

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	2-2-2	기술분야 및 품목표준코드	H02	
과제번호	LP0043302022		IN0342W8	
과 제 명		수행기간	과제책임자	
식용곤충 기능성 브랜드 상품 개발		'20~'22	유용곤충연구소	장다현
1) 아로니아 활용한 흰점박이꽃무지 유충 생산 기술 개발		'20	유용곤충연구소	이슬비
2) 유황굼벥이 생산기술 개발		'20~'22	유용곤충연구소	장다현
색인용어	흰점박이꽃무지, 유황, 기능성 굼벥이			

유황 굼벥이 생산기술 개발 연구

Study on the development of production technology for sulfur-fed larvae

Da-Hyun Jang*, Sung-Mun Bae*, Kyong-Hee Joung*, Jong-Won Kim*, Seul-Bi Lee*,
and Young-Han Lee*

*Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea

ABSTRACT : The breeding of the white-spotted flower chafer(*Protaetia brevitarsis*) in Gyeongsangnam-do is heavily concentrated, with the breeding farms accounting for a approximately 56% of all farms. Therefore, this study used onion power, a major agricultural by-product in the Gyeongsangnam-do region, as a feed source for mass production technology and cost reduction for a stable supply of White-spotted flower chafer larvae. When treated with 10% of onion powder, the P2O5, K2O, and CaO contents of the breeding medium were higher than those of the untreated. The weight of one larva in the 10% onion powder treatment group increased by 33% compared to the untreated group. Furthermore, the crude protein and crude fat contents of White-spotted flower chafer were 69.1% and 9.7%, respectively, higher than those of the untreated group, and heavy metals were below the standard value. The content of methionine and cystine, which are sulfur-containing amino acids, increased in the larvae of White-spotted flower chafer when fed with onion powder treatment.

Key words : *Protaetia brevitarsis*, sulfur, functional larva



1. 연구목표

경남의 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*) 사육농가는사육농가는 150호로 전체 267호의 56%, 연간 판매액은 1,770백만원으로 전체 식용곤충 연간 판매액 3,731백만원의 47%를 차지하는 등 흰점박이꽃무지 편중도가 심하며, 식용곤충에 대한 소비확대가 충분치 않은 상황에서 특정한 곤충에 대한 사육 및 판매의 편중은 과다경쟁과 사육농가의 소득감소 원인이 되고 있다. 이에 따라 굼벵이 상품의 경쟁력 향상과 새로운 소비 창출을 위해서는 이미 알려져 있는 효능인 혈행 및 간기능 개선 이외의 기능성을 추가하여 차별화된 브랜드 상품을 개발할 필요가 있다. 유향은 손상된 DNA를 복구시켜 주는 세포치료사 역할(항암)을 하며, 강력한 항산화 작용으로 콜레스테롤을 낮추고 혈전을 분해하는 성질과 인슐린 호르몬 분비에 필수성분으로 당뇨병 치료에 탁월한 효능이 알려져 있다. 생체 유향을 이용하는 대표적인 동물로는 유향 오리(가)가 있으며 이외에도 유향 닭, 유향 양파, 유향 쌀, 유향 사과, 유향 동충하초 등 동물과 식물 구분 없이 많이 응용하여 사용되고 있다. 본 연구는 흰점박이꽃무지 대량생산 및 새로운 소재 시장 창출을 위하여 유향과 요소 그리고 경남지역 주요 농업부산물인 양파분말을 사용했을 때 흰점박이꽃무지의 유충 생육과 품질을 조사분석 하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

<시험 1> 참나무발효톱밥 유향 첨가 방법 개발 및 사육 검증

본 실험은 경상남도농업기술원 유용곤충담당 내 위치한 실내 사육실에서 1년간 수행하였다. 연구에 사용된 흰점박이꽃무지는 실내 사육실에서 계대 사육한 유충을 사용하였고 무게가 $0.25 \pm 0.1g$ 인 유충을 선발하여 대상곤충으로 사용하였다. 먹이원 재료인 참나무톱밥과 미강, 당밀을 시중에서 구입하여 사용하였고 발효균으로는 의령군농업기술센터 유용미생물 배양센터에서 농민 대상으로 분양하고 있는 EM균을 사용하였다. 재료별 배합비는 표 1과 같으며 수분은 60%로 맞추어 주었다. 준비된 먹이원에 각 재료를 넣어 잘 혼합하여 뚜껑이 있는 100L 청색 플라스틱 통에 담아 항온 27℃를 유지하는 실내 사육실에서 15일 간 숙성시킨 후 뒤집기를 하여 발효시켰다. 발효가 완료된 먹이원은 흰점박이꽃무지 유충에 급여하며 실내 사육실(16L : 8D, $27 \pm 1^\circ C$, $60 \pm 5\% RH$)에서 사육하였고 유충 무게 변화, 증체율 및 수확 일수 등을 3반복 조사하였다.

표 1. 처리 별 재료 배합 비

구분	참나무톱밥(kg)	당밀(g)	미강(kg)	EM균(mL)	유향(kg)	요소(kg)
무처리	45	750	3	225	-	-
A	45	750	3	225	0.146	0.390
B	45	750	3	225	0.146	0.585
C	45	750	3	225	0.293	0.585

<시험 2> 참나무톱밥 양과분말 첨가방법 개발 및 사육검정

본 실험은 경상남도농업기술원 유용곤충연구소에 위치한 실내 사육실에서 1년간 수행하였다. 연구에 사용된 흰점박이꽃무지는 명석면에 위치한 태우농장에서 사육한 유충을 사용하였고 무게가 $0.25 \pm 0.1g$ 인 유충을 선발하여 대상곤충으로 사용하였다. 참나무톱밥과 밀기울, 당밀, 양과분말을 시중에서 구입하여 사용하였고 발효균으로는 의령군농업기술센터 유용미생물배양센터에서 농민 대상으로 분양하고 있는 EM균을 사용하였다. 재료별 배합비는 표 2과 같으며 수분은 60%로 맞추어 주었다. 준비된 먹이원에 각 재료를 넣어 잘 혼합하여 뚜껑이 있는 100L 청색 플라스틱 통에 담아 항온 27℃를 유지하는 실내 사육실에서 15일 간 숙성 시킨 후 뒤집기를 하여 발효시켰다. 발효가 완료된 먹이원은 흰점박이꽃무지 유충에 급여하며 실내 사육실(16L : 8D, $27 \pm 1^\circ C$, $60 \pm 5\%$ RH)에서 사육하였고 유충 무게 변화, 사충률 및 수확 일수 등을 3반복 조사하였다.

표 2. 처리 별 재료 배합 비

구분	참나무톱밥(kg)	밀기울(kg)	미강(kg)	EM균(L)	양과분말(L)
무처리	25	25	2	1	-
A	25	25	2	1	2.5
B	25	25	2	1	5.0
C	25	25	2	1	10.0

3. 주요결과

<시험 1> 참나무발효톱밥 유황 첨가 방법 개발 및 사육 검정

참나무톱밥에 유황 및 요소를 비율별로 혼합하여 발효시킨 사육용 배지의 무기성분을 분석한 결과는 표 3와 같다. 유황 처리 비율이 높아질수록 total S의 함량이 높아졌고, CaO 함량은 낮아졌다. 유황0.3% + 요소 1.2% 처리구에서는 T-N율, P₂O₅, MgO이 높게 나타났다.

표 3. 유황 및 요소 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 사육용 배지 무기성분

처리내용 ^a	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	T-S	수분
	----- % -----							
무처리	0.22	0.18	0.25	0.37	0.11	0.11	0.02	61.4
A	0.56	0.18	0.24	0.42	0.11	0.10	0.29	62.2
B	0.74	0.21	0.25	0.36	0.13	0.09	0.30	61.4
C	0.70	0.19	0.25	0.24	0.10	0.10	0.63	61.6

¹⁾A: 유황 0.3% + 요소 0.8%, B: 유황 0.3% + 요소 1.2%, C: 유황 0.6% + 요소 1.2%.



참나무톱밥에 유황 및 요소를 비율별로 혼합하여 흰점박이꽃무지 2령 초 유충에 급여한 결과는 표 4와 같다. 유황 0.3% + 요소 1.2% 처리구는 1유충 중량이 1.65g/마리로 무처리구 0.91g/마리에 비해 1.8배 무거웠으며 수확 중량은 267g/통으로 무처리구 103g/통에 비해 159% 증가되었고 수확일수도 36일 빨라졌다.

표 4. 유황 및 요소 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충의 생육 및 수량

처리내용 ¹⁾	수확일수	수확 수(마리/통)	수확 중량(g/통)	1유충 중량(g/마리)	증체율(%)
무처리	70	118bb ²⁾	103b	0.91c	356c
A	56	59c	97b	1.65a	648a
B	34	170a	267a	1.56a	613a
C	63	32c	40c	1.24b	486b

¹⁾A: 유황 0.3% + 요소 0.8%, B: 유황 0.3% + 요소 1.2%, C: 유황 0.6% + 요소 1.2%.

²⁾DMRT 5%.

유황 및 요소 처리별 흰점박이꽃무지 유충의 무기성분과 중금속 분석결과는 표 5~ 6와 같다. 유황 처리구는 무처리구에 비해 흰점박이꽃무지 유충의 P₂O₅ 및 Na₂O 함량이 낮았으며, 흰점박이꽃무지 유충의 무기 유황 함량은 무처리구가 0.11, 유황 0.3% + 요소 0.8% 처리구 0.20, 유황 0.3% + 요소 1.2% 처리구 0.24, 유황 0.6% + 요소 1.2% 처리구 0.23g/100g으로 유황처리구에서 무처리에 비해 2배 정도 높게 나타났다. 중금속 함량은 모든 처리구에서 기준치 이하로 나타났다.

표 5. 유황 및 요소 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 무기성분

처리내용 ¹⁾	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	T-S	무기 S	유기 S
	g/100g								
무처리	7.86a ²⁾	2.30a	2.18a	0.32a	0.60a	0.42a	0.52c	0.11c	0.41c
A	6.92b	1.69b	2.35a	0.23a	0.49c	0.28c	0.79b	0.20b	0.59b
B	6.94b	1.75b	2.21a	0.28a	0.53bc	0.28c	0.78b	0.24a	0.54b
C	8.14a	1.79b	2.53a	0.32a	0.57ab	0.33b	0.93a	0.23a	0.70a

¹⁾A: 유황 0.3% + 요소 0.8%, B: 유황 0.3% + 요소 1.2%, C: 유황 0.6% + 요소 1.2%.

²⁾DMRT 5%.

표 6. 유향 및 요소 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 중금속 함량

처리내용 ¹⁾	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	As
	----- mg/kg -----					
무처리	0.042a ²⁾	0.319b	9.327a	0.244b	0.177ab	0.0
A	0.034ab	0.528a	9.242a	0.355a	0.246a	0.0
B	0.038a	0.618a	9.473a	0.438a	0.246a	0.0
C	0.020b	0.373b	6.155b	0.171b	0.141b	0.0

¹⁾A: 유향 0.3% + 요소 0.8%, B: 유향 0.3% + 요소 1.2%, C: 유향 0.6% + 요소 1.2%.

²⁾DMRT 5%.

유향 및 요소 처리별 흰점박이꽃무지 유충의 아미노산 분석결과는 표 7와 같다. 흰점박이꽃무지 유충의 histidine, cystine, glutamic acid 및 glycine 함량은 유향 0.3% + 요소 1.2% 및 유향 0.6% + 요소 1.2% 처리구가 무처리구 보다 높게 나타났다.

표 7. 유향 및 요소 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 아미노산 함량

Amino acid profile(g/100g)	무처리	A ¹⁾	B	C
Histidine	0.60c ²⁾	0.64bc	0.70a	0.66ab
Isoleucine	0.67a	0.71a	0.75a	0.75a
Leucine	0.88a	0.95a	1.01a	1.04a
Lysine	1.00a	0.97a	1.01a	1.01a
Methionine	0.20a	0.22a	0.22a	0.25a
Cystine	0.22c	0.23bc	0.26a	0.24ab
Phenylalanine	1.47a	1.33a	1.76a	1.63a
Tyrosine	0.76b	0.82b	0.84b	0.96a
Threonine	0.57b	0.60b	0.65b	0.67a
Valine	0.92a	0.98a	1.06a	1.02a
Sum of essential amino acid	7.29a	7.44a	8.25a	8.21a
Alanine	1.07a	1.06a	1.24a	1.14a
Arginine	0.77a	0.77a	0.84a	0.79a
Aspartic acid	1.19a	1.28a	1.36a	1.36a
Glutamic acid	1.85c	2.13ab	2.28a	2.07b
Glycine	0.98b	1.19ab	1.27a	1.33a
Proline	1.48b	1.76ab	1.97ab	2.33a
Serine	0.93b	0.96ab	1.06a	0.95ab
Sum of non-essential amino acid	8.26b	9.14ab	10.02a	9.98a
Sum of total amino acid	15.55b	16.59ab	18.27a	18.19a

¹⁾A: 유향 0.3% + 요소 0.8%, B: 유향 0.3% + 요소 1.2%, C: 유향 0.6% + 요소 1.2%.

²⁾DMRT 5%.

**<시험 2> 참나무발효톱밥 양과분말 첨가방법 개발 및 사육검정**

양과분말 처리별 사육배지 및 유충의 무기성분을 분석한 결과는 표 8~9에서 보는 바와 같다. 사육배지의 무기성분은 양과분말 처리 유무와 관계없이 T-N율과 Na₂O 함량은 모든 처리구에서 유의적인 차이가 없었고, 양과분말 처리구에서 P₂O₅, K₂O, CaO, MgO 함량이 높게 나타났다. 양과분말 처리별 흰점박이꽃무지 유충의 무기성분은 양과분말 10% 처리구에서 P₂O₅, K₂O가 높게 나타났으나, 대조구와는 유의적인 차이가 없었다.

표 8. 양과분말 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 사육용 배지 무기성분

처리내용 ¹⁾	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
	----- % -----					
S0	0.38a ²⁾	0.36b	0.38b	0.27b	0.09b	0.04a
S1	0.40a	0.39ab	0.42a	0.31b	0.10ab	0.03a
S2	0.41a	0.42a	0.43a	0.48a	0.10ab	0.03a
S3	0.40a	0.41ab	0.43a	0.46a	0.11a	0.03a

¹⁾S0: 양과분말 0%, S1: 양과분말 5%, S2: 양과분말 10%, S3: 양과분말 20%.

²⁾DMRT 5%.

표 9. 양과분말 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 무기성분

처리내용 ¹⁾	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
	----- % -----				
S0	3.23a ²⁾	4.24a	0.50a	0.95a	0.48a
S1	1.62d	2.73d	0.37a	0.59b	0.37b
S2	2.13b	3.66b	0.48a	0.68b	0.44a
S3	1.84c	3.32c	0.31a	0.63b	0.44a

¹⁾S0: 양과분말 0%, S1: 양과분말 5%, S2: 양과분말 10%, S3: 양과분말 20%.

²⁾DMRT 5%.

양과분말 처리별 사육배지 급이에 따른 흰점박이꽃무지 2령 초 유충 생육변화는 표 10와 그림 1과 같다. 양과분말 20% 처리구에서 생존율이 72.6%로 가장 낮았고 다른 처리구들 간의 생존율은 유의적인 차이가 없었다. 양과분말 10% 처리구에서 유충 중량이 1.82g/마리로 무처리구 1.37g/마리 보다 1.3배 무거웠으며, 수확 중량은 483g/20L 으로 무처리구 385g/20L보다 25% 증가하였다. 양과분말 처리 비율이 높아질수록 유충의 생육이 증진되었고, 20% 처리구에서 급격히 생육이 약해지는 경향을 보였다.

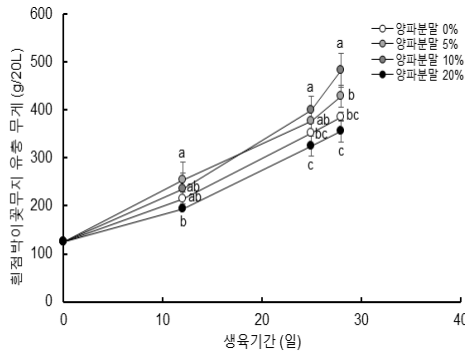


그림 1. 양과분말 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충의 생육변화

표 10. 양과분말 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충의 생육 및 수량

처리내용 ¹⁾	생존율(%)	유충 중량(g/마리)	증체율(%)	수확 중량(g/20L)	수량지수
S0	94.0a ²⁾	1.37c	328c	385bc	100
S1	91.8a	1.56b	373b	428b	111
S2	88.7a	1.82a	434a	483a	125
S3	72.6b	1.63b	392b	356c	92

¹⁾S0: 양과분말 0%, S1: 양과분말 5%, S2: 양과분말 10%, S3: 양과분말 20%.

²⁾DMRT 5%.

양과분말 처리별 사육배지 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충의 일반성분 분석과 아미노산 분석 결과는 표 11~12와 같다. 조단백질 함량은 양과분말 처리구에서 높아졌고, 조지방 함량은 양과분말 처리 비율이 증가할수록 높아졌다. 중금속 함량은 모든 처리구에서 기준치 이하로 나타났다. 아미노산 함량은 양과분말 처리구에서 유허이 함유된 아미노산인 methione과 cystine이 증가하였다. 또한, 생육증진 효과가 있었던 양과분말 10% 처리구에서 histidine, isoleucine, leucine, lycine, valine, asparatic acid, glycine 함량이 무처리구보다 증가하였다.

표 11. 양과분말 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 조단백, 조지방 및 중금속 함량

처리내용 ¹⁾	조단백질	조지방	Cd	Pb	As
	-----%-----		-----mg/kg-----		
S0	63.67b ²⁾	6.47c	0.0	0.0	0.0
S1	69.47a	11.04b	0.0	0.0	0.0
S2	69.01a	9.69b	0.0	0.1	0.0
S3	71.44a	13.83a	0.0	0.0	0.0

¹⁾S0: 양과분말 0%, S1: 양과분말 5%, S2: 양과분말 10%, S3: 양과분말 20%.

²⁾DMRT 5%.

표 12. 양과분말 첨가 수준별 흰점박이꽃무지 유충 아미노산 조성

Amino acid profile(g/100g)	S0 ¹⁾	S1	S2	S3
Histidine	4.71b ²⁾	6.11a	6.00a	6.47a
Isoleucine	5.96b	6.64a	6.59a	6.92a
Leucine	8.35b	9.15a	9.03a	9.38a
Lysine	9.47b	11.02a	10.66a	11.06a
Methionine	1.97c	2.56ab	2.39bc	2.95a
Cystine	1.96a	2.90a	2.34a	2.23a
Phenylalanine	14.24a	10.94c	10.77c	11.89b
Tyrosine	11.00a	13.14a	12.72a	12.44a
Threonine	6.31b	7.25a	6.76ab	6.78ab
Valine	6.02b	6.35a	6.29a	6.48a
Sum of essential amino acid	66.99c	76.06a	73.55b	76.60a
Alanine	7.46b	7.01c	7.32b	7.73a
Arginine	7.94b	8.33b	8.45ab	8.96a
Aspartic acid	11.33c	14.22a	14.24a	11.82b
Glutamic acid	17.47c	19.38b	19.82ab	20.28a
Glycine	9.53b	9.89b	10.36a	10.64a
Proline	10.64c	14.23b	13.98b	16.09a
Serine	7.16b	8.43a	8.43a	8.36a
Sum of non-essential amino acid	71.53	81.49	82.6	83.88
Sum of total amino acid	138.52b	157.55a	156.15a	160.48a

¹⁾S0: 양과분말 0%, S1: 양과분말 5%, S2: 양과분말 10%, S3: 양과분말 20%.

²⁾DMRT 5%.

4. 결과 요약

<시험 1> 참나무발효톱밥 유황 첨가 방법 구명

- 가. 유황 0.3% + 요소 1.2% 처리구는 1유충 중량이 1.65g/마리로 무처리구 0.91g/마리에 비해 1.8배 무거웠으며 수확 중량은 267g/통으로 무처리구 103g/통에 비해 159% 증가되었고 수확일수도 36일 빨라졌음
- 나. 유황처리구는 무처리구에 비해 흰점박이꽃무지 유충의 P₂O₅ 및 Na₂O 함량이 낮았음
- 다. 흰점박이꽃무지 유충의 무기 유황 함량은 무처리구가 0.11, 유황 0.3% + 요소 0.8% 처리구 0.20, 유황 0.3% + 요소 1.2% 처리구 0.24, 유황 0.6% + 요소 1.2% 처리구 0.23g/100g으로 유황처리구에서 무처리에 비해 2배 정도 높게 나타났음
- 라. 흰점박이꽃무지 유충의 histidine, cystine, glutamic acid 및 glycine 함량은 유황 0.3% + 요소 1.2% 및 유황 0.6% + 요소 1.2% 처리구가 무처리구 보다 높게 나타났음

<시험 2> 참나무발효톱밥 양과분말 첨가방법 구명

- 가. 양과분말 10% 첨가 배지의 P₂O₅, K₂O, CaO 함량은 무처리 배지에 비해 높게 나타났음
- 나. 양과분말 10% 처리구는 대조구에 비해 흰점박이꽃무지 유충의 P₂O₅, K₂O, MgO 함량이 낮았음
- 다. 양과분말 10% 처리구는 1유충 중량이 1.82g/마리로 무처리구 1.37g/마리에 비해 33%

증가되었고 수확중량은 483g/20L으로 무처리구 385g/20L에 비해 25% 증가되었고 수확일수도 10일 정도 단축됨

- 라. 양과분말 10% 처리구 급이시 흰점박이꽃무지의 조단백질과 조지방 함량은 각각 69.1%와 9.7%로 무처리구 보다 높게 나타났으며, 중금속은 기준치 이하로 검출됨
- 마. 양과분말 10% 처리구 급이시 흰점박이꽃무지 유충의 histidine, isoleucine, leucine, lycine, valine, asparatic acid, glycine 함량이 무처리구 보다 높음

5. 인용문헌

Kim, H.S., Park, H.Y., Kwon, H.S., Lee, S.H., Ha, J., Lee, S.H., Cho, S.J. 2019, Variations in antioxidant activity in *Protaetia brevitarsis* larvae depending on the feeding source. Gyeongnam National University of Science and Technology. Korean J. Mushrooms. 17(4), 261-267.

Choi, M.H., Kim, K.H., Yook, H.S., 2019, Antioxidant Activity and Quality Evaluation of the Larvae of *Protaetia brevitarsis* after Feeding with Korean *Panax ginseng*, Korean J. Soc Food Sci Nutr. 48(4), 403-409.

Kim, M.H., Park, J.W., Kim, M.J., Park, J.J., 2019, Effect of herbal medicine by-products on the larval growth of white-spotted flower chafer (*Protaetia brevitarsis seulensis*), Korean J. Environ. Biol. 37(1), 60-67.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	체 목
2020년도 (1년차)	홍 보	○ 토양에 보약이 되는 곤충 분변토
2021년도 (2년차)	학 술 발 표	○ 양과분말 급이에 따른 흰점박이꽃무지 유충 생육특성 비교
2022년도 (3년차)	영농기술정보 학 술 발 표	○ 양과부산물을 활용한 흰점박이꽃무지 사료 제조방법 ○ 양과분말 처리 수준별 먹이원 급이 흰점박이꽃무지 유충 생육 변화 비교

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
						'20	'21	'22
1) 유허균병이 생산 기술 개발	책 임 자	유용곤충연구소	농업연구사	장다현	연구 총 괄		○	○
	공동연구자	유용곤충연구소	농업연구사	배성문	자 료 분 석	○	○	○
	공동연구자	유용곤충연구소	농업연구사	정경희	자 료 분 석		○	○
	공동연구자	유용곤충연구소	농업연구사	김종원	자 료 분 석	○	○	○
	공동연구자	유용곤충연구소	농업연구사	이슬비	자 료 분 석	○	○	○
	공동연구자	유용곤충연구소	농업연구관	이영한	업 무 조 정	○	○	○