 연구개발과제의 최종 목표

본 연구개발과제의 최종 목표는 식용곤충 종류인 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충의 사육 방법에 따른 영양성을 평가하여 식품 원료로 사용하기에 가장 적절한 사육 매뉴얼 작성과 1차 가공 방법을 제시하는 것임

2) 연구개발과제의 단계별 목표

연구개발과제의 단계별 목표

기간(월)	1	2	4	5	7	9	10	12	15	16	18	21	
고품질 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 생산을 위한 사료평가	→												
고품질 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 생산을 위한 사양관리기술 개발		→											
기능성 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 사육기술 개발							→						
갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충의 1차 가공방법 설정							→						

3) 연구개발과제의 내용

□ 고단백질 함유 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 생산을 위한 사료평가

- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 사료로 밀기울, 쌀겨, 채소류 등에 따른 갈색거저리의 단백질, 지방, 중금속 함량 평가
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 사료로 밀기울, 쌀겨, 채소류 등에 따른 갈색거저리의 생산성 평가

□ 고단백질 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 생산을 위한 사양관리 기술 개발

- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충의 사료평가와 사육일수에 따른 관리방법의 체계화
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충의 사육환경(온도, 일조량 등)에 따른 생산성 및 단백질 함량 평가
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충의 사육일수에 따른 생산성 및 단백질 함량 평가
- 1차 가공 전 절식 및 기간 설정

□ 기능성 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 사육 기술개발

- 갈색거저리 기능성 사료평가, 지표성분이 갈색거저리에서 발현되는지를 확인하여 기능성 사료로 확인
- 사육환경에 따른 항염 항균성 평가

□ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충의 1차 가공 방법 설정

- 1차 가공 전 절식 및 기간 평가
- 건조 전 처리 방법설정
- 건조 방법 설정

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

<주관연구기관>-한경대

### 1) 전처리 방법에 따른 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질의 항산화 활성과 안전성 평가 및 유용성분 분석

- 각 원료별 전처리 결과물

#### <갈색거저리>



절식 과정



열풍건조



동결건조



팬프라이닝



로스팅

#### <흰점박이꽃무지유충>



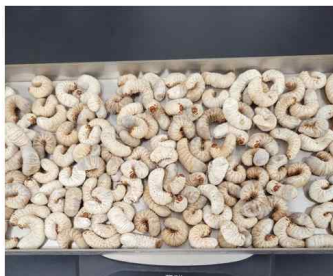
절식 과정



데치기



열풍건조



동결건조

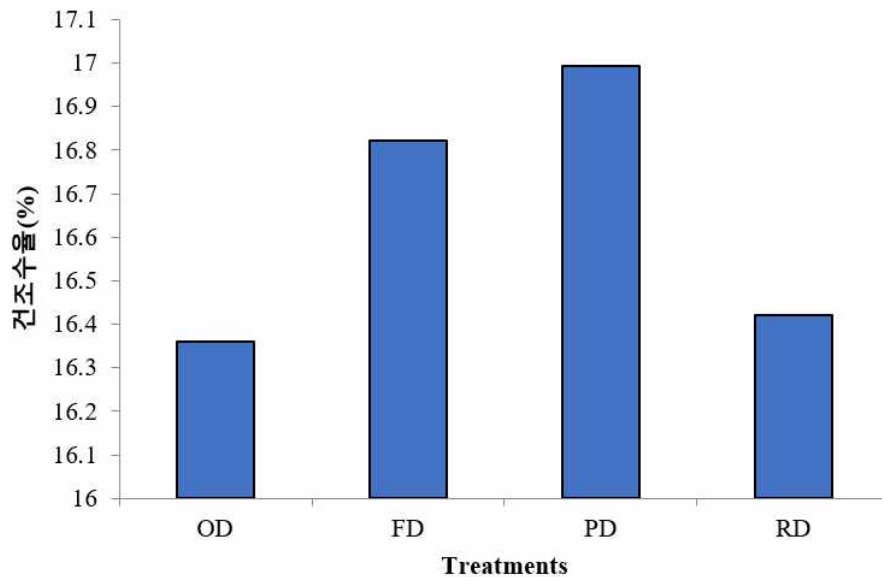


팬프라이닝



로스팅

- 건조 수율(%)



- 각 처리구별 건조수율은 열풍건조(OD), 동결건조(FD), 팬프라이닝(PD), 로스팅(RD) 각각 16.360, 16.821, 16.995, 16.422%로 나타났다.

<사전 실험 결과> 갈색거저리 유충 분말을 최대 30% 첨가한 돈육 패티의 이화학적 성상 평가와 향산화 활성 분석

- 재료 및 방법

1. 식용곤충 유래 단백질을 첨가한 돈육 패티 실험

1) 식용곤충 유래 단백질 추출

갈색거저리 유충분말 내 수용성 단백질을 제거하기 위해 갈색거저리 유충분말과 증류수를 1:20(v:v)으로 혼합 후 냉장온도(3~4℃)에서 자력교반기(CN/MS-H280-Pro, DLAB, China)에 24시간 동안 교반하였다. 그 다음 혼합물을 2겹으로 접은 거즈로 여과한 다음 잔류물을 건조기(LO-FS100, LKLAB KOREA, Korea)에서 50℃로 향량이 될 때까지 건조하였다.

2) 돈육패티 제조

원료육은 삼원교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 돈육 후지, 등지방으로 안성시에 위치한 소매점에서 구입하였으며, Table 1의 배합비로 제조하였다. 돈육 후지에 붙어 있는 껍질, 과도한 지방, 힘줄 오염물 등을 제거하고 살코기를 3~4cm 정도의 육면체로 자른 후 그라인더(M-12S, FUJEE, Korea)로 분쇄하였다. 분쇄된 살코기와 등지방, 부재료는 식품 혼합기(LD-DL5212, Longde, China)에서 1분간 혼합하였다. 혼합물은 진공포장 후 24시간 동안 냉장온도(3~4℃)에서 보관하였다. 패티를 약 70g으로 계량한 다음 프라이팬으로 230℃에서 앞, 뒷면 3분 30초, 측면 30초, 앞, 뒷면 1분씩 순서대로 가열하였다. 제조된 패티는 분석에 실시되었다.

**Table 1. The formulation of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Ingredients (%)	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Pork lean	83.8	73.8	63.8	53.8
Fat	10	10	10	10
Water	5	5	5	5
Salt	1.2	1.2	1.2	1.2
<i>T. Molitor</i> L. powder	-	10	20	30
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup>Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3= *T. molitor* 30%.

## - 결과 및 고찰

### 1. 식용곤충 유래 단백질을 첨가한 돈육 패티 실험

#### 1) 이화학적 성상 평가

##### (1) 일반성분

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 일반성분 결과는 Table 3에 나타내었다. 수분과 회분의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며( $p < 0.05$ ), 단백질과 지방은 갈색거저리 유충 분말의 첨가가 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 이는 Choi 등(2019)의 연구에서 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준 증가는 패티의 수분 함량을 감소시키고, 지방함량을 증가시킨 것과 일치하며 이는 분말의 형태로 첨가된 갈색거저리 유충 분말로 인해 수분 함량이 감소한 것으로 확인된다. 지방과 단백질 함량은 33.7%와 50.32%의(Yoo et al., 2013) 높은 지방과 단백질을 함유한 갈색거저리 유충 분말로 인해 증가한 것으로 사료된다.

##### (2) pH

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 pH 결과는 Table 4에 나타내었다. 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 이는 Choi 등(2019)의 연구에서 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준 증가는 패티의 pH를 유의적으로 증가시킨다는 결과와 일치하며 이는 pH 7.07의 높은 값을 가지는 갈색거저리 유충 분말에 영향을 미쳐 증가한 것으로 확인된다.

##### (3) 색도

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 색도 결과는 Table 4에 나타내었다. 명도와 황색도의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 적색도의 경우엔 대조구에서 가장 유의적으로 높은 값을 나타내었으며, 다른 처리구에서는 유의적 차이가 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 색도 측정의 결과는 Choi 등(2019)의 연구에서 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준 증가는 패티의 명도와 황색도를 감소시킨다는 결과와 일치한다. 이는 갈색거저리 유충 분말 자체의 낮은 명도, 황색도에 기인한 것으로 사료된다.

#### (4) 염도

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 염도 결과는 Table 4에 나타내었다. 염도의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 Kim 등(2019)에 따르면 갈색거저리 유충 분말이 첨가된 소시지에서 가장 낮은 염도를 나타낸 것과 같은 추이를 보였다. 이에 따라 갈색거저리 유충 분말의 첨가가 돈육 패티의 염도 감소에 영향을 끼친 것으로 판단된다.

#### 2) 기능성 분석

##### (1) 보수력

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 보수력 결과는 Table 5에 나타내었다. 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 보수력이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). Jeon 등(2024)의 연구에서는 갈색거저리 유충 분말의 대체량이 증가할수록 유화형소시지의 보수력이 유의적으로 높아진다는 결과와 일치한다. 따라서 갈색거저리 유충 분말의 첨가는 돈육 패티의 가열감량은 감소시키며, 보수력은 증가시켜 기능성이 증진된 것으로 확인된다.

##### (2) 가열감량

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 가열감량 결과는 Table 5에 나타내었다. 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 가열감량은 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 Choi 등(2019)의 연구에서 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준 증가는 패티의 가열감량을 유의적으로 감소시킨다는 결과와 일치하며 이는 갈색거저리 유충에 함유된 키틴과 키토산에 의해 가열감량에 감소한 것으로 사료된다.

##### 3) 조직감 분석

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 조직감 결과는 Table 6에 나타내었다. 경도의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 변성의 경우 T3에서 유의적으로 감소하였지만, 다른 처리구에서는 유의적 차이가 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 부착성의 경우 T3를 제외한 나머지 처리구에서는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 복원성, 응집성과 변성의 경우 T3를 제외하고 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 탄성의 경우 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 검성과 씹힘성의 경우 T2에서 가장 높은 값을 보였으며 나머지 처리구에서는 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 따라서 조직감의 경우 갈색거저리 유충 분말을 첨가함에 경도가 증진되기에 조직감에서 부정적인 결과를 나타내었다. 이는 추출 과정을 거치지 않은 곤충 분말을 그대로 첨가하였기 때문에 키틴질이 조직감을 더욱 단단하게 만들었기 때문이라 사료된다. Lemke 등(2023)의 연구에서는 추출 과정을 거친 분말을 사용할 경우 곤충의 단백질 분해효소로 인해 경도가 낮아진 결과를 보였으며, 본 연구에서도 추출 과정을 거친다면 조직감을 개선시킬 수 있을 것으로 사료된다.

#### 4) 향산화 활성 분석

##### (1) 총 페놀성 화합물

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 총 페놀성 화합물 함량 분석 결과는 Table 7에 나타내었다. 총 페놀 화합물은 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

##### (2) DPPH 라디칼 소거능

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 DPPH 라디칼 소거능의 결과는 Table 7에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능의 경우에도 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). Yeong 등(2023)에 따르면 갈색거저리 유충 추출 분말이 첨가된 떡갈비가 대조구보다 유의적으로 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다. 따라서 갈색거저리 유충 분말을 첨가는 돈육 패티의 향산화능을 증가시킨다는 것을 나타낸다.

#### 5) 관능평가

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 관능평가 결과는 Table 8에 나타내었다. 관능평가 결과 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 모든 항목에서 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서 갈색거저리 유충 분말 첨가량이 증가할수록 관능평가에서 부정적인 결과를 보였으며 곤충 특유의 이취 등 불쾌감을 개선시키는 추가적인 연구가 필요하다.

#### - 결론

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 일반성분 분석 결과 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준에 따라 돈육 패티의 수분 함량을 감소시키며, 지방과 단백질의 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. 또한 돈육 패티의 pH는 분말 첨가 수준에 따라 증가하였으며, 색도에서는 명도, 적색도와 황색도를 감소시켰다. 이는 분말 자체의 높은 pH와 낮은 색도 값에 영향을 미친 것으로 판단된다. 기능성 평가 결과 분말의 첨가 수준이 높아질수록 가열감량이 감소하고, 보수력을 증가시켜 돈육 패티의 기능성을 증진시킨 것으로 나타난다. 향산화능 평가 결과 역시 갈색거저리 유충 분말의 높은 향산화능으로 인해 높은 DPPH 라디칼 소거능과 총 페놀 화합물 함량을 보였다. 조직감에서는 갈색거저리 유충 분말의 키틴과 키틴질에 의해 더 단단한 조직감을 나타내었으며, 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준에 따라 부정적인 관능 평가 결과를 보였다.

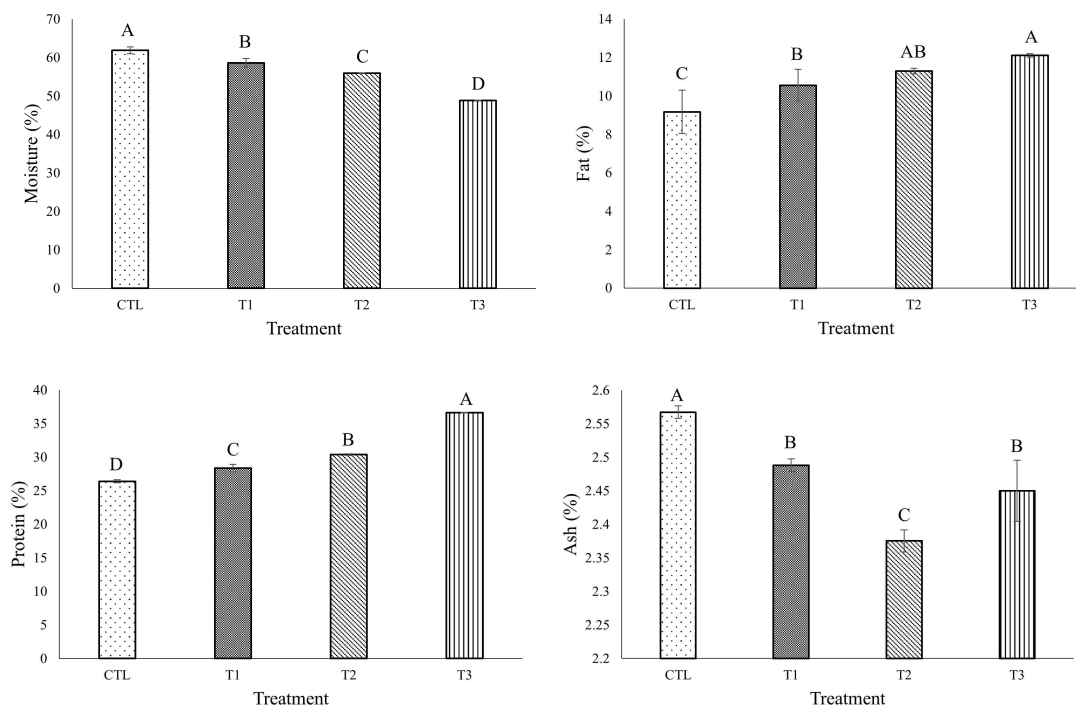
돈육 패티에 갈색거저리 유충 분말의 첨가는 높은 영양학적 특성을 나타내었으며, 기능성과 향산화능을 증진시켰으나, 조직감과 관능적 특성은 바람직하지 못한 결과를 보였다. 따라서 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 돈육 패티의 추가적인 연구가 필요한 실정이다. 특히 분말 첨가량을 30%까지 증대시킬 경우 심각한 관능품질 저하를 불러오기 때문에 단백질이 아닌 식용곤충 분말을 사용할 때는 적정 첨가량을 최대 5%까지로 결정하였다.



**Table 3. Proximate composition(%) of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Moisture (%)	61.9 <sup>A</sup> ±0.86	58.6 <sup>B</sup> ±1.17	56.0 <sup>C</sup> ±0.02	48.9 <sup>D</sup> ±0.03
Protein (%)	26.4 <sup>D</sup> ±0.22	28.4 <sup>C</sup> ±0.55	30.4 <sup>B</sup> ±0.13	36.6 <sup>A</sup> ±0.06
Fat (%)	9.18 <sup>C</sup> ±1.13	10.6 <sup>B</sup> ±0.83	11.3 <sup>AB</sup> ±0.14	12.1 <sup>A</sup> ±0.09
Ash (%)	2.57 <sup>A</sup> ±0.01	2.49 <sup>B</sup> ±0.01	2.38 <sup>C</sup> ±0.02	2.45 <sup>B</sup> ±0.05

<sup>1)</sup> Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3= *T. molitor* 30%.  
<sup>A-C</sup> Means with different scripts in the same parameter are different( $p<0.05$ ).



**Fig. 1. Proximate composition(%) of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.**

**Table 4. Physico-chemical properties of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
pH	5.90 <sup>D</sup> ±0.01	6.06 <sup>C</sup> ±0.01	6.18 <sup>B</sup> ±0.01	6.21 <sup>A</sup> ±0.01
Lightness	68.1 <sup>A</sup> ±2.42	60.2 <sup>B</sup> ±0.27	56.1 <sup>C</sup> ±0.72	50.9 <sup>D</sup> ±1.75
Redness	5.01 <sup>A</sup> ±0.31	4.19 <sup>B</sup> ±0.37	3.90 <sup>B</sup> ±0.34	3.68 <sup>B</sup> ±0.20
Yellowness	11.4 <sup>A</sup> ±1.19	9.31 <sup>B</sup> ±0.56	8.01 <sup>BC</sup> ±0.33	7.09 <sup>C</sup> ±0.69
Salinity (%)	2.37 <sup>A</sup> ±0.01	2.19 <sup>B</sup> ±0.02	2.10 <sup>C</sup> ±0.06	1.97 <sup>D</sup> ±0.03

Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3=*T. molitor* 30%.  
<sup>A-D</sup> Means with different scripts in the same parameter are different( $p<0.05$ ).

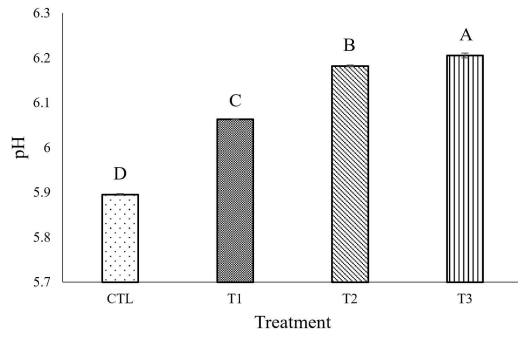


Fig. 2. pH value of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

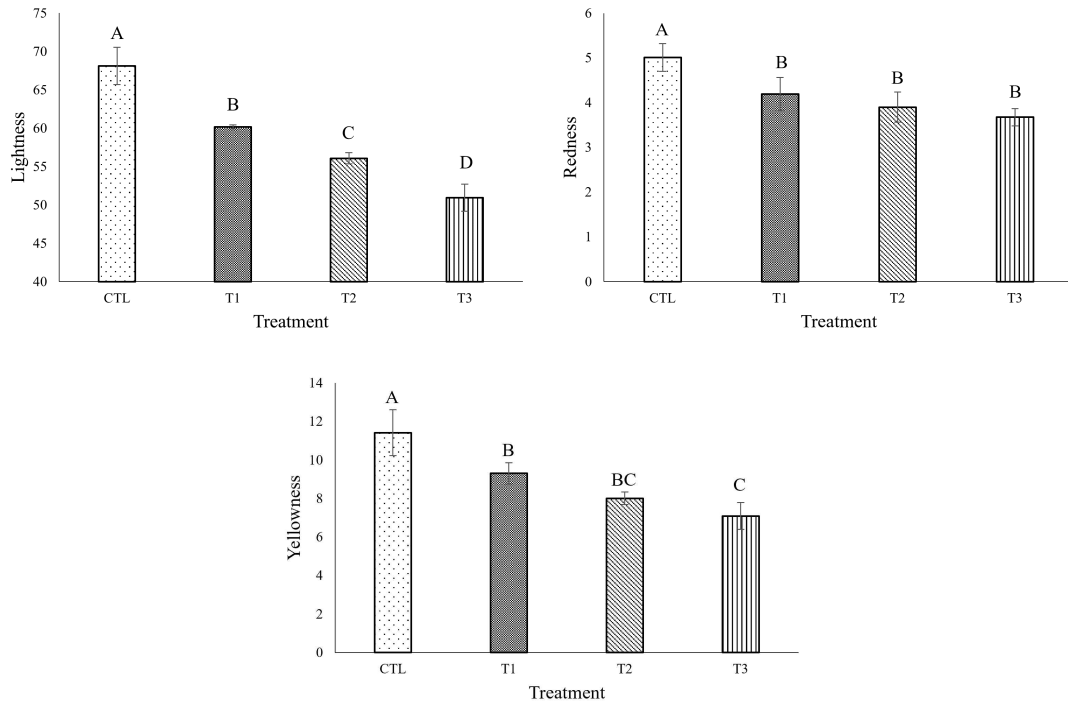


Fig. 3. Color of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

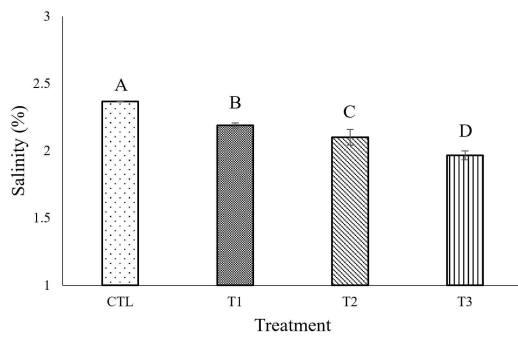


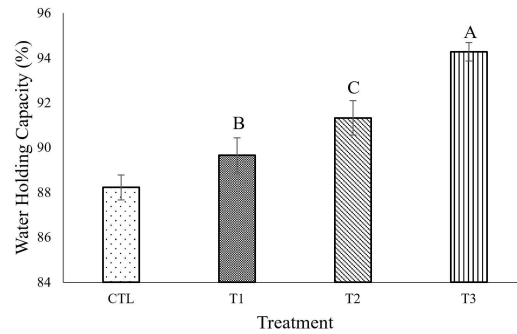
Fig. 4. Salinity value of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

**Table 5. Functional properties of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

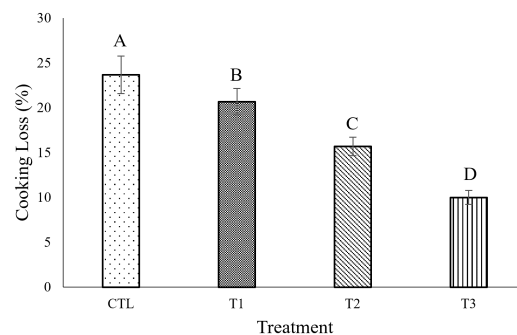
Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Water holding capacity (%)	88.2 <sup>D</sup> ±0.56	89.7 <sup>C</sup> ±0.78	91.3 <sup>B</sup> ±0.77	94.3 <sup>A</sup> ±0.41
Cooking Loss (%)	23.7 <sup>A</sup> ±2.09	20.7 <sup>B</sup> ±1.45	15.7 <sup>C</sup> ±1.02	10.0 <sup>D</sup> ±0.78

<sup>1)</sup> Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3=*T. molitor* 30%.

<sup>A-D</sup> Means with different scripts in the same parameter are different( $p<0.05$ )



**Fig. 5. Water Holding Capacity(WHC, %) of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.**



**Fig. 6. Cooking Loss(%) of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.**

**Table 6. Texture Profile Analysis of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Hardness (g)	3686 <sup>D</sup> ±587	5179 <sup>C</sup> ±396	6830 <sup>B</sup> ±1125	11487 <sup>A</sup> ±29.9
Deformation (mm)	4.98 <sup>A</sup> ±0.02	4.98 <sup>A</sup> ±0.01	4.98 <sup>C</sup> ±0.02	4.54 <sup>B</sup> ±0.25
Adhesiveness (mJ)	0.20 <sup>A</sup> ±0.15	0.10 <sup>A</sup> ±0.05	0.08 <sup>C</sup> ±0.03	0.01 <sup>A</sup> ±0.01
Resilience	0.21 <sup>A</sup> ±0.02	0.20 <sup>A</sup> ±0.01	0.19 <sup>C</sup> ±0.01	0.07 <sup>B</sup> ±0.01
Cohesiveness	0.52 <sup>A</sup> ±0.04	0.49 <sup>A</sup> ±0.01	0.50 <sup>C</sup> ±0.01	0.21 <sup>B</sup> ±0.02
Springiness (mm)	3.98 <sup>A</sup> ±0.08	3.78 <sup>B</sup> ±0.04	3.84 <sup>B</sup> ±0.04	1.88 <sup>C</sup> ±0.10
Gumminess (g)	1950 <sup>B</sup> ±413	2530 <sup>B</sup> ±151	3432 <sup>A</sup> ±584	2304 <sup>B</sup> ±246
Chewiness (mJ)	76.4 <sup>B</sup> ±17.5	94.7 <sup>B</sup> ±4.90	129.4 <sup>A</sup> ±23.7	84.9 <sup>B</sup> ±8.88

<sup>1)</sup> Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3=*T. molitor* 30%.

<sup>A-D</sup> Means with different scripts in the same parameter are different( $p<0.05$ ).

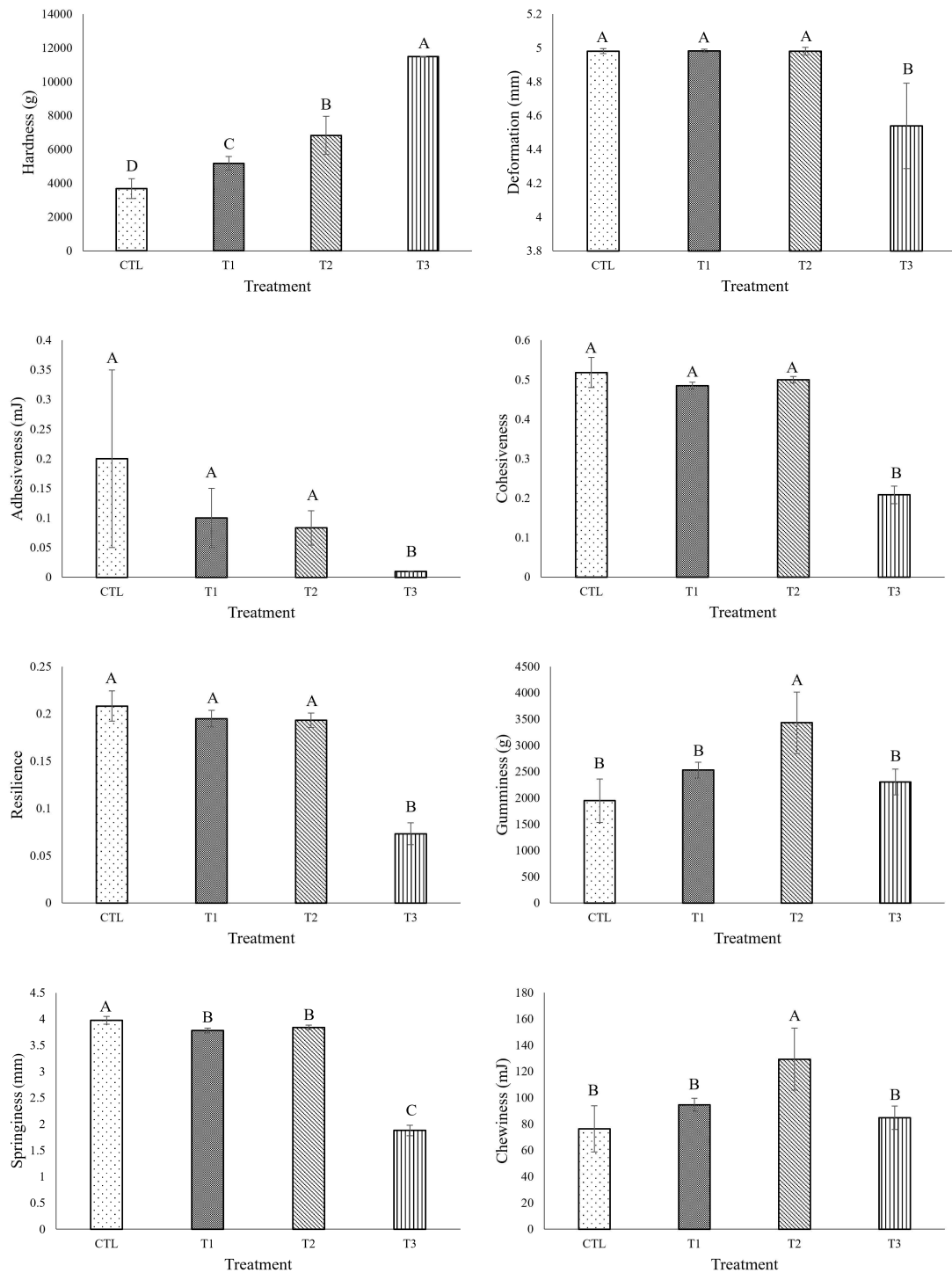


Fig. 7. Texture Profile Analysis value of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

Table 7. Antioxidant activity of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Total phenolic contents (g/100mL)	0.10 <sup>D</sup> ±0.01	0.11 <sup>C</sup> ±0.01	0.13 <sup>B</sup> ±0.01	0.13 <sup>A</sup> ±0.01
DPPH radical scavenging activity (%)	24.4 <sup>D</sup> ±1.35	29.2 <sup>C</sup> ±0.15	36.6 <sup>B</sup> ±0.60	42.3 <sup>A</sup> ±1.56

<sup>1)</sup> Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3=*T. molitor* 30%.  
<sup>A-D</sup> Means with different scripts in the same parameter are different (p < 0.05).

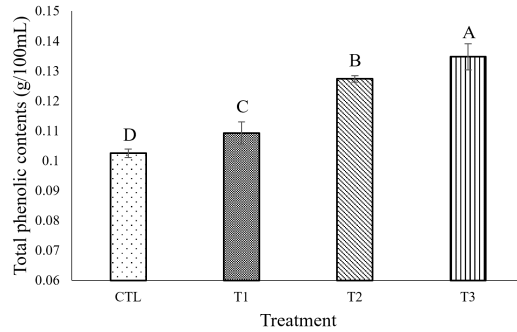


Fig. 8. Total phenolic contents(g/100mL) of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

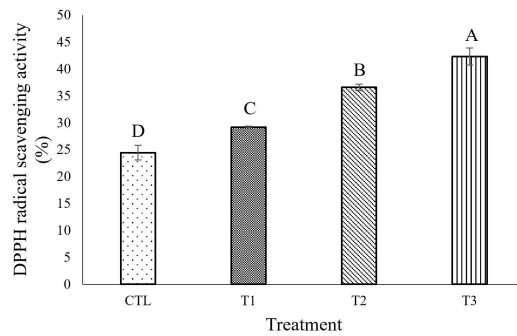


Fig. 9. DPPH radical scavenging activity(%) of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

Table 8. Sensory evaluation of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Appearance	7.25 <sup>A</sup> ±0.55	5.64 <sup>B</sup> ±0.38	4.58 <sup>B</sup> ±1.06	2.61 <sup>C</sup> ±0.79
Smell	7.11 <sup>A</sup> ±1.02	5.11 <sup>B</sup> ±0.19	4.69 <sup>B</sup> ±0.93	2.89 <sup>C</sup> ±0.51
Color	7.22 <sup>A</sup> ±0.69	5.56 <sup>B</sup> ±0.96	4.17 <sup>B</sup> ±1.17	2.53 <sup>C</sup> ±0.41
Texture	5.50 <sup>A</sup> ±0.50	4.14 <sup>B</sup> ±0.75	3.69 <sup>B</sup> ±0.34	2.22 <sup>C</sup> ±0.38
Overall	6.56 <sup>A</sup> ±0.51	4.97 <sup>B</sup> ±0.71	3.97 <sup>B</sup> ±0.55	2.36 <sup>C</sup> ±0.53

<sup>1)</sup> Treatments: CTL=*T. molitor* 0%; T1=*T. molitor* 10%; T2=*T. molitor* 20%; T3=*T. molitor* 30%.

<sup>A-C</sup> Means with different scripts in the same parameter are different( $p < 0.05$ ).

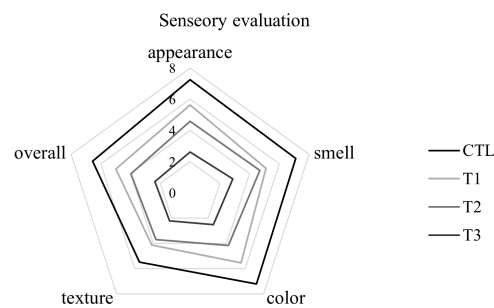


Fig. 10. Sensory evaluation of pork patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 분말의 항산화 활성 평가

- 전처리에 따른 갈색거저리의 총 페놀성 화합물 함량을 분석하였으며, 열풍건조 > 동결건조 > 팬프라이밍 = 로스팅 순서로 차이를 보였다.

Table 1. Total phenolic contents of *Tenebrio molitor* larva

	Treatment			
	TOD	TFD	TPD	TRD
Total phenolic contents (g/100g)	4.43 <sup>a</sup>	2.64 <sup>b</sup>	2.25 <sup>c</sup>	2.07 <sup>c</sup>

<sup>A-C</sup> Means with different superscript in the same row are different ( $p < 0.05$ ).

- 전처리에 따른 갈색거저리 분말의 항산화 활성을 평가하였으며, 0.5% 농도를 고려하였을 때 로스팅 처리구가 유의적으로 높은 항산화 활성을 보였다.

Table 2. Results of DPPH radical scavenging activity, Iron chelating ability, and Reducing power

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>	Concentration				
		0%	0.05%	0.1%	0.25%	0.5%
DPPH radical scavenging activity (%)	REF	0.00 <sup>c</sup>	95.2 <sup>Ab</sup>	95.5 <sup>Aa</sup>	95.5 <sup>Aa</sup>	95.5 <sup>Aa</sup>
	TOD	0.00 <sup>d</sup>	41.1 <sup>Bc</sup>	44.6 <sup>Cc</sup>	68.5 <sup>Cb</sup>	87.1 <sup>Ba</sup>
	TPD	0.00 <sup>e</sup>	24.6 <sup>Cd</sup>	44.7 <sup>Cc</sup>	68.0 <sup>Cb</sup>	87.3 <sup>Ba</sup>
	TRD	0.00 <sup>Ad</sup>	44.3 <sup>Bc</sup>	50.1 <sup>Bc</sup>	78.5 <sup>Bb</sup>	88.3 <sup>ABa</sup>
Iron chelating ability (%)	REF	0.00 <sup>b</sup>	99.6 <sup>Aa</sup>	99.6 <sup>Aa</sup>	99.8 <sup>Aa</sup>	99.7 <sup>Aa</sup>
	TOD	0.00 <sup>d</sup>	24.8 <sup>Bc</sup>	55.7 <sup>Bb</sup>	83.7 <sup>Ca</sup>	87.3 <sup>Ba</sup>
	TPD	0.00 <sup>d</sup>	20.1 <sup>Bc</sup>	54.4 <sup>Bb</sup>	91.5 <sup>ABa</sup>	96.3 <sup>Aa</sup>
	TRD	0.00 <sup>d</sup>	23.2 <sup>Bc</sup>	58.6 <sup>Bb</sup>	95.5 <sup>Ba</sup>	94.4 <sup>BAa</sup>
Reducing power (O.D)	REF	0.02 <sup>d</sup>	0.89 <sup>Ac</sup>	0.99 <sup>Ab</sup>	1.47 <sup>Aa</sup>	1.47 <sup>Aa</sup>
	TOD	0.02 <sup>c</sup>	0.02 <sup>Bbc</sup>	0.02 <sup>Bbc</sup>	0.02 <sup>Bab</sup>	0.02 <sup>Ba</sup>
	TPD	0.02 <sup>c</sup>	0.02 <sup>Bc</sup>	0.03 <sup>Bb</sup>	0.03 <sup>Ba</sup>	0.03 <sup>Ba</sup>
	TRD	0.02 <sup>c</sup>	0.02 <sup>Bc</sup>	0.03 <sup>Bc</sup>	0.02 <sup>Bb</sup>	0.03 <sup>Ba</sup>

1) Treatment: As shown in Table 4.

<sup>a-e</sup> Means with same letter into same column are not different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-C</sup> Means with same letter into same column are not different ( $p < 0.05$ ).

- 전처리에 따른 굼벵이의 총 페놀성 화합물 함량을 분석하였으며, 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 3. Total phenolic contents of *Protaetia Orientalis* larva

	Treatment			
	TOD	TFD	TPD	TRD
Total phenolic contents (g/100g)	3.34 <sup>a</sup>	3.25 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.30 <sup>a</sup>

<sup>A</sup> Means with same superscript in the same row are not different ( $p < 0.05$ ).

- 전처리에 따른 갈색거저리 분말의 항산화 활성을 평가하였으며, 0.5% 농도를 고려하였을 때 로스팅 처리구가 유의적으로 높은 항산화 활성을 보였다.

Table 4. Results of DPPH radical scavenging activity, Iron chelating ability, and Reducing power

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>	Concentration				
		0%	0.1%	0.25%	0.5%	1%
DPPH radical scavenging activity (%)	REF	0.00 <sup>b</sup>	96.0 <sup>Aa</sup>	96.1 <sup>Aa</sup>	96.1 <sup>Aa</sup>	96.1 <sup>Aa</sup>
	POD	0.00 <sup>e</sup>	36.1 <sup>Bd</sup>	75.2 <sup>Cc</sup>	57.4 <sup>Cb</sup>	66.5 <sup>Ca</sup>
	PPD	0.00 <sup>d</sup>	40.7 <sup>Bc</sup>	74.4 <sup>Bb</sup>	63.0 <sup>Ba</sup>	68.2 <sup>BCa</sup>
	PRD	0.00 <sup>e</sup>	37.3 <sup>Bd</sup>	76.7 <sup>Bc</sup>	59.5 <sup>BCb</sup>	73.5 <sup>Ba</sup>
Iron chelating ability (%)	REF	0.00 <sup>b</sup>	99.8 <sup>Aa</sup>	99.9 <sup>Aa</sup>	99.5 <sup>Aa</sup>	99.9 <sup>Aa</sup>
	POD	0.00 <sup>d</sup>	44.1 <sup>Bc</sup>	89.5 <sup>Bb</sup>	87.3 <sup>Ba</sup>	93.9 <sup>ABa</sup>
	PPD	0.00 <sup>c</sup>	50.4 <sup>Bb</sup>	87.2 <sup>BCa</sup>	82.8 <sup>Ca</sup>	85.0 <sup>Ca</sup>
	PRD	0.00 <sup>c</sup>	53.1 <sup>Bb</sup>	86.7 <sup>Ca</sup>	89.5 <sup>Ba</sup>	89.2 <sup>BCa</sup>
Reducing power (O.D)	REF	0.01 <sup>Ad</sup>	1.03 <sup>Ac</sup>	1.17 <sup>Abc</sup>	1.52 <sup>Aab</sup>	1.48 <sup>Aa</sup>
	POD	0.01 <sup>Ac</sup>	0.02 <sup>Bbc</sup>	0.02 <sup>Bbc</sup>	0.03 <sup>Bb</sup>	0.09 <sup>Ba</sup>
	PPD	0.01 <sup>Ac</sup>	0.02 <sup>Bbc</sup>	0.03 <sup>Bbc</sup>	0.04 <sup>Bb</sup>	0.06 <sup>Ca</sup>
	PRD	0.01 <sup>Ac</sup>	0.02 <sup>Bbc</sup>	0.03 <sup>Bbc</sup>	0.04 <sup>Bb</sup>	0.11 <sup>Ba</sup>

1) Treatment: As shown in Table 1.

<sup>a-e</sup> Means with same letter into same column are not different( $p>0.05$ ).

<sup>A-C</sup> Means with same letter into same column are not different( $p>0.05$ ).

### 1) 갈색거저리 유충 단백질 분말 첨가 치킨패티 품질평가

- 제조배합비

Table 1. The formulation of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative

Ingredients	Treatments(%) <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Chicken thigh	38.05	37.55	36.55	35.55
Chicken breast	38.05	37.55	36.55	35.55
Pork fat	10	10	10	10
Water	4.9	4.9	4.9	4.9
<i>T. Molitor</i> L. powder	-	1	3	5
Salt	38.05	37.55	36.55	35.55
STPP	38.05	37.55	36.55	35.55
Spices	10	10	10	10
Sugar	4.9	4.9	4.9	4.9
Cooking wine	1	1	1	1
Tapioca starch	0.6	0.6	0.6	0.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup>Treatments: CTL=*T. molitor*0%; T1=*T. molitor*1%; T2=*T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>2)</sup>Ingredients: Salt, sodium chloride; STPP, sodium tripolyphosphate.

- 관능평가

갈색거저리 유충 분말을 첨가한 패티의 관능평가 결과 대조구와 T1이 모든 항목에서 유의적인 차이가 없었으며( $p>0.05$ ), 갈색거저리 유충 분말 첨가수준에 따라 모든 항목에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p<0.05$ ).

**Table 2. Sensory evaluation of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Attribute	CTL <sup>1)</sup>	T1	T2	T3
Flavor	7.29 <sup>a</sup> ±1.54	7.40 <sup>a</sup> ±0.99	6.47 <sup>ab</sup> ±1.41	5.93 <sup>b</sup> ±1.44
Color	7.50 <sup>a</sup> ±1.22	6.53 <sup>ab</sup> ±1.30	5.93 <sup>bc</sup> ±1.39	5.27 <sup>c</sup> ±1.94
Texture	7.07 <sup>a</sup> ±1.33	7.20 <sup>a</sup> ±1.15	6.40 <sup>ab</sup> ±1.24	5.93 <sup>b</sup> ±1.58
Taste	7.43 <sup>a</sup> ±1.34	7.27 <sup>a</sup> ±0.96	5.87 <sup>b</sup> ±1.30	5.87 <sup>b</sup> ±1.36
Overall	7.21 <sup>a</sup> ±1.19	7.20 <sup>a</sup> ±0.86	5.93 <sup>b</sup> ±1.10	5.73 <sup>b</sup> ±1.22

1) Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

2) <sup>a-b</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

– 이화학적 성상 평가

- 일반성분: 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 일반성분 분석 결과 수분, 지방 함량은 처리구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 단백질의 경우 T2와 T3가 CTL과 T1보다 유의적으로 높아 갈색 거저리 유충 분말 수준에 따라 단백질 함량이 유의적으로 증가함을 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 그리고 회분의 경우 T2가 다른 처리구들 보다 유의적으로 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

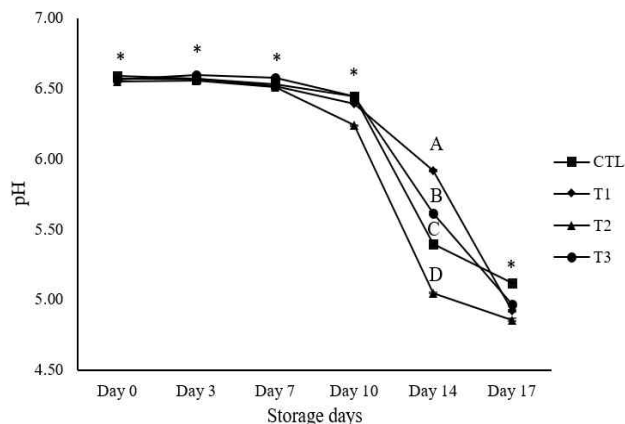
**Table 3. Proximate composition(%) of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameters <sup>1)</sup>	Treatment			
	CTL	T1	T2	T3
Moisture	66.1 <sup>A</sup> ±0.35	66.5 <sup>A</sup> ± 2.17	67.3 <sup>A</sup> ±0.54	65.1 <sup>A</sup> ±1.06
Fat	9.95 <sup>A</sup> ±0.37	10.9 <sup>A</sup> ±5.17	7.24 <sup>A</sup> ±0.49	9.92 <sup>A</sup> ±0.88
Protein	22.0 <sup>A</sup> ±0.49	21.7 <sup>A</sup> ±1.14	23.6 <sup>A</sup> ±0.24	23.1 <sup>A</sup> ±1.50
Ash	1.94 <sup>A</sup> ±0.16	2.01 <sup>A</sup> ±0.09	1.83 <sup>A</sup> ±0.07	1.91 <sup>A</sup> ±0.13

1) Treatments: CTL=*T. molitor*0%; T1=*T. molitor*1%; T2=*T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

2) <sup>A-D</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- pH: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 pH 결과는 Fig 1에 나타내었다. pH의 경우 저장기간이 증가함에 따라 값이 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 저장기간에 따라 pH는 0일차에서 6.59에서부터 17일차에 4.86까지 감소하였다. 3, 7일차를 제외한 저장기간 동안 거저리 첨가량의 증가에 따라 pH 값이 유의적으로 감소하였다.



**Fig. 1. pH value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.**



· 색도: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 색도 실험 결과는 Fig 2, 3에 나타내었다. 색도의 경우 저장기간 및 처리구 간의 상호작용은 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 저장기간이 증가함에 따라 명도는 유의적으로 증가하였지만 ( $p<0.05$ ), 갈색 거저리 유충 분말의 첨가 수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 적색도의 경우 T1은 저장 기간에 따라 감소하였지만 나머지 처리구에서는 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 또한 10, 14일차를 제외한 저장기간 동안 거저리 첨가량의 증가에 따라 적색도가 유의적으로 증가하였다 ( $p<0.05$ ). 황색도의 경우 CTL과 T1은 저장기간이 증가함에 따라 증가하였지만 ( $p<0.05$ ) T2와 T3의 경우 모든 저장기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ( $p>0.05$ ). 10일차까지는 처리구 간 유의적인 차이는 없었지만( $p>0.05$ ) 14일차 이후 황색도는 갈색거저리 유충 분말 함량에 따라 감소하였다( $p<0.05$ ).

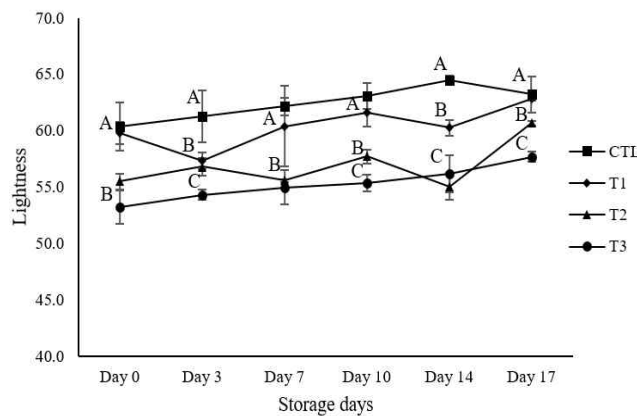


Fig. 2. Lightness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

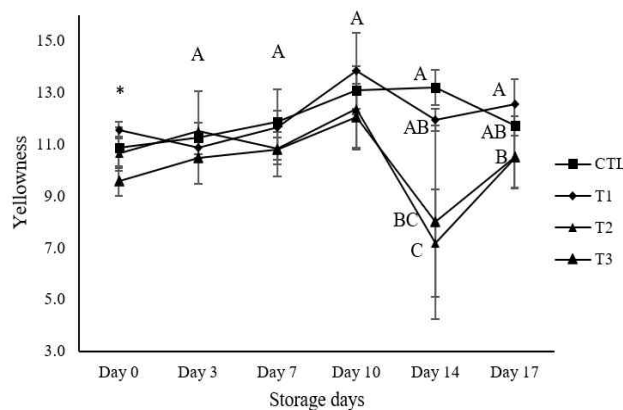


Fig. 3. Yellowness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 기능성 분석

· 보수력: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 보수력 결과는 Fig 4에 나타내었다. CTL은 저장기간에 따른 보수력의 유의적인 차이가 없었다 ( $p>0.05$ ). T1, T3는 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 대조구를 제외한 나머지 처리구들의 갈색거저리 유충 분말 첨가수준에 따라 유의적으로 보수력이 증가하였다( $p<0.05$ ). 따라서 갈색거저리 유충 분말의 첨가수준에 따라

보수력이 유의적으로 증가하였다고 사료된다( $p < 0.05$ ).

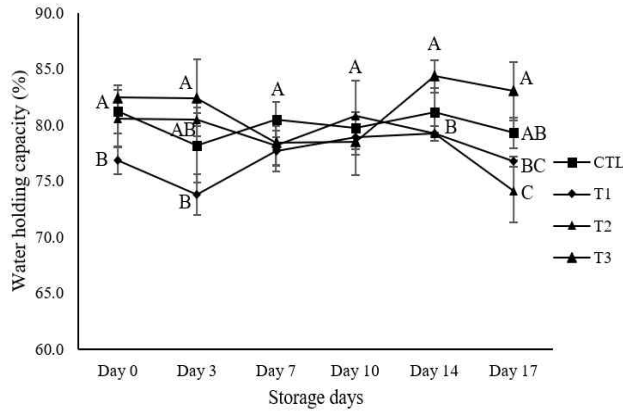


Fig. 4. Water Holding Capacity(WHC, %) of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

· 가열감량: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 가열감량 결과는 Fig 5에 나타내었다. 7일차까지 가열감량이 유의적으로 감소하였으나 ( $p < 0.05$ ), 이후 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 0,17일차를 제외한 나머지의 저장기간에는 함량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 따라서 갈색거저리 유충분말의 첨가수준에 따라 가열감량이 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ).

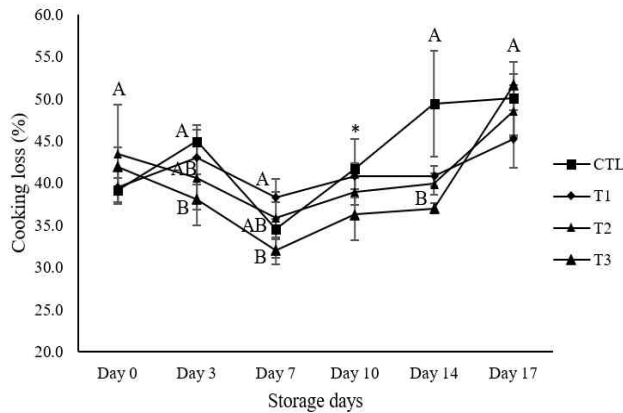


Fig. 5. Cooking Loss(%) of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 조직감 분석: 경도, 검성, 씹힘성은 저장기간이 증가할수록 검성이 유의적으로 감소하였고( $p < 0.05$ ), 또한 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 변성의 경우에 저장기간 및 처리구 간의 상호작용은 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 저장 기간에 따른 변성은 유의적 차이가 없었으나( $p > 0.05$ ), 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). Adhesiveness 점착성은 저장기간이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 복원성은 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 응집성과 탄력성은 저장기간이 증가할수록 유의적으로 감소하였고 ( $p < 0.05$ ), 또한 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 따라서 갈색거저리 유충 분말의 첨가 수준에 따라 경도, 검성, 씹힘성, 변

성은 유의적으로 증가하였고( $p < 0.05$ ), 복원성, 응집성, 탄력성은 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ).

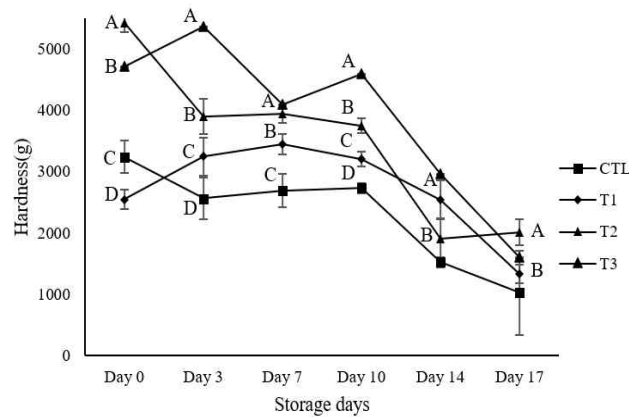


Fig. 6. Hardness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

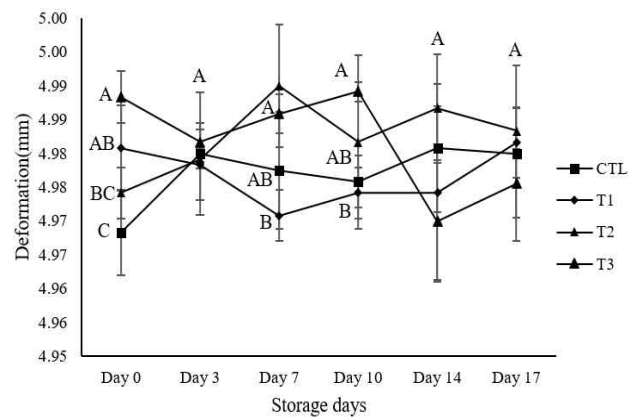


Fig. 7. Deformation value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

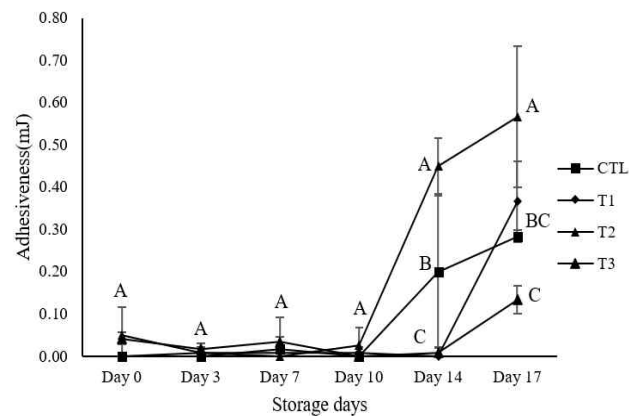


Fig. 8. Adhesiveness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

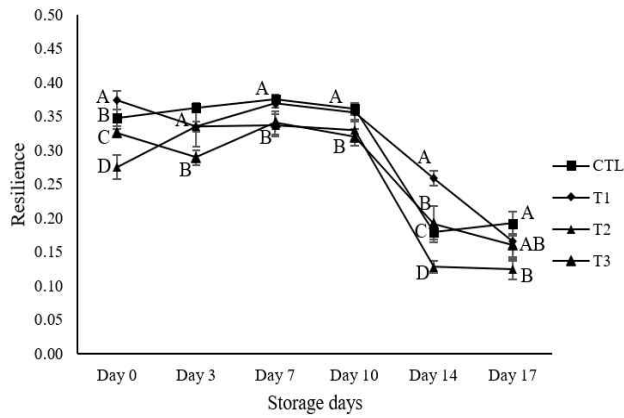


Fig. 9. Resilience value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

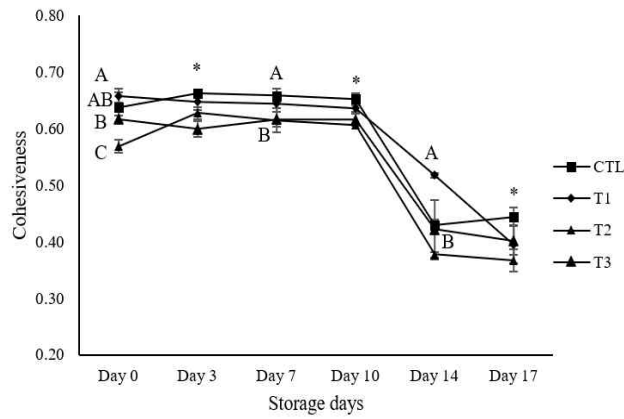


Fig. 10. Cohesiveness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

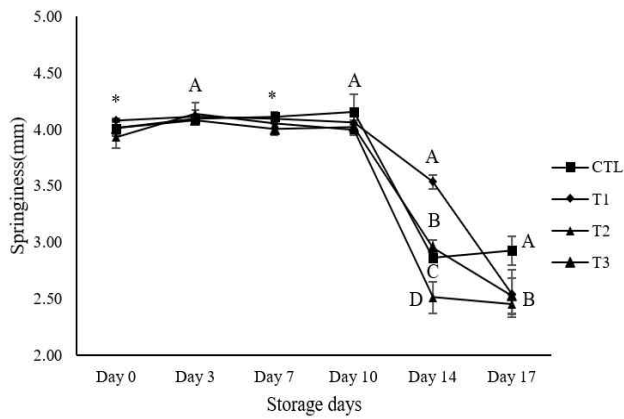


Fig. 11. Springiness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

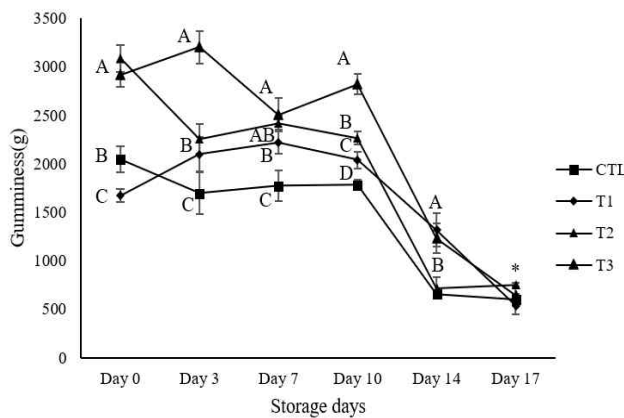


Fig. 12. Gumminess value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

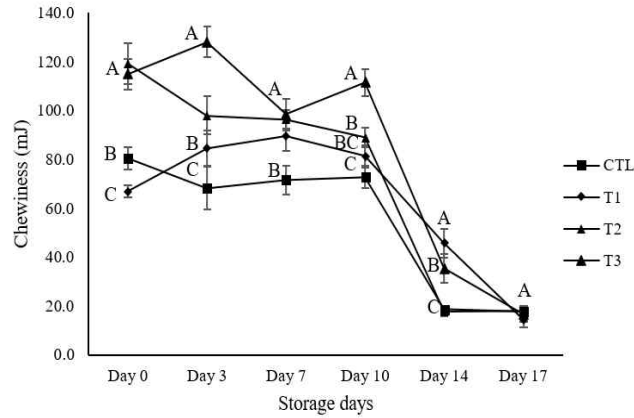


Fig. 13. Chewiness value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- TBARS: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 TBARS 결과는 Fig 14에 나타내었다. 17일차를 제외한 모든 처리구에서 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

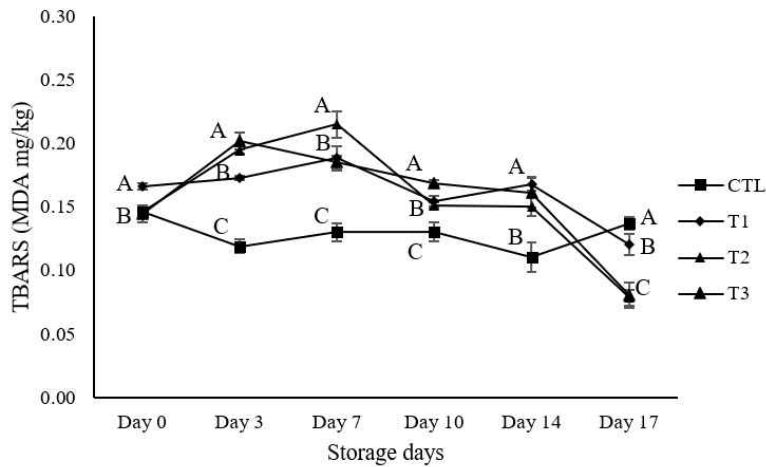


Fig. 14. TBARS value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- POV(Peroxide value): 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 POV 결과는 Fig 15에 나타내었다. 모든 저장기간동안 처리구에 비해 대조구가 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

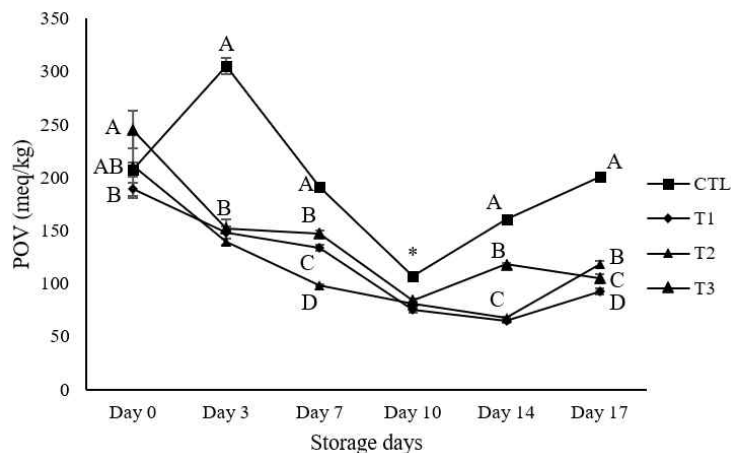


Fig. 15. POV value of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- VBN: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 VBN 결과는 Fig 16에 나타내었다. 저장기간 및 처리구 간의 상호작용은 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). VBN은 14일차까지 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였지만( $p<0.05$ ), CTL, T3의 경우 17일에 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 3일차부터 10일차까지 처리구 간의 유의차가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 따라서 VBN은 갈색 거저리 유충 분말의 첨가 수준에 따른 유의적 차이가 없었으므로( $p<0.05$ ) 첨가 수준이 변패도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.
- 미생물 분석: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 미생물실험 결과는 Fig 17, 18에 나타내었다. 미생물 검사 결과 총균수의 경우 저장기간이 길어짐에 따라 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 또한 3일차에 갈색 거저리 유충 분말 첨가수준에 따라 총균수가 유의적으로 감소하였지만( $p<0.05$ ), 7일차까지 유의적 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 10일차 이후 함량이 증가할 수록 총균수가 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 대장균(균)수의 경우 저장기간이 증가함에 따라 대장균균수가 유의적으로 증가하였으며( $p<0.05$ ) 10일차까지 갈색거저리 유충 분말 첨가 수준에 따른 유의적 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 따라서 갈색거저리 유충 분말 첨가 수준에 따라 총균수는 유의적으로 증가하였으며( $p<0.05$ ), 대장균균수는 유의차가 없었다.

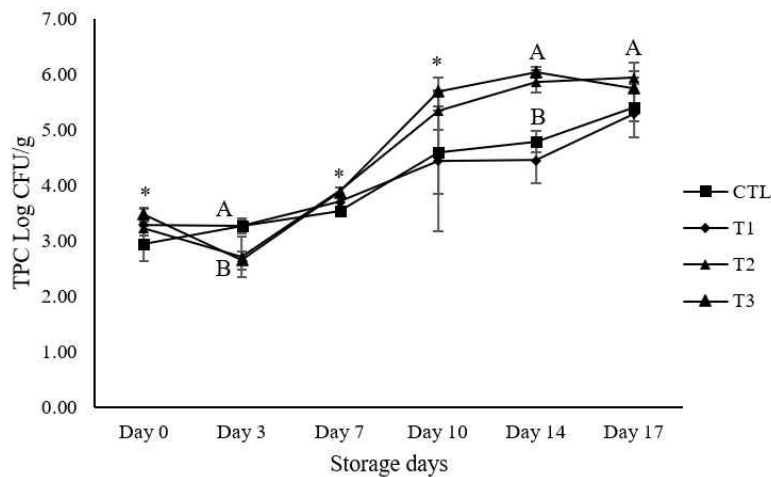


Fig. 17. TPC Log CFU/g of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

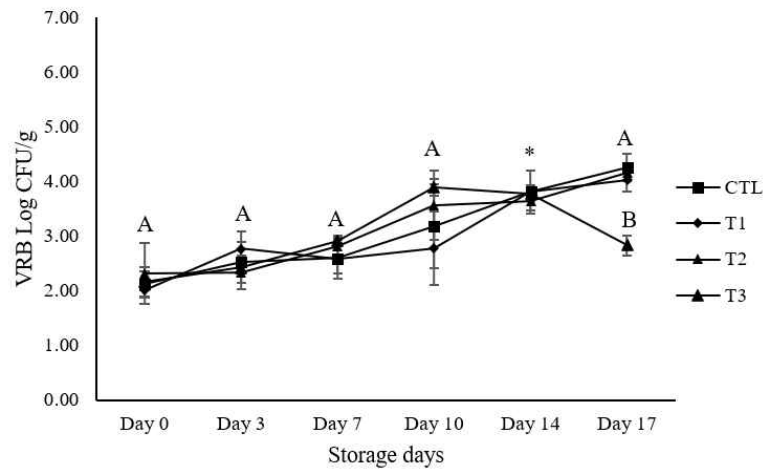


Fig. 18. VRB Log CFU/g of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

**Table 4. physico-chemical and functional properties, lipid and protein oxidation and microbial counts of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameter	TRI <sup>1)</sup>	Storage days					
		0	3	7	10	14	17
pH	CTL	6.59 <sup>aA</sup> ±0.01	6.57 <sup>bB</sup> ±0.01	6.53 <sup>cB</sup> ±0.01	6.44 <sup>dA</sup> ±0.01	5.39 <sup>eC</sup> ±0.02	5.12 <sup>fA</sup> ±0.01
	P1	6.57 <sup>aB</sup> ±0.01	6.57 <sup>aB</sup> ±0.01	6.52 <sup>bC</sup> ±0.01	6.39 <sup>cB</sup> ±0.01	5.92 <sup>dA</sup> ±0.01	4.92 <sup>eC</sup> ±0.01
	P2	6.55 <sup>aC</sup> ±0.01	6.55 <sup>aC</sup> ±0.01	6.51 <sup>bC</sup> ±0.01	6.24 <sup>cC</sup> ±0.01	5.05 <sup>dD</sup> ±0.01	4.86 <sup>eD</sup> ±0.01
	P3	6.56 <sup>cBC</sup> ±0.01	6.60 <sup>aA</sup> ±0.01	6.58 <sup>bA</sup> ±0.01	6.44 <sup>dA</sup> ±0.01	5.62 <sup>eB</sup> ±0.01	4.96 <sup>fB</sup> ±0.01
L	CTL	60.4 <sup>cA</sup> ±2.17	61.3 <sup>bA</sup> ±2.28	62.2 <sup>abA</sup> ±0.78	63.1 <sup>abA</sup> ±1.19	64.5 <sup>abA</sup> ±0.42	63.2 <sup>aA</sup> ±1.58
	P1	59.8 <sup>abA</sup> ±1.00	57.3 <sup>bB</sup> ±0.75	60.4 <sup>abA</sup> ±3.59	61.6 <sup>aA</sup> ±0.25	60.3 <sup>abB</sup> ±0.67	62.9 <sup>aA</sup> ±0.20
	P2	55.5 <sup>cdB</sup> ±0.72	56.8 <sup>bcB</sup> ±0.80	55.6 <sup>cdB</sup> ±0.10	57.7 <sup>bB</sup> ±0.60	55.1 <sup>dC</sup> ±1.20	60.7 <sup>abB</sup> ±0.17
	P3	53.2 <sup>cB</sup> ±1.51	54.3 <sup>bcC</sup> ±0.46	55.0 <sup>bcB</sup> ±1.51	55.4 <sup>bcC</sup> ±0.74	56.2 <sup>abC</sup> ±1.65	57.7 <sup>aC</sup> ±0.45
b	CTL	10.9 <sup>bA</sup> ±0.77	11.2 <sup>bA</sup> ±1.79	11.9 <sup>bA</sup> ±0.42	13.1 <sup>aA</sup> ±0.94	13.2 <sup>bA</sup> ±0.68	11.7 <sup>abAB</sup> ±0.38
	P1	11.5 <sup>bA</sup> ±0.32	10.8 <sup>bA</sup> ±0.39	11.7 <sup>bA</sup> ±1.46	13.8 <sup>aA</sup> ±1.48	11.9 <sup>abAB</sup> ±0.43	12.5 <sup>abA</sup> ±0.98
	P2	10.6 <sup>aAB</sup> ±0.66	11.5 <sup>aA</sup> ±0.32	10.8 <sup>aA</sup> ±0.44	12.4 <sup>aA</sup> ±1.49	7.17 <sup>bC</sup> ±2.07	10.5 <sup>abB</sup> ±1.18
	P3	9.6 <sup>abB</sup> ±0.58	10.5 <sup>abA</sup> ±0.14	10.8 <sup>abA</sup> ±1.04	12.0 <sup>aA</sup> ±1.27	7.98 <sup>bcB</sup> ±3.76	10.5 <sup>abB</sup> ±1.18
CL (%)	CTL	39.2 <sup>bcA</sup> ±1.47	45.0 <sup>abA</sup> ±1.91	34.6 <sup>bAB</sup> ±1.22	41.8 <sup>bA</sup> ±3.46	49.4 <sup>aA</sup> ±6.25	50.0 <sup>aA</sup> ±4.35
	P1	39.5 <sup>bcA</sup> ±1.99	43.1 <sup>abAB</sup> ±3.22	38.4 <sup>cA</sup> ±0.58	40.8 <sup>bcAB</sup> ±1.53	40.8 <sup>bcB</sup> ±1.19	45.2 <sup>aA</sup> ±3.34
	P2	43.5 <sup>abA</sup> ±5.79	40.6 <sup>bcAB</sup> ±3.80	35.9 <sup>cAB</sup> ±4.67	39.0 <sup>bcAB</sup> ±1.61	39.9 <sup>bcB</sup> ±1.25	48.5 <sup>aA</sup> ±3.06
	P3	42.0 <sup>bA</sup> ±2.29	38.0 <sup>cB</sup> ±3.02	32.0 <sup>dB</sup> ±0.61	36.3 <sup>cB</sup> ±3.03	37.0 <sup>cB</sup> ±0.61	51.6 <sup>aA</sup> ±1.41
WHC (%)	CTL	81.2 <sup>aA</sup> ±1.94	78.2 <sup>aAB</sup> ±3.34	80.5 <sup>aA</sup> ±1.57	79.8 <sup>aA</sup> ±4.19	81.2 <sup>abB</sup> ±2.13	79.3 <sup>aAB</sup> ±1.34
	P1	76.9 <sup>abB</sup> ±1.24	73.8 <sup>bbB</sup> ±1.81	77.7 <sup>aA</sup> ±1.82	79.0 <sup>aA</sup> ±1.10	79.3 <sup>abB</sup> ±0.69	76.8 <sup>abC</sup> ±0.45
	P2	80.6 <sup>aA</sup> ±2.59	80.5 <sup>aA</sup> ±0.57	78.1 <sup>aA</sup> ±1.76	80.8 <sup>aA</sup> ±0.28	79.2 <sup>abB</sup> ±0.09	74.1 <sup>bcB</sup> ±2.76
	P3	82.4 <sup>abA</sup> ±1.14	82.4 <sup>abA</sup> ±3.45	78.5 <sup>bA</sup> ±2.03	78.5 <sup>bA</sup> ±1.21	84.4 <sup>aA</sup> ±1.47	83.1 <sup>aA</sup> ±2.60
POV (meq/kg)	CTL	207 <sup>bbB</sup> ±6.91	305 <sup>aA</sup> ±7.34	191 <sup>cA</sup> ±3.36	107 <sup>eA</sup> ±2.47	161 <sup>dA</sup> ±1.68	201 <sup>baB</sup> ±2.75
	P1	189 <sup>abB</sup> ±6.22	148 <sup>bA</sup> ±12.5	134 <sup>cC</sup> ±2.96	75.3 <sup>eC</sup> ±2.62	65.2 <sup>eC</sup> ±1.67	92.9 <sup>ddB</sup> ±3.00
	P2	211 <sup>aAB</sup> ±30.3	140 <sup>bbB</sup> ±2.92	98.5 <sup>deB</sup> ±1.39	80.8 <sup>eC</sup> ±1.19	67.8 <sup>eC</sup> ±1.48	119 <sup>bcB</sup> ±2.78
	P3	245 <sup>aA</sup> ±17.6	152 <sup>bbB</sup> ±2.03	147 <sup>dB</sup> ±3.09	84.4 <sup>cB</sup> ±1.43	118 <sup>cB</sup> ±1.84	105 <sup>cC</sup> ±4.19
TBARS (mg MDA/kg)	CTL	0.15 <sup>abB</sup> ±0.005	0.12 <sup>cdC</sup> ±0.01	0.13 <sup>bcC</sup> ±0.01	0.13 <sup>bcC</sup> ±0.01	0.11 <sup>dB</sup> ±0.01	0.14 <sup>abA</sup> ±0.01
	P1	0.17 <sup>bA</sup> ±0.01	0.17 <sup>bbB</sup> ±0.01	0.19 <sup>abB</sup> ±0.01	0.15 <sup>cB</sup> ±0.01	0.17 <sup>baB</sup> ±0.01	0.12 <sup>dB</sup> ±0.01
	P2	0.15 <sup>cB</sup> ±0.01	0.19 <sup>bA</sup> ±0.01	0.21 <sup>aA</sup> ±0.01	0.15 <sup>cB</sup> ±0.01	0.15 <sup>cA</sup> ±0.01	0.08 <sup>dC</sup> ±0.01
	P3	0.14 <sup>dB</sup> ±0.01	0.20 <sup>aA</sup> ±0.01	0.18 <sup>bbB</sup> ±0.01	0.17 <sup>cA</sup> ±0.002	0.16 <sup>cA</sup> ±0.01	0.08 <sup>eC</sup> ±0.01
TPC (log CFU/g)	CTL	2.95 <sup>cB</sup> ±0.31	3.27 <sup>bcA</sup> ±0.14	3.54 <sup>bC</sup> ±0.08	4.59 <sup>abA</sup> ±0.75	4.79 <sup>abB</sup> ±0.19	5.41 <sup>aA</sup> ±0.55
	P1	3.28 <sup>bAB</sup> ±0.30	3.26 <sup>abA</sup> ±0.13	3.70 <sup>abBC</sup> ±0.14	4.44 <sup>aA</sup> ±1.26	4.45 <sup>abB</sup> ±0.41	5.29 <sup>aA</sup> ±0.14
	P2	3.23 <sup>cAB</sup> ±0.13	2.72 <sup>cB</sup> ±0.37	3.89 <sup>bcA</sup> ±0.07	5.35 <sup>abA</sup> ±0.35	5.87 <sup>aA</sup> ±0.20	5.95 <sup>aA</sup> ±0.12
	P3	3.48 <sup>cA</sup> ±0.10	2.65 <sup>cB</sup> ±0.17	3.87 <sup>bcAB</sup> ±0.08	5.68 <sup>abA</sup> ±0.26	6.03 <sup>aA</sup> ±0.10	5.75 <sup>aA</sup> ±0.47
VRB (log CFU/g)	CTL	2.13 <sup>cA</sup> ±0.23	2.52 <sup>bcA</sup> ±0.38	2.59 <sup>bA</sup> ±0.27	3.18 <sup>bA</sup> ±0.77	4.80 <sup>aA</sup> ±0.39	4.26 <sup>aA</sup> ±0.25
	P1	2.00 <sup>bA</sup> ±0.01	2.77 <sup>abA</sup> ±0.32	2.57 <sup>abA</sup> ±0.35	2.78 <sup>abA</sup> ±0.68	3.80 <sup>abB</sup> ±0.13	4.02 <sup>aA</sup> ±0.21
	P2	2.32 <sup>dA</sup> ±0.55	2.33 <sup>cdA</sup> ±0.31	2.81 <sup>bcdA</sup> ±0.16	3.57 <sup>abcA</sup> ±0.63	3.64 <sup>abB</sup> ±0.17	4.16 <sup>aA</sup> ±0.15
	P3	2.16 <sup>cA</sup> ±0.28	2.42 <sup>bcA</sup> ±0.10	2.91 <sup>abA</sup> ±0.09	3.89 <sup>abA</sup> ±0.16	3.77 <sup>abB</sup> ±0.13	2.83 <sup>abB</sup> ±0.18

1) Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

2) <sup>a-c</sup>Means with different scripts in the same treatments are different ( $p<0.05$ ).

3) <sup>A-D</sup>Means with different scripts in the same storage days are different ( $p<0.05$ ).



**Table 5. TPA of patty with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameter	TRT <sup>1)</sup>	Storage days					
		0	3	7	10	14	17
Hardness	CTL	3244 <sup>aC</sup> ±259	2565 <sup>bD</sup> ±343	2694 <sup>bC</sup> ±266	2737 <sup>bD</sup> ±85	1526 <sup>cB</sup> ±86	1030 <sup>cB</sup> ±689
	T1	2551 <sup>bD</sup> ±166	3247 <sup>aC</sup> ±308	3452 <sup>aB</sup> ±167	3208 <sup>bC</sup> ±127	2547 <sup>bA</sup> ±312	1335 <sup>cB</sup> ±154
	T2	5432 <sup>aA</sup> ±154	3901 <sup>bB</sup> ±285	3949 <sup>bA</sup> ±145	3754 <sup>bB</sup> ±124	1904 <sup>cB</sup> ±326	2015 <sup>cA</sup> ±210
	T3	4713 <sup>bB</sup> ±193	5365 <sup>aA</sup> ±406	4095 <sup>cA</sup> ±355	4597 <sup>bcA</sup> ±219	2961 <sup>dA</sup> ±441	1600 <sup>cB</sup> ±208
Deformation	CTL	4.97 <sup>aC</sup> ±0.01	4.98 <sup>aA</sup> ±0.01	4.98 <sup>aAB</sup> ±0.01	4.98 <sup>aAB</sup> ±0.01	4.98 <sup>aA</sup> ±0.01	4.98 <sup>aA</sup> ±0.01
	T1	4.98 <sup>aAB</sup> ±0.01	4.98 <sup>aA</sup> ±0.01	4.97 <sup>aB</sup> ±0.01	4.97 <sup>aB</sup> ±0.01	4.97 <sup>aA</sup> ±0.01	4.98 <sup>aA</sup> ±0.01
	T2	4.97 <sup>bBC</sup> ±0.01	4.98 <sup>abA</sup> ±0.01	4.99 <sup>aA</sup> ±0.01	4.98 <sup>abAB</sup> ±0.01	4.99 <sup>abA</sup> ±0.01	4.98 <sup>abA</sup> ±0.01
	T3	4.99 <sup>aA</sup> ±0.01	4.98 <sup>abA</sup> ±0.01	4.99 <sup>aA</sup> ±0.01	4.99 <sup>aA</sup> ±0.01	4.97 <sup>cA</sup> ±0.01	4.98 <sup>bcA</sup> ±0.01
Adhesiveness	CTL	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.02 <sup>bA</sup> ±0.03	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.20 <sup>aB</sup> ±0.18	0.28 <sup>aBC</sup> ±0.01
	T1	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bC</sup> ±0.01	0.37 <sup>aBC</sup> ±0.09
	T2	0.05 <sup>bA</sup> ±0.07	0.01 <sup>Ab</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.03 <sup>bA</sup> ±0.04	0.45 <sup>aA</sup> ±0.07	0.57 <sup>aA</sup> ±0.17
	T3	0.04 <sup>bA</sup> ±0.01	0.02 <sup>Ab</sup> ±0.01	0.03 <sup>bA</sup> ±0.06	0.00 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bC</sup> ±0.01	0.13 <sup>aC</sup> ±0.03
Resilience	CTL	0.35 <sup>bb</sup> ±0.01	0.36 <sup>abA</sup> ±0.01	0.38 <sup>aA</sup> ±0.01	0.36 <sup>abA</sup> ±0.01	0.18 <sup>cB</sup> ±0.01	0.19 <sup>cA</sup> ±0.02
	T1	0.37 <sup>aA</sup> ±0.01	0.34 <sup>bA</sup> ±0.03	0.37 <sup>abA</sup> ±0.01	0.36 <sup>abA</sup> ±0.01	0.26 <sup>cA</sup> ±0.01	0.17 <sup>dA</sup> ±0.03
	T2	0.28 <sup>bC</sup> ±0.02	0.34 <sup>aA</sup> ±0.01	0.34 <sup>aB</sup> ±0.02	0.33 <sup>aB</sup> ±0.01	0.13 <sup>cC</sup> ±0.01	0.13 <sup>cB</sup> ±0.02
	T3	0.33 <sup>aB</sup> ±0.01	0.29 <sup>bb</sup> ±0.01	0.34 <sup>aB</sup> ±0.02	0.32 <sup>aB</sup> ±0.01	0.19 <sup>cB</sup> ±0.03	0.16 <sup>dAB</sup> ±0.02
Cohesiveness	CTL	0.64 <sup>aAB</sup> ±0.03	0.66 <sup>aA</sup> ±0.01	0.66 <sup>aA</sup> ±0.01	0.65 <sup>aA</sup> ±0.01	0.43 <sup>bB</sup> ±0.01	0.44 <sup>bA</sup> ±0.02
	T1	0.66 <sup>aA</sup> ±0.01	0.65 <sup>aAB</sup> ±0.01	0.64 <sup>aA</sup> ±0.01	0.64 <sup>aB</sup> ±0.01	0.52 <sup>bA</sup> ±0.01	0.40 <sup>cAB</sup> ±0.03
	T2	0.57 <sup>bC</sup> ±0.01	0.63 <sup>aB</sup> ±0.01	0.62 <sup>aB</sup> ±0.02	0.61 <sup>aC</sup> ±0.01	0.38 <sup>bB</sup> ±0.01	0.37 <sup>cB</sup> ±0.02
	T3	0.62 <sup>aB</sup> ±0.01	0.60 <sup>aC</sup> ±0.01	0.62 <sup>aB</sup> ±0.01	0.62 <sup>aC</sup> ±0.01	0.42 <sup>bB</sup> ±0.05	0.40 <sup>bAB</sup> ±0.03
Springiness	CTL	4.01 <sup>aAB</sup> ±0.07	4.10 <sup>aA</sup> ±0.02	4.12 <sup>aA</sup> ±0.04	4.16 <sup>aA</sup> ±0.16	2.87 <sup>bb</sup> ±0.01	2.93 <sup>ab</sup> ±0.13
	T1	4.08 <sup>aA</sup> ±0.02	4.12 <sup>aA</sup> ±0.06	4.09 <sup>aA</sup> ±0.05	4.06 <sup>aA</sup> ±0.07	3.54 <sup>aA</sup> ±0.06	2.55 <sup>bc</sup> ±0.21
	T2	3.93 <sup>bb</sup> ±0.10	4.14 <sup>aA</sup> ±0.09	4.05 <sup>abAB</sup> ±0.04	4.00 <sup>aA</sup> ±0.05	2.51 <sup>cC</sup> ±0.14	2.45 <sup>bc</sup> ±0.09
	T3	4.01 <sup>aAB</sup> ±0.06	4.08 <sup>aA</sup> ±0.03	4.00 <sup>aB</sup> ±0.05	4.03 <sup>aA</sup> ±0.06	2.96 <sup>bb</sup> ±0.06	2.53 <sup>bc</sup> ±0.16
Gumminess	CTL	2046 <sup>aB</sup> ±132	1697 <sup>bC</sup> ±214	1774 <sup>bC</sup> ±159	1784 <sup>bD</sup> ±52.0	654 <sup>cB</sup> ±13.6	604 <sup>cB</sup> ±58.4
	T1	1674 <sup>bC</sup> ±68.1	2099 <sup>aB</sup> ±178	2225 <sup>aB</sup> ±122	2041 <sup>aC</sup> ±84.5	1319 <sup>cA</sup> ±170	537 <sup>dB</sup> ±85.2
	T2	3089 <sup>aA</sup> ±141	2258 <sup>bb</sup> ±152	2423 <sup>bAB</sup> ±72.3	2268 <sup>bb</sup> ±69.8	720 <sup>cB</sup> ±108	753 <sup>cA</sup> ±20.5
	T3	2917 <sup>bA</sup> ±123	3203 <sup>aA</sup> ±172	2506 <sup>cA</sup> ±175	2825 <sup>bA</sup> ±107	1234 <sup>dA</sup> ±153	644 <sup>cAB</sup> ±67.9
Chewiness	CTL	80.5 <sup>ab</sup> ±4.42	68.3 <sup>bC</sup> ±8.69	71.6 <sup>abB</sup> ±5.87	72.9 <sup>abC</sup> ±4.67	18.6 <sup>cC</sup> ±0.51	17.6 <sup>cA</sup> ±2.38
	T1	67.0 <sup>bC</sup> ±2.46	84.6 <sup>aB</sup> ±7.28	89.5 <sup>aA</sup> ±5.89	81.4 <sup>aBC</sup> ±4.56	45.8 <sup>cA</sup> ±5.89	14.2 <sup>dA</sup> ±2.87
	T2	119 <sup>aA</sup> ±8.41	98.0 <sup>bb</sup> ±7.78	96.4 <sup>bA</sup> ±3.79	89.0 <sup>bb</sup> ±3.89	17.7 <sup>cC</sup> ±2.00	18.1 <sup>cA</sup> ±0.17
	T3	115 <sup>bA</sup> ±6.37	128 <sup>aA</sup> ±6.24	98.4 <sup>cA</sup> ±6.45	112 <sup>bA</sup> ±5.54	35.3 <sup>dB</sup> ±5.95	16.5 <sup>cA</sup> ±2.83

1) Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

2) a-c Means with different scripts in the same treatments are different ( $p < 0.05$ ).

3) A-D Means with different scripts in the same storage days are different ( $p < 0.05$ ).

## 2) 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 패티 품질평가

- 제조배합비

**Table 6. The formulation of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Ingredients	Treatments(%) <sup>1)</sup>			
	CTL	P1	P2	P3
Chicken thigh	38.05	37.55	36.55	35.55
Chicken breast	38.05	37.55	36.55	35.55
Pork fat	10	10	10	10
Water	4.9	4.9	4.9	4.9
<i>T. Molitor</i> L. powder	-	1	3	5
Salt	38.05	37.55	36.55	35.55
STPP	38.05	37.55	36.55	35.55
Spices	10	10	10	10
Sugar	4.9	4.9	4.9	4.9
Cooking wine	1	1	1	1
Tapioca starch	0.6	0.6	0.6	0.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> Ingredients: STPP=sodium tripolyphosphate.

- 관능검사: 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 패티의 관능평가 결과 향미를 제외한 모든 항목에서 대조구와 P1이 모든 항목에서 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ). 흰점박이꽃무지 유충 분말 첨가수준에 따라 모든 항목에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

**Table 7. Sensory evaluation of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Attribute	CTL <sup>1)</sup>	P1	P2	P3
Flavor	6.75 <sup>a</sup> ±1.22	5.75 <sup>b</sup> ±1.60	5.25 <sup>c</sup> ±1.76	4.17 <sup>d</sup> ±1.80
Color	7.00 <sup>a</sup> ±0.85	6.25 <sup>ab</sup> ±1.54	4.83 <sup>bc</sup> ±1.59	3.83 <sup>c</sup> ±1.64
Texture	7.00 <sup>a</sup> ±1.21	6.17 <sup>ab</sup> ±1.40	5.67 <sup>ab</sup> ±1.92	4.42 <sup>b</sup> ±2.27
Taste	7.17 <sup>a</sup> ±1.03	6.17 <sup>ab</sup> ±1.53	4.50 <sup>bc</sup> ±1.93	3.58 <sup>c</sup> ±2.31
Overall	7.00 <sup>a</sup> ±0.95	6.08 <sup>ab</sup> ±1.56	4.58 <sup>bc</sup> ±1.38	3.75 <sup>c</sup> ±1.71

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>a-d</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 이화학적 성상 평가

· 일반성분: 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 일반성분 분석 결과, 수분, 지방 그리고 단백질은 처리구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 회분의 경우, 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이는 없었으나( $p > 0.05$ ) 처리구 중 P1의 회분 함량이 가장 낮았다( $p < 0.05$ ).

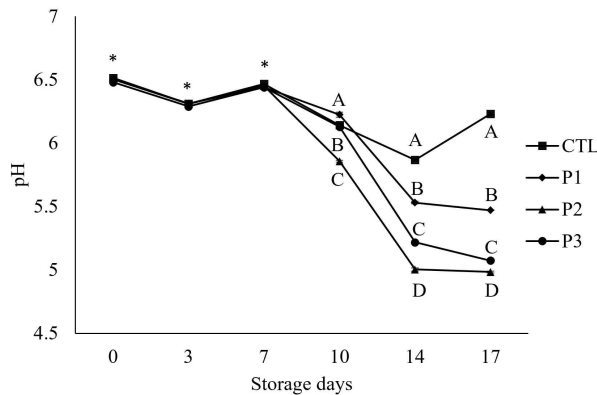
**Table 8. Proximate composition(%) of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Parameters	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	P1	P2	P3
Moisture (%)	67.8 <sup>a</sup> ±0.68	66.7 <sup>a</sup> ±2.17	66.6 <sup>a</sup> ±0.49	66.4 <sup>a</sup> ±0.53
Fat (%)	7.83 <sup>a</sup> ±0.58	9.17 <sup>a</sup> ±3.42	8.83 <sup>a</sup> ±0.88	8.89 <sup>a</sup> ±1.02
Protein (%)	22.4 <sup>a</sup> ±0.28	22.5 <sup>a</sup> ±1.25	22.1 <sup>a</sup> ±0.10	22.7 <sup>a</sup> ±0.45
Ash (%)	1.97 <sup>ab</sup> ±0.38	1.63 <sup>b</sup> ±0.12	2.21 <sup>a</sup> ±0.03	2.06 <sup>a</sup> ±0.04

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>a-d</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

· pH: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 pH 측정 결과는 Fig 19에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구가 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나( $p < 0.05$ ) CTL만이 17일차에 증가하였다( $p < 0.05$ ). 처리구에 따르면 유의적으로 P2가 가장 낮았으며( $p < 0.05$ ), CTL이 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 19. pH value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.**

· 색도: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 색도 측정 결과는 Fig 20에 나타내었다. 명도의 경우 흰점박이꽃무지 유충 분말 첨가량이 증가할수록 값이 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 적색도의 경우 모든 처리구가 저장 기간이 증가함에 따라 값이 유의적으로 감소하였으며( $p < 0.05$ ), 흰점박이꽃무지 유충 분말의 함량이 증가함에 따라 값이 증가하였다( $p < 0.05$ ). 대조구는 처리구에 비해 모든 일차에서 유의적으로 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 황색도의 경우 저장 기간이 증가함에 따라 값이 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), 14일차 부터 대조구가 가장 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

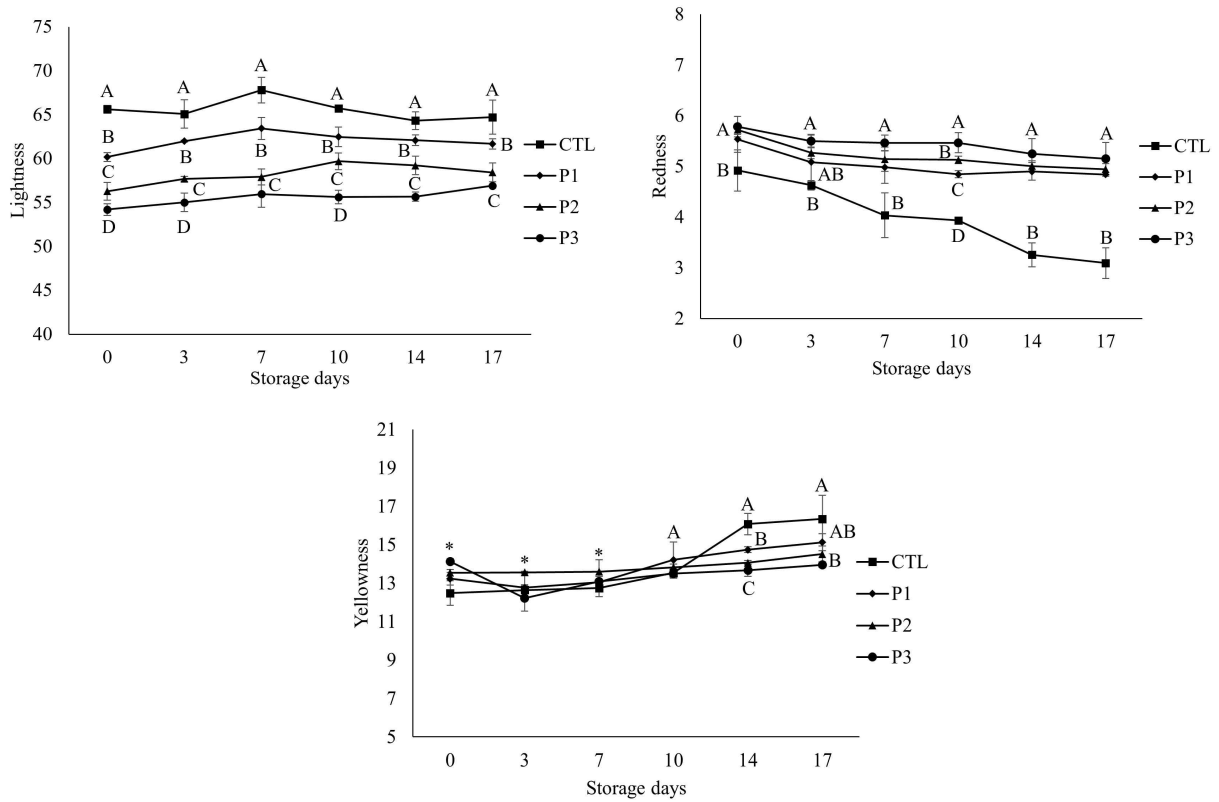


Fig. 20. Color value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 기능성 분석

- 보수력: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 보수력 측정 결과는 Fig 21 에 나타내었다. 저장 기간 및 처리구 간의 상호작용은 나타나지 않았으며( $p > 0.05$ ), 3일차 까지 값이 증가하였다가 그 이후 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 처리구에 따르면 CTL이 유의적으로 가장 낮았으며 P3가 가장 높았다( $p < 0.05$ ).

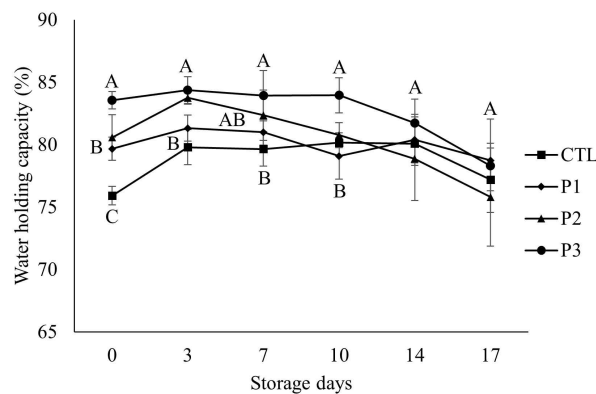


Fig. 21. WHC value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 가열감량: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 가열감량 측정 결과는 Fig 22 에 나타내었다. CTL의 경우 저장 기간에 따른 가열감량 값에 유의적인 차이가 없었으며( $p > 0.05$ ), P1은 10일차 까지 유의적으로 감소한 후, 14일차 이후 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). P2와 P3의 경우 17일차에 유의적으로 값이 증가하였다( $p < 0.05$ ).

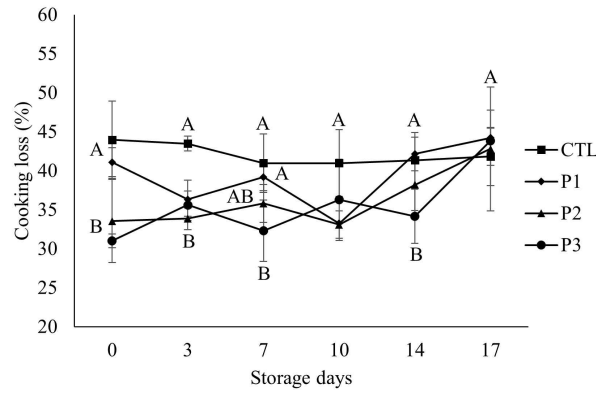


Fig. 22 Cooking Loss value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 조직감 분석

- 경도: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 경도 측정 결과는 Fig. 23에 나타내었다. 경도의 경우 저장기간 및 처리구 간의 상호작용이 나타나지 않았으며( $p > 0.05$ ), 흰점박이 꽃무지 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 값이 증가하는 경향을 보였으며 P3의 경우 3, 7, 10일차를 제외한 모든 일차에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 3, 7, 10일차에는 처리구 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

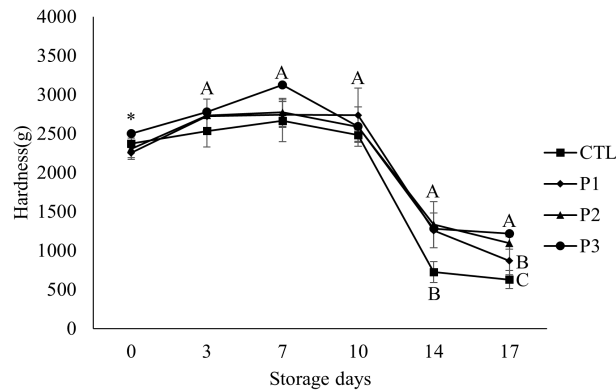


Fig. 23. Hardness value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 변성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 변성 측정 결과는 Fig. 24에 나타내었다. 변성은 저장기간과 처리구 간의 상호작용은 없었으며( $p > 0.05$ ), CTL을 제외한 모든 처리구에서 저장기간 증가에 따른 유의적인 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

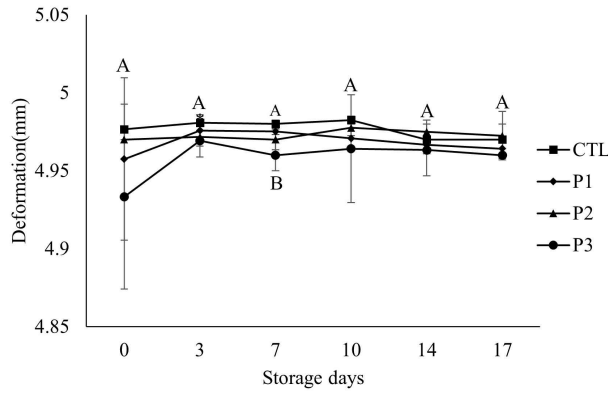


Fig. 24. Deformation value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

· 점착성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 측정 결과는 Fig. 25에 나타내었다. 점착성의 경우 모든 처리구의 값이 10일차까지 유의적인 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), 14일차 이후 모두 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). P2는 다른 처리구에 비해 10, 14일차에 유의적으로 가장 높은 값을 보였다( $p<0.05$ ).

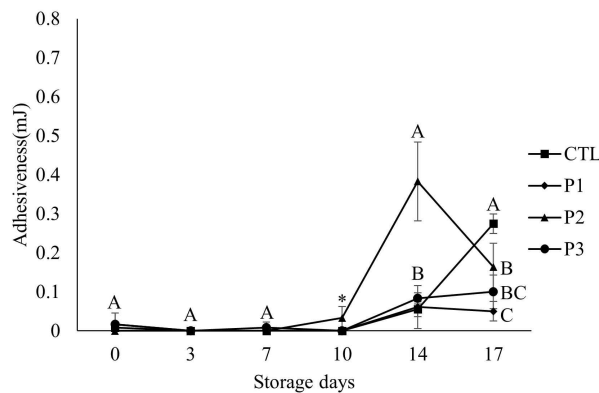


Fig. 25. Adhesiveness value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

· 복원성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 복원성 측정 결과는 Fig. 26에 나타내었다. 복원성은 저장 기간의 증가에 따라 값이 감소하는 경향을 보였으며, 14, 17일차를 제외한 모든 일차에서 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ).

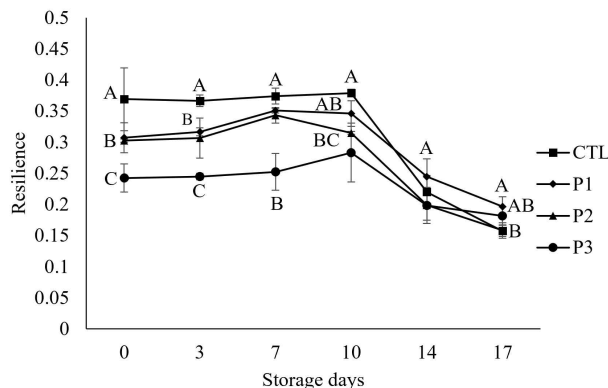


Fig. 26. Resilience value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

· 응집성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 응집성 측정 결과는 Fig. 27에 나타내었다. 응집성은 저장 기간이 증가함에 따라 P2를 제외한 모든 처리구의 값이 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), P2의 경우 7, 10일차에 값이 유지적으로 증가한 후 14일차 이후 유의적으로 감소하는 양상을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한, 14, 17일차를 제외한 모든 일차에서 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ).

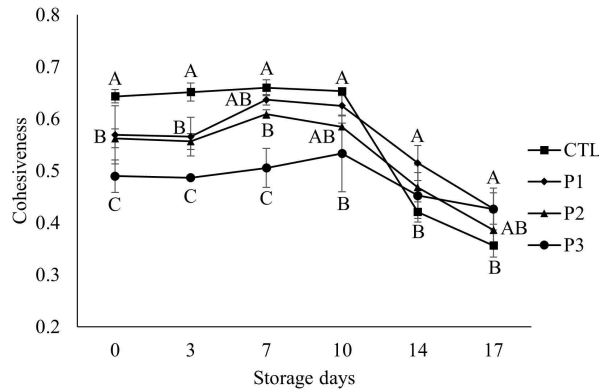


Fig. 27. Cohesiveness value of patty with *Protactia brevitarsis Seulensis* larvae powder as protein alternative.

· 탄력성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 탄력성 측정 결과는 Fig. 28에 나타내었다. 탄력성은 저장 기간의 증가에 따라 값이 감소하는 경향을 보였으며, 모든 처리구가 14일차 부터 유의적으로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 또한, 14, 17일차를 제외한 모든 일차에서 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ).

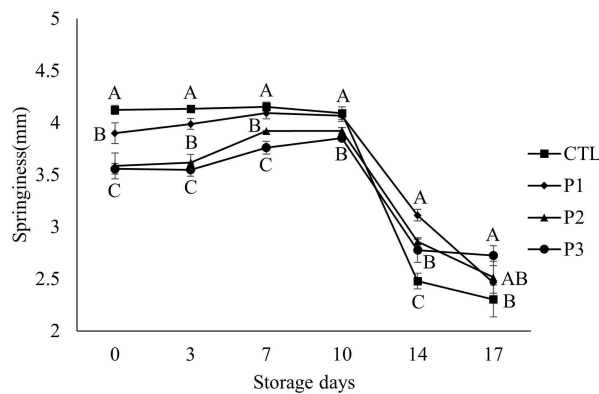


Fig. 28. Springiness value of patty with *Protactia brevitarsis Seulensis* larvae powder as protein alternative.

· 검성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 검성 측정 결과는 Fig. 29에 나타내었다. 검성은 CTL, P1의 경우 10일차 까지 증가하였으나 14일차 부터 감소하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), P2, P3의 경우 7일차 까지 증가하였으나 10일차 부터 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한, 0, 3일차에는 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ) 17일차에는 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

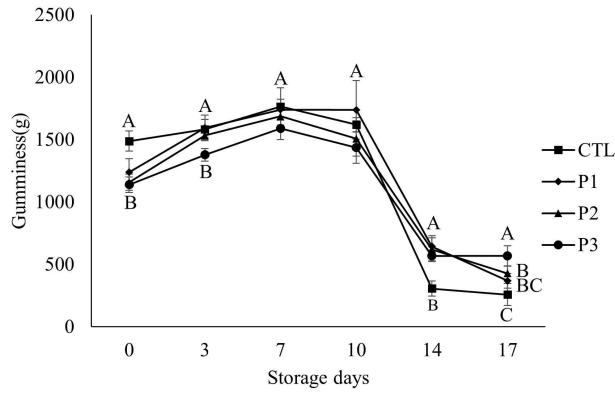


Fig. 29. Gumminess value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 씹힘성: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 씹힘성 측정 결과는 Fig. 30에 나타내었다. 씹힘성은 CTL, P1의 경우 10일차 까지 증가하였으나 14일차 부터 감소하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), P2, P3의 경우 7일차 까지 증가하였으나 10일차 부터 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한, 0, 3, 10일차에는 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ) 14, 17일차에는 유충 분말의 첨가 수준에 따라 값이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

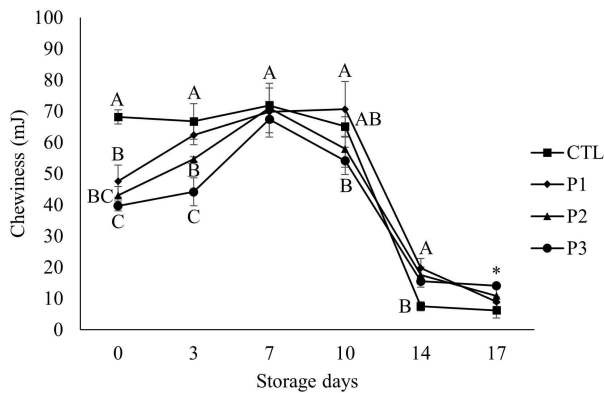


Fig. 30. Chewiness value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 향산화 활성 분석

- 환원력: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 환원력 측정 결과는 Fig. 31에 나타내었다. 모든 처리구가 14일차에 유의적으로 값이 증가하였으며( $p < 0.05$ ), P1의 경우 10일차까지 감소하는 경향을 보였으나 14일차 부터 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). P3의 경우 모든 일차에서 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며( $p < 0.05$ ), CTL의 경우 10, 14일차를 제외한 모든 일차에서 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ).



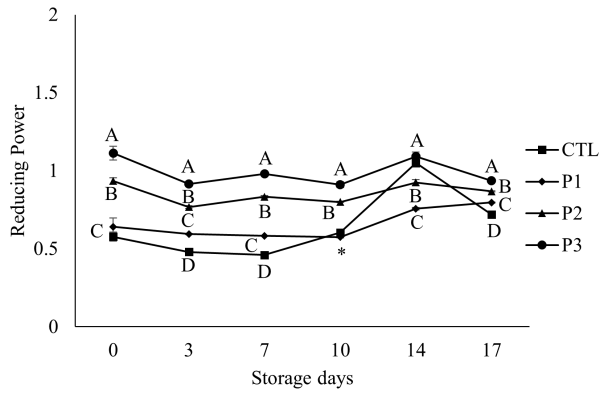


Fig. 31. Reducing power value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- TBARS

저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 TBARS 측정 결과는 Fig. 32에 나타내었다. 모든 처리구에서 14, 17일차의 TBARS 값이 0, 3, 7, 10 일차에 비해 유의적으로 높았으며( $p < 0.05$ ), 대조구가 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 처리구 중에서는 P3가 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

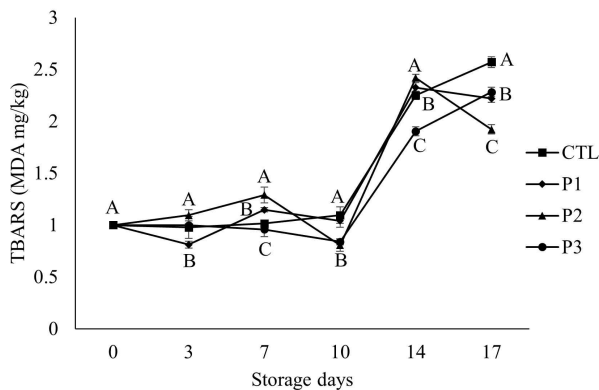


Fig. 32. TBARS value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- POV

저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 POV 측정 결과는 Fig. 33에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 POV 값은 감소하는 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), 대조구가 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 처리구는 흰점박이꽃무지 유충 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

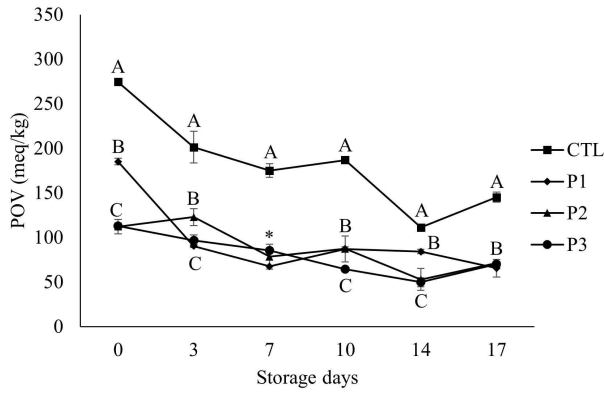


Fig. 33. POV value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- VBN

저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨패티의 VBN 측정 결과는 Fig. 34에 나타내었다. VBN 값은 모든 처리구가 저장 기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 17일차를 제외한 모든 일차에서 P3의 값이 유의적으로 가장 높았으며( $p < 0.05$ ), 모든 일차에서 P2의 값이 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ).

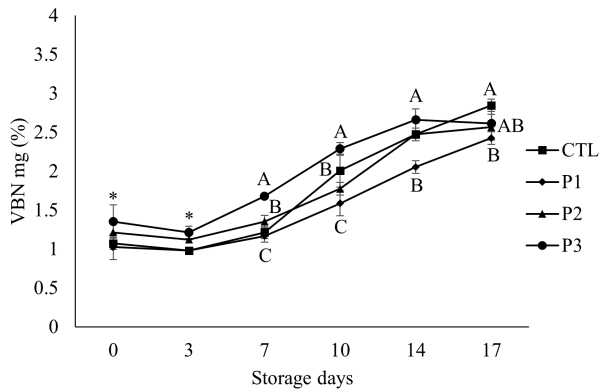


Fig. 34. VBN value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

**Table 9. Result of physico-chemical and functional properties, antioxidant activity, lipid and protein oxidation of patty with *Protaetia brevitarsis* *Seulensis* larvae powder as protein alternative**

Parameter	TRT	Storage days					
		0	3	7	10	14	17
pH	CTL	6.52 <sup>aA</sup> ±0.01	6.31 <sup>cA</sup> ±0.01	6.47 <sup>bA</sup> ±0.01	6.14 <sup>eB</sup> ±0.02	5.87 <sup>fA</sup> ±0.01	6.23 <sup>dA</sup> ±0.01
	P1	6.50 <sup>aB</sup> ±0.01	6.31 <sup>cA</sup> ±0.01	6.44 <sup>bB</sup> ±0.01	6.22 <sup>dA</sup> ±0.02	5.53 <sup>eB</sup> ±0.01	5.47 <sup>fB</sup> ±0.01
	P2	6.50 <sup>aB</sup> ±0.01	6.31 <sup>cA</sup> ±0.01	6.45 <sup>bB</sup> ±0.01	5.86 <sup>dC</sup> ±0.01	5.00 <sup>eD</sup> ±0.01	4.98 <sup>fD</sup> ±0.01
	P3	6.48 <sup>aC</sup> ±0.01	6.29 <sup>cB</sup> ±0.01	6.44 <sup>bB</sup> ±0.01	6.13 <sup>dB</sup> ±0.01	5.22 <sup>eC</sup> ±0.01	5.07 <sup>fC</sup> ±0.01
L	CTL	65.6 <sup>abA</sup> ±0.45	65.1 <sup>bA</sup> ±4.62	67.8 <sup>aA</sup> ±1.46	65.7 <sup>abA</sup> ±0.08	64.3 <sup>bA</sup> ±1.03	64.7 <sup>bA</sup> ±1.94
	P1	60.2 <sup>cB</sup> ±0.50	62.0 <sup>abB</sup> ±0.11	63.4 <sup>abB</sup> ±1.25	62.5 <sup>abB</sup> ±1.10	62.1 <sup>abB</sup> ±0.60	61.7 <sup>bB</sup> ±0.60
	P2	56.3 <sup>cC</sup> ±1.01	57.7 <sup>bcC</sup> ±0.27	57.9 <sup>bcC</sup> ±0.92	59.7 <sup>aC</sup> ±0.94	59.2 <sup>abC</sup> ±1.04	58.4 <sup>abC</sup> ±1.06
	P3	54.2 <sup>cD</sup> ±0.66	55.0 <sup>bcD</sup> ±1.05	56.0 <sup>abC</sup> ±1.52	55.6 <sup>abC</sup> ±0.77	55.7 <sup>abC</sup> ±0.53	56.9 <sup>aC</sup> ±0.05
a	CTL	4.92 <sup>ab</sup> ±0.41	4.63 <sup>ab</sup> ±0.09	4.04 <sup>bb</sup> ±0.44	3.93 <sup>bd</sup> ±0.04	3.26 <sup>cB</sup> ±0.23	3.09 <sup>cB</sup> ±0.30
	P1	5.53 <sup>aA</sup> ±0.26	5.08 <sup>abAB</sup> ±0.53	4.98 <sup>bA</sup> ±0.32	4.84 <sup>bC</sup> ±0.07	4.90 <sup>bA</sup> ±0.17	4.84 <sup>bA</sup> ±0.04
	P2	5.72 <sup>aA</sup> ±0.09	5.27 <sup>bA</sup> ±0.12	5.14 <sup>bcA</sup> ±0.24	5.13 <sup>bcB</sup> ±0.07	5.01 <sup>cA</sup> ±0.10	4.94 <sup>cA</sup> ±0.11
	P3	5.79 <sup>aA</sup> ±0.20	5.50 <sup>abA</sup> ±0.13	5.47 <sup>abA</sup> ±0.15	5.47 <sup>abA</sup> ±0.20	5.25 <sup>bA</sup> ±0.30	5.15 <sup>bA</sup> ±0.32
b	CTL	12.5 <sup>bc</sup> ±0.64	12.6 <sup>bAB</sup> ±0.29	12.7 <sup>bb</sup> ±0.45	13.5 <sup>bA</sup> ±0.15	16.1 <sup>aA</sup> ±0.55	16.3 <sup>aA</sup> ±1.23
	P1	13.2 <sup>bb</sup> ±0.32	12.8 <sup>bAB</sup> ±0.67	13.0 <sup>bAB</sup> ±0.17	14.2 <sup>aA</sup> ±0.92	14.7 <sup>ab</sup> ±0.15	15.1 <sup>aAB</sup> ±0.45
	P2	13.5 <sup>bAB</sup> ±0.17	13.6 <sup>bA</sup> ±0.06	13.6 <sup>bA</sup> ±0.61	13.8 <sup>bA</sup> ±0.18	14.1 <sup>abC</sup> ±0.12	14.5 <sup>bB</sup> ±0.41
	P3	14.1 <sup>aA</sup> ±0.15	12.2 <sup>cB</sup> ±0.67	13.1 <sup>bAB</sup> ±0.27	13.5 <sup>abA</sup> ±0.24	13.7 <sup>abC</sup> ±0.32	14.0 <sup>ab</sup> ±0.14
CL (%)	CTL	44.0 <sup>aA</sup> ±4.96	43.5 <sup>aA</sup> ±0.96	41.0 <sup>aA</sup> ±3.76	41.0 <sup>aA</sup> ±4.25	41.4 <sup>aA</sup> ±3.53	41.8 <sup>aA</sup> ±3.71
	P1	41.1 <sup>abA</sup> ±1.84	36.3 <sup>cB</sup> ±1.10	39.2 <sup>bA</sup> ±1.76	33.2 <sup>cA</sup> ±0.04	42.2 <sup>abA</sup> ±2.15	44.2 <sup>aA</sup> ±3.54
	P2	33.6 <sup>bb</sup> ±5.34	33.9 <sup>bb</sup> ±0.28	35.8 <sup>abAB</sup> ±2.44	33.1 <sup>bA</sup> ±1.75	38.2 <sup>abAB</sup> ±3.27	42.8 <sup>aA</sup> ±7.92
	P3	31.0 <sup>bb</sup> ±0.89	35.6 <sup>bb</sup> ±3.19	32.3 <sup>bb</sup> ±3.95	36.3 <sup>bA</sup> ±5.19	34.2 <sup>bb</sup> ±3.47	43.9 <sup>aA</sup> ±1.62
RP (O.D)	CTL	0.58 <sup>cC</sup> ±0.03	0.48 <sup>dd</sup> ±0.01	0.46 <sup>dd</sup> ±0.01	0.60 <sup>cC</sup> ±0.01	1.05 <sup>aA</sup> ±0.02	0.72 <sup>bd</sup> ±0.01
	P1	0.64 <sup>bc</sup> ±0.06	0.59 <sup>cC</sup> ±0.01	0.58 <sup>cC</sup> ±0.01	0.57 <sup>cd</sup> ±0.01	0.76 <sup>aC</sup> ±0.01	0.80 <sup>aC</sup> ±0.01
	P2	0.93 <sup>ab</sup> ±0.02	0.77 <sup>eb</sup> ±0.01	0.83 <sup>eb</sup> ±0.01	0.80 <sup>dB</sup> ±0.01	0.93 <sup>ab</sup> ±0.02	0.87 <sup>bb</sup> ±0.01
	P3	1.11 <sup>aA</sup> ±0.04	0.91 <sup>cA</sup> ±0.1	0.98 <sup>ba</sup> ±0.01	0.91 <sup>cA</sup> ±0.02	1.09 <sup>aA</sup> ±0.03	0.94 <sup>cA</sup> ±0.01
TBARS (mg MDA/kg)	CTL	1.00 <sup>cdA</sup> ±0.01	0.98 <sup>dA</sup> ±0.11	1.02 <sup>cdC</sup> ±0.02	1.10 <sup>cA</sup> ±0.08	2.25 <sup>bb</sup> ±0.04	2.57 <sup>aA</sup> ±0.05
	P1	1.00 <sup>dA</sup> ±0.01	0.81 <sup>eb</sup> ±0.03	1.15 <sup>eb</sup> ±0.02	1.04 <sup>dA</sup> ±0.06	2.33 <sup>ab</sup> ±0.05	2.22 <sup>bb</sup> ±0.04
	P2	1.00 <sup>eA</sup> ±0.01	1.10 <sup>dA</sup> ±0.05	1.29 <sup>eA</sup> ±0.07	0.81 <sup>fb</sup> ±0.06	2.42 <sup>aC</sup> ±0.03	1.92 <sup>bc</sup> ±0.05
	P3	1.00 <sup>eA</sup> ±0.01	1.00 <sup>eA</sup> ±0.01	0.96 <sup>cC</sup> ±0.07	0.84 <sup>dB</sup> ±0.03	1.91 <sup>bA</sup> ±0.04	2.28 <sup>ab</sup> ±0.04
POV (meq/kg)	CTL	274.4 <sup>aA</sup> ±2.62	201.2 <sup>bA</sup> ±17.7	175.1 <sup>cA</sup> ±7.77	186.8 <sup>bA</sup> ±1.66	111.1 <sup>eA</sup> ±2.31	145.2 <sup>dA</sup> ±5.73
	P1	185.1 <sup>ab</sup> ±3.70	90.3 <sup>bc</sup> ±1.70	67.7 <sup>cC</sup> ±0.55	87.1 <sup>bb</sup> ±14.6	84.2 <sup>bb</sup> ±2.46	65.5 <sup>cB</sup> ±9.80
	P2	112.2 <sup>aC</sup> ±8.00	122.9 <sup>ab</sup> ±9.50	78.4 <sup>bbC</sup> ±13.8	87.3 <sup>bb</sup> ±2.14	52.9 <sup>cC</sup> ±12.3	71.1 <sup>bb</sup> ±1.01
	P3	112.8 <sup>aC</sup> ±3.34	96.7 <sup>bc</sup> ±6.23	85.4 <sup>eb</sup> ±2.40	64.5 <sup>dC</sup> ±0.39	49.8 <sup>eC</sup> ±4.95	70.1 <sup>dB</sup> ±3.13
VBN (mg%)	CTL	1.07 <sup>deAB</sup> ±0.08	0.98 <sup>eC</sup> ±0.01	1.21 <sup>dC</sup> ±0.08	2.01 <sup>cB</sup> ±0.21	2.47 <sup>bA</sup> ±0.08	2.85 <sup>aA</sup> ±0.08
	P1	1.03 <sup>dB</sup> ±0.16	0.98 <sup>dC</sup> ±0.01	1.17 <sup>dC</sup> ±0.08	1.59 <sup>cC</sup> ±0.16	2.05 <sup>bb</sup> ±0.08	2.43 <sup>ab</sup> ±0.08
	P2	1.21 <sup>cdAB</sup> ±0.16	1.12 <sup>dB</sup> ±0.01	1.35 <sup>eb</sup> ±0.08	1.77 <sup>bbC</sup> ±0.08	2.47 <sup>aA</sup> ±0.08	2.57 <sup>ab</sup> ±0.16
	P3	1.35 <sup>dA</sup> ±0.21	1.21 <sup>dA</sup> ±0.08	1.68 <sup>eA</sup> ±0.01	2.29 <sup>bA</sup> ±0.08	2.66 <sup>aA</sup> ±0.14	2.61 <sup>aAB</sup> ±0.21

1) Parameters: L=lightness; a=redness; b=yellowness; CL=Cooking loss; RP=Reducing power; TBARS=Thiobarbituric acid reactive substances; POV,Peroxide value ;VBN=Volatile basic nitrogen;

2) Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

3) a-f) Means with different scripts in the same treatment are different (p<0.05).

4) A-D) Means with different scripts in the same storage days are different (p<0.05).

**Table 10. TPA value of patty with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Parameter	TRT	Storage days					
		0	3	7	10	14	17
Hardness	CTL	2372.2 <sup>aAB</sup> ±43.7	2534.9 <sup>aA</sup> ±207.8	2665.1 <sup>aA</sup> ±268.3	2481.0 <sup>aA</sup> ±79.5	725.9 <sup>bB</sup> ±133.0	629.1 <sup>bC</sup> ±115.0
	P1	2256.6 <sup>bB</sup> ±62.7	2723.8 <sup>aA</sup> ±221.0	2745.3 <sup>aA</sup> ±165.5	2736.3 <sup>aA</sup> ±348.2	1259.4 <sup>cA</sup> ±223.9	870.1 <sup>dB</sup> ±178.6
	P2	2307.1 <sup>cAB</sup> ±136.5	2735.0 <sup>aA</sup> ±41.3	2773.6 <sup>aA</sup> ±178.4	2589.9 <sup>bCA</sup> ±253.4	1334.0 <sup>dA</sup> ±196.2	1097.3 <sup>dA</sup> ±79.0
	P3	2500.8 <sup>bA</sup> ±173.8	2780.3 <sup>bA</sup> ±235.1	3128.0 <sup>aA</sup> ±300.1	2591.5 <sup>bA</sup> ±117.0	1282.5 <sup>cA</sup> ±56.1	1219.7 <sup>cA</sup> ±54.5
Adhesiveness	CTL	0.01 <sup>cA</sup> ±0.01	0.01 <sup>cA</sup> ±0.01	0.01 <sup>cA</sup> ±0.01	0.01 <sup>cB</sup> ±0.01	0.06 <sup>bB</sup> ±0.02	0.28 <sup>aA</sup> ±0.03
	P1	0.02 <sup>abA</sup> ±0.03	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bB</sup> ±0.01	0.06 <sup>aB</sup> ±0.06	0.05 <sup>abC</sup> ±0.03
	P2	0.01 <sup>cA</sup> ±0.01	0.01 <sup>cA</sup> ±0.01	0.01 <sup>cA</sup> ±0.01	0.03 <sup>cA</sup> ±0.03	0.38 <sup>aA</sup> ±0.10	0.16 <sup>bB</sup> ±0.06
	P3	0.02 <sup>bA</sup> ±0.03	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bA</sup> ±0.01	0.01 <sup>bB</sup> ±0.01	0.08 <sup>aB</sup> ±0.01	0.10 <sup>abC</sup> ±0.04
Resilience	CTL	0.37 <sup>aA</sup> ±0.05	0.37 <sup>aA</sup> ±0.01	0.37 <sup>aA</sup> ±0.01	0.38 <sup>aA</sup> ±0.01	0.22 <sup>bA</sup> ±0.03	0.16 <sup>cB</sup> ±0.01
	P1	0.31 <sup>bB</sup> ±0.02	0.32 <sup>abB</sup> ±0.01	0.35 <sup>aA</sup> ±0.01	0.35 <sup>aAB</sup> ±0.02	0.24 <sup>cA</sup> ±0.03	0.20 <sup>dA</sup> ±0.02
	P2	0.30 <sup>bB</sup> ±0.01	0.31 <sup>bB</sup> ±0.03	0.34 <sup>aA</sup> ±0.01	0.32 <sup>abBC</sup> ±0.01	0.20 <sup>cA</sup> ±0.02	0.16 <sup>dB</sup> ±0.01
	P3	0.24 <sup>abC</sup> ±0.02	0.25 <sup>abC</sup> ±0.01	0.25 <sup>aB</sup> ±0.03	0.28 <sup>aC</sup> ±0.05	0.20 <sup>bCA</sup> ±0.03	0.18 <sup>cAB</sup> ±0.01
Cohesiveness	CTL	0.64 <sup>aA</sup> ±0.01	0.65 <sup>aA</sup> ±0.02	0.66 <sup>aA</sup> ±0.02	0.65 <sup>aA</sup> ±0.01	0.42 <sup>bB</sup> ±0.02	0.36 <sup>cB</sup> ±0.02
	P1	0.57 <sup>bCB</sup> ±0.06	0.57 <sup>bCB</sup> ±0.04	0.64 <sup>aAB</sup> ±0.01	0.63 <sup>abA</sup> ±0.02	0.52 <sup>cA</sup> ±0.03	0.43 <sup>dA</sup> ±0.03
	P2	0.56 <sup>bB</sup> ±0.02	0.56 <sup>bB</sup> ±0.02	0.61 <sup>aB</sup> ±0.01	0.59 <sup>abAB</sup> ±0.01	0.47 <sup>cAB</sup> ±0.04	0.39 <sup>dAB</sup> ±0.03
	P3	0.49 <sup>abC</sup> ±0.03	0.49 <sup>abC</sup> ±0.01	0.51 <sup>abC</sup> ±0.04	0.53 <sup>aB</sup> ±0.07	0.45 <sup>abAB</sup> ±0.04	0.43 <sup>bA</sup> ±0.04
Springiness	CTL	4.12 <sup>aA</sup> ±0.04	4.14 <sup>aA</sup> ±0.02	4.15 <sup>aA</sup> ±0.04	4.09 <sup>aA</sup> ±0.06	2.48 <sup>bC</sup> ±0.08	2.30 <sup>cB</sup> ±0.17
	P1	3.90 <sup>bB</sup> ±0.10	3.99 <sup>abB</sup> ±0.05	4.09 <sup>aA</sup> ±0.06	4.07 <sup>aA</sup> ±0.05	3.11 <sup>cA</sup> ±0.06	2.46 <sup>dB</sup> ±0.02
	P2	3.59 <sup>bC</sup> ±0.12	3.62 <sup>bC</sup> ±0.08	3.92 <sup>aB</sup> ±0.01	3.92 <sup>aB</sup> ±0.03	2.86 <sup>cB</sup> ±0.03	2.51 <sup>dAB</sup> ±0.15
	P3	3.56 <sup>bC</sup> ±0.05	3.55 <sup>bC</sup> ±0.06	3.76 <sup>aC</sup> ±0.06	3.85 <sup>aB</sup> ±0.02	2.78 <sup>cB</sup> ±0.12	2.72 <sup>cA</sup> ±0.10
Gumminess	CTL	1488.7 <sup>bA</sup> ±79.5	1581.9 <sup>bA</sup> ±80.2	1765.3 <sup>aA</sup> ±150.4	1620.2 <sup>abA</sup> ±56.5	306.3 <sup>cB</sup> ±60.5	257.8 <sup>cC</sup> ±88.2
	P1	1240.1 <sup>bB</sup> ±107.0	1594.6 <sup>aA</sup> ±101.6	1739.9 <sup>aA</sup> ±83.5	1738.5 <sup>aA</sup> ±234.0	644.0 <sup>cA</sup> ±85.4	368.4 <sup>dB</sup> ±59.7
	P2	1158.1 <sup>cB</sup> ±65.7	1533.8 <sup>bA</sup> ±18.2	1686.7 <sup>aA</sup> ±90.0	1507.8 <sup>bA</sup> ±141.1	620.9 <sup>dA</sup> ±91.7	428.5 <sup>eB</sup> ±56.5
	P3	1138.8 <sup>cB</sup> ±61.2	1378.3 <sup>bB</sup> ±51.0	1589.7 <sup>aA</sup> ±90.5	1435.9 <sup>bA</sup> ±125.6	568.7 <sup>dA</sup> ±47.4	567.7 <sup>dA</sup> ±80.6
Chewiness	CTL	68.2 <sup>aA</sup> ±2.31	66.8 <sup>aA</sup> ±5.70	71.9 <sup>aA</sup> ±5.55	65.1 <sup>aAB</sup> ±3.17	7.53 <sup>bB</sup> ±1.49	6.24 <sup>bC</sup> ±2.54
	P1	47.6 <sup>bB</sup> ±5.22	62.4 <sup>aA</sup> ±3.08	69.8 <sup>aA</sup> ±3.21	70.7 <sup>aA</sup> ±8.92	19.7 <sup>cA</sup> ±3.09	8.96 <sup>dB</sup> ±1.50
	P2	43.1 <sup>cBC</sup> ±2.81	54.7 <sup>bB</sup> ±0.77	71.0 <sup>aA</sup> ±7.97	58.0 <sup>bB</sup> ±5.88	17.5 <sup>dA</sup> ±2.52	10.9 <sup>dAB</sup> ±2.33
	P3	39.7 <sup>cC</sup> ±1.56	44.2 <sup>cC</sup> ±4.47	67.4 <sup>aA</sup> ±5.71	54.1 <sup>bB</sup> ±4.37	15.5 <sup>dA</sup> ±1.89	14.1 <sup>dA</sup> ±0.85

1) a-f Means within a row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

2) A-D Means within a row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 3) 갈색거저리 유충 단백질 분말 첨가 치킨너겟 품질평가

- 제조배합비

**Table 11. The formulation of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Ingredients	Treatments(%) <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Chicken thigh	60	59	57	55
Chicken breast	20	20	20	20
Pork fat	5	5	5	5
Water	9.2	9.2	9.2	9.2
<i>T. Molitor</i> L. powder	-	1	3	5
Salt	1	1	1	1
Sugar	1	1	1	1
STPP	0.3	0.3	0.3	0.3
ISP	0.3	0.3	0.3	0.3
Tapioca starch	0.5	0.5	0.5	0.5
Cooking wine	1	1	1	1
Spices	0.6	0.6	0.6	0.6
Black pepper powder	0.1	0.1	0.1	0.1
Bread powder	1	1	1	1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup>Treatments: CTL=*T. molitor*0%; T1=*T. molitor*1%; T2=*T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>2)</sup>Ingredients: Salt, sodium chloride; STPP, sodium tripolyphosphate; ISP, soy protein isolate powder.

- 관능평가: 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 너겟의 관능평가 결과 대조구와 T1 이 모든 항목에서 유의적인 차이가 없었으며( $p < 0.05$ ), 향미의 경우 대조구와 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ). 또한 갈색거저리 유충 분말 첨가수준에 따라 모든항목에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

**Table 12. Sensory evaluation of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Attribute	CTL	T1	T2	T3
Flavor	6.36 <sup>a</sup> ±1.12	6.36 <sup>a</sup> ±1.21	5.36 <sup>a</sup> ±1.63	5.18 <sup>a</sup> ±1.33
Color	7.82 <sup>a</sup> ±0.98	7.18 <sup>a</sup> ±0.98	6.09 <sup>b</sup> ±0.94	5.36 <sup>b</sup> ±1.03
Texture	6.45 <sup>a</sup> ±0.52	6.64 <sup>a</sup> ±1.03	6.00 <sup>a</sup> ±0.89	4.91 <sup>b</sup> ±1.30
Taste	7.18 <sup>a</sup> ±1.25	7.00 <sup>a</sup> ±0.77	5.55 <sup>b</sup> ±1.29	5.55 <sup>b</sup> ±1.51
Juiciness	5.91 <sup>a</sup> ±1.38	5.82 <sup>a</sup> ±1.47	5.09 <sup>ab</sup> ±1.45	4.18 <sup>b</sup> ±1.66
Salinity	6.82 <sup>a</sup> ±0.75	6.36 <sup>ab</sup> ±1.43	5.64 <sup>b</sup> ±0.81	5.45 <sup>b</sup> ±1.57
Overall	7.00 <sup>a</sup> ±0.63	6.45 <sup>a</sup> ±0.82	5.45 <sup>b</sup> ±0.93	5.09 <sup>b</sup> ±1.14

- 이화학적 성상 평가

· 일반성분: 대조구는 전체 처리구들 중에서 유의적으로 가장 높은 수분함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 갈색거저리 유충분말 첨가량이 증가할수록 수분함량이 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 대조구는 T3보다 유의적으로 낮은 지방함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 갈색거저리 유충분말 첨가량이 증가할수록 지방함량이 유의적으로 증가하는 추세를 보였다( $p < 0.05$ ). T3는 전체 처리구들 중에서 유의적으로 가장 높은 회분함량을 보였으며, T1은 전체 처리구들 중에서 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 대조구의 단백질 함량은 전체 처리구들 중에서 유의적으로 가장 낮은 값을 보였으며, T3는 전체 처리구들 중에서 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 갈색거저리 유충 분말 첨가량이 증가할수록 단백질 함량이 유의적으로 증가하는 추세를 보였다( $p < 0.05$ ).

**Table 13. Proximate composition(%) of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameter	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T3	T3
Moisture (%)	69.8 <sup>A</sup> ±0.12	68.5 <sup>B</sup> ±0.20	67.9 <sup>C</sup> ±0.23	65.5 <sup>D</sup> ±0.35
Fat (%)	4.75 <sup>B</sup> ±0.20	5.38 <sup>AB</sup> ±1.25	5.33 <sup>AB</sup> ±0.46	6.22 <sup>A</sup> ±0.06
Ash (%)	2.64 <sup>B</sup> ±0.04	2.52 <sup>C</sup> ±0.02	2.70 <sup>B</sup> ±0.01	2.91 <sup>A</sup> ±0.10
Protein (%)	22.7 <sup>C</sup> ±0.08	23.6 <sup>B</sup> ±0.68	24.2 <sup>B</sup> ±0.56	25.4 <sup>A</sup> ±0.22

<sup>1)</sup> Treatments: CTL=*T. molitor*0%; T1=*T. molitor*1%; T2=*T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>2)</sup> A-D Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

· pH: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 pH 결과는 Fig 35에 나타내었다. pH는 저장기간이 증가할수록 감소하는 추이를 보였으며, 전체 처리구의 pH는 21일차까지 감소하다가 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). T1은 7일차, 14일차를 제외한 나머지 저장일에서 유의적으로 가장 높은 pH를 보였다( $p < 0.05$ ).

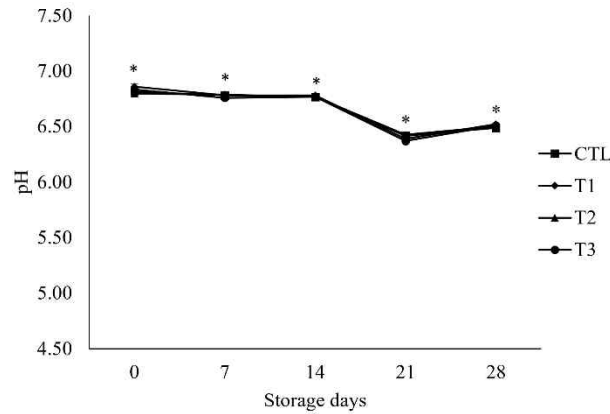


Fig. 35. pH value of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

· 색도: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 명도 결과는 Fig 36에 나타내었다. 명도는 저장기간이 증가할수록 감소하는 추이를 보였으며, T3를 제외한 처리구들의 명도는 21일차까지 지속적으로 감소하다가 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). T3의 명도는 저장기간 동안 유의적으로 같았다( $p < 0.05$ ). 대조구의 명도는 전체 처리구들 중에서 유의적으로 가장 높았으며, 갈색거저리 유충분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 적색도는 저장기간 및 처리구 간의 상호작용이 나타나지 않았으며( $p > 0.05$ ), 저장기간이 경과함에 따라 감소하고, 갈색거저리 유충분말의 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가하는 추세를 보였다( $p < 0.05$ ). 황색도는 저장기간 및 처리구 간의 상호작용이 나타나지 않았으며( $p > 0.05$ ), 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 갈색거저리 유충분말의 첨가량이 증가할수록 황색도가 유의적으로 높아지는 추세를 보였다( $p < 0.05$ ).

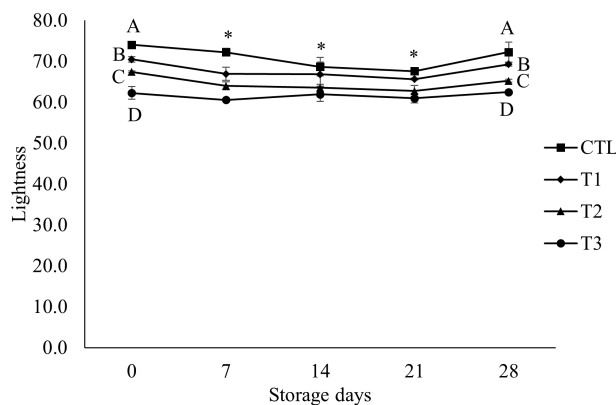


Fig. 36. Lightness value of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 수분활성도: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 수분활성도는 Fig 37에 나타내었다. 모든 처리구의 수분활성도는 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 추이를 보였으며, T1은 타 처리구들보다 유의적으로 낮은 값을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

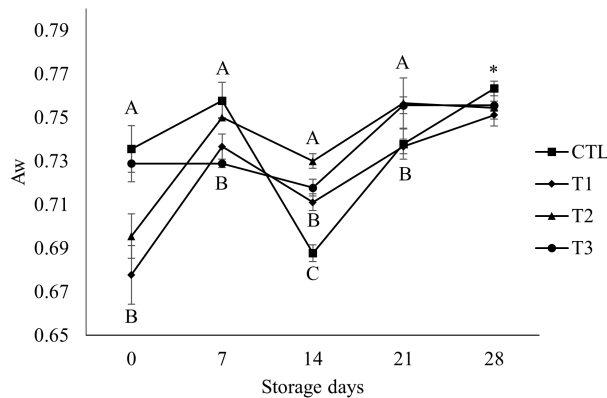


Fig. 37. Aw value of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 기능성 분석

- 보수력: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 보수력 결과는 Fig 38에 나타내었다. 대조구를 제외한 나머지 처리구의 보수력은 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 추이를 보였다( $p < 0.05$ ). T1은 14일차부터 마지막 저장일까지 가장 높은 값을 보였다. 대조구는 14일차부터 마지막 저장일까지 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

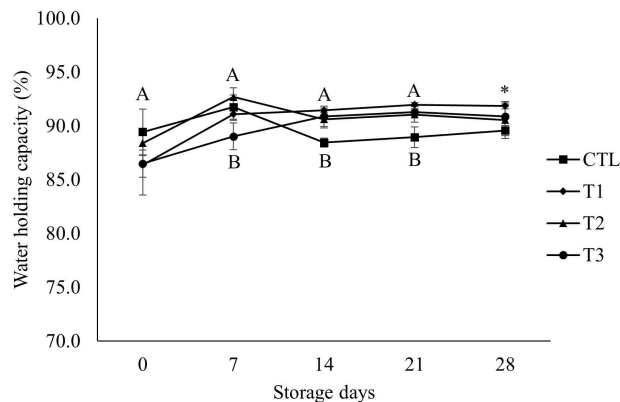


Fig. 38. Water Holding Capacity(WHC, %) of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 가열감량: 갈색거저리 유충 분말의 첨가량이 높을수록 가열감량 값이 높게 나타났으나, 전체 처리구들간 가열감량은 유의적인 차이를 보이지 않았다 ( $p > 0.05$ ).

Table 14. Cooking Loss(%) of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative

Parameter	Treatment			
	CTL	T1	T3	T3
Cooking Loss (%)	14.3 <sup>A</sup> ±2.83	16.3 <sup>A</sup> ±3.20	16.8 <sup>A</sup> ±1.77	18.5 <sup>A</sup> ±1.50

1) Treatments: CTL=*T. molitor*0%; T1=*T. molitor*1%; T2=*T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

2) A-D Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 전단력: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 전단력 결과는 Fig 39에 나타내었다. CTL, T1는 0일차부터 21일차까지 T2, T3보다 유의적으로 낮은 값을 보였으며, 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 추이를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 반면, T2, T3는 14일차까지 유의적으로 증가하다가, 21일차부터 마지막 저장일까지 유의적으로 감소하는 추이를 보였고, T2의 경우 28일차에서 CTL, T1과 유의적으로 같은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). T3는 14, 28일을 제외한 나머지 저장기간 동안 전체 처리구 중에서 유의적으로 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

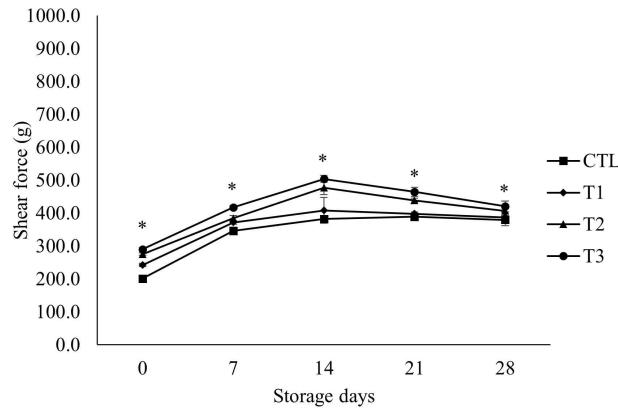


Fig. 39. Shear force value of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- TBARS: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 TBARS 결과는 Fig 40에 나타내었다. 모든 처리구의 TBARS는 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 추이를 보였고, 갈색거저리 유충분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 추세를 보였다( $p < 0.05$ ). 전체 저장기간 동안 CTL은 유의적으로 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). T3는 0일차, 21일차를 제외한 나머지 저장일에서 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

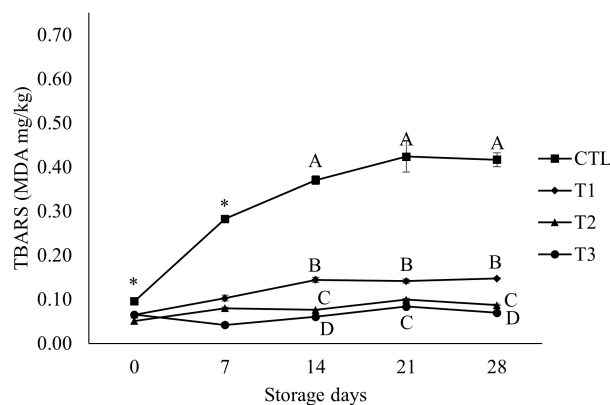


Fig. 40. TBARS value of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- VBN: 저장기간에 따른 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 VBN은 Fig 41에 나타내었다. 모든 처리구의 VBN 저장기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하는 추이를 보였고( $p < 0.05$ ), 처리구간 상호작용은 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).



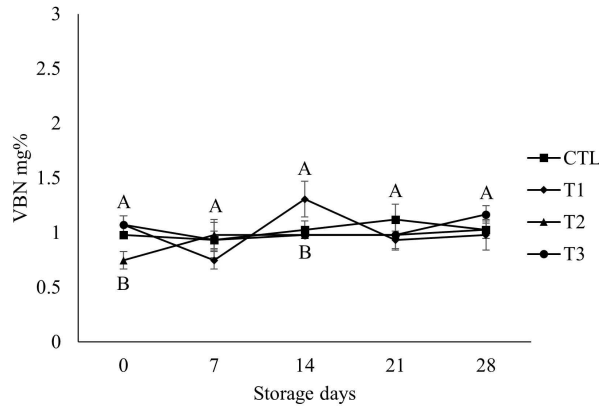


Fig. 41. VBN value of chicken nugget with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

– 미생물 분석: TPC의 경우 저장기간과 처리구간 상호작용과 저장기간별로 상호작용이 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). T2, T3는 CTL, T1보다 총균수가 유의적으로 낮았다( $p<0.05$ ). VRB의 경우 전체 저장기간 동안 모든 처리구에서 검출되지 않았다.

Table 15. Results of physico-chemical and functional properties, lipid and protein oxidation, and texture of chicken nuggets with *Tenebrio molitor* Linnaeus larve powder as protein alternative during cold storage under 4°C

Parameter <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	Storage days				
		0	7	14	21	28
pH	CTL	6.82 <sup>aBC</sup> ±0.01	6.78 <sup>bB</sup> ±0.01	6.77 <sup>bB</sup> ±0.01	6.42 <sup>dB</sup> ±0.01	6.49 <sup>cC</sup> ±0.02
	T1	6.86 <sup>aA</sup> ±0.03	6.78 <sup>bB</sup> ±0.01	6.78 <sup>bA</sup> ±0.01	6.39 <sup>dC</sup> ±0.01	6.52 <sup>cA</sup> ±0.01
	T2	6.80 <sup>aC</sup> ±0.01	6.79 <sup>bA</sup> ±0.01	6.77 <sup>cB</sup> ±0.01	6.43 <sup>aA</sup> ±0.01	6.50 <sup>dBC</sup> ±0.01
	T3	6.83 <sup>aAB</sup> ±0.01	6.76 <sup>cC</sup> ±0.01	6.77 <sup>bB</sup> ±0.01	6.37 <sup>dD</sup> ±0.01	6.51 <sup>dAB</sup> ±0.01
L*	CTL	74.0 <sup>aA</sup> ±0.18	72.2 <sup>aA</sup> ±0.92	68.7 <sup>bA</sup> ±2.27	67.6 <sup>bA</sup> ±0.79	72.3 <sup>aA</sup> ±2.47
	T1	70.5 <sup>aB</sup> ±0.70	66.9 <sup>bcB</sup> ±1.61	66.8 <sup>bcAB</sup> ±2.93	65.6 <sup>cB</sup> ±0.24	69.3 <sup>abB</sup> ±0.46
	T2	67.4 <sup>aC</sup> ±0.19	64.0 <sup>bcC</sup> ±0.97	63.5 <sup>cBC</sup> ±0.83	62.7 <sup>cC</sup> ±1.32	65.2 <sup>bc</sup> ±0.34
	T3	62.2 <sup>aD</sup> ±1.56	60.5 <sup>aD</sup> ±0.30	62.0 <sup>aC</sup> ±1.71	61.0 <sup>aC</sup> ±1.16	62.5 <sup>aD</sup> ±0.27
WHC (%)	CTL	89.4 <sup>bA</sup> ±2.12	91.7 <sup>aA</sup> ±1.14	88.4 <sup>bB</sup> ±0.43	90.0 <sup>bb</sup> ±0.95	89.6 <sup>bb</sup> ±0.46
	T1	86.4 <sup>bA</sup> ±2.79	91.1 <sup>aA</sup> ±0.57	91.4 <sup>aA</sup> ±0.20	92.0 <sup>aA</sup> ±0.19	91.9 <sup>aA</sup> ±0.27
	T2	88.4 <sup>bA</sup> ±1.16	92.7 <sup>aA</sup> ±0.84	90.6 <sup>aA</sup> ±0.82	91.1 <sup>aA</sup> ±0.73	90.6 <sup>aAB</sup> ±1.71
	T3	86.5 <sup>cA</sup> ±1.27	89.0 <sup>bB</sup> ±1.25	90.9 <sup>abA</sup> ±0.95	91.3 <sup>aA</sup> ±0.33	90.9 <sup>abAB</sup> ±1.07
TBARS (mg MDA/kg)	CTL	0.10 <sup>dA</sup> ±0.01	0.28 <sup>cA</sup> ±0.01	0.37 <sup>cA</sup> ±0.01	0.42 <sup>bA</sup> ±0.04	0.42 <sup>aA</sup> ±0.02
	T1	0.06 <sup>cB</sup> ±0.01	0.10 <sup>bB</sup> ±0.01	0.14 <sup>ab</sup> ±0.01	0.14 <sup>ab</sup> ±0.01	0.15 <sup>ab</sup> ±0.01
	T2	0.05 <sup>dC</sup> ±0.01	0.08 <sup>bC</sup> ±0.01	0.08 <sup>cC</sup> ±0.01	0.10 <sup>aC</sup> ±0.01	0.09 <sup>bc</sup> ±0.01
	T3	0.07 <sup>bcB</sup> ±0.01	0.04 <sup>dD</sup> ±0.01	0.06 <sup>cD</sup> ±0.01	0.08 <sup>aC</sup> ±0.01	0.07 <sup>bD</sup> ±0.01
Shear force (g)	CTL	201.1 <sup>cD</sup> ±4.55	346.3 <sup>bC</sup> ±10.8	382.3 <sup>aB</sup> ±3.06	389.4 <sup>aC</sup> ±3.24	379.8 <sup>aB</sup> ±17.6
	T1	242.4 <sup>bc</sup> ±4.91	372.2 <sup>ab</sup> ±5.54	403.7 <sup>aB</sup> ±39.0	398.4 <sup>aC</sup> ±5.21	387.3 <sup>aB</sup> ±15.5
	T2	275.5 <sup>cB</sup> ±3.61	384.3 <sup>dB</sup> ±8.13	477.6 <sup>aA</sup> ±21.1	439.1 <sup>bB</sup> ±6.05	407.2 <sup>cAB</sup> ±13.9
	T3	290.5 <sup>dA</sup> ±4.82	417.7 <sup>cA</sup> ±5.57	504.2 <sup>aA</sup> ±10.4	464.8 <sup>bA</sup> ±14.2	420.7 <sup>cA</sup> ±16.3
Aw	CTL	0.74 <sup>bA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01	0.69 <sup>cC</sup> ±0.01	0.74 <sup>bB</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01
	T1	0.68 <sup>dB</sup> ±0.01	0.74 <sup>bB</sup> ±0.01	0.71 <sup>cB</sup> ±0.01	0.74 <sup>bB</sup> ±0.01	0.75 <sup>ab</sup> ±0.01
	T2	0.70 <sup>cB</sup> ±0.01	0.75 <sup>aA</sup> ±0.01	0.73 <sup>bA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01	0.75 <sup>aAB</sup> ±0.01
	T3	0.73 <sup>bA</sup> ±0.01	0.73 <sup>bB</sup> ±0.01	0.72 <sup>cB</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aAB</sup> ±0.01
VBN (mg%)	CTL	0.98 <sup>abA</sup> ±0.01	0.93 <sup>bA</sup> ±0.08	1.03 <sup>abB</sup> ±0.08	1.12 <sup>aA</sup> ±0.14	1.03 <sup>abA</sup> ±0.08
	T1	1.07 <sup>bA</sup> ±0.08	0.75 <sup>cA</sup> ±0.08	1.31 <sup>aA</sup> ±0.16	0.93 <sup>bcA</sup> ±0.08	0.98 <sup>bA</sup> ±0.14
	T2	0.75 <sup>bB</sup> ±0.08	0.98 <sup>aA</sup> ±0.14	0.98 <sup>ab</sup> ±0.01	0.98 <sup>aA</sup> ±0.01	1.03 <sup>aA</sup> ±0.08
	T3	1.07 <sup>aA</sup> ±0.08	0.93 <sup>bA</sup> ±0.16	0.98 <sup>abB</sup> ±0.01	0.98 <sup>abA</sup> ±0.14	1.17 <sup>aA</sup> ±0.08

<sup>1)</sup>Parameter: L\*=Lightness; WHC=Water Holding Capacity; TBARS=Thiobarbituric acid reactive substances; Aw=Water activity; VBN=Volatile basic nitrogen.

<sup>2)</sup>Treatments: CTL=*T. molitor*0%; T1=*T. molitor*1%; T2=*T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>a-c</sup> Means with same letter into same row are not different( $p>0.05$ ).

<sup>A-D</sup> Means with same letter into same row are not different( $p>0.05$ ).

4) 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 치킨너겟 품질평가

- 제조배합비

**Table 16. The formulation of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis as protein alternative**

Ingredients	Treatments(%) <sup>1)</sup>			
	CTL	T1	T2	T3
Chicken thigh	60	59	57	55
Chicken breast	20	20	20	20
Pork fat	5	5	5	5
Water	9.2	9.2	9.2	9.2
<i>P. brevitarsis</i> S. powder	-	1	3	5
Salt	1	1	1	1
Sugar	1	1	1	1
STPP	0.3	0.3	0.3	0.3
ISP	0.3	0.3	0.3	0.3
Tapioca starch	0.5	0.5	0.5	0.5
Cooking wine	1	1	1	1
Spices	0.6	0.6	0.6	0.6
Black pepper powder	0.1	0.1	0.1	0.1
Bread powder	1	1	1	1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup>Treatments: CTL, control chicken nugget; P1, treatment chicken nugget with 1% of *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder; P2, treatment chicken nugget with 3% of *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder; P3, treatment chicken nugget with 5% of *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder.

<sup>2)</sup>Ingredients: Salt, sodium chloride; STPP, sodium tripolyphosphate; ISP, soy protein isolate powder.

- 관능검사: 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 관능평가 결과 흰점박이꽃무지 유충분말의 첨가 수준에 따라 관능성상이 유의적으로 낮아지는 경향을 보였지만( $p < 0.05$ ), P1의 경우 향미, 조직감, 다즙성에서 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ).

**Table 17. Sensory evaluation of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Attribute	CTL <sup>1)</sup>	P1	P2	P3
Flavor	6.36 <sup>a</sup> ±1.12	5.27 <sup>a</sup> ±1.27	3.36 <sup>b</sup> ±0.92	2.45 <sup>b</sup> ±1.37
Color	7.82 <sup>a</sup> ±0.98	6.00 <sup>b</sup> ±1.41	4.00 <sup>c</sup> ±1.48	2.82 <sup>d</sup> ±0.98
Texture	6.45 <sup>a</sup> ±0.52	6.00 <sup>ab</sup> ±1.18	4.73 <sup>bc</sup> ±1.42	4.18 <sup>c</sup> ±2.14
Taste	7.18 <sup>a</sup> ±1.25	5.55 <sup>b</sup> ±1.63	3.18 <sup>c</sup> ±1.33	2.55 <sup>c</sup> ±0.93
Juiciness	5.91 <sup>a</sup> ±1.38	4.82 <sup>ab</sup> ±1.33	4.00 <sup>b</sup> ±1.34	3.64 <sup>b</sup> ±2.11
Salinity	6.82 <sup>a</sup> ±0.75	5.27 <sup>b</sup> ±1.10	4.82 <sup>b</sup> ±1.08	4.36 <sup>b</sup> ±1.12
Overall	7.00 <sup>a</sup> ±0.63	5.36 <sup>b</sup> ±1.36	3.45 <sup>c</sup> ±1.04	2.91 <sup>c</sup> ±0.94

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>a-c</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 이화학적 성상 평가

· 일반성분: 흰점박이꽃무지 유충분말을 첨가한 치킨너겟의 일반성분 분석 결과 수분의 경우 P3가 유의적으로 가장 낮은 함량을 보였으며, 지방은 흰점박이꽃무지 유충분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 회분의 경우 P2와 P3가 CTL과 P1보다 유의적으로 낮아 흰점박이꽃무지 유충 분말 수준에 따라 회분 함량이 유의적으로 감소함을 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 단백질 함량은 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

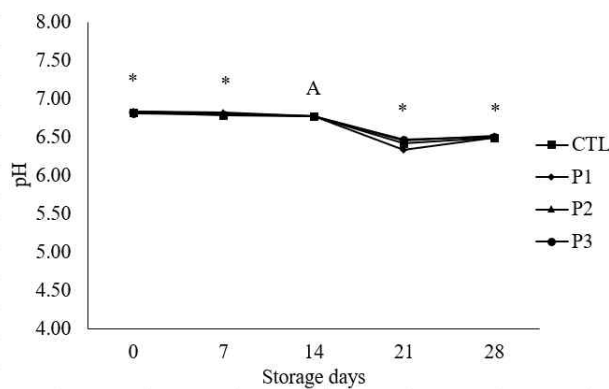
**Table 18. Proximate composition(%) of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Parameter	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	P1	P2	P3
Moisture (%)	69.8 <sup>A</sup> ±0.12	68.2 <sup>A</sup> ±0.25	68.3 <sup>A</sup> ±2.24	65.8 <sup>B</sup> ±0.71
Fat (%)	4.75 <sup>C</sup> ±0.20	5.76 <sup>B</sup> ±0.12	5.51 <sup>B</sup> ±0.57	7.12 <sup>A</sup> ±0.11
Ash (%)	2.69 <sup>A</sup> ±0.06	2.64 <sup>A</sup> ±0.04	2.49 <sup>B</sup> ±0.01	2.41 <sup>B</sup> ±0.04
Protein (%)	22.7 <sup>A</sup> ±0.08	24.3 <sup>A</sup> ±1.60	24.8 <sup>A</sup> ±3.46	25.6 <sup>A</sup> ±2.58

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> A-C Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

· pH: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 pH 결과는 Fig 42에 나타내었다. pH는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 21일차까지 유의적으로 감소하다가 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 전체 저장기간 동안 P2는 21일차를 제외하고 유의적으로 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 42. pH value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.**

· 색도: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 명도 결과는 Fig 43에 나타내었다. 명도는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 21일차까지 유의적으로 감소하다가 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 대조구의 명도는 전체 처리구들 중에서 유의적으로 가장 높았으며, 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 적색도는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 21일차까지 감소하다가 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 또한, 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 황색도는 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 21일차까지 감소하다가 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 황색도가 유의적으로 높아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서 저장기간에 따라 명도, 적색도, 황색도 모두 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며, 흰점박이꽃무지 유충 분말 첨가 수준에 따라 적색도와 황색도는 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

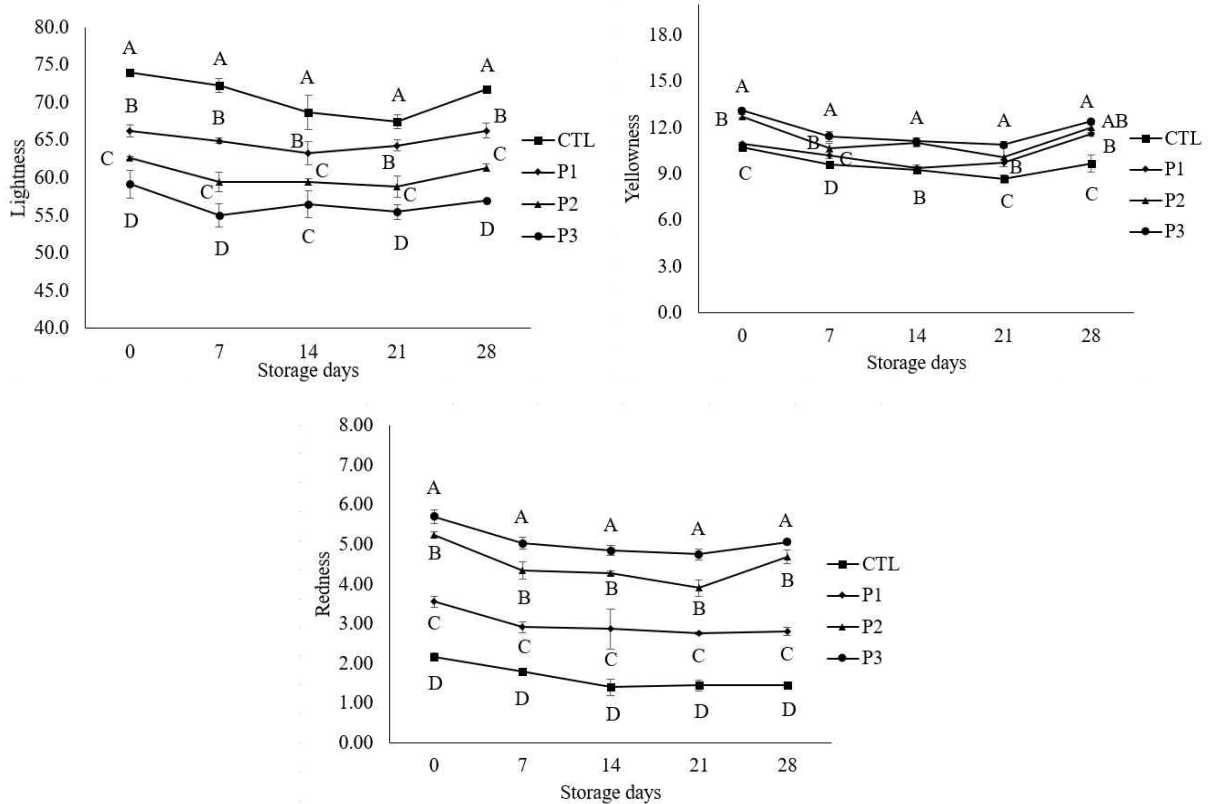


Fig. 43. Color value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 수분활성도: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 수분활성도 결과는 Fig 44에 나타내었다( $p < 0.05$ ). CTL과 P1의 경우 14일차를 제외한 모든 저장기간동안 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 저장기간이 증가함에 따라 P2와 P3는 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

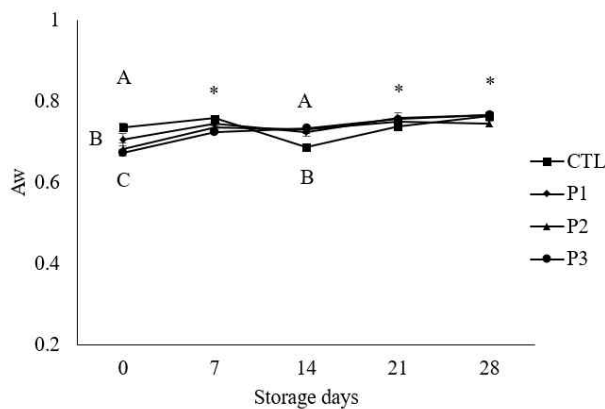


Fig. 44. Aw value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 기능성 분석

- 보수력: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 보수력 결과는 Fig 45에 나타내었다. 보수력의 경우 저장기간 및 처리구 간의 상호작용은 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 저장기간에 따라 7일차까지 모든 처리구에서 유의적으로 증가하였으나 그 이후에는 감소하였으며, 14, 21, 28일차 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).

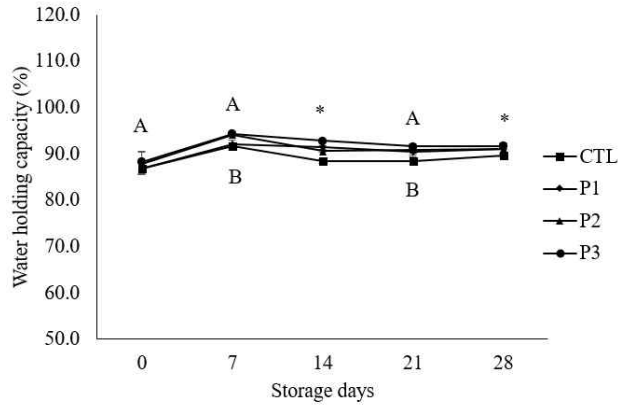


Fig. 45. WHC value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

· 가열감량: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 가열감량 결과는 Table 19에 나타내었다. 가열감량 함량은 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 또한, 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 전체 처리구 중에서 P3가 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며, CTL은 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p<0.05$ ).

Table 19. Cooking loss(%) of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative

Parameter	Treatment <sup>1)</sup>			
	CTL	P1	P2	P3
Cooking Loss (%)	14.3 <sup>B</sup> ±2.83	17.3 <sup>AB</sup> ±2.40	15.9 <sup>AB</sup> ±2.14	19.7 <sup>A</sup> ±2.29

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>A-B</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p<0.05$ ).

– 조직감 분석: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 전단력 결과는 Fig 46에 나타내었다. 전단력은 저장기간이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 저장기간에 따라 P1, P3는 21일차까지 유의적으로 증가하였으나 28일차에 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). 흰점박이꽃무지 유충 분말 첨가수준에 따라 P1과 P2는 CTL과 P3보다 유의적으로 높은 전단력 값을 나타냈다( $p<0.05$ ).

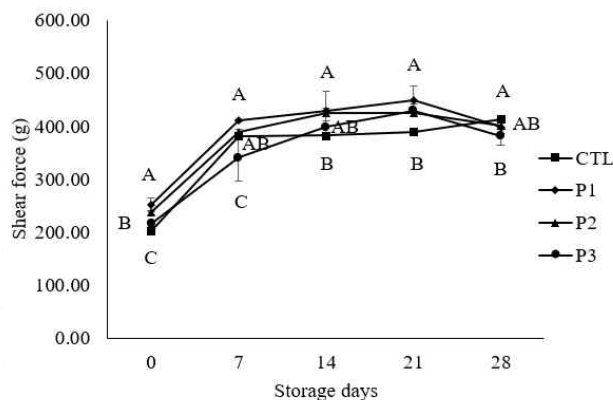


Fig. 46. SF value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- TBARS: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 TBARS 결과는 Fig 47에 나타내었다. TBARS는 저장기간 증가에 따라 21일차까지 유의적으로 증가하였으나, 28일차에 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 전체 저장기간 동안 CTL은 0일차를 제외하고 유의적으로 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). P1은 14일차를 제외한 나머지 저장기간 동안 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

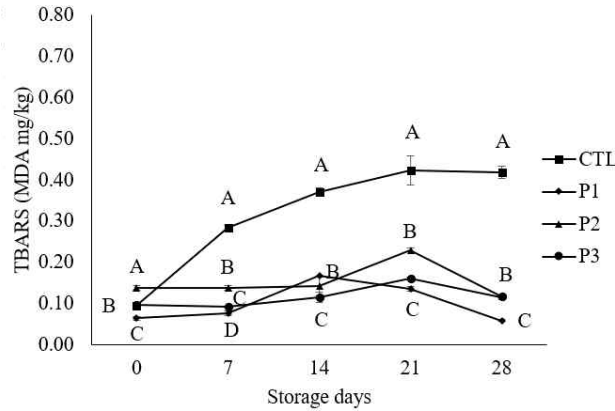


Fig. 47. TBARS value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- VBN: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 VBN 결과는 Fig 48에 나타내었다. VBN은 저장기간에 따라 14일차와 28일차에 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

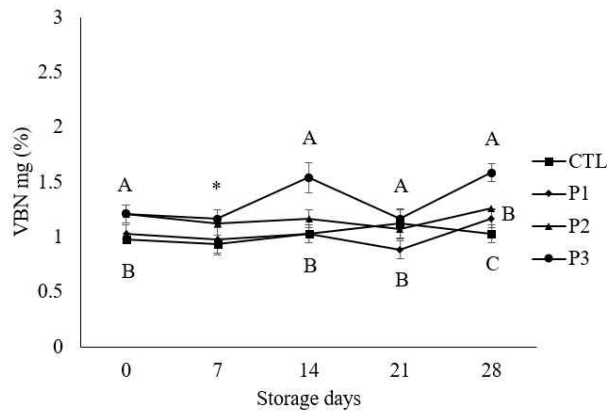


Fig. 48. VBN value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 미생물 분석: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨너겟의 TPC 결과는 Fig 49에 나타내었다. TPC의 경우 저장기간별 상호작용이 나타나지 않았으며( $p > 0.05$ ), 저장기간에 따라 7일차에 가장 높은 값을 보였고, 21일차에 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 전체 저장기간 동안 모든 처리구에서 대장균은 검출되지 않았다.

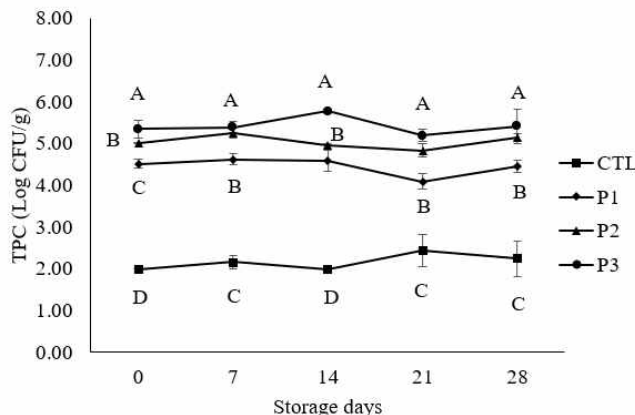


Fig. 49. TPC value of chicken nugget with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

**Table 20. Results of physico-chemical and functional properties, lipid and protein oxidation, texture and microbial counts of chicken nuggets with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative during cold storage under 4°C**

Parameter <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	Storage days				
		0	7	14	21	28
pH	CTL	6.82 <sup>ab</sup> ±0.01	6.78 <sup>bd</sup> ±0.01	6.77 <sup>ba</sup> ±0.01	6.42 <sup>dc</sup> ±0.01	6.49 <sup>cb</sup> ±0.02
	P1	6.83 <sup>aA</sup> ±0.01	6.81 <sup>bb</sup> ±0.01	6.77 <sup>cA</sup> ±0.01	6.33 <sup>dD</sup> ±0.01	6.49 <sup>dB</sup> ±0.01
	P2	6.84 <sup>aA</sup> ±0.01	6.82 <sup>bA</sup> ±0.01	6.77 <sup>cA</sup> ±0.01	6.45 <sup>cb</sup> ±0.01	6.52 <sup>dA</sup> ±0.01
	P3	6.81 <sup>ab</sup> ±0.01	6.80 <sup>bc</sup> ±0.01	6.77 <sup>cA</sup> ±0.01	6.47 <sup>cA</sup> ±0.01	6.50 <sup>dAB</sup> ±0.01
L*	CTL	74.0 <sup>aA</sup> ±0.18	72.2 <sup>aA</sup> ±0.92	68.7 <sup>bA</sup> ±2.27	67.5 <sup>bA</sup> ±0.94	71.8 <sup>aA</sup> ±0.42
	P1	66.2 <sup>ab</sup> ±0.83	64.9 <sup>abB</sup> ±0.35	63.3 <sup>bb</sup> ±1.55	64.3 <sup>bb</sup> ±0.75	66.3 <sup>ab</sup> ±0.96
	P2	62.7 <sup>ac</sup> ±0.17	59.5 <sup>bc</sup> ±1.33	59.5 <sup>bc</sup> ±0.42	58.8 <sup>bc</sup> ±1.40	61.3 <sup>ac</sup> ±0.51
	P3	59.2 <sup>ad</sup> ±1.86	55.1 <sup>bd</sup> ±1.52	56.5 <sup>abc</sup> ±1.79	55.5 <sup>bd</sup> ±0.97	57.0 <sup>abD</sup> ±0.09
a*	CTL	2.17 <sup>ad</sup> ±0.10	1.81 <sup>bd</sup> ±0.04	1.40 <sup>cd</sup> ±0.20	1.44 <sup>cd</sup> ±0.14	1.46 <sup>cd</sup> ±0.05
	P1	3.56 <sup>ac</sup> ±0.13	2.91 <sup>bc</sup> ±0.13	2.87 <sup>bc</sup> ±0.50	2.77 <sup>bc</sup> ±0.03	2.80 <sup>bc</sup> ±0.10
	P2	5.23 <sup>ab</sup> ±0.08	4.34 <sup>cb</sup> ±0.22	4.27 <sup>cb</sup> ±0.06	3.90 <sup>db</sup> ±0.20	4.70 <sup>bb</sup> ±0.17
	P3	5.70 <sup>aA</sup> ±0.17	5.03 <sup>bA</sup> ±0.15	4.84 <sup>bcA</sup> ±0.13	4.75 <sup>cA</sup> ±0.13	5.01 <sup>bA</sup> ±0.06
b*	CTL	10.7 <sup>ac</sup> ±0.13	9.60 <sup>bd</sup> ±0.05	9.25 <sup>bb</sup> ±0.22	8.70 <sup>cC</sup> ±0.23	9.67 <sup>bc</sup> ±0.55
	P1	11.0 <sup>bc</sup> ±0.09	10.2 <sup>cC</sup> ±0.21	9.40 <sup>eb</sup> ±0.17	9.72 <sup>dB</sup> ±0.24	11.6 <sup>ab</sup> ±0.10
	P2	12.7 <sup>ab</sup> ±0.12	10.7 <sup>cdB</sup> ±0.29	11.0 <sup>cA</sup> ±0.31	10.1 <sup>dB</sup> ±0.66	12.0 <sup>bAB</sup> ±0.21
	P3	13.1 <sup>aA</sup> ±0.16	11.4 <sup>cA</sup> ±0.31	11.1 <sup>cdA</sup> ±0.23	10.9 <sup>dA</sup> ±0.19	12.4 <sup>bA</sup> ±0.10
Aw	CTL	0.74 <sup>bA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01	0.69 <sup>cb</sup> ±0.01	0.76 <sup>bA</sup> ±0.01	0.74 <sup>ab</sup> ±0.01
	P1	0.71 <sup>cb</sup> ±0.02	0.74 <sup>bb</sup> ±0.01	0.72 <sup>cA</sup> ±0.01	0.77 <sup>ab</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01
	P2	0.68 <sup>cc</sup> ±0.02	0.74 <sup>abb</sup> ±0.01	0.73 <sup>bA</sup> ±0.01	0.74 <sup>abb</sup> ±0.01	0.75 <sup>aAB</sup> ±0.01
	P3	0.67 <sup>cc</sup> ±0.01	0.72 <sup>bc</sup> ±0.01	0.73 <sup>bA</sup> ±0.01	0.77 <sup>aA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aAB</sup> ±0.01
SF (g)	CTL	201.1 <sup>dC</sup> ±4.55	380.9 <sup>cAB</sup> ±1.17	382.3 <sup>cb</sup> ±3.06	298.4 <sup>bB</sup> ±3.24	414.0 <sup>aA</sup> ±0.88
	P1	251.2 <sup>dA</sup> ±13.0	410.6 <sup>bcA</sup> ±1.95	428.8 <sup>abA</sup> ±5.20	449.9 <sup>aA</sup> ±25.39	398.3 <sup>cAB</sup> ±11.86
	P2	237.6 <sup>cA</sup> ±4.30	388.8 <sup>bA</sup> ±5.10	425.0 <sup>aA</sup> ±40.73	426.2 <sup>aA</sup> ±0.29	402.1 <sup>abAB</sup> ±7.07
	P3	216.4 <sup>dB</sup> ±5.17	341.2 <sup>cb</sup> ±44.5	399.5 <sup>abAB</sup> ±10.9	430.1 <sup>aA</sup> ±12.6	381.7 <sup>bcB</sup> ±16.4
TBARS (mg MDA/kg)	CTL	0.10 <sup>dB</sup> ±0.01	0.29 <sup>cA</sup> ±0.01	0.37 <sup>bA</sup> ±0.01	0.42 <sup>aA</sup> ±0.04	0.42 <sup>aA</sup> ±0.01
	P1	0.06 <sup>dC</sup> ±0.01	0.08 <sup>cd</sup> ±0.01	0.17 <sup>ab</sup> ±0.01	0.14 <sup>bc</sup> ±0.01	0.06 <sup>dC</sup> ±0.01
	P2	0.14 <sup>bcA</sup> ±0.14	0.14 <sup>bB</sup> ±0.01	0.14 <sup>bb</sup> ±0.02	0.23 <sup>ab</sup> ±0.01	0.12 <sup>cb</sup> ±0.01
	P3	0.10 <sup>cb</sup> ±0.01	0.09 <sup>cC</sup> ±0.01	0.11 <sup>bc</sup> ±0.01	0.16 <sup>ac</sup> ±0.01	0.12 <sup>bb</sup> ±0.01
VBN (mg%)	CTL	0.98 <sup>abB</sup> ±0.01	0.93 <sup>bc</sup> ±0.08	1.03 <sup>abB</sup> ±0.08	1.12 <sup>aA</sup> ±0.14	1.03 <sup>abC</sup> ±0.08
	P1	1.03 <sup>abB</sup> ±0.08	0.98 <sup>bBC</sup> ±0.14	1.03 <sup>abB</sup> ±0.08	0.89 <sup>bB</sup> ±0.08	1.17 <sup>ab</sup> ±0.08
	P2	1.21 <sup>abA</sup> ±0.08	1.12 <sup>bcAB</sup> ±0.01	1.17 <sup>abcB</sup> ±0.08	1.07 <sup>cA</sup> ±0.08	1.26 <sup>ab</sup> ±0.01
	P3	1.21 <sup>bA</sup> ±0.08	1.17 <sup>bA</sup> ±0.08	1.54 <sup>aA</sup> ±0.14	1.17 <sup>bA</sup> ±0.08	1.59 <sup>aA</sup> ±0.08
TPC (log CFU/g)	CTL	2.00 <sup>ad</sup> ±0.01	2.16 <sup>ac</sup> ±0.15	2.00 <sup>ad</sup> ±0.01	2.44 <sup>ac</sup> ±0.38	2.25 <sup>ac</sup> ±0.43
	P1	4.51 <sup>ac</sup> ±0.11	4.63 <sup>ab</sup> ±0.13	4.59 <sup>ac</sup> ±0.25	4.09 <sup>bb</sup> ±0.19	4.46 <sup>ab</sup> ±0.14
	P2	5.02 <sup>bcB</sup> ±0.01	5.25 <sup>aA</sup> ±0.13	4.95 <sup>cb</sup> ±0.05	4.84 <sup>cA</sup> ±0.15	5.15 <sup>abA</sup> ±0.08
	P3	5.35 <sup>abA</sup> ±0.22	5.39 <sup>abA</sup> ±0.14	5.78 <sup>aA</sup> ±0.05	5.19 <sup>bA</sup> ±0.15	5.42 <sup>abA</sup> ±0.42

<sup>1)</sup> Parameters: L=lightness; a=redness; b=yellowness; Aw=Water activity; SF=Shear force; TBARS=Thiobarbituric acid reactive substances; VBN=Volatile basic nitrogen; TPC=Total plate count.

<sup>2)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>3)</sup> a-f) Means with different scripts in the same treatment are different ( $p<0.05$ ).

<sup>4)</sup> A-D) Means with different scripts in the same storage days are different ( $p<0.05$ ).

1) 갈색거저리 유충 단백질 분말 첨가 치킨가라아게 품질평가

- 제조배합비

Table 21. The formulation of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative

Ingredients	Treatments(%) <sup>1)</sup>			
	CTL	P1	P2	P3
Chicken thigh	86.1	85.1	83.1	81.1
<i>P. brevitarsis</i> S. powder	-	1	3	5
Sugar	0.8	0.8	0.8	0.8
Soy sauce	6.3	6.3	6.3	6.3
Cooking wine	5.6	5.6	5.6	5.6
Spices	1	1	1	1
Black pepper powder	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

- 관능검사: 갈색거저리 유충 분말을 첨가한 가라아게의 결과 관능평가 결과 맛, 다즙성, 염도, 총점에서 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 ( $p < 0.05$ ), 향미, 색도, 조직감 항목에서는 갈색거저리 유충분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

Table 22. Sensory evaluation of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

Attribute	CTL <sup>1)</sup>	T1	T2	T3
Flavor	7.25 <sup>a</sup> ±1.39	6.13 <sup>ab</sup> ±1.81	4.75 <sup>b</sup> ±1.67	4.13 <sup>b</sup> ±1.89
Color	7.25 <sup>a</sup> ±1.39	6.25 <sup>ab</sup> ±1.49	4.38 <sup>b</sup> ±2.67	4.25 <sup>b</sup> ±2.05
Texture	7.00 <sup>a</sup> ±1.69	6.63 <sup>a</sup> ±1.30	5.00 <sup>ab</sup> ±1.41	4.00 <sup>b</sup> ±2.07
Taste	7.38 <sup>a</sup> ±1.51	6.38 <sup>a</sup> ±1.92	4.50 <sup>a</sup> ±2.27	4.50 <sup>a</sup> ±2.20
Juiciness	6.63 <sup>a</sup> ±1.69	6.13 <sup>a</sup> ±0.99	5.00 <sup>a</sup> ±2.07	4.75 <sup>a</sup> ±2.25
Salinity	6.88 <sup>a</sup> ±1.64	6.50 <sup>a</sup> ±1.93	5.13 <sup>a</sup> ±1.55	4.25 <sup>a</sup> ±1.67
Overall	7.25 <sup>a</sup> ±1.49	6.25 <sup>b</sup> ±1.67	4.38 <sup>ab</sup> ±1.92	4.13 <sup>a</sup> ±2.17

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>a-b</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 이화학적 성상 평가

· 일반성분: 갈색거저리 유충분말을 첨가한 치킨 가라아게의 일반성분 분석 결과 수분, 회분의 경우 처리구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 지방은 T3가 유의적으로 가장 높은 함량을 보였으며( $p < 0.05$ ), 단백질의 경우 갈색거저리 유충분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

Table 23. Proximate composition(%) of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

Parameter	Treatment			
	CTL	T1	T3	T3
Moisture (%)	64.1 <sup>A</sup> ±0.48	64.6 <sup>A</sup> ±1.93	63.3 <sup>A</sup> ±0.35	63.7 <sup>A</sup> ±0.19
Fat (%)	5.58 <sup>A</sup> ±0.14	5.77 <sup>A</sup> ±0.09	5.73 <sup>A</sup> ±0.12	4.88 <sup>B</sup> ±0.03
Ash (%)	2.01 <sup>A</sup> ±0.07	2.23 <sup>A</sup> ±0.02	2.18 <sup>A</sup> ±0.04	2.48 <sup>A</sup> ±0.07
Protein (%)	28.6 <sup>C</sup> ±0.32	28.8 <sup>B</sup> ±0.29	28.9 <sup>B</sup> ±0.24	29.0 <sup>A</sup> ±0.20

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>A-C</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).



- pH: 저장기간에 따른 치킨가라아게의 pH 결과는 Fig. 50에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 14일차까지 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ) 그 이후 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 또한 갈색거저리 유충분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

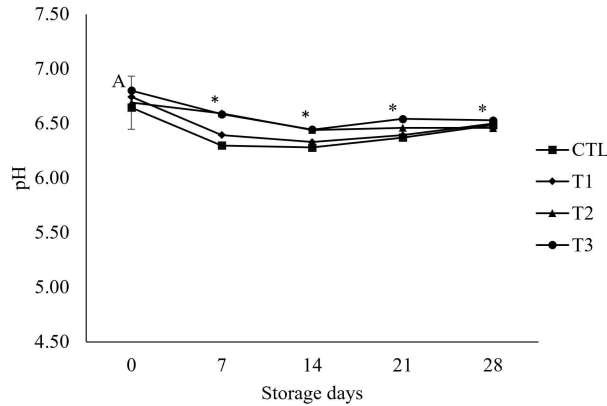


Fig. 50. pH value of karrage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 색도: 저장기간에 따른 치킨가라아게의 색도 결과는 Fig. 51에 나타내었다. 명도는 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). T2와 T3의 경우 7일차에 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ) 그 이후 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 또한 갈색거저리 유충분말 첨가 수준에 따라 명도는 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 적색도는 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며( $p < 0.05$ ), T3의 경우 0일차를 제외한 모든 저장기간동안 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 황색도는 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며( $p < 0.05$ ) 갈색거저리 유충분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서 갈색거저리 유충분말 첨가 수준에 따라 명도와 황색도는 유의적으로 감소하였으며( $p < 0.05$ ), 저장기간에 따라 명도, 적색도, 황색도 모두 유의적으로 증가한 것으로 사료된다( $p < 0.05$ ).

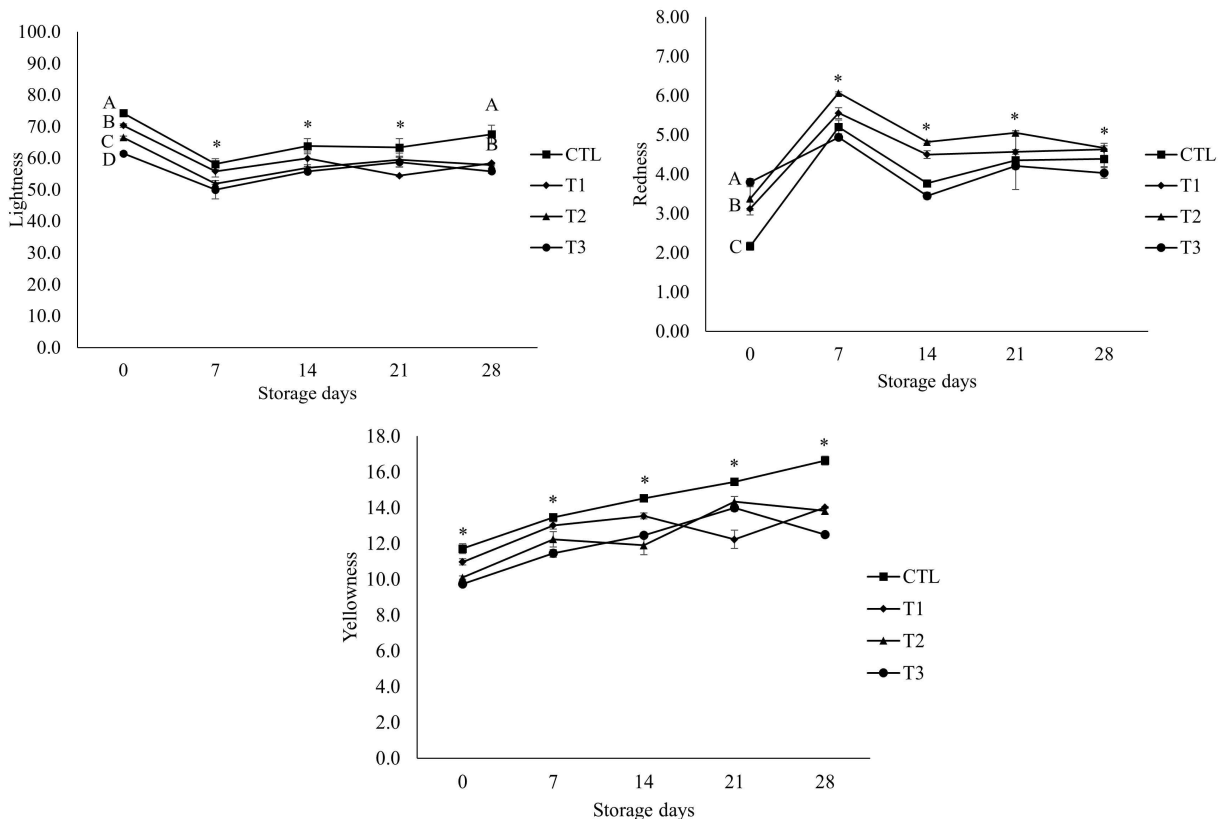


Fig. 51. Color value of karrage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 수분활성도: 저장기간에 따른 치킨가라아게의 수분활성도 결과는 Fig. 52에 나타내었다. 21일차까지 유의적으로 감소하였으며( $p < 0.05$ ), 그 이후로 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 대조구에 비해 갈색거저리 유충분말을 첨가한 처리구가 유의적으로 수분활성도가 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

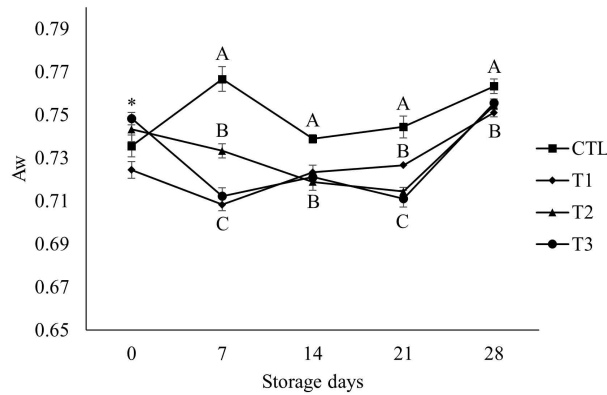


Fig. 52. Aw value of karrage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 기능성 분석

- 보수력: 저장기간에 따른 치킨가라아게의 보수력 결과는 Fig. 53에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 보수력은 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 7일차에서는 모든 처리구에서 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ) 그 이후 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 갈색거저리 유충분말 첨가수준에 따라 보수력이 유의적으로 감소한 것으로 사료된다( $p < 0.05$ ).

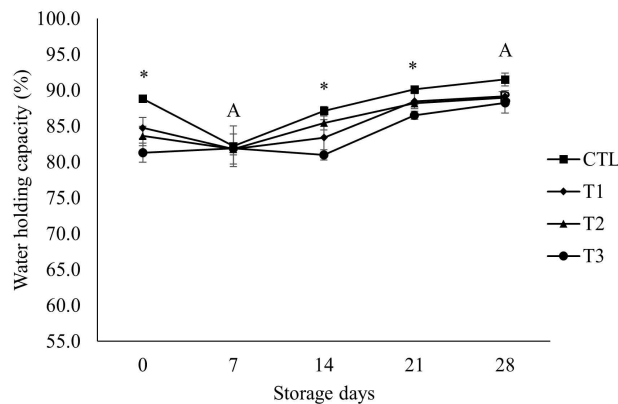


Fig. 53. WHC value of karrage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 가열감량: 치킨가라아게의 가열감량 결과는 Table 24에 나타내었다. 가열감량의 경우 모든 처리구 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

Table 24. Cooking Loss of karrage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative

Parameter	Treatment			
	CTL	T1	T3	T3
Cooking Loss (%)	21.2 <sup>A</sup> ±3.88	19.3 <sup>A</sup> ±8.30	23.0 <sup>A</sup> ±2.50	22.0 <sup>A</sup> ±0.60

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>A</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 조직감 분석

저장기간에 따른 치킨가라아게의 전단력 결과는 Fig. 54에 나타내었다. 저장기간 및 처리구 간의 상호작용은 나타나지 않았으며, 갈색거저리 첨가 수준에 따라 전단력이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

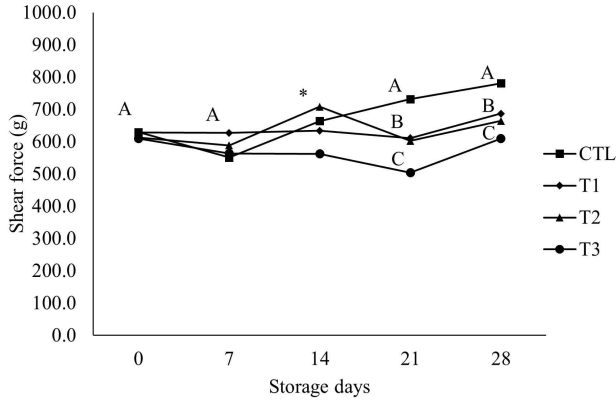


Fig. 54. Shear force value of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- VBN

저장기간에 따른 치킨가라아게의 VBN 결과는 Fig. 56에 나타내었다. VBN 값은 1.54에서 2.10의 범위까지 나타났으며, 대조구보다 갈색거저리 유충분말을 첨가한 처리구가 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 또한 저장기간이 증가함에 따라 VBN 값이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ).

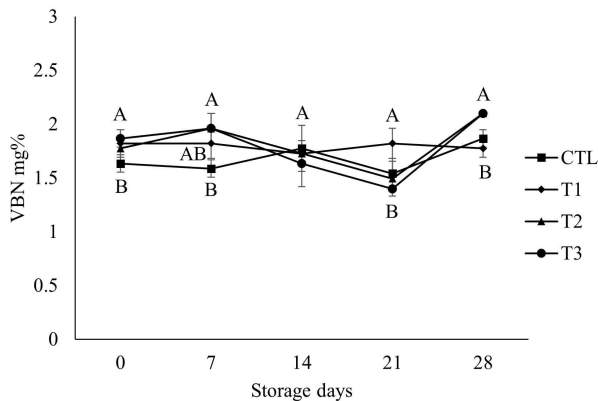


Fig. 56. VBN value of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- TBARS

저장기간에 따른 치킨가라아게의 TBARS 결과는 Fig. 55에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 TBARS 값이 증가하였으며( $p < 0.05$ ), 7일차까지 감소하였으며, 그 이후 증가하는 경향을 보였다.

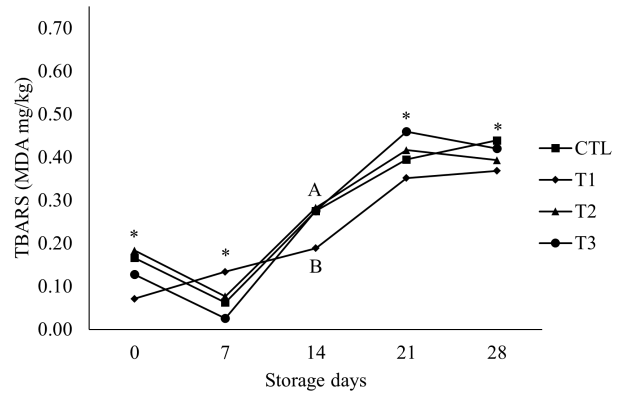


Fig. 55. TBARS value of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

- 미생물: 저장기간에 따른 치킨가라아게의 TPC 분석 결과는 Fig. 57에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 TPC는 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). T1과 T2의 경우 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며( $p > 0.05$ ), T3는 모든 저장기간동안 대조구와 유의적으로 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). VRB 분석결과 저장기간동안 모든 대조구와 처리구에서 2.00 Log CFU/g 미만으로 나타났다.

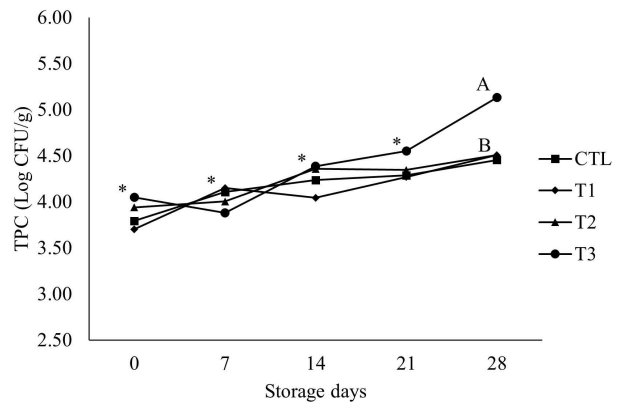


Fig. 57. TPC value of karraage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative.

**Table 25. Results of physico-chemical and functional properties, lipid and protein oxidation, and microbial counts of karrage with *Tenebrio molitor* Linnaeus larvae powder as protein alternative**

Parameter	TRT	Storage days				
		0	7	14	21	28
pH	CTL	6.65 <sup>aA</sup> ±0.01	6.30 <sup>dD</sup> ±0.01	6.28 <sup>cC</sup> ±0.01	6.37 <sup>cD</sup> ±0.01	6.49 <sup>bC</sup> ±0.01
	T1	6.74 <sup>aA</sup> ±0.01	6.39 <sup>cC</sup> ±0.01	6.33 <sup>dB</sup> ±0.01	6.39 <sup>cC</sup> ±0.01	6.50 <sup>bB</sup> ±0.01
	T2	6.69 <sup>aA</sup> ±0.24	6.59 <sup>abA</sup> ±0.01	6.44 <sup>bA</sup> ±0.01	6.46 <sup>bB</sup> ±0.01	6.46 <sup>bD</sup> ±0.01
	T3	6.80 <sup>aA</sup> ±0.01	6.58 <sup>bB</sup> ±0.01	6.44 <sup>cA</sup> ±0.01	6.54 <sup>cA</sup> ±0.01	6.53 <sup>dA</sup> ±0.01
L*	CTL	74.3 <sup>aA</sup> ±0.27	58.2 <sup>bA</sup> ±1.74	63.8 <sup>bA</sup> ±2.37	63.4 <sup>bA</sup> ±2.82	67.6 <sup>cA</sup> ±2.86
	T1	70.4 <sup>ab</sup> ±0.51	55.8 <sup>cA</sup> ±1.79	59.9 <sup>bB</sup> ±2.00	54.5 <sup>cC</sup> ±0.28	58.4 <sup>bB</sup> ±0.15
	T2	66.6 <sup>aC</sup> ±0.43	52.0 <sup>dB</sup> ±0.25	56.9 <sup>cC</sup> ±0.53	59.5 <sup>bB</sup> ±2.18	57.8 <sup>bCB</sup> ±0.25
	T3	61.5 <sup>dD</sup> ±0.55	50.0 <sup>cB</sup> ±2.91	55.8 <sup>bC</sup> ±0.44	58.8 <sup>aB</sup> ±1.57	55.9 <sup>bB</sup> ±0.65
a*	CTL	2.17 <sup>cC</sup> ±0.10	5.20 <sup>aC</sup> ±0.17	3.77 <sup>bC</sup> ±0.06	4.36 <sup>bAB</sup> ±0.75	4.39 <sup>bA</sup> ±0.20
	T1	3.12 <sup>cB</sup> ±0.16	5.56 <sup>bB</sup> ±0.14	4.50 <sup>bB</sup> ±0.10	4.57 <sup>bAB</sup> ±0.06	4.63 <sup>bA</sup> ±0.15
	T2	3.38 <sup>dB</sup> ±0.30	6.07 <sup>aA</sup> ±0.03	4.82 <sup>bC</sup> ±0.03	5.05 <sup>bA</sup> ±0.05	4.67 <sup>cA</sup> ±0.06
	T3	3.80 <sup>dA</sup> ±0.09	4.93 <sup>dD</sup> ±0.03	3.45 <sup>cD</sup> ±0.09	4.21 <sup>bB</sup> ±0.08	4.03 <sup>cB</sup> ±0.13
b*	CTL	11.7 <sup>cA</sup> ±0.28	13.5 <sup>dA</sup> ±0.12	14.5 <sup>cA</sup> ±0.10	15.5 <sup>bA</sup> ±0.05	16.6 <sup>aA</sup> ±0.24
	T1	11.0 <sup>dB</sup> ±0.17	13.0 <sup>bA</sup> ±0.20	13.5 <sup>aB</sup> ±0.16	12.2 <sup>cC</sup> ±0.51	14.0 <sup>aB</sup> ±0.04
	T2	10.1 <sup>cC</sup> ±0.09	12.2 <sup>bB</sup> ±0.43	11.9 <sup>bD</sup> ±0.53	14.3 <sup>aB</sup> ±0.28	13.8 <sup>aB</sup> ±0.15
	T3	9.75 <sup>dD</sup> ±0.09	11.5 <sup>cC</sup> ±0.22	12.5 <sup>bC</sup> ±0.07	14.0 <sup>aB</sup> ±0.19	12.5 <sup>bC</sup> ±0.01
Aw	CTL	0.74 <sup>bB</sup> ±0.01	0.77 <sup>aA</sup> ±0.01	0.74 <sup>bC</sup> ±0.01	0.74 <sup>bA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01
	T1	0.72 <sup>bC</sup> ±0.02	0.71 <sup>cC</sup> ±0.01	0.72 <sup>bB</sup> ±0.01	0.73 <sup>bB</sup> ±0.01	0.75 <sup>aB</sup> ±0.01
	T2	0.74 <sup>bAB</sup> ±0.02	0.73 <sup>cB</sup> ±0.01	0.72 <sup>dB</sup> ±0.01	0.71 <sup>dC</sup> ±0.01	0.75 <sup>aB</sup> ±0.01
	T3	0.75 <sup>bA</sup> ±0.01	0.71 <sup>dC</sup> ±0.01	0.72 <sup>cB</sup> ±0.01	0.71 <sup>dC</sup> ±0.01	0.76 <sup>aB</sup> ±0.01
WHC	CTL	88.8 <sup>bC</sup> ±0.48	82.2 <sup>dA</sup> ±2.82	87.2 <sup>cA</sup> ±0.62	90.1 <sup>abA</sup> ±0.11	91.5 <sup>aA</sup> ±0.88
	T1	84.8 <sup>bB</sup> ±1.46	81.8 <sup>cA</sup> ±0.78	83.4 <sup>bCB</sup> ±2.47	88.5 <sup>aB</sup> ±1.05	89.2 <sup>aB</sup> ±0.51
	T2	83.6 <sup>bCB</sup> ±1.37	81.8 <sup>cA</sup> ±2.10	85.5 <sup>bAB</sup> ±0.97	88.2 <sup>aB</sup> ±0.19	89.0 <sup>aB</sup> ±0.99
	T3	81.3 <sup>bC</sup> ±1.32	81.9 <sup>bA</sup> ±0.60	81.0 <sup>bC</sup> ±0.71	86.5 <sup>aC</sup> ±0.56	88.3 <sup>aB</sup> ±1.44
TBARS	CTL	0.17 <sup>dB</sup> ±0.01	0.06 <sup>cC</sup> ±0.01	0.28 <sup>cA</sup> ±0.01	0.39 <sup>bC</sup> ±0.01	0.44 <sup>aA</sup> ±0.01
	T1	0.07 <sup>eD</sup> ±0.01	0.13 <sup>dA</sup> ±0.01	0.19 <sup>cB</sup> ±0.01	0.35 <sup>bD</sup> ±0.01	0.37 <sup>aD</sup> ±0.01
	T2	0.18 <sup>dA</sup> ±0.01	0.08 <sup>bE</sup> ±0.01	0.28 <sup>cA</sup> ±0.01	0.42 <sup>aB</sup> ±0.01	0.39 <sup>bC</sup> ±0.01
	T3	0.13 <sup>dC</sup> ±0.01	0.03 <sup>eD</sup> ±0.01	0.28 <sup>cA</sup> ±0.01	0.46 <sup>aA</sup> ±0.01	0.42 <sup>bB</sup> ±0.01
VBN	CTL	1.63±0.08 <sup>abB</sup>	1.59±0.08 <sup>bB</sup>	1.77±0.21 <sup>abA</sup>	1.54±0.14 <sup>bB</sup>	1.87±0.08 <sup>aB</sup>
	T1	1.82±0.01 <sup>aA</sup>	1.82±0.14 <sup>aAB</sup>	1.73±0.08 <sup>aA</sup>	1.82±0.14 <sup>aA</sup>	1.77±0.08 <sup>aB</sup>
	T2	1.77±0.08 <sup>bcA</sup>	1.96±0.14 <sup>abA</sup>	1.73±0.08 <sup>cA</sup>	1.59±0.16 <sup>dB</sup>	2.10±0.01 <sup>aA</sup>
	T3	1.87±0.08 <sup>bA</sup>	1.96±0.14 <sup>abA</sup>	1.63±0.21 <sup>cA</sup>	1.40±0.01 <sup>dB</sup>	2.10±0.01 <sup>aA</sup>
TPC	CTL	3.79 <sup>cBC</sup> ±0.14	4.11 <sup>bAB</sup> ±0.07	4.24 <sup>abB</sup> ±0.10	4.29 <sup>abB</sup> ±0.15	4.45 <sup>aB</sup> ±0.13
	T1	3.70 <sup>dC</sup> ±0.03	4.15 <sup>bC</sup> ±0.07	4.04 <sup>cC</sup> ±0.10	4.27 <sup>bB</sup> ±0.14	4.51 <sup>aB</sup> ±0.18
	T2	3.94 <sup>cAB</sup> ±0.03	4.01 <sup>cB</sup> ±0.04	4.36 <sup>bAB</sup> ±0.04	4.35 <sup>bAB</sup> ±0.07	4.51 <sup>aB</sup> ±0.06
	T3	4.05 <sup>dA</sup> ±0.10	3.88 <sup>cC</sup> ±0.06	4.39 <sup>cA</sup> ±0.04	4.55 <sup>bA</sup> ±0.04	5.13 <sup>aA</sup> ±0.06

1) Parameters: L=lightness; a=redness; b=yellowness; Aw=Water activity; WHC=Water holding capacity; TBARS=Thiobarbituric acid reactive substances; VBN=Volatile basic nitrogen; TPC=Total plate count.

2) Treatments: CTL= *T. molitor* 0%; T1= *T. molitor* 1%; T2= *T. molitor* 3%; T3= *T. molitor* 5%.

3) a-f) Means with different scripts in the same treatment are different ( $p<0.05$ ).

4) A-D) Means with different scripts in the same storage days are different ( $p<0.05$ ).

6) 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 가라아게 품질평가

- 제조배합비

**Table 26. The formulation of karraage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis as protein alternative**

Ingredients	Treatments(%) <sup>1)</sup>			
	CTL	P1	P2	P3
Chicken thigh	86.1	85.1	83.1	81.1
<i>P. brevitarsis</i> S. powder	-	1	3	5
Sugar	0.8	0.8	0.8	0.8
Soy sauce	6.3	6.3	6.3	6.3
Cooking wine	5.6	5.6	5.6	5.6
Spices	1	1	1	1
Black pepper powder	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>1)</sup>Treatments: CTL, control karraage; P1, treatment karraage with 1% of *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder; P2, treatment karraage with 3% of *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder; P3, treatment karraage with 5% of *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder.

- 관능검사: 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 관능평가 결과 대조구와 P1의 모든 항목에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며( $p < 0.05$ ), 다즙성과 염도를 제외한 항목에서 흰점박이꽃무지 유충 분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

**Table 27. Sensory evaluation of karraage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Attribute	CTL <sup>1)</sup>	P1	P2	P3
Flavor	7.25 <sup>a</sup> ±1.39	4.88 <sup>ab</sup> ±2.47	2.88 <sup>b</sup> ±1.73	3.00 <sup>b</sup> ±2.00
Color	7.25 <sup>a</sup> ±1.39	5.75 <sup>ab</sup> ±2.12	4.25 <sup>bc</sup> ±2.25	2.88 <sup>c</sup> ±2.42
Texture	7.00 <sup>a</sup> ±1.69	5.50 <sup>ab</sup> ±2.07	4.88 <sup>ab</sup> ±1.46	4.00 <sup>b</sup> ±2.51
Taste	7.38 <sup>a</sup> ±1.51	5.25 <sup>ab</sup> ±2.49	3.13 <sup>b</sup> ±1.73	2.88 <sup>b</sup> ±2.23
Juiciness	6.63 <sup>a</sup> ±1.69	5.38 <sup>a</sup> ±1.92	4.63 <sup>a</sup> ±2.13	4.13 <sup>a</sup> ±2.36
Salinity	6.88 <sup>a</sup> ±1.64	5.38 <sup>a</sup> ±2.20	4.25 <sup>a</sup> ±1.49	3.75 <sup>a</sup> ±1.75
Overall	7.25 <sup>a</sup> ±1.49	5.00 <sup>ab</sup> ±2.20	3.50 <sup>b</sup> ±2.00	2.88 <sup>b</sup> ±2.17

<sup>1)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>2)</sup> <sup>a-c</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 이화학적 성상 평가

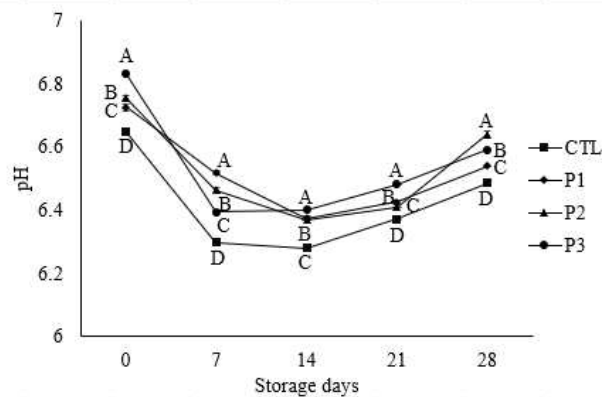
· 일반성분: 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 일반성분 분석 결과 수분의 경우 P3가 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며( $p < 0.05$ ), CTL와 P2는 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 지방의 경우 CTL과 P2가 유의적으로 높았으며, P1과 P3가 유의적으로 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 회분의 경우 P2와 P3가 유의적으로 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 단백질의 경우 대조구가 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며, P1과 P3가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

**Table 28. Proximate composition(%) of karrage with *Protactia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Parameter	Treatment			
	CTL	P1	P2	P3
Moisture (%)	64.1 <sup>C</sup> ±0.47	67.0 <sup>B</sup> ±0.44	64.7 <sup>C</sup> ±0.27	67.8 <sup>A</sup> ±0.16
Fat (%)	5.58 <sup>A</sup> ±0.12	4.02 <sup>B</sup> ±0.10	5.55 <sup>A</sup> ±0.17	3.91 <sup>B</sup> ±0.19
Ash (%)	2.01 <sup>B</sup> ±0.07	2.20 <sup>B</sup> ±0.11	2.51 <sup>A</sup> ±0.06	2.49 <sup>A</sup> ±0.02
Protein (%)	28.3 <sup>A</sup> ±0.39	26.6 <sup>C</sup> ±0.40	27.4 <sup>B</sup> ±0.18	26.2 <sup>C</sup> ±0.55

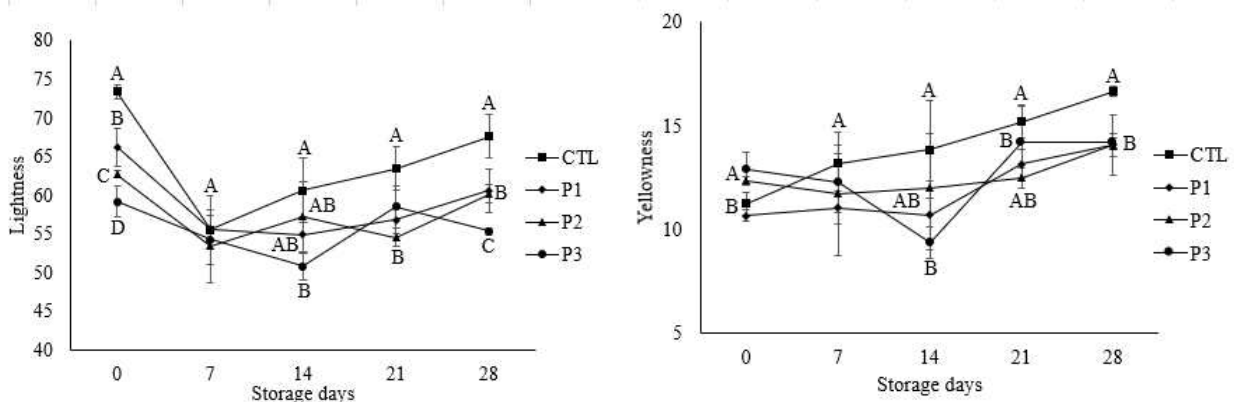
1) Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.  
 2) A-C Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

· pH: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 pH 결과는 Fig 58에 나타내었다. 굼벵이 유충 분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 높은 pH를 나타내었으며( $p < 0.05$ ), 저장기간이 증가함에 따라 14일차까지 감소하였지만 그 이후 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 58. pH value of karrage with *Protactia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.**

· 색도: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 색도 결과는 Fig 59에 나타내었다. 명도는 저장기간이 증가함에 따라 7일차까지 감소하였으나, 그 이후 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 굼벵이 유충 분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 명도가 감소하였다( $p < 0.05$ ). 적색도의 경우 저장기간의 증가에 따라 유의적으로 증가하였으며, 굼벵이 유충분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 황색도의 경우 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 굼벵이 유충 분말 첨가 수준에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 따라서 저장기간의 증가와, 굼벵이 유충분말 첨가 수준에 따라 명도는 감소하였으며, 적색도와 황색도는 증가하였다( $p < 0.05$ ).



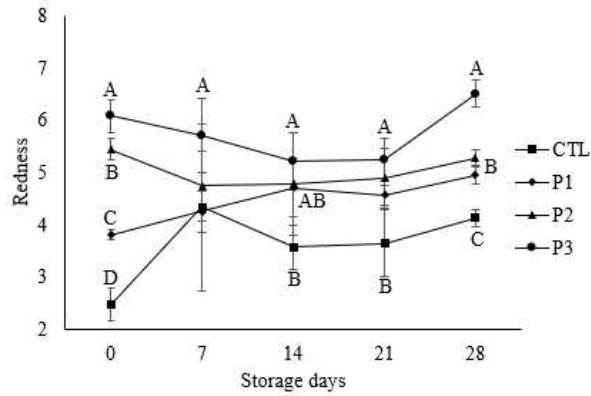


Fig. 59. Color value of karrage with *Protactia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

· 수분활성도: 저저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 수분활성도 결과는 Fig 60에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 21일차까지 수분활성도가 유의적으로 감소하였으며 28일차에 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 또한 전체 저장 기간 동안 대조구가 처리구에 비해 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ).

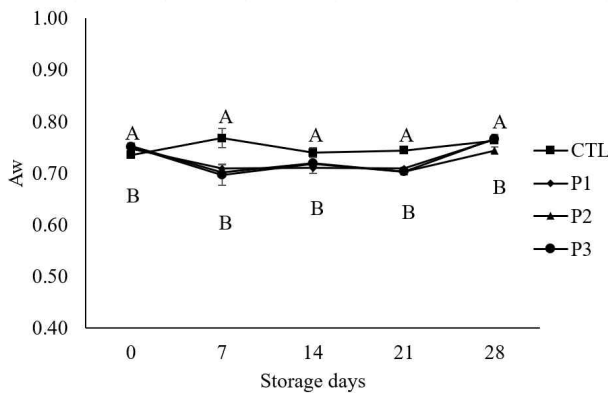


Fig. 60. Aw value of karrage with *Protactia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 기능성 분석

· 보수력: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 보수력 결과는 Fig 61에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 7일차까지는 유의적으로 감소하였지만( $p < 0.05$ ), 그 이후 증가하는 경향을 보였다. 또한 21일차까지 모든 처리구 간의 유의적인 차이는 없었지만 28일차에 P1이 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

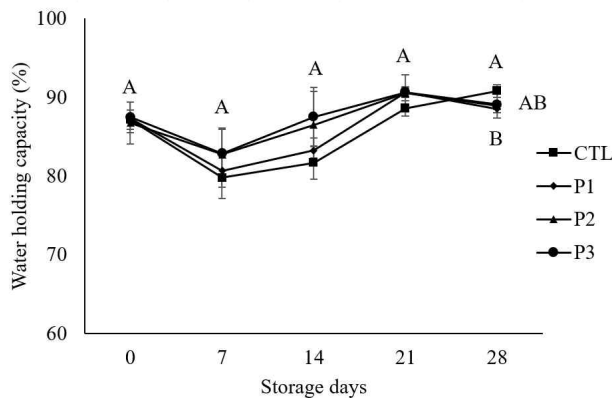


Fig. 61. WHC value of karrage with *Protactia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 가열감량: 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 치킨 가라아게의 가열감량 분석 결과 모든 처리구 간의 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ).

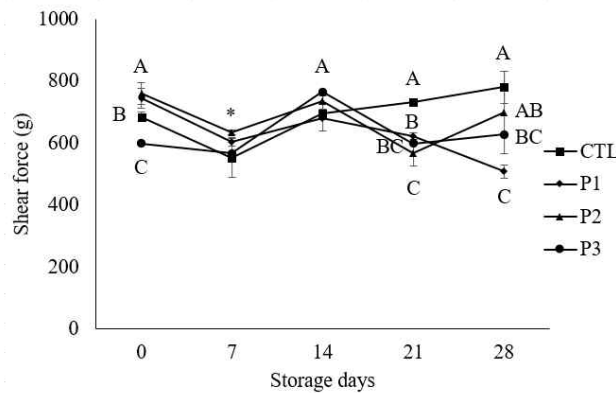
**Table 29. Cooking loss(%) of karaage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative**

Parameter	Treatment			
	CTL	P1	P2	P3
Cooking Loss (%)	21.2 <sup>A</sup> ±3.88	18.4 <sup>A</sup> ±0.88	17.5 <sup>A</sup> ±3.36	20.4 <sup>A</sup> ±1.50

1) Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

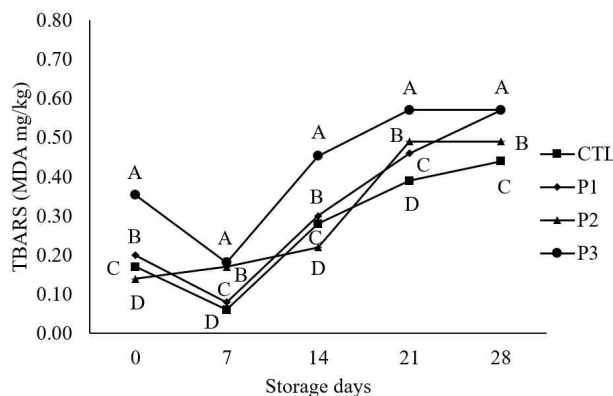
2) <sup>A-B</sup> Means with different scripts in the same treatment are different ( $p < 0.05$ ).

- 조직감 분석: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 전단력 결과는 Fig 62에 나타내었다. 모든 처리구에서 7일차까지 유의적으로 감소하였으나( $p < 0.05$ ), 그 이후로 증가하는 경향을 보였다. 14일차에는 대조구와 처리구간의 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 62. SF value of karaage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.**

- TBARS: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 TBARS 결과는 Fig 63에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 7일차까지는 유의적으로 감소하였지만( $p < 0.05$ ), 그 이후 증가하는 경향을 보였다. 또한 P3가 유의적으로 가장 높았으며, 대조구가 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 63. TBARS value of karaage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.**



- VBN: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 VBN 결과는 Fig 64에 나타내었다. 14일차와 28일차에서는 P2와 P3가 유의적으로 높았으나 ( $p < 0.05$ ), 다른 저장 기간 동안에는 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ).

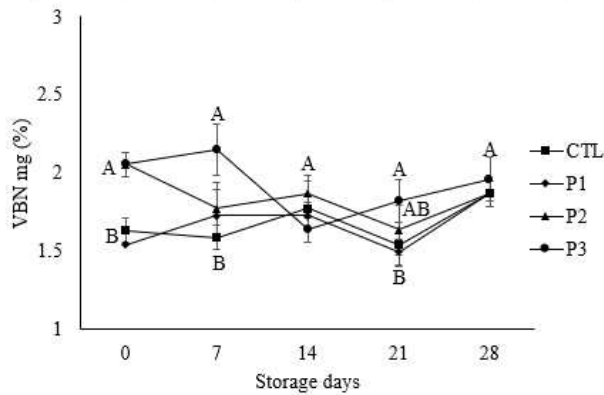


Fig. 64. VBN value of karrage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

- 미생물 분석: 저장기간에 따른 흰점박이꽃무지 유충 분말을 첨가한 가라아게의 미생물 결과는 Fig 65에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 TPC Log CFU/g 증가하였다( $p < 0.05$ ). 또한 곰팡이 유충 분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). VRB의 경우 모든 저장기간 동안 2.00 Log CFU/g 미만으로 나타났다.

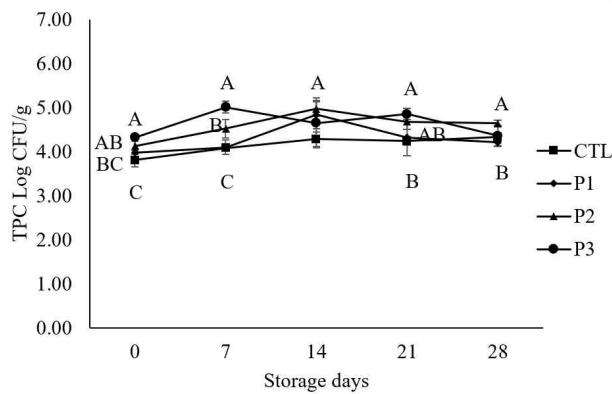


Fig. 65. TPC value of karrage with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative.

**Table 30. Results of physico-chemical and functional properties, lipid and protein oxidation, texture and microbial counts of karaages with *Protaetia brevitarsis* Seulensis larvae powder as protein alternative during cold storage under 4°C**

Parameter <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	Storage days				
		0	7	14	21	28
pH	CTL	6.65 <sup>aD</sup> ±0.01	6.30 <sup>dD</sup> ±0.01	6.28 <sup>cC</sup> ±0.01	6.37 <sup>cD</sup> ±0.01	6.49 <sup>bD</sup> ±0.01
	P1	6.72 <sup>aC</sup> ±0.01	6.52 <sup>cA</sup> ±0.01	6.37 <sup>eB</sup> ±0.01	6.42 <sup>dB</sup> ±0.01	6.54 <sup>bC</sup> ±0.01
	P2	6.76 <sup>aB</sup> ±0.01	6.46 <sup>eB</sup> ±0.01	6.37 <sup>eB</sup> ±0.01	6.41 <sup>dC</sup> ±0.01	6.64 <sup>bB</sup> ±0.01
	P3	6.83 <sup>aA</sup> ±0.01	6.39 <sup>cC</sup> ±0.01	6.40 <sup>dA</sup> ±0.01	6.48 <sup>cA</sup> ±0.01	6.59 <sup>bA</sup> ±0.01
L*	CTL	73.9 <sup>aA</sup> ±0.92	55.5 <sup>cA</sup> ±4.45	60.6 <sup>cDA</sup> ±4.16	63.4 <sup>bCA</sup> ±2.82	67.6 <sup>abA</sup> ±2.86
	P1	66.2 <sup>abB</sup> ±2.43	55.6 <sup>cA</sup> ±1.75	54.8 <sup>cAB</sup> ±2.42	56.8 <sup>bcB</sup> ±1.74	60.6 <sup>bbB</sup> ±2.83
	P2	62.7 <sup>aC</sup> ±0.45	53.4 <sup>cA</sup> ±4.73	57.2 <sup>abcAB</sup> ±4.48	54.5 <sup>bcB</sup> ±1.16	60.1 <sup>abB</sup> ±1.15
	P3	59.2 <sup>aD</sup> ±2.00	54.2 <sup>cA</sup> ±1.24	50.8 <sup>dB</sup> ±1.80	58.5 <sup>abB</sup> ±2.66	55.3 <sup>bcC</sup> ±0.53
a*	CTL	2.47 <sup>bD</sup> ±0.32	4.33 <sup>aA</sup> ±1.59	3.57 <sup>abB</sup> ±0.42	3.63 <sup>abB</sup> ±0.64	4.12 <sup>aC</sup> ±0.16
	P1	3.80 <sup>cC</sup> ±0.10	4.25 <sup>bcA</sup> ±0.40	4.70 <sup>abAB</sup> ±0.56	4.57 <sup>abA</sup> ±0.19	4.95 <sup>abB</sup> ±0.18
	P2	5.43 <sup>abB</sup> ±0.21	4.73 <sup>aA</sup> ±0.68	4.78 <sup>aAB</sup> ±0.98	4.89 <sup>aA</sup> ±0.57	5.27 <sup>abB</sup> ±0.15
	P3	6.07 <sup>abA</sup> ±0.32	5.70 <sup>abA</sup> ±0.72	5.21 <sup>bA</sup> ±0.55	5.23 <sup>bA</sup> ±0.42	6.50 <sup>aA</sup> ±0.26
b*	CTL	11.2 <sup>cB</sup> ±0.56	13.2 <sup>bcA</sup> ±0.88	13.8 <sup>bA</sup> ±2.37	15.2 <sup>abA</sup> ±0.80	16.6 <sup>aA</sup> ±0.24
	P1	10.7 <sup>bbB</sup> ±0.27	11.0 <sup>bA</sup> ±0.80	10.7 <sup>bAB</sup> ±1.66	13.1 <sup>abB</sup> ±0.69	14.1 <sup>abB</sup> ±1.43
	P2	12.4 <sup>aA</sup> ±0.18	11.7 <sup>aA</sup> ±2.99	12.0 <sup>aAB</sup> ±2.64	12.5 <sup>abB</sup> ±0.48	14.1 <sup>abB</sup> ±0.56
	P3	12.9 <sup>aA</sup> ±0.79	12.2 <sup>aA</sup> ±1.42	9.33 <sup>bbB</sup> ±0.74	14.2 <sup>aAB</sup> ±1.74	14.2 <sup>abB</sup> ±0.25
Aw	CTL	0.74 <sup>bbB</sup> ±0.01	0.77 <sup>aA</sup> ±0.02	0.74 <sup>bA</sup> ±0.01	0.74 <sup>bA</sup> ±0.01	0.76 <sup>aA</sup> ±0.01
	P1	0.75 <sup>bA</sup> ±0.01	0.71 <sup>cB</sup> ±0.01	0.71 <sup>cB</sup> ±0.01	0.71 <sup>cB</sup> ±0.01	0.77 <sup>aA</sup> ±0.01
	P2	0.75 <sup>aA</sup> ±0.01	0.70 <sup>dB</sup> ±0.01	0.72 <sup>cB</sup> ±0.01	0.70 <sup>dB</sup> ±0.01	0.74 <sup>bbB</sup> ±0.01
	P3	0.75 <sup>aA</sup> ±0.01	0.70 <sup>cB</sup> ±0.02	0.72 <sup>bB</sup> ±0.01	0.70 <sup>bcB</sup> ±0.01	0.77 <sup>aA</sup> ±0.01
TBARS (mg MDA/kg)	CTL	0.17 <sup>dC</sup> ±0.01	0.06 <sup>eD</sup> ±0.01	0.28 <sup>cC</sup> ±0.01	0.39 <sup>bD</sup> ±0.01	0.44 <sup>aC</sup> ±0.01
	P1	0.20 <sup>dB</sup> ±0.01	0.08 <sup>cC</sup> ±0.01	0.30 <sup>cB</sup> ±0.01	0.46 <sup>bC</sup> ±0.01	0.57 <sup>aA</sup> ±0.01
	P2	0.14 <sup>eD</sup> ±0.01	0.17 <sup>dB</sup> ±0.01	0.22 <sup>cD</sup> ±0.01	0.49 <sup>abB</sup> ±0.01	0.49 <sup>bbB</sup> ±0.01
	P3	0.36 <sup>cA</sup> ±0.01	0.18 <sup>dA</sup> ±0.01	0.45 <sup>bA</sup> ±0.01	0.57 <sup>aA</sup> ±0.01	0.57 <sup>aA</sup> ±0.01
VBN (mg%)	CTL	1.63 <sup>abB</sup> ±0.08	1.59 <sup>bbB</sup> ±0.08	1.77 <sup>abA</sup> ±0.21	1.54 <sup>bbB</sup> ±0.14	1.87 <sup>aA</sup> ±0.08
	P1	1.54 <sup>bbB</sup> ±0.01	1.73 <sup>abB</sup> ±0.16	1.73 <sup>aA</sup> ±0.08	1.49 <sup>bbB</sup> ±0.08	1.87 <sup>aA</sup> ±0.08
	P2	2.05 <sup>aA</sup> ±0.08	1.77 <sup>bbB</sup> ±0.16	1.87 <sup>abA</sup> ±0.08	1.63 <sup>bAB</sup> ±0.16	1.87 <sup>abA</sup> ±0.08
	P3	2.05 <sup>abA</sup> ±0.08	2.15 <sup>aA</sup> ±0.16	1.63 <sup>cA</sup> ±0.08	1.82 <sup>bcA</sup> ±0.14	1.96 <sup>abA</sup> ±0.14
SF (g)	CTL	684.7 <sup>bbB</sup> ±16.0	551.0 <sup>cB</sup> ±62.6	696.7 <sup>abA</sup> ±56.9	732.0 <sup>abA</sup> ±6.33	780.7 <sup>aA</sup> ±52.3
	P1	745.3 <sup>aA</sup> ±32.9	603.9 <sup>cAB</sup> ±12.6	680.9 <sup>bA</sup> ±5.62	622.3 <sup>cB</sup> ±11.4	508.3 <sup>dC</sup> ±22.2
	P2	761.6 <sup>aA</sup> ±35.0	634.2 <sup>abA</sup> ±6.75	736.8 <sup>aA</sup> ±28.0	566.0 <sup>bC</sup> ±39.8	700.0 <sup>aAB</sup> ±133.1
	P3	598.7 <sup>bcB</sup> ±33.7	566.9 <sup>bbB</sup> ±12.9	766.3 <sup>aA</sup> ±83.3	598.8 <sup>bbC</sup> ±22.0	627.3 <sup>bbC</sup> ±8.39
TPC (log CFU/g)	CTL	3.81 <sup>cC</sup> ±0.15	4.08 <sup>bC</sup> ±0.07	4.28 <sup>abA</sup> ±0.16	4.24 <sup>abB</sup> ±0.10	4.33 <sup>abB</sup> ±0.10
	P1	3.98 <sup>bbC</sup> ±0.05	4.10 <sup>bC</sup> ±0.16	4.84 <sup>aA</sup> ±0.32	4.31 <sup>bbB</sup> ±0.41	4.21 <sup>bbB</sup> ±0.10
	P2	4.12 <sup>cAB</sup> ±0.19	4.52 <sup>bbB</sup> ±0.21	4.97 <sup>aA</sup> ±0.16	4.68 <sup>abAB</sup> ±0.17	4.64 <sup>bA</sup> ±0.08
	P3	4.31 <sup>bA</sup> ±0.08	5.01 <sup>aA</sup> ±0.13	4.65 <sup>abA</sup> ±0.57	4.85 <sup>abA</sup> ±0.13	4.36 <sup>bbB</sup> ±0.23

<sup>1)</sup> Parameters: L=lightness; a=redness; b=yellowness; Aw=Water activity; SF=Shear force; TBARS=Thiobarbituric acid reactive substances; VBN=Volatile basic nitrogen; TPC=Total plate count.

<sup>2)</sup> Treatments: CTL= *P. brevitarsis* 0%; P1= *P. brevitarsis* 1%; P2= *P. brevitarsis* 3%; P3= *P. brevitarsis* 5%.

<sup>3)</sup> a-f) Means with different scripts in the same treatment are different ( $p<0.05$ ).

<sup>4)</sup> A-D) Means with different scripts in the same storage days are different ( $p<0.05$ ).

▪ 실험 1. 굽벥이(*Protaetia Brevitarsis* Larvae, PB)와 거저리(*Tenebrio Molitor* Larvae, TM)에서 추출한 수용성(W) 및 염용성(S) 단백질의 *in vitro* digestion 중에 protein digestibility와 antioxidant activity 평가

1.1. 굽벥이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질 추출 및 단백질 분획도 검사

절식 과정을 거친 굽벥이와 거저리는 -70°C에 급속 동결하여 수용성 및 염용성 단백질 추출에 이용되었다. 굽벥이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질 추출은 도식화하여 Figure 1에 나타냈다.

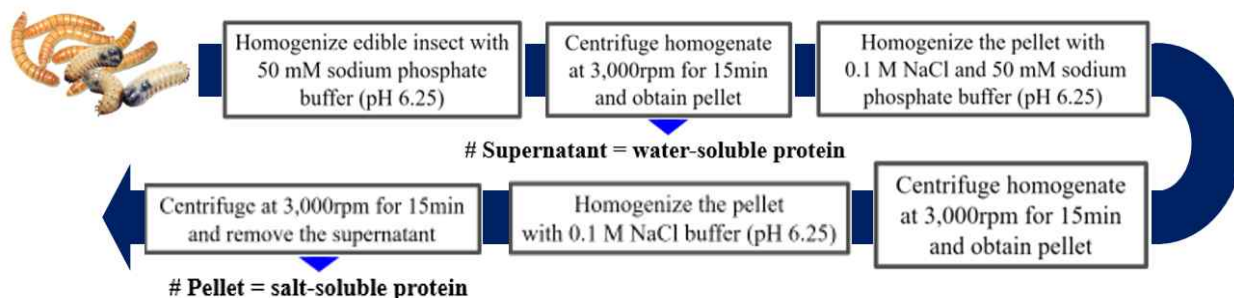


Figure 1. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 수용성 및 염용성 단백질 추출에 대한 모식도.

추출한 수용성 및 염용성 단백질의 단백질 농도 측정 결과는 BCA protein assay를 사용하여 측정하였으며 그 결과는 Table 1에 나타냈다. 굽벥이에서 추출한 수용성 및 염용성 단백질은 각각 PB-W(수용성) 및 PB-S(염용성)로 명명하였으며 거저리에서 추출한 수용성 및 염용성 단백질은 각각 TM-W(수용성) 및 TM-S(염용성)라고 명명하였다. Table 1에 나타난 단백질 농도 측정 결과에서 수용성 단백질(PB-W와 TM-W)의 농도에서는 단백질 함량에는 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), 염용성 단백질(PB-S와 TM-S)에서는 TM-S가 PB-S보다 추출된 단백질 농도가 높았다( $p<0.05$ ). 대체적으로 염용성 단백질이 수용성 단백질보다 단백질 추출 농도가 높았다( $p<0.05$ ) 따라서 곤충단백질 추출 시 수용성 단백질보다 염용성 단백질의 추출도가 우수하며 거저리의 염용성 단백질 추출도가 우수한 것으로 사료된다.

Table 1. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충에서 추출한 수용성(W) 및 염용성(S) 단백질의 단백질 농도(mg/mL)

	Protein concentration(mg/mL)
PB-W	8.98±6.11 <sup>c</sup>
TM-W	15.8±4.95 <sup>c</sup>
PB-S	36.0±2.33 <sup>b</sup>
TM-S	54.3±9.62 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p<0.05$ )

열처리 전, 후의 굽벥이 및 거저리에서 추출한 수용성 및 염용성 단백질의 SDS-PAGE의 결과는 Figure 2에 나타내었다. 시료 제조를 위해 단백질의 농도는 BCA protein assay kit를 이용하여 측정하였다. 단백질은 18 µg을 최종적으로 로딩하였고, stacking gel의 농도는 4%로 separation gel은 12%로 하여 150 V에서 약 1시간 30분 동안 로딩하였다. 그 결과 곤충의 종

류와 단백질 용해성에 따라서 전기영동 단백질 패턴은 다양하게 나타났다. 수용성 단백질과 비교하여 염용성 단백질이 상대적으로 분자량이 큰 단백질 밴드가 더 형성되어있는 것을 확인할 수 있었다. 특히 거저리 염용성 단백질(TM-S)에서는 가열 전에도 젤 상단에 bio-polymer band가 형성된 것을 확인할 수 있었다. 단백질을 열처리한 후(80°C)에는 수용성 단백질의 경우에는 가열 전에 분포되어있던 단백질 밴드들이 사라지거나 열어지고 젤 상단에 bio-polymer가 형성되었다. 염용성 단백질도 가열로 인해 단백질 밴드들이 약해지거나 사라졌다. 그리고 마찬가지로 젤 상단에 bio-polymer가 형성되었고 특히 거저리 염용성 단백질(TM-S)의 단백질 밴드가 굵기가 용해성 단백질(PB-S)과 비교하여 비교적 높은 분자량의 단백질 밴드를 보였다.

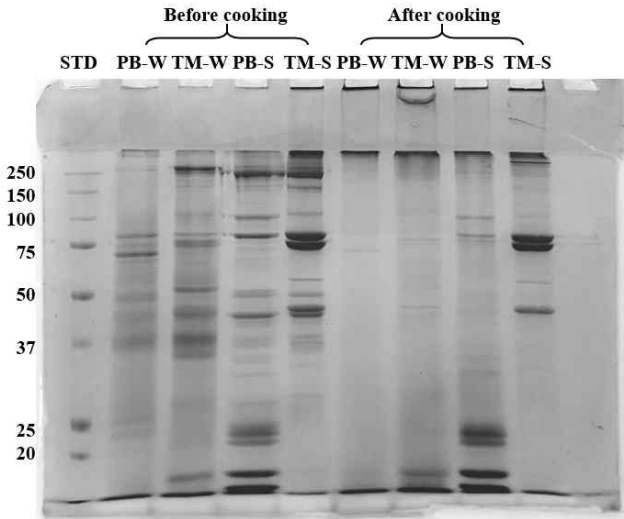


Figure 2. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 수용성 (W) 및 염용성(S) 단백질의 SDS-PAGE 결과

### 1.2. 굼벵이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질의 *in vitro* digestion model에의 적용

굼벵이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질 추출물의 총 단백질 양을 20 mg으로 조정하여 실온에서부터 80°C에 도달할 때까지 항온수조에서 가열하였다. 그리고 Lee, Lee, Chung & Hur (2016)<sup>1)</sup> 방법을 변형하여 *in vitro* digestion을 진행하였다. 소화 과정은 Figure 3에 나타났다. 소화 샘플은 0±2°C에서 12,000 × g 조건으로 3분 원심분리한 후에 소화되지 않은 residue와 supernatant를 분리하여 실험 전까지 -70°C에 보관하였다. residue는 소화 단계 별 SDS-PAGE 평가에 이용되었으며, supernatant는 protein digestibility, DPPH radical scavenging, reducing power 측정에 사용되었다.

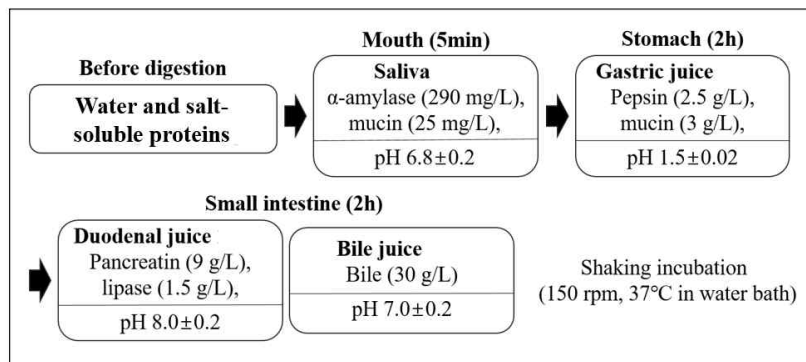


Figure 3. *In vitro* digestion model의 모식도

1) Lee, S. J., Lee, S. Y., Chung, M. S., & Hur, S. J. (2016). Development of novel *in vitro* human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods. *Journal of Functional Foods*, 22, 113-121.

Protein digestibility의 결과는 Table 2에 나타내었다. 단백질 소화율은 곤충 종류에 따라서는 구강, 위, 소장 소화에서 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 용해성에 따라서는 구강 소화에서 수용성 단백질이 염용성 단백질에 비교하여 소화율이 높았다( $p<0.05$ ). 하지만 위 소화에서는 염용성 단백질이 수용성 단백질보다 소화율이 높아졌으나 소장 소화에서 최종적으로는 수용성 단백질이 염용성 단백질보다 소화율이 높았다( $p<0.05$ ). 따라서 곤충 단백질 섭취 시 염용성 단백질보다 수용성 단백질이 단백질 높은 소화율로 인해 생체이용률이 더 높을 것으로 사료된다.

Table 2. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 수용성(W) 및 염용성(S) 단백질의 *in vitro* protein digestibility

Two-way ANOVA		Protein digestibility (%)		
		Oral digestion	Gastric digestion	Small intestine digestion
Insect type	PB	17.1±15.7 <sup>a</sup>	40.7±8.11 <sup>a</sup>	59.6±5.75 <sup>a</sup>
	TM	21.0±20.0 <sup>a</sup>	41.2±4.59 <sup>a</sup>	57.9±6.95 <sup>a</sup>
Solubility	W	35.2±7.03 <sup>a</sup>	39.2±7.05 <sup>b</sup>	63.7±5.09 <sup>a</sup>
	S	2.86±2.30 <sup>b</sup>	42.7±5.48 <sup>a</sup>	53.8±1.13 <sup>b</sup>

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p<0.05$ ).

소화 단계에 따른 굵병이 및 거저리에서 추출한 수용성 및 염용성 단백질의 SDS-PAGE의 결과는 Figure 4에 나타내었다. 샘플 제조를 위해 단백질의 농도는 BCA protein assay kit를 이용하여 측정하였다. 단백질은 18 µg을 최종적으로 로딩하였다. stacking gel의 농도는 4%로 separation gel은 12%로 하여 150 V에서 약 1시간 30분 동안 로딩하였다. 소화가 진행되어짐에 따라서 단백질 밴드들이 점차 순차적으로 저분자로 분해되는 것을 확인하였다. 곤충의 종류와 용해성에 따라서는 단백질 밴드 조정에 따라서 소화 과정 중에 분해되어 새로 생성되는 저분자 단백질 밴드가 다른 양상을 보였다. Table 2의 단백질 소화율 결과를 통해서 곤충의 종류에 따른 단백질 소화율의 차이보다는 단백질 용해성에 의한 단백질 소화의 차이가 있을 것으로 사료된다.

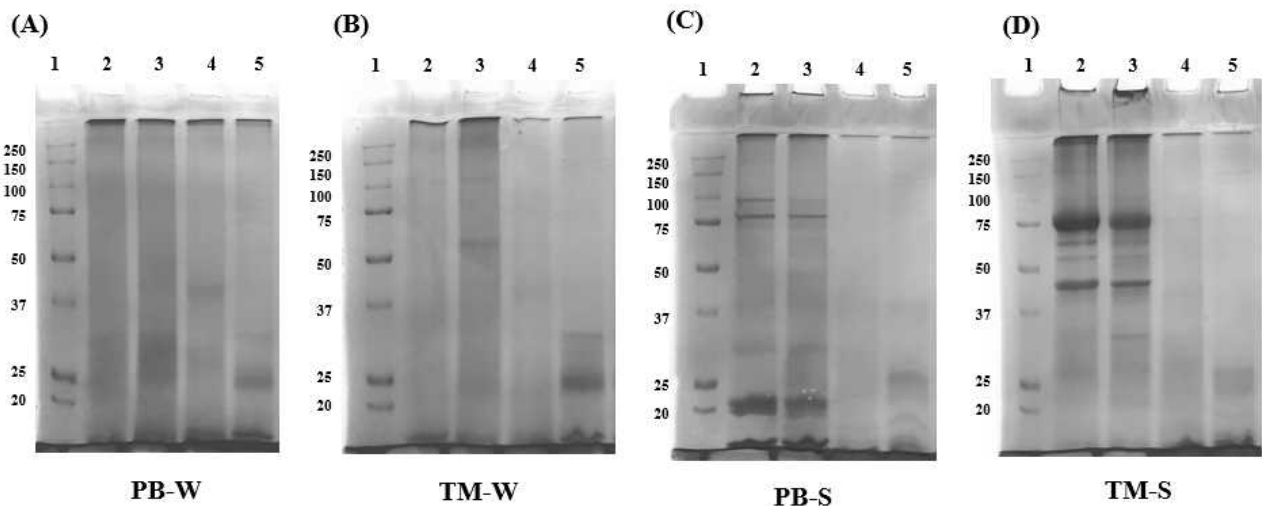


Figure 4. *Protactia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 수용성(W) 및 염용성(S) 단백질의 *in vitro* digestion에 따른 SDS-PAGE 결과. lane 1, Protein standard marker; lane 2, before digestion; lane 2, after oral digestion; lane 3, after gastric digestion; lane 4, after small intestinal digestion. (A) water-soluble proteins extracted from *Protactia Brevitarsis*(PB); (B) water-soluble proteins extracted from *Tenebrio Molitor*(TM); (C) salt-soluble proteins extracted from *Protactia brevitarsis*(PB); (D) salt-soluble proteins extracted from *Tenebrio molitor*(TM).

소화 단계에 따른 굼벵이 및 거저리에서 추출한 수용성 및 염용성 단백질의 항산화 활성 평가는 Table 3에 나타났다. DPPH radical scavenging activity와 reducing power에서 모두 구강 소화에서만 곤충 종류와 단백질 용해성에 따라서 유의적인 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). DPPH radical scavenging activity와 reducing power에서 곤충 종류에 따라서는 거저리(TM)가 굼벵이(PB)와 비교하여 구강 소화에서 높은 활성을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 단백질 용해성에 따라서는 구강 소화에서 염용성 단백질(S)보다 수용성 단백질(W)이 더 높은 항산화 활성을 보였다( $p < 0.05$ ).

Table 3. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 수용성(W) 및 염용성(S) 단백질의 *in vitro* digestion 중의 DPPH radical scavenging activity(%) 그리고 reducing power 결과

Two-way ANOVA		DPPH radical scavenging activity (%)			Reducing power (O.D)		
		Oral digestion	Gastric digestion	Small intestine digestion	Oral digestion	Gastric digestion	Small intestine digestion
Insect type	PB	12.0±8.46 <sup>b</sup>	19.3±10.6 <sup>a</sup>	30.0±19.1 <sup>a</sup>	0.72±0.44 <sup>b</sup>	0.57±0.24 <sup>a</sup>	0.68±0.23 <sup>a</sup>
	TM	16.7±4.47 <sup>a</sup>	28.3±14.2 <sup>a</sup>	25.0±16.6 <sup>a</sup>	0.91±0.91 <sup>a</sup>	0.85±0.20 <sup>a</sup>	0.90±0.33 <sup>a</sup>
Solubility	W	19.7±1.69 <sup>a</sup>	26.6±15.3 <sup>a</sup>	34.0±12.8 <sup>a</sup>	1.13±0.02 <sup>a</sup>	0.78±0.28 <sup>a</sup>	0.87±0.34 <sup>a</sup>
	S	9.03±5.82 <sup>b</sup>	21.0±10.5 <sup>a</sup>	20.9±19.8 <sup>a</sup>	0.50±0.21 <sup>b</sup>	0.64±0.23 <sup>a</sup>	0.71±0.25 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p < 0.05$ ).

## ▪ 실험 2. 굼벵이(*Protaetia Brevitarsis* Larvae, PB)와 거저리(*Tenebrio Molitor* Larvae, TM)에서 추출한 수용성 및 염용성 단백질의 조성에 따른 물성 평가

### 2.1. 굼벵이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질 추출

실험 2의 굼벵이와 거저리에서의 수용성 및 염용성 단백질 추출 방법은 실험 1과 동일하다. 굼벵이와 거저리 단백질 추출물의 물성 특성을 평가하기 위하여 본 실험을 실시하였다. 처리구는 단백질 용해성에 따라 각각 굼벵이(PB), 거저리(TM) 그리고 굼벵이와 거저리 단백질을 1:1로 혼합한 처리구(TM+PB)이다. 젤 강도 측정을 위해서 vial에 단백질 5 g을 정량하여 상온에서부터 80℃에 도달할 때까지 항온수조 안에서 가열하여 얼음 안에서 급속냉각한 후 실험 전까지 4℃ 냉장고에서 보관하였다.

### 2.2. 굼벵이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질 조성에 따른 물성 평가

Figure 1와 2는 굼벵이와 거저리의 수용성 및 염용성 단백질 조성에 따른 점성도 결과를 보여준다. Figure 1에서 수용성 단백질 점성도 결과에서는 곤충 종류에 따른 유의차를 찾을 수 없었으며 shear stress가 액체와 같은 성상을 보여 점성도가 거의 없음을 나타냈고, 따라서 가열 겔을 형성하지 못하여 실험은 염용성 단백질만 실험에 이용하였다.

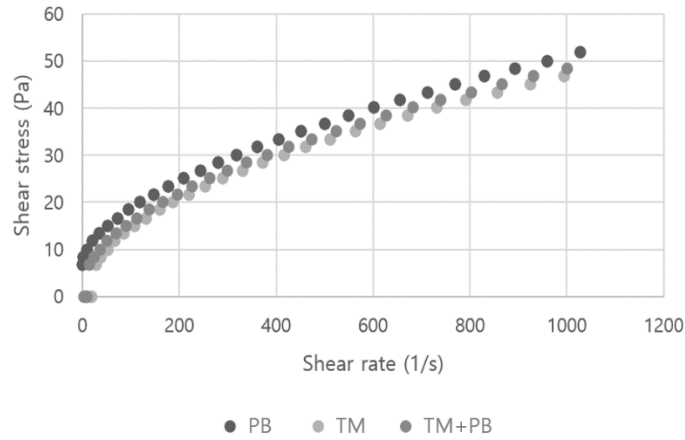


Figure 1. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 수용성 (W) 단백질의 점도 측정 결과.

Figure 2의 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질 조성에 따른 점성도 결과에서는 굼벵이(PB) 단백질이 거저리(TM) 단백질과 비교하여 높은 shear stress를 보였으며 굼벵이와 거저리 혼합 처리구(TM+PB)에서는 굼벵이(PB) 처리구와 유사한 shear stress를 보였다. 따라서 굼벵이가 거저리보다 점성도가 높은 것으로 평가되어지며 거저리 염용성 단백질에 굼벵이 염용성 단백질을 혼합하였을 때 점성도가 개선되는 것을 확인하였다.

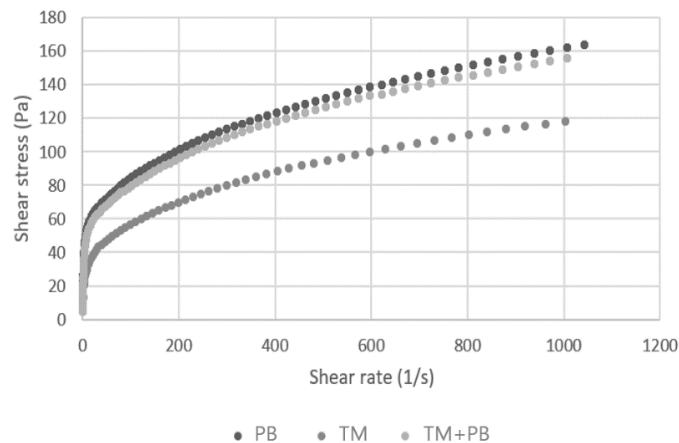


Figure 2. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 (S) 단백질의 점도 측정 결과.

Figure 3의 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질 조성에 따른 열 유도 젤 강도 결과를 나타냈다. 염용성 단백질 젤의 젤 강도 측정 결과에서는 Figure 2의 점성도 결과와 달리 TM (거저리) 젤이 다른 처리구와 비교하여 가장 높은 젤 강도를 보였으며 PB (굼벵이) 젤이 가장 낮은 젤 강도를 보였다( $p < 0.05$ ). TM+PB 처리구는 TM과 PB의 중간의 젤 강도를 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만 젤 강도의 수치가 모두 매우 낮았기 때문에 정상적인 단백질 젤이 형성되었다고 보기 어려우며 곤충 단백질을 가열 시 젤화가 잘 이루어지지 않았음을 시사하였다.

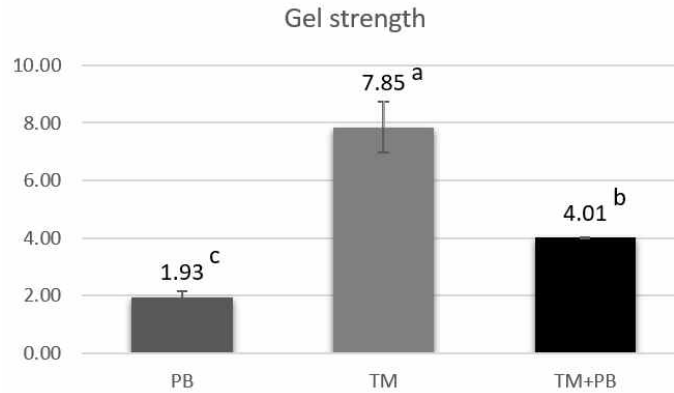


Figure 3. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충과 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 (S) 단백질의 젤 강도 측정 결과. <sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same column are different( $p < 0.05$ ).

▪ 실험 3. NaCl 농도(0.15, 0.30, 0.45 M)에 따른 굼벵이(*Protaetia Brevitarsis* Larvae, PB)와 거저리(*Tenebrio Molitor* Larvae, TM)에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성

3.1. 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질 추출

실험 3의 굼벵이와 거저리에서의 염용성 단백질 추출 방법은 실험 1과 동일하다. 굼벵이와 거저리 단백질 추출물의 물성 특성을 평가하기 위하여 본 실험을 실시하였다. NaCl 농도를 0.15, 0.30, 0.45 M로 하여 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질의 농도를 30 mg/mL로 조정하였다. 젤 강도 측정을 위해서 vial에 단백질 5 g을 정량하여 상온에서부터 80°C에 도달할 때까지 항온수조 안에서 가열하여 얼음 안에서 급속냉각한 후 실험 전까지 4°C 냉장고에서 보관하였다.

3.2. 굼벵이에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성

Figure 1의 점성도와 전기영동 결과에서는 NaCl 농도에 따라서 굼벵이의 염용성 단백질의 물성 특성에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 굼벵이에서 추출한 염용성 단백질은 0.15~0.45 M의 NaCl 농도에서는 점성도와 단백질 밴드에 크게 영향이 없다고 사료된다.

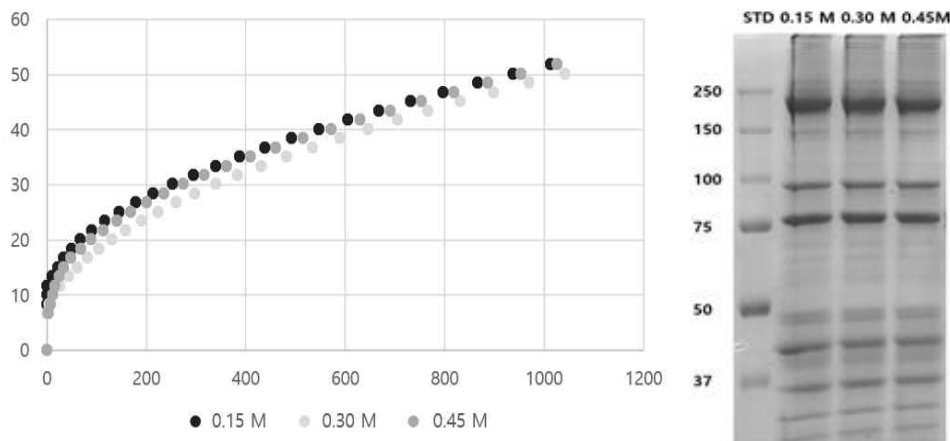


Figure 1. NaCl 수준에 따른 *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 점도 및 SDS-PAGE 측정 결과.



Table 1의 가열 수율(Cooking yield)과 젤 강도 (gel strength) 또한 NaCl 농도에 따라서 유의적인 차이가 관찰되지 않았다( $p>0.05$ ). 따라서 굼벵이에서 추출한 염용성 단백질은 0.15~0.45 M의 NaCl 농도에서는 가열수율과 젤 강도에 크게 영향이 없다고 사료된다.

Table 1. NaCl 수준에 따른 *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 Cooking yield와 gel strength 결과

	Cooking yield (%)	Gel strength (gf)
0.15 M	97.4±2.14 <sup>a</sup>	11.0±5.04 <sup>a</sup>
0.30 M	98.6±0.99 <sup>a</sup>	10.3±2.82 <sup>a</sup>
0.45 M	98.7±1.01 <sup>a</sup>	11.0±2.16 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p<0.05$ ).

### 3.3. 거저리에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성

Figure 2의 점성도와 전기영동 결과에서는 NaCl 농도에 따라서 거저리의 염용성 단백질의 물성 특성에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 거저리에서 추출한 염용성 단백질은 0.15~0.45 M의 NaCl 농도에서는 점성도와 단백질 밴드에 크게 영향이 없다고 사료된다.

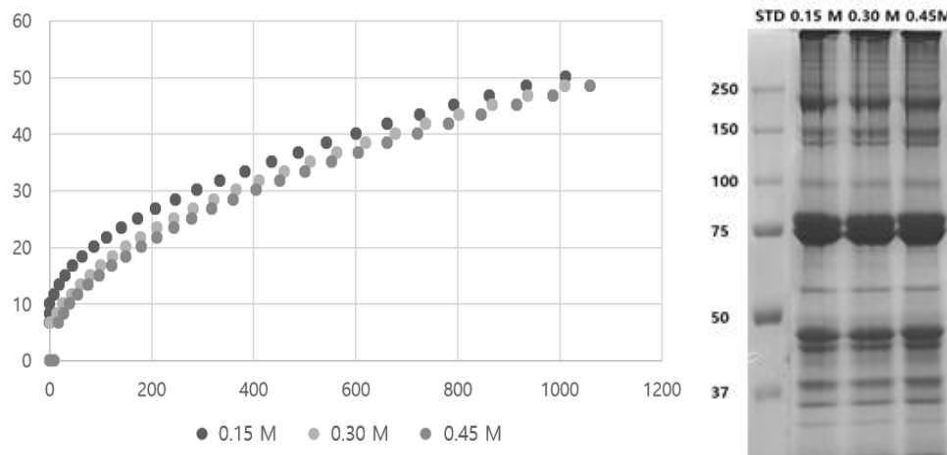


Figure 2. NaCl 수준에 따른 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 점도 및 SDS-PAGE 측정 결과.

Table 2의 가열 수율과 젤 강도 또한 NaCl 농도에 따라서 유의적인 차이가 관찰되지 않았다 ( $p> 0.05$ ). 따라서 거저리에서 추출한 염용성 단백질은 0.15~0.45 M의 NaCl 농도에서는 가열 수율과 젤 강도에 크게 영향이 없다고 사료된다.

Table 2. NaCl 수준에 따른 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 Cooking yield와 gel strength 결과

	Cooking yield (%)	Gel strength (gf)
0.15 M	95.8±3.46 <sup>a</sup>	32.0±14.7 <sup>a</sup>
0.30 M	96.6±2.78 <sup>a</sup>	35.2±17.4 <sup>a</sup>
0.45 M	98.0±2.05 <sup>a</sup>	33.0±15.9 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p<0.05$ )

▪ 실험 4. pH에 따른 굼벵이(*Protaetia Brevitarsis* Larvae, PB)와 거저리(*Tenebrio Molitor* Larvae, TM)에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성

4.1. 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질 추출

실험 3의 굼벵이와 거저리에서의 염용성 단백질 추출 방법은 실험 1과 동일하였다. 굼벵이와 거저리 단백질 추출물의 물성 특성을 평가하기 위하여 본 실험을 실시하였다. 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질의 농도를 30 mg/mL로 하고 pH 범위는 pH 5.5, 6.0 6.5로 조정하였다. 젤 강도 측정을 위해서 vial에 단백질 5 g을 정량하여 상온에서부터 80°C에 도달할 때까지 항온수조 안에서 가열하여 얼음 안에서 급속냉각한 후 실험 전까지 4°C 냉장고에서 보관하였다.

4.2. 굼벵이에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성

Figure 1의 점성도와 전기영동 결과에서는 pH 범위에 따라서 굼벵이의 염용성 단백질의 물성 특성에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 굼벵이에서 추출한 염용성 단백질은 pH 5.5~6.5에서는 점성도와 단백질 밴드에 크게 영향이 없다고 판단된다.

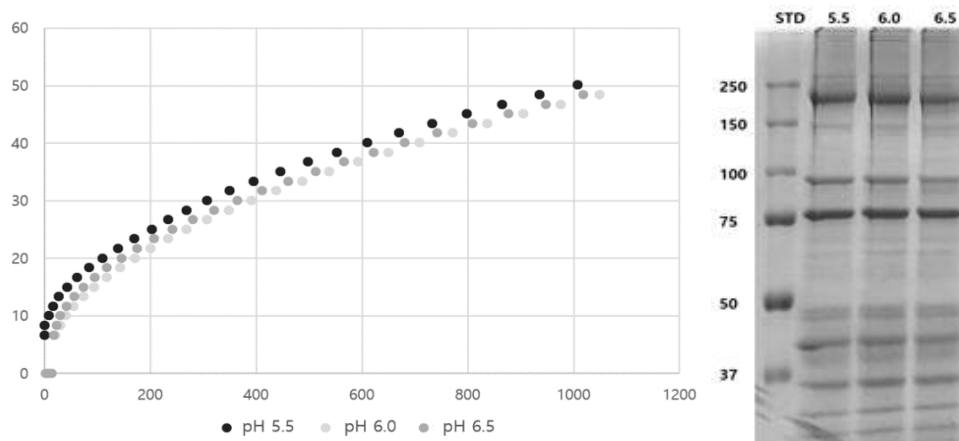


Figure 1. pH 수준에 따른 *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 점도 및 SDS-PAGE 측정 결과.

Table 1의 가열 수율과 젤 강도 또한 pH 범위에 따라서 유의적인 차이가 관찰되지 않았다 ( $p > 0.05$ ). 따라서 굼벵이에서 추출한 염용성 단백질은 pH 5.5~6.5에서는 가열 수율과 젤 강도에 크게 영향이 없다고 사료된다.

Table 1. pH 수준에 따른 *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 Cooking yield와 gel strength 결과

	Cooking yield (%)	Gel strength (gf)
pH 5.5	98.9±0.46 <sup>a</sup>	14.0±9.10 <sup>a</sup>
pH 6.0	99.2±0.21 <sup>a</sup>	10.8±4.96 <sup>a</sup>
pH 6.5	99.1±0.26 <sup>a</sup>	9.17±4.34 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p < 0.05$ ).

4.3. 거저리에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성

Figure 2의 점성도와 전기영동 결과에서는 pH 범위에 따라서 거저리의 염용성 단백질의 물성 특성에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 거저리에서 추출한 염용성 단백질은 pH 5.5~6.5에서는 점성도와 단백질 밴드에 크게 영향이 없다고 사료된다.

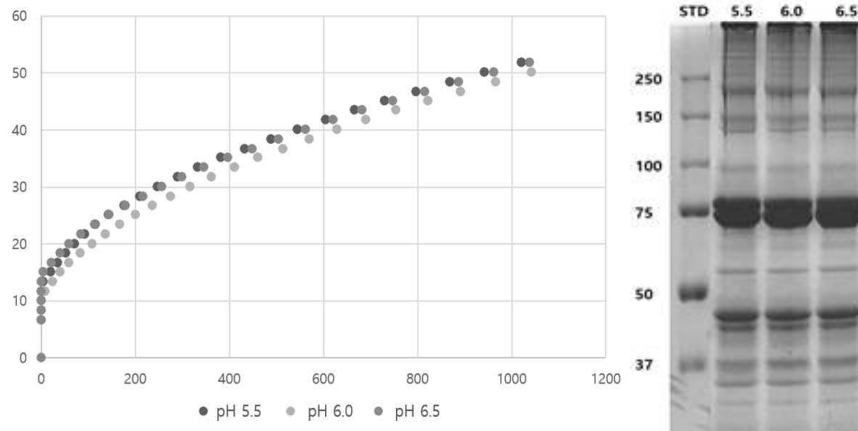


Figure 2. pH 수준에 따른 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 점도 및 SDS-PAGE 측정 결과.

Table 2의 가열 수율과 젤 강도 또한 pH 범위에 따라서 유의적인 차이가 관찰되지 않았다 ( $p > 0.05$ ). 따라서 거저리에서 추출한 염용성 단백질은 pH 5.5~6.5에서는 가열 수율과 젤 강도에 크게 영향이 없다고 사료된다.

Table 2. pH 수준에 따른 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성(S) 단백질의 Cooking yield와 gel strength 결과

	Cooking yield (%)	Gel strength (gf)
pH 5.5	92.5±11.8 <sup>a</sup>	29.1±15.2 <sup>a</sup>
pH 6.0	99.1±0.58 <sup>a</sup>	32.5±16.4 <sup>a</sup>
pH 6.5	99.5±0.32 <sup>a</sup>	29.3±15.1 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Means with different superscripts in the same column are different ( $p < 0.05$ ).

## ▪ 실험 5. 굼벵이(*Protaetia Brevitarsis* Larvae, PB)와 거저리(*Tenebrio Molitor* Larvae, TM)에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 물성 특성 평가

### 5.1. 굼벵이 및 거저리에서 추출한 염용성 단백질의 동결건조 분말 준비

실험 5의 굼벵이와 거저리에서의 염용성 단백질 추출 방법은 실험 1과 동일하였다. 염용성 단백질은 -70°C에서 동결한 후 동결건조기를 이용하여 5일 동안 동결건조를 하였다. 동결건조를 통해 얻은 염용성 단백질 동결건조 분말은 증류수에 100배 희석하여 BCA protein assay kit를 이용하여 단백질 농도를 측정하였다. 굼벵이 염용성 단백질 동결건조 분말의 단백질 농도는 약 1122 mg/mL이며 거저리 염용성 단백질 동결건조 분말의 단백질 농도는 약 436 mg/mL이다.

### 5.2. 돈육 근원섬유단백질 추출 및 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 근원섬유단백질 젤 준비

돈육 근원섬유단백질 추출을 위하여 냉동된 돈육 후지 200g으로 추출하였다. 추출 방법은 Chin, Go and Xiong (2009)<sup>2)</sup>의 방법을 이용하여 돈육 근원섬유단백질이 추출되었다. 근원섬유단백질의 단백질 농도는 biuret method를 이용하여 측정되었고 최종 단백질 함량이 40 mg/mL가 되도록 0.45M NaCl이 포함된 0.05 M sodium phosphate buffer (pH 6.25)를 이용하여 조정하였다. 굼벵이와 거저리의 염용성 단백질 동결건조 분말은 그 단백질 농도가 돈육 근원섬유단백질의 최종 농도의 1%와 2%가 되도록 돈육 근원섬유단백질에 첨가하였다. 배합비는 Table 1에 나타내었다. 열 유도 젤을 제조하기 위하여 vial에 단백질 혼합물을 5g씩 정량하고 상온에서 80°C까지 가열하였다. 가열이 종료된 단백질 젤은 얼음 안에서 급속냉각한 후 실험 전까지 4°C 냉장고에서 보관하였다.

2) Chin, K. B., Go, M. Y., & Xiong, Y. L. (2009). Konjac flour improved textural and water retention properties of transglutaminase-mediated, heat-induced porcine myofibrillar protein gel: Effect of salt level and transglutaminase incubation. *Meat Science*, 81(3), 565-572.

Table 1. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질 제조 배합비

%	MP	TM 1%	TM 2%	PB 1%	PB 2%
Myofibrillar protein	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
Buffer solution	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
insect proteins freeze-dried powder	0.00	0.05	0.10	0.02	0.04
Total	50.0	50.05	50.10	50.02	50.04

### 5.3. 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 근원섬유단백질의 물성 특성 평가

Figure 1는 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 점성도를 측정된 결과이다. 굼벵이(PB)와 거저리(TM) 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 점성도와 비교하여 순수한 근원섬유단백질(MP) 처리구가 비교적 높은 점도를 보였다. 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가로 인해서 점성도가 약간 감소하는 경향을 보였다.

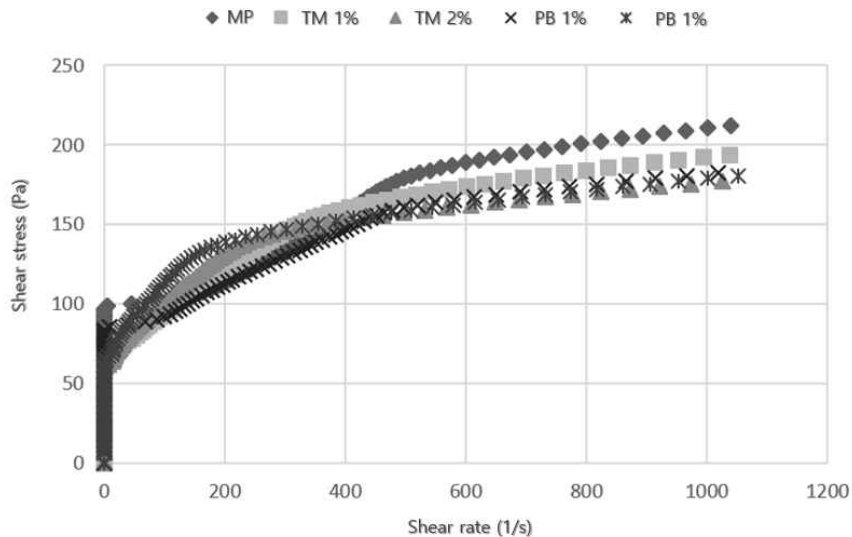


Figure 1. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질의 점도 결과.

Table 2는 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 protein surface hydrophobicity와 SH group level에 대한 결과를 보여주었다. 거저리(TM)와 굼벵이(PB) 첨가로 인한 돈육 근원섬유단백질(MP)의 hydrophobicity와 SH group level에서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았다( $p>0.05$ ).

Table 2. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질의 Protein surface hydrophobicity와 SH group level 결과

	Hydrophobicity ( $\mu\text{g}$ )	SH group level ( $\mu\text{mol/g protein}$ )
MP	13.7 $\pm$ 5.18 <sup>a</sup>	97.5 $\pm$ 1.22 <sup>a</sup>
TM 1%	11.7 $\pm$ 5.70 <sup>a</sup>	96.3 $\pm$ 1.52 <sup>a</sup>
TM 2%	14.0 $\pm$ 5.06 <sup>a</sup>	88.3 $\pm$ 11.7 <sup>a</sup>
PB 1%	10.8 $\pm$ 3.99 <sup>a</sup>	94.4 $\pm$ 3.38 <sup>a</sup>
PB 2%	13.3 $\pm$ 5.69 <sup>a</sup>	92.9 $\pm$ 4.92 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Means with different superscripts in the same parameter are different ( $p<0.05$ ).

Figure 2은 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 전기영동 결과를 보여준다. 전기영동에 나타난 돈육 근원섬유단백질 밴드는 곤충의 종류와 첨가량에 따라서 단백질 밴드 변화에 영향을 미치지 않았다.

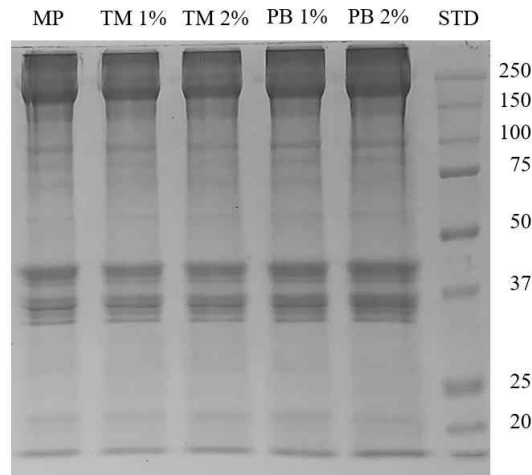


Figure 2. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질의 SDS-PAGE 결과.

Figure 3는 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질 젤의 가열 수율(%)을 나타낸 결과이다. 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 처리구에서 가열 수율이 순수한 근원섬유단백질(MP)과 비교하여 높았다( $p < 0.05$ ). 곤충 종류에 따라 비교하였을 때는 굼벵이(PB) 1% 처리구가 낮은 가열 수율을 보였다( $p < 0.05$ ). 거저리 처리구(TM 1%와 TM 2%)는 첨가함량에 따라서 가열 수율에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 하지만 굼벵이(PB) 1% 처리구보다 거저리 처리구(TM 1%와 TM 2%)가 높은 가열 수율을 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만 굼벵이(PB) 2% 처리구와는 유의적인 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

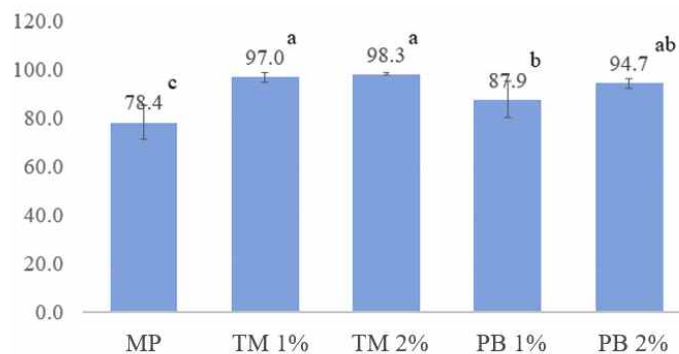


Figure 3. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질의 가열수율(%) 결과. <sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same parameter are different( $p < 0.05$ ).

Figure 4는 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질 젤의 젤 강도(gf)를 나타낸 결과이다. 곤충 종류와 관계없이 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 돈육 근원섬유단백질에 첨가함에 따라서 근원섬유단백질(MP)의 젤 강도를 크게 감소시켰다( $p < 0.05$ ). 곤충의 종류와 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 따라서 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말의 첨가는 젤 강도의 감소를 가져오기 때문에 이를 보완할 방법이 고려되어야 할 것으로 사료된다.

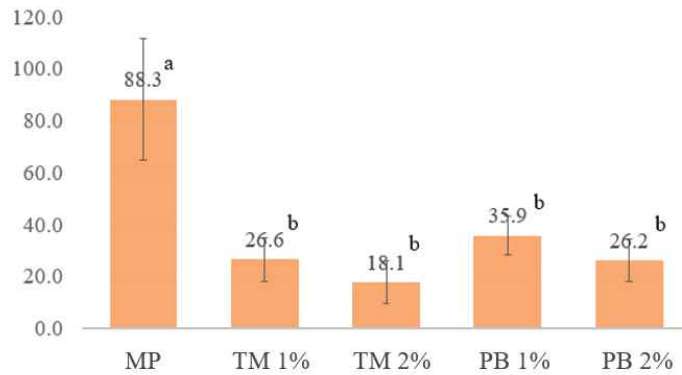


Figure 4. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질의 젤 강도(gf) 결과. <sup>a-b</sup> Means with different superscripts in the same parameter are different( $p < 0.05$ ).

Figure 5는 다양한 농도의 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질 젤의 주사전자현미경(LV-SEM)을 이용한 3차원 단백질 표면 미세구조를 관찰한 결과이다. 순수한 돈육 근원섬유단백질(MP) 처리구가 가장 평평하고 조밀한 단백질 표면 미세구조를 이루고 있었다. 곤충의 종류와 관계없이 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말의 첨가량이 증가함에 따라 표면 단백질 구조가 거칠어지고 단백질 구조 사이에 공극이 형성된 것을 관찰할 수 있었다. 그리고 굵벙이(PB) 처리구가 거저리(TM) 처리구와 비교하여 단백질 미세구조가 더 거칠고 공극이 더 많이 관찰되었다.

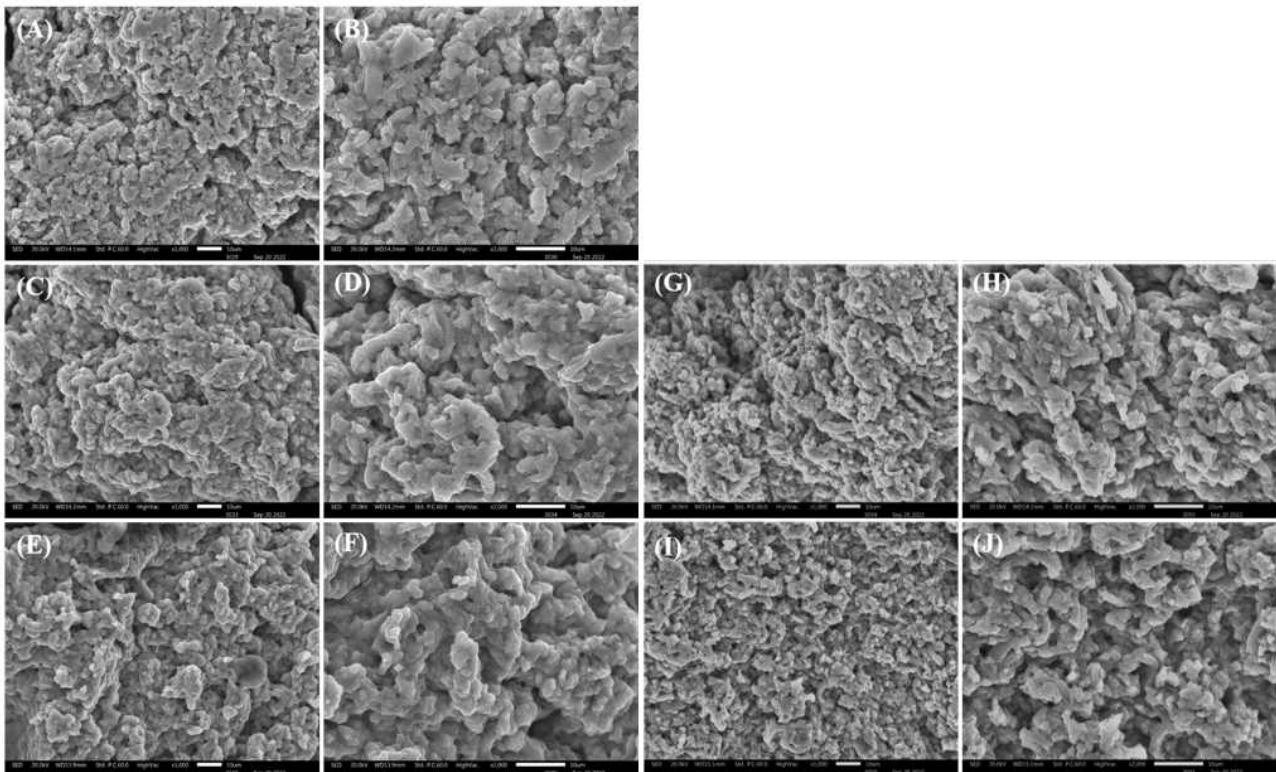


Figure 5. *Protaetia brevitarsis*(PB) 유충 및 *Tenebrio molitor*(TM) 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 함유한 돈육 근원섬유단백질의 표면미세구조 결과. (A) MP x1000; (B) MP x2000; (C) TM 1% x1000; (D) TM 1% x2000; (E) TM 2% x1000; (F) TM 2% x2000; (G) PB 1% x1000; (H) PB 1% x2000; (I) PB 2% x1000; (J) PB 2% x2000.

▪ 실험 6. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 품질특성 평가

6.1. 저지방 소시지의 제조 준비 및 제조

Table 1. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 제조 배합비

Ingredients	%						
	CTL	PB powder			TM powder		
		0.5%	1.0%	2.0%	0.5%	1.0%	2.0%
Meat	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Ice water	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
STPP	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sodium erythorbate	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sodium nitrite	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
PB powder	0.00	0.50	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
TM powder	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	2.00
<b>Total</b>	100.0	100.5	101.0	102.0	100.5	101.0	102.0

흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질의 동결건조 분말을 킬달 방법으로 조단백질 함량을 구하였다. 흰점박이꽃무지에서 추출한 염용성 단백질의 동결건조 분말은 PB 그리고 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질의 동결건조 분말은 TM로 명명하였다. 조단백질 함량은 TM은 55.0% 그리고 PB는 53.2%이었다. Table 1은 PB와 TM을 첨가한 돈육 저지방 소시지의 제조 배합비이다. PB와 TM은 각각 0.5, 1.0, 1.5%로 하여 돈육 저지방 소시지에 첨가되었다. 돈육 후지는 만육 후 -50℃에 냉동하여 보관하였으며 소시지 제조 시 4℃에서 약 12시간 해동하여 실험에 사용하였다. Table 1의 배합비에 따라서 믹서(HMC-401, (주)한일전기, Seoul, Korea)를 이용하여 세절 및 혼합 과정을 통해 소시지의 반죽을 제조하였다. 반죽은 50mL conical tube에 40g씩 충전하여 원심분리기(VS-5500, vision Science Co., Ltd., Daejeon, Korea)에서 3,000 rpm으로 2분 원심분리하였다. 가열은 75℃로 맞춰진 항온수조(WB-22, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 30분 가열하였다. 가열이 끝난 소시지는 얼음에 급속냉각 시킨 후 실험 전까지 4℃에서 보관하였다.

6.2. pH와 색도

Table 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 pH 및 색도 결과

		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
pH	Mean	6.37	6.35	6.36	6.38	6.31	6.33	6.34
	SD	0.02	0.04	0.04	0.07	0.13	0.11	0.07
CIE L*	Mean	70.1 <sup>a</sup>	67.0 <sup>bc</sup>	66.7 <sup>bc</sup>	62.9 <sup>d</sup>	67.0 <sup>bc</sup>	67.4 <sup>b</sup>	65.0 <sup>cd</sup>
	SD	0.86	0.51	0.45	0.73	2.02	0.53	0.08
CIE a*	Mean	8.08	8.84	8.11	9.02	9.63	9.85	11.1
	SD	2.58	2.35	1.31	2.31	0.26	1.34	1.17
CIE b*	Mean	7.53 <sup>e</sup>	9.28 <sup>d</sup>	11.8 <sup>b</sup>	13.5 <sup>a</sup>	7.86 <sup>e</sup>	9.09 <sup>d</sup>	10.4 <sup>c</sup>
	SD	0.05	0.12	0.59	0.07	0.07	0.13	0.19

<sup>a-d</sup> Means within the same row with different letters differ significantly(p<0.05).

PB와 TM을 첨가한 저지방 소시지의 pH 및 색도 결과는 table 2에 나타냈다. 소시지의 pH 결과에는 PB와 TM의 첨가에 따른 유의적인 차이가 발견되지 않았다( $p>0.05$ ). 색도 측정 결과에서는 적색도에서는 처리구에 따른 유의적인 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), 명도에서 PB와 TM의 첨가로 인해 명도가 감소하였는데 첨가량이 증가함에 따라서 명도가 감소하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). CTL과 비교하여 황색도는 PB와 TM의 첨가로 인해 증가하는 것을 확인하였으며 첨가 함량이 증가함에 따라 황색도가 함께 증가하였다( $p<0.05$ ). PB의 첨가는 TM 첨가보다 황색도를 더 증가시켰다( $p<0.05$ ). 이는 PB가 TM보다 본래 더 진한 색을 띠기 때문이라고 사료된다. TM 0.5%의 첨가는 대조구인 CTL과 비교하여 황색도에서 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 따라서 TM과 PB의 첨가는 소시지의 명도를 감소시키고 황색도를 증가시키는 것으로 보여진다.

### 6.3. 가열감량과 보수력

Table 3. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 가열감량과 보수력 결과

%		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
Cooking loss	Mean	2.66	1.94	2.25	1.69	1.81	1.13	1.63
	SD	0.75	0.09	0.71	0.27	0.62	0.27	0.00
Expressible moisture	Mean	28.9	27.5	29.1	30.8	29.3	29.3	35.1
	SD	4.96	2.23	1.43	1.46	0.79	1.75	0.64

Table 3은 PB와 TM 첨가량에 따른 저지방 소시지의 가열감량과 보수력 측정 결과를 보여준다. TM과 PB의 첨가는 저지방 돈육 소시지의 가열감량과 유리 수분량에 영향을 미치지 않았다( $p>0.05$ ).

### 6.4. 일반성분

Table 4. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 일반성분 결과

%		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
Moisture	Mean	79.9	79.3	79.0	78.5	78.9	79.5	79.2
	SD	0.21	1.07	0.27	1.04	0.69	0.39	0.26
Fat	Mean	2.02	2.16	2.05	2.10	2.47	2.11	2.42
	SD	0.47	1.02	0.54	0.74	0.73	0.96	0.38
Protein	Mean	15.1	15.7	16.5	16.5	16.2	16.0	16.3
	SD	0.38	0.05	0.30	0.18	0.47	0.13	0.72

Table 4은 PB와 TM 첨가량에 따른 저지방 소시지의 일반성분(수분, 지방, 단백질) 측정 결과를 보여준다. TM과 PB의 첨가는 저지방 돈육 소시지의 일반성분 조성에 영향을 미치지 않았다( $p>0.05$ ).



### 6.5. 조직감

Table 5. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 조직감 결과

		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
Hardness	Mean	3127 <sup>a</sup>	2340 <sup>b</sup>	1744 <sup>c</sup>	1423 <sup>c</sup>	2224 <sup>b</sup>	1638 <sup>c</sup>	805 <sup>d</sup>
	SD	57.3	49.5	32.5	96.9	298	163	100
Springiness	Mean	6.03 <sup>a</sup>	5.74 <sup>a</sup>	4.14 <sup>b</sup>	2.90 <sup>c</sup>	2.43 <sup>c</sup>	2.65 <sup>c</sup>	2.87 <sup>c</sup>
	SD	0.18	0.00	0.78	0.40	0.06	0.24	0.31
Gumminess	Mean	25.7 <sup>a</sup>	18.7 <sup>b</sup>	16.2 <sup>b</sup>	14.2 <sup>b</sup>	17.8 <sup>b</sup>	13.7 <sup>b</sup>	5.97 <sup>c</sup>
	SD	3.75	2.90	0.35	0.99	2.90	2.40	0.38
Chewiness	Mean	178 <sup>a</sup>	108 <sup>b</sup>	56.3 <sup>c</sup>	42.0 <sup>c</sup>	84.6 <sup>b</sup>	46.7 <sup>c</sup>	17.2 <sup>d</sup>
	SD	19.8	14.5	1.70	4.31	0.64	6.72	2.62
Cohesiveness	Mean	0.83	0.85	0.79	0.84	0.79	0.80	0.72
	SD	0.09	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.01

<sup>a-d</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

Table 5은 PB와 TM 첨가량에 따른 저지방 소시지의 조직감 측정 결과를 나타낸다. pH, 가열감량, 보수력 그리고 일반성분에서 유의적인 차이를 보이지 않았지만( $p > 0.05$ ), 조직감에서는 PB와 TM의 첨가로 조직감이 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). Hardness에서는 CTL의 조직감이 가장 높았으며 PB와 TM를 1% 이상 첨가하였을 때 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). Springiness에서는 CTL과 PB 0.5%에서 가장 높았으며 TM 첨가구는 첨가량에 상관없이 가장 낮은 springiness를 보였다( $p < 0.05$ ). Gumminess에서는 CTL보다 모든 처리구가 낮은 값을 보였다( $p < 0.05$ ). Cohesiveness에서는 처리구에 따른 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 따라서 PB와 TM의 첨가가 저지방 소시지의 조직감을 저하시킴을 확인하였기 때문에 저지방 소시지에 이를 적용할 시 낮은 함량으로 TM과 PB를 첨가하여야 할 것으로 사료된다.

### 6.6. 전기영동

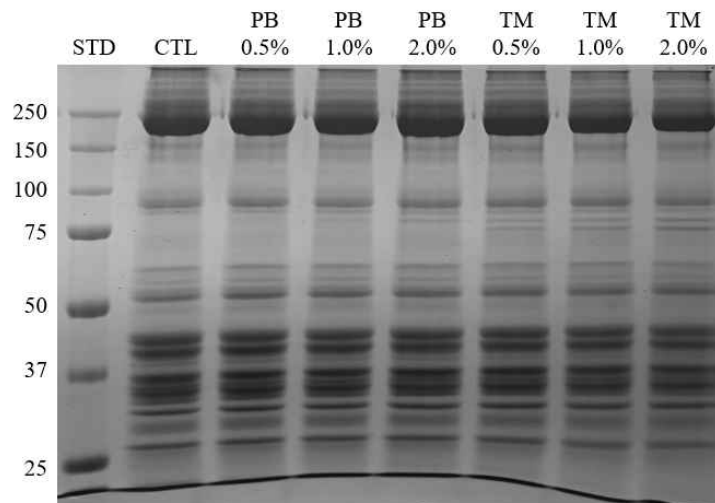


Figure 1. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 전기영동 결과

Figure 1은 PB와 TM 첨가량에 따른 저지방 소시지의 전기영동 결과를 보여준다. PB와 TM를 첨가한 소시지에서 CTL에서는 관찰되지 않은 단백질 분획이 75 kD 부근에서 관찰되었다. 이는 첨가량이 증가함에 따라서 뚜렷하게 관찰되었다. 그리고 PB보다 TM 처리구에서 이러한 단백질 분획이 더 많이 관찰되었다.

▪ 실험 7. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 품질특성 평가

7.1. 유화형 소시지의 제조 준비 및 제조

Table 1. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 제조 배합비

Ingredients	%						
	CTL	PB powder			TM powder		
		0.5%	1.0%	2.0%	0.5%	1.0%	2.0%
Meat	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Back fat	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Ice water	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
STPP	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sodium erythorbate	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sodium nitrite	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
PB powder	0.00	0.50	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
TM powder	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	2.00
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.5</b>	<b>101.0</b>	<b>102.0</b>	<b>100.5</b>	<b>101.0</b>	<b>102.0</b>

Table 1은 PB와 TM을 첨가한 돈육 유화형 소시지의 제조 배합비이다. PB와 TM은 각각 0.5, 1.0, 1.5%로 하여 돈육 유화형 소시지에 첨가되었다. 제조 방법은 실험 1과 동일하다.

7.2. pH와 색도

Table 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 pH 및 색도 결과

		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
pH	Mean	6.38	6.37	6.36	6.38	6.31	6.36	6.34
	SD	0.09	0.09	0.07	0.09	0.14	0.09	0.08
CIE L*	Mean	70.7 <sup>a</sup>	66.9 <sup>bc</sup>	64.1 <sup>c</sup>	57.7 <sup>d</sup>	70.3 <sup>a</sup>	68.4 <sup>ab</sup>	67.1 <sup>bc</sup>
	SD	1.21	0.78	2.03	3.38	0.88	0.81	1.34
CIE a*	Mean	8.81 <sup>a</sup>	7.19 <sup>bc</sup>	6.58 <sup>cd</sup>	5.64 <sup>d</sup>	8.21 <sup>ab</sup>	8.73 <sup>a</sup>	8.33 <sup>ab</sup>
	SD	0.78	0.80	0.81	0.46	0.73	0.25	0.85
CIE b*	Mean	7.06 <sup>d</sup>	8.83 <sup>bc</sup>	9.59 <sup>bc</sup>	11.2 <sup>a</sup>	8.05 <sup>cd</sup>	9.02 <sup>cb</sup>	10.2 <sup>ab</sup>
	SD	0.29	0.63	1.82	0.51	0.30	0.42	0.79

<sup>a-d</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

PB와 TM을 첨가한 유화형 소시지의 pH 및 색도 결과는 table 2에 나타났다. 유화형 소시지의 pH 결과에서는 실험 1의 저지방 소시지와 마찬가지로 PB와 TM의 첨가에 따른 유의적인 차이가 발견되지 않았다( $p > 0.05$ ). 색도 측정 결과에서는 명도에서 PB와 TM의 첨가로 인해 명도가 감소하였는데 첨가량이 증가함에 따라서 명도가 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 그리고 PB의 첨가가 TM 보다 명도의 더 큰 감소를 가져왔다( $p < 0.05$ ). 적색도에서도 PB와 TM의 첨가로 인해서 감소하는 경향을 보였으며 PB의 첨가가 TM보다 적색도를 더 감소시켰다( $p < 0.05$ ). CTL과 비교하여 황색도는 PB와 TM의 첨가로 인해 증가하는 것을 확인하였으며 첨가 함량이 증가함에 따라 황색도가 함께 증가하였다( $p < 0.05$ ). PB의 첨가는 TM 첨가보다 황색도를 더 증가시켰다( $p < 0.05$ ). 이는 PB가 TM보다 본래 더 진한 색을 띠기 때문이라고 사료된다. 따라서 유화형 소시지에 TM과 PB의 첨가는 소시지의 명도와 적색도를 감소시키고 황색도를 증가시키는 것으로 보여진다.

### 7.3. 가열감량과 보수력

Table 3. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 가열감량과 보수력 결과

%		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
Cooking loss	Mean	1.58	1.46	1.54	2.04	1.15	1.42	1.77
	SD	0.47	0.56	0.83	1.51	0.07	0.38	0.29
Expressible moisture	Mean	13.9	16.0	20.1	19.6	13.8	18.7	20.4
	SD	1.07	2.38	6.74	6.89	1.74	4.44	6.25

PB와 TM을 첨가한 유화형 소시지의 가열감량과 보수력 결과는 table 3에 나타냈다. 유화형 소시지에서 TM과 PB의 첨가는 가열감량과 보수력에 영향을 미치지 않았다 ( $p>0.05$ ).

### 7.4. 일반성분

Table 4. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 일반성분 결과

%		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
Moisture	Mean	64.2	62.6	63.3	66.5	62.4	63.1	62.0
	SD	2.64	1.67	2.43	4.29	2.06	1.82	2.97
Fat	Mean	19.9	20.9	19.9	18.4	20.6	20.0	21.0
	SD	2.00	1.60	2.31	3.21	2.17	1.16	2.33
Protein	Mean	14.2	14.6	14.6	15.1	14.3	14.6	14.7
	SD	1.48	1.63	1.75	1.04	0.27	0.60	0.55

PB와 TM 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 일반성분 결과는 table 4에 나타냈다. 유화형 소시지에서 TM과 PB의 첨가는 수분, 지방 그리고 단백질 함량에 영향을 미치지 않았다( $p>0.05$ ).

### 7.5. 조직감

Table 5. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 조직감 결과

		CTL	PB 0.5%	PB 1.0%	PB 2.0%	TM 0.5%	TM 1.0%	TM 2.0%
Hardness	Mean	3224 <sup>a</sup>	2323 <sup>ab</sup>	2042 <sup>abc</sup>	1324 <sup>bc</sup>	2328 <sup>ab</sup>	1380 <sup>bc</sup>	1095 <sup>c</sup>
	SD	144	1042	960	586	551	209	233
Springiness	Mean	5.88 <sup>a</sup>	4.23 <sup>b</sup>	3.45 <sup>bc</sup>	2.76 <sup>c</sup>	4.19 <sup>b</sup>	2.94 <sup>bc</sup>	2.48 <sup>c</sup>
	SD	0.89	1.18	0.74	0.71	0.14	0.18	0.26
Gumminess	Mean	24.2 <sup>a</sup>	17.0 <sup>ab</sup>	15.5 <sup>ab</sup>	10.6 <sup>c</sup>	16.9 <sup>ab</sup>	10.1 <sup>c</sup>	8.78 <sup>c</sup>
	SD	1.70	7.75	7.38	4.93	3.93	1.13	2.78
Chewiness	Mean	139 <sup>a</sup>	94.5 <sup>b</sup>	60.3 <sup>cd</sup>	32.9 <sup>de</sup>	71.2 <sup>bc</sup>	30.6 <sup>e</sup>	23.5 <sup>e</sup>
	SD	9.45	12.5	25.3	19.8	19.4	3.00	9.38
Cohesiveness	Mean	0.71	0.66	0.64	0.62	0.74	0.72	0.68
	SD	0.13	0.05	0.11	0.07	0.01	0.03	0.04

<sup>a-e</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p<0.05$ ).

PB와 TM 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 일반성분 결과는 table 5에 나타냈다. 유화형 소시지에서 TM과 PB의 첨가는 hardness, springiness, gumminess 그리고 chewiness의 감소를 가져왔다( $p < 0.05$ ). TM과 PB의 첨가량이 증가할수록 조직감도 함께 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ).

### 7.6. 전기영동

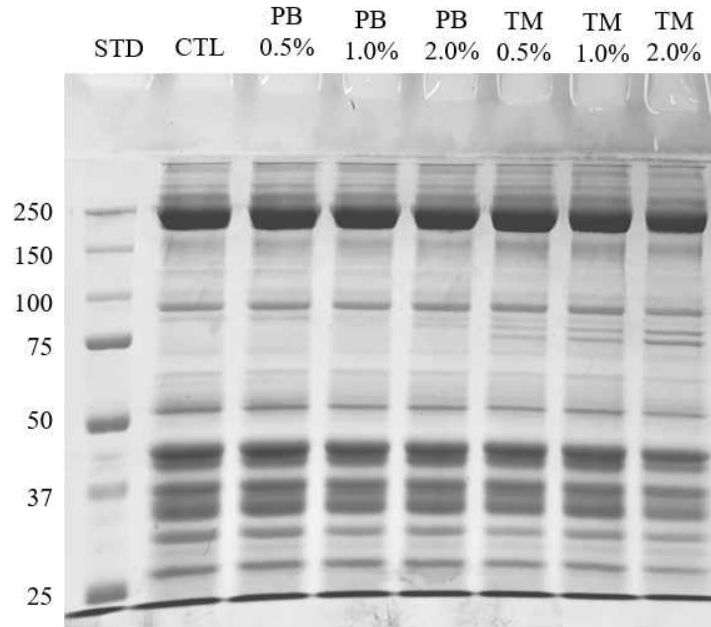


Figure 1. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 전기영동 결과

Figure 1은 PB와 TM 첨가량에 따른 유화형 소시지의 전기영동 결과를 보여준다. 실험 1의 저지방 소시지에서 확인한 결과와 마찬가지로 PB와 TM를 첨가한 유화형 소시지에서 CTL에서는 관찰되지 않은 단백질 분획이 75 kD 부근에서 관찰되었다. 이는 첨가량이 증가함에 따라서 뚜렷하게 관찰되었으며 PB보다 TM 처리구에서 이러한 단백질 분획이 더 많이 관찰되었다.

### ■ 실험 8. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 품질특성 평가 및 *in vitro* digestion model에의 적용

#### 8.1. 저지방 소시지의 제조 준비 및 제조

Table 1. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 제조 배합비

Ingredients	%					
	Non-TGase			TGase		
	CTL	TM	PB	CTL	TM	PB
Meat	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Ice water	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
STPP	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sodium erythorbate	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sodium nitrite	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
TM powder	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00
PB powder	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50
TGase	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
<b>Total</b>	100.0	100.5	100.5	101.0	101.5	101.5

Table 1은 PB와 TM을 첨가한 돈육 저지방 소시지의 제조 배합비이다. 실험 1을 통해 저지방 소시지에 PB와 TM의 첨가가 색도와 조직감의 저하에 영향을 미쳤기 때문에 0.5%로 PB와 TM의 첨가량을 설정하여 TGase와 복합 첨가하였을 경우 이러한 품질 저하를 보완할 수 있는지 확인하였다. 저지방 소시지 제조 방법은 실험 1과 동일하다.

## 8.2. pH와 색도

Table 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 pH 및 색도 결과

		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
pH	Mean	6.19	6.23	6.25	6.19	6.23	6.22
	SD	0.02	0.07	0.07	0.04	0.07	0.08
CIE L*	Mean	70.6	69.4	67.5	69.6	68.9	68.1
	SD	2.51	2.02	1.22	2.07	1.95	1.69
CIE a*	Mean	8.87	8.82	7.81	8.84	8.81	7.40
	SD	1.28	1.16	1.06	1.53	1.07	1.01
CIE b*	Mean	7.46 <sup>b</sup>	7.89 <sup>ab</sup>	8.30 <sup>a</sup>	6.63 <sup>c</sup>	7.47 <sup>b</sup>	8.09 <sup>ab</sup>
	SD	0.76	0.38	0.39	0.32	0.30	0.55

<sup>a-c</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 pH 및 색도 결과는 table 2에 나타냈다. pH는 TM과 PB와 TGase의 첨가에 따른 변화는 없었다( $p > 0.05$ ). 색도에서는 명도와 적색도에서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았다( $p > 0.05$ ). 하지만 황색도에서는 PB 첨가가 황색도를 약간 증가시키는 경향을 보였으며 TGase 처리구에서는 TM과 PB 모두에서 TGase 단독 처리구와 비교하여 황색도의 증가가 관찰되었다( $p < 0.05$ ). 하지만 CTL과 TM과 PB를 TGase와 복합 첨가한 처리구가 황색도에서 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 따라서 TM과 PB를 TGase와 함께 첨가하여 소시지를 제조하였을 때는 CTL과 색도 측면에서 유사한 성상을 보이는 저지방 소시지를 제조할 수 있는 것으로 보여진다.

## 8.3. 가열감량과 보수력

Table 3. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 가열감량과 보수력 결과

		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Cooking loss	Mean	3.95	2.59	3.73	2.05	2.52	2.45
	SD	1.79	0.98	1.16	0.13	0.99	0.59
Expressible moisture	Mean	34.3 <sup>ab</sup>	39.5 <sup>a</sup>	40.3 <sup>a</sup>	26.9 <sup>c</sup>	34.6 <sup>ab</sup>	32.0 <sup>bc</sup>
	SD	2.83	2.93	1.97	3.70	4.74	5.54

<sup>a-c</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 가열감량과 보수력 결과는 table 3에 나타냈다. 저지방 소시지에서 TM과 PB와 TGase의 복합 첨가는 가열감량에 영향을 미치지 않았다( $p > 0.05$ ). 보수력에서는 TGase 무첨가구 사이에는 차이가 없었으나( $p > 0.05$ ), TGase 첨가구와 비교했을 때 TGase 첨가로 인해서 유리수분이 감소하는 경향을 보여 보수력이 증진된 것을 확인하였다( $p < 0.05$ ). 하지만 단독 TGase 처리구가 가장 유리수분량이 낮아서 보수력이 가장 높았다( $p < 0.05$ ).

#### 8.4. 일반성분

Table 4. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 일반성분 결과

%		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Moisture	Mean	81.8	81.5	80.8	81.5	81.4	81.4
	SD	0.79	1.37	1.62	0.82	0.77	1.21
Fat	Mean	1.33	1.69	1.62	1.09	1.11	1.43
	SD	0.40	0.46	0.62	0.45	0.46	0.34
Protein	Mean	15.1	15.1	15.2	14.7	14.5	14.8
	SD	0.70	1.07	0.12	0.51	0.63	0.46

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 일반성분 결과는 table 4에 나타냈다. 수분, 지방 그리고 단백질 함량에 따른 처리구 별 차이는 관찰되지 않았다( $p>0.05$ ). 저지방 소시지의 일반성분 결과, 수분은 80.8~81.8%, 지방은 1.09~1.69% 그리고 단백질은 14.5~15.2%이었다.

#### 8.5. 조직감

Table 5. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 조직감 결과

		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Hardness	Mean	2552 <sup>b</sup>	1052 <sup>c</sup>	1387 <sup>c</sup>	5463 <sup>a</sup>	2016 <sup>b</sup>	2494 <sup>b</sup>
	SD	275	223	183	684	293	337
Springiness	Mean	6.49 <sup>a</sup>	3.55 <sup>b</sup>	3.30 <sup>b</sup>	7.46 <sup>a</sup>	7.08 <sup>a</sup>	6.74 <sup>a</sup>
	SD	0.68	0.45	0.49	0.45	0.83	0.82
Gumminess	Mean	22.5 <sup>b</sup>	9.30 <sup>c</sup>	14.4 <sup>bc</sup>	65.2 <sup>a</sup>	16.4 <sup>bc</sup>	18.6 <sup>bc</sup>
	SD	5.42	3.09	2.34	17.8	3.32	2.52
Chewiness	Mean	140 <sup>b</sup>	28.5 <sup>c</sup>	44.3 <sup>bc</sup>	509 <sup>a</sup>	125 <sup>bc</sup>	125 <sup>bc</sup>
	SD	29.5	5.50	12.2	152	36.3	9.43
Cohesiveness	Mean	0.89	0.94	0.92	1.01	0.84	0.78
	SD	0.10	0.20	0.06	0.16	0.12	0.10

<sup>a-c</sup> Means within the same row with different letters differ significantly( $p<0.05$ ).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 조직감 결과는 table 5에 나타냈다. TM과 PB 단독 첨가구가 가장 낮은 hardness, springiness, gumminess 그리고 chewiness를 나타냈다( $p<0.05$ ). 그리고 TGase 단독 처리구가 가장 높은 값들을 나타냈다( $p<0.05$ ). 그리고 TM과 PB에 TGase를 첨가하였을 때 CTL과 유사한 조직감을 보였다( $p<0.05$ ). 따라서 PB와 TM의 첨가로 인해 발생하는 조직감 저하를 TGase의 첨가로 일반 저지방 소시지의 조직감 수준으로 품질을 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

## 8.6. 전기영동

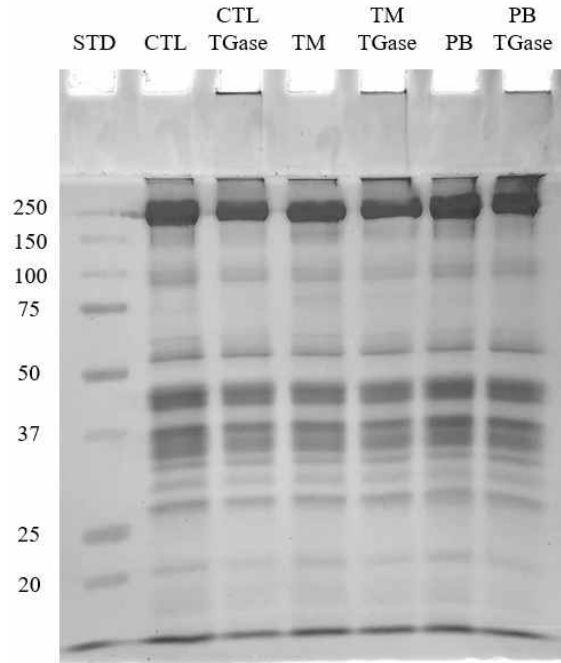


Figure 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 전기영동 결과.

Figure 1은 PB와 TM에 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 전기영동 결과를 보여준다. TM과 PB 첨가 여부에 상관없이 TGase의 처리로 인해서 전기영동 젤 상단에 바이오폴리머 밴드가 형성된 것을 확인 할 수 있었으며 이는 TGase의 첨가로 인해 단백질-단백질 가교 결합이 형성되어서 나타난 것으로 사료된다. PB와 TM의 첨가량이 0.5%로 낮은 함량이었기 때문에 본 결과에서는 실험 1과 2에서 관찰된 75 kD에 단백질 분획이 선명하게 관찰되지는 않았다.

## 8.7. 단백질 소화율

Table 6. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 소화 단계에 따른 단백질 소화율 결과

%		CTL	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Gastric digestion	Mean	19.7	22.3	25.3	22.5
	SD	2.17	1.69	4.73	1.54
Small intestinal digestion	Mean	49.2	51.3	49.8	50.1
	SD	2.76	2.99	0.32	2.74

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 시험관 내 소화 과정 중 위 소화와 소장 소화 후의 각각의 단백질 소화율 결과는 table 6에 나타냈다. PB와 TM을 단독 처리한 저지방 소시지는 조직감이 CTL보다 낮았기 때문에 시험관 내 소화 실험에서는 적용하지 않았다. 위와 소장 후의 단백질 소화율에서는 처리구들 사이에 유의적인 차이가 발견되지 않았다( $p > 0.05$ ). TM과 PB 첨가 또는 TGase의 처리가 시험관 내 소화의 단백질 소화율에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 8.8. 소화 단계에 따른 전기영동

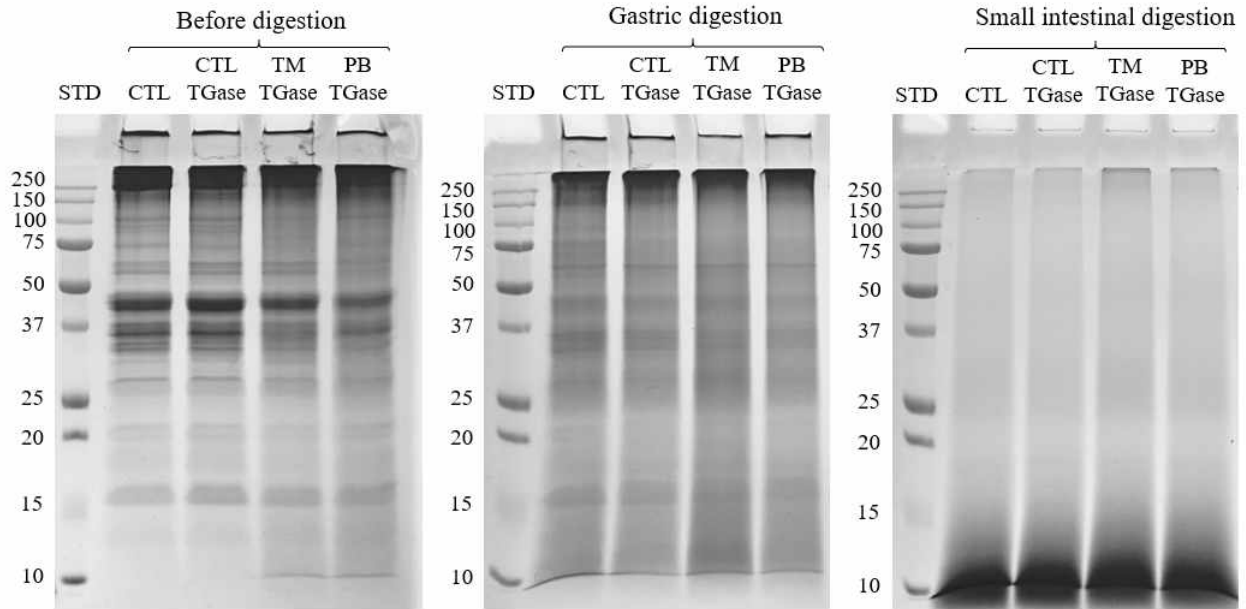


Figure 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 소화 단계에 따른 전기영동 결과.

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 시험관 내 소화 전 또는 소화 과정 중 위 소화와 소장 소화 후의 각각의 전기영동 결과는 figure 2에 나타났다. Table 6의 단백질 소화율 결과와 마찬가지로 위와 소장 소화 후의 처리구별 전기영동 단백질 분획의 차이는 없었다. PB와 TM 그리고 TGase의 첨가가 단백질 분해율과 패턴에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 8.9. 소화 단계에 따른 주사전자현미경을 통한 3차원적 표면 미세구조

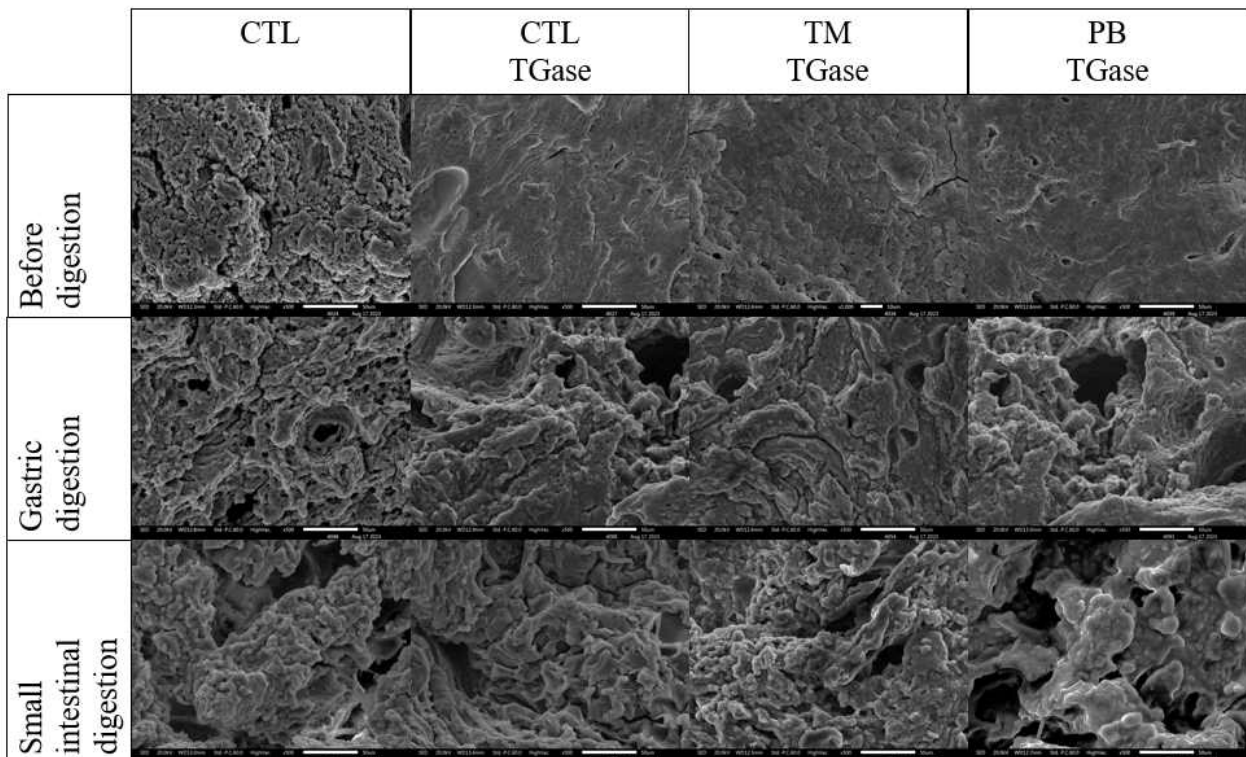


Figure 3. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 LV-SEM 결과.



PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 저지방 소시지의 LV-SEM을 통한 시험관 내 소화 전 또는 소화 과정 중 위 소화와 소장 소화 후의 3차원적 표면 미세구조 관찰 결과는 figure 3에 나타났다. TGase 첨가구에서는 균일하고 조밀한 표면 구조를 관찰할 수 있었다. 소화가 진행되어짐에 따라서 표면 구조가 불규칙해지고 거칠어졌으며 크고 작은 공동이 형성된 것을 확인할 수 있었다. 하지만 table 6의 단백질 소화율과 figure 2의 전기영동 결과와 함께 종합해 보았을 때 PB와 TM 그리고 TGase의 첨가가 소화 과정에 따른 3차원적 표면 미세구조에 크게 영향 미치지 않은 것으로 보여진다.

#### 8.10. 소화 단계에 따른 DPPH radical scavenging과 Reducing powder

Table 7. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 소화 단계에 따른 DPPH radical scavenging과 reducing power결과

		DPPH radical scavenging			Reducing power		
		Oral digestion	Gasric digestion	Small intestinal digestion	Oral digestion	Gasric digestion	Small intestinal digestion
CTL	Mean	27.5 <sup>Aa</sup>	41.3 <sup>Aa</sup>	62.5 <sup>Aa</sup>	0.05 <sup>Aa</sup>	0.05 <sup>Aa</sup>	0.07 <sup>Aa</sup>
	SD	10.4	9.91	2.92	0.01	0.01	0.02
CTL TGase	Mean	37.1 <sup>Aa</sup>	39.0 <sup>Aa</sup>	60.3 <sup>Aa</sup>	0.05 <sup>Aa</sup>	0.04 <sup>Aa</sup>	0.08 <sup>Aa</sup>
	SD	0.68	5.74	8.75	0.01	0.00	0.02
TM TGase	Mean	30.6 <sup>Aa</sup>	45.8 <sup>Aa</sup>	74.6 <sup>Aa</sup>	0.05 <sup>Ab</sup>	0.05 <sup>Ab</sup>	0.10 <sup>Aa</sup>
	SD	20.3	13.0	8.74	0.01	0.00	0.01
PB TGase	Mean	37.7 <sup>Ab</sup>	52.5 <sup>Aab</sup>	70.6 <sup>Aa</sup>	0.05 <sup>Ab</sup>	0.05 <sup>Ab</sup>	0.09 <sup>Aa</sup>
	SD	12.2	2.67	2.20	0.01	0.00	0.01

<sup>A</sup> Means within a column with the same letter are not significantly different( $p > 0.05$ ).

<sup>a-b</sup> Means within the same row with different letters differ significantly( $p < 0.05$ ).

DPPH radical scavenging의 결과에서 모든 소화 단계에서 처리구들이 서로 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). PB와 TGase를 복합첨가한 저지방 소시지에서는 소장 단계에서 구강, 위 단계보다 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만 다른 처리구들은 소화 단계에 따른 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

환원력에서는 모든 소화 단계에서 처리구들 사이에 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). PB와 TM에 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 소장 단계에서 구강과 위 소화와 비교하였을 때 높은 환원력을 보여 ( $p < 0.05$ ) 곤충을 적용하면 소화 단계가 거칠수록 항산화 능력이 높아지는 것을 확인하였다.

▪ 실험 9. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 품질특성 평가 및 *in vitro* digestion model에의 적용  
9.1. 유화형 소시지의 제조 준비 및 제조

Table 1. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 제조 배합비

Ingredients	%					
	Non-TGase			TGase		
	CTL	TM	PB	CTL	TM	PB
Meat	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Back fat	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Ice water	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
Salt	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
STPP	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sodium erythorbate	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sodium nitrite	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
TM powder	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00
PB powder	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50
TGase	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
<b>Total</b>	100.0	100.5	100.5	101.0	101.5	101.5

Table 1은 PB와 TM을 첨가한 돈육 유화형 소시지의 제조 배합비이다. 실험 2을 통해 유화형 소시지에 PB와 TM의 첨가가 색도와 조직감의 저하에 영향을 미쳤기 때문에 0.5%로 PB와 TM의 첨가량을 설정하여 TGase와 복합 첨가하였을 경우 이러한 품질 저하를 보완할 수 있는지 확인하였다. 유화형 소시지 제조 방법은 실험 1과 동일하다.

9.2. pH와 색도

Table 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 pH 및 색도 결과

		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
pH	Mean	6.02	6.09	6.07	6.03	6.03	6.05
	SD	0.04	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01
CIE L*	Mean	71.3 <sup>a</sup>	70.3 <sup>b</sup>	69.6 <sup>c</sup>	70.2 <sup>b</sup>	69.5 <sup>c</sup>	68.2 <sup>d</sup>
	SD	0.34	0.07	0.08	0.46	0.13	0.32
CIE a*	Mean	9.29	9.00	8.21	9.43	8.76	8.28
	SD	1.00	0.33	0.69	0.53	0.56	0.26
CIE b*	Mean	7.39 <sup>b</sup>	7.87 <sup>a</sup>	8.10 <sup>a</sup>	7.29 <sup>b</sup>	7.99 <sup>a</sup>	8.09 <sup>a</sup>
	SD	0.19	0.21	0.44	0.08	0.34	0.13

<sup>a-d</sup> Means within the same row with different letters differ significantly(p<0.05).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 pH 및 색도 결과는 table 2에 나타냈다. TM과 PB와 TGase의 첨가에 따른 유화형 소시지의 pH의 변화는 없었다(p>0.05). 색도에서는 적색도에서는 유의적인 차이가 관찰되지 않았다(p>0.05). 하지만 명도에서는 TGase 첨가에 따라서 약간 감소하는 경향을 보였으며 PB와 TM 첨가에 따라서도 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 황색도에서는 TGase의 처리와 상관없이 PB와 TM 첨가로 인해서 황색도가 증가하는 경향을 보였다(p<0.05).

### 9.3. 가열감량과 보수력

Table 3. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 가열감량과 보수력 결과

%		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Cooking loss	Mean	1.76	1.42	1.33	1.40	1.23	1.83
	SD	0.39	0.40	0.16	0.09	0.42	0.47
Expressible moisture	Mean	19.8 <sup>ab</sup>	23.1 <sup>a</sup>	26.1 <sup>a</sup>	13.2 <sup>b</sup>	14.5 <sup>b</sup>	14.4 <sup>b</sup>
	SD	2.70	2.83	5.55	1.64	2.89	6.17

<sup>a-b</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 가열감량과 보수력 결과는 table 3에 나타냈다. 유화형 소시지에서 TM과 PB와 TGase의 복합 첨가는 가열감량에 영향을 미치지 않았다( $p > 0.05$ ). 보수력에서는 TGase 무첨가구 사이에는 유의적인 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), TGase 첨가로 인해서 유리수분이 감소하는 경향을 보여 보수력이 증진된 것을 확인하였다( $p < 0.05$ ). 유화형 소시지에서 TM과 PB와 함께 TGase를 처리했을 때 CTL과 CTL TGase 처리구와 유사한 보수력을 보였다( $p > 0.05$ ). 따라서 TM과 PB에 TGase의 처리는 유화형 소시지의 수분 보유능력 향상에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 확인하였다.

### 9.4. 일반성분

Table 4. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 일반성분 결과

%		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Moisture	Mean	63.4	65.3	62.3	64.3	63.9	62.7
	SD	1.22	2.27	1.83	3.90	1.53	3.05
Fat	Mean	21.2	20.4	21.6	21.4	19.6	21.8
	SD	0.58	0.42	0.86	1.50	1.11	2.90
Protein	Mean	13.1	13.4	13.1	13.2	13.4	13.6
	SD	0.46	0.41	0.48	0.21	0.87	0.14

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 일반성분 결과는 table 4에 나타냈다. 수분, 지방 그리고 단백질 함량에 따른 처리구 별 차이는 관찰되지 않았다( $p > 0.05$ ). 유화형 소시지의 일반성분 결과에서 수분은 62.3~65.3%, 지방은 19.6~21.8% 그리고 단백질은 13.1~13.6%이었다.

### 9.5. 조직감

Table 5. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 조직감 결과

		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Hardness	Mean	2175 <sup>bc</sup>	1597 <sup>c</sup>	1639 <sup>c</sup>	3807 <sup>a</sup>	2371 <sup>b</sup>	2736 <sup>b</sup>
	SD	297	278	296	339	651	362
Springiness	Mean	5.26 <sup>a</sup>	3.17 <sup>b</sup>	3.27 <sup>b</sup>	6.37 <sup>a</sup>	5.11 <sup>a</sup>	5.70 <sup>a</sup>
	SD	0.11	0.64	0.79	0.50	0.85	0.86
Gumminess	Mean	14.8 <sup>b</sup>	12.28 <sup>b</sup>	11.9 <sup>b</sup>	26.4 <sup>a</sup>	20.6 <sup>ab</sup>	21.2 <sup>ab</sup>
	SD	1.43	2.35	1.87	7.26	9.27	3.41
Chewiness	Mean	74.3 <sup>bc</sup>	39.6 <sup>c</sup>	38.2 <sup>c</sup>	173 <sup>a</sup>	97.2 <sup>b</sup>	116 <sup>b</sup>
	SD	5.03	13.33	7.67	55.0	23.4	32.9
Cohesiveness	Mean	0.67	0.79	0.73	0.75	0.83	0.76
	SD	0.07	0.06	0.11	0.09	0.13	0.06

<sup>a-c</sup> Means within the same row with different letters differ significantly ( $p < 0.05$ ).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 조직감 결과는 table 5에 나타냈다. TM과 PB 단독 첨가구가 가장 낮은 hardness, springiness, gumminess 그리고 chewiness를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 그리고 TGase 단독 처리구가 가장 높은 값들을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 그리고 TM과 PB에 TGase를 복합 첨가하였을 때 CTL과 유사한 조직감을 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서 PB와 TM의 첨가로 인해 발생하는 조직감 저하를 TGase의 첨가로 일반 유화형 소시지의 조직감 수준으로 품질을 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### 9.6. 전기영동

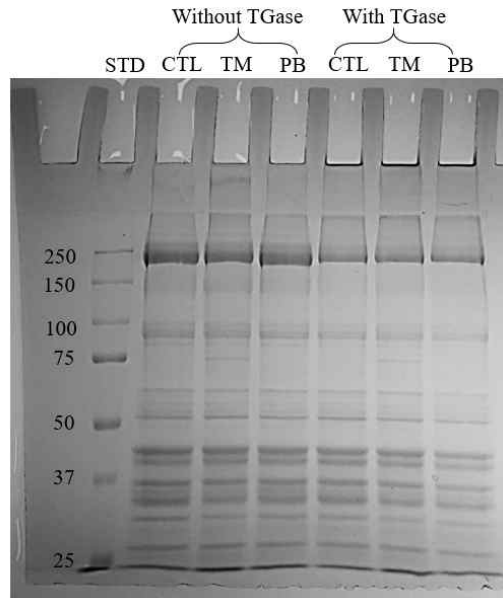


Figure 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 전기영동 결과

Figure 1은 PB와 TM에 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 전기영동 결과를 보여준다. TM과 PB 첨가 여부에 상관없이 TGase의 처리로 인해서 단백질-단백질 가교 결합이 형성되어 MHC 밴드(250 kD 부근)와 150 kD 부근의 단백질 밴드의 강도 감소와 함께 전기영동 젤 상단에 바이오폴리머 밴드가 형성된 것을 확인 할 수 있었다. 또한 75 kD 부근에서 단백질 분획이 TM 단독 처리구와 TM과 TGase 복합 처리구에서 관찰되었다.

### 9.7. 단백질 소화율

Table 6. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 단백질 소화율 결과

%		CTL	TM	PB	CTL TGase	TM TGase	PB TGase
Gastric digestion	Mean	22.1 <sup>b</sup>	24.1 <sup>ba</sup>	24.8 <sup>a</sup>	24.0 <sup>ab</sup>	26.2 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>
	SD	1.48	0.98	0.86	0.71	2.20	0.47
Small intestinal digestion	Mean	48.9	50.7	51.4	50.8	52.6	49.9
	SD	4.57	1.33	6.19	4.29	8.94	1.05

<sup>a-b</sup> Means within the same row with different letters differ significantly( $p < 0.05$ ).

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 시험관 내 소화 과정 중 위 소화와 소장 소화 후의 각각의 단백질 소화율 결과는 table 6에 나타냈다. 위 소화 후 단백질 소화율 측정 결과에서는 CTL 처리구에서 가장 낮은 소화율을 보였으며, PB, TM과 TGase 그리고 PB와

TGase 처리구 에서 가장 높은 단백질 소화율을 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만 CTL을 제외한 나머지 처리구를 비교하였을 경우 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았다 ( $p > 0.05$ ). 소장 후의 단백질 소화율에서는 처리구들 사이에 유의적인 차이가 발견되지 않았다( $p > 0.05$ ). 따라서 TM과 PB 첨가 또는 TGase의 처리가 시험관 내 소화의 단백질 소화율에는 유의미하게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 9.8. 소화 단계에 따른 전기영동

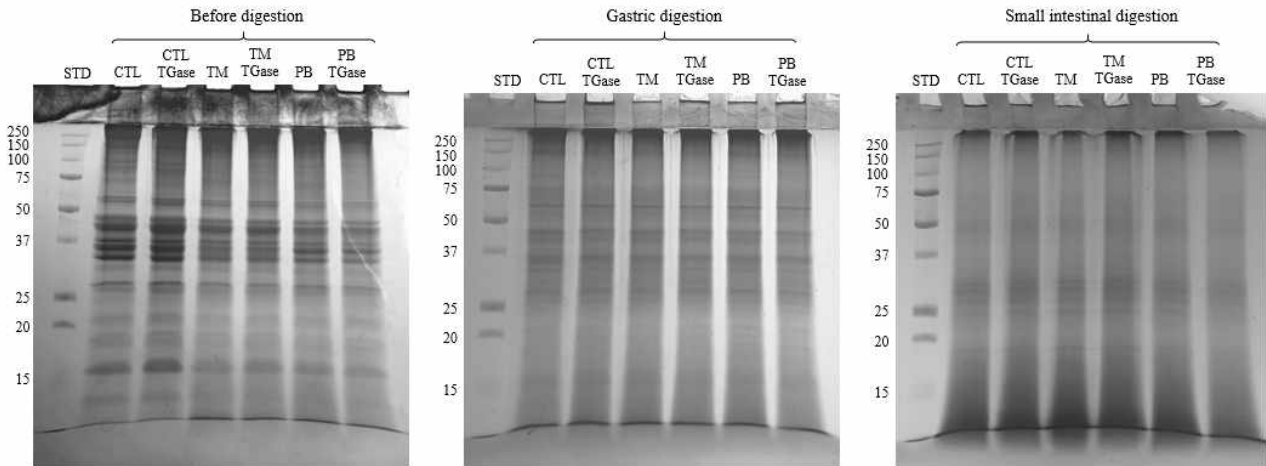


Figure 2. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 소화 단계에 따른 전기영동 결과

PB와 TM과 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 시험관 내 소화 전 또는 소화 과정 중 위 소화와 소장 소화 후의 각각의 전기영동 결과는 figure 2에 나타냈다. Table 6의 단백질 소화율 결과와 유사하게 위와 소장 소화 후의 처리구별 전기영동 단백질 분획의 큰 차이는 관찰되지 않았다. 유화형 소시지에서 PB와 TM 그리고 TGase의 첨가가 단백질 분해율과 패턴에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 9.9. 소화 단계에 따른 주사전자현미경을 통한 3차원적 표면 미세구조

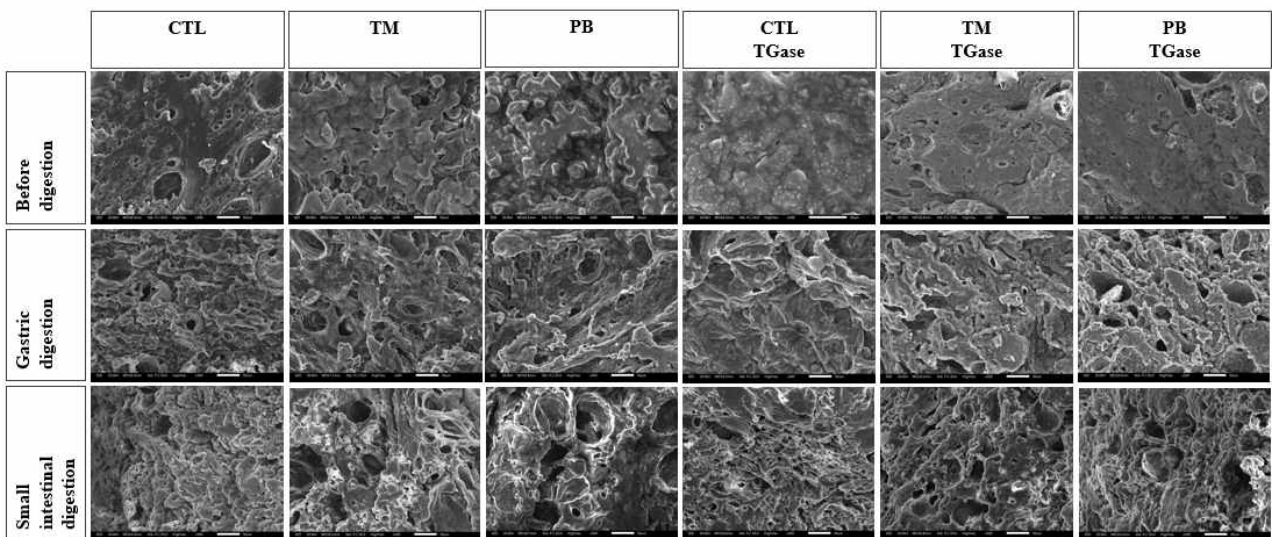


Figure 3. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 LV-SEM 결과.

PB와 TM와 TGase를 복합 첨가한 유화형 소시지의 LV-SEM을 통한 시험관 내 소화 전 또는 소화 과정 중 위 소화와 소장 소화 후의 3차원적 표면 미세구조 관찰 결과는 figure 3에 나타났다. TGase 무첨가구에서는 CTL의 표면 미세구조가 TM과 PB를 첨가한 유화형 소시지의 표면 구조와 비교하여 더 조밀하고 균일한 것을 확인 할 수 있었으며 이는 table 5의 조직감 결과와 상응하는 결과이다. TGase 첨가구에서는 TGase를 첨가하지 않은 처리구와 비교하여 균일하고 조밀한 표면 구조를 관찰할 수 있었다. 위와 소장 소화가 진행되어짐에 따라서 유화형 소시지의 미세 표면 구조가 불규칙해지고 거칠어졌으며 크고 작은 공동이 형성된 것을 확인하였다. 위보다 소장 소화 후에 이러한 현상이 더 잘 관찰되었다. 하지만 table 6의 단백질 소화율과 figure 2의 전기영동 결과와 함께 종합해 보았을 때 유화형 소시지에서 PB와 TM 그리고 TGase의 첨가가 소화 과정에 따른 3차원적 표면 미세구조에 크게 영향 미치지 않은 것으로 보여진다.

### 9.10. 소화 단계에 따른 DPPH radical scavenging과 Reducing powder

Table 7. 흰점박이꽃무지와 갈색거저리에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 소화 단계에 따른 DPPH radical scavenging와 reducing power결과

		DPPH radical scavenging			Reducing power		
		Oral digestion	Gasric digestion	Small intestinal digestion	Oral digestion	Gasric digestion	Small intestinal digestion
CTL	Mean	60.2 <sup>Aa</sup>	67.2 <sup>Aa</sup>	71.3 <sup>Aa</sup>	0.09 <sup>Ab</sup>	0.09 <sup>Ab</sup>	0.49 <sup>ABa</sup>
	SD	6.88	15.2	8.56	0.01	0.02	0.13
TM	Mean	61.8 <sup>Aa</sup>	67.7 <sup>Aa</sup>	74.9 <sup>Aa</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.70 <sup>Aa</sup>
	SD	19.2	6.65	4.58	0.01	0.01	0.12
PB	Mean	38.2 <sup>Ab</sup>	71.3 <sup>Aa</sup>	76.2 <sup>Aa</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.56 <sup>Aa</sup>
	SD	20.1	10.2	9.05	0.01	0.01	0.19
CTL TGase	Mean	57.0 <sup>Ab</sup>	67.2 <sup>Aa</sup>	78.2 <sup>Aa</sup>	0.09 <sup>Ab</sup>	0.07 <sup>Ab</sup>	0.28 <sup>Ba</sup>
	SD	4.39	8.95	9.06	0.00	0.00	0.09
TM TGase	Mean	57.8 <sup>Aa</sup>	62.5 <sup>Aa</sup>	74.2 <sup>Aa</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.09 <sup>Ab</sup>	0.58 <sup>Aa</sup>
	SD	2.55	12.1	8.82	0.01	0.02	0.13
PB TGase	Mean	52.7 <sup>Aa</sup>	66.3 <sup>Aa</sup>	72.8 <sup>Aa</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.08 <sup>Ab</sup>	0.28 <sup>Ba</sup>
	SD	3.96	18.4	6.63	0.02	0.01	0.04

<sup>A-B</sup> Means within the same column with different letters differ significantly(p<0.05).

<sup>a-b</sup> Means within the same row with different letters differ significantly(p<0.05).

DPPH 라디칼 소거능의 결과에서는 모든 소화 단계에서 처리구별 차이는 없었다(p>0.05). 소화 단계 별에서는 PB, CTL 그리고 TGase 처리구들이 위와 소장 단계가 구강 단계에서보다 높은 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였다(p<0.05). 이를 제외한 처리구(CTL과 TM)들은 소화 단계별 DPPH 라디칼 소거능의 차이가 없었다(p>0.05).

환원력의 결과에서는 구강과 위 단계에서는 모든 처리구 사이에서 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 소장 단계에서는 CTL TGase와 PB TGase에서 TM, PB 그리고 TM TGase보다 높은 환원력을 보였다(p<0.05). 소장 단계에서 PB는 TGase의 첨가에 따른 환원력 차이가 있었지만(p<0.05), CTL과 TM 처리구들에서는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 소화 단계에 따라서는 모든 처리구에서 구강과 위보다 소장 소화 단계에서 환원력이 높아지는 것을 확인하였다(p<0.05).

<제2공동연구기관>-푸드렐라

□ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 제조를 위한 베이스 원료 선별

- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말의 특이취 마스킹을 위한 원료 선별

○ 대체육 패티 염지 및 시즈닝

- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 분말이 가지는 특이취를 마스킹하기 위해 다양한 종류의 향과 향신료를 배합하여 비교 분석함

- 스모크 향에서 분말이 가지는 특이취를 가장 잘 마스킹하는 것으로 확인됐으며, 이를 토대로 염지제와 시즈닝 성분들을 선택하고 배합비를 구성함

덱스트린	설탕
소금	간장분말
비프퐁미파우더	옥수수분말
양파분말	그릴향
흑후추분말	비프맛인핸서
백후추분말	마늘분말
양조간장	과당
차덱스히코리	스모크오일
에이치브이피-엠에프	

○ 치킨너겟 염지 및 시즈닝

치킨배터믹스	햇마리네이드
옥수수전분	장스염지제
포도당	장스마일드씨즈닝
탄산수소나트륨	토코페롤
대두유	오트화이버
팜올레인유	폴리탄산나트륨

○ 가라아게 염지 및 시즈닝

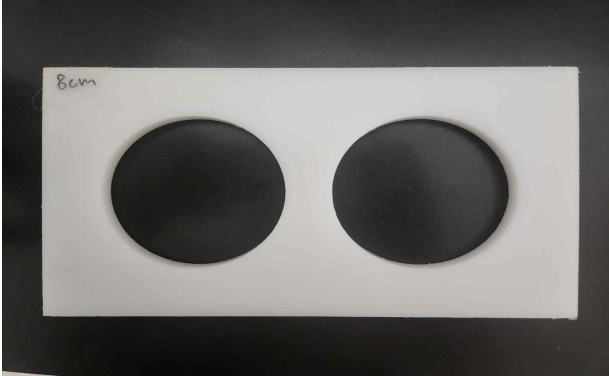

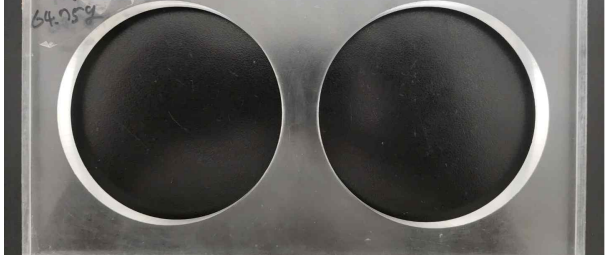
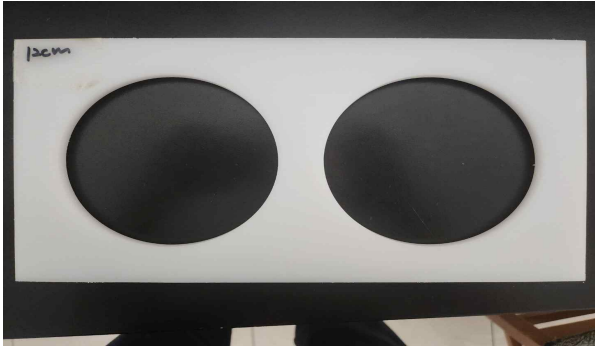
장스브레더	옥수수전분
곡류가공품	변성전분
고소미	말토덱스트린
대두유	장스마일드씨즈닝
팜올레인유	장스염지제
토코페롤	마스킹염지제
글리세린지방산에스테르	정제수
구연산	

○ 결착 및 조직감

- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 단백질 분말 첨가로 인한 결착력 및 조직감을 해결하기 위해 개선원료를 첨가하여 배합

폴리인산나트륨	산성피로인산나트륨
---------	-----------





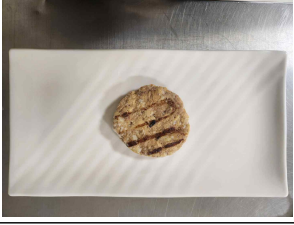



- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말을 함유하는 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 몰드 선별
- 대체육 패티에 적용 가능한 성형 몰드 디자인 개발 및 적용
  - 좋은 식감을 나타낼 수 있는 대체육 패티의 크기와 중량을 결정하기 위해 다양한 크기의 샘플 몰드로 성형 후 비교 분석을 진행함
  - 대체육 패티의 중량은 67g으로 고정 후 몰드의 크기를 달리하여 비교 한 결과 지름 9cm, 두께 10T, 67g 성형 패티의 선호도가 가장 좋은 것으로 확인됨
  - 가라아게와 치킨너겟의 경우 자연스러운 치킨의 형태와 가라아게 형상을 나타낼 수 있는 모양으로 몰드 디자인
  - 한 입에 먹을 수 있는 중량으로 20~30g의 배합물이 들어갈 수 있는 몰드 선택




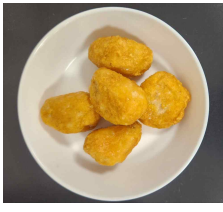




몰드이미지	직경 및 중량
	8 cm/67g
	9 cm/67g
	10 cm/67g
	12 cm/67g



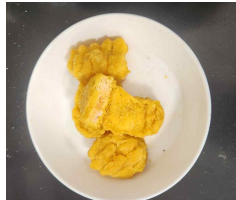

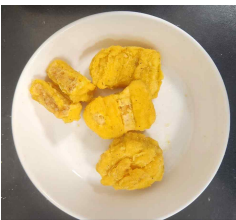

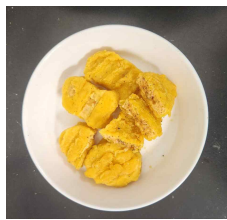





- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말을 함유하는 대체육 패티의 시제품 제작 및 공정도 개발
- 대체육 패티, 치킨너겟, 가라아게 시제품 제작
  - 앞서 설정된 계육과 염지제, 시즈닝의 배합비에 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 분말을 1%, 3%, 5%의 세 가지 농도로 대체육 패티를 제조 후 선호도 평가를 진행하였음
  - 갈색거저리의 경우 3% 농도까지는 선호도 평가에서 만족도를 나타냈으나, 흰점박이꽃무지의 경우 3% 농도에서도 거부감을 보이는 평가자들이 다수 존재하였음

갈색거저리 분말 함유 대체육 패티			
1%	3%	5%	전체
			
흰점박이꽃무지 분말 함유 대체육 패티			
1%	3%	5%	전체
			

갈색거저리 분말 함유 가라아게			
1%	3%	5%	전체
			
흰점박이꽃무지 분말 함유 가라아게			
1%	3%	5%	전체
			

갈색거저리 분말 함유 치킨너겟			
1%	3%	5%	전체
			
흰점박이꽃무지 분말 함유 치킨너겟			
1%	3%	5%	전체
			

○ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말 함량에 따른 대체육 패티 선호도 평가  
(매우만족: 5, 만족: 4, 보통: 3, 불만족: 2, 매우불만족 1)

갈색거저리 함량	색	향	조직감	다즙성	전체기호도
1%	4.8	4.5	4.8	4.3	4.6
3%	4.2	3.8	4.5	4.1	3.9
5%	3.3	3.1	3.9	3.8	3.5

흰점박이꽃무지 함량	색	향	조직감	다즙성	전체기호도
1%	4.1	3.5	4.7	4.1	3.8
3%	3.2	1.6	4.1	3.5	2.5
5%	2.1	1.2	3.1	3.4	1.5

○ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말 함량에 따른 치킨너겟 선호도 평가  
(매우만족: 5, 만족: 4, 보통: 3, 불만족: 2, 매우불만족 1)

흰점박이꽃무지 함량	색	향	조직감	다즙성	전체기호도
1%	4.2	4.3	4.5	4.2	4.0
3%	3.0	2.0	3.9	3.8	2.9
5%	1.5	1.7	2.1	3.4	1.5

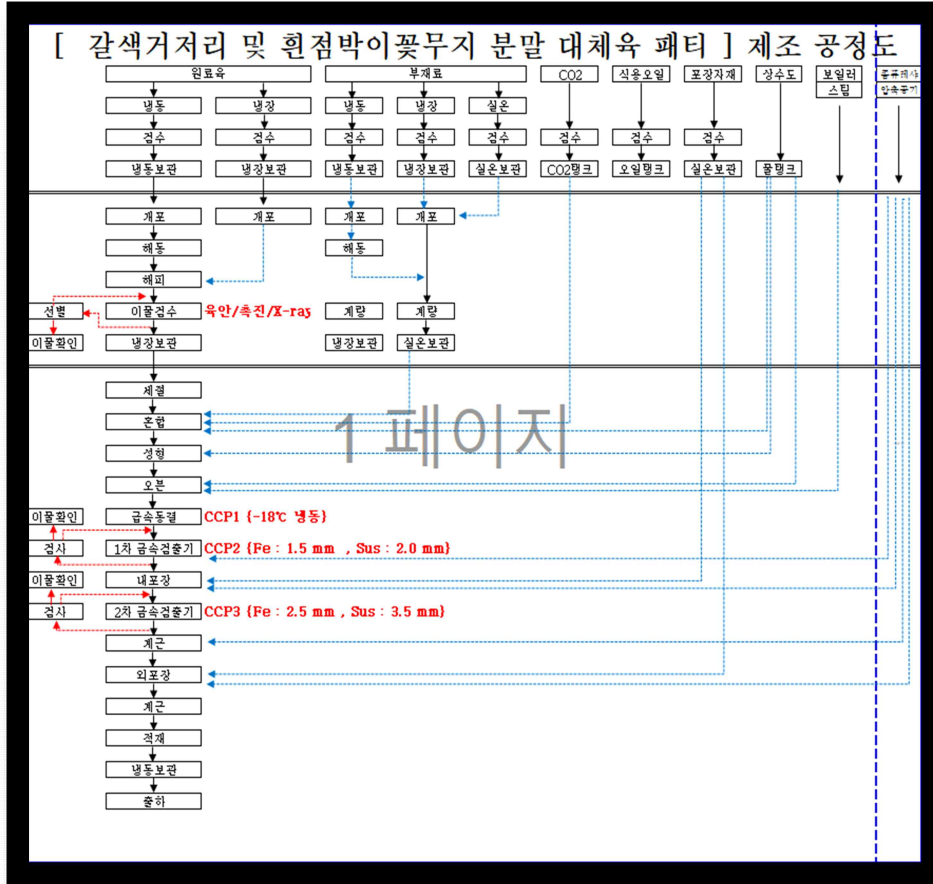
갈색거저리 함량	색	향	조직감	다즙성	전체기호도
1%	4.8	4.6	4.7	4.3	4.7
3%	4.1	3.5	4.3	4.2	3.7
5%	3.0	2.9	2.9	3.8	3.0

○ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말 함량에 따른 가라아게 선호도 평가  
(매우만족: 5, 만족: 4, 보통: 3, 불만족: 2, 매우불만족 1)

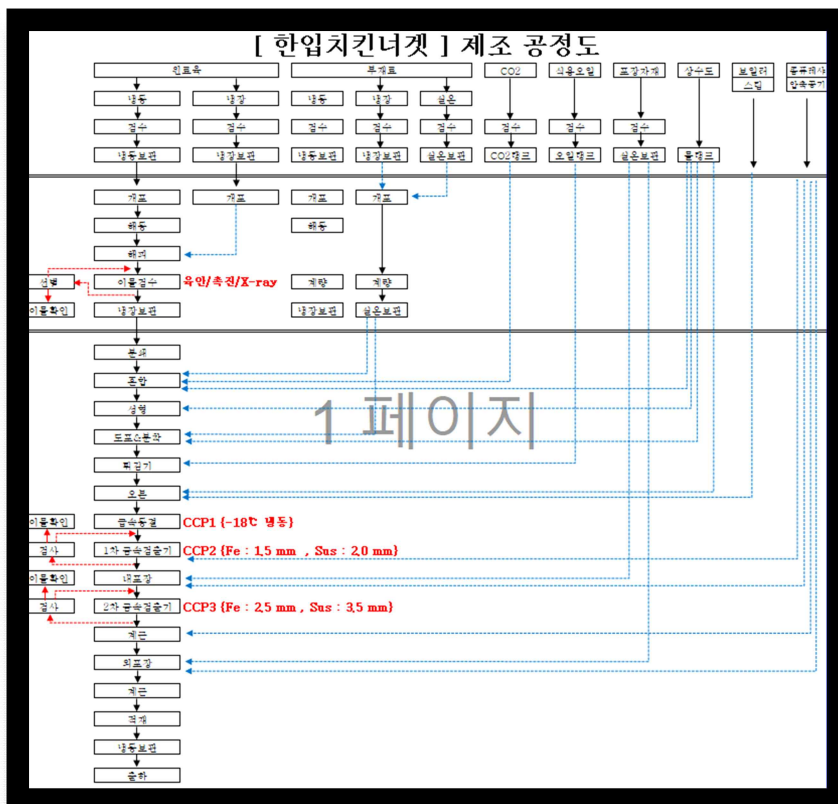
갈색거저리 함량	색	향	조직감	다즙성	전체기호도
1%	4.7	4.6	4.8	4.5	4.7
3%	4.2	3.8	4.2	4.1	4.0
5%	3.0	3.0	3.5	3.7	3.0

흰점박이꽃무지 함량	색	향	조직감	다즙성	전체기호도
1%	4.0	3.8	4.7	4.1	3.9
3%	3.0	1.8	4.0	3.7	2.8
5%	2.0	1.3	3.2	3.0	1.0

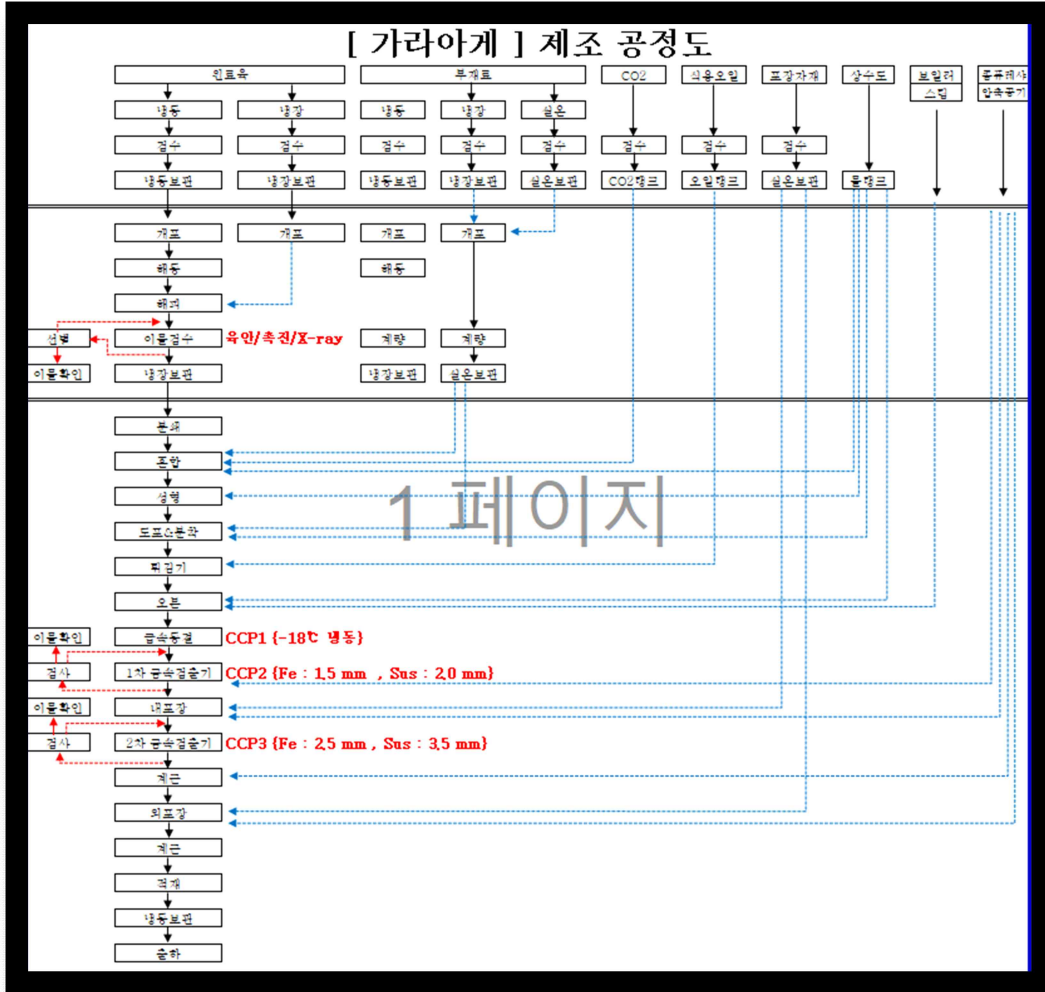
○ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말 대체육 패티 제조공정도



○ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말 치킨너겟 제조공정도



○ 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 분말 가라아게 제조공정도



<위탁연구기관>-FG&B

□ 갈색거저리 유충 성분 분석 평가

표 1. 갈색거저리의 무기성분 분석 (mg/100 g)

Treatment	Ca	K	Mg	Fe	Na	Mn	Cu	Zn
단호박-1	206.02	3105.07	422.78	10.42	372.04	5.27	2.25	11.14
단호박-2	206.28	2964.03	403.78	10.2	365.73	5.31	1.97	10.82
강황-1	187.57	2964.36	397.61	9.55	344.08	4.92	2.17	11.12
강황-2	195.28	3205.27	434.43	16.93	370.01	4.68	2.35	11.8
설록-1	194.16	3142.15	426.9	10.06	376.9	4.96	2.08	10.39
설록-2	181.69	2853.29	412.51	9.38	355.51	5.03	2.02	11.02
와송-1	173.09	2718.77	382.88	9.47	328.67	4.37	1.93	10.51
와송-2	174.28	2846.03	396.49	9.57	343.53	4.14	2.06	11.11

- 사육기간 동안 먹이는 원료에 따라 무기성분 함량의 변화를 확인할 수 있었다.

표 2. 갈색거저리의 구성 아미노산 분석 (mg/100 g)

Amino acids	강황-1	강황-2	단호박-1	단호박-2	설록-1	설록-2	와송-1	와송-2
Aspartic acid	4,309.82	4,301.71	4,713.18	4,938.77	4,463.25	4,704.26	3,634.14	4,555.77
Threonine	2,187.14	2,169.52	2,371.48	2,489.68	2,263.15	2,385.19	1,830.36	1,849.11
Serine	3,319.77	3,261.84	3,611.66	3,576.40	3,519.58	3,629.94	2,721.76	2,749.65
Glutamic acid	7,320.48	7,381.67	8,591.78	8,580.13	7,853.79	8,076.84	6,167.23	6,230.43
Proline	4,501.57	4,567.03	5,308.80	5,391.49	5,198.33	5,163.71	3,675.53	3,713.20
Glycine	3,665.69	3,621.04	4,006.51	4,015.05	3,911.05	4,005.63	2,966.22	2,996.62
Alanine	2,785.45	2,828.68	3,149.70	3,203.28	2,918.26	3,150.43	2,322.61	2,346.41
Cystine	373.518	381.415	359.153	<b>447.473</b>	538.923	426.749	285.922	<b>288.853</b>
Valine	3,311.46	2,924.14	3,638.23	3,258.68	3,075.70	3,302.29	2,747.74	2,775.90
Methionine	903.923	715.888	985.445	<b>902.234</b>	889.653	829.65	859.407	<b>868.214</b>
Isoleucine	2,386.09	2,333.75	2,693.40	2,584.69	2,372.86	2,538.01	2,036.47	2,057.34
Leucine	3,372.98	3,424.05	3,792.08	3,778.91	3,437.27	3,665.55	2,920.36	2,950.29
Tyrosine	3,324.59	3,354.55	3,480.12	3,327.03	3,493.86	3,669.72	2,730.68	2,758.67
Phenylalanine	2,017.65	2,161.07	2,252.22	2,281.09	2,111.38	2,211.06	1,709.09	1,726.60
Histidine	5,128.35	5,366.39	6,042.33	6,465.77	5,796.52	6,235.59	4,325.95	4,370.28
Lysine	3,126.85	3,276.35	3,640.46	3,733.50	3,298.24	3,507.17	2,682.02	2,709.51
Arginine	2,918.29	3,160.44	3,489.67	3,504.69	3,209.63	3,494.48	2,800.48	2,829.18
Total	<b>54,953.62</b>	<b>55,229.52</b>	<b>62,126.21</b>	62,478.87	<b>58,351.45</b>	<b>60,996.26</b>	<b>46,415.97</b>	47,776.02

표 3. 갈색거저리의 유리 아미노산 분석 (mg/100 g)

시료 성분	강황-1	강황-2	단호박-1	단호박-2	설록-1	설록-2	와송-1	와송-2
Phosphoserine	13.867	206.538	169.765	179.575	186.253	171.518	175.68	180.74
Taurine	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Phosphoethanolamine	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Urea	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Aspartic acid	24.912	26.909	22.606	26.131	49.547	61.258	36.564	43.01
Hydroxyproline	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Threonine	36.467	28.289	31.152	38.492	33.595	42.742	41.635	38.615
serine	429.485	362.267	312.979	339.675	313.797	324.985	333.949	342.459
Asparagine	273.36	229.126	193.7	300.296	335.577	341.521	559.134	502.412
Glutamic acid	232.779	264.894	224.023	249.952	249.93	257.551	309.578	271.398
α-amino adipic acid	48.359	57.612	61.328	91.057	52.03	73.778	62.149	69.048
Proline	1,831.80	1,716.65	1,511.79	1,843.45	1,575.87	1,514.37	1,737.02	1,595.79
Glycine	1,048.35	622.261	569.734	612.181	553.339	561.328	588.817	591.509
Alanine	574.902	413.919	368.237	394.863	431.129	418.74	354.544	364.347
Citrulline	52.361	57.584	66.57	62.463	80.287	73.045	71.283	76.973
α-amino butyric acid	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Valine	219.815	208.283	185.627	218.47	212.48	209.821	192.597	202.151
Cystine	8.793	16.99	14.829	22.761	15.988	15.624	16.291	16.464
Methionine	5.422	7.055	7.298	6.758	7.121	6.21	5.084	6.544
Isoleucine	80.035	84.793	83.934	88.873	96.669	101.423	82.757	92.72
Leucine	41.652	43.701	40.927	47.298	48.334	53.868	40.451	56.764
Tyrosine	100.89	146.134	142.594	157.068	147.457	142.857	132.455	140.763
phenylalanine	12.513	18.16	17.864	16.406	18.076	19.621	14.316	18.002
β-alanine	94.126	71.365	65.072	57.797	46.885	37.039	61.98	48.644
β-aminoisobutyric acid	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
γ-amino-n-butyric acid	26.603	23.065	18.562	15.329	28.912	21.588	21.515	22.748
Histidine	247.997	307.771	278.534	292.225	292.707	274.911	284.538	289.692
1-methylhistidine	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
3-methylhistidine	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Carnosine	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
Tryptophan	132.847	256.199	290.909	248.781	354.857	254.068	313.027	300.781
Ornithine	13.302	13.072	12.649	12.977	18.536	15.972	19.249	16.831
Lysine	120.053	144.558	141.537	148.55	148.719	142.208	138.759	149.854
Arginine	290.833	417.618	368.848	387	368.77	359.399	365.584	378.723
Total	5,961.52	5,744.81	5,201.07	5,858.43	5,666.87	5,495.44	5,958.95	5,816.99

표 4. 갈색거저리의 지방산 조성 분석 (%)

Sample name Fatty acid	강황1	강황2	단호박1	단호박2	설록1	설록2	와송1	와송2
Butyric acid (C4:0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Caproic acid (C6:0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Caprylic acid (C8:0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Capric acid (C10:0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Undecanoic acid (C11:0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Luric acid (C12:0)	0	0	0.02	0.04	0	0	0.09	0.02
Tridecanoic acid (C13:0)	0	0	0	0	0.12	0.1	0.07	0.08
Myristic acid (C14:0)	1.63	1.68	1.6	1.6	1.5	1.53	1.49	1.38
Pentadecanoic acid (C15:0)	1.44	1.23	1.95	2.11	2.31	2.61	2.59	2.41
Palmitic acid (C16:0)	18.23	17.48	17.89	17.6	16.64	16.85	16.37	16.18
Heptadecanoic acid (C17:0)	12.42	11.74	13.43	14.8	16.6	16.78	19.41	18.6
Stearic acid (C18:0)	5.77	5.75	5.79	6.24	6.02	5.63	4.99	5.51
Arachidic acid (C20:0)	0.99	1.05	0.96	0.91	0.75	0.79	0.82	0.82
Heneicosanoic acid (C21:0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Behenic acid (C22:0)	0.06	0.06	0.04	0.06	0	0	0.07	0.05
Tricosanoic acid (C23:0)	0.7	0.77	0.59	0.57	0.72	0.69	0.55	0.64
Lignoceric acid (C24:0)	0	0.04	0	0	0	0	0	0.07
Saturated	41.25	39.82	42.27	43.94	44.67	44.99	46.44	45.76
Myristoleic acid (C14:1)	0.44	0.3	0.36	0.69	0.74	0.3	0.27	0.31
cis-10-Pentadecenoic acid (C15:1)	0	0	0	0	0.07	0.12	0.1	0.18
Palmitoleic acid	9.08	9.44	9.43	8.92	7.76	8.18	8.06	8.08



(C16:1)								
cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1)	0	0	0	0	0.12	0.12	0.11	0.14
Elaidic acid (C18:1n9t)	0.1	0.29	0.28	0.3	0.34	0.28	0.3	0.29
Oleic acid (C18:1n9c)	37.67	37.47	36.25	34.85	33.98	33.81	33.09	33.78
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	0.41	0.46	0.5	0.35	0.47	0.51	0.34	0.35
Erucic acid (C22:1n9)	0	0	0	0	0	0	0	0
Nervonic acid (C24:1)	0	0	0	0	0	0	0	0
Monounsaturated	47.69	47.97	46.81	45.12	43.49	43.32	42.26	43.13
Linolelaidic acid (C18:2n6t)	0	0	0.21	0.42	0.26	0.1	0.13	0.17
Linoleic acid (C18:2n6c)	8.5	8.94	8.68	8.54	8.82	8.66	7.81	7.93
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.26	0.26	0.29
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	0	0	0	0	0	0	0	0
γ-Linolenic acid (C18:3n6)	0.15	0.12	0.11	0.1	0.12	0.09	0.11	0.08
Linolenic acid (C18:3n3)	1.31	2.21	1.34	1.28	1.43	1.63	2.03	1.68
cis-8, 11, 14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	0.03	0.03	0	0	0	0	0	0
cis-11,14, 17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	0	0	0.05	0.06	0.09	0.09	0.07	0.04
Arachidonic acid (C20:4n6)	0	0	0	0	0	0	0	0
cis-5,8,11, 14,17-Eicosapentenoic acid (C20:5n3)	0.25	0.26	0.26	0.26	0.32	0.38	0.38	0.37
cis-4,7,10, 13,16,19-Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.54	0.39	0	0	0.53	0.49	0.52	0.53
Polyunsaturated	11.06	12.21	10.92	10.94	11.84	11.69	11.3	11.1

표 5. 갈색거저리의 일반성분 조성 분석 (%)

시료 \ 성분	수분 (%)	조회분 (%)	조지방 (%)	조단백질 (%)	탄수화물 (%)
강황-1	4.88	9.16	8.40	64.43	13.12
강황-2	5.08	8.45	8.60	64.65	13.22
단호박-1	4.97	8.23	7.86	59.83	19.12
단호박-2	4.78	7.41	8.06	60.88	18.88
설록-1	5.19	8.20	7.76	67.38	11.47
설록-2	5.06	8.74	7.00	65.73	13.47
와송-1	5.76	7.98	9.06	68.46	8.75
와송-2	4.99	7.47	8.42	69.45	9.67

□ 흰점박이꽃무지 유충 성분 분석 평가

표 6. 절식기간 중 먹이원에 따른 흰점박이꽃무지 유충 무기성분 함량(mg/100g)

시료 \ 성분	Ca	K	Mg	Fe	Na	Mn	Cu	Zn
단호박	206±0.1	3035±70.5	413±9.5	10±0.1	369±3.2	5±0.0	2±0.1	11±0.2
강황	191±3.9	3085±120.5	416±18.4	13±3.7	357±13.0	5±0.1	2±0.1	11±0.3
녹차	188±6.2	2998±144.4	420±7.2	10±0.3	366±10.7	5±0.0	2±0.0	11±0.3
와송	174±0.6	2782±63.6	390±6.8	10±0.0	336±7.4	4±0.1	2±0.1	11±0.3

표 7. 절식기간 중 먹이원에 따른 흰점박이꽃무지 유충 영양성분 함량

시료 \ 성분	수분 (%)	조회분 (%)	조지방 (%)	조단백질 (%)	탄수화물 (%)
단호박	5.0±0.1	8.8±0.4	8.5±0.1	64.5±0.1	13.2±0.1
강황	4.9±0.1	7.8±0.4	8.0±0.1	60.4±0.5	19.0±0.1
녹차	5.1±0.1	8.5±0.3	7.4±0.4	66.6±0.8	12.5±1.0
와송	5.4±0.4	7.7±0.3	8.7±0.3	69.0±0.5	9.2±0.5

## □ 갈색거저리 사육 매뉴얼

현대농업에서 가장 주목을 받는 것이 곤충산업이다. 축산업이 지구 환경 변화에 영향을 미치면서 지구환경에 영향을 가장 덜 미치는 새로운 단백질원에 대한 관심이 높아지면서 곤충이 대안으로 떠오르고 있는 실정이다. 그 중에서 갈색거저리는 단백질과 지방이 함량이 높고 맛과 향에서도 거부감이 없어 아주 좋은 단백질원으로 여겨진다.

갈색거저리(*Tenebrio molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과의 곤충으로 알, 유충, 번데기 및 성충의시기를 거치는 완전변태를 하는 곤충으로 갈색쌀거저리 라고도 불리며 한국을 비롯한 전 세계에 분포한다. 또한 한국에서는 애칭으로 고소애라고 하는데 이것은 갈색거저리 유충을 삶아 건조시키면 고소한 맛과 향이 나기 때문이며 이로 인해 사람들이 다른 곤충에 비해 혐오감이 들하며 또한 많은 사람들이 소비하고 있어 현재 대량생산하고 있는 사육농가가 형성되어져 있다. 갈색거저리는 식용곤충으로써 뿐 만 아니라 번식률이 높아 새나 애완동물의 먹이 곤충으로 이용되고 있으며 다른 곤충들과 달리 변태기간이 비교적 짧고 적응력이 강하며 사육 기술을 익히기 쉬워 연중 사육이 가능하다.

### 1. 사육장

사육시설은 조립식 판넬, 컨테이너, 비닐하우스 등을 활용할 수 있으며 사육장 온도는 25-27℃를 유지할 수 있도록 해야 한다. 그래서 밖은 비닐하우스로 하고 속에 판넬로 사육장을 만드는 것이 온도관리에 많은 이점이 있다. 비닐하우스는 차광망을 씌워 열전달을 막는 단열재 역할을 하도록 한다.

사육장 시설로는 유충사육실, 성충실, 작업장(채란, 유충선별) 사료보관창고가 있으며 저온실이 있으면 사료보관에 유리하다. 사육장 내 시설은 이동식 선반을 제작하여 사용한다. 이동식 선반은 작업에 편리를 줄 수 있다.

#### 가. 사료준비

갈색거저리의 주 먹이원은 밀기울이다. 밀기울은 밀 생산 방식에 따라 압착식과 롤러연마 방식이 있지만 갈색거저리 먹이를 위해 연마로 만든 밀기울보다 롤 압착방식이 더 좋다. 국내 밀기울은 보리생산을 위한 연마로 만들지만 수입산은 압착방식으로 생산한다. 따라서 국내산보다 수입산 밀기울이 갈색거저리 생산에 더 적합하다.

#### 나. 유충 사육

다 자란 유충의 몸길이는 28~35mm, 갈색을 띠며 성충은 초기 우화시 유백색이나 점차 황갈색에서 흑갈색으로 변화하여 흙 적갈색을 나타내고 암수 구별은 번데기 시기 복부 끝부분의 돌기인 유두를 이용하여 구분함. 수컷의 유두는 비교적 작고 뚜렷하지 않고 끝부분은 원형으로 나타내고 굽어있지 않지만 암컷 번데기의 유두는 크고 뚜렷하며 끝부분이 납작하여 구분된다. 갈색거저리 유충은 식물성 물질인 곡류나 채소 등을 먹으며 발육 기간이 2개월 특히 밀기울에 수분 보충을 위해 채소 중에서도 무, 당근등이 먹이로 좋으며, 밀기울을 주 먹이원으로 하지만 수분 보충을 위해 수분이 많은 먹이원을 따로 공급해야 한다. 이때 주는 먹이원에 따라서 갈색거저리의 품질이 달라진다. 일반적으로 많이 사용되는 먹이는 무 같이 수분이 많은 채소를 사용한다.

사육밀도는 사육상자 기준으로 5000-7000마리 정도가 적합하며 무게로는 1kg 정도 맞추는 것이 적당하다. 마리수는 셀수가 없지만 무게는 대략 짐작으로 평가가 가능하다. 이때 밀기울은 사육 상자에 높이 3cm 정도 넣어 주는 것이 적당하다. 갈색거저리는 군거성 곤충이므로 개체군의 밀도가 너무 낮으면 총체의 활동과 섭식 활동이 저하될 수 있으므로 평균 생산량이 줄어들 수 있다.

## 2. 성충

성충은 번데기에서 우화하면 옅은 갈색에서 시간이 7일 정도 지나면 검은 색으로 변한다. 이때부터 교미가 시작되며 산란하기 시작한다. 성충의 사육장 온도는 유충사육장 온도 보다 2-3℃ 낮게 유지하고 습도도 유충사육실 보다 10% 정도 낮게 유지하는 것이 좋다. 성충의 먹이로는 밀기울도 되지만 보다 많은 채란을 위해 과일, 채소 등 수분과 영양분이 풍부한 먹이를 급이 하는 것이 유리하다. 성충사육의 목적은 채란이 목적이므로 사육상자에 밀기울을 놓고 그 위에 체반을 놓아 성충을 사육한다. 일반적으로 사육상자 없이 밀기울에 성충을 사육하면서 채란을 하는데 이러한 방식은 성충과 산란된 알을 분리하는데 노력과 시간이 많이 든다. 채란 간격은 3일 정도가 정당하며 한 상자에 성충의 수는 대략 80-100 g정도로 한다. 무게로 하는 이유는 성충의 수를 세기 힘들기에 무게로 하는 것이 편리하다. 성충이 산란하면서 30일 정도 지나면 폐사가 일어나기 시작한다. 이때 성충을 폐기하고 새로운 성충으로 채란하는 것이 좋다. 성충은 어두운 곳에서 산란하기에 사육장을 밝게 하지 않는 것이 좋다.

## 3. 절식-가공

갈색거저리 유충을 가공하기 위해서 먼저 절식과정을 거쳐야 한다. 절식은 먹이른 주지 않고 굶기는 과정을 말하며 절식기간은 3일 정도가 가장 좋다. 절식기간이 짧으면 유충배속에 있는 이물질이 완전히 제거 되지 않고 또 너무 길어지면 유충의 폐사가 일어나 농가에서 많은 손실을 보게 된다. 절식이 끝난 유충을 세척후 1차 가공에 들어가는데 1차 가공방법은 물에 데치기, 스팀으로 찌기. 마이크로웨이브로 가공하기, 볶기 등이 있지만 가장 농가에서 많이 사용하는 방법으로 물에 데치기를 많이 선호하는 편이다. 1차 가공후 건조하여 바로 먹어도 되지만 식품첨가물 또는 2차 가공을 위해서는 반드시 탈지과정이 필요하다. 갈색거저리 유충의 지방함량이 30% 이상으로 탈지하지 않고 분말 가공시 분말가공이 되지 않는다.

탈지 방법으로는 비용이 가장 적게 더는 압착식으로 많이 하고 있으며, 압착하여 나온 기름 속에는 불포화지방산이 70% 이상 함유되어 있어 사람이 먹으면 성인병 예방에 도움이 된다. 분말은 환자식 죽으로 만들거나 빵, 국수, 한식 등 다양한 식품에 첨가해도 된다. 쉽게 말해 참기름을 넣어 먹을 수 있는 음식에는 전부 첨가해서 먹을 수 있다.

## 4. 질병

### 가. 질병관리 및 주의사항

(1) 질병관리(위생관리) ※아직까지 심각하게 문제 되는 질병 없지만

<동종포식(Carnivalism)> 원인은 밀집된 사육환경이 스트레스를 유발하여 서로물어 죽이는 현상이 발생하는데 특히 번데기 기간은 성충과 다른 유충이 연약한 부위를 물거나 체액을 섭취하기 위해 포식하기 때문에 갈색거저리의 생명이 가장 위험에 노출되는 시기이기도 하다. 조치사항으로는 과밀하지 않게 사육하고, 번데기에서 우화 한 성충을 즉시 골라내어 성충이 용화되지 않은 번데기를 공격하거나 포식하지 않도록 한다.

<녹강병> 병원균 *Metarhizium anisopliae*이 원인이고, 고온다습(30도 이상, 습도 70도 이상)의 사육환경 특징이다. 갈색거저리에 크게 피해를 주지 않으나 2차 감염 가능성이 큰 증상이다. 죽은 유충 표피에 균사가 형성되고 진녹색의 분생포자가 형성되는데, 조치사항으로 감염충 발견 즉시 제거 및 소각하여 병의 확산을 차단한다.

## □ 흰점박이꽃무지 사육 매뉴얼

서구화된 식생활과 과도한 스트레스, 각종 바이러스에 의한 질병등의 증가로 건강기능 식품에 대한 관심과 수요의 증가로 단백질, 불포화지방산 및 미네랄이 풍부한 곤충자원에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다. 그중에 특히 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis seulensis*) 유충(굼벥이)은 동의보감에서 제조(蟻螬)라 하며 간 손상 보호 및 항암효과에 대해 언급하고 있다. 흰점박이꽃무지는 딱정벌레 꽃무지과에 속하는 완전변태 곤충으로 한국, 중국, 일본 그리고 시베리아 동부지역에 서식하는 부식(腐食)성 곤충이다.

한국에서는 성충은 주로 7월 상순부터 8월 상순까지 출현한다. 어릴 적 시골에서 자라면서 무더운 여름 대청마루로 날아든 성충을 잡아 머리를 틀어 성충의 날개짓으로 선풍기 대용으로 가지고 놀던 기억이 생생하다. 무더운 여름에 성충은 주로 나무수액과 과일을 먹고 퇴비나 건초더미 초가집 지붕 등 부식된 유기물 속에 산란하며 산란된 알은 부화하여 10월 하순까지 3령으로 자라 유충상태에서 월동한다. 그래서 가을 벼 수확이 끝나고 초가집 지붕을 들어내고 새 것으로 바꾸는 과정에 들어낸 집속에서 수없이 많은 굼벥이가 나와 아저씨 간이 나쁘다며 간에 좋다고 약으로 사용한다며 잡아가시는 이웃집 아주머니에 대한 기억과 불에 구워먹으면 맛있다고 일하는 도중에 불어 피우고 막걸리를 사다가 잡수시는 아저씨에 대한 기억도 생생하다. 문명이 발달하면서 초가집이 사라지면서 굼벥이에 대한 기억과 추억도 사라지면서 현대인의 마음속에는 징그럽다, 어떻게 먹냐, 먹을 것도 많은데 왜! 하필 굼벥이냐 하는 의문과 질문만 남았다.

2007년 곤충이 식용으로 등록되면서 곤충에 대한 인식도 조금씩 바뀌고 있는데 그런 와중에 굼벥이는 일반식품보다는 약으로 인식되는 경우가 많은데 그 원인은 예로부터 굼벥이는 약으로 사용되었기 때문이다. 여기서 동의보감에 언급된 굼벥이 효능에 대해 이야기 하자면 이 벌레는 다리를 사용하지 않고 등으로 기어다니며, 다리로 기어가는 것은 진짜 굼벥이가 아니다. 성질은 조금차고 맛이 짜며 독이 있으며 악혈과 어혈을 풀어주고 제거하기 근육과 뼈가 손상되어 아픈 증상에 좋으며 몸에 요산이 쌓여 생기는 통풍에도 효과가 있다. 간으로 생기는 병 간암 간염 시력감퇴 등에도 효과가 있다. 여성의 겨우 생리불순, 생리통에도 효과가 있으며, 출산 후 산후조리에도 효능이 있다고 전하며 이밖에도 당뇨, 혈액순환, 암, 이뇨작용, 전립선 등에도 효과가 있다고 전한다.

더 이상 굼벥이는 징그럽고 혐오스러운 존재가 아니라 현대인의 삶 속에 꼭 필요한 건강식품으로 자리잡아 가고 있는 지금에 더 좋은 굼벥이를 친환경적으로 생산할 필요성이 있다. 네덜란드 와게닝겐 대학 교수이자, FAO 보좌관인 판휘스 교수가 말하길 “새우는 먹으면서 곤충은 먹지 않는다는 편견을 버리면 곤충은 충분히 훌륭한 낙농업의 대안이 될 수 있다.”라고 말하고 있다.

### 1. 사육장

흰점박이꽃무지를 사육하기 위해서는 우선 사육장을 만들어야 한다. 농촌 진흥청에서 곤충사육을 위한 표준사육장 설계도와 시설에 대해 제시하고 있어 새로이 사육장을 짓고자 할 때 그것을 활용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

현재 사육장으로 많이 활용되고 있는 건설물은 비닐하우스 속에 판넬 구조물을 넣어 지은 것으로 규모는 60평 정도의 규모가 보편적이며 대부분 영세한 편이다. 비닐하우스 속 판넬 구조물인 경우 온도 제어가 잘 되어 냉난방비가 다른 구조물에 비해 적게 들어가는 이점이 있다. 이때 외부 비닐하우스에 차광막을 덮어 주는데 차광막은 4중으로 빛을 완전히 차단하면서 보온과 보냉에 도움이 되고 겨울철 눈에 의해 피해가 발생하지 않도록 튼튼한 철재를 사용하는 것이 좋다. 내부 판넬 구조물과는 양 옆은 1m 간격, 위는 1.5m 이상 간격을 두는 것이 온도 유지에 용이 하다. 철골 구조물인 경우 기존 건물을 활용해서 사용하는 경우가 많아 곤충사육에 적합한 환경을 유지하기 위해 유지비용이 많이 들지만 건축비용이 절감되는 이점이 있다.

건축물이 완성되는 내부 시설로는 성충이 알을 낳는 산란실과 알을 받아 유충으로 사육할 수 있는 유충 사육실, 모든 작업을 할 수 있는 작업실과 사료를 넣어 보관할 별도의 창고도 필요하다. 이밖에 필요한 시설 내지 장비는 알과 성충을 분리할 때 용이한 털이기계, 겨울철 난방을 할 수 있는 난방기와 여름철 냉방을 할 수 있는 냉방기, 사료를 혼합할 수 있는 배합기가 필수적이다.

사육장의 규모에 따라 산란실과 유충사육실의 규모가 달라지는데 일반적으로 산란실은 10정도로 하고 작업실은 15평정도가 적합하며 나머지는 유충 사육실로 사용한다. 흰점박이꽃무지 성충이 자연에서 주광성으로 주로 낮에 많이 활동하기 때문에 조명에 신경을 많이 써야 한다. 특히 선반을 이용해 다단식으로 사육을 할 경우 윗부분과 아랫부분의 산란량의 차이가 많이 나기 때문에 조명시설을 벽면에도 하는 것이 산란에 유리하다. 산란실의 밝기는 20평 기준 240W 정도 조명을 설치하고, 유충 사육실은 그렇게 밝을 필요가 없어 80W 정도의 조명을 설치하면 된다. 작업실은 유충실과 산란실 가운데 배치되도록 하는 것이 작업의 능률을 올릴 수 있다. 사육장 환경으로 산란실온도는 27~30℃를 습도는 60%내외가로 유지하고 유충사육실은 산란실보다 온도를 3℃정도 낮게 유지한다. 유충 사육실의 온도가 높으면 유충이 충분히 자라기 전에 고치(토방)를 지어 번태가 이루어지기 때문에 생산량이 줄어들어 문제가 될 수 있다. 굽병이를 사육하면서 온도와 습도에 대해서는 많은 농가가 주의를 기울이면서 환기에 대해서는 등한시하는 경향이 있다. 하지만 청결한 사육 환경을 위해서는 환기가 필수적이다. 따라서 온도와 습도 못지않게 환기에 주위를 기울여야 한다. 만약 환기가 잘 되지 않으면 높은 실내습도로 인해 각종 질병이 발생할 우려가 높아 환기는 매일 1에서 2회 정도 하는 것이 바람직하며, 환기 시간은 환기 시설에 따라 차이가 있지만 최소 30분 정도는 환기를 시켜야 한다. 겨울철에는 환기로 인해 실내온도가 떨어질 우려가 있어 환기 시간과 횟수를 줄이는 경향이 많은데 절대 그렇게 하지 말아야 건강한 굽병이를 생산할 수 있다.

## 2. 발효톱밥 준비

흰점박이꽃무지 유충(굽병이)의 주된 서식지는 퇴비, 잡초 내지는 벚짚 더미, 썩은 나무속이며, 굽병이는 썩은 유기물만 먹고 자라나? 아니다. 굽병이는 잡식성으로 거의 못먹는 것이 없다 예를 들어 굽병이 사육통에 생선과 육고기 과일 등을 넣어 주면 다 먹어 치워 한마디로 잡식성이며 먹이원이 부족하면 동료 곤충도 잡아먹는다. 그래서 병든 유충이 있으면 서로 먹어치워 먹이 율이 되는 경우도 발생한다. 그래도 굽병이의 주된 먹이원은 발효 톱밥이며 톱밥을 먹고 자란 굽병이가 건강하다. 그래서 굽병이를 사육하기 위해서는 유충의 사료인 발효 톱밥을 준비해야한다. 농가에서는 발효톱밥을 직접생산하지 않고 주로 톱밥공장에서 주문을 해서 사용하고 있는 실정이라. 공장마다 사용되어 지는 나무의 종류와 발효기간, 영양성분 등이 제각각이라 굽병이 사육에도 많은 애로 사항이 있다.

본 자료에서는 굽병이 사육을 위한 최선의 발효톱밥 제조 과정을 소개하고자 한다. 굽병이 사육을 위한 발효톱밥의 주재료로는 톱밥으로 여기에 사용가능한 목재로는 참나무, 밤나무, 버드나무, 뽕나무 등이 있으며 이밖에도 나무진액 즉 송진 또는 피톤치드물질이 들어 있지 않은 나무는 다 사용이 가능하다. 그리고 톱밥 이외에 잡초 또는 벚짚도 가능하다. 톱밥이 준비되었으면 다음으로 발효를 위해 쌀겨 내지는 밀기울과 당밀 그리고 미생물이 필요하다. 쌀겨와 밀기울 그리고 당밀은 톱밥의 발효를 돕기 위해 사용되어지는 미생물의 먹이원으로 사용되며, 톱밥 발효에 사용되어 지는 미생물의 종류는 복합적으로 혼합된 EM을 사용된다. 위 세 가지 재료가 준비되었으면 재료들을 물과 함께 섞어 준다. 이렇게 혼합된 톱밥은 발효기를 사용할 경우 1주일 정도면 발효가 끝이 나지만 그렇지 않고 발효실에서 발효를 하게 되면 최소 2개월에서 3개월 정도의 기간이 소요된다. 발효정도를 판별할 수 있는 방법으로 발효실의 온도변화를

측정하면 알 수 있다. 발효가 진행되는 동안은 온도가 상승하며 적어도 60℃이상 상승해야 안전하게 발효가 되었다 할 수 있으며, 발효가 끝나면 온도가 차츰 내려가게 된다.

발효를 위해서 재료들의 혼합비는 톱밥 한포 기준으로 쌀겨 내지 밀기울 2kg과 당밀 1L를 미생물과 혼합한 물을 충분히 적셔주는데 이때 물과 미생물의 비율은 100:1의 기준으로 한다.

배합기준은 잡초나 볏짚을 사용할 경우에도 같은 비율로 사용하면 된다.

표고버섯 폐목과 버섯 폐배지를 활용하는 경우도 있는데 여기에 장·단점이 있다. 장점으로 생참나무 톱밥을 사용하는 것 보다 발효기간이 짧아 발효기를 이용하면 2-3일 정도소요 되지만 일반적으로 발효할 경우 10일 정도로 발효기간 단축이라는 장점과 버섯을 재배를 위해 사용되어진 각종 영양성분 남아 있어 곰팡이 사육에 도움이 된다. 단점으로는 눈 버섯 폐목과 폐배지의 경우 버섯 파리가 꼬이게 되는데 버섯파리에 의한 진드기가 옮겨지는 경우가 발생하여 발효가 끝나면 다시 살균하는 과정을 거쳐야 하는 단점과 버섯 재배과정에 사용되는 살충제 성분이 남아 있을 경우 곰팡이가 폐사 내지는 생육이 저조한 경우가 발생 할 수 있다. 따라서 곰팡이 사육을 위한 사료로 사용 할 때에는 신중히 고려하여 선택 사용해야 된다.

참고로 많이 사용되지 않지만 곰팡이 사료제조 과정에 깻묵을 혼합하는 경우도 있는데 사료에 깻묵을 혼합하면 곰팡이 체내에 지방성분이 많이 축적되어 곰팡이를 건조하여 분말화 할 때 지방으로 인해 뭉치는 경우가 발생한다. 곰팡이 지방조성은 불포화 지방이 78%로 아주 우수한 지방이라 사람 혈관질환 예방에 도움이 될 것으로 생각된다.

곰팡이 사육에서 사료 적정 사료 급이 시기는 생육과정에 따라 차이가 난다. 예를 들면 통상 곰팡이 사육은 40L 리빙상자를 많이 사용하는데 성충으로 알을 받기위해 상자에 절반을 발효톱밥을 채우고 성충사육하면 그 속에 알을 낳게 된다. 산란된 알을 발효톱밥과 함께 성충을 분리하여 유충 사육실로 옮겨 사육을 하는데 이때 발효톱밥을 첨가 하여 사육을 하는 것이 좋다. 그 이유는 발효톱밥이 적으면 알이 부화하여 유충 상태에서 먹이원이 부족하게 되면 생육이 고르지 않기 때문에 충분한 발효톱밥 즉 사료를 첨가 해 주는 것이 사육에 유리하다.

### 3. 유충

흔히 곰팡이라 함은 딱정벌레 유충을 통 털어 곰팡이라 지칭하는데 여기서 곰팡이라 함은 흰점박이꽃무지 유충을 이야기한다. 동의보감에서도 흰점박이꽃무지 유충을 곰뽕(제조, 蟥螬)이라 하는데 표현하길 다리를 사용하지 않고 등으로 기는 곰뽕이가 좋은 것이라 하며, 썩은 나무나 짚에서 나온 것을 먹을 수 있으며 두엄에서 나온 것은 외용제로 사용해야 한다고 말하고 있다. 이 당시 중금속과 오염에 대한 개념이 없었지만 우리 선조들의 현명함에 놀라움을 금할 수 없다.

유충의 성장 단계를 살펴보면, 알에서 부화까지 약 8일 정도가 소요되면 유충은 생육단계 별로 1령에서 3령 말기로 구분되며 1령 기간은 대략 10일, 2령 기간은 대략 20일, 3령기간은 대략 60일 정도로 유충기간은 1령에서 3령까지 대략 3개월 정도 각 소요된다. 유충의 성장 속도와 생육단계는 온도와 먹이원에 영향을 많이 받는다. 단백질원이 높은 사료를 급이하면 성장속도가 빨라진다. 실제 농가에서 톱밥발효에 단백질원이 될 수 있는 밀끼울, 쌀겨, 콩깻묵, 두부 비지 등을 섞어 발효시킨다. 단백질원이 첨가된 사료와 그렇지 않은 사료를 비교사육 한 결과 단백질원이 들어간 먹이를 급이한 쪽이 성장속도가 빨랐다는 연구결과가 있다(2016 윤등). 자연에서 유충은 5-6월에 부화하여 10월 하순 3령 말기에 유충상태로 월동하게 되지만, 일반 사육에서는 3령 말기에 유충에서 번데기 상태로 가는 기간을 줄이기 위해 온도조절이 필요하다. 유충의 변태 조건의 하나로 온도가 영향을 미친다. 온도의 영향을 많이 받아서 여름철에는 3개월이 되지 않아서 번데기가 되는 확률이 높고 겨울철에는 3개월이 지나도 번데기가 되지 않은 경우가 발생한다. 유충이 충분히 성장하지 못한 상태에서 번데기로 변태하면 성충이 작고 생산능력이 떨어진다. 그래서 곰뽕이의 적정 사육온도는 25℃에서 28℃로 하는 것이 좋으며, 먹이

원이 부족해도 번데기로 전환되는 시기도 빨라진다. 따라서 굼벵이를 충분히 키우기 위해서는 충분한 먹이와 적정온도가 필요하다.

굼벵이가 발효된 유기물만 먹는 것이 아니고 잡식성으로 생선, 육고기, 과일 등 못먹는 것 없이 다 먹어 치우는데 엽채류, 도라지, 수삼 등 단맛이 없는 종류는 잘 먹지 않지만 단맛이 나는 열매채소 늙은호박, 단호박, 고구마 등은 잘 먹는다. 굼벵이도 맛을 아는 걸까? 여기에 대해 연구된 바도 연구하는 것도 없다. 실제 사육과정에 굼벵이 사료로 주었을 때 일어난 사항을 기술했을 뿐이다. 심지어 병들어 약한 개체를 잡아먹는 경우도 종종 발생하며, 비닐까지 먹어치우기도 한다. 그래서 먹이원 즉 사료가 오염되어 있으면 오염된 굼벵이를 생산하게 된다. 따라서 먹이원 즉 사료생산 및 관리에 주의가 필요하다.

유충의 먹이급이 방법 및 시기는 유충의 크기와 생육정도, 사육밀도에 따라 달라진다. 리빙상자에 사육할 경우 대체로 알에서 부터 20일에서 30일 사이에 먹이 급이가 필요하며, 굼벵이 생육 특성상 분변토를 위로 밀어 올리고 먹이를 밑으로 내린다. 이때 생육이 부진한 유충은 분변토와 함께 위로 밀려 올라와 먹이를 제대로 먹지 못해 생육이 떨어진다. 먹이 공급을 위해서는 윗 부분의 분변토를 걷어 내고 새로운 먹이(발효톱밥)를 급이하는 방법이 있지만 이렇게 할 경우 손이 많이 가고 시간도 많이 걸려 노동비가 많이 들어간다. 시간과 노동비를 줄이기 위해 전체 사료의 80% 정도 분변토로 변했다면 기계를 이용해 분변토와 유충을 분리하고 다시 먹이를 급이하는 것이 좋은 방법이다. 이 방법의 경우 사료값이 많이 들어가는 단점이 있지만 시간과 노동력에서 사료비용을 감당하고도 남음이 있다.

### 가. 질병

모든 생명체에는 질병이 따른다. 사람들이 보기에 굼벵이가 두엄, 썩은 낙엽 내지는 나무속에 살기에 흔히 병이 없을 것으로 생각하지만 굼벵이에게도 사람의 암과 같은 병이 발생한다. 사람은 병이 들면 병원에서 치료가 가능하지만 굼벵이는 치료자체가 불가능하며, 치료약도 없다. 따라서 굼벵이 사육에 먹이원(사료) 다음으로 중요한 것이 질병관리다. 굼벵이 질병관리를 위해서는 가장 중요한 것이 환기시스템과 사육장 청결 그리고 오염되지 않은 사료를 급이 하는 것이다.

굼벵이에게 치명적인 병으로 흑강균과 녹강균이 있는데 모두 곰팡이 종류로 약이 없다는 것이다. 그래서 오염되지 않은 먹이와 사육장내 청결 그리고 환기가 중요하다.

흑강균 (검은곰은병, *Metarhizium anisopliae*)에 걸리면 일반적으로 몸에 작거나 큰 검은 반점이 나타난 후 차츰 활력이 떨어지고 죽게 되는데, 어린 유충인 경우에는 외관상 별다른 증상이 보이지 않고 죽는 경우가 있으나 죽은 후 2-3일이 지나면 몸이 굳어지기 시작하며 그 후 몸에 하얀 포자가 형성된 후 차츰 푸른 빛을 띠다가 최종적으로 검은 빛을 띤 포자로 변한다. 사육 중인 개체에서 흑강균 감염이 의심되는 사육상자가 있으면 외부로 반출하여 따로 관리 내지는 즉시 개체를 폐기하고 톱밥을 교체 하여 별도로 관리를 한다. 또한 흑강균이 발생한 사육상자는 반드시 세척, 소독하여 재 사용해야 한다

녹강균에 의하여 곤충은 처음에는 몸 전체에 흰색을 띠는 포자로 덮인 후 균사와 포자가 발달하면서 초록색을 띠게 됨, 녹강균은 곤충 누에의 몸을 굳어지게 하는 녹각병을 일으키는 병원균으로 decapeptides 독소를 분비하고 있으며 곤충에 감염시 마비증세가 나타나며 몇 일 이내에 주변의 같은 곤충들을 모두 죽일 수 있는 강력한 병원균이다. 따라서 병이 발생한 사육상자는 즉시 폐기처분하는 것이 좋으며, 상자내 병든 것은 버리고 감염되지 않은 것은 따로 사육하는 것이 좋으며 톱밥은 바로 묻어버리든지 태워 없앤다.

비워진 사육 상자는 혹시 모를 병원균 곰팡이들을 제거하기 위해 물로 세척하여 건조시켜 다시 사용해야 된다. 만약 세척하지 않고 재 사용한다면 또 다시 굼벵이가 병에 걸려 죽을 수도



있다. 만약 사육장내 병에 걸린 상자가 많이 발생하면 사육장을 비우고 전체 소독이 필요하다. 소독을 하지 않고 계속 사육을 하게 되면 병원균이 남아 계속해서 병이 발생하는 원인이 된다. 그리고 사육장내 환기시설도 병의 발생정도와 밀접한 관계가 있다. 환기가 잘되는 사육장의 경우 병 발생율이 현저히 낮지만 환기가 잘 되지 않는 사육장의 경우 병 발생율이 높고 매년 발생하는 경우도 있다. 아직까지 굼벵이 병 발생시 치료약이 없어 병이 발생하지 않도록 예방이 최선이다.

#### 나. 해충

굼벵이 사육에 발생하는 해충으로는 진드기 종류인 응애와 초파리가 있다. 이중에 가장 문제시 되고 있는 것이 응애다, 굼벵이가 살충제에 민감해서 응애를 제거하기 위해 농약을 사용할 수 없어 한번 발생하면 제거하기가 매우 힘들기 때문에 발생 하지 않도록 하는 것이 가장 중요하다.

응애 발생의 원인으로 여러 가지가 있겠지만 가장 흔한 원인으로 흰점박이꽃무지 사육에 사용되는 톱밥 중에 버섯배지를 이용하면 버섯파리가 응애를 매개한다고 전해지고 있어 따라서 버섯배지를 활용하고자 할 때는 반드시 살충과정을 거쳐서 사용해야 한다.

특히 산란한 알에 응애가 붙으면 부화하지 못하고 죽고, 어린 유충에 응애가 붙으면 먹이 활동을 제대로 하지 못해 아사 하게 되고, 3령 이상의 유충에 응애가 붙으면 변태과정에 폐사율이 증가하여 성충생산에 문제가 발생한다.

그러면 응애를 예방하는 방법으로 뭐가 있을까? 살충제를 사용하면 좋는데 유충도 같이 죽게 되어 효과가 없다. 지금까지 연구에서 다양한 방법으로 응애를 제거하고자 했지만 별 성과가 없었다. 가장 효과적인 방법은 성충에서 응애를 없애고 깨끗하게 사육하는 방법을 선택해야 된다. 일부에서는 성충을 흐르는 물에 솔로 씻어 주기도 하는데 이방법이 효과는 있지만 시간과 노력이 많이 들어 권하지 않는 방법이다.

그러기 위해서는 먼저 햇볕에 말린 톱밥을 준비하고 응애가 붙은 성충을 말린 톱밥에 넣는 것이다. 그러면 성충이 마른 톱밥에서 움직이며 몸에 붙은 응애가 떨어지게 된다. 응애는 마른 톱밥 속에 수분을 공급받지 못해 죽게 된다. 이때 톱밥에 수분이 남아있으면 효과가 감소하거나 없다 따라서 반드시 완전히 말린 톱밥을 사용해야 한다. 완전한 응애제거를 위해 너무 오랜 기간 마른 톱밥에 성충을 두게 되면 성충 또한 죽게 되므로 그 기간은 3일 이상 두지 않아야 좋다. 가끔 5일까지 방치해 뒤도 문제가 안 생길 수 있지만 그래도 안전하게 3일 정도가 적합하다.

#### 다. 유충의 톱밥 교환 시기

유충의 톱밥교환 시기는 유충의 생육과 밀접한 관계가 있다. 흰점박이꽃무지 유충의 특징 중 한가지는 배설물을 위로 밀어 올린다는 것이다. 그래서 유충 사육상자를 보면 항상 위에 굼벵이 분변토로 덮혀 있어 톱밥이 없는 것처럼 보인다. 톱밥을 너무 늦게 갈아주면 유충의 생육이 저하되고 너무 일찍 갈아주면 톱밥의 낭비가 심하게 된다. 대개 흰점박이꽃무지 유충을 사육하는 농가들은 대개 언제 어떻게 톱밥을 교체 하는 것이 좋은가 하는 의구심을 가진다.

유충의 생육시기에 맞추어 교체를 해야 하는데 1~3령 초기까지는 채란 시기에 넣어준 톱밥으로 생육이 가능한데 이기간은 대략 25일~30일 정도로 유충의 양에 따라 조금씩 변종이 있다. 이시기에 톱밥을 교환하면서 1차 유충 선별을 해주는 것이 필요하다. 그 이유는 이시기에 유충을 선별하면 수확기 까지 톱밥을 교체 없이 사육이 가능하기에 많은 일손을 줄일 수 있으며, 병 발생 유무도 확인 할 수 있다. 만약 유충의 수가 많은 것은 상관없지만 채란과정에 알의 양이 적으면 톱밥의 소모가 적어 사육상자 안에서 톱밥이 자연스럽게 다져지는 경우가 많아 유충의 병 발생과 생육이 저조한 경우가 많다. 그래서 성충의 산란양에도 많은 주의를 기울

이고 산란양이 적으면 성충을 보충해주거나 새로운 성충으로 교체 해줄 필요가 있다.

유충의 크기가 동일하지 않아 사육과정에 큰 유충이 먹이를 많이 먹어 어린 유충이 생장하는데 어려움이 많다. 그래서 일정 시기가 되면 유충을 크기별로 분류해서 사육할 필요가 있다. 이때 많은 시간과 노력이 많이 들어가므로 성충 통에서 알을 교체하는 시기를 1주일 정도 하는 것이 적당하지만 너무 빨리하면 알에서 부화되는 과정에 손실이 많아 10일 정도 하는 것이 적당하는 것이 적당하다.

#### 4. 고치

흰점박이꽃무지는 완전변태하는 곤충으로 성충-알-유충-번데기-성충으로 변태를 한다. 유충이 3령 말기가 되면 몸 색이 흰색에서 노란색으로 변화되면 도방(고치)을 지을 시기가 다 되었다. 이시기 사육 상자에 약 200마리 정도 유충을 사육하게 되면 한번에 고치를 만드는 것이 아니고 매일매일 고치를 만들어 변태에 들어가기에 톱밥을 교체하지 않고 약간 보충만 해주는 것이 좋으며, 유충의 생육특성으로 초기에는 고치를 위로 밀어 올리고 약 70% 정도 고치가 만들어 졌을때 톱밥을 교체하면서 고치를 분리하여 따로 보관하는 것이 성충관리에 편리하며 톱밥 교체기에 심한 충격을 주면 고치가 망가져 번데기가 다치게 될 수도 있어 각별한 주의가 필요하다.

하지만 고치를 짓고 4-5일 지나면 고치가 단단해져 깨질 위험성이 낮아진다. 이시기에는 약간의 충격에도 번데기는 안전하다. 만약 10일 이상 된 고치는 던져도 이상 없이 변태되어 성충이 된다. 고치의 생활사 기간은 약30일 정도며 온도에 따라 고치가간이 30일에서 45일 까지 늘어난다. 온도가 낮으면 고치기간이 늘어나고 높으면 짧아진다. 그래서 고치의 생육 적온은 28~32℃ 가 적합하다.

비슷한 시기에 생성된 고치들은 한곳에 모아 우화 시키는 것이 좋음 왜냐하면 비슷한 시기에 성충이 되어 나오니까 성충관리에 편한 잇점이 많음 38L 리빙상자에 고치를 120개정도를 넣어 주는데 톱밥을 5cm 깔아주고 고치를 넣어준다. 경우에 따라서는 위에 다시 톱밥을 살짝 덮어 준다.

톱밥이 없으면 먼저 우화한 성충이 쉴 곳이 없어 수명이 짧아지고 잘못하면 성충이 죽을 수도 있지만 톱밥이 있으면 성충이 톱밥 밑에서 완전히 우화 되고도 먹이를 주지 않아도 살아날 수 있다. 비슷한 시기에 고치를 틀면 우화 시기도 비슷하니까 첫우화 후 1주일 정도부터 먹이를 공급해주야 한다. 이때 먹이로는 과일, 젤리를 주어야 한다. 만약 먹이를 주지 않으면 일찍 우화한 성충은 영양실조로 산란양이 떨어진다. 그리고 성충이 나오는데로 산란상자로 옮겨 사육하는 것이 가장 좋은 방법이다.

※ 고치를 보관할 때에는 습기가 너무 많지 않아야 함 습기가 많으면 고치가 썩어 우화가 되지 않으며 간혹 사육 상자에 붙어서 고치를 뜯 사항에서는 고치를 때어 내어 고치상자 벽면에 붙여 주면 된다. 그러면 완전한 성충이 된다. 만약 고치가 망가지면 성충이 되기 어렵고 성충이 되어도 기형이 되어 정상적으로 성장하기 힘들다

응애가 붙은 유충은 고치가 되어도 성충으로 나오기 힘들고 고치 안에서 폐사되는데 이러한 고치는 바로 폐기해야 된다.

#### 5. 성충

고치에서 우화되어 나온 것을 성충이라 한다. 성충은 1990년대 이전에는 한여름 시골에서 심심찮게 보던 풍덩이로 시골 어린이 들이 어릴적 가지고 놀던 장남감이 었다. 산업화되고 농약 살충제를 많이 사용하면서 지금은 그 개체수가 많이 줄어 시골 자연에서 보기 힘들게 되었지만, 제주도 민속촌에서 자연상태로 존재하고 산속 산림벌목장에서도 볼 수 있지만 이때 흰점박

이꽃무지만 있는 것이 아니라 장수풍뎅이도 같이 존재하는데 장수풍뎅 유충이의 몸집이 흰점박이꽃무지 유충보다 크기에 야생에서 우점을 하고 있어 자연상태에서 대부분 장수풍뎅이가 우점하고 있다.

성충의 등에 흰점이 있어 흰점박이꽃무지라 한다. 성충은 암·수를 구별하는데 배 밑에 보면 일자로 오목하게 들어간 것이 수컷 아무것도 없이 볼록한 것이 암컷이다. 성충의 수명은 수컷보다 암컷이 길데 그 이유중 하나로 수컷은 암컷을 차지하기 위해 사육상자 내에서 끊임없이 경쟁하고 싸우기에 수명이 짧다. 반면 암컷은 톱밥 밑에서 주로 지내는데 먹이도 톱밥 밑에 넣어 주면 먹이 활동도 된다. 따라서 먹이를 사육상자 위에 주면 초파리가 발생하는데 톱밥 밑에 주면 초파리 발생도 줄이고 톱밥속에 수분 공급 해주는 역할을 한다. 그리고 성충은 주광성이라 빛의 강도가 중요하다 그래서 사육장을 산란실과 유충실을 구별하는 이유도 있다. 예로 성충사육 상자의 위쪽과 아래쪽의 산란양을 비교하면 위쪽에 있는 사육상자의 알 양이 많다. 빛의 양을 많이 주는 것도 중요하지만 시간도 중요해서 주-야(16:8) 하는 것이 좋다. 빛의 기간이 조금 길어도 되지만 24시간 빛을 주면 성충의 휴식시간이 줄어 성충의 수면도 짧아 진다.

### 가. 교미-산란

고치에서 우화한 성충은 1주일 정도 지나면 교미를 시작하고 8일 정도 지나면 산란을 시작하기에 임신기간은 약 8일 정도로 추정할 수 있으며 산란은 다른 곤충 같이 한번에 산란을 하는 것이 아니고 매일 산란하고 교미도 한다. 처음 한 달 동안은 매일 산란 하며 평균 1일에 1.7개 정도 되지만 그 이후에는 산란양이 조금씩 줄어들고 3개월이 지나면 산란양이 완전히 줄어 2-3일에 한 개씩 산란한다. 이때 성충을 폐기하는 것이 좋으며, 2개월째는 성충사육 상자를 2개를 한 개로 합치는 것도 산란수를 유지하는 좋은 방법이다.

암·수 한쌍이 총 산란수는 40에서 100개정도 산란을 한다. 영양상태에 많이 달라지며 산란양이 많아지면 암컷의 수명을 짧아진다. 대체로 산란수는 40여개로 알려져 있지만 많게는 150개 이상 산란하는 것도 있으므로 성충의 영양상태와 사육환경이 얼마나 중요한지 알 수 있으며 먹이원으로 바나나가 다른 과일보다 산란양을 높이는데 중요한 역할을 한다. 그래서 성충 먹이원에 바나나를 넣어 주는 것이 좋다.

### 나. 산란-부화

산란에서 부화까지 걸리는 시간은 약 1주일에서 10일인데 온도(32-34℃)가 높으면 빨리 부화하고 낮으면 (25-30℃) 10일 정도 소요된다. 처음 산란하면 알이 흰색 타원형이지만 시간이 지날수록 알이 둥글고 노란색으로 변해간다. 부화 직전이 알을 자세히 보면 알에 줄이 가 있는 것을 볼 수 있는데 줄이 생기면 2일 안에 부화 한다.

### 다. 성충의 먹이

고치에서 우화하여 성충이 되면 바로 먹이를 먹지 않고 2 3일 후부터 먹이를 먹기 시작하면서 교미를 한다. 이때 먹이는 주로 과일을 많이 준다. 특히 수박을 많이 주며 오렌지, 멜론, 등도 잘 먹는다. 하지만 이들 과일을 주게 되면 수분이 많아 톱밥에 수분이 증가하고 미처 다 먹지 못한 과일로 인해 초파리가 발생한다. 따라서 앞에서 언급했듯이 톱밥속에 넣어 주는 것이 좋은 방법이다. 봄부터 가을 까지 과일이 충분하여 과일을 줄 수 있지만 겨울철에는 과일이 적고 가격이 비싸 곤충용 양갱이를 만들어 주는 것이 저렴하고 생산비를 줄일 수 있다.

#### <만드는 방법>

- 재료 : 물, 흑설탕, 분유, 종합비타민, 한천

- 흑설탕 : 성충에게 탄수화물원으로 에너지를 공급
- 분유 : 단백질과 지방등 각종 무기물 공급
- 종합비타민 : 비타민공급 및 산란율 증가
- 한천 : 섬유질 제공

물 5L에 한천 종이컵으로 한컵, 가축용 분유 한컵 흑설탕1kg을 넣고 끓인다 끓일때는 반드시 저어주어야 밑에 눌러붙지 않는다. 끓으면 불을 끄고 70℃ 정도 까지 식혀서 물1L에 비타민을 녹여 섞어 주고 용기에 부어 굳히면 된다.

## 6. 유충 가공

### 가. 절식

유충을 가공하기 위해 먼저 절식을 통해 뱃속에 이물질을 제거해야 하며 절식 기간은 농촌진흥청에서 발표한 바에 따르면 3일 이상 되어야 한다. 절식을 하는 방법으로는 몇 가지가 있다. 첫째 전혀 먹이를 주지 않고 3일간 절식하는 방법, 둘째 절식기간에 발효톱밥 대신 호박, 과일 등을 2-3일간 먹이로 제공하고 1일 동안 절식하는 방법, 셋째 절식기간동안 먹이는 주지않고 물을 공급하여 절식하는 방법이다. 이 세가지 방법 모두 장단점이 있지만 가장 큰 단점으로는 첫째 셋째 방법은 절식기간동안 무게가 많이 준다는 것이고 둘째 방법은 무게는 줄지 않으나 뱃속에 이물질이 남아 있을수 있는 것이 단점이다.

### 나. 세척 및 건조

절식이 끝나면 세척이 중요하다. 절식기간에 유충이 먹지 못해 스트레스를 받아 분비물을 내놓게 되는데 이것을 깨끗이 세척해야 한다. 세척할때는 찬물보다 미지근한 물을 사용하여 3차례정도 세척해야 한다. 세척이 끝나면 100℃끓는 물에 살짝 데치게 되는데 이때 너무 오랜기간 데치면 유충영양분이 물에 녹아나가게 되어 손실이 크다 가장 적당한 시간은 끓는 물에 넣어 떠오르기 시작하면 건져 건조기에 넣어 건조하는 것이 가장 좋으며 건조기 온도는 60℃가 넘지 않도록 하며 55℃가 가장 적당하다. 건조 온도는 계절의 변화에 따라 조금씩 조절할 필요가 있다. 그리고 어떤 농가에서 데친 유충을 찬물로 다시 씻어 건조하는 방법을 선택하는데 이것은 잘 못된 방법으로 데친 후 찬물에 넣게 되면 유충의 온도가 떨어져 대장균에 의한 부패가 일어나 악취의 원인으로 작용한다.

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

###### <주관연구기관>-한경대

- 전처리 방법에 따른 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질의 항산화 활성과 안전성 평가 및 유용성분 분석
  - 전처리 방법에 따른 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충의 항산화 활성은 차이를 보였는데, 열풍건조 분말에서 비교적 높은 항산화 활성을 보였다.
  - 갈색거저리의 경우 열풍건조 분말의 총 페놀성화합물 함량이 가장 높았고, 곰팡이의 경우 모든 처리구에서 유사한 결과값을 보였다.
  - 항산화 활성을 종합적으로 평가하였을 때, 낮은 농도에서부터 항산화 활성을 보였으며, 전처리에 따른 유효한 변화는 보이지 않았다.
  - 세포독성실험 결과에서도 처리구에 따른 차이는 크게 보이지 않았으며, 모든 결과를 종합하였을 때 전처리에 따른 유의미한 성분 변화나 항산화 활성의 변화가 관찰되지 않았기 때문에 가장 상용화하기 적절한 열풍건조 형태로 분말을 제조하여 제품에 적용하는 방법이 최적일 것으로 판단된다.
  
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 패티 품질평가
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 열풍건조 분말을 계육 패티에 1, 3, 5% 함량으로 첨가량을 달리하여 제조하였으며, 관능검사를 수행한 결과 1% 함량이 첨가된 패티에서 우수한 관능성상을 나타내는 결과를 확인하였다. 5%를 첨가한 처리구에서는 관능성상의 저하를 나타내기 때문에 분말의 곤충 향을 탈취할 수 있는 기술의 적용이 필요한 것으로 판단된다.
  - 제품 평가 실험을 통해 기능성이 향상됨을 확인할 수 있었고, 곤충 분말에 함유된 항산화 활성으로 인해 제품의 지방 산화를 효과적으로 억제할 수 있었다.
  - 단백질 변패도 역시 저장기간 동안 효과적으로 제어가 가능함을 확인할 수 있었다.
  - 미생물 분석 결과 곤충 단백질의 항균 활성으로 인하여 저장기간 동안 총균수와 대장균군수의 증식을 대조군에 비해 효과적으로 억제할 수 있었다.
  - 관능성상을 향상시킬 수 있도록 단백질 형태로 제조 또는 탈취한 후 분말을 적용하는 과정이 필요해 보이며, 함량을 조절하여 제품 분석을 추가적으로 실시할 필요가 있다.
  
- 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 치킨너겟 품질평가
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 열풍건조 분말을 치킨너겟에 1, 3, 5% 함량으로 첨가량을 달리하여 제조하였으며, 관능검사를 수행한 결과 갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 분말 1% 함량이 첨가된 패티에서 대조구와 유의적 차이를 보이지 않아 소비자들에게 거부감 없는 제품을 제조할 수 있을 것으로 사료된다.
  - 색도의 경우 곤충 분말 첨가량이 높아질수록 명도가 낮아지고 적색도가 높아지는 결과를 보였으며, 보수력은 높은 반면 가열감량도 높아지는 결과를 보였다.
  - 전단력은 식용 곤충 종류에 상관 없이 첨가량이 높아질수록 값이 높아지는 결과를 보여, 더욱 탄력있는 제품이 제조되는 것을 확인하였다.

- 또한, 식용 곤충 첨가에 의해 1% 농도에서부터 확실한 항산화 활성으로 인해 제품의 지방 산패도를 효과적으로 억제할 수 있었다.
- 미생물 분석 결과 갈색거저리 처리구의 경우 효과적인 총균수 및 대장균군수 억제가 가능하였지만, 흰점박이꽃무지 유충 분말의 경우 곤충들이 섭취하는 발효톱밥과 배설물이 확실하게 제거되지 않아 미생물 결과에 영향을 미쳤으며, 이는 굼벵이 분말을 이용할 경우 원료 유충의 선별부터 건조 과정까지 미생물을 꼼꼼히 확인해야 할 것으로 사료된다.

▪ **갈색거저리 및 흰점박이꽃무지 유충 단백질 분말 첨가 가라아게 품질평가**

- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 열풍건조 분말을 치킨 가라아게 제품에 1, 3, 5% 함량으로 첨가하여 제조하였으며, 관능검사를 수행한 결과 갈색거저리 유충 분말의 경우 총괄적인 수준에서 전체 처리구에서 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않아 실제 제품을 출시하였을 경우 소비자들에게 선택을 받을 수 있을 것으로 판단되며, 흰점박이꽃무지 유충 분말의 경우는 1% 함량이 첨가된 패티에서 대조구와 유의적 차이를 보이지 않아 첨가할 수 있는 함량은 1%가 적당할 것으로 사료된다.
- 색도의 경우 치킨너겟 제품과 유사하게 곤충 분말 첨가량이 높아질수록 명도가 낮아지고 적색도가 높아지는 결과를 보였다.
- 식용 곤충 분말 첨가 치킨 가라아게의 기능성을 평가한 결과, 보수력은 대조구에 비해 감소한 반면 가열감량은 차이를 보이지 않았다.
- 전단력은 식용 곤충 종류에 상관 없이 첨가량이 높아질수록 값이 높아지는 결과를 보였기 때문에, 더욱 단단한 조직감의 특성을 확인하였다.
- 또한, 식용 곤충 첨가에 의해 가장 낮은 첨가량인 1% 농도에서부터 항산화 활성을 보여, 제품의 지방 산패도 및 단백질 변패도를 효과적으로 억제할 수 있었다.
- 미생물 분석 결과 갈색거저리 처리구의 경우 대장균군수는 검출되지 않았고, 총균수는 대조구와 유사한 결과를 보였다. 하지만, 흰점박이꽃무지 유충 분말의 경우 치킨너겟 결과와 마찬가지로 곤충 분말에 함유된 굼벵이 먹이가 잔존하여 미생물 결과에 영향을 미쳤으며, 대조구에 비해 높은 값을 유지하였지만, 저장기간이 경과함에 따라 값의 증가는 크게 보이지 않는 것을 확인하였다.

**<제1공동연구기관>-전남대**

▪ **갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 수용성 및 염용성 단백질의 *in vitro* digestion 중에 protein digestibility와 antioxidant activity 평가**

- 단백질 추출물의 추출도는 거저리 염용성 단백질에서 가장 높았다. 소화율은 구강과 소장에서 수용성 단백질이 염용성 단백질보다 높은 소화율을 보였다. DPPH radical scavenging activity와 reducing power에서는 구강에서 곤충 종류에 따라서는 거저리 단백질이 용해성에 따라서는 수용성 단백질이 높은 활성을 보였다.

▪ **갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 수용성 및 염용성 단백질의 조성에 따른 물성 평가**

- 점도 측정 결과에서는 흰점박이꽃무지 염용성 단백질이 높은 점성도를 보였다. 그리고 거저리와 흰점박이꽃무지 혼합 처리구에서 단독 처리구에 비해 점성도 및 젤 강도가 향상되었다. 점도 측정 결과와 달리 젤 강도에서는 거저리 염용성 단백질이 다른 처리구들에 비해서 높은 젤 강도 값을 보였다.

- NaCl 또는 pH에 따른 갈색거저리와 흰점박이꽃무지에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성 평가
  - NaCl와 pH에 따른 갈색거저리와 흰점박이꽃무지에서 추출한 염용성 단백질의 물성 특성에는 큰 차이가 없었다.
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지에서 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 돈육 근원섬유단백질의 물성 특성 평가
  - 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 처리구는 순수한 돈육 근원섬유단백질 처리구와 비교하여 약간 낮은 점도 결과를 보였다. 가열 수율에서는 곤충 처리구가 순수한 돈육 근원섬유단백질 처리구보다 높은 경향을 보였다. 젤 강도에서는 곤충 염용성 단백질 동결건조 분말 첨가로 인해 돈육 근원섬유단백질의 젤 강도가 감소했다. 전자주사현미경을 통해 본 단백질 3차원적 표면 구조에서는 곤충 단백질 동결건조 분말의 첨가로 단백질 미세구조가 거칠어지고 공극이 형성되었다.
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 저지방 소시지의 품질특성 평가
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말(각각 TM와 PB로 명칭)의 첨가량의 증가는 저지방 소시지에서 명도의 감소와 황색도의 증가를 가져옴
  - 또한 TM과 PB의 첨가량이 증가함에 따라서 전기영동으로 관찰한 단백질 분획 중 75 kD 부근에 단백질 밴드가 관찰됨
  - TM과 PB의 첨가량의 증가로 저지방 소시지의 조직감이 감소하기 때문에 저지방 소시지에 이를 적용 시 0.5% 이하로 첨가하여야 함
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말을 첨가한 유화형 소시지의 품질특성 평가
  - 유화형 소시지에서는 PB와 TM의 첨가량의 증가로 인해 명도와 적색도가 감소하고, 황색도는 PB와 TM의 첨가량의 증가로 인해 증가함
  - PB와 TM를 첨가한 유화형 소시지에서 75 kD 부근에서 단백질 분획이 관찰됨
  - 유화형 소시지에서 TM과 PB의 첨가량의 증가는 hardness, springiness, gumminess 그리고 chewiness의 감소를 가져옴. 따라서 유화형 소시지에 이를 적용 시 0.5% 이하로 첨가하여야 함
  
- 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 저지방 소시지의 품질특성 평가 및 *in vitro* digestion model에의 적용
  - 색도 측면에서 0.5%의 TM과 PB를 TGase와 함께 복합 첨가하여 저지방 소시지를 제조하였을 때는 CTL과 유사한 성상을 보이는 저지방 소시지를 제조할 수 있는 것으로 보여짐
  - 저지방 소시지의 보수력에서 TGase 첨가로 인해서 유리수분이 감소하는 경향을 보여 보수력이 증진된 것을 확인함
  - 색도 측면에서 0.5%의 TM과 PB를 TGase와 함께 복합 첨가하여 저지방 소시지를 제조하였을 때는 TM과 PB에 TGase를 첨가하였을 때 CTL과 유사한 조직감을 보였음. 따라서 PB와 TM의 단독 첨가로 인해 발생하는 조직감 저하를 TGase의 첨가로 일반 저지방

- 소시지의 조직감 수준으로 품질을 증진시킬 수 있을 것으로 사료됨
- TM과 PB 첨가 또는 TGase의 처리가 시험관 내 단백질 소화율과 향산화 활성에는 영향을 미치지 않음
  - 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충으로부터 추출한 염용성 단백질 동결건조 분말과 TGase를 첨가한 유화형 소시지의 품질특성 평가 및 *in vitro* digestion model에의 적용
    - 색도 측면에서 0.5%의 TM과 PB를 TGase와 함께 복합 첨가하여 유화형 소시지를 제조하였을 때는 TGase 첨가와 PB와 TM 첨가에 따라서 명도가 감소하는 경향을 보였음. 황색도는 TGase의 처리와 상관없이 PB와 TM 첨가로 인해 황색도가 증가함
    - TGase 첨가로 인해서 유화형 소시지의 유리수분이 감소하는 경향을 보여 보수력이 증진된 것을 확인함
    - TM과 PB에 TGase를 복합 첨가하였을 때 CTL과 유사한 조직감을 보임. 따라서 PB와 TM의 첨가로 인해 발생하는 조직감 저하를 TGase의 첨가로 일반 유화형 소시지의 조직감 수준으로 품질을 증진시킬 수 있을 것으로 사료됨
    - TM과 PB 첨가 또는 TGase의 처리가 시험관 내 소화의 단백질 소화율에는 유의미하게 영향을 미치지 않음
    - 시험관 내 소화 과정 중 소장 단계에서 TGase 단독처리구와 PB와 TGase 복합 처리구에서 증가된 환원력을 보임

## (2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

---

- **국내 및 국제 학술지에 논문 4건 게재**
    - 한국식품영양학회지와 조리과학회지에 각각 1건씩 총 2건의 국내 학술지에 논문을 게재하였으며 Animal Bioscience와 Food Science of Animal Resources에 각각 1건씩 총 2건의 국제 학술지에 논문을 게재하여 2023년도 목표로 했던 학술성과 중 논문 목표를 달성함
  - **국내 학술회의 발표 8건**
    - 2022년도 한국식품과학회와 한국식품영양과학회에 각각 1건, 2023년도 한국축산식품학회 3건과 한국식품과학회 2건 및 한국식품영양과학회에서 1건씩 총 8건 포스터 발표를 하여 2022년도와 2023년도에 목표로 했던 학술발표 성과 목표를 상회하여 달성함
  - **국내 학술회의 수상 실적 2건**
    - 2023년도 한국축산식품학회에서 Rheological Properties of Salt-Soluble Proteins Extracted from *Protaetia Brevitarsis* and *Tenebrio Molitor* Larvae and Application to Pork Myofibrillar Protein System의 주제로 포스터 발표를 하여 The Best Poster Presentation Award를 수상함
    - 2023년도 한국축산식품학회에서 Development of Recipes for Chicken Patties with Edible Insect Powders as a Meat Protein Replacement의 주제로 포스터 발표를 하여 The Excellence Poster Presentation Award를 수상함
-



< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 백만원)

성과지표명		연도	1단계	n단계	계	가중치 (%)
			(2022~2023)	(YYYY~YYYY)		
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	논문(SCI)	목표(단계별)	2		2	
		실적(누적)	2		2	
	논문(비SCIE)	목표(단계별)	2		2	
		실적(누적)	2		2	
	논문 평균 IF	목표(단계별)	2.5		2.5	10
		실적(누적)	2.6		2.6	10
	특허 출원	목표(단계별)	2		2	20
		실적(누적)	1		1	10
	학술대회 발표	목표(단계별)	2		2	10
		실적(누적)	8		8	10
	학술대회 수상	목표(단계별)	0		0	
		실적(누적)	2		2	
	인력양성	목표(단계별)	2		2	
		실적(누적)	8		8	
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	기술이전	목표(단계별)	1		1	20
		실적(누적)	1		1	20
	기술료	목표(단계별)	5		5	10
		실적(누적)	0		0	0
	제품화	목표(단계별)	1		1	10
		실적(누적)	1		1	10
	매출액	목표(단계별)	10		10	10
		실적(누적)	0		0	0
	고용창출	목표(단계별)	5		5	10
		실적(누적)	15		15	10
계	목표(단계별)	34.5		34.5	100	
	실적(누적)	42.6		42.6	70	

\* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문(SCI Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)), 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신제품 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

\* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표(예시) >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	세계 최고		연구개발 전	연구개발 목표치		목표설정 근거	
			보유국/보유기관	성능수준	국내 성능수준	1단계 (2022~2023)	n단계 (YYYY~YYYY)		
1	결착력 (경도)	개	50	미국	4500 N	4000 N	4300 N		문헌조사
2	보수력	개	50	미국	10%	15%	12%		문헌조사

\* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

\* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Evaluation of Gelation Properties of Salt-Soluble Proteins Extracted from <i>Protaetia brevitarsis</i> Larvae and <i>Tenebrio molitor</i> Larvae and Application to Pork Myofibrillar Protein Gel System	Food Science of Animal Resources	Choi Ji Seon, Kim Geon Ho, Kim Ha Eun, Kim Min Jae, Chin Koo Bok	6	한국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCIE	23.11.01	2636-0772	
2	흰점박이 꽃무지와 갈색거저리 유충에서 추출한 단백질의 체외모델에서의 단백질 소화율 및 항산화 활성 평가	한국식품영양과학회지	Choi Ji Seon, Kim Geon Ho, Kim Ha Eun, Kim Min Jae, Chin Koo Bok	11	한국	한국식품영양과학회	비SCIE	23.11.30	1226-3311	
3	취눈이콩 건조 방법 및 첨가량에 따른 저지방 모델 소시지의 품질특성 평가	한국식품조리과학회	김민재, 진구복	6	한국	한국식품조리과학회	비SCIE	23.12.13	2287-1780	
4	Effect of sea tangle extract on the quality characteristics of reduced-salt, low-fat sausages using pre-rigor muscle during refrigerated storage	Animal Bioscience	Kim Geon Ho, Chin Koo Bok	11	한국	Asian-Australasian Association of Animal Production Societies	SCIE	23.07.11	2765-0189	

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국식품과학회	정현조	2022.07.08	부산	한국
2	한국식품영양과학회	최지선	2022.10.21	제주	한국
3	한국축산식품학회	정현조	2023.05.18	광주	한국
4	한국축산식품학회	안해빈	2023.05.18	광주	한국
5	한국축산식품학회	최지선	2023.05.18	광주	한국
6	한국식품과학회	반주희	2023.06.30	제주	한국
7	한국식품과학회	신주이	2023.06.30	제주	한국
8	한국식품영양과학회	김민재	2023.10.19	부산	한국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

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

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	지식재산권	150감사 해군	강미애 이병진	2022.12 .22	40-2022- 0234365					10	예

○ 지식재산권 활용 유형

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

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

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 <sup>1)</sup>	인증여부 <sup>2)</sup>	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 <sup>3)</sup>	제안/인증일자

\* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 <sup>1)</sup>	표준명	표준기구명 <sup>2)</sup>	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 <sup>3)</sup>	제안자	표준화 번호	제안일자

\* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	150감사해금	2023.07.	에프지앤바이오		건강식품	1년		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	특허	홍삼을 먹을 곰팡이를 이용한 기능성 식품 제조 방법	농업인	2023.05.04.	무상	

\* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

\* 1) 기술이전 또는 자기실시

\* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

\* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
	국외				
향후 관련기술, 제품을					

	응용한 타 모델, 제품 개발계획			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
	수출			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력		5
		생산인력		35
	개발 후	연구인력		7
		생산인력		48

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

정책 활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1		2022			1			1				1	
2		2023	2	1	4		1	6	3			4	

산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

\* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

---



---

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함), <u>품종인 경우 품종보호권 등록증 또는 생산·판매 신고증명서</u>
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회 를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 특허 출원 2건	○ 특허 출원 1건	○ 50
○ 기술이전 1건	○ 기술이전 1건	○ 100
○ 기술료 5백만원	○ 기술료 0원	○ 0
○ 제품화 1건	○ 제품화 1건	○ 100
○ 매출액 1천만원	○ 매출액 0원	○ 0
○ 고용창출 5명	○ 고용창출 15명	○ 300
○ 논문(SCI) 2건	○ 논문(SCI) 2건	○ 100
○ 논문(비SCI) 2건	○ 논문(비SCI) 2건	○ 100
○ 논문평균 IF 2.5	○ 논문평균 IF 2.6	○ 104
○ 학술발표 2건	○ 학술발표 8건	○ 400
○ 인력양성 2명	○ 인력양성 8명	○ 400

#### 4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

##### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

---

- 특허 출원의 경우 한경대와 전남대에서 각각 1건씩 준비를 하였으나, 종합적인 연구 결과가 늦게 정리되는 과정에서 출원이 늦어진 것으로 보고 있음. 하지만, 두 대학교 모두 특허 출원을 준비하고 있는 과정이기 때문에 2024년도 3월 또는 4월 중으로 출원이 진행될 것으로 예상함
  - 기술료의 경우 당초 5백만원을 목표로 하였으나, 무상으로 기술이전이 실시되면서 목표를 달성하지 못하였고, 특허 출원 및 등록이 이뤄지는 과정에서 기술료 부분을 달성할 것으로 예상함
  - 매출액의 경우 1천만원으로 목표하였으나, 0원으로 집계되었음. 실제 제품화가 1건이 진행되었지만, 정확한 매출액이 아직 집계되지 않아 확실한 계상 후에 매출액 정보가 업데이트 될 것으로 예상함
  - 이 외의 지표들은 모두 달성 또는 초과달성하였기 때문에, 목표에 미달한 지표들만 추가로 신경써서 2024년도에 모두 달성하기 위해 노력할 계획임
- 

##### 2) 자체 보완활동

---

없음

---

##### 3) 연구개발 과정의 성실성

---

- 한경대: 연구과제 총괄의 역할로 8개 주제 이상의 연구결과를 도출하였기 때문에, 성과년도 이후에도 지속적으로 연구논문과 학술대회 발표가 이뤄질 것으로 예상됨. 성과를 달성하지 못한 특허 출원을 위해 집중하고 있기 때문에, 연구과제 이행에 충분히 성실성을 보인 것으로 판단됨
  - 전남대: 논문 실적 목표 전부를 달성하였기 때문에 공동연구개발기관의 역할을 제대로 수행하였으며, 모든 지표 성과 달성을 위해 제2 공동연구개발기관과 위탁연구개발기관에 지속적으로 연락하여 독려하였기에 충분한 성실성을 보인 것으로 사료됨
  - 푸드렐라: 비록, 실제 제품화를 달성하지는 못하였으나, 인력양성 목표 달성에 기여하였으며, 다양한 실험을 통해 시제품으로서의 성공 가능성을 확인하였기 때문에 성실히 본 과제에 임한 것으로 판단됨
  - FG&B: 위탁연구개발기관임에도 불구하고 기관부담 연구개발비를 투자하여 기술이전과 제품화 목표달성에 기여하였기 때문에 성실하게 본 연구과제에 기여하였음
-



## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
곤충 단백질을 활용한 미래대응체재 축산식품개발	전처리 방법에 따른 갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충의 기능성 평가 및 이를 활용한 대체 축산식품 개발	한경대학교 산학협력단	대학 (비영리)	105	105	1.000	신규 기술개발	해당 없음	-
	곤충단백질을 활용한 고품질 식육가공품 개발 및 소화율 증진	전남대학교	대학 (비영리)	105	105	1.000	신규 기술개발	해당 없음	-
	곤충 단백질을 이용한 다양한 대체육 가공식품 개발	푸드렐라	중소기업 (영리)	52.5	0	76.369	제품개발	①-①	-
	갈색거저리와 흰점박이꽃무지 유충 사육 매뉴얼 작성 및 1차 가공 방법 제시	(주)FG&B	중소기업 (영리)	25	4	76.482	신규 기술개발	①-①	-
<b>계</b>				<b>287.5</b>	<b>214</b>	-	-	-	-

- 식용 곤충을 첨가한 육제품 개발이 국내에서 거의 이루어지지 않은 상황인데, 푸드렐라의 경우 시제품 테스트 과정까지 완료하여 제품의 상용화 가능성을 평가한 부분에서 관련 분야에 대한 기여도가 높다고 평가되어짐
- 식용 곤충을 활용하는 부분에서 안전한 환경에서 품질 좋은 곤충의 생산이 중요한데, 우리나라에서 허용되는 총 10가지의 식용곤충 중 갈색거저리유충과 흰점박이꽃무지유충 2가지 종류에 대한 사육매뉴얼을 제작하고 먹이에 따른 영양성분을 분석한 부분에서 관련 분야 기여도가 높다고 볼 수 있음

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 본 연구과제를 통해 얻어진 연구개발성과를 통해 연구개발 종료 후 5년 이내에 국외 SCIE 저널에 2건, 국내 SCIE 저널에 5건, 국내 비SCIE 저널에 4건 게재를 목표로 할 것임
- 연구기간 내에 달성하지 못한 국내 특허출원 2건을 준비 중이며, 2024년도 6월 중에 달성할 것으로 예상됨
- 출원 예정인 특허의 등록은 2026년도에 2건 모두 달성할 것으로 예상됨
- 본 연구과제에 참여한 연구원들이 2024학년도 전기 졸업생으로 학사 2명과 석사 4명, 박사 1명을 배출시킬 수 있을 것으로 예상됨
- 본 연구과제 개발성과를 바탕으로 시제품 개발이 2024년도에 2건, 2025년도와 2026년도에 1건씩 이루어질 것이며, 상품 출시로 2024년도와 2025년도에 각각 1건씩 달성될 것으로 예상됨
- 사업화 지표 중 중요한 매출액은 출시된 육제품 또는 식용 곤충을 활용한 건강기능식품 제품 출시를 통해 2024년도에 7천만원, 2025년도에 1억 5천만원, 2026년도에 3억원을 달성할 수 있을 것으로 사료됨
- 기술이전을 추가로 실시하여 5백만원의 기술료 달성을 목표로 하였음

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2024	2025	2026	2027	2028
국외논문	SCIE			1	1	
	비SCIE					
국내논문	SCIE	1	1	1	1	1
	비SCIE	1	1	1	1	
특허출원	국내	2				
	국외					
특허등록	국내		1	1		
	국외					
인력양성	학사	2				
	석사	4				
	박사	1				
사업화	시제품개발	2	1	1		
	상품출시	1	1			
	기술이전					
	공정개발					
	매출액(단위 : 천원)	70,000	150,000	300,000		
	기술료(단위 : 천원)	5,000				
비임상시험 실시						
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상				
		2상				
		3상				
	의료기기					
진료지침개발						
신의료기술개발						
성과홍보						
포상 및 수상실적						
정성적 성과 주요 내용						

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서
2.	1) 2)

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.