

118088-1

생물전환
기법을
활용한
이미,
이취
저감형
고부가가
치
발효꽃병
이 제품
개발

최
종
보
고
서

2019

농
림
축
산
식
품
부

농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

고부가가치식품기술개발사업 2019년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-002981-01

생물전환기법을 활용한 이미, 이취 저감형 고부가가치 발효꽃병이 제품 개발

최종보고서

2020 . 01. 17.

주관연구기관 / 농업회사법인 도다음 주식회사
위탁연구기관 / 경남과학기술대학교

농 립 축 산 식 품 부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “생물전환기법을 활용한 이미, 이취 저감형 고부가가치 발효꽃병이 제품 개발”(개발기간 : 2018 . 10 . ~ 2019 . 10 .)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020 . 01 . 17 .

주관연구기관명 : 농업회사법인 도다움 주식회사 (대표자) 이 상 호

위탁연구기관명 : 경남과학기술대학교 산학협력단 (대표자) 산학협력단장



주관연구책임자 : 이 상 호

위탁연구책임자 : 조 수 정

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

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	118088-1	해 당 단 계 연구 기 간	2018. 10. 17 ~2019. 10. 16	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	생물전환기법을 활용한 이미, 이취 저감형 고부가가치 발효꽃 벵이 제품 개발			
연구 책임 자	해당단계 참여연구원 수	총: 4명 내부: 4명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 50,000천원 민간: 12,500천원 계: 62,500천원	
	총 연구기간 참여연구원 수	총: 4명 내부: 4명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 50,000천원 민간: 12,500천원 계: 62,500천원	
연구기관명 및 소속 부서 명	농업회사법인 도다움 주식회사			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위 탁 연 구	연구기관명:경남과학기술대학교 산학협력 단			연구책임자: 조 수 정	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

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

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약

1. 프로바이오틱스를 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효조건 확립
2. 발효물의 발효전후 TLC 및 단백질 pattern 비교
3. *In-vitro* 효능평가
4. 대량생산용 발효공정 구축
5. 발효물의 식품원료분석 및 식품원료화
6. 발효물을 활용한 시제품 개발 및 기호도조사
7. 학술발표 및 논문게재

보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 버섯부산물을 급여한 흰점박이꽃무지 유충을 전통발효식품의 유용균주로 발효하여 이미-이취를 감소시키고 기능성이 증진된 “발효꽃벙이” 개발 - 개발된 “발효꽃벙이”로 소비자 기호도에 맞춘 제품을 개발하여 사업화 				
<p>연구개발성과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 프로바이오틱스를 이용한 흰점박이꽃무지 유충의 발효조건 확립하여 이미, 이취가 저감된 균주 선정 및 발효공정을 구축하였음 2. 발효물의 발효전후 TLC 및 단백질 pattern 비교하여 기존과 대비하여 발효물에서 다양한 물질이 존재함을 확인 3. <i>In-vitro</i> 효능평가를 실시하여 안전성, 항산화효능, 이미-이취 저감효능을 확인하였음 4. 대량생산용 발효공정 구축하여 양산화 준비를 하였음 5. 발효물의 식품원료분석 및 식품원료화 공정을 구축하여 식품 원료로써 사용할 수 있음 6. 발효물을 활용한 시제품 개발 및 기호도조사를 통하여, 소비자 기호에 맞는 시제품을 개발 및 선정함 7. 학술발표 및 논문게재 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 개발된 발효물을 식품원료로 활용 - 기존 제품대비 소비자에게 거부감 없는 제품을 개발할 수 있음 - 식용곤충의 이미,이취에 따른 소비자 혐오감 감소로 식용곤충시장이 증가하는데 이바지할 수 있음 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>흰점박이꽃무지 유충</p>	<p>생물전환기법</p>	<p>식용곤충</p>	<p>발효</p>	<p>발효꽃벙이</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p><i>Protaetia brevitarsis seulensis</i></p>	<p>Bioconversion</p>	<p>Edible Insects</p>	<p>Fermentation</p>	<p>Fermented larvae</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	6
2. 연구수행 내용 및 결과	11
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	22
4. 연구결과의 활용 계획 등	23
붙임. 참고 문헌	23

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 버섯부산물을 급여한 흰점박이꽃무지 유충을 전통발효식품의 유용균주로 발효하여 이미-이취를 감소시키고 기능이 증진된 “발효꽃뽕이” 개발
- 개발된 “발효꽃뽕이”로 소비자 기호도에 맞춘 제품을 개발하여 사업화

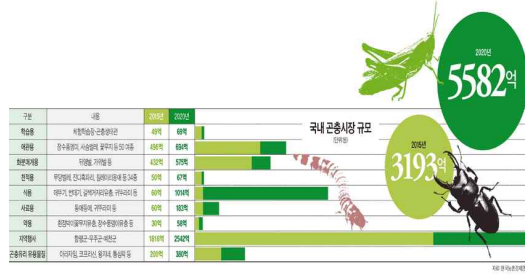
1-2. 연구개발의 필요성

○ 연구과제의 필요성

- UN은 2050년에는 지구 인구가 96억 명이 될 것으로 예측하고 있으며 인류의 심각한 식량난이 찾아 올 것으로 전망하고 있음
- 다가오는 식량위기 속에 미래식량자원으로서 곤충이 각광을 받고 있으며, 세계농업기구(FAO)는 ‘갈색거저리’를 미래의 식량자원으로 지정하였으며(2013년) 우리나라 농림축산식품부는 ‘제2차 곤충산업육성 5개년 계획’을 수립하는 등 곤충산업육성 및 식품화를 위한 다양한 노력을 하고 있음
- 곤충은 영양학적으로 고단백·저지방 자원이며, 경제적인면에서 크기가 작고 세대가 짧아 사육면적대비 생산량이 높으며, 일반 가축보다 메탄이나 암모니아 등의 각종 가스배출량이 적어 기존 육류를 대체하기에 충분한 가능성이 있음
- 식용곤충 중 흰점박이꽃무지 유충(꽃뽕이)과 장수풍뎅이 유충(장수애)은 일반식품원료로 식품공전에 등록되어 있음(식품위생법 제7조 제1항)
- 흰점박이꽃무지 유충(꽃뽕이)에는 올레산, 리놀레산 등 불포화지방산 함량이 높고 동물성식이 섬유인 키틴질, 각종 미네랄과 비타민 등 영양분이 풍부할뿐만 아니라 혈전 치유 효과가 있는 인돌 알카로이드라는 물질이 함유되어 있음
- 국내 식용곤충 상품은 원재료 건조 상품형태와 식용곤충을 원료로 생산하는 가공식품형태로 판매되고 있으며 흰점박이꽃무지 유충은 대부분 원재료 건조형태의 제품이 많이 판매되고 있음(식용곤충시장과 소비자보호방안 연구, 2017)
- 식용곤충식품 시장의 확대를 위해서는 식용곤충에 대한 거부감, 제품 특유의 이미-이취를 개선한 제품 개발이 필요함(식용곤충시장과 소비자보호방안 연구, 2017)
- 최근들어 친환경, 유기농 제품을 선호하는 소비 패턴에 주류를 이루면서 미생물을 이용한 천연물 발효공정이 각광을 받고 있으며 천연물 발효공정은 천연 소재 추출물의 활성 성분 및 생리 활성의 증가를 쉽게 극대화할 수 있는 방법으로 알려져 있음(조영수, 2018)

○ 연구개발 대상 기술의 국내외 현황

- 국내 곤충산업 시장은 2011년 1680억원에서 2015년 3039억원으로 성장하였으며 2020년에는 5373억원 규모로 성장할 것으로 전망되고 있으며 애완·학습용 곤충생산 농가는 감소하고 식용곤충 생산 농가는 증가하고 있음 (농촌경제연구원)



<중앙선데이 2016.04.03 기사 발췌>

- 농림축산식품부는 '곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률'을 시행하고 2016년 '제2차 곤충산업육성 5개년 계획'을 수립하는 등 곤충산업 육성 및 식품화하기 위한 다양한 노력을 하고 있으며 농림축산식품부와 식품의약품안전처, 농촌진흥청은 7개종의 곤충을 일반식품원료로 인정하고 있음(농림축산식품부 고시, 2016)
- 국내 식용곤충 상품은 원재료 건조 상품형태와 식용곤충을 원료로 생산하는 가공식품형태로 판매되고 있으며 흰점박이꽃무지 유충은 대부분 원재료 건조형태의 제품이 많이 판매되고 있음(식용곤충시장과 소비자보호방안 연구, 2017)

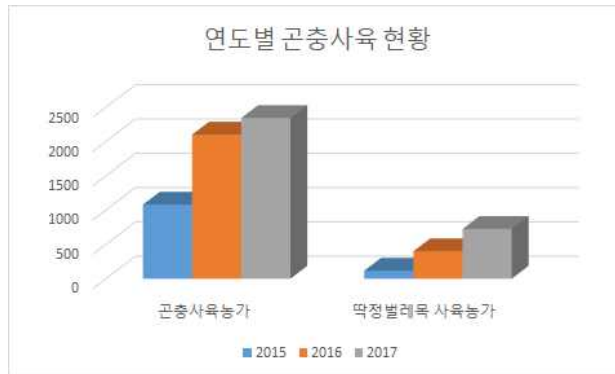


<국내 식용곤충 제품>

- 식용곤충식품 시장의 확대를 위해서는 식용곤충에 대한 거부감, 제품 특유의 이미, 이취를 개선한 제품 개발이 필요함(식용곤충시장과 소비자보호방안 연구, 2017)
- 2012년 1월 23일부터 25일까지 이탈리아 로마의 FAO 본부에서 개최된 식량 안보를 위한 곤충의 식량 및 사료화 잠재성 평가에 대한 국제 전문가 자문회의에서 세계 식량안보 달성을 위한 다각적인 전략의 하나로서 곤충의 식품 및 사료이용의 잠재적 장점에 대한 내용 공표
- 미국 농림부의 Aaron Dossey박사는 미국 내 최대 규모의 식용 곤충농장을 설립하여 2015년에 전년대비 200%의 성장률을 보였으며 미국의 뉴욕, 샌프란시스코, 텍사스 등 해안대도시를 포함한 내륙 지역에서도 식용곤충 판매 업체가 성업 중인 것으로 조사됨

(한국식용곤충연구소 2015)

- 아시아권에서는 태국, 일본 등지에서 식용곤충 섭식이 활발하며, 일본의 경우 동물애호관 리법(애완곤충), 식품위생법(식용곤충) 등 법률을 정비하고 2002년부터 산·학·연이 연계하여 “곤충테크놀로지프로젝트”를 추진해오고 있음(농촌경제연구원 2015)
- 유럽의 경우, 유럽연합이 주도적으로 곤충의 자원화 및 산업화에 앞장서고 있으며 소비자 인식전환 및 홍보프로젝트 계획 등에 적극적으로 나서고 있음(장인호, 2014)
- 국내 곤충 사육농가는 2011년 265농가 -> 2015년 724농가 -> 2017년 2700농가로 급격히 증가하고 있으며, 2016년 12월 ‘장수풍뎡이유충’과 ‘흰점박이꽃무지 유충’이 식품원료로 등재가 되면서 딱정벌레목의 식용곤충 사육농가가 급격히 증가하는 추세임.

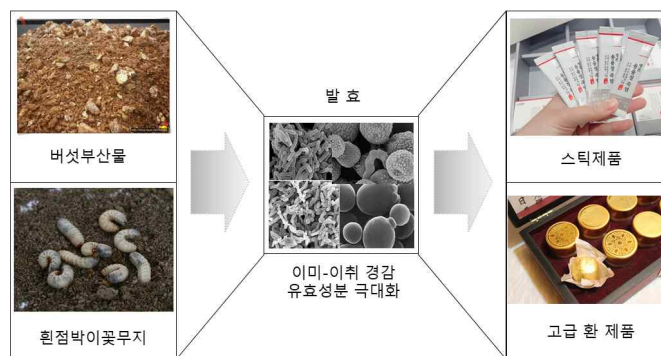


<농림축산식품부, 2017>

○ 연구개발의 개략적인 내용

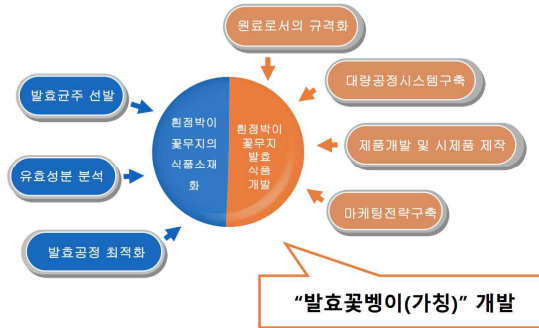
- 본 연구과제는 버섯부산물을 급여한 흰점박이꽃무지 유충을 발효하여 이미, 이취를 감소시키고 기능성이 증진된 소비자 선호도에 맞춘 곤충발효식품 개발 및 산업화를 목표로 함

<제품 개념도>



- 이러한 연구목표를 달성하기 위하여 아래 모식도와 같이 전통발효식품유래 발효균주를 이용한 ‘발효꽃뱅이(가칭)’개발을 위한 단계적 전략을 수립하였음

<제품 개발 모식도>



○ 기존 연구와의 차별성

- 버섯부산물을 급여한 흰점박이꽃무지 유충의 식품 자원화 : 원료의 안전성 확보
- 곤충유래 식품 특유의 이미 및 이취 저감 기술 : 흰점박이꽃무지 유충 발효에 적합한 균주를 선발하고 이를 적용한 생물전환기술을 개발하여 곤충 특유의 이미-이취를 경감시킴으로써 곤충식품의 기호도 상승 기대
- 곤충유래 생리활성물질 증진 기술 : 선발된 균주를 이용한 생물전환기술을 적용하여 흰점박이꽃무지 유충의 활성 성분 및 생리 활성의 증가를 극대화
- 원재료 건조형태의 제품에서 벗어나 소비자 요구에 맞는 제품개발로 식용곤충시장의 보급화를 기대함

1-3. 연구개발 범위

- 프로바이오틱스를 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효조건 확립: 프로바이오틱스를 중심으로 흰점박이꽃무지 유충발효에 적합한 균주를 선발하고 흰점박이꽃무지 유충에 접종하여 발효조건을 확립하고자 함
- 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 *in vitro* 효능 평가
 - 발효물의 안전성 시험 : Cell viability assay를 통해 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 세포독성을 평가하고자 함
 - 항산화 효능 : 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 총 폴리페놀 함량, DPPH redacal 소거능, reducing power 등을 조사하여 항산화 효능을 평가하고자 함
 - 이미, 이취 저감 효과 : 흰점박이꽃무지 유충 발효물을 이용한 제품의 흰점박이꽃무지 유충 특유의 이미, 이취의 정도를 발효 및 생산공정상 저감효과를 5점 기호 척도법을 2~3회 실시하여 관능 평가로 확인하고자 함
 - 통계분석: SAS package(SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)를 이용해서 처리구별 유의성을 분석하고자 함
- 대량생산을 위해 최적화된 흰점박이꽃무지 유충 발효공정 구축: 주관기관인 (주)도다움에 적용 가능하도록 아래와 같이 흰점박이꽃무지 유충 발효공정을 구축하고자 함



< 흰점박이꽃무지 유충 발효공정 및 제품 제조공정 모식도 >

- “발효꽃뽕이”의 식품 원료화 평가 : 본 기술개발에서 개발된 “발효꽃뽕이”를 식품원료로 사용하기 위해 영양성분, 중금속함량 등을 분석하고, 원료로써의 제형을 확립함
 - 영양성분 : 탄수화물, 단백질, 지방 등을 분석하여 식품원료로써 가치를 평가함
 - 중금속함량 : 식품공전 상 식용곤충 중금속 기준에 적합함을 확인함
 - 안전성 검사 : 유해세균과 히스타민 함유량을 검사하여 안전성을 검증함 -> 식품공전의 발효 식품 검사기준에 준하여 안전성을 검증함

- “발효꽃뽕이”를 이용한 시제품 제작 및 평가 : 소비자의 기호성에 맞춘 형태의 시제품을 제작하고, 자체 조사항목에 따라 연령별, 성별에 따른 설문조사를 하여 자체기준에 맞춘 평가점수로 산출하여 평가함

- 시제품 평가에 따라 수정 및 보완 후 최종 제품 확정과 함께 양산절차를 진행할 것임

2. 연구수행 내용 및 결과

1. 프로바이오틱스를 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효조건 확립

흰점박이꽃무지 유충발효에 적합한 균주를 선발하기 위해 시판 유산균(*Lactobacillus* 속), *Bacillus subtilis* (KACC17047), *Saccharomyces cerevisiae* (KACC30008), *Cordyceps militaris* (KACC43320) 균주를 흰점박이꽃무지 유충에 접종한 후 각 균주의 최적 생육조건에서 발효한 다음 발효물의 기호도를 조사하였다. 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 발효톱밥 냄새, 역한 맛, 비린 냄새 등 조사한 결과 시판 유산균 접종구에서 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 발효톱밥 냄새, 역한 맛, 비린 냄새 등이 경감된 것으로 확인되었다(Table. 1).

Table. 1. 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 선호도

접종균주 접종비율 (% , v/v)	시판 유산균 (<i>Lactobacillus</i> 속)			<i>Bacillus subtilis</i> KACC17047			<i>Saccharomyces cerevisiae</i> KACC30008			<i>Cordyceps militaris</i> KACC43320		
	발효 톱밥 냄새	역한 맛	비린 냄새	발효 톱밥 냄새	역한 맛	비린 냄새	발효톱밥 냄새	역한 맛	비린냄새	발효톱 밥 냄새	역한 맛	비린냄 새
대조구	+++ +	+++ +	+++ +	+++ +	+++ +	+++ +	++++	++++	++++	++++	++++	++++
5	++	++	++	+++ +	+++ +	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
10	++	++	++	+++	+++	+++	++++	++++	++++	++++ +	++++ +	++++ +
15	++	++	++	++	+++	++	++++	++++	++++	++++ +	++++ +	++++ +
20	++	++	++	++	+++	++	++++	++++	++++	++++ +	++++ +	++++ +

* +: 없음, ++: 거의 없음, +++: 보통, ++++: 심함, +++++: 매우 심함

흰점박이꽃무지 유충의 발효조건을 확립하기 위해 발효물의 선호도, 발효취, 산패취, 곰팡이 오염, 발효물의 외형적 성상 등을 종합적으로 판단한 결과 시판 유산균 5% 접종구가 가장 양호하였다. 흰점박이꽃무지 유충 발효를 위한 시판 유산균은 MRS 배지를 사용하여 계대 및 보관하였으며 5%(v/v)의 유산균을 흰점박이꽃무지 유충에 접종한 후 밀봉하여 37°C에서 3일 동안 발효하였다.

2. 흰점박이꽃무지 유충 발효 전후 TLC pattern 비교 및 단백질 pattern 비교

발효에 의한 흰점박이꽃무지 유충의 유효성분 변화는 TLC pattern을 비교하여 확인하였다. 유산균을 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 TLC pattern을 확인한 결과는 Fig. 1과 같다. TLC pattern을 비교하였을 때 대조구인 흰점박이꽃무지 유충에 비해 흰점박이꽃무지 유충 발효물에서 다양한 물질이 존재함을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

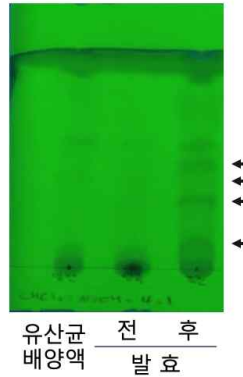


Fig. 1. 유산균을 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 TLC pattern

발효에 의한 흰점박이꽃무지 유충의 단백질 pattern을 기존 제품과 비교하여 확인하였다. 유산균을 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효물과 기존 제품의 단백질 pattern을 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 단백질 pattern을 기존 제품과 비교하였을 때 기존제품에서 나타나지 않는 특이적인 단백질이 나타나는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2.).

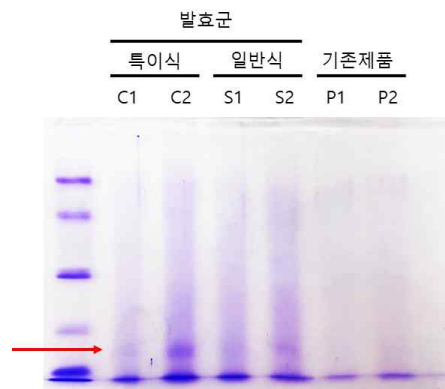


Fig. 2. 유산균을 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효물과 기존제품의 단백질 pattern

3. 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 *in vitro* 효능 평가

가. 발효물의 안전성 시험 : RAW 264.7 세포에 대한 흰점박이꽃무지 유충의 세포 독성은 RAW 264.7 세포에 2-64 mg/ml의 농도로 추출물을 처리한 다음 WST-1 assay를 이용하여 조사하였다. 흰점박이꽃무지 유충의 발효 전/후 시료를 각각 0, 2, 4, 8, 16, 32, 40, 64 mg/ml의 농도로 처리하였을 때 RAW 264.7 세포는 90% 이상의 생존율을 나타내었으므로 흰점박이꽃무지 유충의 발효 전/후의 시료 모두 RAW 264.7 세포에 대해 독성을 나타내지 않는 것으로 판단된다(Fig. 3).

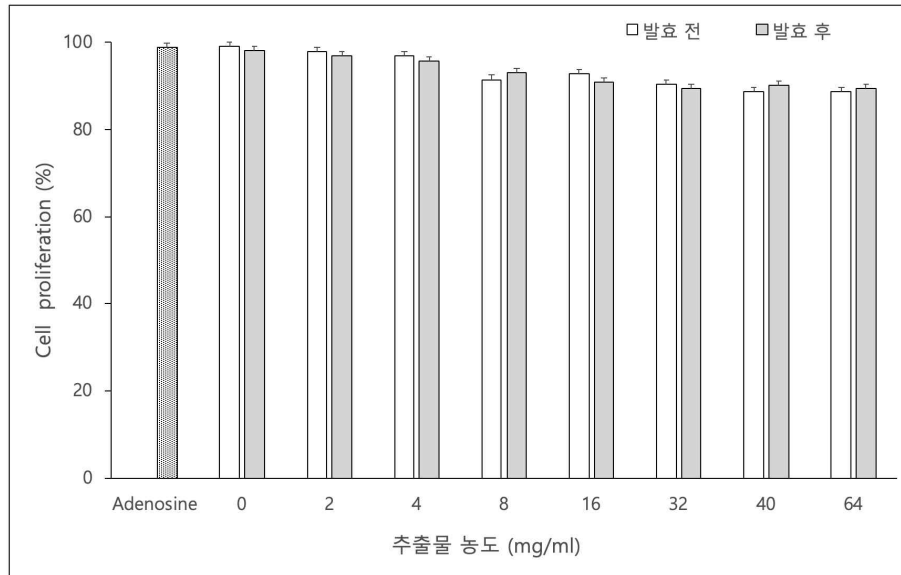


Fig. 3. 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 TLC pattern

나. 항산화 효능

- (1) 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량: 폴리페놀은 페놀성 화합물로서 다양한 구조와 분자량을 가지고 있으며 phenolic hydroxyl (-OH)기가 단백질과 같은 거대분자와 결합하여 항산화, 항암 및 항균 등의 생리활성을 나타낸다. 곤충의 외부 외표피층에는 지질체에서 합성되는 폴리페놀을 다량 함유한 다가 페놀층이 존재한다. 흰점박이꽃무지 유충의 발효 전/후의 총 폴리페놀 함량은 각각 65.02 ± 1.32 mg GAE/g과 93.33 ± 0.98 mg GAE/g으로 발효 전에 비해 발효 후 흰점박이꽃무지 유충의 폴리페놀 함량이 더 높게 나타났다(Fig. 4)

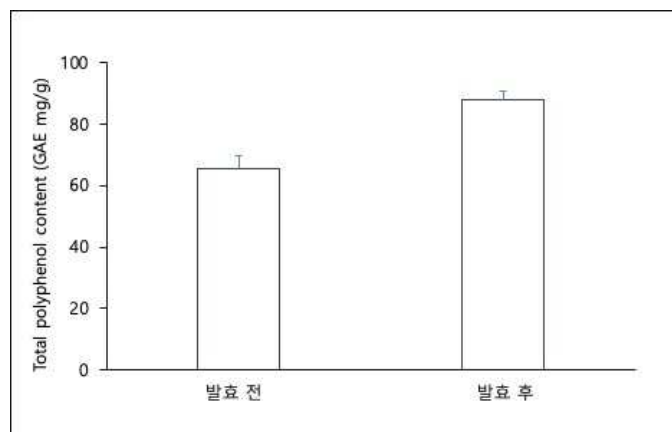


Fig. 4. 흰점박이꽃무지 추출물의 폴리페놀 함량

플라보노이드는 플라본 구조의 노란색 식물 색소의 총칭으로 항산화, 에스트로젠, 항암 효과 등 다양한 생리활성을 나타내며 그 구조에 따라 다양한 생리활성을 갖는다. 흰점박이꽃무지 유충의 발효 전/후 플라보노이드 함량은 각각 18.3 ± 1.57 mg/g과

17.69±0.95 mg/g으로 발효 후에 비해 발효 전의 플라보노이드 함량이 높게 나타났다 (Fig. 5).

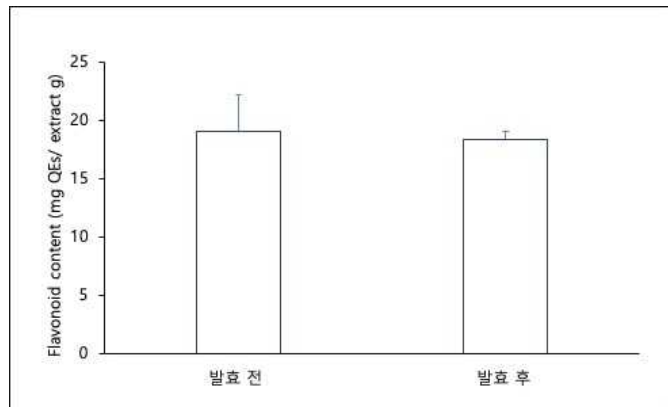


Fig. 5. 흰점박이꽃무지 추출물의 플라보노이드 함량

(2) DPPH 라디칼 소거능: 흰점박이꽃무지 유충의 발효 전/후 항산화 활성은 DPPH에 의한 라디칼소거 활성을 측정하여 확인하였다(Fig. 6). 항산화 물질은 자유라디칼에 전자를 공여하여 라디칼의 공유결합을 증가시키는 전자공여능이 높을수록 인체 내에서 활성산소에 의한 노화를 효과적으로 억제할 수 있으며 DPPH 라디칼은 항산화물질이 수소 원자나 전자를 공여할 수 있는 능력을 평가할 때 사용된다. 흰점박이꽃무지 유충 발효 전/후의 DPPH 라디칼 소거능은 추출물의 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으나 흰점박이꽃무지 유충 발효 전/후의 유의적 차이는 나타나지 않았다.

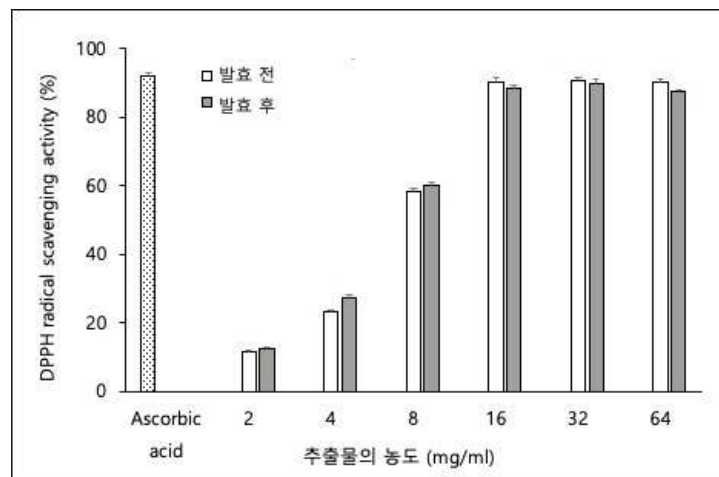


Fig. 6. 흰점박이꽃무지 추출물의 DPPH 라디칼소거능

(3) Reducing power: 환원력은 산화를 일으킨 후 반응을 정지시키고 FeCl₃를 첨가하여 Fe³⁺이 Fe²⁺로 환원되는 반응을 이용한 것으로 이때 Fe²⁺의 농도로 시료의 환원력을 측정할 수 있으며, 흡광도 수치 그 자체로 환원력을 나타내므로 환원력이 우수할수록 흡광도 수치가 크며 진하게 발색되는 것으로 알려져 있다. 흰점박이꽃무지 유충 발효 전/후의 농도별 환원력은 Fig. 7와 같이 시료의 농도가 높을수록 환원력은 증가하였으

며, 발효 전에 비해 발효 후의 환원력이 높게 나타났다.

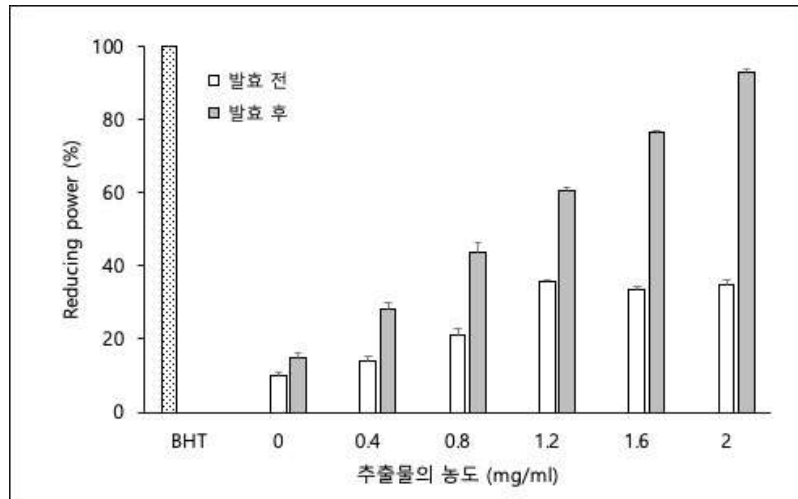


Fig. 7. 흰점박이꽃무지 추출물의 환원력

다. 통계분석: 모든 실험은 5회 이상 반복실험을 수행하여 얻어진 결과이며 실험결과의 평균값과 표준오차는 SAS (Statistical analysis system, USA) program을 사용하여 구하였고 Duncan' s 다중검정법으로 $p < 0.05$ 수준에서 통계적 유의성 검정을 실시하였다.

4. 대량생산을 위해 최적화된 흰점박이꽃무지 유충 발효공정 구축: 주관기관인 (주)도다움에 적용 가능하도록 아래와 같이 흰점박이꽃무지 유충 발효공정을 구축하였다.

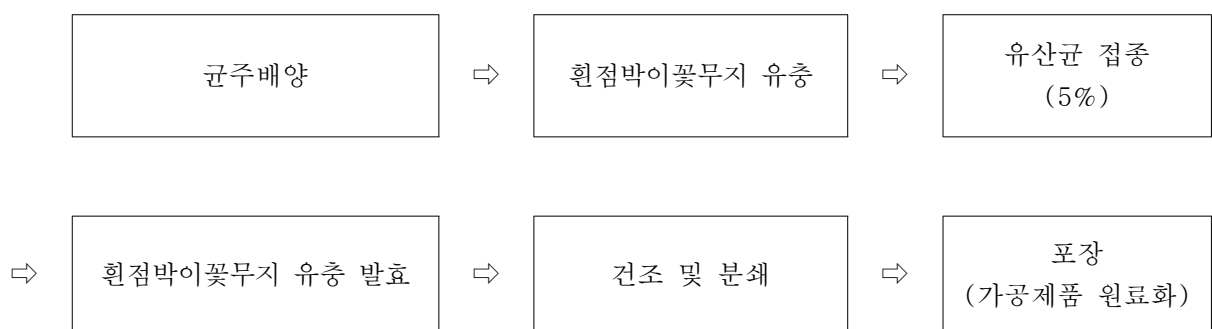


Fig. 8. 흰점박이꽃무지 유충 발효공정 및 제품 제조공정 모식도

가. 흰점박이꽃무지 유충의 전처리 공정

- 도다움에서 사육한 흰점박이꽃무지 유충은 불순물 및 기타 이물질을 제거하기 위해 세척한다.

- 세척한 흰점박이꽃무지 유충은 건조한다.

나. 발효과정

- 세척 후 마쇄한 흰점박이꽃무지 유충에 물을 1:4의 비율로 혼합한다.

- MRS 고체배지에서 30℃, 3일 동안 배양한 유산균의 단일 colony를 액체배양한 후 배양액을 5%(v/v) 접종하여 30℃에서 3일 동안 발효한다.

다. 건조 및 분쇄

- 발효가 끝난 발효물을 60℃에서 건조한 후 분쇄기에서 분쇄한다.

라. 포장

- 분쇄가 완료된 분말을 용량에 맞게 병 또는 포장지에 포장한다.

5. 완성된 흰점박이꽃무지 유충 발효물을 식품원료로써 사용하기 위해 영양성분 분석을 하였다.

가. 흰점박이꽃무지 유충 발효물의 영양성분 9종을 식품전문분석기관에서 분석한 결과는 Fig9와 같으며, 이는 기존의 제품과 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

검사 성적서

발급번호 : P18-06-151-1호		접수번호 : P-1806151-1			
제품명	공병이	제조일자	-	유통기한	-
의뢰일자	2018-06-26	업체명	농업회사법인 도다출 주식회사	대표자	이상호
검사원요일	2018-07-04	의뢰업체주소	경남 진주시 동진로 55, (산학협력동 지하1층 B09-1호)		
제품유형		우편번호	52725		
검사목적	<input type="checkbox"/> 참고용(영양성분) <input checked="" type="checkbox"/> 기타				
시험 항목 및 결과					
시험항목	단위	결과			
납	(mg/kg)	0.1			
카드뮴	(mg/kg)	0.0			
비소	(mg/kg)	0.0			
<p>판정 : 상기와같음</p> <p style="text-align: right;">검사자 : 김 성 훈</p> <p style="text-align: right;">책임자 : 박 종 기</p> <p>비고 :</p> <p><small>* 상기판정은 의뢰된 시험항목에 한함 * 상기내용은 의뢰자가 제공한 시료에 대한 결과이며, 본 성적서는 시험의뢰목적 이외의 광고, 선전등 상업적인 용도로 사용할 수 없습니다. * 본 시험·검사성적서는 「식품·의약품분야 시험·검사 등에 관한 법률」에 따른 업무와 관련이 없으며, 이로 인한 법적 분쟁시 식품의약품안전처와 관련이 없음을 밝힙니다.</small></p>					
2018년 7월 4일					
한결분석센터					

52839 경남 진주시 문산읍 물아산로 991, 제1진주바이오산업진흥원 시험생산동 203호 TEL : 055-763-4048 FAX : 055-763-4049

Fig. 10. 흰점박이꽃무지 유충 증금속 분석결과

6. 연구개발성과

가. 흰점박이꽃무지 유충 발효물을 건조분말로 가공한 후, 이를 원료로 한 시제품 5가지(스낵, 떡튀김, 파스타튀김, 누룽지, 조청. Fig. 11)을 개발하였다.

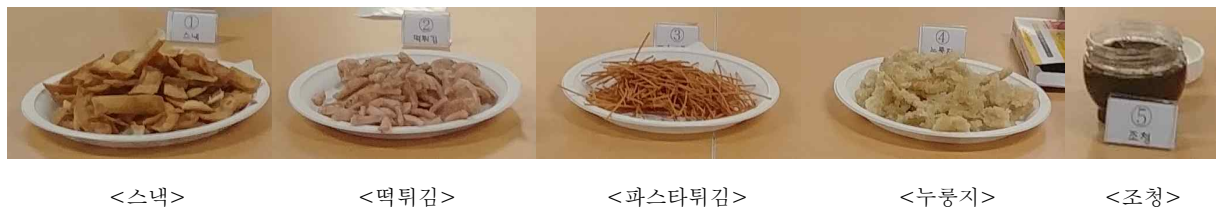


Fig. 11. 흰점박이꽃무지 유충 발효물 건조분말을 이용한 시제품

- 위에서 만들어진 시제품을 경남과기대 학생 및 경남농업기술원 직원을 대상으로하여 기호도 조사를 진행하였다(Fig. 12).



<경남과기대>



<경남농업기술원>

Fig. 12. 시제품 기호도 조사

- 시제품 기호도 조사는 아래 패널(Fig. 13)과 같이 스낵형태의 기호도가 가장 높았으며, 초청의 경우 시제품의 소개개념으로 활용하였을 때 소비자 반응이 가장 좋게 나타났다.

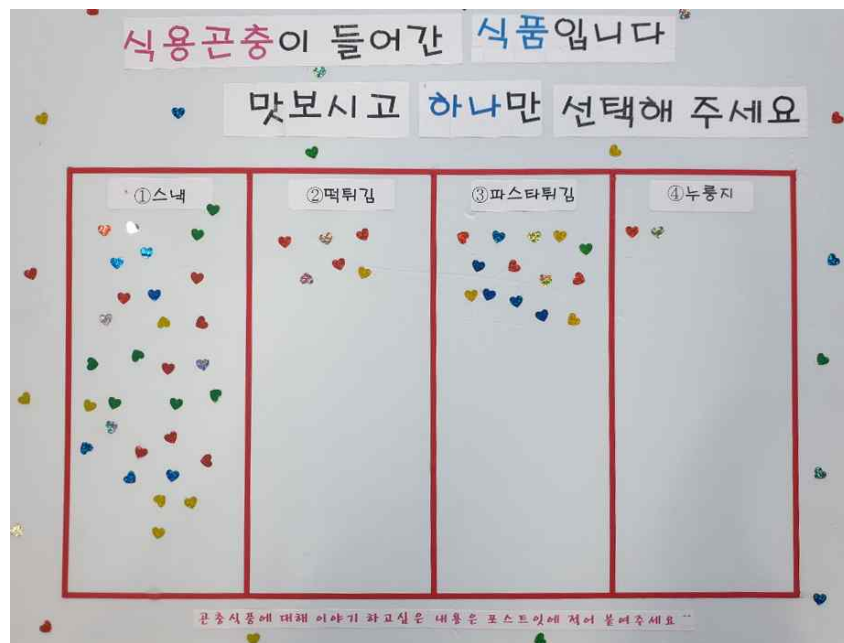
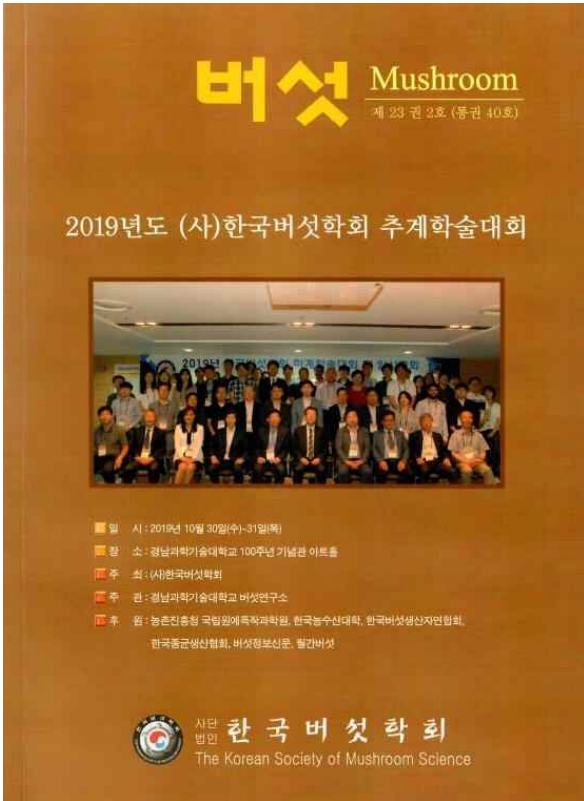


Fig. 13. 소비자 기호도 조사 결과패널

- 위 결과를 토대로 스낵형태의 시제품을 추가 보완하여 제품 양산을 준비하고 있다.

나. 본 과제에서 연구한 내용을 2019년 한국버섯학회 추계학술대회에서 구두발표(Mushroom Vol. 23, No. 2(40))를 하였으며 그 내용은 Fig. 14와 같다.



특강 발표 순서

PL-1	생물전환을 이용한 버섯식이 꽃병이의 기능성식품 소재화	조수정, 김혜수, 허준, 이상호
PL-2	버섯산업 현황 및 정책 방향	박태준
PL-3	버섯 스마트팜 연구현황 및 전망	유병기, 장현우
PL-4	표고버섯 배양배지 사업모델화(통합배지 상면재배를 중심으로)	황신재
PL-5	트리플 인공재배 방법 연구	장현우

구두 발표 순서

S1	표고 신종종 '범빛향'의 육성 및 특성	박영애, 장영선, 유림, 이봉훈, 가경원
S2	표고버섯 고품질 재배 노하우	조태순
S3	ICT 표고 농업인이 되기까지	김홍수
S4	기후변화 대응을 위한 제주도 내 아열대성 버섯균주 발굴 및 자원화 방안 탐색	고명열
S5	Mycorrhizae : Plant roots and fungi	Gi-Hong An
S6	강남버섯연구 현황 및 계획	김민근
S7	고지방과 콜레스테롤 식이로 유도된 흰쥐의 고지방에 대한 식용버섯 효과	김정환
S8	한국의 버섯수출 역사 및 수출과제	김오복

Mushroom Vol. 23, No. 2(40) ... 3

Plenary Lecture

PL-1

생물전환을 이용한 버섯식이 꽃병이의 기능성식품 소재화

조수정¹, 김혜수, 허준¹, 이상호¹

¹강남과학기술대학교 제약공학과, ²연도다물²

I. 서론

곤충은 고단백·저지방 자원이며 크기가 작고 세대가 짧아 사육면적대비 생산량이 높으며 일반 가축보다 배양이나 알도니아 등의 각종 가스배출량이 적어 인류의 식량부족문제를 해결할 수 있는 미래 먹거리로 각광받고 있다. 세계농업기구(FAO)는 '갈색거저리'를 미래의 식량자원으로 지정하였으며(2013년), 우리나라 농림축산식품부는 '곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률'을 시행하고 '제2차 곤충산업육성 5개년 계획(2016년)'을 수립하는 등 곤충산업 육성 및 식품화를 위한 다양한 노력을 하고 있다. 식품원료로 인정받은 곤충에는 메뚜기, 번데기, 백강잠, 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 장수풍뎠이 유충, 쌀벌레귀뚜라미 등 7종이 있으며 식용사례를 근거로 아메리카왕거저리, 풀무치, 수벌번데기 등 3종에 대한 등록이 추진되고 있다. 현재 곤충사육 능력이 증가하고 있지만 식용곤충 시장은 초기 형성 단계이며 식용곤충 시장의 확대를 위해서는 식용곤충 홍보, 식용곤충에 대한 거부감 해소, 식용곤충 제품 특유의 이미-이취 개선, 식용곤충의 유효성 규명 등이 필요하다.

II. 생물전환을 이용한 버섯식이 꽃병이의 기능성식품 소재화

식용곤충 중 꽃병이(흰점박이꽃무지 유충)는 올레산, 리놀렌산 등 불포화지방산 함량이 높고 동물성식이 섬유인 키틴질, 각종 미네랄과 비타민 등 영양분이 풍부할 뿐만 아니라 혈전 치유 효과가 있는 인돌 알카로이드가 함유되어 있다. 현재 꽃병이는 대부분 체험·교육용으로 판매되거나 건조 상품형태로 주로 판매되고 있다. 꽃병이의 기능성 식품 소재화를 위해서는 꽃병이 특유의 이미-이취 경감을 통한 거부감 해소가 우선되어야 하며 꽃병이의 이러한 단점을 보완할 수 있는 방법으로는 생물전환(bioconversion)기법이 있다. 생물전환은 미생물 또는 효소의 생물학적 반응을 이용하여 소재를 변환시키는 기술로서 생물전환기법의 장점으로는 소재의 안전성 향상, 체내흡수율 및 기능성 유효성분 증진, 새로운 기능성 부위 등 다양한 결과들이 보고되고 있다. 버섯 부산물을 급여한 꽃병이에 *Lactobacillus* 속, *Bacillus* 속 등의 미생물을 적용하여 생물전환한 후 꽃병이의 향산화 활성과 혈전분해능 등을 분석한 결과 생물전환을 통해 꽃병이 특유의 이미, 이취 경감, 향산화 활성 및 혈전분해능 등이 증가한 것을 확인할 수 있었다.

III. 결론

곤충은 고단백·저지방 자원으로 미래의 먹거리로 각광받고 있으며 식품원료로 인정받은 식용곤충에는 7종이 있다. 식용곤충 중에서 꽃병이(흰점박이꽃무지 유충)에는 다양한 기능성 유효성분이 함유되어 있어서 기능성 식품소재로 유용한 자원이지만 현재는 대부분 체험·교육용으로 판매되거나 건조 상품형태로 주로 판매되고 있다. 꽃병이에 생물전환기법을 적용하면 꽃병이 특유의 이미, 이취 경감, 꽃

Mushroom Vol. 23, No. 2(40) ... 11

Plenary Lecture

병이의 향산화 활성 및 혈전분해능 등이 향상될 수 있다.

참고문헌

1. Chung Mi Yeon, Hwang Jae Sam, Goo Tae Won, Yun Eun Young. 2013. Analysis of general composition and harmful material of protaetia brevitarsis. Journal of life science, 23:664-668.
2. Yun Eun Young, Hwang Jae Sam. 2016. Status and prospect for development of insect foods. Food science and industry, 49:31-39

연사소개 조수정

학 력	1997 2002 2002-2005 2006-현재	경상대학교 대학원 농약학과 농약석사 경상대학교 대학원 농약학과 농약박사 미국 Public Health Research Institute 경남과학기술대학교 제약공학과 교수
-----	--------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

12 ... 2019년 한국버섯학회 추계학술대회

Fig. 14. 한국버섯학회 추계학술대회 구두발표자료

다. 본 과제에서 연구한 내용은 한국버섯학회지에 게재를 신청하여 심사가 진행중에 있음(Fig.

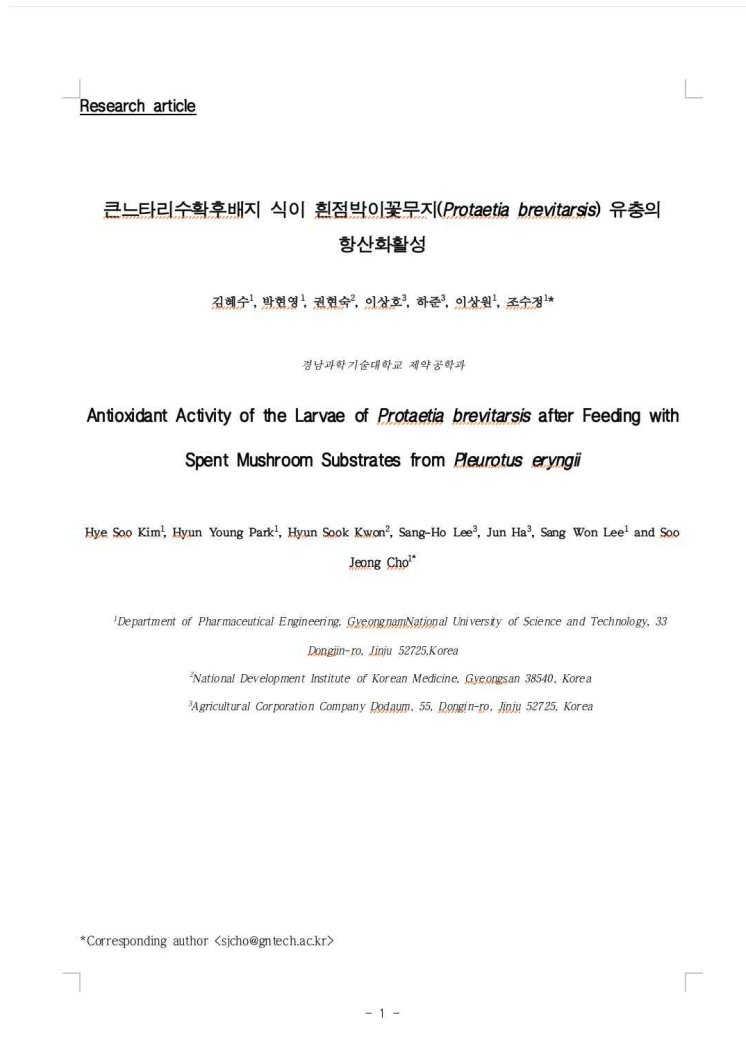


Fig. 15. 한국버섯학회지 투고 원문 표지

7. 사업화 계획 및 예상매출

항 목	세부 항목	성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간	1년		
	소요예산	30,000,000원		
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후
		-	1	3
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	발효꽃병이 건조분말은 그 활용도가 매우 높으므로, 이를 활용한 다양한 제품개발 진행중		

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

- 버섯부산물을 급여한 흰점박이꽃무지 유충을 발효하여 이미-이취를 감소시키고 기능성이 증진된 곤충발효식품 개발 및 산업화
 - 프로바이오틱스를 이용한 흰점박이꽃무지 유충 발효조건 확립
 - 대량생산을 위해 최적화된 흰점박이꽃무지 유충 발효공정 구축
 - 개발된 발효꽃뽕이의 원료화 평가
 - 개발된 발효꽃뽕이를 이용한 시제품의 제작
 - 시제품의 소비자 설문조사를 통한 평가

3-2. 목표 달성여부

- 버섯부산물을 급여한 흰점박이꽃무지 유충을 발효하여 이미-이취를 감소시키고 기능성이 증진된 곤충발효식품 개발 및 산업화를 본 보고서 결과와 같이 수행하였음
 - 프로바이오틱스를 이용한 흰점박이꽃무지 유충의 발효조건 확립하여 이미, 이취가 저감된 균주 선정 및 발효공정을 구축하였음
 - 발효물의 발효전후 TLC 및 단백질 pattern 비교하여 기존과 대비하여 발효물에서 다양한 물질이 존재함을 확인
 - *In-vitro* 효능평가를 실시하여 안전성, 항산화효능, 이미-이취 저감효능을 확인하였음
 - 대량생산용 발효공정 구축하여 양산화 준비를 하였음
 - 발효물의 식품원료분석 및 식품원료화 공정을 구축하여 식품 원료로써 사용할 수 있음
 - 발효물을 활용한 시제품 개발 및 기호도조사를 통하여, 소비자 기호에 맞는 시제품을 개발 및 선정함
 - 학술발표 1회 진행하였으며, 이를 바탕으로 논문게재를 신청하여 심사 진행중에 있음

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
흰점박이꽃무지 유충의 발효조건 확립	30	100	발효조건이 적합하게 확립되었음
대량생산용 발효공정 구축	20	100	대량 발효공정이 적합함
발효꽃뽕이의 원료화 평가	20	100	원료화 평가결과 식품원료로써 문제가 없을 것으로 사료됨
발효꽃뽕이를 이용한 시제품의 제작	20	100	다양한 시제품이 개발되었음
시제품의 소비자 설문조사	10	100	다양한 연령대에서 적절한 기호조사가 이루어 졌음
합계	100점	100	

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

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 본 과제에서 개발한 발효꽃병이 분말은 식품원료로써 활용도가 매우 높음
 - 대부분의 식품 원료로 사용하기에 적합한 분말형태임
 - 영양성분 9종의 분석결과, 고 단백질 원료로 다양한 식품에 적용할 수 있음
 - 식용곤충 특유의 이미-이취가 저감되어 소비자 혐오감을 감소시켜, 식용곤충시장의 개척에 도움이 될것으로 사료됨
- TLC 및 단백질 pattern 결과에서 나타났던 기존에 없던 물질에 대한 추가연구를 통하여, 새로운 유용물질의 탐색에 관한 연구 가능성을 확인할 수 있었음
- 곤충의 각질 및 특이단백질의 연구자료를 검토하여 알리지 검사를 통하여 안정성을 확보하고자 함
- 본 과제에서 개발한 발효꽃병이 분말을 기존에 판매되어지는 다양한 식품에 첨가하여 곤충의 이미지가 아닌 기능성을 부각하여 마케팅 하고자 함
- 발효꽃병이 분말이 첨가되어진 제품을 개발하여 과학적이고 체계적인 관능평가 및 소비자 기호도 조사를 실시하여 사업화 가능성을 확인하여 진행할 예정임

붙임. 참고문헌

주 의

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