

발간등록번호

11-1543000-001396-01

**아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집파리와  
아메리카동애등에유충을 이용한 닭사료첨가제 개발 및  
상품화**

(The development of industrialization techniques of  
edible superworm and feed additive housefly and black  
soldier fly larvae for chicken)

농업회사법인(주)한국유용곤충연구소

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

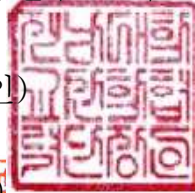
본 보고서를 “아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집파리와 아메리카동애등에유충을 이용한 닭사료첨가제 개발 및 상품화”(개발기간 : 2014. 7. ~ 2016. 7.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016 . 10 . 27 .

주관연구기관명 : 농업회사법인(주)한국유용곤충연구소 대표이사 (인)



협동연구기관명 : 전남대학교 산학협력단장 (인)



위탁연구기관명 : (재)생물방제연구센터장 (인)



주관연구책임자 : 박 영 규

협동연구책임자 : 이 봉 주

위탁기관책임자 : 김 선 암

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

|   |                                  |   |                                 |                |  |
|---|----------------------------------|---|---------------------------------|----------------|--|
| 과제고유번호  | 314018-2                         | 해당 단계<br>연구 기간  | 2014. 7. 29<br>~ 2016. 7.<br>28 | 단 계 구 분        | 2차년/<br>2년                                     |
| 연구 사업 명   | 중 사업 명                           | 농생명산업기술개발사업   |                                 |                |  |
|   | 세부 사업명                           | 곤충자원 개발 및 이용  |                                 |                |  |
| 연구 과제 명   | 대 과제 명                           |   |                                 |                |  |
|   | 세부 과제명                           | 아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집파리와 아메리카<br>동애등에 유충을 이용한 닭사료첨가제 개발 및 상품화 |                                 |                |  |
| 연구 책임자  | 박영규                              | 해당단계<br>참여<br>연구원 수   | 총: 15명<br>내부: 15명<br>외부:    명   | 해당단계<br>연구 개발비 | 정부: 300,000천원<br>민간: 75,000천원<br>계: 375,000천원  |
|   |                                  | 총 연구기간<br>참여<br>연구원 수   | 총: 16명<br>내부: 16명<br>외부:    명   | 총 연구개발비        | 정부: 600,000천원<br>민간: 150,000천원<br>계: 750,000천원 |
| 연구기관명 및<br>소속부서명  | 농업회사법인(주)한국유용곤충연구소<br>기획관리, 건설팀부 |   |                                 | 참여기업명          | 농업회사법인(주)한국유용곤충연구소                             |
| 위탁 연구   | 연구기관명: 재단법인생물방제센터                |   |                                 | 연구책임자:         | 김선암  |
|   |                                  |   |                                 | 보고서 면수: 205쪽   |  |
| <p>사업화에 유망한 곤충자원을 활용하여 식용·사료용 제품으로 개발하고 생산부터 제품화까지 단계별 생산·공급모델을 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아메리카왕거저리를 표준화된 사육시스템을 통해 생산하여 식용화 기반연구와 효능 및 안전성 평가를 통해 식용가능성을 높임</li> <li>- 아메리카동애등에와 집파리를 이용한 닭사료 첨가제 및 가축, 양어사료용 시제품 라마피드, 퓨파피드를 개발하였음</li> <li>- 아메리카동애등에와 집파리를 이용한 닭사료용 제품의 면역증강 및 항병능 평가와 안전성 평가를 통해 사료로 활용하기 위한 기초자료를 확보</li> <li>- 아메리카동애등에를 이용한 닭사료첨가제를 농장 적용 시험하여 경제성을 분석하고 상품화를 통해 사업화 할 수 있도록 하였음</li> <li>- 아메리카동애등에의 생산부터 제품화까지 단계별 최적 생산 및 산업화(자동화사육장치) 모델 개발을 통해 하루 15톤 생산할 수 있는 성충채란사육장과 부화유충 사육장을 설계완료하였으며 시설 건립계획중임</li> </ul> |                                  |   |                                 |                |  |

## 국문 요약문

|                   | 코드번호  | D-01 |
|-------------------|---|------|
| 연구의<br>목적 및<br>내용 | <p>사업화에 유망한 곤충자원을 활용하여 식용·사료용 제품으로 개발하고 대상곤충의 생산부터 제품화까지 단계별 최적 생산·공급모델을 제시한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식용, 사료용 곤충의 대량생산을 통한 시제품 개발 및 시제품의 안전성과 효능 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대상 곤충의 연중사육이 가능한 표준화된 양산시스템 확립</li> <li>- 식용 아메리카왕거저리의 가공법개발 및 제형화를 통한 시제품개발</li> <li>- 사료용 아메리카동애등애와 집파리의 가공법개발 및 제형화를 통한 닭사료 첨가제 시제품개발</li> <li>- 식용 및 사료용 시제품의 면역증강 효능 평가</li> <li>- 식용 및 사료용 시제품의 안전성 평가</li> </ul> </li> <li>○ 시제품의 고도화 및 사업화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식용 및 사료용 제품의 경제적이며 안정적인 생산을 위한 각 생산 단계별 최적 모델 개발</li> <li>- 식용제품의 식약처 한시적 식품원료로서의 등록을 위한 기반연구</li> <li>- 식용제품의 홍보 및 품평회를 통한 경제성 분석</li> <li>- 사료제품의 경제성분석 실시</li> </ul> </li> </ul>  |      |
| 연구개발<br>성과        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대상 곤충의 연중사육이 가능한 표준화된 양산시스템 확립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양산시스템가동: 아메리카동애등애(15톤/월), 집파리(5톤/월), 아메리카왕거저리(100kg/월)</li> <li>- 아메리카동애등애 양산설비 구축 중: 성충상 60케이지(200,000난괴/일=15톤/일)</li> </ul> </li> <li>○ 식용 아메리카왕거저리의 가공법개발 및 제형화를 통한 시제품개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건조법: 마이크로웨이브법(3kg/12min), 액상추출법</li> <li>- 제형: 생체, 분말</li> <li>- 시제품: 쿠키(1~5%), 머핀(1~5%), 햄버거패티(1~5%)</li> </ul> </li> <li>○ 사료용 아메리카동애등애와 집파리의 가공법개발 및 제형화를 통한 닭사료 첨가제 시제품개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가공법: 마이크로웨이브법(3kg/12min), 열풍건조법(장치 개발중)</li> <li>- 제형: 생체(건조), 분말(첨가사료(30%), 단미사료(100%))</li> <li>- 시제품: 아메리카동애등애(라바피드), 집파리(푸파피드)</li> <li>- 아메리카동애등애, 집파리의 사료성분 등록 및 단미사료제조업 등록</li> <li>- 아메리카동애등애를 이용한 사료원료 사업화(산업체 설립에 기여)</li> </ul> </li> <li>○ 식용 및 사료용 시제품의 면역증강 효능 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식용: 면역증강효과</li> <li>- 사료용: 면역증강 효과</li> </ul> </li> <li>○ 식용 및 사료용 시제품의 안전성 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식용: 아메리카왕거저리의 독성평가실험에서 안전한 것으로 조사됨</li> <li>- 사료용: 아메리카동애등애의 안전성 평가에서 안전한 것으로 평가됨</li> </ul> </li> </ul> |      |

|            |   |
|------------|---|
| 연구개발<br>성과 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식용 및 사료용 제품의 경제적이며 안정적인 생산을 위한 각 생산 단계별 최적 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아메리카동애등에(BSF)의 산업화를 위한 연중사육기술 개발 및 모델 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 성충사육장: 10,000개체/ 2㎡, 산란유도배지(축분+ 효소 등), 채란판(골판지) 유리온실(자연광), 연중 25~30℃, 망케이지, 수분공급</li> <li>② 부화유충사육장: 부화 후 안정화 단계(5~7일), 사육배지(가축사료)</li> <li>③ 숙성단계 사육: 남은음식물건조사료 공급(수분 70~80%)(숙성기간: 12~14일)</li> <li>④ 수확 및 분리: 자동 수확장치 및 진동체</li> <li>⑤ 가공(건조) 및 포장: 열풍건조(자동화장치), 자동화 포장장치</li> </ul> </li> <li>- 아메리카왕거저리(Superworms)의 대량사육시스템 개발 및 자동화 사육 모델 제시 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 성충채란상: 채란판(사각 망), 연중 25℃ 이상</li> <li>② 유충사육상: 부화 후 25~30℃, 상대습도 65% 유지, 밀기울+ 미강+ 채소</li> <li>③ 용화상자: 개체사육용 틀 활용</li> <li>④ 수확 및 분리: 자동 수확장치 및 진동체</li> <li>⑤ 가공(건조) 및 포장: 마이크로웨이브, 열풍건조(자동화장치), 자동화 포장장치</li> </ul> </li> </ul> </li> <br/> <li>○ 식용제품(아메리카왕거저리)의 식약처 한시적 식품원료로서의 등록을 위한 기반연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 및 문헌조사: 국내외 사육기술 자료 수집</li> </ul> </li> <br/> <li>○ 식용제품의 홍보 및 품평회를 통한 경제성 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설문조사 및 품평회: 전국 중고등학교 196명 대상으로 식용곤충에 대해 58%가 긍정적인 표현으로 답했으며 21%는 맛있다고 답했다. 대상곤충별 선호도는 아메리카왕거저리가 53%, 쌍별귀뚜라미 21%로 조사됨</li> <li>- 식용곤충 100g에 대해 판매가격은 과자류 1,300~3,000원에 비교하여 적정가격을 2,000~3,000원으로 선호하였음( 100g당 가격(함유량 100%); 벼메뚜기 15,000원, 쌍별귀뚜라미 10,000~15,000원, 갈색거저리 2,800원, 아메리카왕거저리 3,000~4,500원)</li> </ul> </li> <br/> <li>○ 사료제품의 경제성분석 실시: 닭사료첨가제(라바피드)의 경제성 평가를 위한 농장 적용 시험에서 라바피드를 급여한 군에서 최종 중량과 최종생존율의 증가 및 사료효율의 감소를 확인하였음.</li> <br/> <li>○ 아메리카동애등에(BSF) 사료 제품 라바피드의 산업화(2015 ~ 2016) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 라바피드 판매를 통한 매출 달성: 애완동물사료용(2015 ~ 계속)</li> <li>- 아메리카동애등에 독점판매계약 수립(CIEF) 및 대량생산에 관한 특허 2건 출원 : 15톤/일 생산을 위한 성충사육동(3,000㎡) 설계완료 및 건축 준비 중(곡성 옥과 유용곤충연구소 부지내, 2016)</li> <li>- BSF의 생태특성과 자동화 장치의 융합을 통한 산업화 장치(연중자동생산시스템) 설계중(CIEF, 2016)</li> </ul> </li> </ul> |
|------------|---|

|                            |  |              |           |             |            |
|----------------------------|--|--------------|-----------|-------------|------------|
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개발된 식용곤충(아메리카왕거저리)은 식약처의 등록을 거쳐 기능성식품, 기호식품 및 식품원료로 활용할 수 있도록 추진할 계획임</li> <li>○ 최근 식품으로 등재된 갈색거저리, 쌍별귀뚜라미등과 같이 식용곤충을 원료로 다양한 식품을 개발하여 추가적인 식용곤충종의 탐색 및 산업화가 기대됨</li> <li>○ 사료용곤충 아메리카동애등에를 대량생산하여 사료회사에 공급하므로서 브랜드 축산품 및 기능성사료로서 새로운 사료시장을 형성하여 산업화될 것으로 기대됨 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 닭의 브랜드 상품, 면역증강을 통한 무항생제 축산품 생산</li> <li>- 대형 사료회사에 직접 판매를 통해 사업화(사료회사와 접촉중)</li> <li>- 양식어류(민물, 해수) 및 기능성어종에 대한 사료로 활용(제주도 및 전남 양식장 판로 개척중)</li> </ul> </li> <li>○ 개발된 식용·사료용곤충 연중 생산시스템과 사업화를 위한 단계별 최적 모델 제시를 통해 유사한 곤충종에 대한 식용·사료화의 기초 자료로 활용</li> </ul> |              |           |             |            |
| <p>중심어 (5개 이내)</p>         | <p>식용곤충</p>  | <p>사료용곤충</p> | <p>제품</p> | <p>곤충자원</p> | <p>산업화</p> |

## < SUMMARY >

|                          |  | 코드번호 | D-02 |
|--------------------------|--|------|------|
| Purpose<br>&<br>Contents | <p>By utilizing insect resources for business prospects, provides the production and delivery models developing products to food and feed products,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Through mass production of insects to food and feed, the development of prototype and safety and efficacy assessment.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establishment of standardized mass production system of the annual insect farming.</li> <li>- Development of prototype through process development and formulation of edible superworm.</li> <li>- Development of chicken feed additives through process development and formulation of black soldier fly(BSF) and house fly for use as feed.</li> <li>- Efficacy assessment of immune-boosting of prototype for use as food and feed</li> <li>- Safety assessment of prototype for use as food and feed</li> </ul> </li> <li>○ Enhancing and commercialization of prototype               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of best model for process to financial production of use as food and feed</li> <li>- Basic research to register for food product(superworm) of KFDA(Korea Ministry of Food and Drug Safety).</li> <li>- Analysis of economical efficiency by fair and a promotion of products of edible insects</li> <li>- Analysis of economical efficiency of feed products</li> </ul> </li> </ul> |      |      |
| Results                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mass production system of target insect resources all the year round               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operation of mass production system: Black soldier fly(15ton at monthly), Housefly(5ton at monthly), Super-worms(100kg at monthly)</li> <li>- Construction of mass production plant: 60 adult rearing cages(200,000 egg mass at daily = 15ton at daily)</li> </ul> </li> <li>○ Pilot product of edible insect, superworms               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dry: microwave(3kg per 12min), liquid extraction</li> <li>- Shape: organism, powder</li> <li>- Pilot products: cookie(1~5%), muffin(1~5%), hamburger (1~5%)</li> </ul> </li> <li>○ Pilot product of BSF for livestock feed               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manufacturing: microwave(3kg per 12min), hot-air drying(developing of machine)</li> <li>- Shape: organism(dried), powder(addition feed(30%), feed ingredient(100%))</li> <li>- Pilot products: BSF(Larvafeed), Housefly(Pupafeed)</li> <li>- Registration of feed ingredient by BSF and Housefly</li> <li>- Industrialization of BSF feed(establishment of insect feed company, 2016. 06. 28)</li> </ul> </li> </ul>   |      |      |

|         |  |
|---------|--|
| Results | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluation of immune-stimulating effect of edible insect and feed-additives insect <ul style="list-style-type: none"> <li>- Both edible insect and feed-additives showed immune-stimulating effect in terms of how much they can stimulate T cell related cellular immunity</li> </ul> </li> <li>○ Evaluation of safety of edible insect and feed-additives insect <ul style="list-style-type: none"> <li>- Both edible insect and feed-additives showed no toxic effect</li> </ul> </li> <li>○ Development of optimal product model of edible and feed for economical and stable production system <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of breeding technique and model of BSF for industrialization all the year round <ul style="list-style-type: none"> <li>① Adult cage: 10,000 BSF/ 2m<sup>3</sup>, oviposition attractant media(swine manure + enzyme etc.), oviposition plate(corrugated cardboard) <ul style="list-style-type: none"> <li>glass green house(daylight), keep 25 ~ 30°C, net materials, moisture supply</li> </ul> </li> <li>② Step 1, newborn larvae rearing container: after hatching(5 ~ 7days), supply livestock feed as food</li> <li>③ Step 2, during incubation: dried feed wast powder include moisture(70%) (developmental periods: 12 ~ 14days)</li> <li>④ Separation and harvest: auto harvest machine by vibration net</li> <li>⑤ Dry and packing: hot-air drying(auto machine), auto packing machine</li> </ul> </li> <li>- Development of breeding technique and model of Superworms <ul style="list-style-type: none"> <li>① Oviposition container: stainless net, keep over than 25°C</li> <li>② Larva rearing container: temperature 25~30°C, 65% RH, bran + rice bran + vegetable</li> <li>③ Pupation container: keep individuals of last instar larva</li> <li>④ Separation and harvest: auto harvest machine by vibration net</li> <li>⑤ Dry and packing: microwave, hot-air drying(auto machine), auto packing machine</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ Basic research to register for food product(superworm) of KFDA(Korea Ministry of Food and Drug Safety). <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data and literature search : Collection data of insect rearing technique in domestic and abroad.</li> </ul> </li> <li>○ Analysis of Economical efficiency by fair and a promotion of products of edible insect. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Survey and Fair : 196 Middle and high school students surveyed on edible insects to 58 percent positive and among them, 21 percent saying it is delicious. Preferences on the edible insects, superworm likes 53 percent and cricket is 21 percent.</li> <li>- Desire price of edible insects are 2,000 ~ 3,000won per 100g(commercial snack is 1,300 ~ 3,000won); rice grasshopper(15,000won), cricket(10,000 ~ 15,000won), mealworms(2,800won) and superworms(3,000 ~ 4,500won) in each 100g</li> </ul> </li> </ul> |
|---------|--|



|                       |  |                       |          |                  |                   |
|-----------------------|--|-----------------------|----------|------------------|-------------------|
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Field study to evaluate the economical aspect of feed-additives insect for broiler (product name; Larvafeed) <ul style="list-style-type: none"> <li>- The chick feeded with Larvafeed showed increase of body weight and survival rate but also decrease of consumption rate of feed at the time point that chicks were sold in the market</li> </ul> </li> <li>○ Industrialization of BSF feed(2015 ~ 2016) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Achievement of sales by "Larvafeed" for pet feed(2015 ~ continue)</li> <li>- An exclusive sale in CIEF and two patents of BSF mass production system : Adult rearing architectural design for 15ton at daily was finished (the area is 3,000m<sup>2</sup> in KBIL, 2016), automatically production system(CIEF, 2016)</li> </ul> </li> </ul>  |                       |          |                  |                   |
| Expected Contribution | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Edible insects developed will be proceed for use as food ingredient, functional food and favorite food through the registration of KFDA(Korea Ministry of Food and Drug Safety).</li> <li>○ Expectation of investigation of variety edible insects and industrialization for use as food ingredient.</li> <li>○ Expectation of industrialization of feed new ingredient market for brand livestock products and functional feed to mass production black soldier fly(BSF) supply to feed manufacturing. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production of free antibiotic livestock products through brand of the chicken and immune-boosting efficiency.</li> <li>- Industrialization through direct sales at feed manufacturing company(ongoing)</li> <li>- Used as feed variety cultured fish(fresh water and seawater)(ongoing)</li> </ul> </li> <li>○ Use as basic data to register of edible insects and feed insects through business model of insects developed to mass production system of the annual insect farming.</li> </ul> |                       |          |                  |                   |
| Keywords              | Edible insects   | Feed additive insects | Products | Insect-resources | Industrialization |

## CONTENTS

|  |     |
|--|-----|
| 1. Overview .....  | 11  |
| 2. State of the technique development(domestic and international)<br>..... | 13  |
| 3. Results .....   | 15  |
| 4. Achievement and Contribution .....                                      | 194 |
| 5. Application Plan .....  | 198 |
| 6. Related informations .....  | 199 |
| 7. Represent of research results .....                                     | 202 |
| 8. References .....  | 203 |

<Appendix> Self evaluation

## < 목 차 >

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 제 1 장. 연구개발과제의개요 .....           | 11  |
| 제 2 장. 국내외 기술개발 현황 .....         | 13  |
| 제 3 장. 연구수행 내용 및 결과 .....        | 15  |
| 제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....  | 194 |
| 제 5 장. 연구결과의 활용계획 등 .....        | 198 |
| 제 6 장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 ..... | 199 |
| 제 7 장. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....    | 202 |
| 제 8 장. 참고문헌 .....                | 203 |

<별첨> 자체평가의견서

# 제 1 장. 연구개발과제의 개요

|      |      |
|------|------|
| 코드번호 | D-03 |
|------|------|

## 1-1. 연구개발 목적

사업화에 유망한 곤충자원을 활용하여 식용·사료용 제품으로 개발하고 대상곤충의 생산부터 제품화까지 단계별 최적 생산·공급모델을 제시한다.

- 아메리카왕거저리(*Zophobas atratus*)를 이용한 식용화 기반연구
- 아메리카왕거저리를 이용한 효능 및 안전성 평가
- 아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)와 집파리(*Musca domestica*)를 이용한 닭사료 첨가제 시제품개발
- 아메리카동애등에와 집파리를 이용한 닭사료용 제품의 면역증강 및 항병능 평가와 안전성 평가
- 아메리카동애등에와 집파리 닭사료첨가제의 경제성 평가를 위한 농장 적용 시험
- 대상곤충의 생산부터 제품화까지 단계별 최적 생산 및 산업화 모델 개발

## 1-2. 연구개발의 필요성

- 최근 곤충자원에 대한 관심이 급증함에 따라 식용 및 사료용곤충의 표준화된 사육법을 통한 양산화가 가능한 모델 개발이 필요하다.
- 그동안 연구되어온 사료용 곤충을 산업화하기위해 경제성 있고 실현가능한 사육체계를 통해 연중 대량생산한 후 산업화가 가능한지 검증할 필요성이 있다.
- 아메리카왕거저리를 식용으로 활용하기위해 효능 및 독성에 대한 안전성 평가가 필요하다.
- 식용곤충 원료를 활용한 다양한 시제품(쿠키, 머핀, 첨가제 등)의 개발과 소비자를 대상으로 한 평가가 필요하다.
- 아메리카동애등에를 사료화하기위해서는 대상가축 사육농장에 적용하여 효과 및 소요비용을 고려한 경제성 평가가 필요하다.

## 1-3. 연구개발 범위

- 식용, 사료용 곤충의 대량생산을 통한 시제품 개발 및 시제품의 안전성과 효능 평가
  - 대상 곤충의 연중사육이 가능한 표준화된 양산시스템 확립
  - 식용 아메리카왕거저리의 가공법개발 및 제형화를 통한 시제품개발
  - 사료용 아메리카동애등에와 집파리의 가공법개발 및 제형화를 통한 닭사료 첨가제 시제품개발
  - 식용 및 사료용 시제품의 면역증강 효능 평가
  - 식용 및 사료용 시제품의 안전성 평가
- 시제품의 고도화 및 사업화
  - 식용 및 사료용 제품의 경제적이며 안정적인 생산을 위한 각 생산 단계별 최적 모델

개발

- 식용제품의 식약처 한시적 식품원료로서의 등록을 위한 기반연구
- 식용제품의 홍보 및 품평회를 통한 경제성 분석
- 사료제품의 농가 적용실험 및 경제성분석 실시

## 제 2 장. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

- 아메리카왕거저리는 국내외에서 식용 또는 동물 사료용으로 이용되고 있으며 중국에서는 대단위 공장규모의 사육 및 유통이 이루어지고 있으며 국내에서도 사육기술이 축적되어 여러 농가에서 사육하면서 시장을 형성하기위해 노력 중에 있다. 국내에서는 아직까지 식용으로 등재되어지지 않아 식용으로의 연구가 필요한 곤충종이다. 중국에서는 주로 갈색거저리를 식용, 사료용, 건강보조식품의 단백질원으로 100여년의 사육경험과 축적된 활용기술을 바탕으로 다양하게 이용되어지고 있다. 아메리카왕거저리는 갈색거저리에 비하여 크기가 크고 사육이 편리한 장점이 있어 애완동물들의 단백질원으로 사용되고 있으며 가축(양계, 양돈 등)의 기능성 사료로 활용하기 위한 연구 및 사업화가 진행 중이다.
- 우리나라는 최근 곤충산업에 대한 관심이 높아지면서 갈색거저리, 흰점박이꽃무지, 쌍별귀뚜라미가 2015년 식품으로 등재되었고 기능성 가축사료로 개발하여 산업화하려는 노력들이 있다. 이미 식품으로 등재된 곤충인 메뚜기, 누에번데기와 함께 식용곤충으로서 술안주, 단백질 첨가제, 기능성 보조식품 등으로 제작될 것으로 생각된다.
- 전국에서 관심 있는 농민을 중심으로 아메리카왕거저리의 사육기술의 보급을 통해 대량생산을 준비 중에 있으므로 충분한 원료의 생산 및 시장이 형성되면 국내에서도 곤충사육 농가를 중심으로 시작하여 본격적인 산업화가 시작될 것으로 기대된다. 그 예로 전국의 산업곤충협회의 구성 및 산업곤충의 생산 및 유통에 많은 관심들이 있는 농민으로 구성된 농업회사법인 녹색곤충주식회사가 설립되기도 했다.
- 집파리의 대량사육은 주로 중국에서 식용 및 사료용으로 활용하기 위한것과 천적 증식용의 목적으로 사육되어지고 있다. 중국의 정주에 있는 파리생산 회사에서는 청결하게 생산된 파리유충과 파리유충에서 추출한 키토산을 식용 및 약용으로 활용하고 있다. 미국과 우리나라에서는 집파리를 사육하여 파리 번데기 기생성 천적을 대량으로 증식하여 생물학적 방제인자로 활용하고 있다(아르비코, 한국유용곤충연구소). 파리목 부식(腐食)성 곤충을 이용하여 유기성 폐기물을 분해 처리하는 연구로서 집파리를 이용하는 방법은 러시아 등에서 시작되어 국내에서도 2000년대 초반에 농촌진흥청에서 연구가 이루어진바 있으나 상용화되지는 않았다.
  - ① 유기성폐기물을 처리하는 환경정화 기술: 국내에서 2000년대 초반 연구되어짐
  - ② 가금류를 포함한 가축의 사료로 활용하는 기술: 중국 등에서 상용화됨
  - ③ 집파리의 생리활성물질 연구: 항산화 물질에 대한 연구가 이루어짐
 최근에는 집파리와 비교하여 아메리카동애등에의 장점을 활용한 유기성폐기물의 처리를 통해 환경정화곤충으로의 역할이 부각되고 있다.
- 아메리카동애등에는 환경정화곤충으로서 유충의 강력한 소화능력과 생물학적특징을 이용하여 유기성폐기물(남은음식물, 음식물쓰레기, 축분, 산업폐기물, 농업부산물 등)을 처리하고 발육한 유충 및 번데기는 동물성 단백질 사료로 활용할 수 있어 국내외에서 많은 연구들이

진행되어지고 있다.

미국과 베트남의 대학 등에서 연구를 통해 산업화하려는 노력들이 진행중에 있으며 최근 국내에서도 아메리카동애등예를 이용한 환경정화 기술을 보급하려는 사업이 각 지자체에서 이루어지고 있다.

① 유기성폐기물을 처리하는 환경정화 기술: 정부 보조 시범사업 진행중

② 아메리카동애등예를 가금류를 포함한 가축의 사료로 활용하는 기술: 단백질 성분 활용

③ 아메리카동애등예의 생리활성물질을 연구하여 신소재를 개발하는 기술

: 장내미생물 및 생리 활성물질을 이용

파리목 부식(腐食)성 곤충을 이용하여 유기성 폐기물을 분해 처리하는 연구로서 집파리를 이용하는 방법은 러시아 등에서 시작되어 국내에서도 농촌진흥청에서 연구가 이루어진바 있다. 최근에는 집파리와 비교하여 아메리카동애등예의 장점을 활용한 유기성폐기물의 처리를 통해 환경정화곤충으로의 역할이 부각되고 있다.

○ 아메리카동애등예에 대한 국내 최근 보고서: 농촌진흥청 “동애등예를 이용한 기술융합형 환경정화 및 고부가 산물개발”, 2014년

○ 사료용곤충에 대한 국내 최근 보고서

- 농림축산식품부 “곤충자원을 이용한 양돈사료화 이용 기술 개발 및 제품 개발”, 2015년

- 농촌진흥청 “곤충을 이용한 가금류 사료첨가제 개발”, 2015년

# 제 3 장. 연구수행 내용 및 결과

|      |      |
|------|------|
| 코드번호 | D-05 |
|------|------|

## 1차년도 연구결과

< 제 1 세부과제. 아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집파리와 아메리카동애등에유충을 이용한 닭사료첨가제 개발 및 상품화 >

### 제 1 절. 연중 곤충 생산기술 확립 및 시스템구축

○ 국내외 사육기술 자료 수집 결과

#### 1. 아메리카왕거저리(*Zophobas atratus* Fabricius)



그림 1. 아메리카왕거저리(superworms) 성충

가. 일반생태

#### (1) 분류학적 특징

아메리카왕거저리는 슈퍼웜(superworms)이라고 불리는 절지동물문 곤충강 딱정벌레목 거저리과에 속하는 곤충이다. 슈퍼웜 또는 슈퍼밀웜을 응용적으로 다룬 일부 논문이나 자료들에서는 ‘*Z. morio* Fabricius, 1776’이란 학명을 적용해 오고 있으나 1941년에 Gebien에 의해 *Z. atratus*의 동물이명임이 밝혀져 유효학명으로 사용해 오고 있다. 외국의 홈페이지에서는 아직도 *Z. morio* 로 혼동되어 사용되나 같은종이다. 우리나라에서는 2013년 박 등에 의해 이 종의 정식 국명에 대한 분류학적인 측면의 국명제정의 필요성에 의해 이 종의 원산지와 형태적 크기 등을 참고하여 유사종인 대왕거저리와의 구별을 명확히 할 수 있는 “아메리카왕거저리”로 신청되었다. 하지만 흔히 슈퍼밀웜 또는 왕거저리로 불리기도 한다.

#### (2) 형태학적 특징

애벌레의 몸길이는 45 ~ 50 mm, 성충은 30 ~ 35 mm 이며 몸의 생김새는 길쭉하며, 몸 색깔은 검은색이다. 머리에는 매우 작은 점각이 아주 성기게 나있고, 겹눈은 콩팥모양으로 그의 겹눈 가장자리는 테두리져 있으며, 겹눈 사이의 거리는 겹눈 지름의 2배 정도이고,



복안돌기는 위쪽으로 올라가 있다. 더듬이는 염주모양으로 끝으로 가면서 약간 곤봉모양을 띠는데, 6번째 마디부터 마지막 마디까지 점점 넓어지며 별모양의 감각모가 있고, 마지막 마디는 타원형이다. 작은 턱수염의 마지막 마디는 넓은 도끼 모양이고, 아랫입술 수염의 마지막마디는 좁은 삼각형 모양이다. 앞가슴등판은 볼록하고, 가운데 부분에만 미세한 점각이 매우 성기게 나 있다. 모든 가장자리는 뚜렷하게 테두리져 있고, 옆 가장자리는 앞쪽과 뒤쪽으로 가면서 둥글게 좁아지는데, 기부각은 무디다. 앞기절은 납작하고 넓은 앞가슴배판돌기에 의해 나뉘어져 있다. 딱지날개의 양 옆 부분이 거의 평행하며, 끝쪽 1/4 부분이 약간 넓고, 흠줄의 점각은 뚜렷하고 깊고 약간 성기며, 간실은 약간 볼록하다. 다리의 종아리마디들은 모두 끝 쪽으로 가면서 점차 넓어지나, 끝쪽 1/3부분의 노란색 센털 배열은 앞종아리마디는 아래쪽에만, 가운데와 뒷종아리마디는 아래와 옆쪽으로도 나 있다. 모든 발목마디의 아랫쪽과 옆쪽 부분에는 센털이 나 있다. 뒷가슴배판에는 센털이 없다. 암수 구분은 머리의 이마방패융합선의 유무로서, 수컷이 깊게 패여 있고, 암컷은 직선형으로 패여 있지 않다(박 등, 2013)



<출처: 박 등, 2013>

그림 2. 아메리카왕거저리의 수컷(A, C)과 암컷(B, D)

### (3) 생태학적 특징

아메리카왕거저리 성충과 애벌레는 식물성 먹이(곡류(穀類), 채소 등)를 먹으며 발육기간이 4 ~ 6개월로 길다. 열악한 환경에서도 생존 능력이 강한 곤충으로 먹이가 없거나 온도의 변화가 심해도 생존할 수 있어 이러한 생물학적 특성으로 연중 실내 대량 사육이 가능한 곤충종이다.

알은 불투명한 유백색으로 산란할 때 점착물질(점액)이 붙어있어 산란배지(밀기울 등)나 사육용기에 붙여 산란한다. 알의 크기는 2 mm 정도의 장타원형으로 알껍질은 무르고 약해 깨지기 쉬우며 여러 개를 덩어리로 산란하거나 한 개씩 먹이중간에 흩어 놓거나 사육통 바닥에 붙여 놓기도 한다(갈색거저리와 산란습성이 유사하다). 알이 부화하면 부화애벌레는 부화즉시 알껍질과 알껍질에 붙은 먹이를 먹으며 발육한다. 알은 온도조건에 따라 약 1

~ 2주일이면 부화한다( $25 \pm 3$  °C). 10 °C 이하에서는 부화하기 못하며 15 ~ 20 °C 에서는 3 ~ 4주가 소요된다.

애벌레는 부화 직후 유백색에서 갈색으로 변하며 크기는 2 ~ 3 mm 정도이다. 부화 직후에 충분한 수분을 지닌 채소를 공급하여야 사망률을 줄일 수 있다. 애벌레기간에는 사육밀도가 높을수록 사망률이 감소하고 정상적으로 발육한다. 애벌레의 먹이는 밀기울을 기본으로 하여 수분이 많은 채소나 과일 등을 공급하면 집단적으로 모여서 먹는 습성을 보인다.

애벌레의 식성은 성충과 마찬가지로 일반 가축사료를 비롯하여 농업부산물, 과일, 채소 등을 모두 섭식할 수 있다. 먹이의 성분은 애벌레의 발육에 영향을 미치므로 목적에 맞도록 먹이를 배합하여 공급하는 것이 중요하다. 가축의 사료용으로 활용할 때에는 먹이비용의 절감을 위해서 다양한 농업부산물을 활용할 수 있다.

애벌레는 어두운 곳을 좋아하며 사육상에서 밀도가 높아질수록 개체의 크기가 작아지는 것으로 조사된바있다. 따라서 적정한 사육밀도의 선정이 중요할 수 있다. 일반적으로 부화 후 어린 령기일때는 집단 사육하여 밀도가 높아야 발육이 좋다고 알려져 있고 발육이 진행되어 크기가 커지면서 밀도가 높으면 서로의 마찰로 충체의 혈액순환과 소화를 촉진하여 활성을 증가시킨다는 조사도 있는데 종령시기에는 높은 밀도에서 서로 간에 경쟁에 의해 사망률이 증가할 수 있다. 이러한 결과는 온도와 습도 등 사육환경에 따라 차이를 보인다.

애벌레기간은 온도가 높아질수록 단축되며 일반적인 사육온도( $25 \pm 3$  °C)에서 약 3 ~ 4개월의 발육기간을 거친다. 애벌레기간동안 평균 12회의 탈피를 거쳐 발육이 진행되면 몸길이가 45 ~ 50 mm 까지 자라며 직경은 6 ~ 9 mm 정도에 이른다. 몸의 앞뒤의 굽기가 일정하며 털이 없으며 광택이 있다. 머리 부분은 단단하며 몸통보다 색깔이 진하며 애벌레의 가슴부분에 3쌍의 다리가 있다. 애벌레가 종령단계에 이르면 먹이섭식활동이 중지되고 몸통이 약간 구부러지면서 움직임이 없어지면서 번데기가 될 준비를 한다.

애벌레단계에서 분변의 분리는 1 ~ 2회 정도 하는 것이 작업의 효율적인 부분이나 애벌레의 스트레스를 줄이는데 도움을 준다. 따라서 채란 받은 후 1 ~ 2개월을 높은 밀도에서 사육한 후 분변을 분리하고 새로운 먹이를 공급한 후 다시 1 ~ 2개월 사육한다. 이때 표준 사육 상자의 사육밀도는 1번 분리 시 애벌레를 2개의 사육통에 나누어 사육하였을 때 최종적으로 종령애벌레 2.5kg 정도가 생산된다.

번데기는 길이가 약 30 ~ 35 mm 정도이며 용화직후에는 유백색으로 연하며 부드러우나 시간이 지나면서 점점 경화가 되어 딱딱해지고 색깔도 갈색으로 진해진다. 종령 애벌레가 번데기가 될 때에는 독립된 공간에 개체로 분리하여야 번데기가 된다.

아메리카왕거저리는 채란 받는 기간이 달라서 개체간 발육기간의 차이가 발생해도 종령이 된 후 사육상에서 번데기가 되지 않으므로 최종적으로 개체간의 크기는 유사하게 된다. 종령이 되어 폐사충이 생기기 전에 일정한 크기의 애벌레를 수확할 수 있는 장점이 있다.

번데기는 이동성이 없으므로 복부운동만으로 외부의 공격에 방어한다. 아메리카왕거저리는 애벌레의 탈피시나 번데기가 되기 직전에 서로 공격하여 죽이거나 기형을 만들기 때문에 여러 마리를 함께 사육할 때는 번데기가 되지 않는다. 따라서 독립된 공간에 개체로 분리하여 번데기로 만드는 것이 매우 중요하다. 사육환경을 50 ~ 70 % 의 습도와  $25 \pm 3$  °C 정도로 유지하면 대부분의 종령은 번데기가 된다.

성충은 번데기에서 우화하면 옅은 유백색으로 점차 시간이 지나면서 황백색, 황갈색, 흑갈색으로 변화하며 최종적으로 흑적갈색으로 된다. 약 7일간에 걸쳐 체색이 흑적갈색으로 된 후 암컷과 수컷이 교미를 시작한다. 성충의 산란기는 1 ~ 4개월로 길며 평균 산란량은 약 100 ~ 400여개로 알려져 있다. 일반적으로 성충의 먹이종류와 환경 등 사육기술에 따라 산란량은 차이가 크다. 성충의 뒷날개는 퇴화하여 날지 못하므로 사육시설에 망실을 처리하지 않아도 되므로 경제적으로 사육이 가능한 곤충이다. 아메리카왕거저리는 주로 걸어다니면서 이동하는데 플라스틱 등 미끄러운 수직경사는 오르지 못한다. 성충은 일생동안 여러 번의 교미를 하며 산란한다. 성충은 밝은 곳을 싫어하므로 어둡게 관리하면 좋다.

#### (4) 국내외 사육 현황

아메리카왕거저리는 국내외에서 식용 또는 동물 사료용으로 이용되고 있으며 중국에서는 대단위 공장규모의 사육 및 유통이 이루어지고 있으며 국내에서도 사육기술이 축적되어 여러 농가에서 사육하면서 시장을 형성하기위해 노력 중에 있다. 국내에서는 아직까지 식용으로 등재되어지지 않아 식용으로의 연구가 필요한 곤충종이다. 중국에서는 주로 갈색거저리를 식용, 사료용, 건강보조식품의 단백질원으로 100여년의 사육경험과 축적된 활용기술을 바탕으로 다양하게 이용되어지고 있다. 아메리카왕거저리는 갈색거저리에 비하여 크기가 크고 사육이 편리한 장점이 있어 애완동물들의 단백질원으로 사용되고 있으며 가축(양계, 양돈 등)의 기능성 사료로 활용하기 위한 연구 및 사업화가 진행 중이다.



그림 3. 아메리카왕거저리의 생활사

우리나라는 최근 곤충산업에 대한 관심이 높아지면서 갈색거저리가 2015년 식용곤충으로

등재되었고 기능성 가축사료로 개발하여 산업화하려는 노력들이 있다. 이미 식품으로 등재된 곤충인 메뚜기, 누에번데기와 함께 식용곤충으로서 술안주, 단백질 첨가제, 기능성 보조식품 등으로 제작될 것으로 생각된다.

전국에서 관심 있는 농민을 중심으로 아메리카왕거저리의 사육기술의 보급을 통해 대량 생산을 준비 중에 있으므로 충분한 원료의 생산 및 시장이 형성되면 국내에서도 곤충사육 농가를 중심으로 시작하여 본격적인 산업화가 시작될 것으로 기대된다. 그 예로 전국의 산업곤충협회의 구성 및 산업곤충의 생산 및 유통에 많은 관심들이 있는 농민으로 구성된 농업회사법인 녹색곤충주식회사가 설립되기도 했다.

(5) 이용배경

아메리카왕거저리는 원서식지가 중남미로 알려져 있으며 세계적으로 인공 사육된 시기는 알려지지 않았으나 대량으로 동물의 사료로 활용 된 것은 인터넷을 통한 애완동물 애호가들 사이에서 사육에 관한 정보가 널리 확산되면서 부터로 생각되어진다. 국내의 유입은 약 10여 년 전에 불법적으로 수입되어 애완동물 및 동물원 동물의 먹이용으로 사용된 것으로 기록되어있으며 2011년부터 갈색거저리와 함께 식물검역소의 법적 절차를 통해 수입이 허가된 곤충종이다.

표 1. 아메리카왕거저리의 단백질과 아미노산 함량 비교

| 구성    | 비율(%)    |                  |
|-------|----------|------------------|
|       | 아메리카왕거저리 | 대두박 <sup>a</sup> |
| 건물    | 87.63    | 90.00            |
| 조단백   | 43.58    | 48.50            |
| 아미노산  |          |                  |
| 아르기닌  | 4.03     | 3.67             |
| 히스티딘  | 1.08     | 1.22             |
| 아이소루신 | 1.07     | 2.14             |
| 루신    | 1.47     | 3.63             |
| 리신    | 1.44     | 3.08             |
| 메디오닌  | 0.57     | 0.68             |
| 페닐알라닌 | 0.88     | 2.44             |
| 트레오닌  | 1.30     | 1.89             |
| 트립토판  | 0.70     | 0.69             |
| 발린    | 1.51     | 2.55             |

주) 출처: Farahiyah, 2012

## (6) 사육방법

### (가) 알받기

아메리카왕거저리는 갈색거저리처럼 애벌레의 먹이가 되는 사료 또는 사료근처에 알을 낳는다. 일반적으로 애벌레사육용으로 널리 사용하는 밀기울을 이용하여 밀기울 등의 곡물 가루에 산란하는 습성을 이용하여 알을 받을 수 있다. 균일한 애벌레사육 및 번데기의 분리를 쉽게 하기 위해서 알받이통의 성충밀도에 따라 달라지나 표준사육용기(80 × 40 × 15 cm)에서 성충의 밀도가 400 ~ 600마리인 경우 알받기는 4일 ~ 7일 사이로 받으면 최종적으로 약 5 kg의 중령애벌레를 생산할 수 있다. 충태가 섞이지 않도록 하고 계획적인 생산을 하기 위해서는 성충밀도를 높여 짧은 기간에 채란하는 방법을 활용할 수 있다.



그림 4. 채란틀에서 산란중인 아메리카왕거저리(중국의 사육농가)

- ① 직접 알받기: 채란틀을 이용하지 않고 산란배지와 성충을 함께 넣어 채란 받는 방법이다. 채란을 받은 후 성충을 분리하여 새로운 배지에 넣고 산란 받는 방식으로 계속 채란 받을 수 있다.
- ② 채란틀을 이용한 알받기: 채란틀은 시중에서 기성품(깨망, 채반 등)을 활용하기도하며 대량으로 사육하기 위해서는 나무나 스테인리스로 제작하기도 한다. 주로 망이나 타공망을 이용하여 제작할 수 있다. 아메리카왕거저리 성충이 빠져나가지 않는 크기의 구멍이 뚫린 타공망이나 채를 이용하여 산란할 수 있도록 유도하는 방법으로 간편하고 여러 가지 장점이 있어 보편적으로 사용하는 방법이다. 중국에서는 오래전부터 나무상자의 바닥에 철망을 고정하여 갈색거저리나 아메리카왕거저리의 채란틀로 사용하고 있다.
- ③ 산란종이로 알받기: 갈색거저리와 마찬가지로 사육상자의 바닥에 얇은 종이를 1장 놓

고 그 위에 먹이를 0.5 ~ 1.0 cm 두께로 깔아주며 성충을 종이위에 넣어 알을 받는 방법으로 산란 종이에 산란된 알을 애벌레 사육통으로 옮겨 사육한다.

④ 기타 알 받기: 사육농가에서 독창적으로 여러 가지 효율적인 방법으로 알을 받기도 한다.

㉞ 알받이 배지조성: 알받이에 사용하는 배지는 애벌레먹이로 사용하는 밀기울을 사용하면 된다. 경우에 따라 이스트를 넣기도 하고 가축사료를 혼합하거나 단백질 성분을 보충하여주기도 한다. 단백질성분이 풍부한 먹이를 혼합하면 산란수가 증가하는 경우도 있다.

㉟ 알받이의 성충밀도는 사육상자의 크기 및 사육계획에 따라 달라진다. 표준사육상자(80 × 40 cm)에서는 한판에 성충을 평균 400 ~ 600마리(암컷 200 ~ 300마리) 넣어 알받기를 한다.

사례 1) 표준 종이 사육상자(80 × 40 cm)에 성충 400 ~ 600여 마리를 넣고 5일 간격으로 채란 받으면 생산되는 종령애벌레는 표준사육상자당 평균 5 ~ 10 kg이다.

#### (나) 채란 후 관리 요령

아메리카왕거저리의 알은 온도와 습도의 영향을 많이 받으므로 사육실의 습도를 60 ± 5 % 를 유지하여야 한다. 부화애벌레가 부화즉시 먹을 수 있는 수분이 충분한 채소를 공급하는 것이 중요하다. 일반적인 곤충과 마찬가지로 온도가 상승함에 따라 부화기간은 짧아지고 온도가 25 ~ 30 ℃ 일 때 알기간이 약 5 ~ 8일 정도이다. 그러나 온도가 15 ℃ 이하에서는 부화율이 현저히 낮아지므로 알로 저장하는 것은 좋은 방법이 아니며 저장에 필요한 경우는 부화한 애벌레를 저장하는 것이 좋다(아메리카왕거저리의 경우 애벌레도 사육 온도가 영하로 내려가면 죽는다). 채란된 알은 충분한 온도와 습도가 유지되는 사육실에서 적합한 먹이를 충분히 공급하여 사육하여야 한다.

#### (다) 애벌레사육

아메리카왕거저리는 사육실에서 산란된 상태로 5 ~ 8일 후 부화 한다. 부화 직후에는 군거성(群居性)곤충이므로 개체군의 밀도가 너무 낮으면 애벌레의 활동과 섭식활동이 저하될 수 있으므로 평균 생산량이 줄어들 수 있다. 하지만 애벌레가 발육하여 크기가 커진 후 밀도가 너무 높고 먹이가 부족하거나 건조하고 수분이 부족하면 서로 스트레스를 유발하고 탈피할 때 물어 죽이는 경우가 많아져 생산량이 감소할 수 있다.

① 표준화된 애벌레의 사육을 위해서는 채란기간을 짧게 유지하여(1일 ~ 3일 이내)에 채란 받은 그룹을 사육하는 것이 좋다.

② 사육을 시작하기 전에 사육용기는 세척 후 완전히 건조한 용기를 사용하는 것이 좋다. 세척을 할 경우 오염이 심한 사육실의 경우 하라솔이나 락스 등 염소계 살균제를 사용하여 살균할 수 있고 햇빛에 말려 사용하면 좋다.

③ 일반적으로 채란용기로 채란한 알에서 부화한 애벌레를 사육상자를 옮기지 않고 그대로 사육하는 경우가 많은데 채란용기에 산란된 애벌레가 많거나 적을 때는 원하는 사육 밀도를 유지하기 위하여 채란 후 부화한 애벌레를 합치거나 나누어서 사육할 수 있다. 일반적으로 1주일정도 채란한 기준사육상의 경우 2개월 후 1회 애벌레를 나누어 사육통을

늘린 후 1개월 후 추가적으로 1회 더 분리하여 밀도를 낮추는 방식으로 사육한다.

④ 사육하는 애벌레의 밀도가 너무 높으면(애벌레의 두께가 3 ~ 4 cm 이상) 스트레스를 유발하여 발육에 지장을 줄 수 있으므로 적절한 밀도를 유지하도록 한다. 일반적인 적정 밀도는 1 cm<sup>2</sup> 당 1 ~ 2마리 정도(플라스틱 소형사육상 (길이) 27 × (넓이) 45 × 배지두께를 3 cm 로 했을 때)가 적합할 것으로 생각된다. 사육기준은 소형사육상자에 애벌레가 1 ~ 2 kg(1,000 ~ 2,000마리)이며 번식용 성충의 사육밀도는 표준사육상자에 400 ~ 600마리를 유지한다.

⑤ 애벌레사육시 채소(무)나 과일 등을 배지의 위에 깔아주어 먹을 수 있도록 한다.

⑥ 아메리카왕거저리는 10 ~ 12령까지 4 ~ 5개월 내외(27 ℃) 발육 후 용화한다.

⑦ 일반적으로 애벌레가 60 ~ 70 mm 정도 자라 종령이 되면 식용 및 사료용으로 활용할 수 있다. 이때부터 먹이 먹는 양이 감소한다.

(라) 애벌레사육용기: 애벌레는 미끄러운 재질을 기어오르지 못하는 특성을 가지므로 사육용기가 미끄러운 재질이면 좋다. 만약 나무상자나 종이등과 같이 기어오를 수 있는 재질을 사용해야한다면 비닐테이프를 붙여서 기어올라 탈출하지 못하도록 해야 한다. 일반적인 플라스틱 상자는 기어오르지 못하므로 그냥 사용하여도 좋은 장점이 있다. 오랜 기간 사용하여 표면의 매끄러움이 감소하면 왁스 등으로 닦거나 테이프를 붙여 사용할 수 있다.

(마) 애벌레사육용기의 종류: 일반적인 사육용기는 플라스틱 상자로서 크기는 사육여건에 맞게 선택할 수 있다. 가장 보편화된 크기는 플라스틱 공구상자(22 × 16cm)와 플라스틱 빵상자(58 × 35 cm), 그리고 종이상자(80 × 40 cm) 등이다. 애벌레사육용기는 적재가 쉽고 운반이 편리하도록 가볍고 공기가 통하는 재질이면 좋다.

(바) 채소의 공급: 무, 배추, 양배추 등 수분이 많은 채소를 잘라서 애벌레사육상 위에 얹어 먹을 수 있도록 하는 것이 일반적이다. 어떠한 방법을 사용하는가는 상대습도 및 배지 습도 등을 고려하여 효율적인 방법을 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 채소는 시중에서 쉽게 구할 수 있는 종류중 수분이 많은 배추, 무 등을 사용하거나 과일이나 과일의 부산물(과일껍질 등)을 이용하면 경제적으로 사육할 수 있다.

(사) 종령애벌레: 채란 받은 후 평균 3 ~ 4개월이 지나면 종령 애벌레로 발육하여 번데기가 될 준비를 하게 된다. 이 시기에는 섭식활동이 둔화되므로 투입되는 먹이양(밀기울과 채소)을 조절하여야 한다. 성충을 만들기 위해서는 개별사육통 종이컵, 농업용 포트 등을 사용하여 종령애벌레를 번데기로 만들어야 한다. 종령애벌레는 여러 마리가 같이 있을 경우 서로 경쟁하여 번데기로 변하지 않기 때문이다. 개별 사육통을 사용하며 적정 습도와 온도만 유지하면 먹이공급을 하지 않아도 되며 애벌레 >> 번데기 >> 성충 등으로 변화는 과정을 지켜볼 수 있다 이때 농업용 포트를 사용하면 효율적으로 번데기로 만들 수 있다. 농업용 포트의 구멍은 비닐테이프로 막고 아메리카왕거저리의 분변을 이용하여 종령애벌레가 달라붙지 않도록 하면 좋다.

(5) 번데기 관리: 아메리카왕거저리는 갈색거저리와 달리 종령애벌레를 한 마리씩 각각 분리하여 어두운 곳에 보관하여야 번데기로 용화한다. 번데기로 된 후 성충이 되기까지의 기간은 10 ~ 15일 정도가( $27 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 소요되며 갓 우화한 성충은 유백색에서 황갈색을 띄며 평균 1주일이 지나면 흑갈색에서 흑적갈색으로 바뀐다. 흑적갈색으로 바뀐 후 짹짹기와 산란을 시작한다. 이 시기에 많은 에너지를 필요로 하므로 수분과 영양분을 충분히 공급해 주어야 한다.

(6) 성충사육: 성충은 보통 1 ~ 4개월가량 생존하며 산란하며 먹이로는 과일, 채소 등을 먹는다. 우화한 성충은 용화틀에서 꺼내어 채란용기 내에 넣고 밀기울이나 각종 먹이와 채소를 먹이로 준다. 몸의 체색이 점점 흑갈색으로 변하면 교미를 한 후 알을 낳기 시작한다. 성충기에는 스트레스를 줄이고 온도조건을 적정하게 유지하여 교배 및 산란이 정상적으로 이루어지도록 한다. 교배 및 산란기에는 영양이 풍부한 먹이와 과일 등을 공급해 주는 것이 좋다.

(7) 저장 관리: 아메리카왕거저리는 갈색거저리와 달리 저온에서 저장이 어렵다. 갈색거저리는 생육이 멈추기 때문에 저온에서 저장이 가능하나 아메리카왕거저리는 발육이 중지되어 사망하는 경우가 많다. 일반적으로 며칠간 저장하기 위해서는  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  이하의 냉장창고에서 보관할 수 있다. 그러나 장기 보관할 때는 가공하여 건조한 상태로 보관하는 것이 좋다. 완전히 건조시킨 상태로 밀봉하여 2년 이상 보존할 수 있다.

#### (8) 먹이

(가) 먹이조건: 잡식성으로 대부분의 농업부산물을 먹이로 발육한다. 일반적인 먹이로 밀기울(소맥피), 미강(쌀겨), 옥수수가루 등이 많이 사용되며 이것에 단백질 성분(어분, 콩가루, 비타민, 효모 등) 및 기능성 성분을 혼합하여 먹이로 공급하기도 한다. 최근 대량사육을 위해 다양한 부산물(벼짚, 작물 수확 후 남은 부산물, 남은음식물사료 등)을 이용한 사육이 시도되고 있다.

① 밀기울: 가장 잘 알려진 아메리카왕거저리 사육용 주먹이이다. 살충제 및 독성에 노출되지 않은 채소잎, 과일껍질, 수박껍질 등 과일을 보충하여주면 수분과 기타 영양소를 섭취하는데 도움이 된다.

#### (나) 먹이의 제작

① 밀기울 + 채소 및 과일

② 밀기울(60 %) + 어분(5 %) + 옥수수가루(10 %) + 과일, 채소나 작물의 줄기(20 %) + 설탕희석액(2 %) + 사료용 복합비타민(1.5 %) + 혼합염(1.5 %): 이상의 먹이를 잘 혼합하여 15 ~ 20일간 발효시킨 후 말려서 과립먹이로 만들거나 전병모양으로 만들어 그늘에 말린 후 사용한다(최 와 송, 2011).

③ 밀기울(80 ~ 90 %) + 양돈사료(20 ~ 10 %)

성충과 애벌레는 모두 채소 및 과일의 수분과 영양분을 섭취한다. 특히 성충에게 과일 껍질 등을 먹이로 공급하면 산란수와 수명이 증가한다.



(7) 사육단계별 사육체계

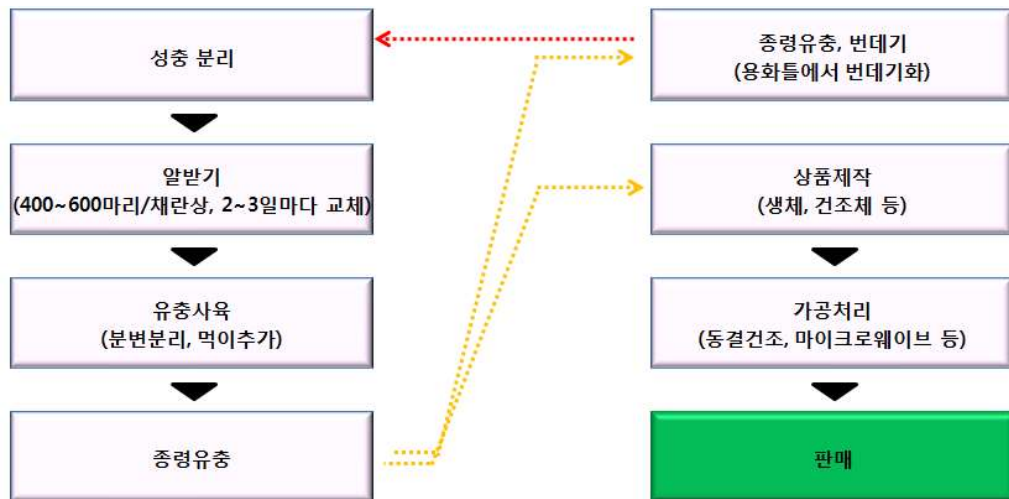


그림 5. 아메리카왕거저리의 사육체계

(8) 사육시설 기준 및 생산성

(가) 사육도구 기준



그림 6. 표준 사육용기(종이박스, 플라스틱박스)

### ① 사육용기

대량생산을 목적으로 한 사육을 위해서는 규격화된 사육상자를 사용하는 것이 생산성 및 경제성에서 유리하다. 국내에서는 농가 실정에 따라 여러 가지 상자를 사용하고 있으며 재질로는 종이와 플라스틱을 가장 선호한다.

사육상자는 아메리카왕거저리가 벽을 타고 올라 탈출할 수 없는 표면 재질(플라스틱, 비닐, 매끈한 종이 등)로 제작되는 것이 필요하며 사육배지의 높이에 따라 높이는 조절할 수 있다. 대량사육을 위해서는 사육선반에 놓기 좋은 규격으로 사육자가 쉽게 운반하고 먹이를 투입할 수 있도록 가볍고 견고하며 반영구적으로 사용이 가능하고 가격이 저렴해야 한다. 일반적인 공구상자로 알려진 플라스틱 박스((길이) 22 × (넓이) 16 × (높이) 7 cm)와 빵상자((길이) 58 × (넓이) 35 × (높이) 15 cm)로 알려진 플라스틱 박스 등을 사육농가의 실정 및 사육기술에 따라 사용하고 있다.

### ② 사육선반

대량사육을 위해서는 여러 칸으로 쌓을 수 있는 선반이 필요하다. 사육선반은 조립식 앵글, 와이어랙 선반, 자체 제작한 선반 등이 있으며 고정형이나 바퀴가 있는 이동형을 제작하여 사용할 수 있다. 선반이 없는 경우는 지그재그로 쌓아 사육할 수 있다.



그림 7. 사육선반의 용화틀과 적재하여 사육중인 사육상자

③ 분변 분리용체

아메리카왕거저리를 사육하면서 발생한 배설물을 분리하는 체를 사용하여야 한다.



그림 8. 분변 분리용 체

④ 산란용체판

아메리카왕거저리의 체란을 받기위해서 산란판을 사용한다. 산란판은 타공망이나 철망을 사육용기에 맞게 제작하여 사용할 수 있다.

산란용체판은 아메리카왕거저리 성충이 기어오르지 못하는 재질로 제작해야하며 바닥은 거저리 성충이 빠져나가지 못하면서 산란배지가 잘 통과할 수 있는 체의 메쉬(눈) 이어야 한다.

⑤ 부화용기

아메리카왕거저리의 체란용기와 부화용기는 동일하며 애벌레사육용기와 동일한 것을 사용하여도 된다. 사육중에 밀도가 높아지면 사육용기를 늘려 분배하면 된다.

⑥ 기타사육도구



건습구 온도계



거름 체(지름 2 mm)



체반(지름 2 mm)



분무기(18 L)



가습기



핀셋

그림 9. 아메리카왕거저리 사육용 기타 도구

(나) 사육시설 기준

생태 습성상 직사광선을 피할 수 있는 시설 또는 구조물로 된 사육시설로 구성되어야 한다. 일반적인 조립식 판넬 건물 및 컨테이너박스 등 온도조절이 가능한 시설이 좋다. 냉난방시설은 아메리카왕거저리의 사육 최적온도인 25 ~ 27 °C 를 유지할 수 있도록 구성되어야 한다. 온도와 함께 습도조절이 필수적으로 필요하므로 가습기와 제습기가 필요하다.

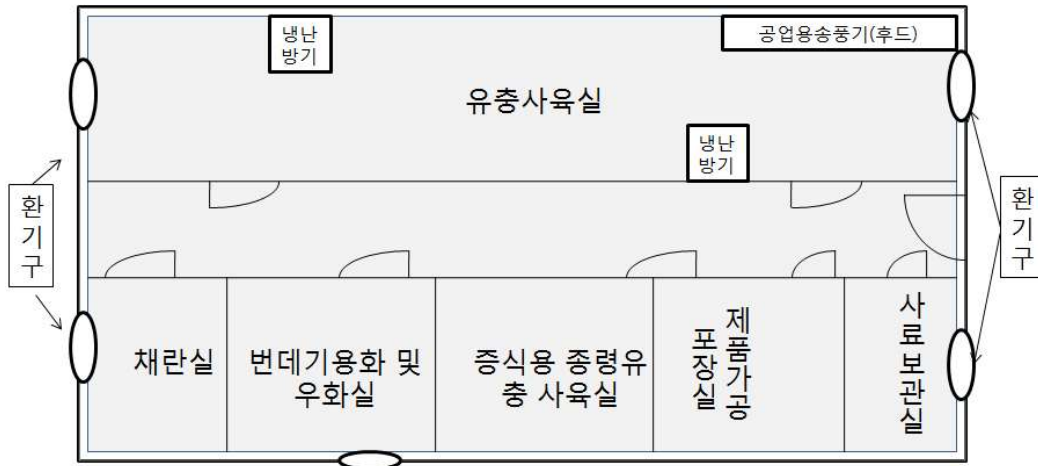


그림 10. 아메리카왕거저리 권장 사육시설 설계



그림 11. 사육시설(판넬 건물과 비닐하우스 시설)

(다) 단위 생산성

- ① 아메리카왕거저리를 생산하기 위해서는 표준사육상자를 선반에 5 ~ 12단까지 적재가 가능하며 목적에 따라 단수를 조절하여 사육할 수 있다.
- ② 생산성은 매일 채란 받는 채란통수에 의해 결정되며 일일 30여 통에서 채란 받으면 주간 150여 통으로서 매월 600여 통이 새로 세팅된다.
- ③ 아메리카왕거저리의 발육기간 3 ~ 4개월 정도를 사육한 후 성충이 되면 상품화할 수

이므로 3개월 동안의 누적된 사육통은 약 1,800여개로서 매일 30여 통을 수확할 수 있게 된다.

④ 사육통당 생산량은 투입된 부화 약충 기준으로 1 ~ 2 kg 정도 된다.

표 2. 단위 면적당 생산량(순수 사육실 면적 165 m<sup>2</sup> (50평)기준)

| 사육 방식      | 채란 수/일                          | 약충 사육통수       | 먹이소요량 (톤)/년 | 필요 인력 | 총생산량 (톤)/년 |
|------------|---------------------------------|---------------|-------------|-------|------------|
| 5 ~ 12단 선반 | 20 ~ 30개<br>(성충 400 ~ 600마리 이상) | 1,500 ~ 3,000 | 20 ~ 30     | 1명    | 2 ~ 5      |

주) 각각의 통당 평균 사육개체수는 1,000 ~ 2,000마리임. 채란 후 발육기간은 4개월로 계산하였음  
먹이는 밀기울(소맥피) 기준임. 총생산량은 생체중량임.

#### (9) 사육시 주의사항

##### (가) 사육시 주의사항

모든 단계의 사육시 주의할 것은 기본적인 곤충사육과 유사하나 환경이 좋지 않으면 서로 잡아먹거나 질병에 감염되는 수가 증가하므로 주의하여야 한다.

- ① 채란: 최대한의 알을 받기 위해서는 성충이 알을 잘 낳을 수 있는 온도, 습도조건을 유지하며 스트레스를 적게 하고 암조건으로 맞춰준다. 산란 시 필요한 영양분을 공급받을 수 있도록 채소 외에도 과일, 단백질 등을 추가로 보충하면 좋다. 애벌레의 발육을 균일하게 유지하도록 채란기간은 보통 1주일 내외로 하는 것이 좋다. 온도 조절이 되지 않는 사육실에서 온도가 낮아지면 산란수가 급격히 감소하므로 주의하여야 한다.
- ② 부화에벌레: 부화 직후의 애벌레의 관리가 매우 중요하다. 부화 직후에 적정한 수분을 섭취하지 못하면 사망률이 증가하므로 주의 깊게 관찰하여 부화 직후에 무나 채소 등을 충분히 공급하여야 한다. 그리고 부화 애벌레는 밀도가 높을수록 발육이 활발하므로 적정한 밀도를 유지시켜주어야 한다.
- ③ 방역조치: 아메리카왕거저리는 생물이므로 질병에 감염될 수 있다. 질병은 특히 습도조건이 매우 낮거나 높은 열악한 환경조건에서 많이 발생할 수 있다. 병이 발생하면 충체가 마르고 시들다가 죽거나 검게 변하면서 죽으며 말라서 딱딱하게 경화되기도 한다.
- ④ 질병의 예방: 사료용 및 식용으로 사용할 경우 약제의 사용은 주의하여야 한다. 환경관리로 질병을 예방하는 것이 좋다.
- ⑤ 동종포식: 아메리카왕거저리는 종령이 되어 번데기가 되기 직전에 동족포식으로 사망률이 증가할 수 있다. 따라서 용화 직전에 종령애벌레를 개체별로 구분하여 번데기로 만들거나 생체 또는 건조제품으로 제작하여야 한다.

## 2. 집파리(*Musca domestica*)



그림 12. 집파리 성충

### 가. 일반생태

#### (1) 분류학적 특성

집파리는 파리목(Diptera) 집파리과(Muscidae)에 속하는 곤충으로 종령 유충인 구더기의 몸길이는 약 10 mm 내외이며, 성충은 5 ~ 8 mm 정도이다. 유충은 전체적으로 노란 유백색을 띠며 성충은 검은색을 나타낸다. housefly라 불리며 사람과 가까운 옥내 서식처에서 생활하여 여러 가지 질병을 매개하는 위생해충이다. 집파리는 세계적으로 널리 분포하는 종으로 어디서나 흔한 종이다. 국내에서는 음식물쓰레기, 옥외 화장실, 가축의 분, 식물성 폐기물, 사료등과 같은 유기성 폐기물에서 발생한다.

#### (2) 생태

유충은 보통 구더기라고 부르며 이들은 동물 또는 식물의 조직 그리고 기타 유기물을 먹으며 자라고 종류에 따라서 동물의 시체나 부식된 유기물을 먹는다.

집파리는 인간이나 가축에 위생상 매우 중요한 매개체로서 각종 전염병의 기계적 전파에 관여한다. 잡식성이어서 각종 음식물은 물론, 사람이나 동물의 배설물과 분비물도 섭취하는 습성을 가지고 있어 병원체의 물리적인 운반체로서 역할을 가능하게 해준다. 병원체의 운반 방법은 구부(口部)나 육반(발바닥에 있는 부속기관으로 끈끈한 액상물질을 계속적으로 분비해 낸다. 파리가 천장이나 유리와 같은 매끄러운 면에 잘 붙어 있을 수 있는 것도 바로 이것 때문이다)에 묻혀서, 섭취한 먹이를 다시 토하는 습성 그리고 병원체가 파리의 배설물에 섞여 나오는 경우 여러 가지 세균성 질병 즉, 장티프스, 파라티프스, 박테리아성 및 아메바성 적리(赤痢), 결막염, 콜레라, 결핵, 뇌척수막염, 살모넬라성 위장염, 구균성폐양, 회충, 이질아메바 증저증 등을 매개시킨다. 가축에도 증저증(구더기증)을 비롯한 광우병, 구제역, 돼지콜레라 등이 파리로 매개될 수 있는 가능성은 배제할 수 없다.

성충 : 체중심형, 길이 6 ~ 7mm, 회갈색, 눈은 홍갈색, 수컷의 두 눈은 서로 접근, 이마의 넓이는 눈의 1/4정도, 홑눈삼각과 겹눈내연간의 넓이는 홑눈삼각가로길이의 1/2정도;

암컷의 두 눈사이는 일정한 거리가 있다. 촉각가락의 위, 아래측 모두 비교적 긴 섬모가 있다. 성충의 입기관은 스펀지형태이며, 유충의 입기관은 괄흡식이다. 흉배부에 4개의 뚜렷한 흑색 무늬가 있다. 날개는 투명하고 기초부분은 약간 황색을 띤다. 한쌍의 날개는 퇴화되어 있다.

알 : 흰 색이며 아주 작은 긴 타원형, 길이는 1 mm, 알주머니 배면에 2개의 등선이 있다. 알은 서로 층층히 쌓여 있고, 1g의 알에는 약 13,000 ~ 14,000개의 알이 뭉쳐진 난괴형태이다.

유충 : 회백색이며, 다리가 없다; 몸의 후단은 무딘 원형, 전단은 예리하다. 파리류의 유충은 머리가 14절이지만 뚜렷한 것은 11절이다, 유충은 기관으로 호흡하며, 머리가 퇴화하고 가슴 복부절이 비슷하다. 초기 부화한 유충의 길이는 약 2 mm, 체중은 약 0.08mg, 3일령 또는 4일령 때 유충의 길이는 8 ~ 12mm, 체중은 20 ~ 25mg이다. 유충의 입은 갈고리 모양인데 왼쪽이 오른쪽보다 약간 작다. 양끝 기문식이며, 앞 기문은 6 ~ 8개 찢꼭지 모양의 돌기가 배열되어 구성되며, 부채꼴 모양이다

번데기 : 파리의 번데기는 위용(圍蛹, puparium)이라고 부르며, 제3령의 유충이 탈피하지 못하고 수축하여 생긴다. 번데기는 아직 말기 유충의 껍질을 갖고 있기 때문에 구조가 기본적으로 말기유충과 같다. 이로 인해 전단에 전기문이 있고, 후단에 후기문이 있다. 번데기의 제3, 4 절간의 양쪽에 다른 2개의 돌기, 즉 번데기 기문이며, 안쪽으로 중간흉기문에 연결되어 있다. 번데기는 대부분 둥근 타원형모양을 나타내며, 길이는 약 6.5mm, 0.01 ~ 0.03g으로 발육상태에 따라 체중의 차이가 생긴다. 초기 번데기때는 황백색, 후에 점점 담황색, 짙은 갈색으로 변하며 광택이 있다.



그림 13. 집파리의 생활사

(3) 국내외 현황

집파리의 대량사육은 주로 중국에서 식용 및 사료용으로 활용하기 위한 것과 천적 증식용의 목적으로 사육되어지고 있다. 중국의 정주에 있는 파리생산 회사에서는 청결하게 생산된 파리유충과 파리유충에서 추출한 키토산을 식용 및 약용으로 활용하고 있다. 미국과 우리나라에서는 집파리를 사육하여 파리 번데기 기생성 천적을 대량으로 증식하여 생물학적 방제인자로 활용하고 있다(아르비코, 한국유용곤충연구소). 파리목 부식(腐食)성 곤충을 이용하여 유기성 폐기물을 분해 처리하는 연구로서 집파리를 이용하는 방법은 러시아 등에서 시작되어 국내에서도 2000년대 초반에 농촌진흥청에서 연구가 이루어진 바 있으나 상용화되어지는 않았다.

- ① 유기성폐기물을 처리하는 환경정화 기술: 국내에서 2000년대 초반 연구되어짐
- ② 가금류를 포함한 가축의 사료로 활용하는 기술: 중국 등에서 상용화된
- ③ 집파리의 생리활성물질 연구: 항산화 물질에 대한 연구가 이루어짐

최근에는 집파리와 비교하여 아메리카동애등에의 장점을 활용한 유기성폐기물의 처리를 통해 환경정화곤충으로의 역할이 부각되고 있다.

1. 집파리 성충의 채란

- 집파리(*Musca domestica*)
- 먹이: 설탕, 분유 등
- 수명: 20~30일
- 산란수: 약 600여개 이상



2. 집파리 유충 사육

- 발육기간: 알(1일), 유충(4~5일)



그림 14. 국내 집파리 대량사육시스템



그림 15. 중국의 집파리 대량사육시스템



(4) 이용배경

집파리는 발육기간이 빨라 신속하게 유기성 폐기물을 처리할 수 있는 장점이 있으나 위생 해충으로 분류되어 관리가 필요한 단점이 있다. 따라서 현재까지 가축의 사료로 상용화 되지는 못한 실정이다.

표 3. 집파리 유충 및 번데기의 일반 성분 함유량

| 성분     | 대두박<br>건물중 | 집파리(housefly) |      |      |
|--------|------------|---------------|------|------|
|        |            | 유충            |      | 번데기  |
|        |            | 건물중           | 생체중  | 건물중  |
| 수분     | -          | -             | 70.5 | -    |
| 조단백질   | 51.2       | 56.1          | 19.5 | 66.1 |
| 조지방    | 1.9        | 21.8          | 4.1  | 13.9 |
| 조회분    | 7.1        | 4.9           | 1.7  | 5.8  |
| 조섬유    | 6.2        | 1.3           | 4.2  | 14.2 |
| 가용무질소물 | 33.6       | 15.9          | 0    | 0    |

주) 출처: 구더기 대두박. 한국표준사료성분표. 축산연구소(1988), 번데기 : 일본동북농시(1993)

나. 사육방법

집파리의 성충은 유기물이 많은 축산농가외에 일반 가옥에서도 쉽게 발견되며 유기물이 쌓여있는 곳에서 유충 및 번데기를 쉽게 채집할 수 있다. 대량사육을 위해서는 유기물을 옥외 주변에 놓고 집파리를 유인하거나 축사주변에서 집파리 번데기나 유충을 채집하여 순수분리(누대사육하여 한 종만 분리)하는 방식으로 종충을 채집할 수 있다.

(1) 알받기

- ① 집파리는 알을 한곳에 난괴 형태로 여러 마리가 동시에 산란하며 적당한 수분이 유지되며 먹이가 되는 유기물질에 가깝게 산란하는 습성이 있다.
- ② 인공적으로 산란을 유도하기 위한 방법: 축분이나 남은음식물, 가축사료 등을 적당한 수분이 유지되게 산란통에 넣어 성충사육상에서 산란 받을 수 있다.
- ③ 산란유도용 배지: 인공적으로 산란을 유도하기 위해서는 축분(돈분 등), 남은음식물, 가축사료를 물에 불리거나 수분을 적당히 조절하여야 한다. 수분함량이 너무 많으면 톱밥을 섞기도 한다.



그림 16. 집파리 산란통과 난괴

④ 채란 후 관리 요령: 채란받은 산란통은 부화할 수 있도록 온도와 습도를 유지하여야 한다. 일반적으로 27℃, 60%의 상대습도에서 보호하면 3 ~ 5일 후 부화한다. 따라서 증식용으로 사육할 경우 부화한 유충을 그대로 산란배지로 사육하거나 다른 목적에 맞도록 이동하여 발육하도록 한다.

## (2) 유충사육

① 유충사육용기: 유충사육용기는 여러번 사용이 가능한 플라스틱 재질의 사육상자를 사용하는 것이 좋다. 크기는 27 × 45 × 10cm의 사육상이 적합하나 사육환경에 따라 다양한 크기 및 재질의 사육용기를 사용할 수 있다.

② 유충사육밀도: 적절한 사육 밀도를 유지하는것이 중요하다. 유충이 먹이를 섭식하면서 배지에서 열이 발생하므로 부화초기에는 사육밀도가 높은 것이 발육에 좋으나 밀도가 너무 높으면 스트레스를 유발하고 개체의 크기가 작아지므로 발육기간중 2 ~ 3번 분배 해주어야 한다.

③ 유충사육환경관리: 일반적인 곤충사육환경(27±3℃, 65%습도)을 유지하면 정상적으로 사육할 수 있다. 유충사육실의 경우 광량은 크게 중요하지 않으나 유충 사육상은 외부로부터 유입된 기타 해충이 발생 할 수 있으므로 외부와 격리된 사육환경을 유지하는 것이 좋다. 외부와 철저히 격리하지 못하는 경우에는 망을 씌워서 침입을 막을 수 있다. 경우에 따라 기생성 천적이 유입되는 경우도 있으므로 사육시 주의하여야 한다.

(3) 번데기 관리: 집파리 번데기는 4 ~ 5일이면 성충으로 우화하므로 번데기는 우화하지 못하도록 용도에 맞도록 즉시 냉동 및 건조하여야 한다.

(4) 성충사육: 집파리 성충은 물, 설탕, 분유를 먹이로 공급하여야 한다. 물을 주지 않으면 수일만에 모두 사망할 수 있으며 단백질이 풍부한 먹이를 공급하면 산란수 증가에 유리하다. 성충은 작은 사육케이지에서도 정상적으로 교미하고 산란하는 습성으로 약 20일간 채란받을 수 있다.

(5) 저장 관리: 유충 및 번데기 상태로 월동하는 습성을 이용하여 저온에서 장기 저장 할 수 있으나 저온저장고(0~5℃)에서 유충 및 번데기가 장기간 보관하게 되면 사망률이 높

아진다. 알은 연약한 성상으로서 저장이 안된다.

다. 사육단계별 사육방법

표 4. 집파리의 생물학적특징 및 사육법

| 충태      | 발육기간, 수명                           | 먹이  | 사육법  |
|---------|------------------------------------|---|--|
| 성충      | 수명은 20 ~ 30일                       | 설탕(가루),<br>분유(가루), 물                        | 설탕과 분유는 분말로된것을 접시등에 부어 넣어주면됨   |
| 채란      | 파리 성충 우화후<br>5일이 지나서 최초<br>산란을 시작함 | 설탕(가루),<br>분유(가루), 물<br>채란받이: 물에<br>불린 사료   | 송아지사료를 통에 넣고 물에 불려서(1:1정<br>도로) : 파리가 빠져죽지 않을 정도로 유지<br>함<br>성충사육상에 넣어주면 산란함(난괴로 산란<br>함)  |
| 유충      | 5 ~ 7일(온도에<br>따라 차이가 있음)           | 물에 불린<br>사료(일반<br>가축사료는 모두<br>가능함) 등<br>유기물 | 산란된 난괴는 12 ~ 24시간이면 부화함, 1<br>~ 2일이 지나면 유충의 활동이 보임: 배지<br>가 건조해지지 않게 물에 불린 사료를 추가<br>로 넣어줌 |
| 번데<br>기 | 5 ~ 7일(온도에<br>따라 차이가 있음)           | -   | 5 ~ 7일 후 유충이 번데기가되면 새로운<br>사육상에 넣어 우화 준비를 함  |

라. 사육시설 기준

(1) 사육도구 기준

① 사육용기



그림 17. 성충사육케이지와 유충사육통

## ② 사육선반

대량사육을 위해서는 여러 칸으로 쌓을 수 있는 선반이 필요하다.

사육선반은 조립식 앵글, 와이어랙 선반, 자체 제작한 선반 등이 있으며 고정형이나 바퀴가 있는 이동형을 제작하여 사용할 수 있다.



그림 18. 유충사육선반

## (2) 사육시설 기준

일반적인 조립식 판넬 건물 및 컨테이너박스 등 온도조절이 가능한 시설이 좋다. 냉난방 시설은 집파리의 사육 최적온도인 25 ~ 27℃를 유지할 수 있도록 구성되어야 한다.

사육선반은 공간 활용을 위한 와이어랙 또는 조립식 앵글 선반을 활용할 수 있으며 선반이 없는 경우는 사육용기를 가로세로 쌓아서 공기가 잘 통하도록 보관하여도 된다. 사육용기는 플라스틱을 주로 사용하며 판넬 및 나무 등 각각의 장단점을 이해하고 적절한 사육용기를 선택하여야 한다.

### 3. 아메리카동애등에 (*Hermetia illucens*)

#### 가. 일반생태

##### (1) 분류학적 특성



그림 19. 아메리카동애등에 성충

아메리카동애등에는 파리목(Diptera) 동애등에과(Stratiomyidae)에 속하는 곤충으로 국내의 동애등에과는 동애등에(*Ptecticus tenebrifer*)를 비롯하여 곤충명집에 14종이 기재되어 있다. 아메리카동애등에의 종령 유충의 몸길이는 약 20 mm 내외이며, 성충은 13 ~ 20 mm 정도이다. 유충은 전체적으로 갈색을 띠며 성충은 검은색을 나타낸다. 영어로는 검은병정파리(Black soldier fly)이라 불린다. 이 등에는 세계적으로 널리 분포하는 종으로 남반구의 호주, 북반구를 비롯하여 미국남부에서 흔한 종이다. 국내에서는 최근에 아메리카동애등에로 기록된 바 있으며 1980년대 유입된 것으로 추정하고 있다. 일본은 이미 위생곤충도감에서 1960년대부터 아메리카동애등에의 생태에 관하여 기록하고 있다. 흔히 이종은 옥외 화장실, 가축의 분, 식물성 폐기물, 사료등과 같은 유기성 폐기물에서 발생하며 유충은 건조하거나 마른 먹이보다는 수분이 있는 먹이를 선호하며(약 80 ~ 90%의 수분 함량) 군집하는 습성이 있다.

##### (2) 생태

일반적인 파리목 해충과는 달리 성충구기가 특이하여 섭식 후 역류시키지 않으므로 질병의 매개가 없어 인간에게 직접적인 피해를 주지 않는다. 전 세계적으로 분포하나 위생해충으로 분류되지 않으며 사람의 거주 지역에 침입하지 않고 유기물이 많은 축사나 음식물쓰레기장, 퇴비장에서 서식한다. 성충은 먹이활동을 하지 않는 것으로 알려져 있다.

아메리카동애등에의 채집 및 선발은 유충 및 번데기, 성충, 난괴채집의 방법이 있다. 유충 및 번데기는 아메리카동애등에의 서식처인 돈분장, 축분장을 대상으로 7 ~ 8월 사이에 가축분을 섭식하여 발육중인 유충과 습한 곳에서 이동하여 건조한 곳에 모여 있는 번데기를 채집할 수 있다. 성충의 채집은 성충이 유인될 수 있는 산란처를 서식공간에

트랩으로 설치한 후 포충망을 이용하여 비행중인 성충을 채집한다. 난괴를 채집하는 방법은 아메리카동애등애가 산란할 수 있는 산란처를 야외에 놓아둔 후 산란된 난괴를 채집하는 방법이다. 주로 야외종의 채집은 유충 및 번데기를 채집하거나 산란처를 제공하여 산란된 아메리카동애등애가 부화하여 발육중인 것을 채집하는 것이 좋다.



그림 20. 동애등애(*Ptecticus tenebrifer*)



그림 21. 아메리카동애등애(*Hermetia illucens*)

알은 산란 직후 연노랑의 크림색이며 시간이 지날수록 진한 유백색으로 일반적인 파리목 곤충처럼 여러 개를 덩어리로 산란한 난괴형태로 산란하며 각 난괴는 약 500여개의 알들로 이루어진다. 산란처는 주로 유기물질의 건조한 부분이나 유기물질 주변의 플라스틱, 종이, 목재 등 알이 노출되지 않도록 모서리나 천이나 비닐의 주름진 곳 나무 틈사이에 산란하는 습성이 있다. 알의 크기는 약 1 mm 정도의 긴 타원형으로 노란색이며 알껍질은 무르고 약해 깨지기 쉽다. 알이 부화하면 부화유충은 부화즉시 유기물질로 이동하여 이를 먹이로 먹으며 발육한다. 알은 온도조건에 따라 약 4 ~ 5일이면 부화한다( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ). 온도가 낮으면 부화기간은 더 소요된다.

유충은 부화 직후 유백색으로 변하며 크기는 2 ~ 3 mm 정도이다. 유충기간에는 유기물질에 집단적으로 모여서 먹는 습성을 보인다.

아메리카동애등애 유충은 유기물을 섭식하며 일반 가축사료를 비롯하여 음식물쓰레기, 가축분, 농업부산물 등을 모두 섭식할 수 있다. 사료의 성분은 유충의 발육에 영향을 미치므로 목적에 맞도록 사료를 선정하여 공급하는 것이 중요하다.

유충기간은 온도가 높아질수록 단축되며 일반적인 사육온도( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ )에서 약 15 ~ 20일의 발육기간을 거친다. 유충기간동안 몸길이가 15 ~ 27 mm까지 자라며 직경은 5 ~ 7 mm 정도에 이른다. 몸의 앞뒤의 굽기가 일정하며 털이 없으며 광택이 있다. 유충은 통통하며 얇고 평평하고 단단한 머리 부분은 단단하며 몸통보다 색깔이 진하며 표피는 거칠고 단단한 가죽처럼 생겼다. 유충의 가슴부분에 3쌍의 다리가 있다. 유충은 보통 6령까지 탈피하며 종령단계에 이르면 먹이섭식활동이 중지되고 몸통이 약간 구부러지면서 움직임이 없어지면서 번데기가 될 준비를 한다.

번데기는 길이가 약 15 ~ 19 mm 정도이며 용화직후에는 유백색으로 연하며 부드러우나 시간이 지나면서 점점 경화가 되어 딱딱해지고 색깔도 갈색으로 진해진다. 종령 유충이 번데기가 될 때에는 사료 표면으로 나와서 건조한 곳에서 번데기가 되는 경우가 많다. 이러

한 습성을 이용하여 유충과 번데기를 쉽게 분리할 수 있는 장점이 있다. 아메리카동애등에 번데기는 움직일 수 있으며 크기는 폭의 3배가량의 길이로 용이 된다.

성충은 속이비치는 투명한 갈색의 날개를 가지며 물지 않는 등에 종류이다. 번데기에서 우화하면 몸이 경화되지 않아 부드러운 상태로 시간이 지나면 날개가 굳으면서 전체적으로 검은색으로 변하고 배는 회백색으로 된다. 암컷의 복부는 끝부분이 붉은색이며 복부 두 번째 체적에 투명한 점들을 두 개가지고 있고 수컷의 복부는 브론즈 빛이다. 우화 후 암컷과 수컷은 교미를 시작한다. 성충은 우화 4 ~ 5일 후부터 산란을 시작하며 산란기는 3 ~ 10일로 짧고 평균 산란수는 약 500 ~ 1,000여개로 알려져 있다. 일반적으로 성충은 먹이 활동을 하지 않는 것으로 알려져 있고 옥내(屋內)로 침입하지 않으므로 사람에게 직간접적으로 피해를 주지 않는다.

성충은 유기물(음식물쓰레기, 농업부산물, 축분 등)이 있는 곳에 산란을 한다. 이러한 산란 습성으로 인하여 농촌지역의 유기물쓰레기장, 축사 및 농업부산물 처리장 등에서 성충 및 유충을 발견할 수 있다.

성충은 교미활동을 위해 약 2 m 이상의 높이 및 넓이가 필요하며 교미활동이 가능한 온도는 주간온도가 최소 25℃ 이상은 되어야 한다(2 m × 3 m × 2 m). 정상적인 교미를 위해서는 자연광이 필요하며 인공조명의 경우 일정한 광도 이상을 유지하여야 한다. 교미활동은 하루중 10:00 ~ 14:00에 주로 이루어짐으로 보아 온도와 광조건이 매우 중요함을 알 수 있다.

성충이 몸길이는 평균 13 ~ 20 mm 정도로 유충의 발육상태에 따라 크기의 차이가 매우 심하다.



그림 22. 아메리카동애등에의 생활사

국내에서는 5월부터 10월까지 활동하며 겨울에는 유충 및 번데기로 월동한다.

### (3) 국내외 현황

아메리카동애등에는 환경정화곤충으로서 유충의 강력한 소화능력과 생물학적특징을 이용하여 유기성폐기물(남은음식물, 음식물쓰레기, 축분, 산업폐기물, 농업부산물 등)을 처리하고 발육한 유충 및 번데기는 동물성 단백질 사료로 활용할 수 있어 국내외에서 많은 연구들이 진행되어지고 있다.

미국과 베트남의 대학 등에서 연구를 통해 산업화하려는 노력들이 진행중에 있으며 최근 국내에서도 아메리카동애등에를 이용한 환경정화 기술을 보급하려는 사업이 각 지자체에서 이루어지고 있다.

- ① 유기성폐기물을 처리하는 환경정화 기술: 정부 보조 시범사업 진행중
- ② 아메리카동애등에를 가금류를 포함한 가축의 사료로 활용하는 기술: 단백질 성분 활용
- ③ 아메리카동애등에의 생리활성물질을 연구하여 신소재를 개발하는 기술: 장내미생물 및 생리 활성물질을 이용

파리목 부식(腐食)성 곤충을 이용하여 유기성 폐기물을 분해 처리하는 연구로서 집파리를 이용하는 방법은 러시아 등에서 시작되어 국내에서도 농촌진흥청에서 연구가 이루어진 바 있다. 최근에는 집파리와 비교하여 아메리카동애등에의 장점을 활용한 유기성폐기물의 처리를 통해 환경정화곤충으로의 역할이 부각되고 있다.

### (4) 이용배경

아메리카동애등에는 세계적으로 환경정화곤충으로서 널리 이용되어지고 있다. 부식성 곤충의 특징인 유기성폐기물을 먹고 분해하는 능력을 활용한 것으로 주로 음식물쓰레기, 축분, 과일과 채소등의 산업폐기물, 농업부산물을 대상으로 친환경적으로 처리할 수 있다.

표 5. 아메리카동애등에 유충 건물질의 영양 성분

|    |         | 영양성분  |      |       |        |
|----|---------|-------|------|-------|--------|
| 종류 | 조단백     | 지방    | 조섬유  | 물, 회분 | 불포화지방산 |
| 함량 | 약 42.1% | 34.8% | 7.0% | 16.1% | 16.9%  |

주) 참고문헌; 아메리카동애등에 잘키우기, 곤충사육매뉴얼



표 6. 집파리와 아메리카동애등에의 비교

| 항목                  | 파리<br>(집파리)                         | 동애등에<br>(아메리카동애등에)                  |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 크기                  | 5 ~ 8 mm                            | 15 ~ 20 mm                          |
| 수명                  | 20 ~ 30일                            | 10 ~ 20일                            |
| 산란수                 | 100 ~ 200, 5 ~ 6회                   | 약 500 ~ 1,000개                      |
| 발육기간(알-유충-번데기)      | 알: 12~24시간<br>유충: 3~5일<br>번데기: 3~5일 | 알: 3~4일<br>유충: 2주 이상<br>번데기: 9일~15일 |
| 처리대상 유기물 종류         | 음식쓰레기, 축분<br>동물성잔재물                 | 음식쓰레기, 축분<br>식물성 동물성잔재물             |
| 유기물 처리 후 잔량         | 30~50%                              | 약 42~56%                            |
| 성충 사육상 크기<br>필요량(수) | 40~50cm<br>300cage/ton              | 2~5m<br>1cage/ton                   |
| 성충먹이공급비용            | 설탕, 분유, 물 등                         | 물                                   |
| 성충사육                | 실내, 난방                              | 실내·외, 난방                            |
| 유충사육                | 실내, 난방                              | 실내·외, 자연조건                          |
| 유충 수거비용 및 수거율       | 기계적 수거<br>70~80%                    | 자동수거<br>(self-harvesting)<br>90%이상  |
| 수거유충활용방안            | 사료, 기능성사료                           | 사료, 미끼, 기능성사료                       |

주) 출처: 블랙슬져플라이를 이용한 유기성폐기물 분해처리 장치 개발, 2005

#### 나. 사육방법

아메리카동애등에의 성충은 8월 이후 야외에서 쉽게 발견되며 유충은 연중 모든 기간에 존재한다. 아메리카동애등에 유충이 발생한 조사지역에서는 대략 50여 개체 이상의 성충을 발견할 수 있었다. 따라서 야외종의 채집은 여름철 8월과 9월중이 적당할 것으로 생각된다.

(1) 알받기

(가) 아메리카동애등에 성충은 유기물질이 있는 곳에 산란을 한다. 유기물질 주변의 산란처를 이용하여 산란하는 것이 일반적인 습성이다.

① 아메리카동애등에의 알은 견고하지 못하므로 건조되거나 외부에 노출되면 손상되기 쉬운 특성으로 외부에 노출되지 않고 수분이 유지되며 먹이가 되는 유기물질에 가깝게 산란하는 습성이 있다.

② 인공적으로 산란을 유도하기위한 방법

- 나무 산란틀: 나무에 구멍을 뚫어 산란을 유도(농촌진흥청)
- 유기물을 마대자루 등에 넣어 마대자루의 접힌 부분 등에 산란하도록 유도
- 플라스틱 빨대나 벚짚, 골판지 등을 이용하여 산란처를 제공

③ 산란유도용 배지: 인공적으로 산란을 유도하기 위해서는 가축사료를 물에 불려서 부패되기 직전의 약간 선내가 나는 것이면 가장 좋다. 일반적으로 가축사료 불린 것은 수분함량이 많으므로 톱밥을 섞기도 하며 마대자루에 넣어 통에 넣거나 직접 통에 넣고 산란 유도장치를 놓아두면 된다.

④ 산란 관리: 아메리카동애등에가 산란을 시작하면 산란유도장치를 교체하여 계속적으로 산란할 수 있도록 관리하거나 산란유도장치에서 유충이 부화한 후 유충사육용으로 사용하면 된다.

⑤ 아메리카동애등에는 우화 후 5일 이내에 암수가 교미하고 교미 후 바로 산란하며 2회에 걸쳐 산란 피크를 나타낸다. 광량 및 서식공간의 크기에 따라 교미를 하지 않는 경우는 산란행동이 전혀 일어나지 않는다. 따라서 정상적으로 알을 받기 위해서는 최소 가로×세로×높이가 2 ~ 3 m 이상인 비행공간과 자연광이나 자연광과 유사한 인공조명을 유지하여야 한다. 생육기간동안에 물을 공급하지 않을 경우 성충수명이 급격히 감소한다.

(나) 배지조성

① 일반가축사료(송아지사료, 양돈사료, 닭사료 등)를 100% 사용하거나 톱밥을 1 : 1로 혼합하여 물에 불린 후 2 ~ 3일이 지나서 산란배지로 활용할 수 있다.

② 산란배지는 자주 혼합하여 곰팡이가 피거나 부패하지 않도록 유지한다.

③ 산란배지가 부패하여 사용할 수 없게 되면 유충사육용으로 활용하고 새로운 배지로 산란받을 수 있도록 한다.

④ 물에 불린 가축사료와 음식물쓰레기 그리고 톱밥을 1 : 1 : 1로 혼합한 후 그 위에 톱밥을 깔아주어 물기가 배어 나오지 않게 한 다음 산란유도장치를 올려놓으면 청결하게 산란 받을 수 있어 좋다.

(다) 채란밀도: 아메리카동애등에 암컷 한개체의 산란수는 약 1,000여개로 알려져 있고 산란기간이 10여일 이내로 짧다. 효율적으로 채란받기 위해서는 항상 일정한 성충밀도를 유지하는 것이 중요하므로 일정량의 번데기를 채란상에 넣어주어 적정한 채란밀도를 유지하여야 한다. 최소 성충 사육상인 가로×세로×높이가 2 m의 사육상에는 100 ~ 200개체의 성충을 투입하면 대략 1주일간 50~100여개의 난괴를 수거할 수 있다.



빨대에 산란된 난괴

골판지에 산란된 난괴

마대자루에 산란된 난괴

그림 23. 다양한 곳에 산란된 아메리카동애등에 난괴

(라) 산란장치: 농촌진흥청에서 제작하여 사용하고 있는 산란장치는 나무나 스티로폼에 직경 3 ~ 5mm, 깊이 약 7 mm의 구멍을 내어 산란배지위에 놓아 산란을 유도할 수 있다.

(마) 채란 후 관리 요령: 채란받은 산란 장치는 부화할 수 있도록 온도와 습도를 유지하여야 한다. 일반적으로 27℃, 60%의 상대습도에서 보호하면 3 ~ 5일 후 부화한다. 따라서 증식용으로 사육할 경우 부화한 유충을 그대로 산란배지로 사육하거나 다른 목적에 맞도록 이동하여 발육하도록 한다.

(2) 유충사육: 아메리카동애등에의 부화후 유충은 약 15 ~ 20일간 발육한다. 발육초기에는 옅은 색이었다가 번데기 전단계에는 흑갈색으로 변화한다. 유충은 다양한 유기물(남은 음식물이나 축분, 농업부산물 등)을 섭식하여 발육한다.

(가) 유충사육용기

유충사육용기는 여러번 사용이 가능한 플라스틱 재질의 사육상자를 사용하는 것이 좋다. 크기는 60×40×15cm의 사육상이 적합하나 사육환경에 따라 다양한 크기 및 재질의 사육용기를 사용할 수 있다.

(나) 유충사육밀도

표준사육상자(60 × 40 × 15cm)에서 사육할 수 있는 적절한 사육 밀도는 유충 약 5,000~10,000마리가 좋다. 유충이 먹이를 섭식하면서 배지에서 열이 발생하므로 부화초기에는 사육밀도가 높은 것이 발육에 좋으나 밀도가 너무 높으면 스트레스를 유발하고 개체의 크기가 작아지므로 크게 키워야 할 채란용 종충은 밀도를 조금 낮게 유지하는 것이 좋다.

(다) 유충사육환경관리

아메리카동애등에는 일반적인 곤충사육환경(27 ± 3℃, 65%습도)을 유지하면 정상적으로 사육할 수 있다. 유충사육실의 경우 광량은 크게 중요하지 않으나 유충 사육상은 외부로부터 유입된 기타 파리류(초파리, 집파리 등) 곤충이 산란할 수 있으므로 외부와 격리된 사육환경을 유지하는 것이 좋다. 외부와 철저히 격리하지 못하는 경우에는 망을 씌워서 침입을 막을 수 있다. 경우에 따라 기생성 천적이 유입되는 경우도 있으므로 사육 시 주의하여야 한다.

(라) 유충 먹이 관리 요령: 일반 음식물쓰레기를 공급할 경우

- ① 음식물쓰레기 선별: 아메리카동애등애가 먹을 수 없는 불순물(비닐, 무기물질 등)을 골라낸다.
- ② 음식물쓰레기를 적당한 크기로 파쇄 한다.
- ③ 음식물쓰레기의 수분함량을 적정하게 맞추기 위해 톱밥 등을 섞는다.
- ④ 음식물쓰레기를 적당량 유충 사육상에 넣는다

(마) 사료화를 거친 음식물쓰레기를 공급할 경우

- ① 건식 음식물쓰레기 사료: 적당량의 수분을 혼합하여 유충이 먹을 수 있도록 공급한다.
- ② 습식 음식물쓰레기 사료: 적당한 수분을 맞춰 유충에게 공급한다.

### (3) 번데기 관리

성숙한 아메리카동애등애 유충은 번데기가 되기 전 단계에 이르면 먹이활동을 중단하고 사육상에서 탈출하여 건조한 곳으로 이동한다. 이동할 때 사육통 벽면의 각도가 30 ~ 60° 정도 유지하면 번데기 수거율이 93.4 ~ 98.2%로 높았고 90°의 경사에서도 평균 80.4%의 유충이 정상적으로 이동하였다. 이러한 생물학적 특징을 이용하여 손쉽게 번데기를 수거할 수 있다. 아메리카동애등애의 번데기의 탈출을 고려한 재질은 나무(합판), 플라스틱(아크릴), 합석판으로 실험한 결과 나무판에서 가장 좋았다.

아메리카동애등애 유충이 번데기가 되는 용화율은 95 ~ 96%이었고 성충으로의 우화율은 평균 83 ~ 84% 정도였다.

아메리카동애등애의 번데기 기간은 온도에 따라 조금 다르나 일반적인 사육조건에서 평균 15일정도 소요된다. 수거된 번데기는 움직임이 있으나 짙은 암갈색으로 유충과 구별할 수 있다. 번데기는 적당한 습도를 유지하기 위하여 톱밥과 같은 충전제와 함께 우화할 수 있는 통에 넣어 우화를 유도한다. 야외에서 유충 및 번데기 상태로 월동하는 습성을 이용하여 번데기 상태로 저온(0~5°C)상태로 장기 저장 할 수 있다. 따라서 채란이 필요한 시기에 사용하기위해 저장 할 수 있다.

### (4) 성충사육

일반적인 파리류 곤충과는 달리 성충은 먹이활동을 하지 않는다. 이를 조사하기위해서 밀폐된 사육환경에서 여러 가지 먹이(꿀물, 설탕, 단백질사료 등)를 공급한 것과 물만 공급한 경우의 아메리카동애등애 성충 수명을 조사 한 결과 평균 수명은 각각 11.2~13.6일과 10.6~11.6일로 큰 차이가 없었다. 하지만 물을 주지 않은 경우에는 2.4~3.4일로 급격히 짧아지는 것으로 조사되었다. 성충사육실 또는 채란을 받기위한 공간에 물을 먹을 수 있는 장치가 필요하며 식물을 식재하여 휴식하거나 식물의 증산작용에 의한 수분을 섭취하도록 하는 것이 좋다.

성충은 비행중에 교미하는 것으로 알려져 있으며 우화 후 5일 이내에 암수가 교미(mating)하고 교미 후 바로 산란하는 것으로 조사되었다. 성충의 우화 후 10~15일 사이에 1~2회에 걸쳐 집중적으로 산란하였으며 성충사육상이 작거나 광량이 부족하여 교미를 하지 못하면 산란행동이 전혀 일어나지 않았다.

(5) 저장 관리

유충 및 번데기 상태로 월동하는 습성을 이용하여 저온에서 장기 저장 할 수 있다. 저장의 목적은 필요한 시기에 성충으로 우화시켜 채란받기 위한 경우이다. 저온저장고(0~5℃)에서 유충 및 번데기가 건조하게 되면 사망률이 높아지므로 수분을 유지 할 수 있는 배지나 톱밥 등을 충전제로 함께 저장하여야 한다. 알은 연약한 성상으로서 저장이 어려우므로 부화 약충 또는 일정한 크기로 발육한 유충을 저장하는 것이 좋다.

(6) 먹이

(가) 먹이조건: 아메리카동애등에 유충은 수분이 적당한 유기물질은 모두 섭식한다. 성충은 먹이섭식활동을 하지 않는 것으로 알려져 있다.

(나) 사료의 제작: 아메리카동애등에는 유기성물질을 먹이로 한다. 영양 성분중 단백질 함량이 많으면 발육도 빠르고 개체 크기도 커지므로 산란 받을 종령 유충은 가축 사료나 단백질 함량이 높은 먹이를 제공하여 주는 것이 좋다.

사료를 제작할 때는 수분함량을 적절하게 조절하여주는 것이 중요하다

다. 사육단계별 사육체계



그림 24. 아메리카동애등에의 사육체계

표 7. 아메리카동애등에의 관리방법 및 사육조건

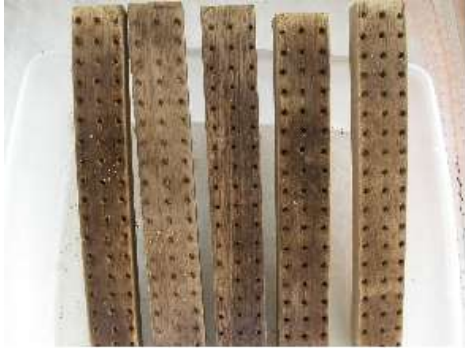
| 사육 단계 | 알   | 유충  | 번데기  | 성충  |
|-------|---|---|--|---|
| 사진    |  |  |  |  |
| 관리방법  | 채란받은 알은 부화까지 적당한 온도와 습도조건을 유지하여 부화를 유도 한다   | 적당한 수분을 함유한 사료를 주기적으로 공급한다  | 번데기가되기 위해서 건조한곳으로 탈출하는 습성이 있으므로 번데기 수거장치를 설치하는 것이 좋다                               | 성충먹이는 따로 줄 필요없으나 수분을 공급하고 쉼터로 화초나 은신처를 제공하는 것이 좋다                                   |
| 출현기간  | 5월~10월  | 연중  | 연중   | 4월~10월  |
| 발육기간  | 3~6일  | 3~4주  | 12~15일   | 10~15일  |
| 사육조건  | 온도: 25±3℃<br>습도: 약 65%  | 온도: 25±3℃<br>습도: 약 65%  | 온도: 25±3℃<br>습도: 약 65%   | 온도: 25±3℃<br>습도: 약 65%  |

라. 사육시설 기준 및 생산성

(1) 사육도구 기준



그림 25. 사육용기(플라스틱박스)



나무틀 산란 유도 장치



골판지 채란 유도 장치

그림 26. 나무틀과 종이 산란유도장치

① 사육용기



그림 27. 플라스틱 사육용기(농촌진흥청)



그림 28. 가정용 플라스틱 사육용기 (베트남)



그림 29. 기계식 사육상 (한국유용곤충연구원)



그림30. 가정용 사육용기 (www.microbialearth.com)

## ② 사육선반

대량사육을 위해서는 여러 칸으로 쌓을 수 있는 선반이 필요하다.

사육선반은 조립식 앵글, 와이어랙 선반, 자체 제작한 선반 등이 있으며 고정형이나 바퀴가 있는 이동형을 제작하여 사용할 수 있다.



그림 31. 유충사육선반



그림 32. 연속형 처리장치

## (2) 사육시설 기준

생태 습성상 성충은 자연광이 필수적으로 필요하므로 직사광선이 들어오는 사육시설로 제작하여야 한다. 유충 및 번데기는 직사광선을 피할 수 있는 시설 또는 구조물로 된 사육 시설로 구성되어야 한다. 일반적인 조립식 판넬 건물 및 컨테이너박스 등 온도조절이 가능한 시설이 좋다. 냉난방시설은 아메리카동애등에의 사육 최적온도인 25~27℃를 유지할 수 있도록 구성되어야 한다.

사육선반은 공간 활용을 위한 와이어랙 또는 조립식 앵글 선반을 활용할 수 있으며 선반이 없는 경우는 사육용기를 가로세로 쌓아서 공기가 잘 통하도록 보관하여도 된다. 사육용기는 플라스틱을 주로 사용하며 판넬 및 나무 등 각각의 장단점을 이해하고 적절한 사육용기를 선택하여야 한다.



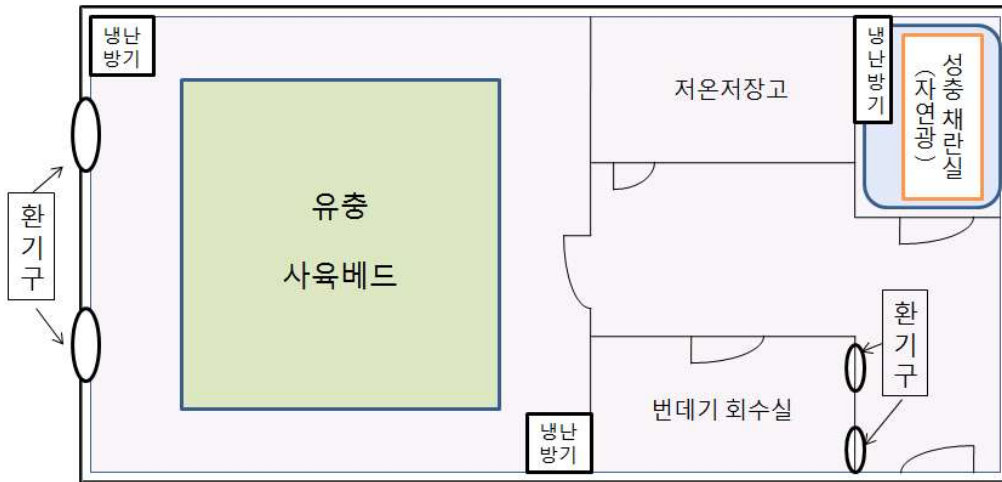


그림 33. 사육시설도면

(3) 단위 생산성

- ① 아메리카동애등을 생산하기 위해서는 표준사육상자를 선반에 5~12단까지 적재가 가능하며 목적에 따라 단수를 조절하여 사육할 수 있다.
- ② 생산성은 매일 채란 받는 성충개체수와 채란틀의 수에 의해 결정되며 일일 30여 통에서 채란 받으면 주간 150여 통으로서 매월 600여 통이 새로 세팅된다.
- ③ 아메리카동애등의 발육기간 20~30일 정도를 사육한 후 번데기가 되면 상품화할 수 있으므로 용도에 맞도록 활용할 수 있다.
- ④ 사육통당 생산량은 투입된 부화 약충 기준으로 500~1,000g 정도 된다.

표 8. 단위 면적당 생산량(순수 사육실 면적 165㎡(50평)기준)

| 사육 방식  | 성충수           | 약충 사육통수/연        | 먹이소요량/연       | 처리 기간    | 처리 인원 | 총생산량(kg)/연     |
|--------|---------------|------------------|---------------|----------|-------|----------------|
| 단기 사육  | 암컷 1,000마리 이상 | 100통 (500,000마리) | 900 ~ 1,000kg | 15 ~ 20일 | 1명    | 번데기: 100~120kg |
|        |               |                  |               |          |       | 분변토: 250~300kg |
| 연중누대사육 | 암컷 1,000마리 이상 | 5,000~10,000통    | 300톤/연        | 1년       | 2~3명  | 30~36톤         |
|        |               |                  |               |          |       | 75~90톤         |

주) 각각의 통당 평균 사육개체수는 5,000~10,000마리임.  
 먹이는 음식물쓰레기, 사료등 부산물과 유기물질을 포함한 동애등에서사료임.  
 총생산량은 생체중량임.

표 9. 자동수집장치를 활용한 동애등에 사육

|                 |               |        |      |
|-----------------|---------------|--------|------|
| 유충투입량(부화 5일 기준) | 2kg(각 단 500g) |        |      |
| 처리기간            | 15일           |        |      |
| 총처리량(파쇄음식물 기준)  | 150kg         |        |      |
| 번데기 산출량         | 18kg          | 분변토산출량 | 46kg |

주) 참고문헌; 동애등에 잘 키우기(최영철 등, 2012)

마. 사육시 주의사항

(1) 사육시 주의사항

- (가) 채란: 아메리카동애등에는 유기물에 직접 산란하지 않으므로 산란을 유도할 수 있는 장치가 필요하다. 자연 상태에서는 나무, 풀 등의 겹쳐진 부위에 산란하여 습도를 유지할 수 있게 한다. 인위적으로 산란을 유도하기 위해서는 나무틀에 작은 구멍을 내거나 골판지, 빨대, 마대자루 등을 활용할 수 있다. 아메리카동애등에 성충이 수분을 섭취할 수 있도록 인위적으로 물을 뿌려주고 산란 사육실에 증산작용이 활발한 식물을 넣어 성충의 수명을 증가시키는 것도 좋은 방법이다.
- (나) 유충분리: 아메리카동애등에가 부화하기 전에 산란된 산란유도장치를 수거하여 유충사육용 배지위에 놓아 부화를 유도할 수 있으며 산란상자와 산란유도장치를 그대로 유충사육용으로 활용할 수 있다. 작은 유충을 분리하기 위해서는 배지를 모두 먹은 후에 아메리카동애등에가 빠져나가지 않는 작은 채등을 이용하여 분리할 수 있다.
- (다) 번데기 관리: 아메리카동애등에는 유충에서 번데기가 될 때 건조한 곳으로 이동하여 번데기가 된다. 이러한 원리를 이용하여 자동적으로 유충으로부터 번데기를 쉽게 분리할 수 있다. 번데기가 된 아메리카동애등에는 습도유지를 위해 톱밥과 함께 혼합하여 우화할 수 있도록 관리한다.
- (라) 저장 및 상품제작: 번데기 상태로 월동할 수 있으므로 저온에서 저장이 가능하나 습도가 너무 낮으면 건조하여 사망할 수 있어 주의하여야 하며 저온저장기간이 길어지면 사망률이 증가한다.
- (마) 방역조치: 아메리카동애등에 성충은 파리목에 속하는 곤충으로 특별한 질병 습도가 높을 때 집단 사육할 경우 파리목 곤충에 발생하는 곤충병원성곰팡이(entomophthora)가 발생할 수 있으므로 습도관리 및 성충 먹이용 물이 오염되지 않도록 주의하여야 한다. 아메리카동애등에의 번데기는 기생성 천적으로 오염되지 않도록 관리하여야 하며 기생천적이 발견되면 채란용 종충(seed)에 대한 격리 사육을 실시하여 오염된 번데기로부터 분리하여야 한다.

## 제 2절. 대량증식을 위한 효율적인 먹이공급원 확보 및 제형화

식용곤충은 사람이 먹을 수 있는 신선하고 안전한 먹이를 공급하여 사육하여야한다. 일반적으로 식용곤충 아메리카왕거저리는 밀기울을 제형 그대로 먹이로 주며 신선한 채소를 함께 공급하여 사육할 수 있다. 반면 사료용곤충의 대량증식을 위해 경제성 있는 먹이자원의 확보가 중요하며 발육에 효율적인 먹이를 혼합하고 제조하여 사용하는 것도 좋은 방법이다. 특히 사료용 곤충은 가격경쟁력이 중요하므로 쉽게 얻을 수 있는 먹이자원이 필수적으로 필요하다.

일반적으로 동애등에는 음식물쓰레기로 사육하는 것으로 알려져 있으며 현재 개발된 사육시스템과 매뉴얼도 음식물쓰레기를 이용하도록 고안되었다. 하지만 음식물쓰레기는 운송 및 처리에 전문적인 허가와 처리시설이 필요하므로 일반 곤충사육농가에서는 이용하기 어려운 문제점이 있으며 동애등에를 이용한 음식물쓰레기 처리 시스템(장치)이 고가이므로 필요한 생산량을 생산하기에 초기비용이 많이 소요되며 안정적인 생산을 예측하기 어려운 문제점이 있다. 동애등에를 농가에서 경제적으로 이윤이 생길 수 있도록 사육할 수 있기 위해서는 매일 100kg정도를 생산한다는 가정 하에 약 1톤 이상의 먹이(남은음식물사료 등)를 매일 필요로 한다. 음식물쓰레기를 바로 사용할경우의 문제점은 동애등에 사육 후 사육통에서 분변의 분리가 어렵다는 것이다. 일반적으로 알려진 사육기술인 동애등에가 탈출하는 습성을 이용하면 자동적으로 번데기를 수거할 수 있는 장점이 있으나 이는 소량으로 생산하는 시스템의 경우에 효율적이며 매일 많은 양의 생산량이 필요한 경우 예측 가능한 생산을 위해서는 인위적으로 유충 및 번데기를 진동체로 분변과 분리하여야 한다. 이러한 반자동 시스템은 예측가능한 사육을 가능하게 하여 매일 안정적이며 일정한 수확을 기대할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 음식물쓰레기를 가공하여 분말로 제작한 건조사료에 부형제로 호프박 및 밀기울을 섞어서 동애등에 먹이로 공급하여 안정적이며 효율적으로 동애등에를 사육하였다.

표 10. 대상곤충의 먹이

| 대상곤충     | 먹이1       | 먹이2  | 먹이3       | 특이사항                        |
|----------|-----------|------|-----------|-----------------------------|
| 아메리카왕거저리 | 밀기울       | 미강   | 신선한 채소    | 사람이 먹을 수 있는 곡류 및 곡류 부산물, 채소 |
| 집파리      | 밀기울       | 양돈사료 | 남은음식물건조사료 | 각각의 사료를 배합하여 제작함            |
| 아메리카동애등에 | 남은음식물건조사료 | 밀기울  | 호프박       | 각각의 사료를 배합하여 제작함            |



그림 34. 남은음식물건조사료의 운반



그림 35. 남은음식물건조사료와 호프박 혼합사료(위)와 100% 남은음식물건조사료(아래)

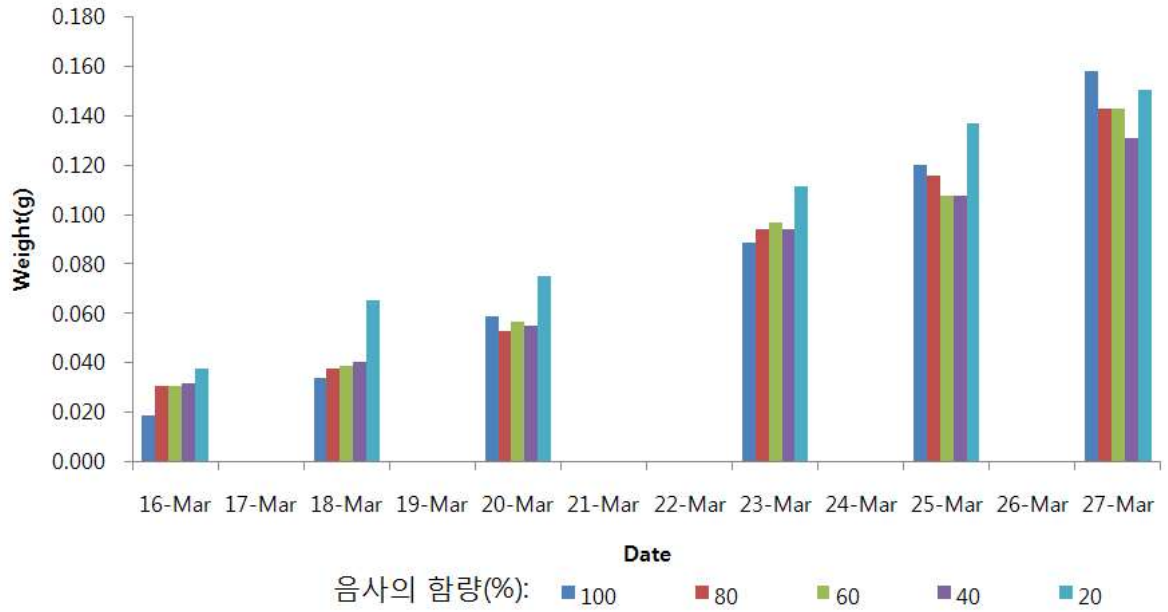


그림 36. 음사(남은음식물건조사료)함량에 따른 아메리카동애등에 발육기간중 유충의 중량 변화

음사의 함량 80 ~ 40%에는 호프박과 일반양돈사료를 1 : 1로 혼합하였다

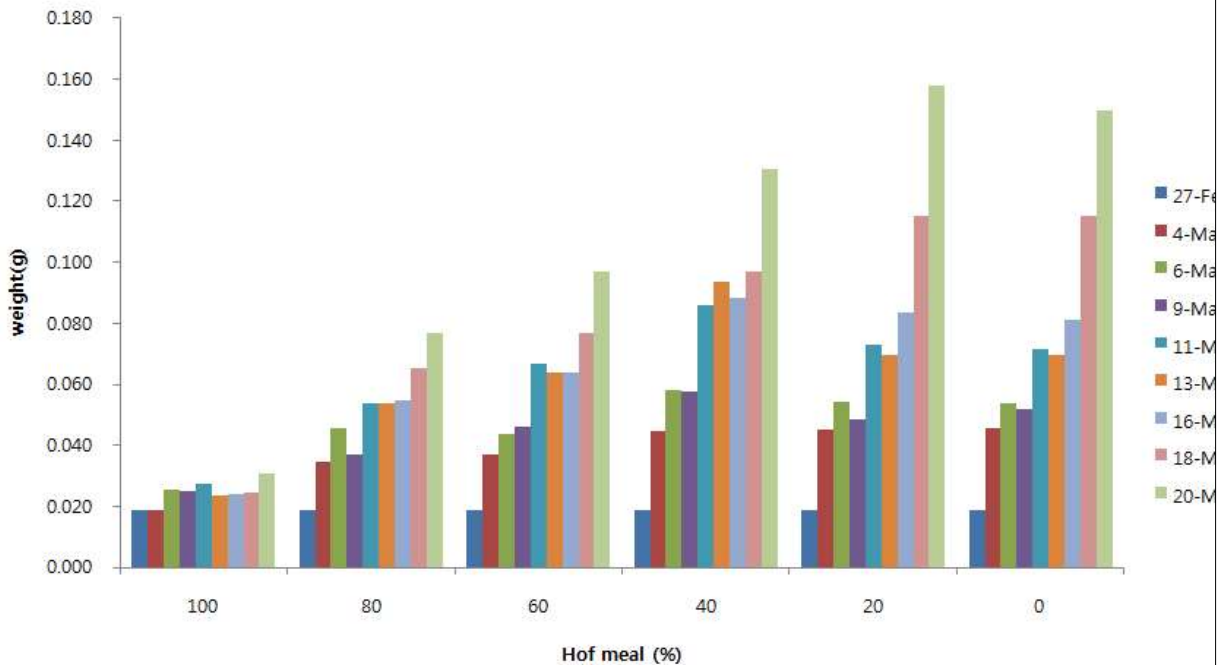


그림 37. 호프박함량에 따른 동애등에 유충 발육 후 중량 비교

호프박함량외에 임신돈 사료를 혼합하여 사육함

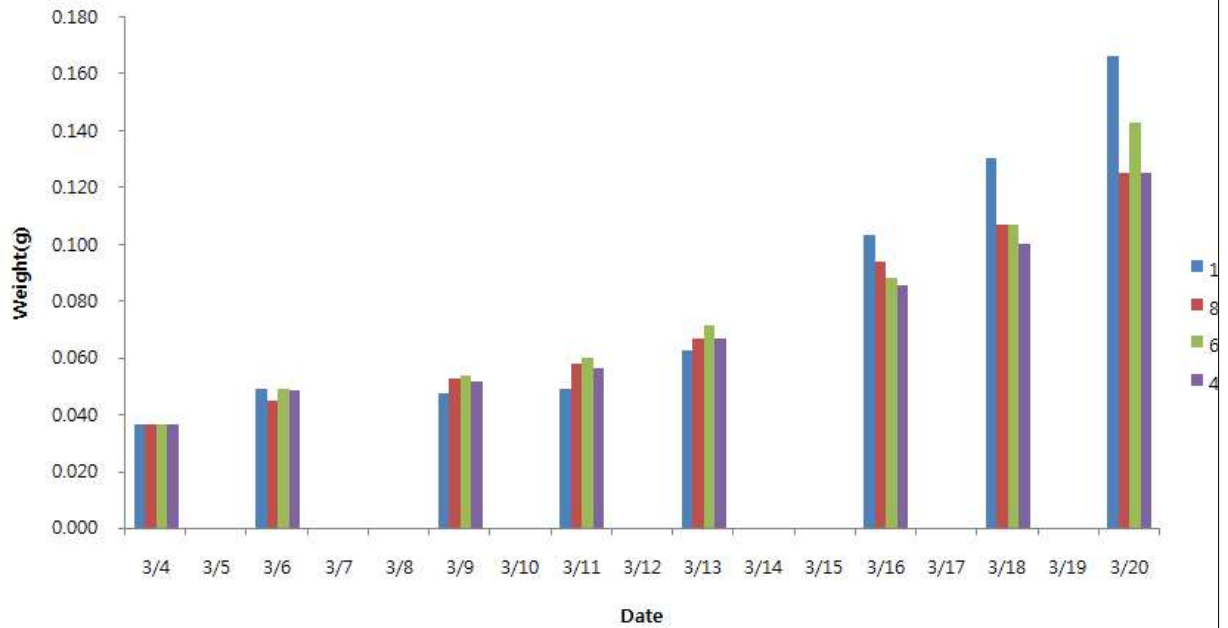


그림 38. 남은음식물건조사료 함량에 따른 동애등에 유충 발육 후 중량 비교

남은음식물건조사료의 함량은 호프박을 혼합하여 사육함

아메리카동애등에 먹이로 음사(남은음식물건조사료)를 공급할 경우 발육 초기에는 호프박과 일반사료를 음사와 함께 혼합하여 공급한 경우에 증체량이 증가하였으나 발육이 진행되면서 종령시기에는 음사 100%와 혼합사료간 유충의 중량에 차이가 없었다. 따라서 아메리카동애등에의 대량 사육을 위한 먹이로 알려진 남은음식물과 함께 일반사료, 남은음식물건조사료도 사용할 수 있을 것으로 생각되었다(그림 38)

하지만 집과리는 음사를 100% 먹이로 공급하면 발육이 부진하여 비정상적으로 용화되었으며 음사의 함량을 조절하여 실험한 결과 음사의 함량에 따라 번데기의 중량 및 크기에 영향을 주는 것으로 조사되었다(그림 39). 집과리를 정상적으로 사육하기 위해서는 음사의 함량을 20 ~ 30%로 하고 밀기울을 혼합하는 것이 좋은 것으로 조사되었다(그림 40).

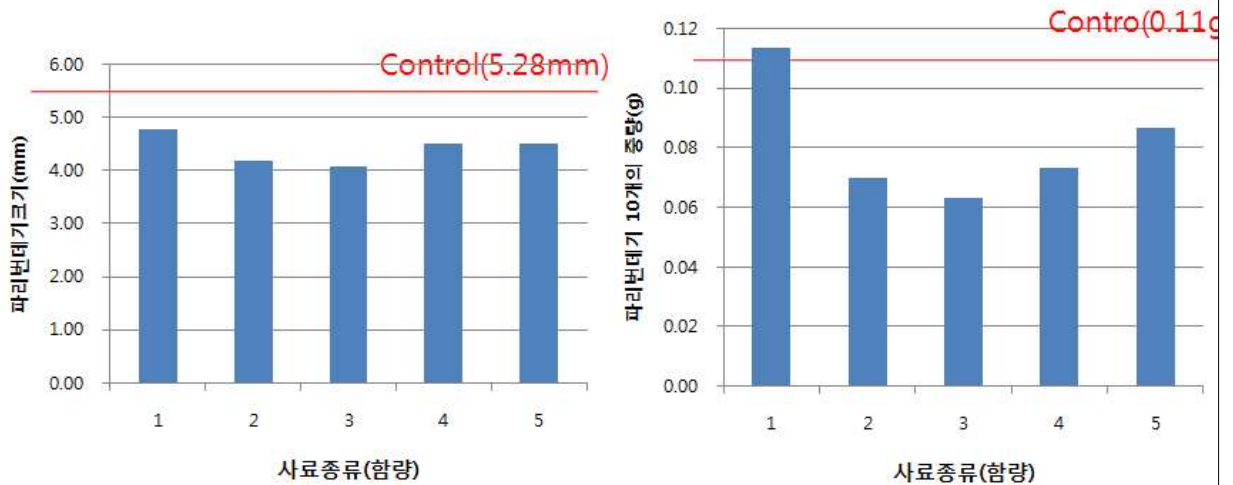


그림 39. 사료종류에 따른 집파리 유충 발육 후 번데기 크기와 중량비교

사료종류: 1(음사80, 일사20), 2(음사40, 일사60), 3(음사60, 일사40), 4(음사60, 일사20, 호프박20), 5(음사60, 일사20, 거저리분변20)

\* 일사(임신돈사료)

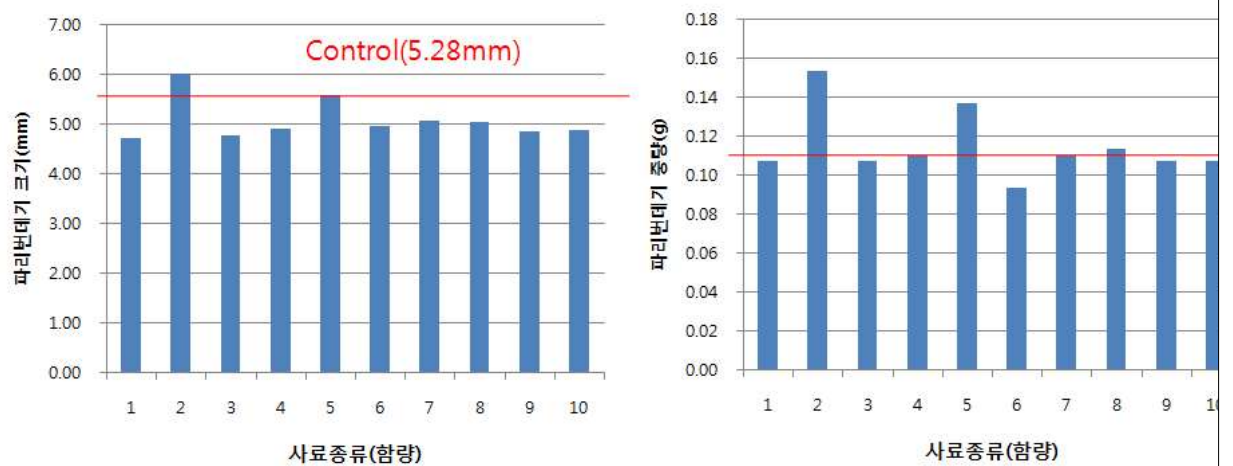


그림 40. 음사에 밀기울과 미강을 혼합하여 사육한 집파리 번데기 크기와 중량

사료혼합비율: 1(밀기울 100%), 2(일사40, 밀기울60), 3(일사60, 밀기울40), 4(음사20, 일사40, 밀기울40), 5(음사20, 밀기울80), 6(음사20, 미강80), 7(음사20, 밀기울40, 미강40), 8(음사40, 밀기울30, 미강30), 9(음사40, 밀기울60), 10(음사40, 미강60)

\* 각 실험구에 당밀을 5% 넣음

### 제 3절. 사육환경기준 및 양산 기술 개발

#### 1. 아메리카왕거저리

##### ■ 사육환경기준

- ① 온도환경: 아메리카왕거저리는 고온성 곤충으로 최소 15℃ 이상의 온도로 사육하여야 폐사율을 줄일 수 있고 정상적인 사육을 위해서는 25℃ 이상에서 사육하는 것이 좋다.
  - 사육에 적합한 온도: 20 ~ 30℃: 아메리카왕거저리의 최적의 온도조건은 일반적인 곤충의 사육온도와 같은 25 ~ 30℃ 이나 계절에 따라 설정온도를 다르게 사육하는 것이 폐사율을 줄일 수 있다. 일반적으로 온도가 증가하면 발육기간은 단축되나 겨울철에는 외부가 건조하므로 온도를 20 ~ 25℃ 로 유지하는 것이 좋고 여름철에는 외부기온이 높으므로 25 ~ 30℃ 정도로 사육실을 관리하는 것이 좋다. 이때 습도는 여름과 겨울에 관계없이 65 ± 5 % 내외를 유지하는 것이 좋다
  - 임계치사고온: 40 ~ 45℃: 아메리카왕거저리가 고온으로 인해 폐사가 시작되는 온도는 40 ~ 45℃ 이며 온도가 증가하면 생식기증이 가장 민감하게 영향을 받는다.
  - 임계치사저온: -5 ~ -10℃: 아메리카왕거저리 알과 애벌레는 5 ~ 10℃ 에서 발육을 멈추며 번데기는 10 ~ 15℃, 성충은 15℃ 내외에서 발육을 멈춘다. 저온상태가 길어지면 대부분 사망하게 된다.
- ② 습도환경: 아메리카왕거저리는 대부분의 수분을 채소 및 과일 등의 먹이와 밀기울이 포함하고 있는 수분으로부터 섭취한다. 적당한 수분은 암컷의 산란 및 알의 발육 및 부화, 번데기의 우화에 필수적인 중요한 요소이다. 습도변화에 적응하는 능력이 강하나 최적 상대습도가 65 ± 5% 정도 유지되는 것이 좋다. 습도가 낮으면 발육이 저해되고 높은 경우는 먹이의 부패 및 질병 감염의 원인이 될 수 있다. 따라서 상대습도를 유지하면서 매일 일정한 수분을 섭취할 수 있는 채소와 과일 등을 먹이로 공급하는 것이 좋다.
- ③ 광조건: 아메리카왕거저리는 갈색거저리와 마찬가지로 어두운 환경에 적응하여 강한 직사광선보다는 약한 광선 및 어두운 사육환경에서 안정적으로 발육한다.

##### ■ 양산기술개발

아메리카왕거저리를 대량생산하기 위해서는 안정적인 사육시설이 필요하다. 기본적으로 사육시설은 난방시설과 냉방시설, 환기시설이 필요하다. 잘 갖춰진 시설에서 종이 또는 플라스틱 재질의 사육용기에 성충을 넣고 알을 받을 수 있다. 성충의 채란은 체망을 이용하여 손쉽게 채란받을 수 있으며 채란받은 알은 신선한 밀기울을 먹이로 하여 사육할 수 있다. 정상적으로 발육하여 종령이 되면 수확하여 식용 또는 적합한 용도로 저장, 판매할 수 있으며 알을 받기 위한 종충은 번데기로 만들기 위해 용화틀에 한 마리씩 넣는다. 용화틀에서 용화한 번데기는 성충이 될 때까지 먹이를 주지 않고 보관한 후 성충이 되면 채란용 사육상에 넣고 알을 받는 용도로 사육한다. 아메리카왕거저리를 대량생산할



때 주의할 점은 다음과 같다.

- 산란된 알이 부화하면 부화 즉시 채소를 섭취하여야 사망률이 감소하므로 부화시기가 되면 자주 관찰하여 신선한 채소를 공급한다.
- 먹이인 밀기울에 해충이 생기면 아메리카왕거저리가 죽거나 발육에 지장이 생기므로 먹이관리에 신경써야한다.
- 온도, 습도, 사육밀도가 적합하지 않으며 사망하는 유충이 발생할 수 있으며 성충의 수명이 단축되므로 사육기준에 맞는 환경을 조성해 주어야 한다.

## 2. 집파리

### ■ 사육환경기준

① 온도환경: 집파리는 정상적인 사육을 위해서는 25℃ 이상에서 사육하는 것이 좋다.

- 사육에 적합한 온도: 20 ~ 30℃: 최적의 온도조건은 일반적인 곤충의 사육온도와 같은 25 ~ 30℃ 이나 계절에 따라 설정온도를 다르게 사육하는 것이 폐사율을 줄일 수 있다. 일반적으로 온도가 증가하면 발육기간은 단축되나 겨울철에도 온도를 25℃ 이상으로 유지하는 것이 좋고 여름철에는 외부기온이 높으므로 35℃ 이하로 사육실을 관리하는 것이 좋다. 이때 습도는 여름과 겨울에 관계없이 50% 내외로 낮게 유지하는 것이 좋다
- 임계치사고온: 40 ~ 45℃: 집파리가 고온으로 인해 폐사가 시작되는 온도는 40 ~ 45℃ 이며 온도가 증가하면 생식기증이 가장 민감하게 영향을 받는다. 유충은 배지 온도가 높아도 일정기간 생존하며 적당한 온도는 유충의 발육에 도움을 준다.
- 임계치사저온: -5 ~ -10℃: 집파리는 15℃ 이하에서 발육을 멈추며 번데기는 10 ~ 15℃, 성충은 15℃ 내외에서 발육을 멈춘다. 번데기로 몇일간 저온 저장이 가능하나 저온 상태가 길어지면 대부분 사망하게 된다.

② 습도환경: 집파리는 유충시기에 적당한 수분이 유지되는 먹이를 먹으며 성충시기에는 수분이 없는 설탕, 분유 등과 같은 먹이도 먹을 수 있다. 유충 및 번데기는 습도변화에 적응하는 능력이 강하나 최적 상대습도가 65 ± 5% 정도 유지되는 것이 좋다. 성충은 습도가 낮으면 수명이 단축되어지나 습도가 70% 이상으로 높으면 병원성 곰팡이에 감염되어 사망할 수 있으므로 여름철 습도가 높은 시기에는 성충사육실에 제습기를 활용하여 낮은 습도를 유지하는 것이 좋다.

③ 광조건: 집파리의 유충은 어두운 조건에서도 정상발육할 수 있으나 성충은 어두우면 활동을 하지 않는다. 따라서 자연조건처럼 14 ~ 16시간정도의 낮(명) 조건을 유지하는 것이 좋다.

### ■ 양산기술개발

집파리를 대량생산하는 기술은 국내에 잘 알려져있지 않다. 2000년대 초 농촌진흥청에

서 축분을 분해처리하기위해 집파리를 이용하기도 하였으나 사용화되지는 못했고 그 후 집파리를 이용하려는 노력들이 있었으나 생물학적 특징으로 산업화는 되어지지 않았다.

집파리를 대량생산하기위해서는 다른 곤충과 마찬가지로 안정적인 사육시설이 필요하다. 기본적으로 사육시설은 난방시설과 냉방시설, 환기시설이 필요하며 잘 갖춰진 시설에서 망재질의 사육케이지(40 ~ 100cm)에 성충을 넣고 60% 내외의 적당한 수준의 유기물질(사료)을 플라스틱 재질의 사육용기에 성충의 알을 받을 수 있다. 성충의 먹이는 설탕, 분유 등이며 채란받은 알은 12 ~ 24시간에 부화하여 채란통의 먹이를 먹고 발육한다. 5일 ~ 7일간 정상적으로 발육하여 종령이되고 번데기가되면 진동체를 이용하여 수확할 수 있다.

### 3. 아메리카동애등에

#### ■ 사육환경기준

- ① 온도환경: 집파리는 정상적인 사육을 위해서는 25℃ 이상에서 사육하는 것이 좋다.
  - 사육에 적합한 온도: 25 ~ 30℃, 사육에 적합한 온도는 일반적인 여름철 날씨이며 배지 온도는 조금 높게 유지하여도 된다. 유충의 섭식활동이 왕성하면 배지 온도가 상승할 수 있다.
  - 임계치사고온: 40 ~ 45℃, 발육중인 배지가 40℃이상의 온도로 장기간 유지되면 유충이 배지의 위쪽으로 이동하고 시간이 더 지체되면 폐사한다.
  - 임계치사저온: -5 ~ -10℃, 영하의 저온상태에서 장기간 노출되면 사망률이 높아질 수 있다.
- ② 습도환경: 성충은 습도가 낮으면 수명이 급속히 단축된다. 그리고 유충은 과습에 강한 성질을 가지고 있으나 건조한 사료는 먹지 못하므로 사료의 수분함량을 일정하게 유지하여야 한다.
- ③ 광조건: 성충의 교미 및 산란행동에는 광조건이 절실히 필요하여 자연광이나 자연광에 가까운 조도를 유지하여야 한다. 5월 중순의 자연광 조도는 100,000lux이었으며 실내사육실은 3,000lux로 매우 낮았다. 3중하우스에서는 정상적으로 채란받을 수 있는 광량이 10,000lux로 조사되었다. 유충 및 번데기 등의 관리에는 광조건이 중요하게 작용하지 않는다. 일반적으로 14 : 10 또는 16 : 8의 여름철 광조건을 유지한다.

#### ■ 양산기술개발

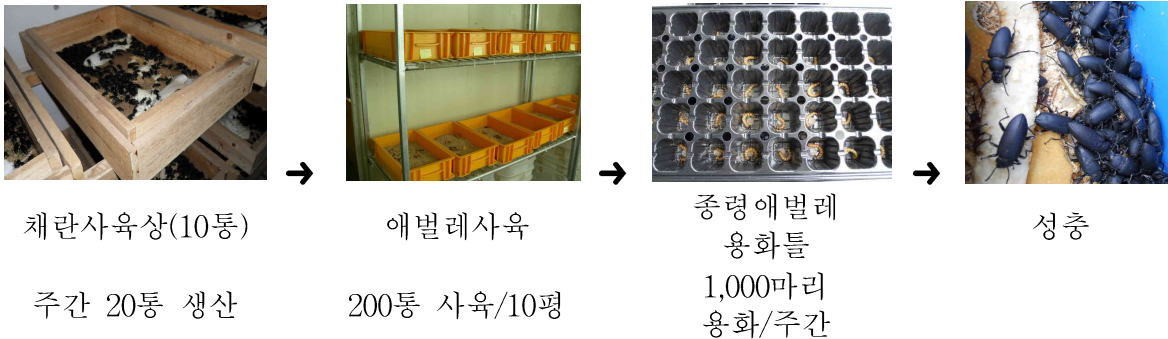
아메리카동애등에를 대량생산하는 기술은 국내에 잘 알려져있다. 2007년경 부터 농촌진흥청에서 음식물쓰레기와 같은 유기성폐기물을 분해처리할 수 있는 방법으로 기술개발되어 현재 시범사업들이 진행되어왔다. 하지만 아직까지 대량생산한 동애등에를 상품으로 제작하여 판매하는 곳은 없는 실정이다. 따라서 기존의 사육방법과 차별화되는 안정

적이며 경제적인 사육시스템을 통해 대량생산할 수 있어야 한다.

아메리카동애등을 대량생산하기 위해서는 다른 곤충과 마찬가지로 안정적인 사육시설이 필요하다. 기본적으로 사육시설은 난방시설과 냉방시설, 환기시설이 필요하며 잘 갖춰진 시설에서 자연광을 이용하여 채란받으며 채란받은 난괴를 모아 부화상자에 넣어 부화 및 부화유충을 사육하여야 한다. 부화직후의 유충은 약하고 먹이를 많이 먹지 않으므로 집단사육하는 것이 좋으나 유충이 발육함에 따라 사육통의 수를 늘려 적당한 밀도로 유지하여야 하며 최종적으로 표준사육통 당 5,000마리내외를 사육하여 약 500g을 수확하는 것이 효율적이었다. 이러한 사육방식에서는 번데기 자동수거시스템에 비하여 노동력이 더욱 많이 필요하지만 각 사육단계를 자동화 장치로 대체(먹이교반, 먹이투입, 번데기분리 단계 등)하면 필요 인력 및 노동력을 감소시킬 수 있고 안정적인 대량사육이 가능하였다.

## 제 4절. 양산시스템 구축

### 1) 식용곤충 아메리카왕거저리의 위생적 대량생산 시스템 구축(2014~2015년)



· 먹이 및 환경기준: 아메리카왕거저리를 식용으로 활용할 때는 사람이 먹을 수 있는 농산물을 먹이로 사용하여야 하며 해충 및 미생물에 오염되지 않도록 관리하여야 한다.





① 밀기울, 미강 등: 밀기울은 가장 일반적으로 사용되는 아메리카왕거저리 사육용 먹이다.

② 살충제 및 화학물질에 노출되지 않은 채소잎, 과일껍질, 수박껍질 등

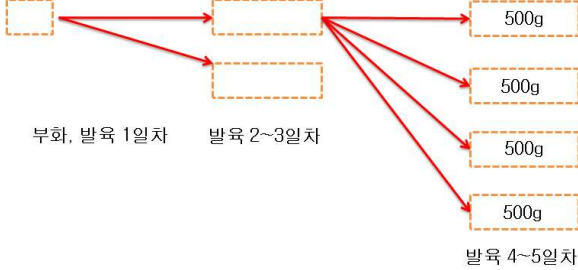
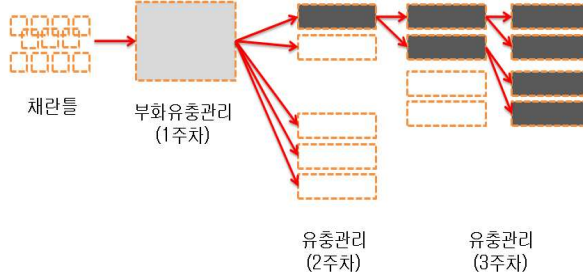
· 2015년 5월 현재 성충채란통을 10통 유지하여 주간 20통을 증식하며 주간 20통을 수확하여 통당 500g 내외의 아메리카왕거저리를 상품화 하고 있다.

· 대량생산된 아메리카왕거저리는 본사 체험학습 프로그램이나 농민을 대상으로 곤충산업 교육 시식용으로 활용하고 있다.

표 11. 아메리카왕거저리의 사육단계별 관리방법 및 사육조건

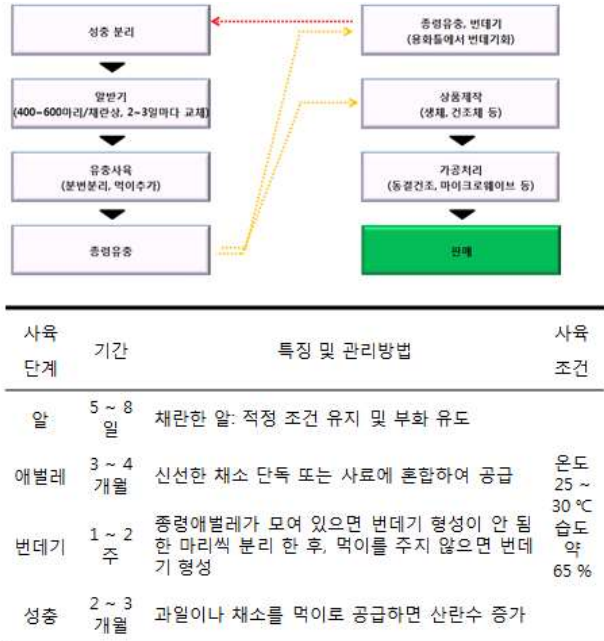
| 사육단계  | 기간       | 특징 및 관리방법  | 사육조건                      |
|---|----------|--|---------------------------|
| 알<br>    | 5 ~ 8 일  | 채란한 알은 먹이속에서 부화를 유도 한다.<br>채란배지: 오염되지 않은 밀기울과 같이 사람이 먹을 수 있는 농산물을 활용한다.                            | 온도 25 ~ 30 ℃<br>습도 약 65 % |
| 애벌레<br>  | 3 ~ 4 개월 | 먹이는 신선한 밀기울이나 미강 등과 같이 사람이 먹을 수 있는 곡류 부산물 등을 사용한다. 살충제나 화학물질에 오염되지 않은 신선한 채소를 단독 또는 먹이에 혼합하여 공급한다. | 온도 25 ~ 30 ℃<br>습도 약 65 % |
| 번데기<br> | 1 ~ 2 주  | 중령애벌레가 모여 있으면 번데기 형성이 안된다.<br>한 마리씩 분리 한 후, 먹이를 주지 않으면 번데기 형성된다.                                   | 온도 25 ~ 30 ℃<br>습도 약 65 % |
| 성충<br> | 2 ~ 3 개월 | 살충제나 화학물질에 오염되지 않은 과일이나 채소를 먹이로 공급하면 산란수 증가한다.   | 온도 25 ~ 30 ℃<br>습도 약 65 % |

2) 사료용 곤충(집파리, 아메리카동애등에)의 양산 시스템 구축

|  |   |
|--|---|
|  <p>부화, 발육 1일차    발육 2~3일차</p> <p>500g<br/>500g<br/>500g<br/>500g</p> <p>발육 4~5일차</p> <p>채란상규격: 40×40×40cm 망케이지<br/>성충 5,000~10,000마리/케이지<br/>채란기간: 20일<br/>유충사육상(규격): 유충 마리/ 사육상<br/>먹이: 500g씩 4회/ 유충사육통<br/>유충 섭식량: 5 kg/ 생산량 1kg</p> <p>2015년 현재 주간 100kg 생산, 저장량 1톤</p> |  <p>채란틀    부화유충관리 (1주차)</p> <p>유충관리 (2주차)    유충관리 (3주차)</p> <p>산란틀 10개 - 부화유충관리 - 유충 20통 - 유충 40통 - 유충 80~120통<br/>평균 10×60×50 - 50L 통 - 4~6kg - 20kg - 40~60kg</p> <p>채란틀(규격): 성충 마리/케이지<br/>채란기간: 20일<br/>부화기간: 3~4일<br/>부화유충관리: 1주일<br/>유충사육상(규격): 유충 마리/ 사육상<br/>먹이: 500g씩 4회/ 유충사육통<br/>유충 섭식량: 5 kg/ 생산량 1kg</p> <p>2015년 현재 주간 20~50kg 생산, 저장량 700kg</p> |
| <p>집파리</p>   | <p>아메리카동애등에</p>   |

### 3) 대량생산시스템 매뉴얼작성

#### ① 식용곤충 아메리카왕거저리의 대량생산시스템 매뉴얼



| 구분     | 시설사양    | 규격         | 내용   |
|--------|---------|------------|--|
| 채란 시설  | 판넬      | 10~20평     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 성충 채란상은 100상자 이상 유지 : 주간 2~3회 채란</li> <li>● 채반 등을 이용</li> <li>● 사육온도: 야간 20°C, 주간 27°C 이상 유지</li> <li>● 시설비용: 500,000원/평 (난방시설 별도)</li> </ul> |
| 유충 사육실 | 판넬      | 200평       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 난방시설 필요: 25°C 총 4,000통 이상 적재 면적이 필요</li> <li>● 주간 200~300통 수확: 생산량은 약 500g/통</li> <li>● 시설비용은 500,000원/평 정도(난방시설 별도)</li> </ul>               |
| 사육통    | 플라스틱 종이 | 27×45×10cm | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 기성품, 주문 제작</li> <li>● 가격 1,000 ~ 3,000원/통</li> <li>● 총 필요 수량은 약 4,000개 이상</li> </ul>  |
| 건조기    | 초음파건조기  | 500L       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 먹이공급량: 평균 1,000~2,000kg/주</li> <li>● 건조기(10kg)로 약 10회 건조/주</li> <li>● 1,000~1,500만원/건조기</li> </ul>  |

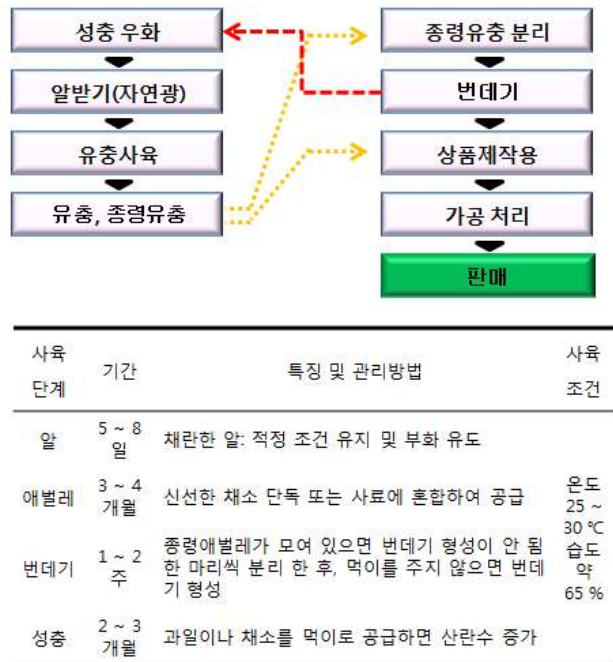
② 사료용곤충 집파리의 대량생산시스템 매뉴얼



| 사육단계 | 기간     | 특징 및 관리방법                | 사육 조건       |
|------|--------|--------------------------|-------------|
| 알    | 1일     | 채란한 알: 채란통의 배지를 먹고 1차 발육 |             |
| 애벌레  | 5 ~ 7일 | 양돈사료+음사+밀기울+미강 등         | 온도 25 ~ 30℃ |
| 변태기  | 5일     | 진동체 및 물에 띄워 분리           | 습도 약 65%    |
| 성충   | 1개월    | 설탕+분유+난황 등               |             |

| 구분     | 시설사양   | 규격         | 내용   |
|--------|--------|------------|--|
| 산란 시설  | 판넬     | 30~40평     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 성충 사육케이지는 400개 이상 : 규격 40×40×40cm</li> <li>● 자연광이 잘 들어오도록 유리 등의 소재로 제작</li> <li>● 사육온도: 야간 25℃ ~ 주간 30℃ 유지</li> <li>● 시설비용: 1,000,000원/평 (난방시설 별도)</li> </ul> |
| 유충 사육실 | 비닐 하우스 | 200평       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 난방시설 필요: 25℃ 총 4,000통 이상 적재 면적이 필요</li> <li>● 1일 400통씩 수확: 생산량은 약 250g/통 (약 25,000마리/통)</li> <li>● 시설비용은 250,000원/평 정도(난방시설 별도)</li> </ul>                    |
| 사육통    | 플라스틱   | 27×45×10cm | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 기성품으로 구입가능</li> <li>● 가격 3,000원/통</li> <li>● 총 필요 수량은 약 5,600개</li> </ul>   |
| 사료 교반기 | 스테인레스  | 500L       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1일 먹이공급량: 평균 2,000kg/일</li> <li>● 교반기(500L)로 약 3~4회 교반</li> <li>● 800~1,000만원/교반기</li> </ul>  |

③ 사료용곤충 아메리카동애등에의 대량생산시스템 매뉴얼



| 구분     | 시설사양   | 규격         | 내용   |
|--------|--------|------------|--|
| 산란 시설  | 판넬     | 30~40평     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 성충 산란장은 10개소 이상 : 규격 2×2×2m</li> <li>● 자연광이 잘 들어오도록 유리 등의 소재로 제작</li> <li>● 사육온도: 야간 25°C ~ 주간 30°C 유지</li> <li>● 시설비용: 1,000,000원/평 (난방시설 별도)</li> </ul> |
| 유충 사육실 | 비닐 하우스 | 200평       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 난방시설 필요: 25°C 총 4,000통 이상 적재 면적이 필요</li> <li>● 1일 200통씩 수확: 생산량은 약 500g/통 (약 3,000마리/통)</li> <li>● 시설비용은 250,000원/평 정도(난방시설 별도)</li> </ul>                |
| 사육통    | 플라스틱   | 27×45×10cm | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 기성품으로 구입가능</li> <li>● 가격 3,000원/통</li> <li>● 총 필요 수량은 약 4,500개</li> </ul>   |
| 사료 교반기 | 스테인레스  | 500L       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1일 먹이공급량: 평균 2,000kg/일</li> <li>● 교반기(500L)로 약 3~4회 교반</li> <li>● 800~1,000만원/교반기</li> </ul>  |



## 제 5절. 식용, 사료용 시제품 개발

### 1.. 시제품 적합도 조사

#### 가. 아메리카왕거저리의 식용 가능성 조사

##### (1) 설문조사

- 설문조사 대상: 식용곤충에 대한 서울과 지방 학생들의 개인적인 인식도 차이가 있을 수 있다. 서울지역 고등학교 남학생 125명, 중학교 남학생 15명, 여학생 22명, 순천지역 고등학교 남학생 35명으로 총 196명을 대상으로 조사한 결과이다.

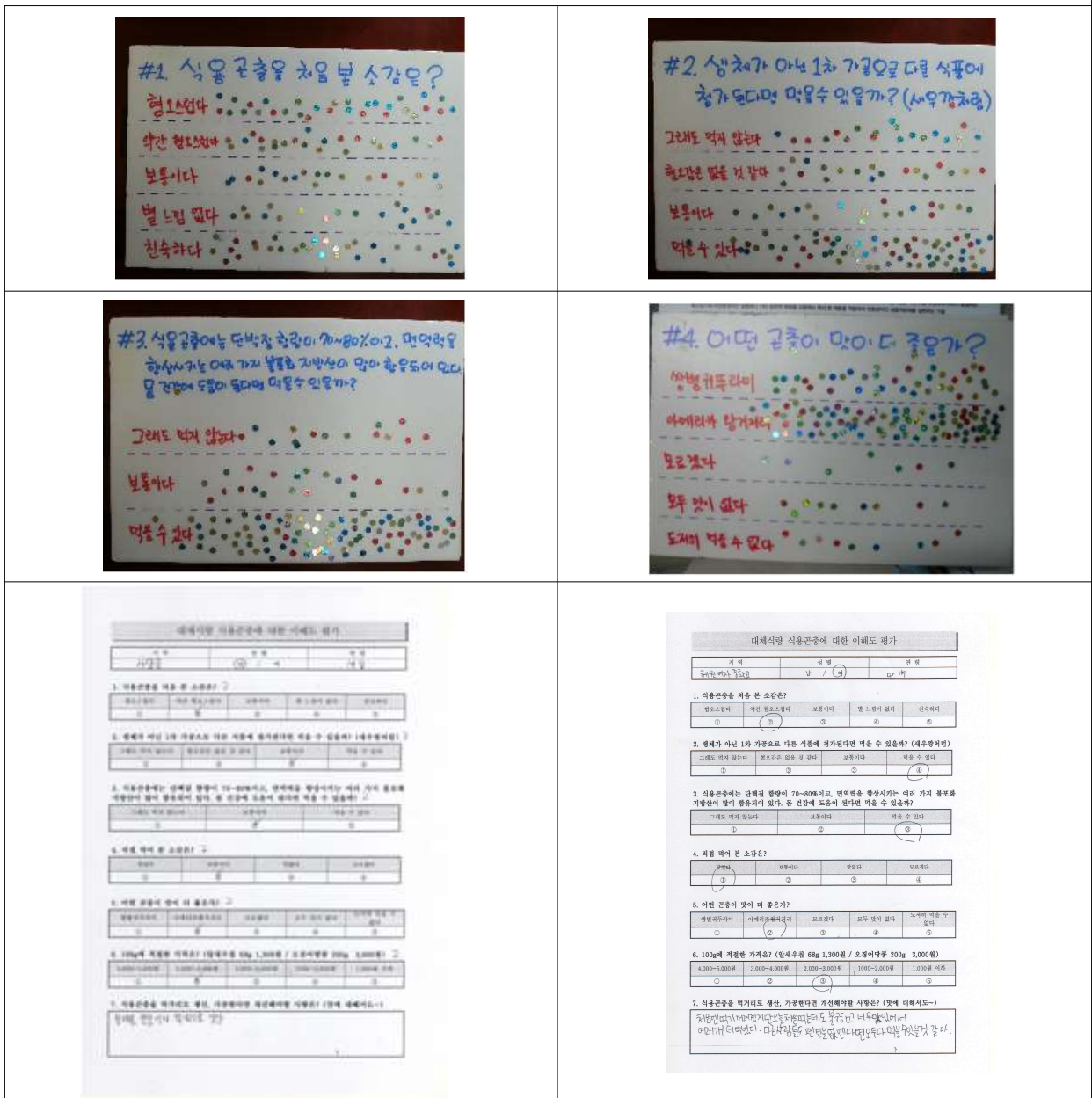


그림 41. 수도권, 비수도권 중고등학생을 대상으로 귀뚜라미, 아메리카왕거저리 시식회를 통한 기호성 조사



쌍별귀뚜라미



아메리카왕거저리 유충

그림 42. 건조된 쌍별귀뚜라미와 아메리카왕거저리 유충

2014년 8월~12월 수도권 및 비수도권 중고등학생 196여명을 대상으로 쌍별귀뚜라미와 아메리카왕거저리의 기호성을 조사한 결과 건조된 형태의 아메리카왕거저리 유충에 대한 선호도가 높았다.



■ 아메리카왕거저리 성분분석 결과(2015. 4. 2)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분     | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|------|-------------|---------------|--------|-------------------------------------|---------------|
| 성분   | 수분          | 61.17 %       | 금속성분   | 망간(Mn)                              | 3.92 mg/kg    |
|      | 조단백질        | 18.60 %       |        | 나트륨(Na)                             | 607.10 mg/kg  |
|      | 조지방         | 15.48 %       |        | 인(P)                                | 2579.24 mg/kg |
|      | 조섬유         | 2.46 %        |        | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 조회분         | 0.99 %        |        | 아연(Zn)                              | 31.76 mg/kg   |
|      | 염분          | 0.21 %        |        | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 칼로리 (cal/g) | 2469.00 %     |        | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 198.98 mg/kg  | 수은(Hg) | 0.01 mg/kg                          |               |
|      | 구리(Cu)      | 3.85 mg/kg    | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                          |               |
|      | 철(Fe)       | 23.23 mg/kg   | 미생물    | Salmonellaspp.(정성)                  | 불검출           |
|      | 칼륨(K)       | 2876.31 mg/kg | 지방산    | Myristic acid(C14:0)                | 1.12 %        |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.154 %       |        | Palmitic acid(C16:0)                | 30.11 %       |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.192 %       |        | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 1.94 %        |
|      | 아스파르트산(ASP) | 1.408 %       |        | Stearic acid(C18:0)                 | 6.35 %        |
|      | 트레오닌(THR)   | 0.727 %       |        | Oleic acid(C18:1n9)                 | 35.46 %       |
|      | 세린(SER)     | 0.797 %       |        | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|      | 글루탐산(GLU)   | 2.254 %       |        | Linoleic acid(C18:2n6)              | 23.71 %       |
|      | 글리신(GLY)    | 0.816 %       |        | γ-Linoleic acid(C18:3n6)            | 0.00 %        |
|      | 알라닌(ALA)    | 1.206 %       |        | Linolenic acid(C18:3n3)             | 1.03 %        |
|      | 발린(VAL)     | 10.220 %      |        | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 0.21 %        |
|      | 이소류신(Ile)   | 0.669 %       |        | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.07 %        |
|      | 류신(Leu)     | 1.166 %       |        | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|      | 타이로신(Tyr)   | 1.170 %       |        | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 0.676 %       |        | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|      | 라이신(Lys)    | 0.951 %       |        | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|      | 히스티딘(His)   | 0.535 %       |        | 포화 지방산                              | 37.58 %       |
|      | 아르기닌(Arg)   | 0.897 %       |        | 불포화 지방산                             | 62.42 %       |
|      | 프롤린(Pro)    | 0.874 %       |        | - 단가                                | 37.61 %       |
| 금속성분 | 마그네슘(Mg)    | 529.21 mg/kg  |        | - 다가                                | 24.81 %       |

③ 식용곤충 등재를 위한 자료조사: 2차년도 결과와 취합하여 2차년도 결과에 표기함

나. 집파리, 아메리카동애등에의 성분분석 결과

① 집파리 유충(2015. 4. 2)

| 구분       | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분   | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|----------|-------------|---------------|------|-------------------------------------|---------------|
| 성분       | 수분          | 74.24 %       | 금속성분 | 망간(Mn)                              | 67.89 mg/kg   |
|          | 조단백질        | 11.77 %       |      | 나트륨(Na)                             | 1087.17 mg/kg |
|          | 조지방         | 6.54 %        |      | 인(P)                                | 2736.01 mg/kg |
|          | 조섬유         | 2.15 %        |      | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 조회분         | 1.37 %        |      | 아연(Zn)                              | 46.80 mg/kg   |
|          | 염분          | 0.14 %        |      | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 칼로리 (cal/g) | 1,374 %       |      | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분     | 칼슘(Ca)      | 1081.52 mg/kg |      | 수은(Hg)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 구리(Cu)      | 21.62 mg/kg   |      | 납(Pb)                               | 0.00 mg/kg    |
|          | 철(Fe)       | 57.01 mg/kg   | 미생물  | Salmonellaspp.(정성)                  | 불검출           |
|          | 칼륨(K)       | 2368.62 mg/kg | 지방산  | Myristic acid(C14:0)                | 7.40 %        |
| 아미노산     | 시스테인(CYS)   | 0.126 %       |      | Palmitic acid(C16:0)                | 21.89 %       |
|          | 메치오닌(MET)   | 0.232 %       |      | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 20.82 %       |
|          | 아스파르트산(ASP) | 1.022 %       |      | Stearic acid(C18:0)                 | 4.09 %        |
|          | 트레오닌(THR)   | 0.497 %       |      | Oleic acid(C18:1n9)                 | 31.21 %       |
|          | 세린(SER)     | 0.478 %       |      | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|          | 글루탐산(GLU)   | 1.578 %       |      | Linoleic acid(C18:2n6)              | 13.72 %       |
|          | 글리신(GLY)    | 0.454 %       |      | γ-Linoleic acid(C18:3n6)            | 0.00 %        |
|          | 알라닌(ALA)    | 0.658 %       |      | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.70 %        |
|          | 발린(VAL)     | 0.536 %       |      | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 0.11 %        |
|          | 이소류신(Ile)   | 0.359 %       |      | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.05 %        |
|          | 류신(Leu)     | 0.622 %       |      | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|          | 타이로신(Tyr)   | 0.642 %       |      | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|          | 페닐알라닌(Phe)  | 0.646 %       |      | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|          | 라이신(Lys)    | 0.744 %       |      | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|          | 히스티딘(His)   | 0.312 %       |      | 포화 지방산                              | 33.38 %       |
|          | 아르기닌(Arg)   | 0.490 %       |      | 불포화 지방산                             | 66.62 %       |
| 프롤린(Pro) | 0.385 %     | - 단가          |      | 52.14 %                             |               |
| 금속성분     | 마그네슘(Mg)    | 661.77 mg/kg  |      | - 다가                                | 14.48 %       |

② 집 파리 번 데기(2015. 4. 2)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분     | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|------|-------------|---------------|--------|-------------------------------------|---------------|
| 성분   | 수분          | 66.38 %       | 금속성분   | 망간(Mn)                              | 110.31 mg/kg  |
|      | 조단백질        | 18.83 %       |        | 나트륨(Na)                             | 1349.39 mg/kg |
|      | 조지방         | 7.32 %        |        | 인(P)                                | 4219.98 mg/kg |
|      | 조섬유         | 4.81 %        |        | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 조회분         | 1.79 %        |        | 아연(Zn)                              | 79.19 mg/kg   |
|      | 염분          | 0.22 %        |        | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 칼로리 (cal/g) | 1,750 %       |        | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 1873.92 mg/kg | 수은(Hg) | 0.01 mg/kg                          |               |
|      | 구리(Cu)      | 34.71 mg/kg   | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                          |               |
|      | 철(Fe)       | 89.23 mg/kg   | 미생물    | Salmonellaspp.(정성)                  | 불검출           |
|      | 칼륨(K)       | 2928.36 mg/kg | 지방산    | Myristic acid(C14:0)                | 6.69 %        |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.176 %       |        | Palmitic acid(C16:0)                | 23.44 %       |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.388 %       |        | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 18.94 %       |
|      | 아스파르트산(ASP) | 1.564 %       |        | Stearic acid(C18:0)                 | 3.59 %        |
|      | 트레오닌(THR)   | 0.718 %       |        | Oleic acid(C18:1n9)                 | 30.83 %       |
|      | 세린(SER)     | 0.697 %       |        | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|      | 글루탐산(GLU)   | 2.121 %       |        | Linoleic acid(C18:2n6)              | 15.43 %       |
|      | 글리신(GLY)    | 0.686 %       |        | γ-Linoleic acid(C18:3n6)            | 0.00 %        |
|      | 알라닌(ALA)    | 0.807 %       |        | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.75 %        |
|      | 발린(VAL)     | 0.817 %       |        | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 0.25 %        |
|      | 이소류신(Ile)   | 0.550 %       |        | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.09 %        |
|      | 류신(Leu)     | 1.056 %       |        | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|      | 타이로신(Tyr)   | 0.914 %       |        | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 0.819 %       |        | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|      | 라이신(Lys)    | 1.115 %       |        | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|      | 히스티딘(His)   | 0.500 %       |        | 포화 지방산                              | 33.72 %       |
|      | 아르기닌(Arg)   | 0.840 %       |        | 불포화 지방산                             | 66.28 %       |
|      | 프롤린(Pro)    | 0.563 %       |        | - 단가                                | 50.02 %       |
|      | 금속성분        | 마그네슘(Mg)      |        | 1171.98 mg/kg                       | - 다가          |

③ 아메리카동애등에 유충, 번데기(2015. 4. 2)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과           | 구분     | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|------|-------------|----------------|--------|-------------------------------------|---------------|
| 성분   | 수분          | 7.73 %         | 금속성분   | 망간(Mn)                              | 580.24 mg/kg  |
|      | 조단백질        | 50.64 %        |        | 나트륨(Na)                             | 1267.84 mg/kg |
|      | 조지방         | 10.03 %        |        | 인(P)                                | 8516.29 mg/kg |
|      | 조섬유         | 18.79 %        |        | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 조회분         | 10.72 %        |        | 아연(Zn)                              | 139.61 mg/kg  |
|      | 염분          | 0.58 %         |        | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 칼로리 (cal/g) | 4.263 %        |        | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 2974.20 mg/kg  | 수은(Hg) | 0.01 mg/kg                          |               |
|      | 구리(Cu)      | 55.32 mg/kg    | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                          |               |
|      | 철(Fe)       | 291.92 mg/kg   | 미생물    | Salmonellasp.(정성)                   | 검출            |
|      | 칼륨(K)       | 10836.84 mg/kg | 지방산    | Myristic acid(C14:0)                | 15.00 %       |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.264 %        |        | Palmitic acid(C16:0)                | 23.34 %       |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.378 %        |        | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 5.03 %        |
|      | 아스파르트산(ASP) | 2.818 %        |        | Stearic acid(C18:0)                 | 6.45 %        |
|      | 트레오닌(THR)   | 1.539 %        |        | Oleic acid(C18:1n9)                 | 29.98 %       |
|      | 세린(SER)     | 2.019 %        |        | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|      | 글루탐산(GLU)   | 3.615 %        |        | Linoleic acid(C18:2n6)              | 18.08 %       |
|      | 글리신(GLY)    | 3.122 %        |        | γ-Linoleic acid(C18:3n6)            | 0.00 %        |
|      | 알라닌(ALA)    | 3.034 %        |        | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.71 %        |
|      | 발린(VAL)     | 2.645 %        |        | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 1.29 %        |
|      | 이소루신(Ile)   | 1.339 %        |        | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.13 %        |
|      | 루신(Leu)     | 2.708 %        |        | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|      | 타이로신(Tyr)   | 2.420 %        |        | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 1.303 %        |        | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|      | 라이신(Lys)    | 1.561 %        |        | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|      | 히스티딘(His)   | 1.133 %        |        | 포화 지방산                              | 44.79 %       |
|      | 아르기닌(Arg)   | 1.477 %        |        | 불포화 지방산                             | 55.21 %       |
|      | 프롤린(Pro)    | 2.536 %        | - 단가   | 36.29 %                             |               |
| 금속성분 | 마그네슘(Mg)    | 3330.60 mg/kg  | - 다가   | 18.92 %                             |               |

아메리카동애등에의 분석결과 salmonella가 검출된 것은 시료를 건조상태로 장기간 냉동 보관한 것을 검사하였기 때문으로 추측되었다. 그동안 보고된 아메리카동애등에의 다양

한 성분분석결과에서 salmonella는 검출되어지지 않았으므로 재검사를 통하여 검증할 계획입니다.


④ 시험성적서

| 사료검정증명서  |                                |                    |
|--|--------------------------------|--------------------|
| 우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251)<br>전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669 |                                |                    |
| 문서번호 15-C-2952<br>시행일 2015. 12. 22<br>수신 재단법인 전남생물산업진흥원 생활방제연구원                      |                                |                    |
| 접수번호   | U-15-02424                     | 접수연월일 2015. 12. 11 |
| 검정번호   | 15-FEED-1-010/3                | 검정일 2015. 12. 22   |
| 제조사  | 성명 재단법인 전남생물산업진흥원 생활방제연구원      |                    |
|  | 주소 516-942 전라남도 곡성군 임변 일면로 495 |                    |
| 제품명  | 슈퍼밀원유종 제조일:                    |                    |
| 의뢰성분   | 검정결과                           | 검정방법               |
| 수분   | 8.49 %                         | 사료표준분석방법           |
| 조단백질   | 44.69 %                        |                    |
| 조지방  | 34.51 %                        |                    |
| 조섬유  | 5.00 %                         |                    |
| 조회분  | 2.80 %                         |                    |
| 염분   | 0.51 %                         |                    |
| 칼로리  | 6067 cal/g                     |                    |
| 칼슘(Ca)   | 0.05 %                         |                    |
| 구리(Cu)   | 13.94 mg/kg                    |                    |
| 크롬(Cr)   | 0.00 mg/kg                     |                    |
| 철(Fe)  | 50.12 mg/kg                    |                    |
| 칼륨(K)  | 0.65 %                         |                    |
| 마그네슘(Mg)   | 117.92 mg/kg                   |                    |
| 망간(Mn)   | 11.49 mg/kg                    |                    |
| 나트륨(Na)  | 1146.73 mg/kg                  |                    |
| 인(P)   | 0.52 %                         |                    |
| 아연(Zn)   | 72.71 mg/kg                    |                    |
| 비소(As)   | 0.00 mg/kg                     |                    |
| 카드뮴(Cd)  | 0.00 mg/kg                     |                    |
| 수은(Hg)   | 0.067 mg/kg                    |                    |
| 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                     |                    |
| Salmonella spp. (장성)   | 불검출                            |                    |
| 시스테인(CYS)  | 0.230 %                        |                    |
| 메치오닌(MET)  | 0.466 %                        |                    |
| 아스파르트산(ASP)  | 2.563 %                        |                    |
| 트레오닌(THR)  | 1.153 %                        |                    |

| 의뢰성분       | 검정결과    | 검정방법     |
|------------|---------|----------|
| 세린(SER)    | 1.227 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)  | 3.032 % |          |
| 글리신(GLY)   | 1.514 % |          |
| 알라닌(ALA)   | 1.869 % |          |
| 발린(VAL)    | 1.423 % |          |
| 이소류신(Ile)  | 1.092 % |          |
| 류신(Leu)    | 2.067 % |          |
| 타이로신(Tyr)  | 1.932 % |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 1.204 % |          |
| 라이신(Lys)   | 1.583 % |          |
| 히스티딘(His)  | 0.824 % |          |
| 아르기닌(Arg)  | 1.376 % |          |
| 프롤린(Pro)   | 1.477 % |          |
|            | 이하 이백   |          |

「사료관리법」 제 20조에 따라 검정을 실시한 결과 위와 같이 검정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일



**농업기술실용화재단이 사정**

|      |               |
|------|---------------|
| 담당부서 | 농식품분석팀        |
| 책임자  | 이정숙 팀장        |
| 담당자  | 박해강 선임연구원     |
| 연락처  | 031-8012-9623 |

\* 사료명칭: 영문중문중계 일치된 "사료명칭"을 기재  
\* 사료상태: 입출(반체, 분말) 등으로 포장된 입체로써 보존하지 않으시는 사료체제를 할 수 없는 경우  
또는 개별(반체, 분말) 등으로 포장되지 않은 상태, 밀크물 포함)으로 기재  
\* 제조 또는 수입 연월일: 제조 포장기에 있는 제조 또는 수입 연월일 기재

아메리카왕거저리 사료검정증명서

| 사료검정증명서  |                             |          |            |
|--|-----------------------------|----------|------------|
| 우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251)<br>전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669 |                             |          |            |
| 문서번호 15-C-2852   |                             |          |            |
| 시행일 2015.12.22   |                             |          |            |
| 수신 재단법인 전남생물산업진흥원 생물방제연구원  |                             |          |            |
| 접수번호   | U-15-02424                  | 접수연월일    | 2015.12.11 |
| 검정번호   | 15-FEED-1-01074             | 검정일      | 2015.12.22 |
| 시험   | 재단법인 전남생물산업진흥원 생물방제연구원      |          |            |
| 주소   | 516-942 진리남도 곡성군 입면 입면로 495 |          |            |
| 제품명  | 동애동에유충 제조일:                 |          |            |
| 의뢰상분   | 검정결과                        | 검정방법     |            |
| 수분   | 8.55 %                      | 사료표준분석방법 |            |
| 조단백질   | 37.02 %                     |          |            |
| 조지방  | 29.24 %                     |          |            |
| 조섬유  | 5.69 %                      |          |            |
| 조회분  | 11.03 %                     |          |            |
| 열분   | 0.36 %                      |          |            |
| 칼로리  | 5409 cal/g                  |          |            |
| 칼슘(Ca)   | 4.28 %                      |          |            |
| 구리(Cu)   | 14.51 mg/kg                 |          |            |
| 크롬(Cr)   | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| 철(Fe)  | 84.81 mg/kg                 |          |            |
| 칼륨(K)  | 0.59 %                      |          |            |
| 마그네슘(Mg)   | 238.13 mg/kg                |          |            |
| 망간(Mn)   | 69.47 mg/kg                 |          |            |
| 나트륨(Na)  | 1091.77 mg/kg               |          |            |
| 인(P)   | 0.52 %                      |          |            |
| 아연(Zn)   | 55.44 mg/kg                 |          |            |
| 비소(As)   | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| 카드뮴(Cd)  | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| 수은(Hg)   | 0.015 mg/kg                 |          |            |
| 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| <i>Salmonella</i> spp. (장상)  | 불검출                         |          |            |
| 시스테인(CYS)  | 0.437 %                     |          |            |
| 메치오닌(MET)  | 0.860 %                     |          |            |
| 아스파르트산(ASP)  | 3.439 %                     |          |            |
| 트레오닌(THR)  | 1.484 %                     |          |            |

1 / 2

| 의뢰상분       | 검정결과    | 검정방법     |
|------------|---------|----------|
| 세린(SER)    | 1.378 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)  | 4.354 % |          |
| 글리신(GLY)   | 1.436 % |          |
| 알라닌(ALA)   | 1.673 % |          |
| 발린(VAL)    | 1.477 % |          |
| 이소류신(Ile)  | 1.255 % |          |
| 류신(Leu)    | 2.478 % |          |
| 타이로신(Tyr)  | 1.860 % |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 1.831 % |          |
| 라이신(Lys)   | 2.160 % |          |
| 히스티딘(His)  | 1.031 % |          |
| 아르기닌(Arg)  | 1.878 % |          |
| 프롤린(Pro)   | 1.111 % |          |
|            | 이하 여백   |          |

「사료관리법」 제20조에 따라 검정을 실시한 결과 위와 같이 검정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일

농업기술실용화재단이사장

담당부서 농식품분석팀  
책임자 이철수 팀장  
담당자 박재림 선임연구원  
연락처 031-8012-9623

\* 사료명칭: 성분등록증에 명시된 "사료명칭"을 기재  
\* 시료상태: 밀물(관내, 증류용으로 포장된 상태)인지 파손되지 않고서는 시료채취를 할 수 없는 경우)  
또는 제법(반액, 증류용으로 포장되지 않은 상태, 병크를 포함)으로 기재  
\* 제조 또는 수입 연월일: 제품 포장지에 있는 제조 또는 수입 연월일 기재

2 / 2

아메리카동애동에 사료검정증명서



### 사료검정증명서

|  |                 |                             |            |
|--|-----------------|-----------------------------|------------|
| 우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) |                 |                             |            |
| 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669         |                 |                             |            |
| 문서번호 15-C-2952                               |                 |                             |            |
| 시행일 2015.12.22                               |                 |                             |            |
| 수신 재단법인 전남생물산업진흥원 생물방제연구원                    |                 |                             |            |
| 접수번호   | U-15-02424      | 접수연월일                       | 2015.12.11 |
| 검정번호   | 15-FEED-1-010/5 | 검정일                         | 2015.12.22 |
| 제조사  | 성명              | 재단법인 전남생물산업진흥원 생물방제연구원      |            |
|  | 주소              | 516-942 진라남도 곡성군 입면 입면로 495 |            |
| 제품명  | 파리번데기 제조일:      |                             |            |
| 의뢰성분   | 검정결과            | 검정방법                        |            |
| 수분   | 9.72 %          | 사료표준분석방법                    |            |
| 조단백질   | 50.09 %         |                             |            |
| 조지방  | 18.06 %         |                             |            |
| 조섬유  | 11.57 %         |                             |            |
| 조회분  | 5.09 %          |                             |            |
| 열분   | 0.71 %          |                             |            |
| 칼로리  | 5221 cal/g      |                             |            |
| 칼슘(Ca)                                       | 0.52 %          |                             |            |
| 구리(Cu)                                       | 97.56 mg/kg     |                             |            |
| 크롬(Cr)                                       | 0.00 mg/kg      |                             |            |
| 철(Fe)  | 207.23 mg/kg    |                             |            |
| 칼륨(K)  | 0.74 %          |                             |            |
| 마그네슘(Mg)                                     | 288.35 mg/kg    |                             |            |
| 망간(Mn)                                       | 269.90 mg/kg    |                             |            |
| 나트륨(Na)                                      | 2928.95 mg/kg   |                             |            |
| 인(P)   | 0.86 %          |                             |            |
| 아연(Zn)                                       | 181.16 mg/kg    |                             |            |
| 비소(As)                                       | 0.00 mg/kg      |                             |            |
| 카드뮴(Cd)                                      | 0.00 mg/kg      |                             |            |
| 수은(Hg)                                       | 0.004 mg/kg     |                             |            |
| 납(Pb)  | 0.00 mg/kg      |                             |            |
| <i>Salmonella</i> spp. (장상)                  | 불검출             |                             |            |
| 시스테인(CYS)                                    | 0.300 %         |                             |            |
| 메치오닌(MET)                                    | 0.316 %         |                             |            |
| 아스파르트산(ASP)                                  | 2.485 %         |                             |            |
| 트레오닌(THR)                                    | 1.240 %         |                             |            |

1 / 2

| 의뢰성분       | 검정결과    | 검정방법     |
|------------|---------|----------|
| 세린(SER)    | 1.327 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)  | 3.815 % |          |
| 글리신(GLY)   | 1.429 % |          |
| 알라닌(ALA)   | 2.143 % |          |
| 발린(VAL)    | 1.536 % |          |
| 이소류신(Ile)  | 1.218 % |          |
| 류신(Leu)    | 2.316 % |          |
| 타이로신(Tyr)  | 2.228 % |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 1.186 % |          |
| 라이신(Lys)   | 1.937 % |          |
| 히스티딘(His)  | 0.979 % |          |
| 아르기닌(Arg)  | 1.682 % |          |
| 프롤린(Pro)   | 1.640 % |          |
|            | 이하 여백   |          |

「사료관리법」 제20조에 따라 검정을 실시한 결과 위와 같이 검정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일

농업기술실용화재단



담당부서 농식품분석팀  
책임자 이장숙 팀장  
담당자 박해림 선임연구원  
연락처 031-8012-9623

\* 사료명칭: 성분등록증에 명시된 "사료명칭"을 기재  
\* 시료상태: 밀봉(완제, 봉인용)으로 포장된 상태인지 미승인하지 않고서는 시료채취를 할 수 없는 경우  
또는 개별(반제, 봉인용)으로 포장되지 않은 상태, 벌크를 포함)으로 기재  
\* 제조 또는 수입 연월일: 제품 포장지에 있는 제조 또는 수입 연월일 기재

2 / 2

파리번데기 사료검정증명서

## 제 6절. 식용곤충 및 사료용곤충제품의 가공 및 제형화된 시제품 생산

### 1. 식용곤충 가공법 개발

- ① 장내 물질 제거(절식(絶食)): 식용 대상 곤충인 아메리카왕거저리의 장내 사료와 분변을 제거하기 위하여 1 ~ 2일간 먹이를 주지 않고 굶기는 과정
  - 곤충 장내의 사료성분 제거를 위하여 아메리카왕거저리 유충 입고 후 2일정도 절식
  - 절식시 밀도가 높은 상태로 보관하면 열이 발생하기 때문에 타공된 박스에 분산하여 절식하며 온도관리(10℃~15℃), 공기순환이 잘 되는 곳에 보관
  - 절식을 2일 이상 길게 할 경우 곤충의 에너지 대사활동으로 전체중량이 감소하므로 주의 필요
- ② 세척: 깨끗한 물을 이용하여 식용 대상 곤충의 표피를 씻어내는 과정으로 흐르는 물을 이용하는 것이 좋다.
- ③ 멸균, 소독 살균
  - 식품으로 사용되는 갈색거저리는 인체에 영향을 줄 수 있는 장내 미생물 등을 살균하기 위하여 스팀을 이용한 고압멸균기를 활용하여 살균
  - 스테인레스 타공팬(2mm 이하)에 갈색거저리를 2cm이하 두께로 나누어 살균
    - 갈색거저리의 두께가 높을 경우 내부까지 충분히 살균되지 않음
  - 고온 고압 살균(최종 온도 120℃, 5분) 후 건조. 살균에 걸리는 시간은 최고온도에서 약 10 ~ 20분소요
  - 압력 파기 및 수거 후 동결실로 이송
- ④ 동결건조
  - 동결기 온도 -40℃로 미리 가동 및 살균된 곤충을 동결팬에 나누어 투입
  - 동결온도 -35℃ 이하, 12시간 이상 급속 동결
  - 건조는 -15℃, 0.5torr에서 30시간 이상 건조

### 2. 식용 시제품

#### ① 쿠키

기존의 쿠키 제작원료에 거저리를 직접 또는 분말로 혼합하여 제작하여 기호성을 조사한 결과 분말로 혼합하여 거저리 형태가 보이지 않게 하는 것이 좋은 것으로 조사되었다.



기호성 조사결과 시각적인 혐오감이 있으므로 아메리카왕거저리를 분말로 제작하여 쿠키와 같은 과제에 넣는 것이 좋을 것이라는 의견이 많았음.

② 머핀

기존의 머핀 제작원료에 거저리를 직접 또는 분말로 혼합하여 제작하여 기호성을 조사한 결과 분말로 혼합하여 거저리 형태가 보이지 않게 하는 것이 좋은 것으로 조사되었다.



기호성 조사결과 맛의 차이를 느끼지는 못하였지만 시각적인 혐오감이 있으므로 아메리카왕거저리를 분말로 제작하여 머핀 및 빵 등에 넣는 것이 좋을 것이라는 의견이 많았음.

3. 사료용곤충 가공법 개발

가. 곤충 가공의 개요



나. 곤충 가공에 활용된 주요 장비 개요

① 곤충대용량건조기

- 목적 : 곤충의 가공 및 유통을 위하여  
          마이크로웨이브를 활용 곤충 건조
- 규격 : 1.4m × 15.5m × 1.5m(길이,폭,높이)
- 용량 : 연속식, 20kg/h 이상
- 소비전력 : 380V, 약 50kw/h



곤충대용량건조기

② 곤충사료화장비

- 목적 : 가공된 곤충을 축산, 수산용 사료로  
          활용하기 위해 혼합, 펠릿화
- 구성 : 분쇄, 배합, 펠릿기, 건조기, 저장기
- 용량 : 연속식, 100kg/h 이상
- 소비전력 : 약 46kw/h



곤충사료화장비

③ 곤충유용물질추출장비

- 목적 : 유용물질을 추출, 혼합, 농축하여  
          과우치형태로 포장 및 제품화
- 구성 : 3탱크(추출,혼합,농축), 포장기 3기
- 용량 : 1,000L × 3탱크, 연속식
- 소비전력 : 약 15kw/h, 유류 20L/h



곤충추출기

다. 사료용 곤충의 가공방법

① 절식

- 곤충 장내의 사료성분 제거를 위하여 곤충의 유충을 후 2일 절식.
- 절식시 밀도가 높은 상태로 보관하면 열이 발생하기 때문에 종이 박스 (60cm × 45cm)에 분산하여 절식하며 온도관리(10℃ ~ 15℃) 및 공기순환이 잘 되는 곳에 보관
- 절식을 2일 이상 길게 할 경우 곤충의 에너지 대사활동으로 전체중량이 감소하므로 주의 필요함
- 절식을 진행한 곤충은 40mesh 체반을 이용하여 곤충과 곤충의 분변토를 완전히 분리

## ② 건조

- 곤충 건조 방법은 마이크로파 건조기를 활용하여 건조
- 곤충이 소량(100kg이하)일 경우 소용량 건조기를 활용하며, 대용량(100kg이상)일 경우 연속식 대용량건조기를 활용 건조
- 소량의 건조일 경우 곤충은 1kg씩 소분하여 2kg을 소용량 마이크로파 건조기를 활용 7분 30초간 건조
- 대량 건조일 경우 곤충은 10kg씩 소분하여 대용량 마이크로파 건조기의 호퍼에 투입하고 배출량을 조절하여 연속 건조
- 건조된 곤충은 종이박스 등을 활용하여 상온 냉각



<곤충대용량 건조기(좌), 곤충의 투입 및 수거(우)>

## ③ 착유(榨油)

- 착유과정은 곤충의 활용용도에 따라 생략 가능
- 착유는 곤충의 영양성분이 파괴되지 않도록 저온식 엑스펠러 착유기를 활용하여 80℃에서 착유 및 착유된 곤충유는 PET보관병에 소분하여 냉동저장
- 착유 후의 곤충의 박(찌꺼기)은 분쇄기로 이동하여 목적에 맞도록 분쇄



<곤충착유기>



<착유중인 곤충>

#### ④ 분쇄

- 펄분쇄기를 이용하여 용도에 맞도록 원하는 크기로 분쇄(10 to 150mesh)
- 착유하지 않은 곤충의 경우 최종 분쇄된 산물은 내부틀을 20mesh로 사용하여 분쇄하며, 20~40mesh정도의 크기로 분쇄가 가능함.



<곤충 분쇄기>



<분쇄된 곤충가루>

#### ⑤ 저장

- 곤충을 저장시에는 건조(②)까지 마친 상태로 건조하거나 분쇄(④)공정을 마친상태로 저장
- 곤충의 저장은 밀봉된 상태로 진행하여야 하며, 냉동(-20℃)에서 저장
- 사료로 활용하기 위하여 꺼낸 상태에서는 상온에서 6시간 이상 충분히 해동한 후 밀봉을 제거하여 사용

## 제 7절. 식용, 사료용 곤충 제형화 기술 개발

### ① 고품 펠렛화

- 곤충 사료는 애완동물의 먹이, 가축 및 가금류 먹이, 양식어류의 먹이등으로 다양하게 활용
- 활용의 목적에 따라 펠렛형, 클럼블, 가루형, 환형 등 다양한 형태로 제형화
- 곤충사료 제형화시 곤충의 단백질, 불포화지방산 등이 파괴되지 않도록 주의
- 곤충활용 펠렛 사료제형 개발(병아리 사료용)
  - 착유하지 않은 건조된 상태의 곤충을 20mesh형태로 가늘게 분쇄
  - 곤충 가루와 미강을 각각 30% : 70%의 비율로 혼합
  - 곤충분과 미강의 수분함유율을 확인하고 정제수를 첨가하여 전체의 수분함유율을 20%로 조절
  - 펠렛 성형화 장비에 투입하여 펠렛화(직경 2mm, 길이 3mm)
  - 성형된 펠렛을 건조 및 저장



<원료혼합>



<수분측정>



<수분조절>



<펠렛형성>



<펠렛생산>



<건조이송>



<냉풍건조>



<사료저장>

## ② 액상 추출물

- 추출기는 추출 전 가동 및 세척하여 사용
- 곤충의 유용물질을 추출하기 위하여 건조된 곤충을 부직포에 3kg씩 소분하여 밀봉하고 추출기 내부에서 물과 함께(물 80% : 곤충 20%) 추출
- 추출조건은 80℃에서 5시간이상 추출을 기본으로 하며, 추출 비율 및 용량에 따라 시간은 조절가능
- 상기 작업으로 추출된 곤충추출물은 직접 포장을 하거나 농축기로 이송 및 진공방식을 이용 농축(50℃, 2hr)하여 사료 첨가제로 포장 및 활용



<곤충물질추출장비>



<곤충물질추출중>



<파우치포장기>



<포장된 형태>



## 제 8절. 시제품개발

### 1. 식용곤충 시제품 개발

마이크로파 건조 후 분말화된 아메리카동애등에 제형



<분말형태의 동애등에>

### 2. 육계 사료 시제품 개발

- ① 제품명: 육계사료 라바피드(곤충사료)
- ② 상표출원: 라바피드
- ③ 성분표: 미강(70%)+ 동애등에 유충건조분말(30%)
- ④ 제형: 분말형, 팻렛형 완성
- ⑤ 시제품에 소화 흡수를 돕는 유용미생물 선발실험 중: *Lactobacillus acidophilus* 접종
- ⑥ 부형제와 유산균과 함께 발효시켜 사료에 첨가할 수 있는지 조사 중

## <제 1 협동과제: 식용·사료용 곤충자원의 효능 및 안전성 평가>

### 제 1 절. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충의 효능평가

#### 1. 연구목표

- 가. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충의 생산성 증가 효과 규명
- 나. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충의 세포성 면역 증강 효과 규명
- 다. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충의 항병력 효과 규명

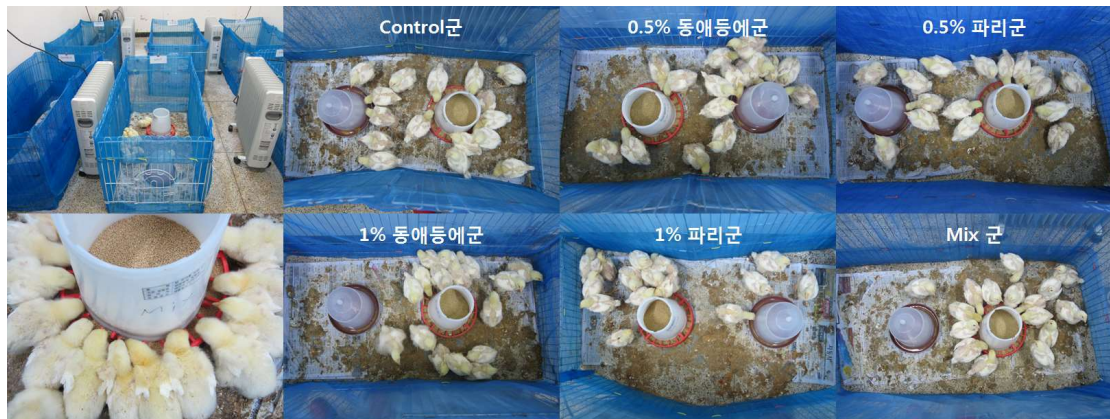
#### 2. 집파리유충과 아메리카동애등에유충 급여에 의한 생산성 증가 효과 규명

- 가. 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 육계에서의 생산성 증가 효과 규명

##### (1) 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 96수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28 ~ 30℃와 45 ~ 55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음.
- 입식한 병아리 96수는 완전 임의로 구성된 6개의 군으로 나누어 집파리유충 또는 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 0.5% 등애군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 0.5% 급여군
- ▶ 0.5% 파리군 : 집파리유충 건조분말 0.5% 급여군
- ▶ 1% 등애군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 1% 급여군
- ▶ 1% 파리군 : 집파리유충 건조분말 1% 급여군
- ▶ Mix 군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 0.5% + 집파리유충 건조분말 0.5% 혼합급여군



[그림 1] 사육장 사진 및 군 분리 현황

(2) 집파리유충과 아메리카동애등애유충 건조분말 급여 용량 설정

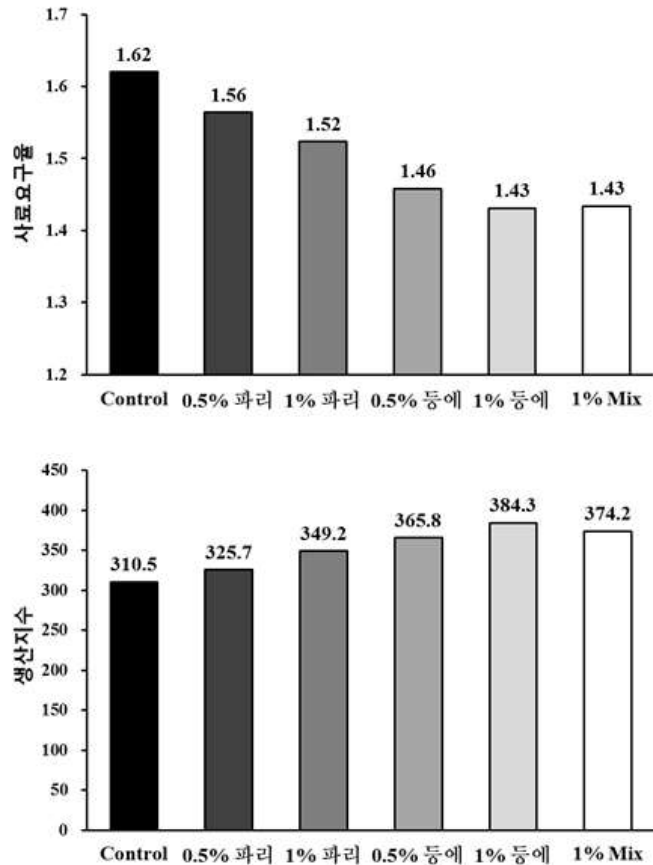
- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 집파리유충 및 아메리카동애등애유충 건조분말을 육계 사료에 각각 0.5%와 1%의 용량 또는 집파리유충과 아메리카동애등애유충을 각각 0.5%씩 혼합한 건조분말을 일반 육계사료에 섞은 후 육계에 급여하였음.
- 급여 후 매일 사료섭취량을 측정하였으며, 10일에 한 번씩 육계의 체중 측정을 실시하였음. 급여 20일 후에는 각 군당 목표체중인 1.3kg에 도달하는 시기를 확인하기 위해 매일 체중 측정을 실시하였음.

(3) 집파리유충과 아메리카동애등애유충 건조분말 급여에 따른 생산성 증가 효과 확인

- 육계의 체중 및 사료섭취량을 측정한 후, 평균증체량과 평균사료섭취량을 확인하였으며, 이를 통해 사료요구율과 생산지수를 계산하였음. 이 때 사용한 계산식은 아래와 같으며, 최종적으로 사료요구율의 감소와 생산지수의 증가를 통해 육계 생산성 증가 정도를 비교 평가하였음.

|        |  |
|--------|--|
| 사료요구율  | 총사료 섭취량 (kg)/총 출하중량(kg)                |
| 육성율(%) | (출하수수/입추수수)x100                        |
| 생산지수   | 육성율(%) × 평균출하체중(kg)/사료요구율 × 출하일수 × 100 |

- Control군에 비해 집파리유충과 아메리카동애등애유충 급여군에서 사료요구율의 감소 및 생산지수의 증가를 확인할 수 있었음. 특히 이러한 경향은 아메리카동애등애유충 급여군에서 더 뚜렷하게 나타남을 확인하였으며, 고농도의 아메리카동애등애유충을 급여할수록 생산성이 증가함을 확인하였음.
- 또한, 최종 목표 체중인 1.3kg에 도달하는 시기는 Control군은 31일령, 0.5%, 1% 파리군은 30일령, 0.5% 등애군과 1% Mix군은 29일령, 1% 등애군은 28일령인 것으로 확인하였음. 따라서 육계에 집파리유충 또는 아메리카동애등애유충 급여 시 출하시기를 앞당길 수 있을 것으로 생각됨.



[그림 2] 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 생산성의 변화. 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말을 급여한 군에서 사료요구율의 감소 및 생산지수의 증가를 확인할 수 있음.

나. 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여 농도에 따른 육계에서의 생산성 증가 효과 규명

(1) 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 96수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28 ~ 30℃와 45 ~ 55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음.

- 입식한 병아리 96수는 완전 임의로 구성된 6개의 군으로 나누어 집파리유충 또는 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1% 등에군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 1% 급여군
- ▶ 2% 등에군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 2% 급여군
- ▶ 4% 등에군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 4% 급여군
- ▶ 8% 등에군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 8% 급여군

▶ 8% 파리군 : 집파리유충 건조분말 8% 급여군

(2) 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여 용량 설정

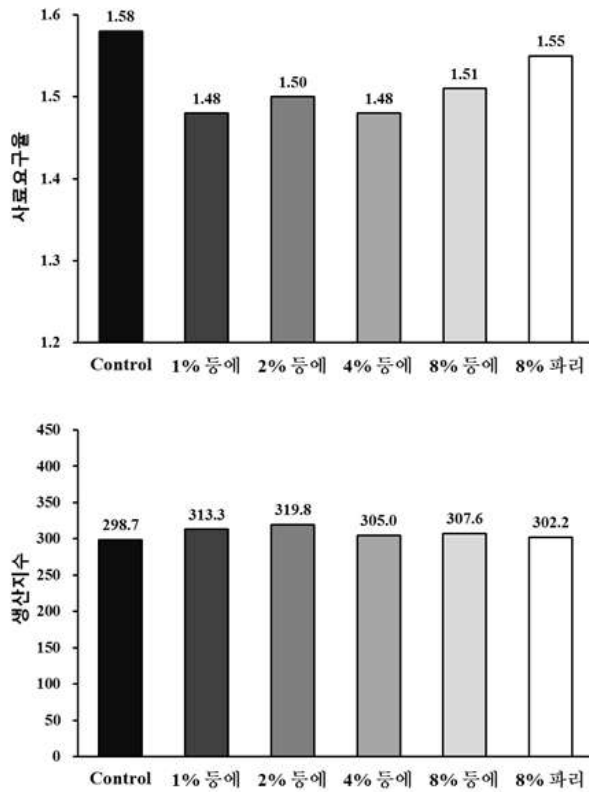
- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 집파리유충 및 아메리카동애등에유충 건조분말을 육계 사료에 각각 1%, 2%, 4%, 8%의 용량으로 혼합한 후 육계에 급여하였음.
- 급여 후 매일 사료섭취량을 측정하였으며, 10일에 한 번씩 육계의 체중 측정을 실시하였음.

(3) 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 생산성 증가 효과 확인

- 육계의 체중 및 사료섭취량을 측정한 후, 평균증체량과 평균사료섭취량을 확인하였으며, 이를 통해 사료요구율과 생산지수를 계산하였음. 이 때 사용한 계산식은 아래와 같으며, 최종적으로 사료요구율의 감소와 생산지수의 증가를 통해 육계 생산성 증가 정도를 비교 평가하였음.

|        |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| 사료요구율  | 총사료 섭취량 (kg)/총 출하중량(kg)           |
| 육성율(%) | (출하수수/입추수수)x100                   |
| 생산지수   | 육성율(%)x평균출하체중(kg)/사료요구율x출하일수 x100 |

- Control군에 비해 집파리유충과 아메리카동애등에유충 급여군에서 사료요구율의 감소 및 생산지수의 증가를 확인할 수 있었으나, 기대했던 바와 달리 농도 증가에 따른 생산성 증강 효과는 확인할 수 없었음. 또한 8% 파리군은 control군에 비해 별다른 생산성 증가 효과를 확인할 수 없었음.
- 육계에 건조분말 혼합 급여 시 농도가 높아짐에 따라 사료통 위쪽에 다량의 건조분말이 정체되어 제대로 급여되지 않았으며, 또한 이로 인해 사료 자체 급여 역시 원활히 이루어지지 않는 현상을 확인하였음. 따라서 고농도 급여군일수록 유용곤충 건조분말이 사료의 급여를 방해함으로써 오히려 생산성을 저해시키는 것으로 생각됨.
- 본 실험의 결과를 토대로 건조분말이 아닌 육계에 효율적인 급여가 가능한 새로운 제형의 유용곤충 사료첨가제 개발이 필요할 것으로 생각됨.



[그림 3] 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 생산성의 변화. 고농도의 집파리유충과 아메리카동애등에유충을 급여한 군에서 오히려 생산성이 저하됨을 확인할 수 있음.

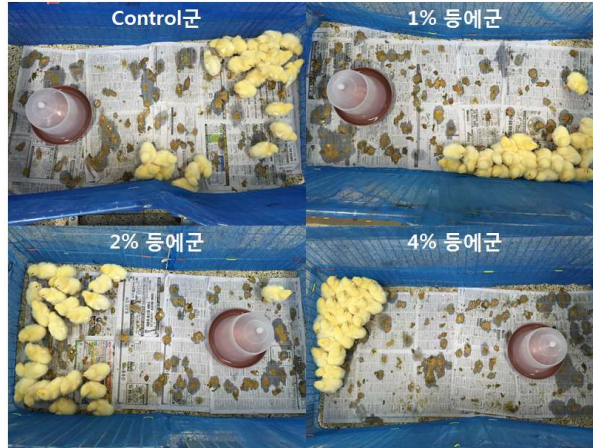
#### 다. 아메리카동애등에유충 펠릿 급여에 따른 육계에서의 생산성 증가 효과 규명

##### (1) 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 100수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28 ~ 30℃와 45 ~ 55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음.

- 입식한 병아리 100수는 완전 임의로 구성된 4개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충 펠릿을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠릿 1% 급여군
- ▶ 2% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠릿 2% 급여군
- ▶ 3% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠릿 3% 급여군



[그림 4] 새롭게 제작된 펠릿 형태의 아메리카등애등에유충 사료첨가제 및 군 분리 현황.

(2) 아메리카등애등에유충 펠릿 급여 용량 설정

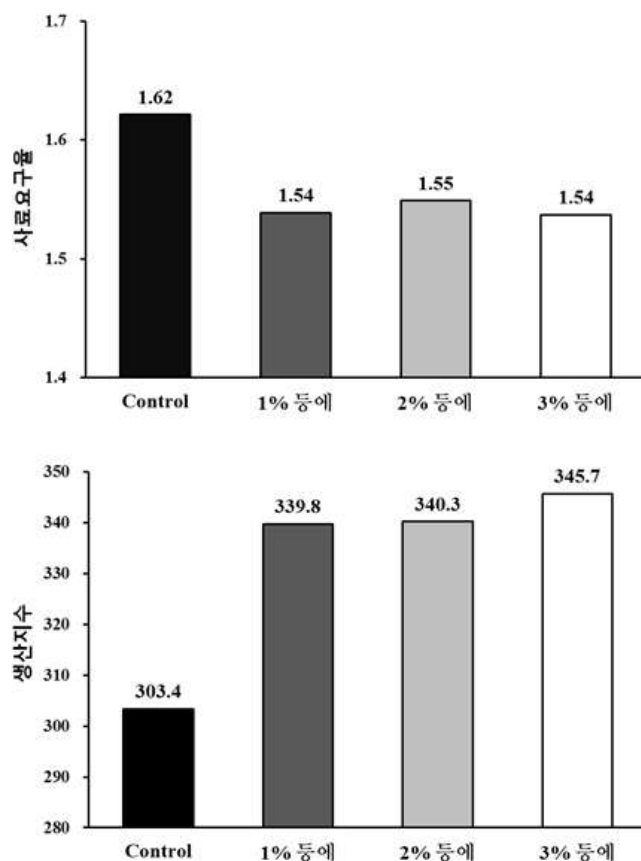
- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 아메리카등애등에유충 펠릿을 육계 사료에 1%, 2%, 3%의 용량으로 일반 육계사료에 혼합한 후 육계에 급여하였음.
- 급여 후 매일 사료섭취량을 측정하였으며, 10일에 한 번씩 육계의 체중 측정을 실시하였음. 급여 20일 후에는 각 군당 목표체중인 1.3kg 및 1.8kg에 도달하는 시기를 확인하기 위해 매일 체중 측정을 실시하였음.

(3) 아메리카등애등에유충 펠릿 급여에 따른 생산성 증가 효과 확인

- 육계의 체중 및 사료섭취량을 측정한 후, 평균증체량과 평균사료섭취량을 확인하였으며, 이를 통해 사료요구율과 생산지수를 계산하였음. 이 때 사용한 계산식은 아래와 같으며, 최종적으로 사료요구율의 감소와 생산지수의 증가를 통해 육계 생산성 증가 정도를 비교 평가하였음.

|        |  |
|--------|--|
| 사료요구율  | 총사료 섭취량 (kg)/총 출하중량(kg)                |
| 육성율(%) | (출하수수/입추수수) × 100                      |
| 생산지수   | 육성율(%) × 평균출하체중(kg)/사료요구율 × 출하일수 × 100 |

- Control군에 비해 아메리카등애등에유충 펠릿 급여군에서 사료요구율의 감소 및 생산지수의 증가를 확인할 수 있었음. 하지만 아메리카등애등에유충 급여군간의 뚜렷한 차이는 확인할 수 없었음.
- 또한, 최종 목표 체중인 1.3kg에 도달하는 시기는 Control군은 32일령 이었으며, 1%, 2%, 3% 등예군은 30일령으로 확인함. 1.8kg에 도달하는 시기는 Control군은 37일령, 1%, 2%, 3% 등예군은 35일령인 것으로 확인하였음. 따라서 육계에 아메리카등애등에유충 펠릿 급여 시 출하시기를 앞당길 수 있을 것으로 기대됨.
- 아메리카등애등에 건조분말과 달리 펠릿 형태의 사료첨가제를 급여할 경우 닭이 더 용이하게 섭식하는 것을 확인할 수 있었으며, 건조분말 급여 시에서 나타나던 사료 정체와 같이 생산성 저하를 유발하는 현상은 나타나지 않았음.
- 따라서 펠릿 제형의 아메리카등애등에유충 육계용 사료첨가제를 급여 시 가장 효율적으로 육계의 생산성을 증가시키는 것으로 생각됨.



[그림 5] 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에유충 펠릿 급여에 따른 생산성의 변화. 아메리카동애등에유충을 급여한 군에서 사료요구율의 감소 및 생산지수의 증가를 확인할 수 있음.

## 2. 집파리유충과 아메리카동애등에유충 급여에 의한 세포성 면역 증강 효과 규명

가. 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 육계에서의 세포성 면역 증강 효과 규명

### (1) 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 60수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28 ~ 30℃와 45 ~ 55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음.

- 입식한 병아리 60수는 완전 임의로 구성된 6개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 0.5% 등예군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 0.5% 급여군
- ▶ 0.5% 파리군 : 집파리유충 건조분말 0.5% 급여군



- ▶ 1% 등예군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 1% 급여군
- ▶ 1% 파리군 : 집파리유충 건조분말 1% 급여군
- ▶ Mix 군 : 아메리카동애등에유충 건조분말 0.5% + 집파리유충 건조분말 0.5% 혼합급여군

(2) 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여 용량 설정

- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 집파리유충 및 아메리카동애등에유충 건조분말을 육계 사료에 각각 0.5%와 1%의 용량 또는 집파리유충과 아메리카동애등에유충을 각각 0.5%씩 혼합한 건조분말을 일반 육계사료에 섞은 후 육계에 급여하였음.

(3) 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인

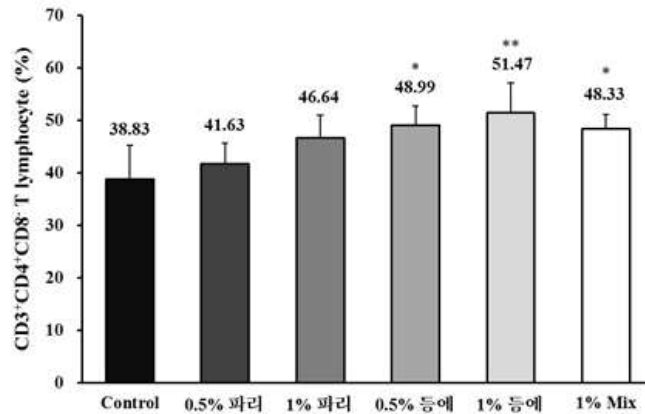
(가) 비장 림프구 분리 실시

- 유용곤충 급여 후 10일, 20일 차에 각 군에서 무작위로 5마리씩 선별하여 부검을 실시하였으며 부검 시 비장 및 말초혈액 채취를 실시하였음.
- 분리된 비장은 무균상태에서 cell strainer를 이용하여 비장세포를 유리시킨 후, RBC lysis buffer에 10분간 현탁하여 적혈구를 파괴하였고, 최종적으로 얻어진 림프구는  $5.0 \times 10^6$  cell/ml의 농도로 희석하였음.
- 혈액조성에 미치는 영향을 확인하기 위해 말초혈액을 이용해 CBC analysis를 실시하였음.

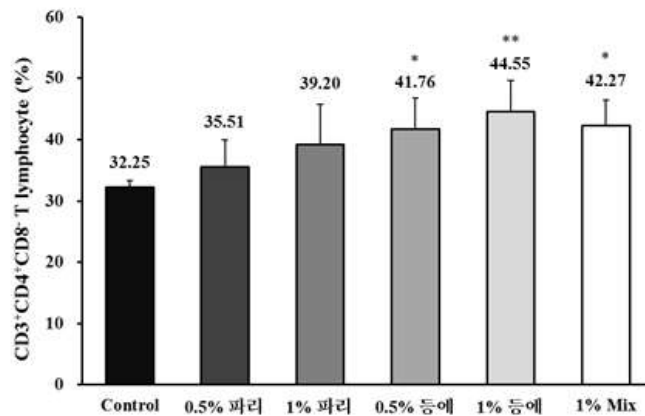
(나) 비장 내 세포의 비율 측정 결과

- 비장 내 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율을 측정한 결과 10일차의 경우 control군은 38.83%, 0.5% 파리군은 41.63%, 1% 파리군은 46.64%, 0.5% 등예군은 48.89%, 1% 등예군은 51.47%, 1% Mix군은 48.33%를 나타내었음.
- 20일차의 경우 control군은 32.25%, 0.5% 파리군은 35.51%, 1% 파리군은 39.20%, 0.5% 등예군은 41.76%, 1% 등예군은 44.55%, 1% Mix군은 42.27%를 나타내었음.
- 따라서, 집파리유충급여군과 아메리카동애등에유충급여군의 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율이 대조군에 비해 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 10일차와 20일차에서 모두 0.5% 등예군, 1% 등예군, 1% Mix군의 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율이 유의적으로 증가함을 확인하였음.

### D+10



### D+20



[그림 6] 집파리유충 및 아메리카동애등에 급여 10일 및 20일 후의 CD3+CD4+CD8- lymphocyte 분포. control군에 비해 아메리카동애등에 급여군에서 유의적으로 증가함을 확인할 수 있음.

나. 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 따른 육계에서의 세포성 면역 증강 효과 규명

#### (1) 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 20수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28 ~ 30℃와 45 ~ 55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음.

- 입식한 병아리 20수는 완전 임의로 구성된 4개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 1% 급여군
- ▶ 2% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 2% 급여군

▶ 3% 등에군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군

(2) 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 용량 설정

- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 아메리카동애등에유충 펠렛을 육계 사료에 1%, 2%, 3%의 용량으로 일반 육계사료에 혼합한 후 육계에 급여하였음.

(3) 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인

(가) 비장 림프구 및 혈청 분리 실시

- 유용곤충 급여 후 차에 각 군에서 부검을 실시하였으며 부검 시 비장 및 말초혈액 채취를 실시하였음.
- 비장림프구와 혈청 분리는 집파리유충과 아메리카동애등에유충 건조분말 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인 실험과 동일하게 실시하였으며, 분리한 림프구는 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율 측정, 림프구증식능 평가, cytokine level 확인 실험에 사용하였음.
- 분리한 말초혈액은 2000g, 5min 동안 centrifuge를 실시하여 혈청분리를 실시한 후 대식세포능 평가를 위한 lysozyme activity assay를 실시하였음.

(나) 아메리카동애등에유충 급여에 의한 비장 림프구 증식능의 변화 확인

- 비장림프구를  $1 \times 10^6$  용량으로 96 well plate에 seeding 한 후, T cell mitogen인 concanavalin a (ConA)를 처리하여 36시간 배양을 실시하였음. 배양 후에는 Thiazolyl Blue Tetrazolium Bromide (MTT)를 넣고 다시 4시간 배양을 실시하였으며, 최종적으로 540nm에서 흡광도 측정을 실시하였음.
- 그 결과, ConA stimulated 된 비장림프구에서 control군은 0.14, 1% 등에군은 0.15, 2% 등에군은 0.18, 3% 등에군은 0.20을 나타내었음.
- 따라서, 아메리카동애등에유충급여군에서 림프구증식능이 대조군에 비해 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2% 등에군과 3% 등에군에서 그 수치가 유의적으로 증가함을 확인하였음.

(다) 아메리카동애등에유충 급여에 의한 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율 변화 확인

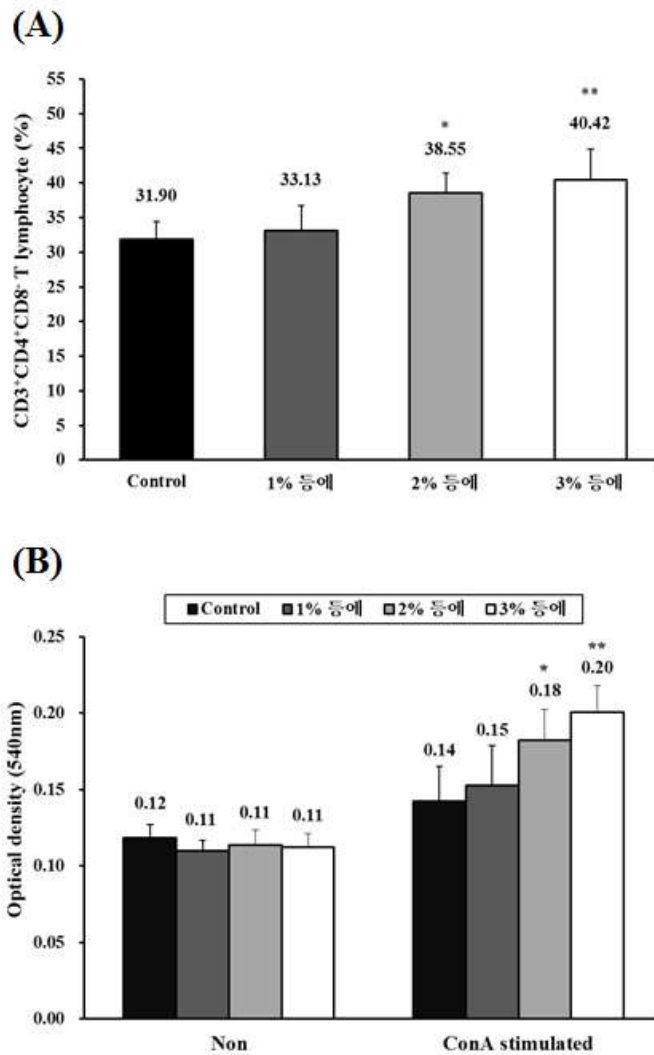
- 비장림프구에서 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율 측정을 위해  $1 \times 10^6$  용량으로 희석된 비장림프구를 PE/Cy7 anti-chicken CD3 (T cell marker), FITC anti-chicken CD4 (help T cell marker)와 PE anti-chicken CD8 (cytotoxic T cell marker)의 항체를 암실에서 30분간 반응시켜 염색하였음. 반응 후에 2회 원심 세척하고 PBS 1ml를 분주하여 유세포분석기 (BD Accuri Flow Cytometry, BD Biosciences, USA)를 이용하여 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율을 측정하였음.
- 그 결과 control군은 31.90%, 1% 등에군은 33.13%, 2% 등에군은 38.55%, 3% 등에군은 40.42%를 나타내었음.
- 따라서, 아메리카동애등에유충급여군에서 CD3+CD4+CD8<sup>-</sup> lymphocyte의 비율이 대조군에 비해 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2% 등에군과 3% 등에군에서 그

수치가 유의적으로 증가함을 확인하였음.

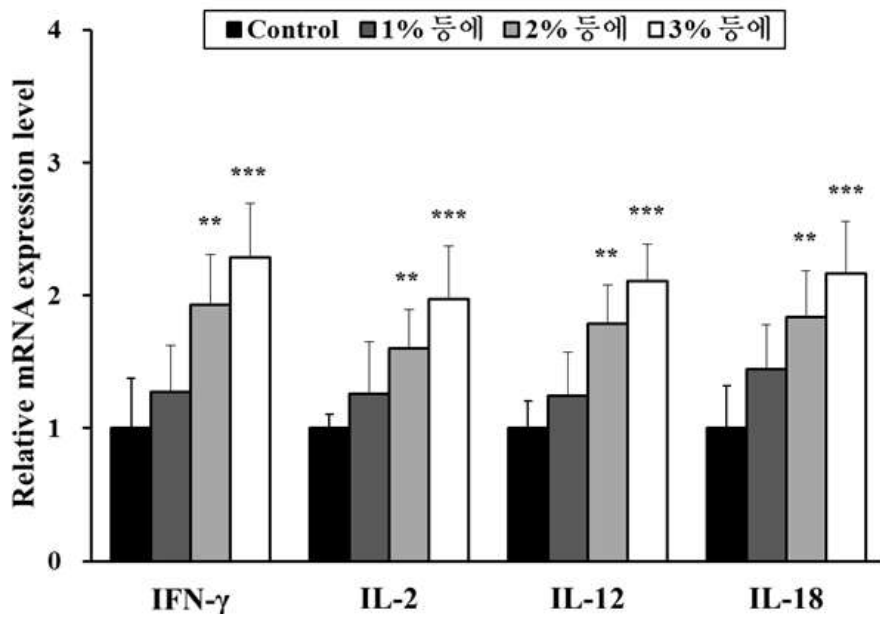
(라) 아메리카동애등에유충 급여에 의한 cytokine expression level의 변화 확인

- 비장림프구에서 mRNA cytokine expression level 확인을 위해 분리한 비장림프구를  $1 \times 10^6$  용량으로 12 well plate에 seeding 한 후, T cell mitogen인 concanavalin a (ConA)를 처리하여 36시간 배양을 실시하였음. 배양 후에는 다시 cell을 수거하여 RNA extraction kit를 이용한 RNA 분리를 실시하였음. 최종적으로 분리한 RNA는 cDNA 합성 후 Real-time PCR에 사용하였음.

- 비장 림프구에서 T helper type 1 (Th1) cytokine인 IFN- $\gamma$ , IL-2, IL-12, IL-18의 발현 정도를 확인하였음. 그 결과 control군에 비해 동애등에 급여군에서 Th1 cytokine의 발현정도가 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2%와 3% 동애등에 급여군에서 유의적인 증가를 확인할 수 있었음.



[그림 7] 아메리카동애등에유충 급여 20일 후의 (A) CD3+CD4+CD8- lymphocyte 분포 및 (A) 림프구증식능 확인. Control군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 림프구증식능과 CD3+CD4+CD8- lymphocyte 비율이 유의적으로 증가함을 확인할 수 있음.



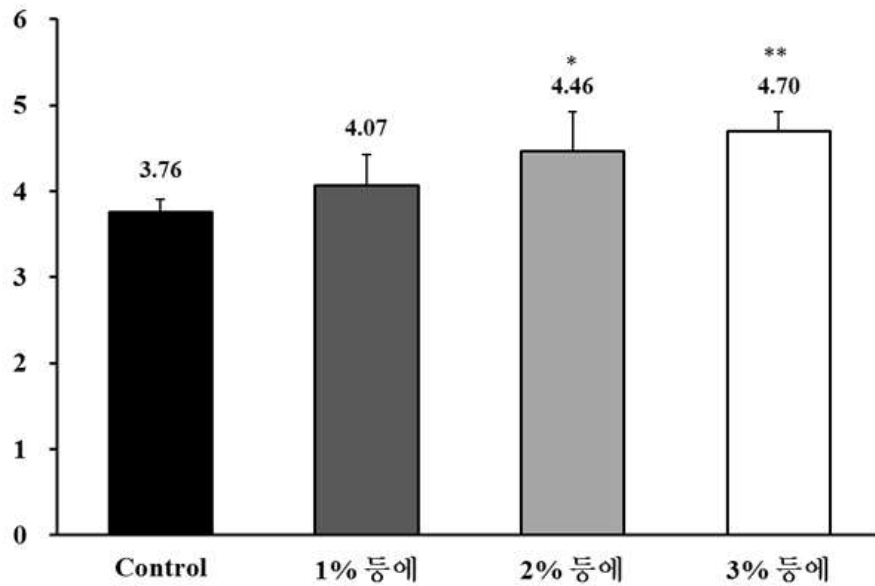
[그림 8] 아메리카동애등에유충 급여 20일 후의 cytokine mRNA expression level의 확인. Control군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 유의적인 cytokine level의 증가를 확인할 수 있었음.

(마) 아메리카동애등에유충 급여에 의한 대식세포 활성화 정도의 확인

- 아메리카동애등에유충 급여에 의한 대식세포 활성화 정도의 확인은 혈청을 이용한 lysozyme activity assay를 통해 실시하였음. 이를 위해 분리한 혈청을 *Micrococcus lysodeikticus*와 반응시킨 후 540nm에서 흡광도를 측정하였으며, 최종적으로 측정된 흡광도를 이용해 lysozyme activity 정도를 확인하였음.

- 그 결과, control군은 3.76, 1% 동애군은 4.07, 2% 동애군은 4.46, 3% 동애군은 4.70을 나타내어 control군에 비해 동애등에 급여군에서 lysozyme activity가 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2%와 3% 동애등에 급여군에서 유의적인 증가를 확인할 수 있었음.

- 따라서, 아메리카동애등에유충 급여 시 대식세포가 활성화 정도가 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2%와 3% 급여 시 그 효과가 큰 것으로 생각됨.



[그림 9] 아메리카동애등에유충 급여 20일 후의 lysozyme activity의 확인. Control군에 비해 아메리카 동애등에유충 급여군에서 유의적으로 lysozyme activity level의 증가를 확인할 수 있었음.

#### (4) 향후실험계획

- 최종적으로 확립된 펠렛 형태의 아메리카동애등에유충 사료첨가제 급여에 의한 세포성 면역증강 효과 확인 실험을 실시할 예정임. 이를 위해 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 따른 육계에서의 세포성 면역 증강 효과 규명 실험과 동일한 방식으로 실험을 진행하되 급여 10일차와 20일에 각각 부검을 실시하여 아메리카동애등에유충 급여에 의한 세포성 면역 증강 효과를 더 세부적으로 확인할 예정임.

### 3. 아메리카동애등에유충 급여에 의한 항병력 효과 규명

#### (1) 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 60수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28 ~ 30℃와 45 ~ 55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단을 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음.

- 입식한 병아리 60수는 완전 임의로 구성된 4개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 1% 급여군
- ▶ 2% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 2% 급여군
- ▶ 3% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군

(2) 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 및 살모넬라 공격접종 실시

- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 아메리카동애등에유충 펠렛을 육계 사료에 1%, 2%, 3%의 용량으로 일반 육계사료에 혼합한 후 육계에 급여하였음.
- 급여 후 21일 차에 *Salmonella gallinarum*의 인공 감염을 실시하였음. 인공 감염에 사용한 *S. gallinarum*의 strain은 SG3001이며, nutrient broth 에 37°C에서 over night으로 배양하여  $1 \times 10^{11}$  cfu/ml의 농도로 마리당 5ml씩 경구 접종하였음.
- *S. gallinarum* 공격 접종 이후에는 매일 임상증상 평가 및 생존율 확인을 실시하였으며, 공격 접종 14일 이후에 부검을 실시하여 병리학적 병변확인을 실시하였음.



[그림 10] *S. gallinarum*을 구강으로 인공감염 시키는 모습.

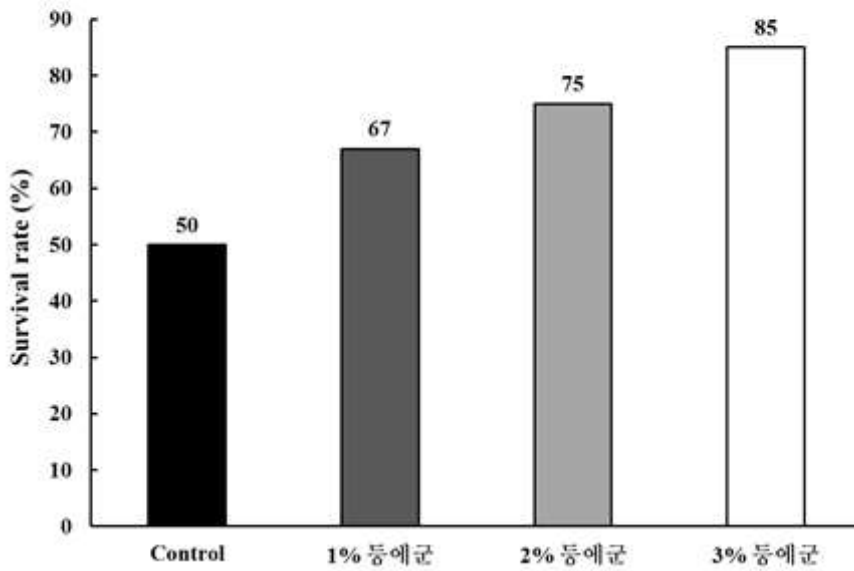
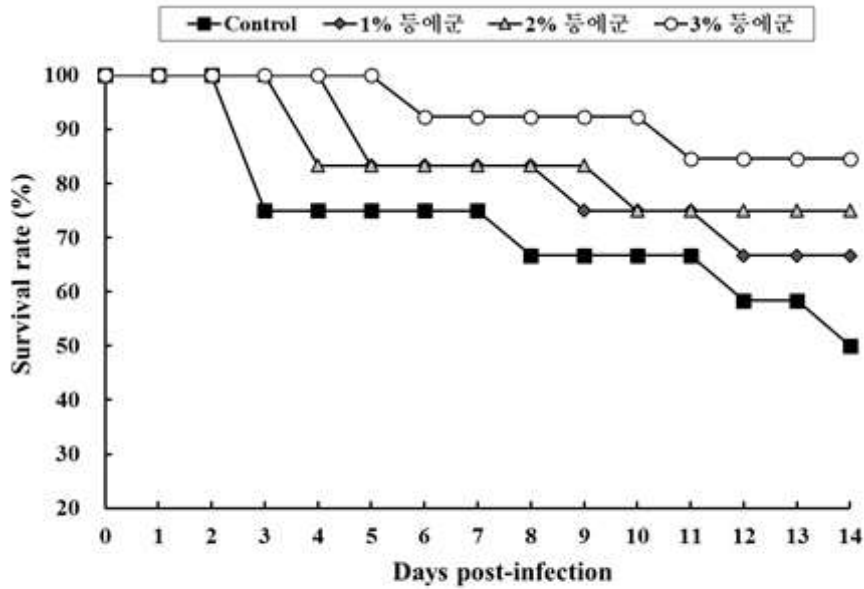
(3) 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 의한 항병력 확인

(가) *S. gallinarum* 공격 접종 이후 육계에서의 생존율 확인

- 살모넬라 접종 후 control군의 경우 3일차부터 폐사가 발생하기 시작했으나, 반면 1% 등애군은 5일차에, 2% 등애군은 4일차에, 3% 등애군은 6일차에 폐사가 발생하기 시작하였음. 또한 최종 생존율의 경우 control군은 50%, 1% 등애군은 67%, 2% 등애군은 75%, 3% 등애군은 85%를 나타내었음.
- 따라서 아메리카동애등에유충을 급여한 육계에서 *S. gallinarum* 감염에 대한 생존율이 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2% 등애군과 3% 등애군에서 그 효과가 높음을 확인할 수 있었음.

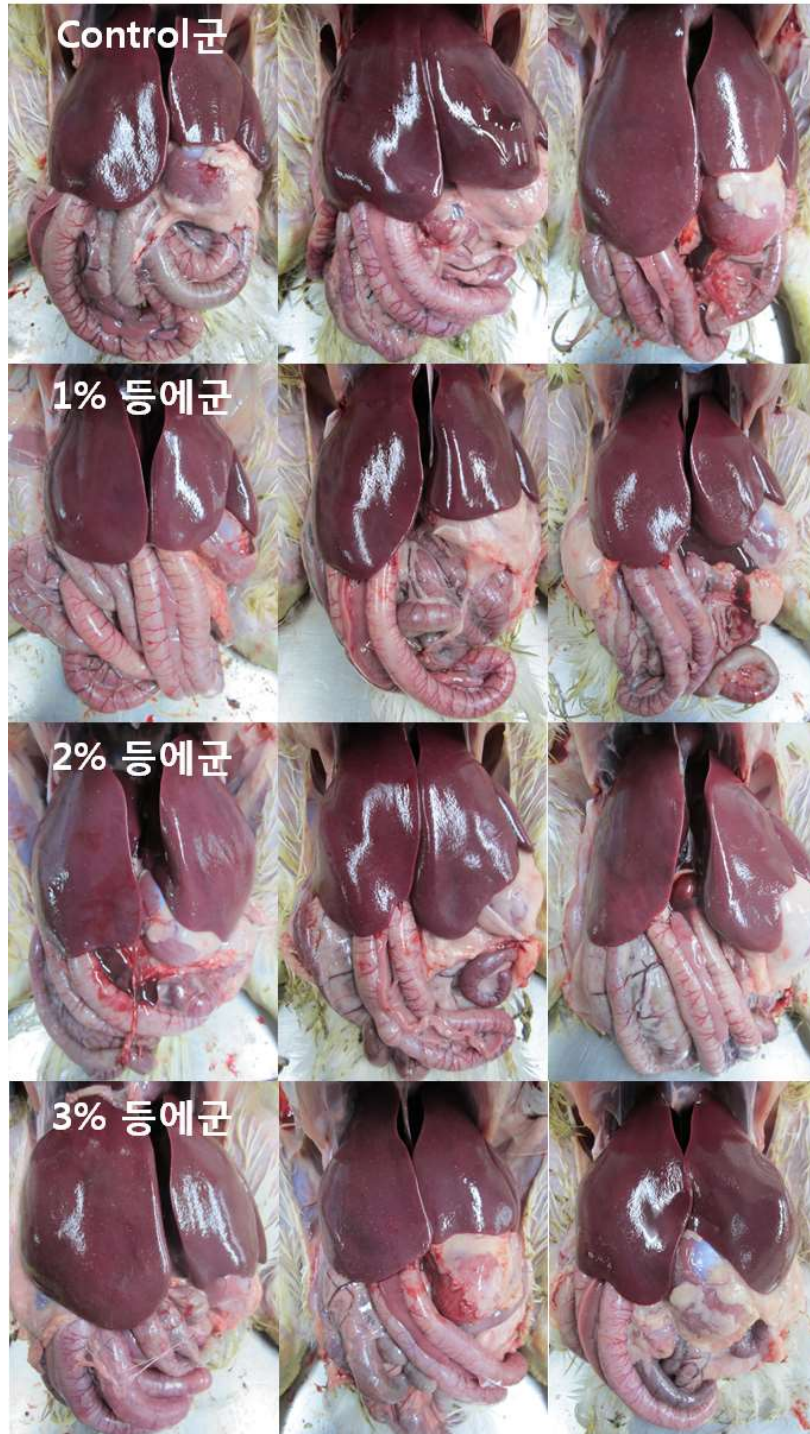
(나) *S. gallinarum* 공격 접종 이후 육계에서 육안적 부검 소견의 확인

- 살모넬라 접종 후 14일차에 살아남은 닭을 모두 안락사하여 부검을 실시하였음. 대부분의 감염된 닭의 간에서 살모넬라 감염증에 의한 전형적인 증상 중에 하나인 'white spot'을 관찰할 수 있었고, 비장의 비대와 맹장 부위에서의 충혈 증상 또한 관찰할 수 있었음.
- 부검을 통한 육안적 소견을 확인한 결과, control군에 비해 아메리카동애등에유충을 급여한 군에서 이러한 병변의 정도가 감소하는 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 고농도의 아메리카동애등에유충을 급여한 군에서 이러한 병변의 정도가 더 감소함을 확인할 수 있었음.



[그림 11] *S. gallinarum* 공격 접종 이후 생존율의 변화 및 최종 생존율의 확인. 대조군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 폐사의 발생이 느리게 시작되며, 폐사정도 역시 감소함을 확인할 수 있었음. 또한 최종 생존율 역시 아메리카동애등에유충 급여군에서 더 높음을 확인할 수 있었음.



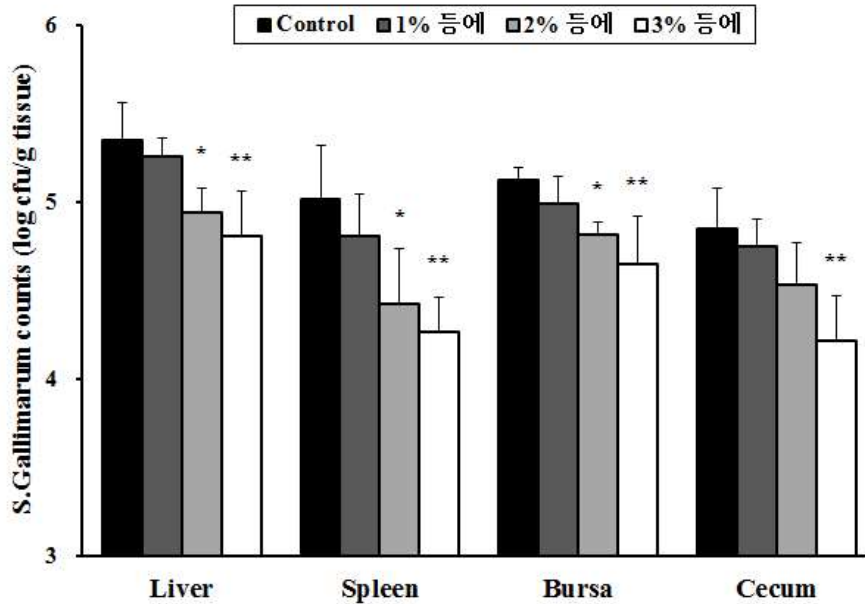


[그림 12] *S. Gallinarum* 공격접종 14일 후, 부검을 통한 육안적 소견의 확인. 대조군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 병변증세가 경감됨을 확인할 수 있었음.

(다) *S. gallinarum* 공격 접종 이후 육계에서 살모넬라 세균수 측정 실시

- *S. gallinarum* 공격접종 이후 14일째에 살아남은 모든 육계를 안락사한 후 부검을 실시하여 살모넬라의 대표적인 표적 장기인 간, 맹장에서의 *S. gallinarum*의 수를 측정하였음. 그 결과, 모든 장기에서 control군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 살모넬라수가 통계적으로 유의성 있게 감소함을 확인할 수 있었으며, 특히 2% 등예군과

3% 등에균에서 가장 큰 감소를 나타냄을 확인하였음.



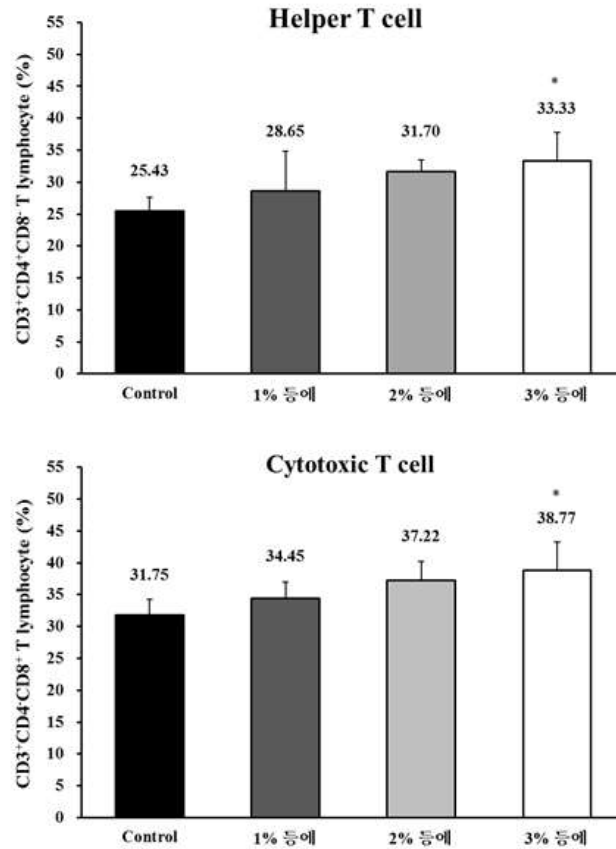
[그림 13] *S. Gallinarum* 공격접종 14일 후 부검을 실시하여 표적 장기에서 *S. Gallinarum* 세균수 확인을 실시. 대조군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 살모넬라 세균수가 유의적으로 감소함을 확인할 수 있었음.

(라) *S. gallinarum* 공격 접종 이후 육계에서 lymphocyte subpopulation의 확인

- *S. gallinarum* 공격접종 이후 14일째에 부검을 실시하여 비장을 채취한 후, 비장림프구 분리 및 이를 이용한 lymphocyte subpopulation의 확인을 실시하였음. 림프구분리와 lymphocyte subpopulation의 확인은 집파리유충과 아메리카동애등에유충 급여에 의한 세포성 면역 증강 효과 규명 실험과 동일한 방법을 사용하여 실시하였음.
- 그 결과, helper T cell의 경우 control군은 25.43%, 1% 등에군은 28.65%, 2% 등에군은 31.70%, 3% 등에군은 33.33%를 나타냈으며, cytotoxic T cell의 경우 control군은 31.75%, 1% 등에군은 34.45%, 2% 등에군은 37.22%, 3% 등에군은 38.77%를 나타내었음. 따라서 control군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 helper T cell 및 cytotoxic T cell의 비율이 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 3% 아메리카동애등에유충 급여 시 통계적으로 유의성있게 그 수치가 증가함을 확인할 수 있었음.

(4) 향후실험계획

- 최종적으로 확립된 펠렛 형태의 아메리카동애등에유충 사료첨가제 급여에 의한 항병력 효과 확인 및 아메리카동애등에유충에 의한 항병력 효과와 세포성 면역 증강 효과의 관련성을 확인하는 실험을 실시할 예정임. 이를 위해 아메리카동애등에유충 급여에 의한 항병력 효과 규명 실험과 동일한 방식으로 실험을 진행하되 세포성 면역 증강 효과를 확인하는 연구를 좀 더 세부적으로 실시할 예정임.



[그림 14] *S. gallinarum* 공격접종 14일 후 부검을 실시하여 비장림프구 subpopulation 확인을 실시함. 대조군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 helper T cell 및 cytotoxic T cell의 비율이 증가함을 확인할 수 있음.

## 제 2절. 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에유충의 안전성 평가

### 1. 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 따른 육계에서의 안전성 확인

#### (1) 실험동물 및 실험설계

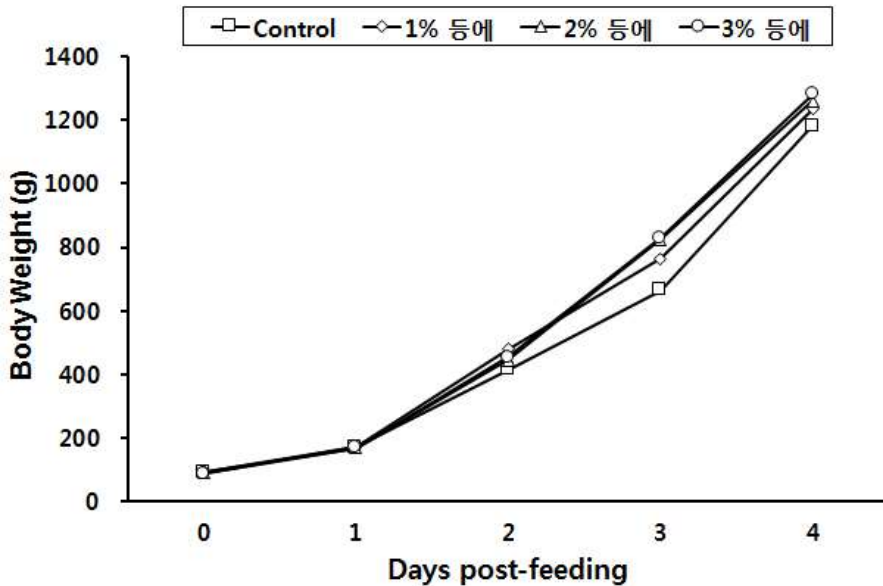
- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 20수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28-30℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단을 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었음. 입식한 병아리 20수는 완전 임의로 구성된 4개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충 펠렛을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 1% 급여군
- ▶ 2% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 2% 급여군
- ▶ 3% 등예군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군

- 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 매주 체중을 측정하였으며, 4주차에 부검을 실시하여 말초혈액을 채취 및 이를 이용한 혈청분리를 실시하였음. 채취한 말초혈액은 당일 CBC analysis를 실시하였으며, 혈액에서 분리한 혈청은 사용 전까지 -20도에 보관 후 ALT, AST, total cholesterol, triglyceride 수치 확인에 사용되었음.
- 안전성 평가는 2회 반복실험 하였으며, 그 결과가 동일하여 그중 1회의 결과만을 정리하였음.

(2) 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 의한 체중 변화의 확인

- 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 매주 체중을 측정하여, 아메리카동애등에유충 급여에 따른 체중의 유의적인 감소가 나타나는지 확인함. 그 결과 control군에 비해 아메리카동애등에유충 급여군에서 유의적인 체중의 감소는 확인되지 않음. 따라서 아메리카동애등에유충 펠렛을 1~3% 용량으로 육계에 급여 시 별다른 독성 작용을 나타내지 않는 것으로 생각됨.

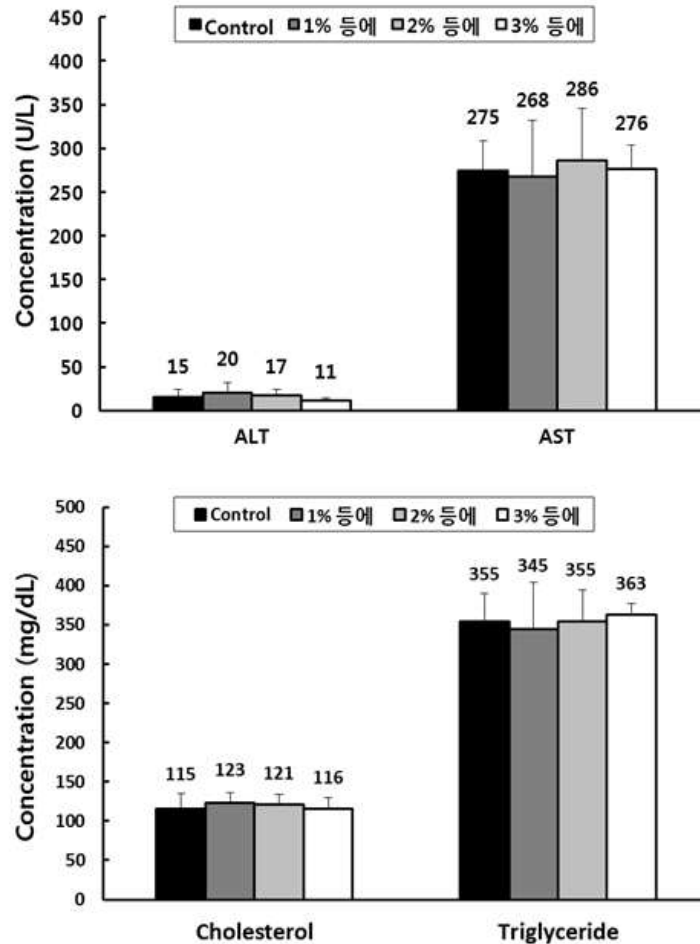


[그림 15] 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 4주 동안의 체중변화. 아메리카동애등에유충 급여군에서 유의적인 체중감소는 확인할 수 없었음.

(3) 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 의한 간독성 및 지질성분 축적 여부 확인

- 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 4주차에 부검을 실시하여 말초혈액을 채취하여 이를 이용한 혈청분리를 실시하였음. 분리한 혈청을 이용해 대표적인 간효소 중 하나인 alanine aminotransferase (ALT)와 aspartate aminotransferase (AST)의 분석을 실시하여 아메리카동애등에유충 급여에 의한 간독성 발생 여부를 확인하였음. 또한 혈중 total cholesterol과 triglyceride의 수치 역시 분석하여 아메리카동애등에유충 급여에 의해 육계의 체내에 불필요한 지질성분이 축적되는지 여부를 확인하였음. 각 수치의 측정은 동물의료용 생화학 분석 장비인 IDEXX Catalyst Dx<sup>®</sup> Chemistry Analyzer를 이용하여 실시하였음.
- 그 결과, 간효소인 ALT와 AST의 수치의 경우 control군과 아메리카동애등에유충

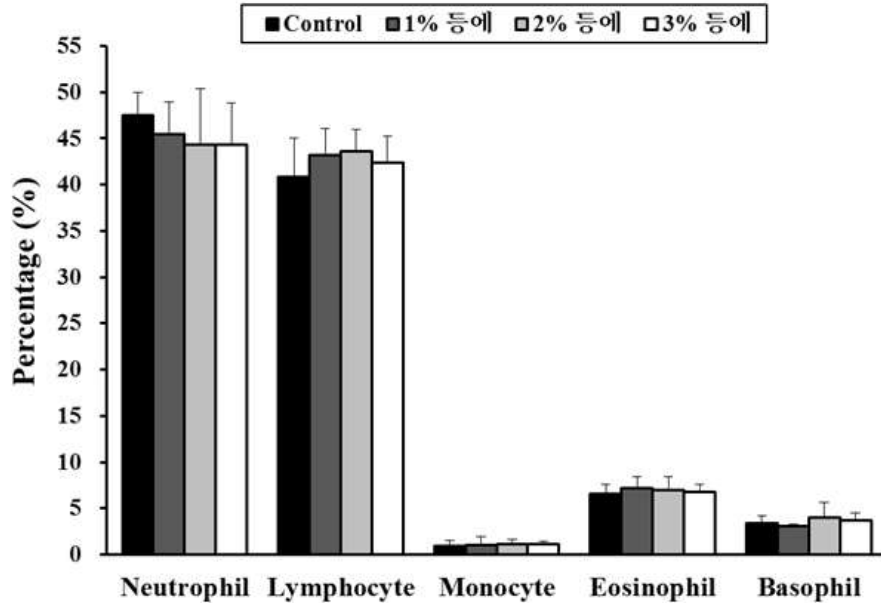
급여군간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었음. 또한 total cholesterol과 triglyceride의 경우에서도 control군과 아메리카동애등에유충 급여군간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었음. 따라서, 아메리카동애등에유충 펠릿을 1~3%의 용량으로 육계에 급여 시 체내 간효소 증가 또는 지질 수치 증가와 같은 독성 작용이 유발되지 않는 것을 확인하였음.



[그림 16] 아메리카동애등에유충 펠릿 급여 후 혈중 간효소 (ALT, AST) 및 지질 수치 (total cholesterol, triglyceride)의 변화 확인. Control군과 아메리카동애등에유충 급여군 사이에 유의적인 변화를 확인할 수 없었음.

(4) 아메리카동애등에유충 펠릿 급여가 혈액조성에 미치는 영향 확인

- 아메리카동애등에유충 펠릿 급여 후 4주차에 부검을 실시한 후 말초혈액을 채취하여 혈액조성에 미치는 영향 확인을 실시하였음. 혈액에 존재하는 5가지 세포인 neutrophil, lymphocyte, monocyte, eosinophil, basophil의 비율을 확인하였으며, 각 수치의 측정은 IDEXX ProCytex Dx® Hematology Analyzer을 이용하여 실시하였음.
- 그 결과, 각 혈액구성 성분에 있어 control군과 아메리카동애등에유충 급여군간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었음. 따라서, 아메리카동애등에유충 펠릿을 1~3%의 용량으로 육계에 급여 시 체내 혈액조성의 급격한 변화와 같은 독성 작용이 유발되지 않는 것을 확인하였음.



[그림 17] 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 혈액조성에 미치는 영향 확인. Control군과 아메리카동애등에유충 급여군 사이에 유의적인 변화를 확인할 수 없었음.

### 제 3절. 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충의 안전성 평가

#### 1. 아메리카왕거저리유충 단회경구투여 독성시험

##### (1) 실험동물

- SPF 6주령 암컷 Sprague Dawley (SD) Rat 36수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 18-20℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. rat 입사 후 1주일동안 순화과정을 거친 후 동일한 체중으로 구성된 6개의 군으로 분리를 실시하였음. 투여 용량은 OECD의 ‘acute oral toxicity-fixed dose procedure guideline’에 따라 결정하였음.

- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1마리군 : 아메리카왕거저리유충 312.5mg/kg 투여군
- ▶ 2마리군 : 아메리카왕거저리유충 625mg/kg 투여군
- ▶ 4마리군 : 아메리카왕거저리유충 1250mg/kg 투여군
- ▶ 8마리군 : 아메리카왕거저리유충 2500mg/kg 투여군
- ▶ 16마리군 : 아메리카왕거저리유충 5000mg/kg 투여군

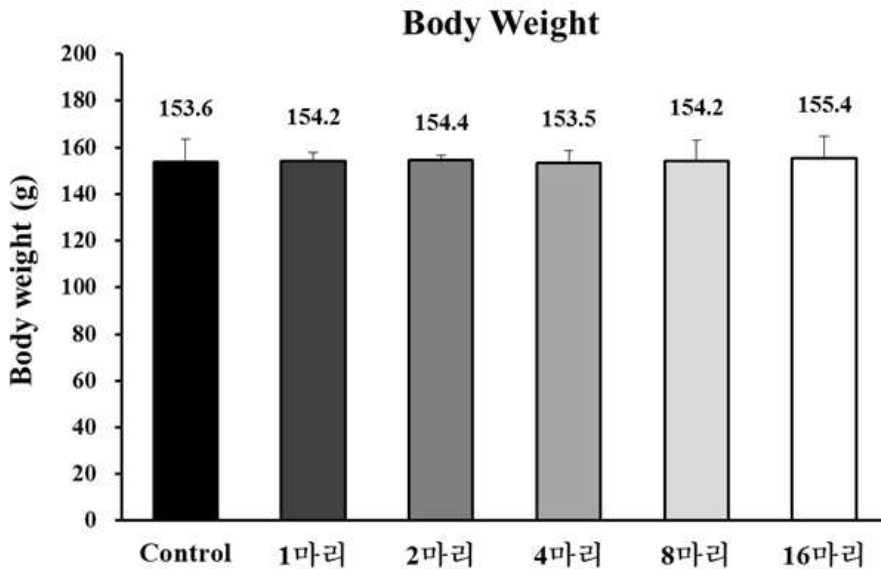
- Control군을 제외한 모든 군에 아메리카왕거저리유충을 구강 투여 하였으며 투여 12시간 후에 부검을 실시하였음. 부검 시 말초혈액 및 장기 (난소, 자궁, 비장, 부신, 신장, 간, 흉선, 폐, 심장)를 채취하였음. 말초혈액은 혈청분리에 사용하였으며, 분리한 장기들은 무게 측정 후 병리학적 이상소견이 있는지 여부를 확인하였음.

- 안전성 평가는 2회 반복실험 하였으며, 그 결과가 동일하여 그중 1회의 결과만을

정리하였음.

(2) 아메리카왕거저리유충 단회 투여에 의한 체중변화

- 아메리카왕거저리유충 단회 투여 후 체중을 측정 한 후 군의 평균값을 산출한 결과, control군은 153.6g, 1마리군은 154.2g, 2마리군은 154.4g, 4마리군은 153.5g, 8마리군은 154.2g, 16마리군은 155.4g을 나타내어 군간 유의적인 차이를 확인할 수 없었음. 또한 투여 후 사망률 및 일반증상에 있어서 투여에 의한 이상소견은 관찰되지 않았음.



[그림 18] 아메리카왕거저리유충 단회경구투여 후 체중의 변화 확인. Control군과 아메리카왕거저리유충 투여군 사이에 유의적인 변화를 확인할 수 없었음.

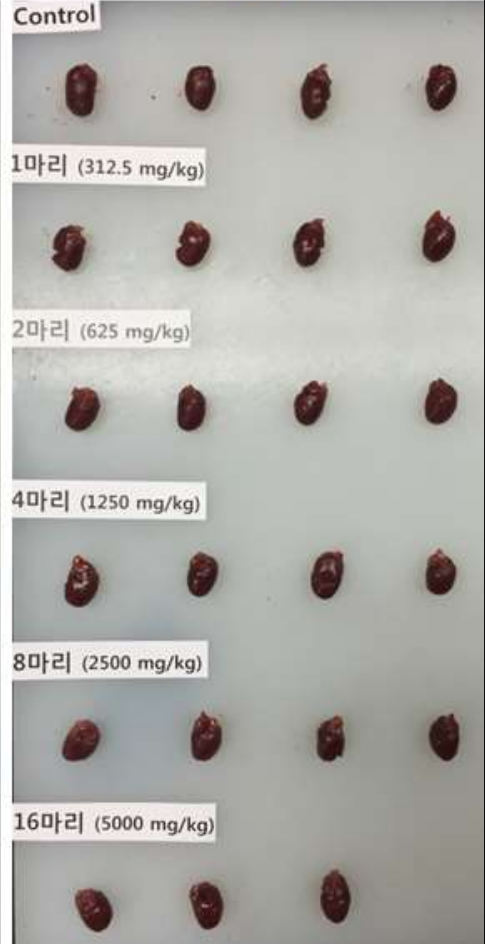
(3) 아메리카왕거저리유충 단회 투여에 의한 장기 독성 확인

- 아메리카왕거저리유충 단회 투여 후 부검을 실시하여 대표 장기인 간, 비장, 신장, 부신, 심장, 흉선, 폐, 자궁, 난소를 적출한 후 병리학적 이상소견 유무를 확인하고 또한 각 장기의 측정하였음. 그 결과 아메리카왕거저리유충 투여와 관련된 이상소견은 관찰되지 않았음.

- 따라서 체중변화 및 장기 독성 실험 결과를 종합하여 볼 때 아메리카왕거저리유충 단회 경구투여 LD50값은 5000mg/kg 이상으로 사료됨.

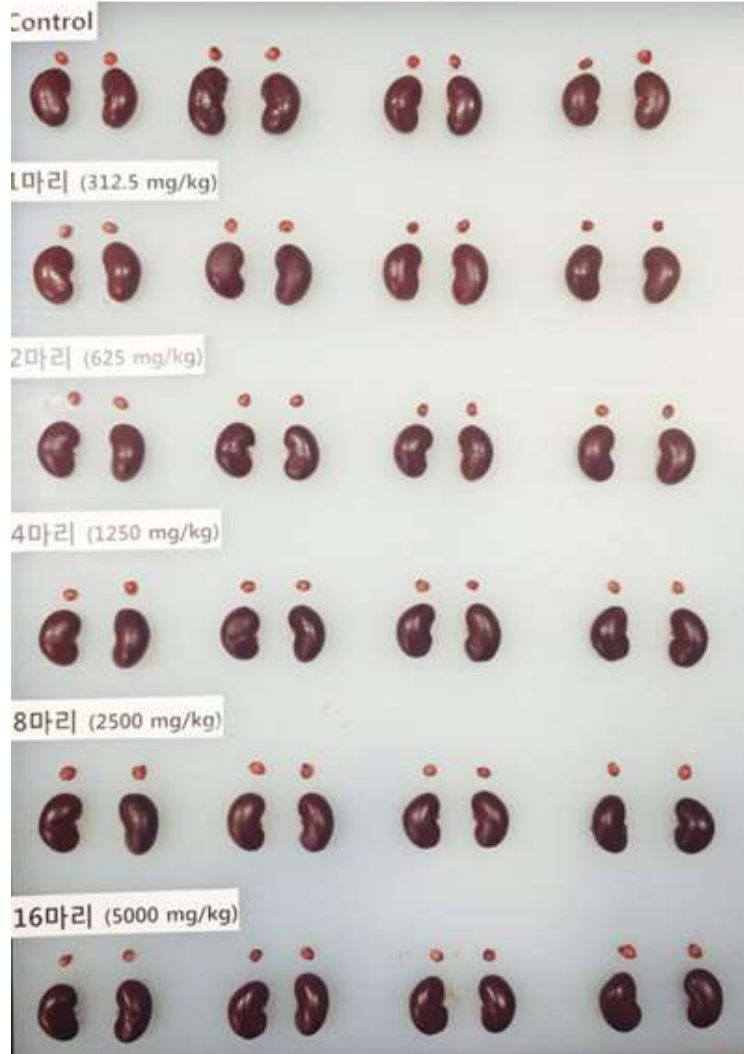
# 간

# 심장





## 신장 및 부신



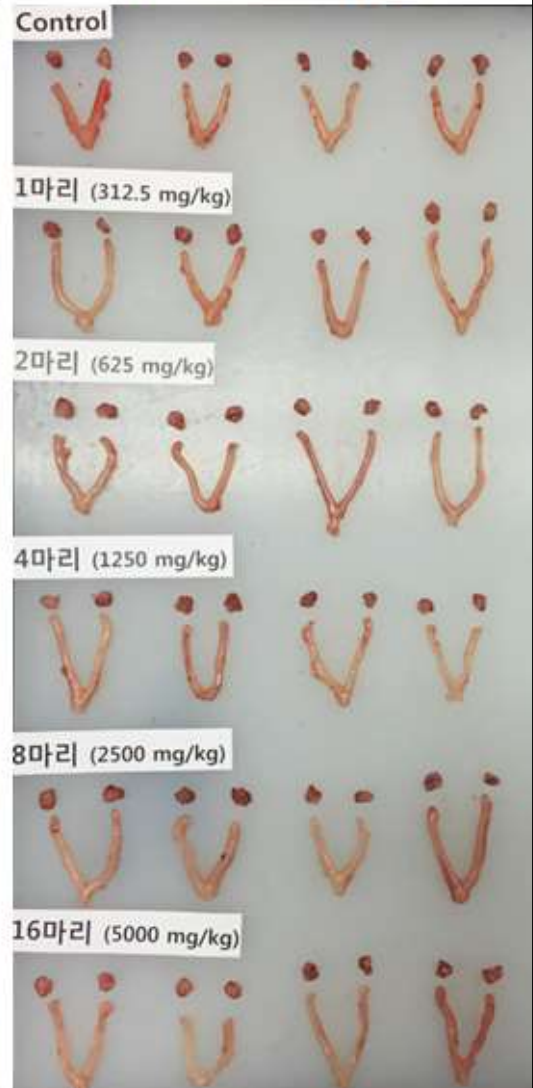
## 흉선

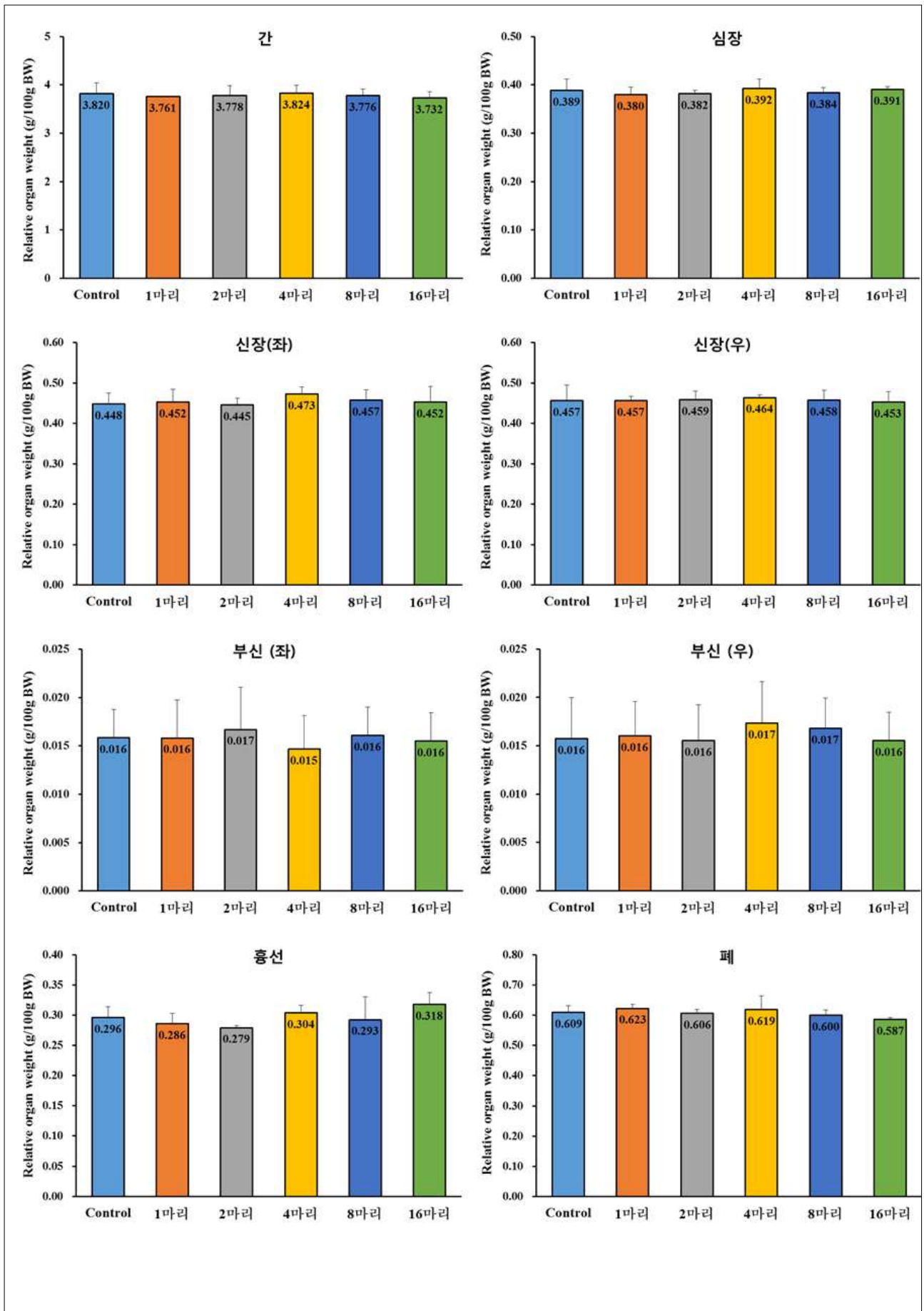


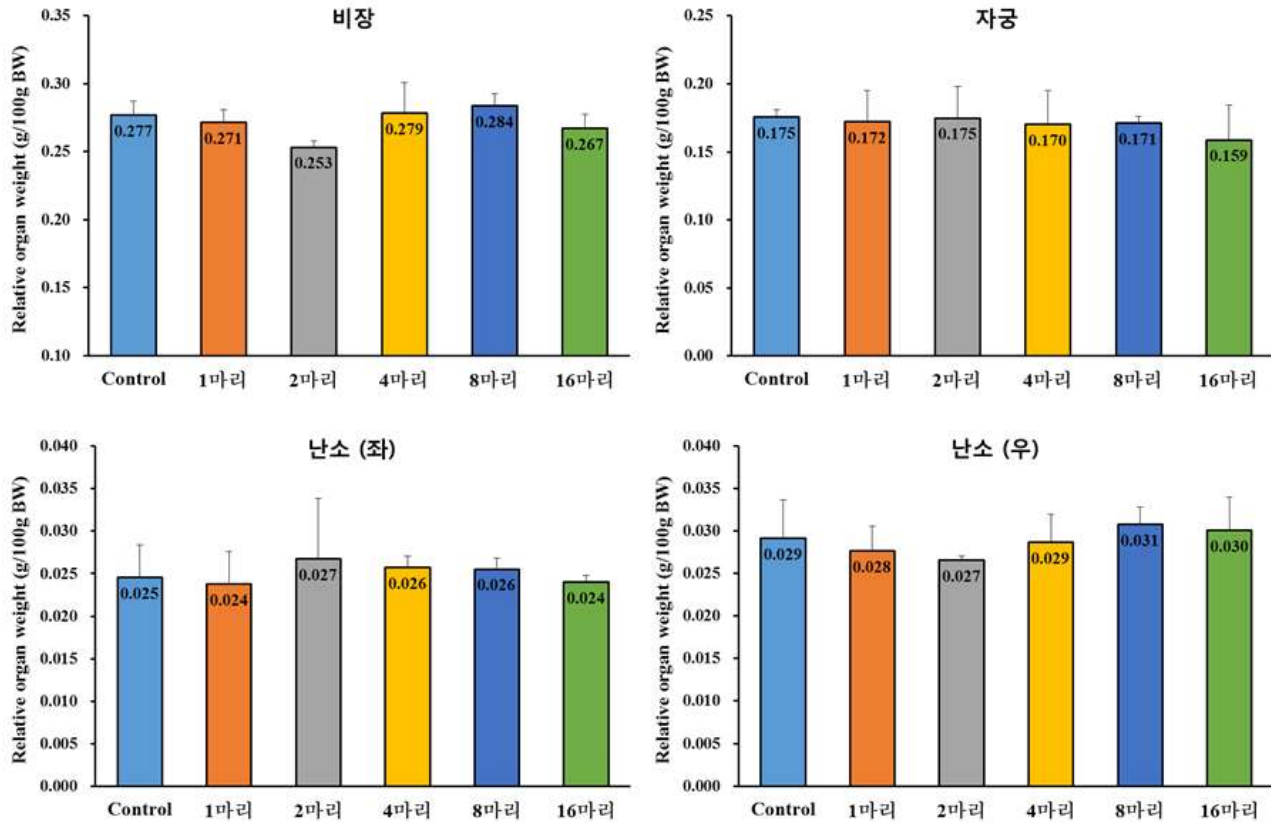
## 비장



## 난소 및 자궁







[그림 19] 아메리카왕거저리유충 단회경구투여 후 각 대표 장기들의 병리학적 이상 유무 및 장기무게의 확인. Control군과 아메리카왕거저리유충 투여군 사이에 유의적인 변화를 확인할 수 없었음.

## 2. 아메리카왕거저리유충 3개월 반복 경구투여 독성시험

### (1) 실험동물

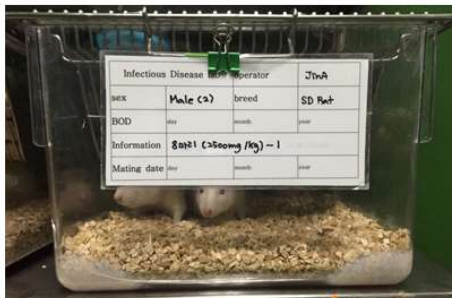
- SPF 6주령 수컷 및 암컷 Sprague Dawley (SD) 랫드 48수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 18-20℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 랫드 입사 후 1주일동안 순화과정을 거친 후 암, 수 각각 동일한 체중으로 구성된 4개의 군으로 분리를 실시하였으며, 투여 용량은 단회경구 독성 실험 데이터를 바탕으로 결정하였음.

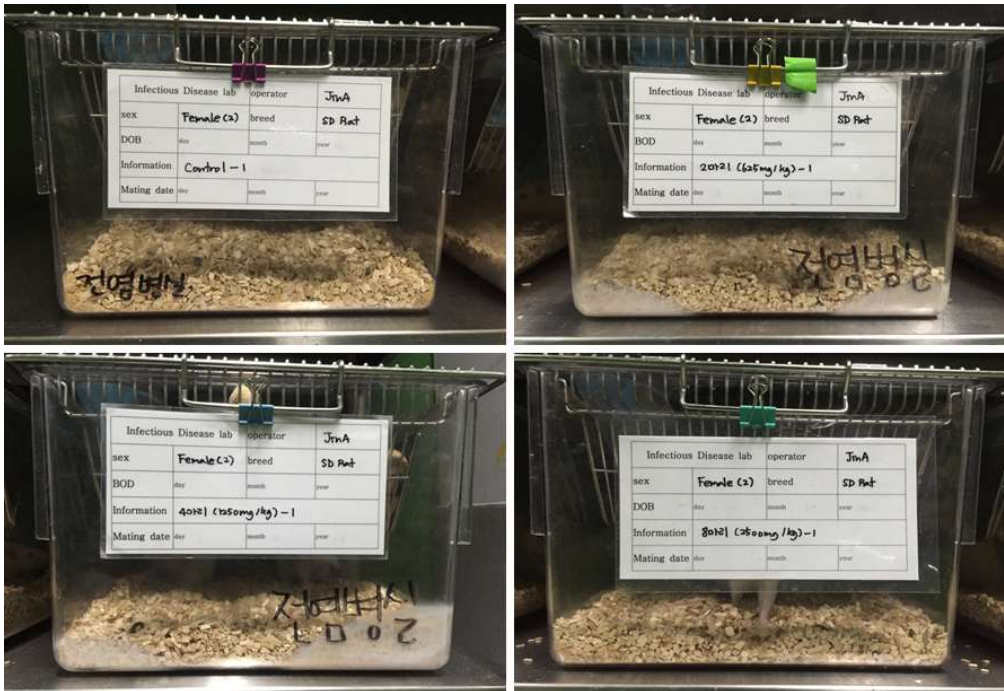
- ▶ Control군 : 아메리카왕거저리유충 무투여군
- ▶ 2마리군 : 아메리카왕거저리유충 625mg/kg 투여군
- ▶ 4마리군 : 아메리카왕거저리유충 1250mg/kg 투여군
- ▶ 1마리군 : 아메리카왕거저리유충 2500mg/kg 투여군

- Control군을 제외한 모든 군에 아메리카왕거저리유충을 1일 1회 구강 투여 하였으며 매주 체중을 측정하여 아메리카왕거저리유충 투여에 의한 체중변화 양상을 확인함. 현재 9주차까지 실험을 진행하였으며 12주차에 부검을 실시하여 실험계획서상에 기술한 독성 여부 검증 실험등을 진행할 예정임.

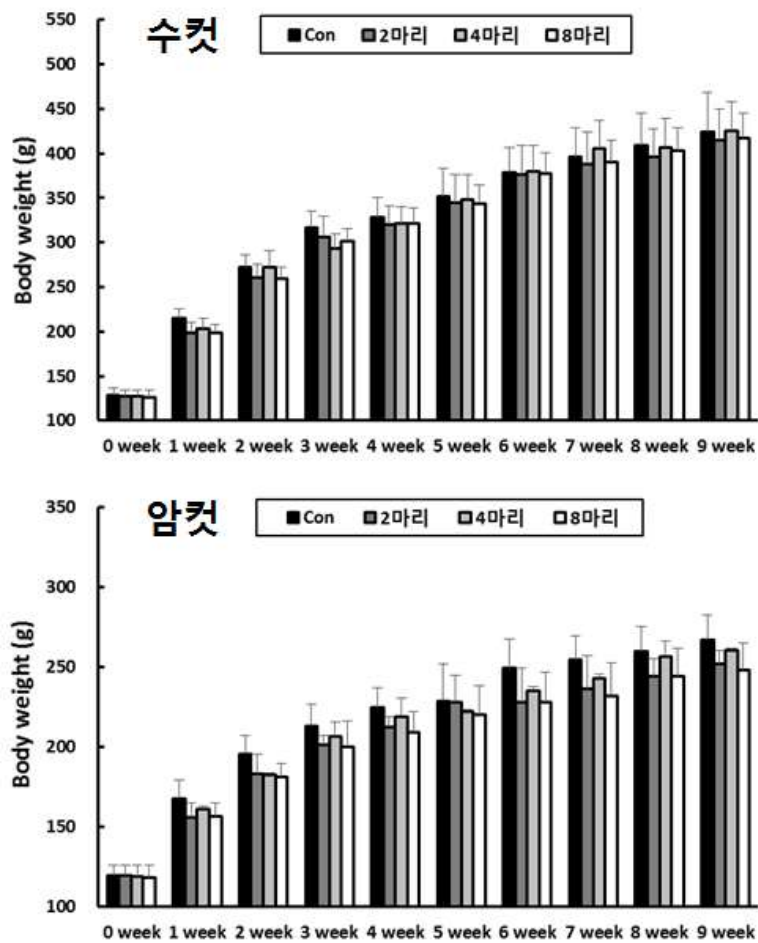
(2) 아메리카왕거저리유충 3개월 반복투여에 의한 체중변화 양상의 확인

- 9주차까지 체중변화양상을 관찰한 결과 control군에 비해 아메리카왕거저리유충 투여군에서 유의적인 체중의 변화는 확인할 수 없었음.





[그림 20] 아메리카왕거저리유충 3개월 반복 투여 실험 진행중인 사육장 및 랫드 케이지의 모습.



[그림 21] 아메리카왕거저리유충 3개월 반복투여 후 9주차까지의 체중 변화. Control군과 아메리카왕

거저리유충 투여군 사이에 유의적인 체중의 차이는 확인할 수 없었음.

(3) 향후 실험 계획

- 12주차에 부검을 실시하여 1차적인 육안적인 해부소견 및 이상소견이 보이는 조직에 한해 병리조직학적 검사를 실시할 예정임.
- 또한 CBC analysis 및 혈청생화학적 검사 (Total protein, albumin, A/G raio, cholesterol, triglyceride, BUN, Creatinine, AST, ALT, ALP) 등을 통해 아메리카왕거저리 장기 투여 시 독성 발생 여부를 확인할 예정임.

## 제 4절. 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충의 효능 평가

### 1. 아메리카왕거저리유충의 세포성 면역 증강효과 규명

(1) 실험동물

- SPF 8주령 암컷 ICR 마우스 24수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였음. 사육장 내 온도와 습도는 각각 18-20℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였음. 마우스 입사 후 1주일동안 순화과정을 거친 후 동일한 체중으로 구성된 4개의 군으로 분리를 실시하였음.

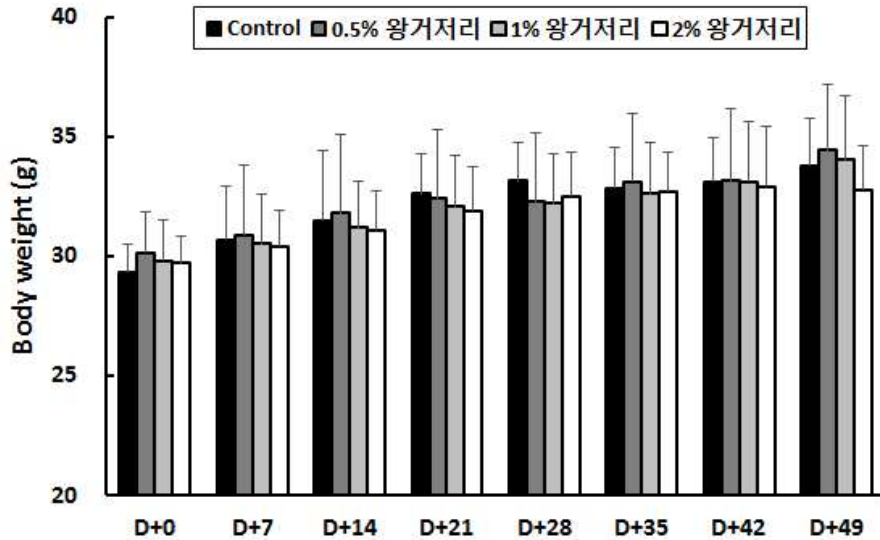
- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 0.5% 왕거저리군 : 아메리카왕거저리유충 0.5% 급여군
- ▶ 1% 왕거저리군 : 아메리카왕거저리유충 1% 급여군
- ▶ 2% 왕거저리군 : 아메리카왕거저리유충 2% 급여군

(2) 아메리카왕거저리유충 급여 용량 설정

- 건조된 아메리카왕거저리유충을 곱게 갈아준 후 power 형태의 마우스 사료에 각각 0.5%, 1%, 2%의 용량으로 섞어주어 펠릿 형태의 사료를 만들어 주었음. 제작한 펠릿 사료는 건조기에서 2일동안 잘 건조시킨 후 각 군의 마우스에 급여해 주었음.
- 급여 후 매주 체중 측정을 실시하여 아메리카왕거저리유충 투여에 의한 체중변화정도를 확인하였음. 급여 후 7주차에 부검을 실시하였으며, 부검 시 비장 및 혈액을 분리하여 각종 면역학적 및 독성 평가 실험에 사용하였음.

(3) 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 체중 변화 확인

- 6주차까지 체중변화양상을 관찰한 결과 control군에 비해 아메리카왕거저리유충 투여군에서 유의적인 체중의 변화는 확인할 수 없었음.



[그림 22] 마우스에 아메리카왕거저리유충 급여 후 7주차까지의 체중 변화. Control군과 아메리카왕거저리유충 급여군 사이에 유의적인 체중의 차이는 확인할 수 없었음.

(4) 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 세포성면역 증강효과 확인

(가) 비장 림프구 및 혈청 분리 실시

- 비장림프구와 혈청 분리는 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인 실험과 동일하게 실시하였으며, 분리한 림프구는 CD3+CD4+CD8-lymphocyte의 비율 측정, 림프구증식능 평가 실험에 사용하였으며, 분리한 혈청은 대식세포능 평가를 위한 lysozyme activity 측정에 사용하였음.

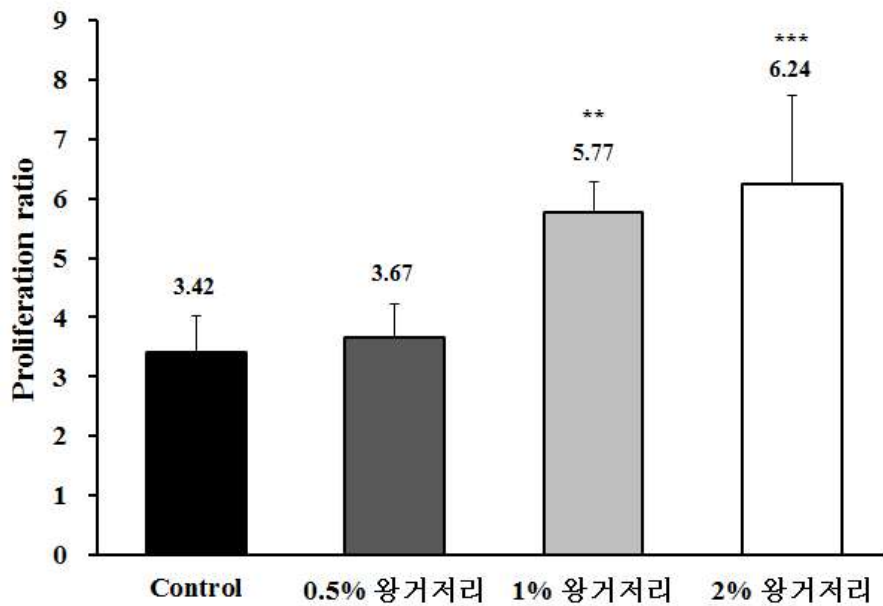
(나) 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 비장 림프구 증식능 변화 확인

- 비장 림프구 증식능 평가 실험은 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인 실험과 동일하게 실시하였으며, 최종적으로 측정된 흡광도를 non-stimulated된 흡광도 값으로 나누어 proliferation ratio를 측정하였음.

- 그 결과, control군은 3.42, 0.5% 왕거저리군은 3.67, 1% 왕거저리군은 5.77, 2% 왕거저리군은 6.24를 나타내었음.

- 따라서, 아메리카왕거저리급여군에서 림프구증식능이 대조군에 비해 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 1% 왕거저리군과 2% 왕거저리군에서 그 수치가 유의적으로 증가함을 확인하였음.

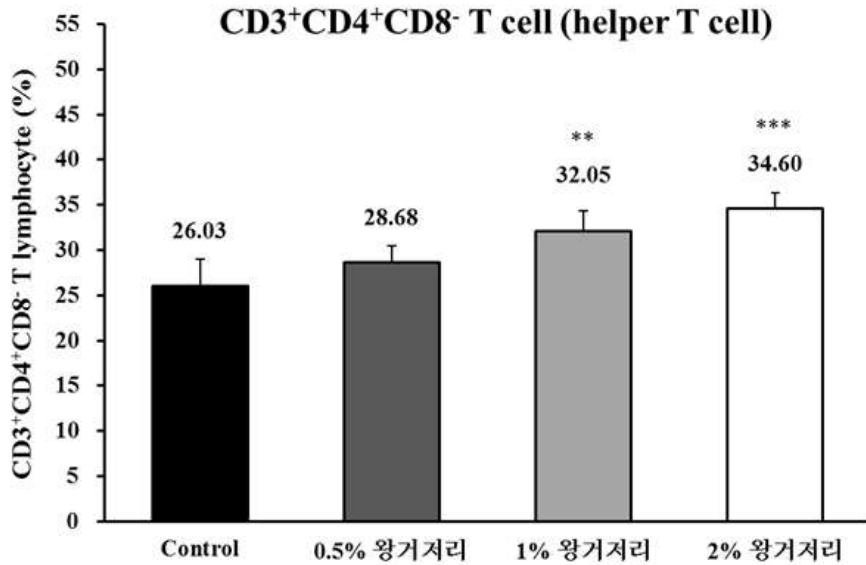




[그림 23] 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 림프구증식능의 변화 확인. Control군에 비해 아메리카 왕거저리유충 급여군에서 그 수치가 유의적으로 증가함을 확인할 수 있음.

(다) 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율 확인

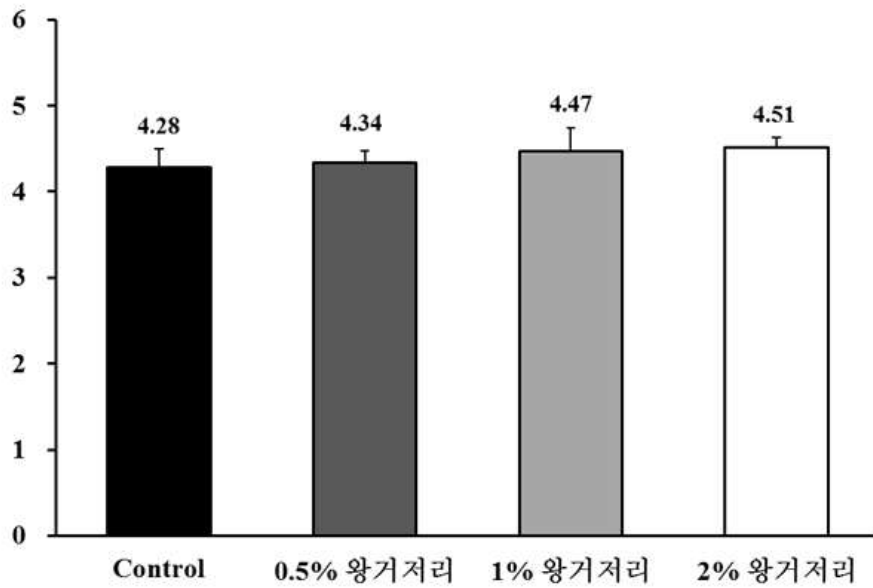
- 비장림프구의 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율 측정은 아메리카동애등에유충 펠릿 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인 실험과 동일하게 실시하였음.
- 그 결과 control군은 26.03%, 0.5% 왕거저리군은 28.68%, 1% 왕거저리군은 32.05%, 2% 왕거저리군은 34.60%를 나타내었음.
- 따라서, 아메리카왕거저리급여군에서 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율이 대조군에 비해 유의적으로 증가함을 확인할 수 있었으며, 특히 2% 등애군과 3% 등애군에서 그 수치가 유의적으로 증가함을 확인하였음.



[그림 24] 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 CD3<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>CD8<sup>-</sup> lymphocyte 비율 변화의 확인. Control군에 비해 아메리카왕거저리유충 급여군에서 그 수치가 유의적으로 증가함을 확인할 수 있음.

(라) 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 대식세포능 변화 확인

- 대식세포능 변화 확인 실험은 아메리카동애등에유충 펠릿 급여에 따른 세포성면역 증강 효과 확인 실험과 동일하게 실시하였음.
- 그 결과 control군은 4.28, 0.5%왕거저리군은 4.34, 1%왕거저리군은 4.47, 2%왕거저리군은 4.51을 나타내어 왕거저리 급여군에서 lysozyme activity가 증가함을 확인할 수 있었으나, 유의적인 증가를 확인할 수는 없었음.
- 따라서, 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 세포성 면역 증강 효과는 주로 T helper cell과 연관된 기전과 관련이 있는 것으로 생각되며, 부분적으로 대식세포 자극에도 영향을 주는 것으로 생각됨.

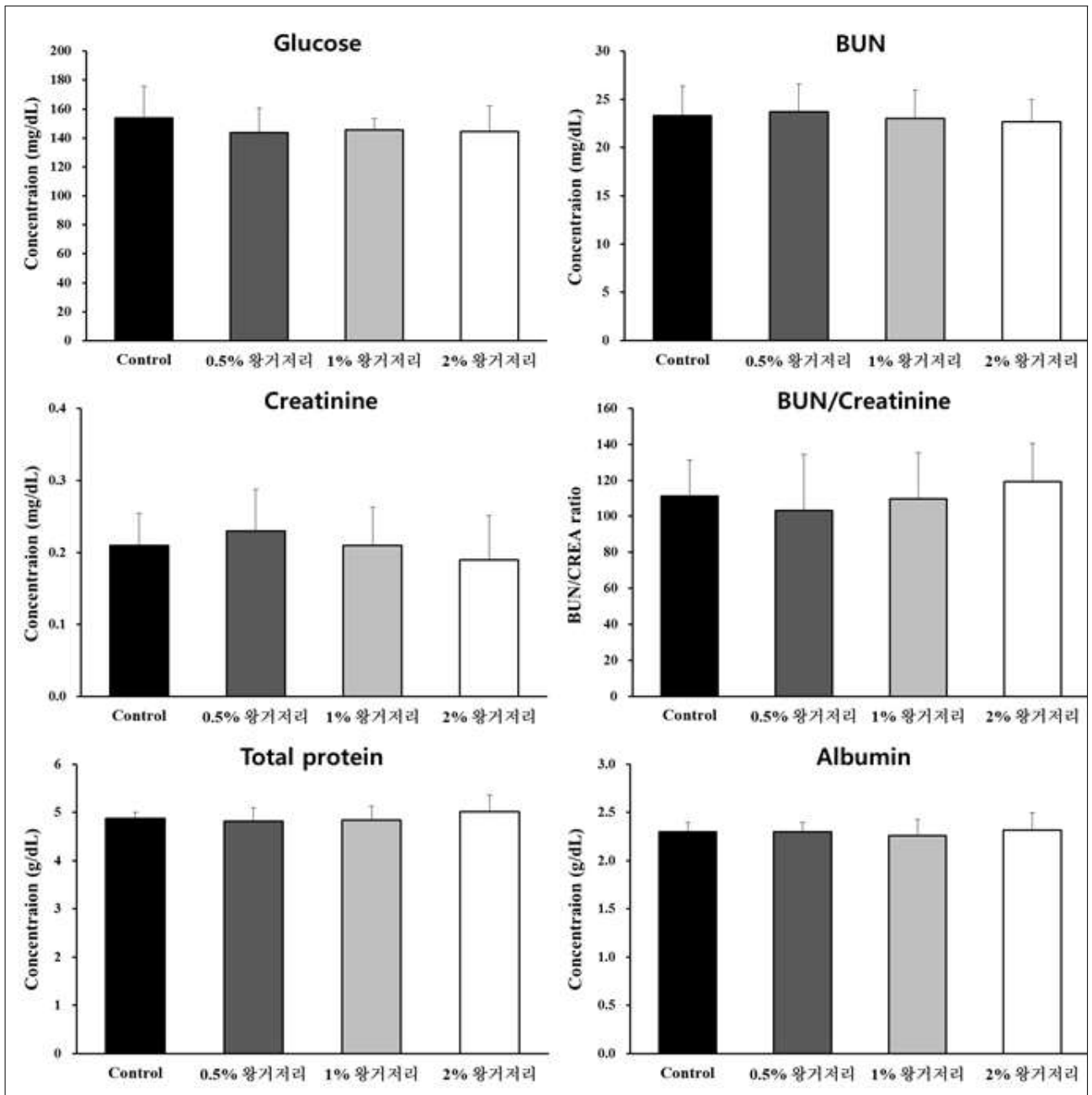


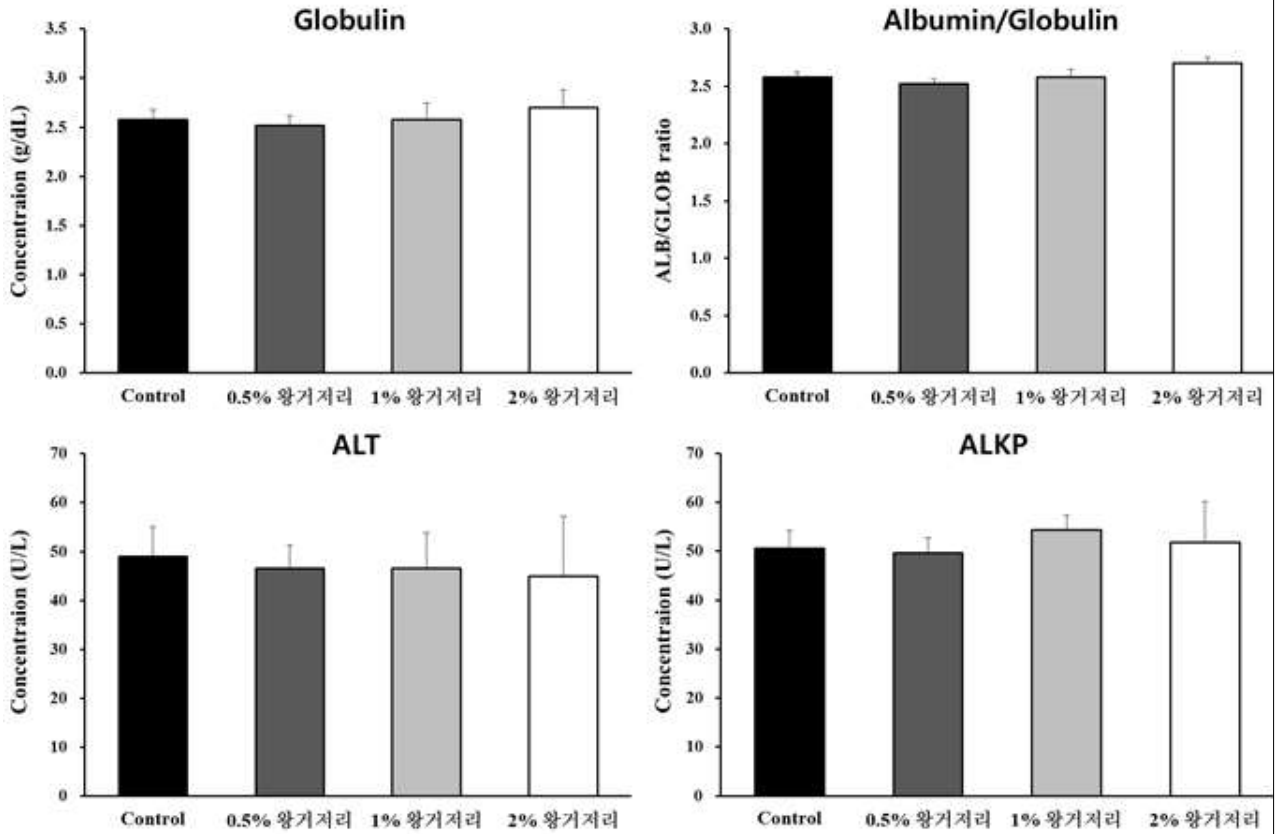
[그림 25] 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 대식세포능 변화의 확인. Control군에 비해 아메리카왕거저리유충 급여군에서 lysozyme activity가 증가함을 확인할 수 있었으나 유의적인 차이는 확인할 수 없었음.

(5) 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 혈청 내 성분 변화 확인

- 아메리카왕거저리유충 급여 후 부검을 통해 분리한 혈청을 이용해 혈청 내 성분 변화 분석을 실시하여 아메리카동애등에유충 급여에 의한 전신적인 독성 발생 여부를 확인하였음. 각 수치의 측정은 동물의료용 생화학 분석 장비인 IDEXX Catalyst Dx<sup>®</sup> Chemistry Analyzer를 이용하여 실시하였으며, 혈청 내 성분 변화 확인에 활용되는 대표적인 지표인 glucose, blood urea nitrogen (BUN), creatinine, BUN/creatinine ration (BUN/CREA), total protein, albumin, globulin, albumin/globulin ration (ALB/GLOB), alanine transaminase (ALT), alkaline phosphatase (ALKP)의 수치를 측정하였음.

- 그 결과, 모든 지표에서 control군과 아메리카왕거저리유충 급여군 간의 유의적인 차이를 확인할 수 없었음. 따라서, 유용곤충인 아메리카왕거저리유충을 7주동안 급여 하여도 별다른 독성 작용이 유발되지 않는 것을 확인하였으며, 차후 3개월 반복장기독성 결과와 종합하여 아메리카왕거저리유충의 안전성에 대한 데이터를 확보할 예정임.





[그림 24] 아메리카왕거저리유충 급여에 의한 혈청 내 성분 변화 확인. Control군과 아메리카왕거저리 유충 급여군을 비교시 별다른 차이를 확인할 수 없었음.

## 2차년도 연구결과

< 제 1 세부과제. 아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집파리와 아메리카동애등에유충을 이용한 닭사료첨가제 개발 및 상품화 >

제 1절. 식용 및 사료용 제품의 경제적이며 안정적인 생산을 위한 생산부터 사업화까지 각 단계별 최적모델 제시

### 1. 아메리카동애등에의 사업화 모델

#### 가. 사육장 시설

아메리카동애등에를 사업화하기 위해서는 연중 채란이 가능한 성충사육동의 건축이 가장 중요하다. 기존의 사육실을 개조하는 방식은 효율적이지 못해 동애등에 채란 전용 사육동을 아래와 같은 구조로 설계하여 건축할 계획임.

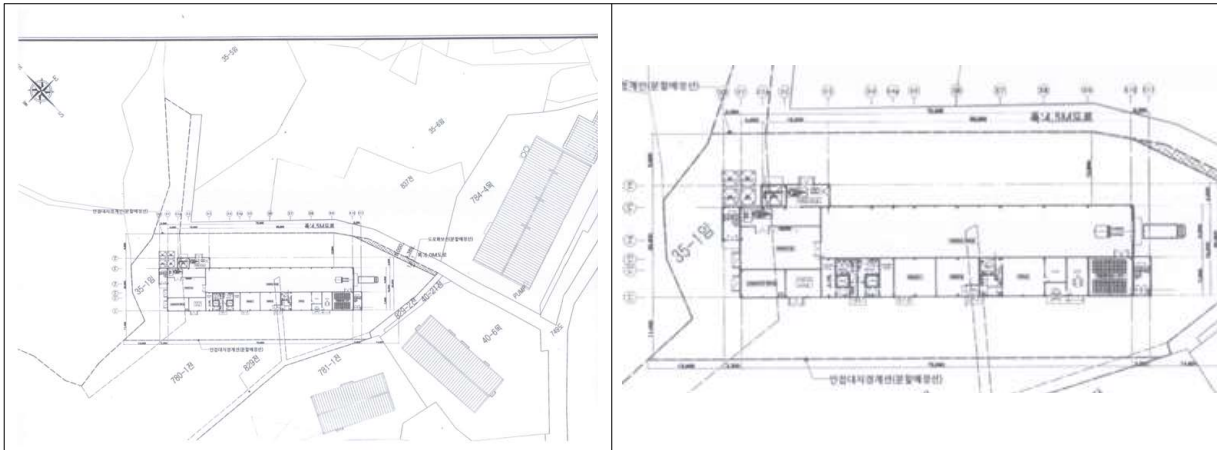


그림 1. 곡성군 한국유용곤충연구소 부지내 성충사육동 설계도(2016. 8월)

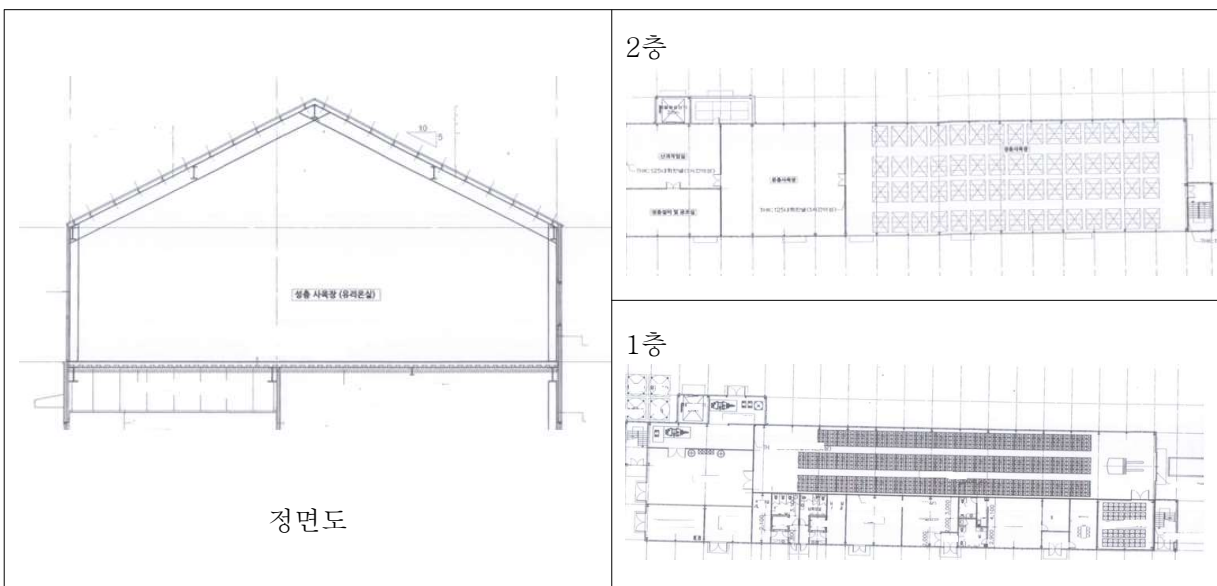


그림 2. 유리온실 구조의 성충사육동 설계도(2016 8월)

## 나. 채란단계 모델

### (1) 성충채란시설의 구성

아메리카동애등에 성충 채란시설은 유리온실 구조를 포함한 2층의 구조로서 2층에는 성충사육상과 채란을 위한 장치가 구성된다. 1층은 채란받은 동애등에 알을 부화할 수 있도록 부화유도실, 부화한 유충을 안정화 단계까지 발육하도록 사육하는 사육실 등으로 구성되어 있다. 사업화를 위해서는 성충사육상(2m<sup>3</sup>) 1개에서 매일 1,000 ~ 5,000난과 이상을 수확함을 기준으로 총생산량 1일 15톤 생산규모를 안정적으로 운영하기 위해서는 성충사육상이 60여개 설치되어야 한다(1난과=500알, 종령 1개체=0.15g).



그림 3. 자연광이 비추는 곳에 성충사육상(모기장망)을 설치한 모습

### (2) 산란 효율 증진을 위한 성충사육상, 채란관에 관한 실험

#### 재료 및 방법

본 연구를 위해 2015년 농촌진흥청에서 누대사육중인 아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)를 난과 및 유충으로 분양받아 양돈사료(무등임신돈, 광주축협), 맥주박(일우영농), 남은음식물건조사료(서울 S 음식물자원 단미사료)를 이용하여 누대사육 하였다. 무등임신돈사료의 영양성분은 수분 12%에 조단백 14.1%, 조지방 6.5%, 조섬유 6.1%, 조회분 9.2%이었고, 맥주박은 수분 85%에 조단백 4%, 조섬유 7%, 조회분 3%이상이었으며, 음식물자원 단미사료는 수분 3.8%에 조단백 23.0%, 조지방 9.4%, 조섬유 16.6%, 조회분 16.2%, 염분 1.2%, 칼슘 4.8%, 인 1.1%을 함유하였다. 사육기간중 사료 혼합에 사용한 물과 성충에 지급된 물은 지하수를 이용하였다.

성충의 산란난과 조사를 위해 용화 직후의 번데기를 각각의 성충사육상에 주당 평균 약 20,000개체씩 직접 무게를 측정된 후에 개체당 평균 0.15g씩으로 계산하여 각각의 사육상에 총 3kg씩 투입하였다.

실험 기간 중 아메리카동애등에 성충과 유충사육실은 난방장치를 이용하여 28℃ 이상 상대습도는 40 ~ 50%를 유지하였다. 사육실의 천장에 투명한 재질로 가로 × 세로 (1.5 m × 3.6 m)의 창(窓)을 제작하여 자연광이 충분히 비추도록 하였다.

## 1. 성충사육상

성충사육상은 일반적인 모기장(Camping park, 폴리에스테리, 메쉬 0.1 cm)과 하우스용비닐(태양표 농업용PE필름) 그리고 각각의 재질을 거치하는 프레임(뼈대)은 pvc파이프(금오, 폴리염화비닐관, 직경 2.5 cm)나 목재(규격  $\varnothing$  4.5 cm, 직경 6.5 cm)을 이용. A. 모기장사육상 (3.0 × 2.0 × 2.0 m), B. 모기장과 비닐 측면 대형사육상 (3.7 × 3.7 × 2 m), C. 중소형사육상 (1.8 × 1.0 × 1.9 m), D. 소형사육상 (1.0 × 0.9 × 1.9 m), E. 모기장과 비닐혼합사육상 (1.9 × 1.7 × 1.9 m), F. 비닐 사육상 (1.9 × 1.7 × 1.9 m) (Fig. 1, Fig. 2).

## 2. 산란유도상자와 배지

산란 수는 산란처에 가득 또는 60% 이상 산란된 경우의 난괴를 대상으로 산란난괴수로 조사하였으며 채란 기간 중 2일 간격으로 오후 3시경에 조사하였다. 산란을 유도하기 위하여 뚜껑이 없는 사각형의 파란색 플라스틱 상자를 산란유도상자 가로 × 세로 × 높이(57 cm × 36 cm × 14 cm)로 사용하였으며 산란유도 배지(돈분 2.8kg + 양돈사료 6kg)에 물을 혼합하여 함수율을 50%로 유지하였다. 산란유도배지에 사용한 돈분은 곡성군 옥과면의 보람양돈장에서 배변 후 약 10일 경과된 상태에서 수분이 약 30% 가량의 성상으로 실험 전 상온에 2 ~ 3일간 보관하여 사용하였다.

산란유도 배지는 성상을 유지하기 위하여 2주에 한번 교체하였으며, 다른 파리목의 침입을 방지하기 위하여, 산란유도상자 위에 모기장 망을 씌운 후 실험 목적에 따라 플로랄폼(oasismarket)과 골판지(동약포장, 갈색골판지)를 모두 가로 × 세로 × 높이(20 × 5 × 5 cm)를 표준규격으로 만들어 총 4개의 산란 처를 투입하였으며 산란처의 구멍에 가득 채워져 있는 난괴를 조사하였다. 골판지는 박스로 제작된 일반적인 황갈색으로 구멍(산란처)의 크기가 평균 3 ~ 5 mm로 제작된 것을 사용 전에 잘라 사용하였다.

## 3. 산란처

산란처는 플로랄폼, 골판지, 골판지에 녹색테이프(덕성하이텍, 청테이프)를 붙인것, 플로랄폼과 골판지를 겹쳐서 가로 × 세로 × 높이(20 × 5 × 5 cm)로 직접 제작하였다. 플로랄폼에는 아메리카 동애등에 성충이 산란할 수 있도록 지름 4 mm, 깊이 10 mm로 산란구멍을 뚫었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 사육상 크기별 비교실험

아메리카 동애등에 성충의 교미와 산란 성공 증진 습성을 조사하기 위해 모든 사육상의 높이를 1.9 ~ 2.0 m로 고정시키고 가로와 세로의 길이만 다른 6가지 사육상에서 산란난괴수를 조사한 결과 2 ~ 3일간 산란한 난괴수가 가로 세로의 길이가 2 ~ 3.7 m



이상의 사육상 A에서는 평균  $820.7 \pm 141.4$  난괴였고 B는  $976.0 \pm 56.6$  난괴 C는  $609.7 \pm 126.6$  난괴를 산란하였으며 가로 세로가 모두 1 ~ 1.9 m의 사육상 D에서는 평균  $604.3 \pm 142.1$  난괴 E는  $516.0 \pm 305.9$  난괴를 산란하였으며, 상대적으로 가로 세로의 크기가 0.9 ~ 1.0 m으로 상당히 작아진 크기의 사육상 F에서는 평균  $62.3 \pm 31.1$  난괴로 산란난괴수도 눈에 띄게 줄어드는 모습을 볼 수 있었다(Fig. 3). 이처럼 아메리카동애등에 성충사육상의 크기가 산란에 밀접하게 관여를 한다는 것을 알 수 있었다. 이는 파리목 곤충중 아메리카 동애등에와 마찬가지로 유기물에 발생하는 집 파리와 금파리류는 30 ~ 40 cm의 작은 크기의 사육상에서도 교미와 산란이 정상적으로 이루어지는 것과는 차이가 있었다. 아메리카 동애등에의 실내사육을 위해 실시한 국내 실험에서는 성충사육상의 크기를 기본적으로 가로 × 세로 × 높이 모두 2 m 이상으로 사육하였으며 (Park 2013), 산란 또한 효율적으로 받았다. 이처럼 아메리카 동애등에 성충의 산란을 위해서는 가로, 세로, 높이 모두 2m 이상의 사육상에서 적정량의 개체를 넣고 사육을해야 많은 양의 난괴를 수확할 수 있을 것으로 생각이 된다. 또한, 사육상의 크기 외에도 아메리카 동애등에의 산란율에 관여를 하는 환경은 일반적인 망재질로써 공기순환이 잘되며 빛 투과성이 좋아서 자연광이 잘 들어오는 것이 좋지만 겨울철의 보온을 위해서 비닐사육상을 제작하여 실험을 해보았으나 보온의 효과는 있었으나 첫 번째, 공기순환이 잘 안 된다는 단점과 두 번째, 빛의 투과성이 상당히 약해져서 성충의 산란율도 비례해서 약해지는 것을 볼 수 있었고, 세 번째로는 빛이 조금만 들어와도 온도가 올라가기 때문에 따로 온도와 습도 조절 시스템을 적용시키지 않으면 한 계절밖에 사용이 불가능하다는 점이 있었다. 따라서 망 재질을 이용하여 온도와 습도를 조절해주는 것이 합리적인 것으로 생각된다.

## 2. 산란처에 따른 비교실험

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)는 자연상태에서 축축하고 부패하는 유기물 주변 건조된 틈사이에 산란을 하는 생태적인 특징을 이용하여(Copello 1926, Gonzalez et al. 1963) 선호하는 산란처를 알아보기 위해서 실내사육으로 외국에서 널리 사용되고 있는 일반 골판지 박스와 농촌진흥청 등 국내에서 널리 사용되고 있는 플로탈폼을 이용하여 크기를 균일하게 제작하여 비교 실험을 진행하였다. 산란유도상자 안에 산란 유도배지를 넣고 자연광이 잘 들어오는 곳에 배치하였으며, 각각의 성충 사육상에 골판지2개와 플로탈폼 2개를 위치시켜놓고 2 ~ 3일 간격으로 총 10 개의 다른 사육상에서 산란을 받은 결과 1월 25 ~ 27일에 플로탈폼에 평균 2,581개 골판지 490개를 산란하였고, 1월 27일 ~ 29일에는 플로탈폼에 평균 2,833 난괴와 골판지에 335 난괴를 산란하였다(Fig. 4). 2월 1일 마지막 실험에서도 그 전 데이터와 같이 일관성 있게 플로탈폼은 평균 3,065 난괴, 골판지 707 난괴를 수확하였다. 국내에서 진행한 플로탈폼을 이용한 아메리카동애등에 산란실험에서는 개체별 평균 산란수가  $1,001 \pm 247$ 개를 산란한다고 나와있으나(Park 2013), 본 실험에서는 적정량의 산란율을 보이지 않았다. 이는 사육상 크기에 따른 적정 개체수량의 차이나 기타 사육환경 때문인 것으로 추정된다. 본 실험 결과에서 아메리카동애등에 성충은 산란처로 골판지보다 플로탈폼을 선호하는 것으로 조사되었다. 아메리카 동애등에 성충이 플로탈폼을 선호하는 이유로

는 재질의 특이성 및 색의 특이성으로 생각이 된다.

### 3. 산란구멍에 따른 비교실험

아메리카 동애등에 성충을 실내사육하기 위해서는 광조건, 사육상의 크기, 산란처의 종류를 제외하고 중요한 요소중에 하나는 산란처의 산란구멍의 적당한 크기이다. 아메리카 동애등에 성충은 산란관을 산란처의 틈에 넣고 산란하는 습성이 있으므로 산란처의 틈(구멍)이 너무 크면 산란을 할 수 없거나 산란난괴수가 감소하였다(Park 2013). 본 실험에서는 산란에 적합한 산란구멍의 크기를 알아보기 위하여 총 2개의 일반모기장 케이지에 산란유도배지를 광이 잘 들어오는 곳에 위치시키고, 그 위에 수분이 함유되지 않은 상태의 4 mm 크기의 산란구멍 플로랄폼 2개와 6 mm 크기의 산란구멍 플로랄폼 2개를 올려두고 2일에 한번 총 3회 조사하였다. 그 결과 4 mm에서 하루 평균 48.2 난괴 6 mm에서는 29.0 난괴로 9.2 난괴 차이를 보이는 것으로 조사되었다(Fig. 5). 이는 플로랄폼에 수분을 함유시키고 3 ~ 5 mm 산란구멍 크기에서 많은 양의 산란을 받았다는 결과(Park 2013)와 유사했다. 이렇듯 아메리카 동애등에를 실내사육을 하기 위해서는 산란구멍의 크기가 중요하다는 것을 알 수 있었다.

### 4. 산란처의 재질 변화에 따른 산란 촉진 실험

아메리카 동애등에 산란처에 따른 비교실험(Fig. 4)에서의 결과는 일관성 있게 플로랄폼을 선호하는 것으로 조사되었다. 이처럼 플로랄폼을 사용하는 것이 산란 수 증진을 위해서는 효과적이지만 재활용이 어렵고 구입비용과 산란처 및 산란구멍을 제작하는 비용 및 시간이 상대적으로 많이 소요되는 단점이 있었다. 반면에 골판지는 적은 비용으로 대량 생산이 가능하므로 상대적 가격경쟁력이 있었다. 본 실험에서는 앞으로 가축 및 양식어류의 사료로 활용하기 위한 산업화를 목적으로 한 대량사육의 경우 저렴하고 재활용이 가능한 재질의 산란처를 이용하는 것이 효과적이라고 생각되었다. 따라서 산란처로써 골판지 사용에 목적을 두고, 플로랄폼의 어떠한 점이 아메리카 동애등에의 산란을 유도하는지 알아보기 위한 첫 번째 실험으로 골판지의 외형에 플로랄폼과 비슷한 녹색테이프를 부착시키고 플로랄폼과 같이 전체적인 크기를 가로 × 세로 × 높이(20 × 5 × 5 cm)로 모두 균일화 하였다. 두 번째 실험으로 플로랄폼 재활용에 목적을 둔 재질의 선호성 실험으로 플로랄폼의 크기는 첫 번째 실험과 동일하게 두고 골판지 사이에 플로랄폼을 얇게 잘라서 투입시켰다. 색의 선호성 실험은 균일하게 산란을 받는 4개의 일반 모기장 사육상에 동일한 산란유도배지를 광이 잘 들어오는 곳에 위치시키고 2 ~ 3일에 한번 총 3회 조사하였고 재질의 선호성 실험에서는 균일하게 산란을 받는 3개의 일반 모기장 사육상에서 총 2 ~ 3일에 한번 총 4회 조사하였다. 첫 번째 실험으로 녹색계통의 산란처를 제작하기 위해 골판지에 녹색테이프를 부착한 산란처와 플로랄폼의 평균 산란난괴 수를 비교한 결과 플로랄폼에 평균 326.3개와 녹색테이프를 부착한 골판지에 난괴수 135.2개를 산란하였다(Fig. 6). 녹색의 골판지보다 플로랄폼에서 많은 산란난괴수를 나타냈으나 일반골판지와 플로랄폼 비교

실험에서 나온 산란수인 평균 41.0 난피와 비교하면 산란난피수가 3배이상 증가하는 것으로 조사되었다. 두 번째 실험인 재질 선호성 실험에서는 골판지에 플로탈폼을 얇게 잘라 겹친 산란처에서 57.7 난피 플로탈폼은 64.7 난피로 별다른 차이를 보이지 않았다(Fig. 7). 이러한 결과로서 아메리카동애등에가 플로탈폼의 재질과 녹색계통의 색상을 선호하는 것으로 추측할 수 있었다. 따라서 산란유도상자와 산란처로 녹색계통을 활용하면 좋을 것으로 생각되었다. 아메리카 동애등에의 야외 생태환경이 초록색을 선호하는 부분에서 영향을 주지 않았나 추측이 된다. 이는 외국에서 아메리카동애등에 성충채란실에 녹색식물을 넣어주는 것이 성충의 수분섭취 뿐 아니라 산란촉진에도 관여할 수 있다는 추측을 하게 되어 앞으로 녹색식물이 동애등에 산란에 대한 영향 등과 같은 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각되었다.



그림 1. 성충사육상내에 산란유도배지(유기성물질)와 산란판(오아시스, 골판지, 오아시스와 골판지를 겹친것)를 이용하여 동애등에 알을 채란받는 모습



그림 2. 비닐하우스의 비닐을 이용하여 제작한 성충사육상

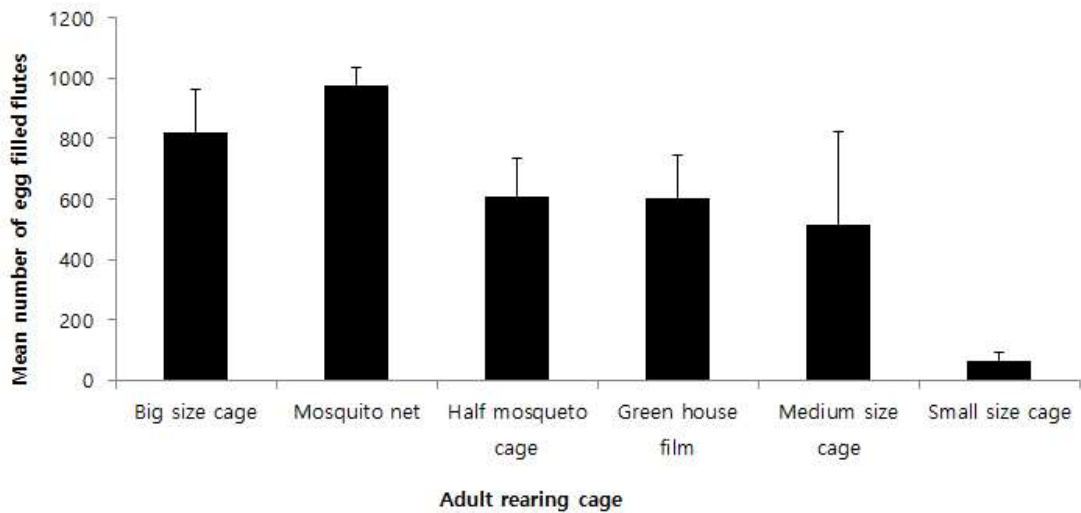


그림 3. 동애등에 성충사육상 크기별 산란수

Big size cage (3.7 × 3.7 × 2 m), Mosquito net (3.0 × 2.0 × 2.0 m), Half mosquito cage (1.9 × 1.7 × 1.9 m), Green house film (1.9 × 1.7 × 1.9 m), Medium size cage (1.8 × 1.0 × 1.9 m), Small size cage (1.0 × 0.9 × 1.9 m)

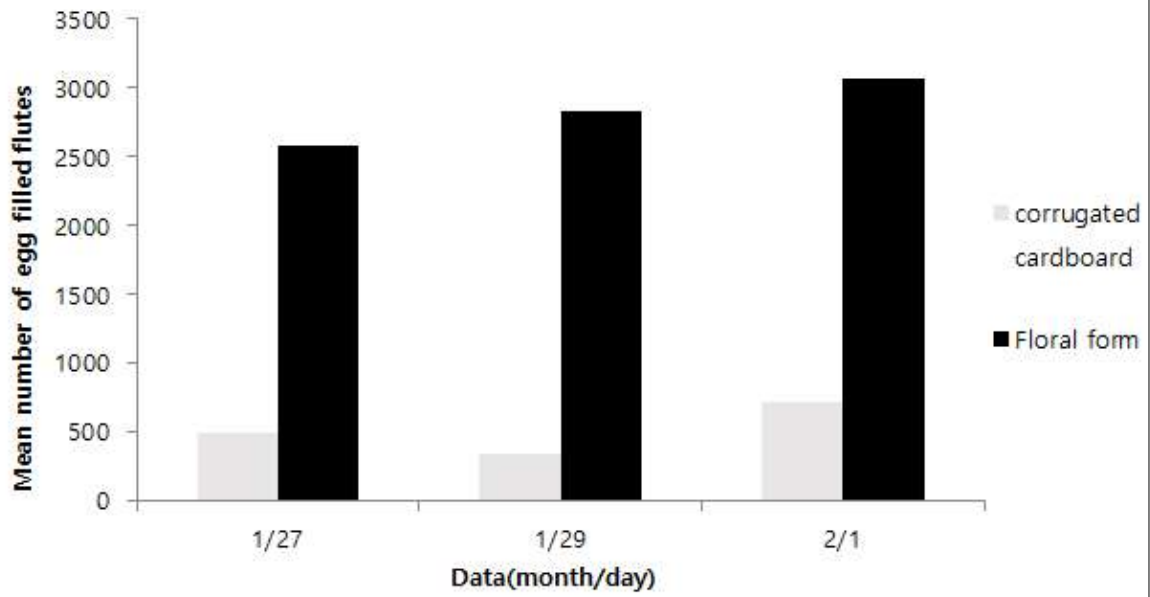


그림 4. 골판지와 플로랄폼에 대한 아메리카동애등에의 산란난괴수 비교

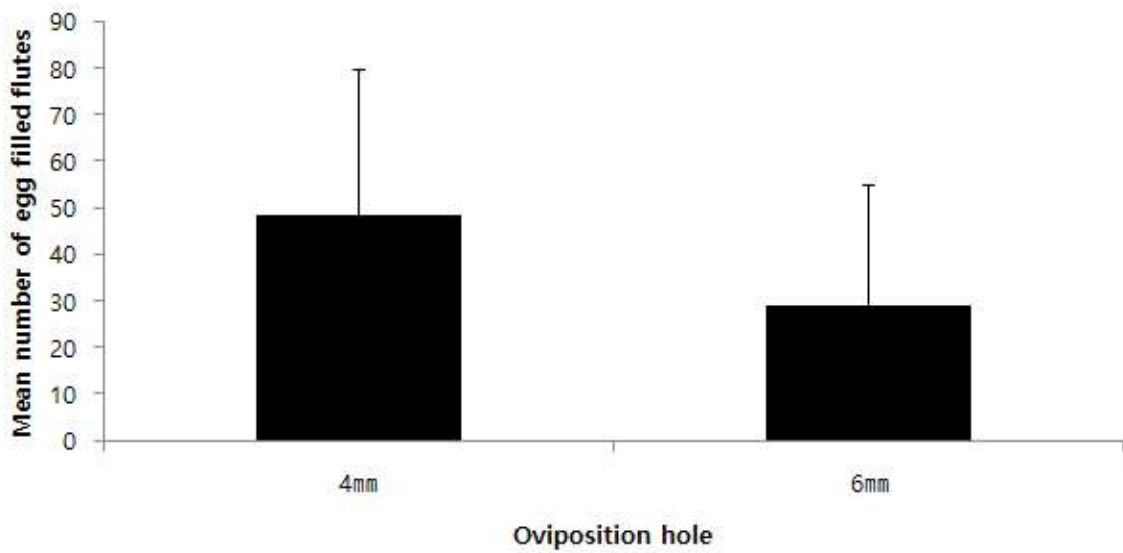


그림 5. 산란처 산란틈(구멍) 크기별 산란수 비교

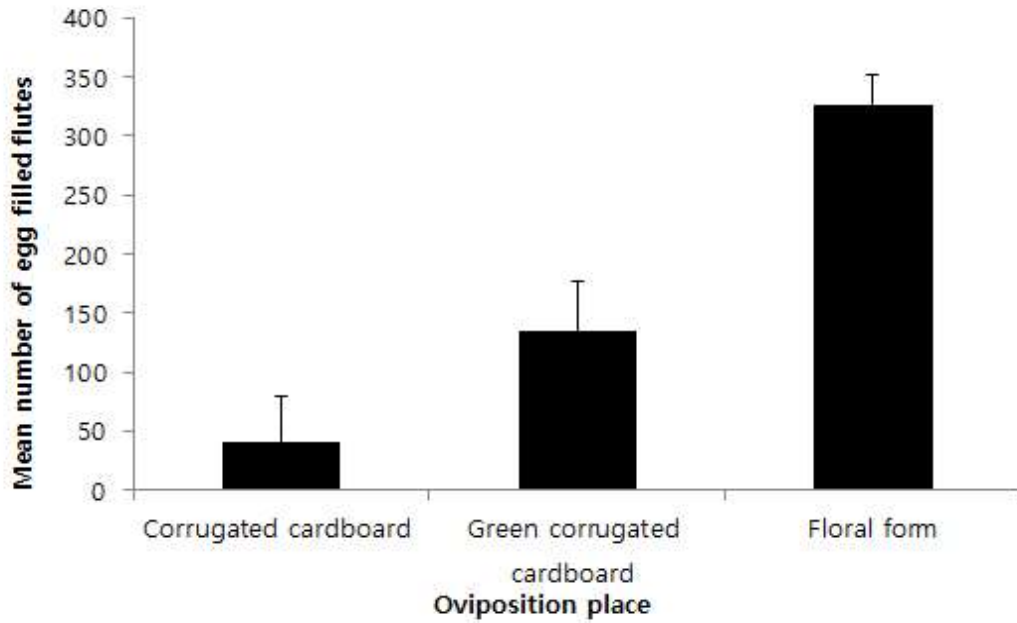


그림 6. 일반 갈색골판지, 녹색골판지 그리고 녹색의 플로랄폼에서의 산란수 비교

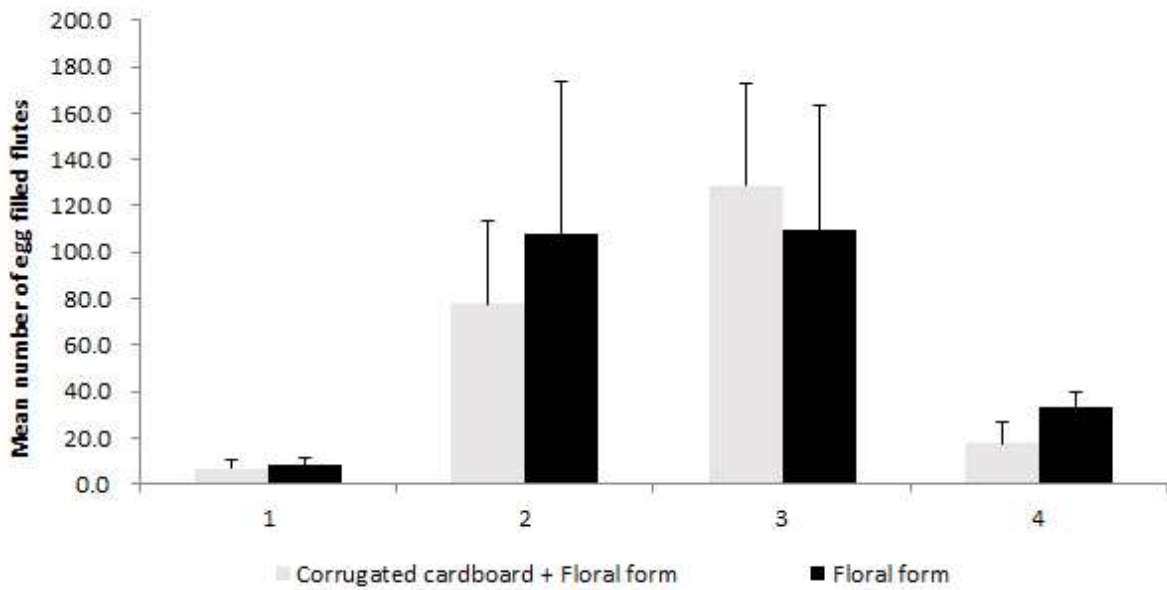


그림 7. 플로랄폼과 골판지에 플로랄폼을 겹친 산란처에 대한 아메리카동애등에의 산란수 비교

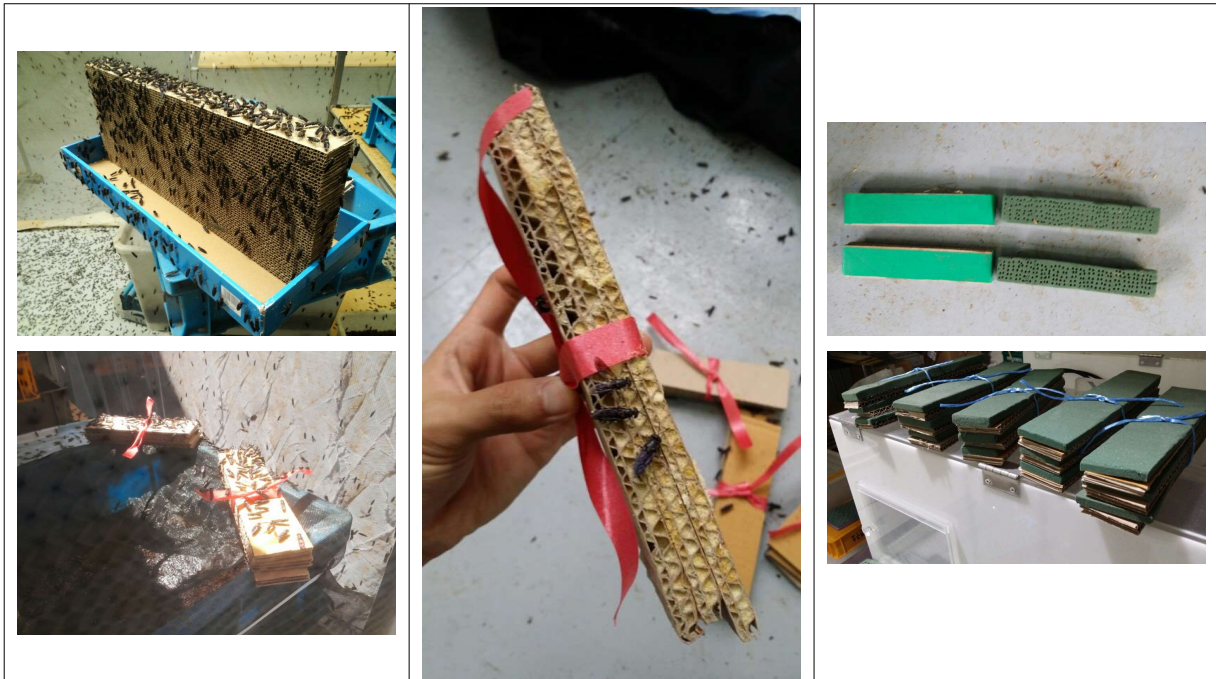
## 다. 발육단계 모델

### (1) 수동 사육단계

- 시설: 2층 유리온실구조, 약 1,000평(3,300m<sup>2</sup>), 연중 25℃ 이상유지
- 먹이: 음식물건조사료, 양돈사료, 밀기울, 미강, 맥주박, 기타
- 사육용기: 플라스틱 상자(대, 중, 소)

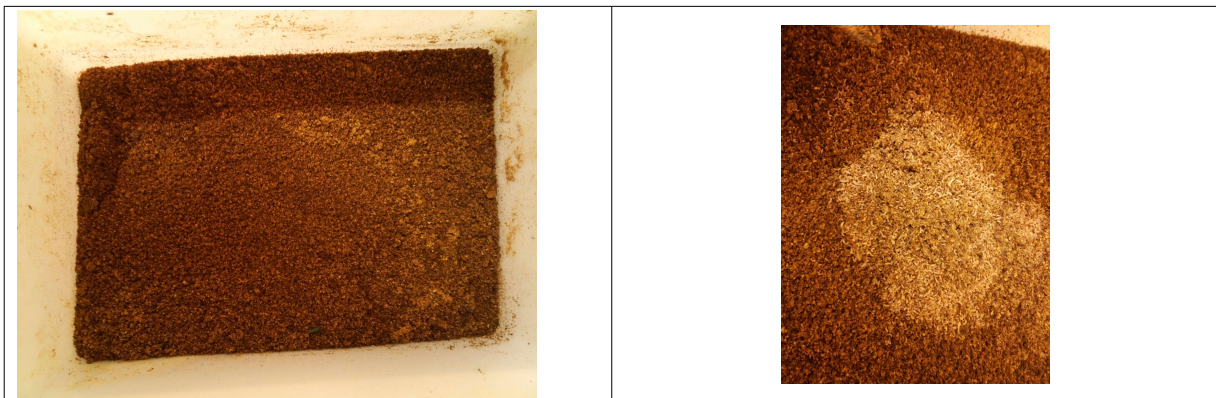
#### ① 부화유도배지와 산란판을 이용한 효율적인 동애등에 부화유충 사육

- 플로탈폼, 골판지, 나무, 플라스틱 재질등에 대한 실험결과 플로탈폼에 가장 많은 산란을하여 선호하는 것으로 조사되었으나 경제성을 고려하여 골판지를 활용함



#### ② 부화후 안정화(5~7일령충) 단계의 발육

- 양돈사료 + 충전제: 5~7일(27℃)
- 부화직후 사망률이 높으므로 온도 및 습도 관리가 중요하다



③ 유충 대량사육 단계(수동 및 자동화장치 포함)

- 시설: 조립식판넬구조, 약 2,000평(6,600㎡), 연중 25~30℃ 이상유지
- 사료(남은음식물건조사료) + 충전제(맥주박 등)
- 발육기간은 약 12 ~ 15일(27℃)로 번데기가 보이기 시작하면 수확시스템으로 이동
- 생산량: 15톤/일



그림 4. 동에동에 유충 대량사육시스템

아메리카동애등을 산업화하기 위한 사육시스템은 먹이를 직접공급하고 발육을 마친 유충을 분리하여 수확하는 시스템과 기계장치를 활용하는 자동화 시스템이 개발되고 있다. 자동화시스템을 개발하기 위해서는 동애등의 각 발육단계별 환경조건 및 생리 생태습성을 파악해야하며 자동화장치에 투입되는 밀도, 공간, 먹이 등에 대한 철저한 검증이 필요하다. 본 연구에서는 자동화장치를 접목하기 위한 다양한 사육조건을 직접 경험하고 시행착오를 거쳐 대량사육시스템을 구축할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있도록 했다.

그림 5. 소형사육상자에서 발육중인 아메리카동애등에







그림 6. 동애등에유충의 밀도를 조절하여 먹이를 공급하는 과정



그림 7. 동애등에 유충에게 먹이를 공급한 후 혼합하는 과정

동애등에유충의 먹이는 음식물건조사료와 맥주박 등 부산물을 혼합하고 수분함량이 70 ~ 80%정도가 되기 물을 보충하여 제작한다. 제작된 먹이는 동애등에에게 직접 투입하며 필요에 따라 먹이를 효율적으로 섭식하도록 혼합하여 주기도 한다. 사육실의 환경(온도, 습도) 조건에 따라 동애등에 먹이의 수분함량 및 혼합여부는 달라진다. 이러한 사육법은 최근에 자동화 장치를 활용하여 인건비를 절감하는 방향으로 개선되어졌다.

## 라. 수확단계 모델

### (1) 대량사육된 아메리카동애등에의 수확

- 동애등에의 먹이는 동애등에 종령유충과 비교되어 분리가 가능한 입자를 활용한다
- 사육과정중 먹이의 수분함량 및 사육상내 습도조절을 통해 수확시점에 분리가 원활하도록 한다.
- 수확되는 종령유충의 개체별 중량이 최대인 발육시점을 찾아 적용한다.



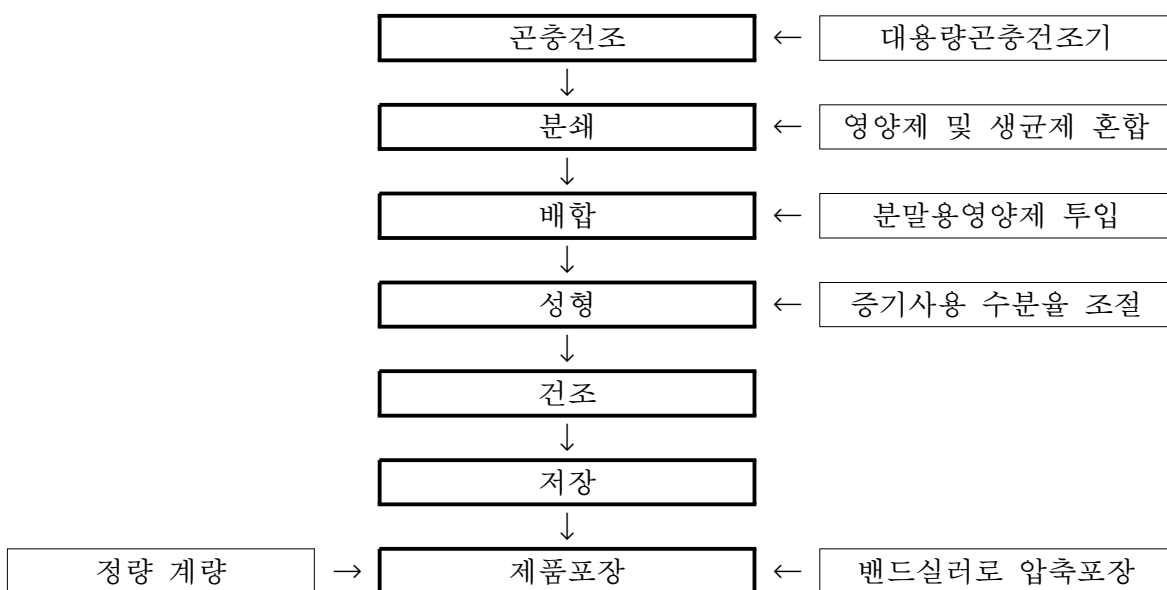
본 사육시스템은 동애등에의 습성 중 가장 큰 장점이라고 할 수 있는 종령에서 번데기가 될 때 발육 중이던 곳에서 탈출하는 습성을 배제한 시스템이다. 동애등에유충은 사육배지내의 수분함량 및 습도 또는 먹이조건 및 여러 환경조건에 따라 외부로 탈출하는 습성을 갖고 있다. 특히 이러한 습성으로 인해 대량사육과정에서는 고 밀도의 사육 조건에서 유충의 외부탈출을 막을 수 있는 환경을 구축하여야한다.

따라서 본 사육시스템에서는 사육배지 및 사육환경을 조절하여 유충이 탈출하지 못하게 조절하며 종령유충이 번데기가 될때 진동에 의한 장치를 이용하여 일시에 수확하는 시스템을 활용하고 있다. 이러한 수확시스템을 활용하면 공간, 인력 등 비용을 절감할 수 있으며 예측 가능한 수확량을 알 수 있어 산업화가 가능하게 된다.

마. 가공 및 포장단계 모델

(1) 사료용곤충 제형화를 위한 연구

- ① 제품명: 육계사료 라바피드(곤충사료)
- ② 상표출원: 라바피드
- ③ 성분표: 미강(70%)+ 동애등에 유충건조분말(30%)
- ④ 제형: 분말형, 펠렛형 완성



<아메리카동애등에 펠렛화 제형>

⑤ 제형의 개선

닭사료 첨가제의 경우 3mm 펠렛 형태는 병아리 급이 시 크기가 커서 섭식에

영향을 받는 것으로 확인되어, 제형 변경이 필요하였으며 가루형태와 사료성형과정에서 절단 길이를 1mm로 짧게 하여 크럼블형태로 개선하였음.



<크럼블제형 : 신규크럼블제형(좌), 시판중인 크럼블제형(우)>

(2) 육계 사료 시제품 개발

① 제품명: 육계사료 액상 라바피드

② 상표출원: 곤충추출물에 대한 사료 등록기준 마련 필요

「사료 등의 기준 및 규격」에 따라 곤충단미사료로서 아메리카동애등에 유충의 기준이 있지만, 형태가 변경된 액상의 사료첨가제 활용에 있어서는 적용할 수 있는 기준 및 규격이 없어 향후 진행 필요

③ 성분표: 동애등에 유충 액상 추출물

④ 제형: 액상 사료첨가제

닭사료 첨가제의 경우 3mm 펠렛 형태는 병아리 급이 시 크기가 커서 섭식에 영향을 받는 것으로 확인되어, 제형 변경이 필요하였으며 액상 사료첨가제를 활용하는 방법으로 아메리카동애등에를 추출하여 시제품을 개발하였음

- 추출기는 추출 전 가동 및 세척하여 사용
- 곤충의 유용물질을 추출하기 위하여 건조된 곤충을 소모성채집망에 10kg씩 소분하여 밀봉하고 추출기 내부에서 물과 함께(물 60% : 곤충 40%) 추출
- 추출조건은 80℃에서 5시간이상 추출
- 상기 작업으로 추출된 아메리카동애등에 추출물은 혼합탱크로 옮겨 직접 포장을 실시하였음



<아메리카동애등에 추출용 번데기>



<아메리카동애등에 추출 및 추출물>

#### ⑤ 제형의 개선

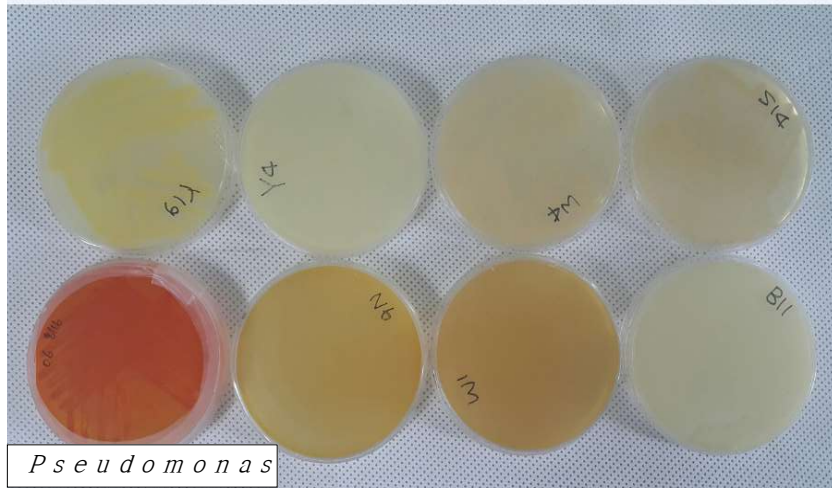
아메리카동애등에의 경우 추출 결과 냄새가 심하게 발생하였음. 이러한 문제는 닭의 사료섭식 기피문제를 야기할 수 있어 미생물을 활용하여 냄새 제거 및 관련된 성분조사를 실시하였음.

##### • 미생물 처리 방법

- 동애등에 추출액 10ml을 준비
- 본기관에서 보유하고 있는 냄새제거 가능 기능성 미생물을  $1 \times 10^7$  cfu/ml의 농도로 1ml씩 8종을 처리
- 25℃ 배양기에서 7일간 배양 및 냄새 발생정도 관별

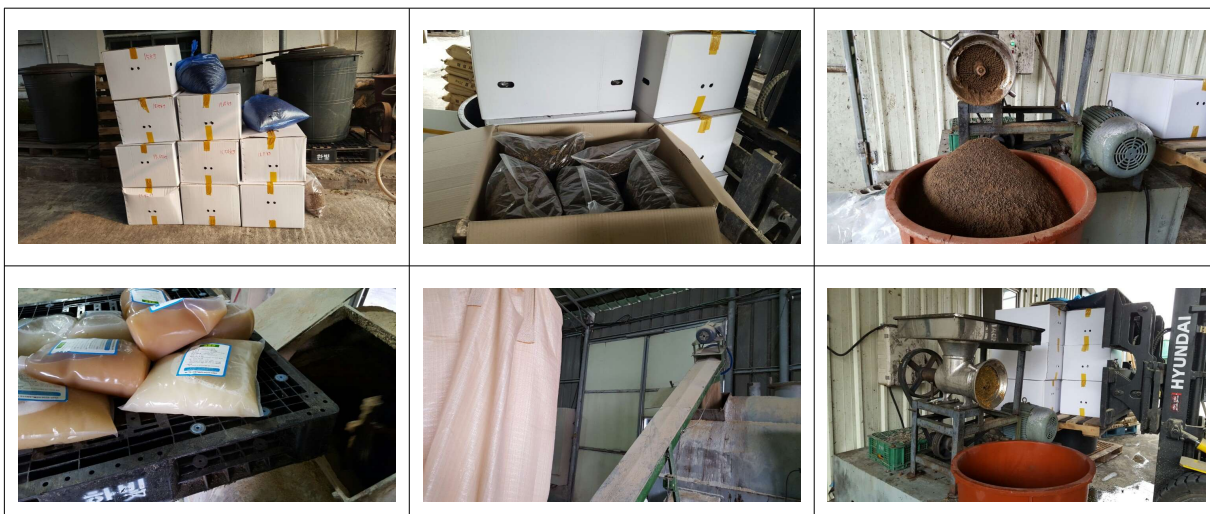
##### • 처리결과

- 최종적으로 가장 효과가 좋았던 균주는 *Pseudomonas sp.* 이였음. 동애등에 추출액의 역한 냄새가 많이 줄어 섭식에 기피현상 등의 영향이 없을 것으로 판단됨



<동애등애 추출물 냄새제거 활용 미생물>

(3) 농장실험을 위한 라바피드 제작과정



라바피드원료(아메리카동애등애 건조체) - 분쇄 - 유용미생물 - 부형제혼합

(4) 본 과제를 통해 출원한 특허

특허 1

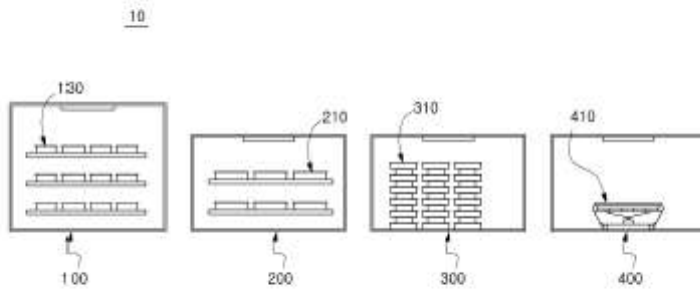
출원일자 2015.12.30  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(6411)  
출원번호 10-2015-0189539 (접수번호 1-1-2015-1287569-08)  
출원인명칭 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소(1-2003-012743-9)  
대리인성명 특허법인 총현(9-2010-100021-9)  
발명자성명 양영철 박영규 오기석 강승호  
발명의명칭 동애등에 유충의 사육방법 및 동애등에 유충의 생산방법

특허 2

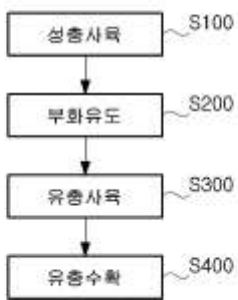
출원일자 2016.03.02  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(6440)  
출원번호 10-2016-0025165 (접수번호 1-1-2016-0203943-35)  
출원인명칭 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소(1-2003-012743-9)  
대리인성명 특허법인 총현(9-2010-100021-9)  
발명자성명 양영철 박영규 오기석 강승호  
발명의명칭 동애등에 대량생산 시스템

【도면】

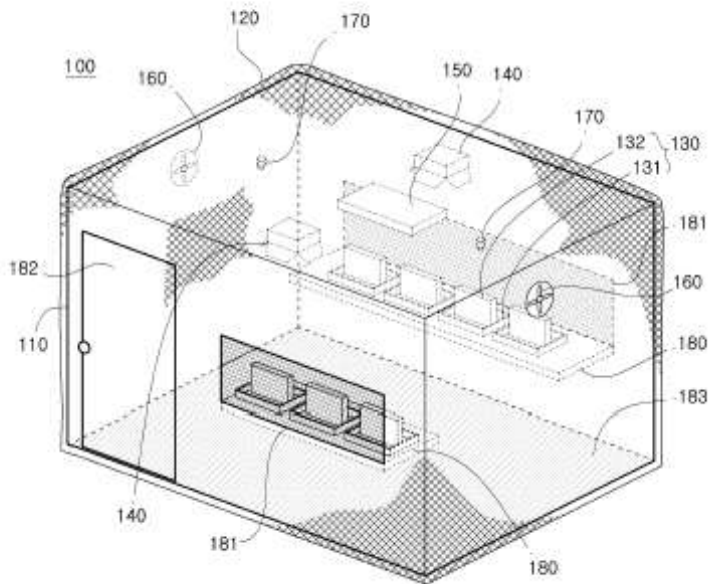
【도 1】



【도 2】

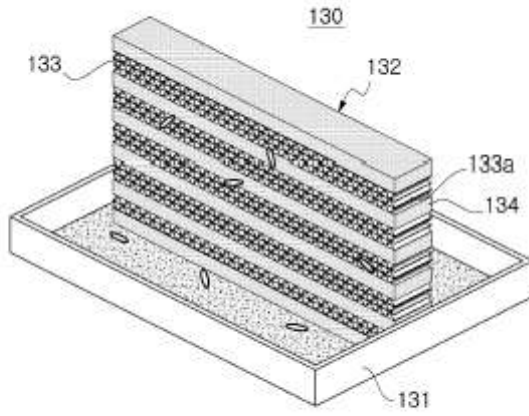


【도 3】

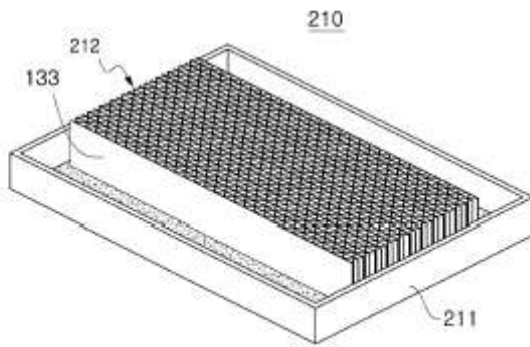




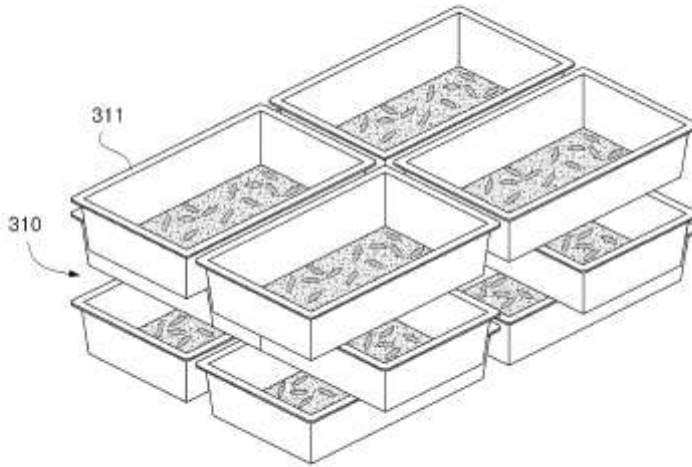
【図 4】



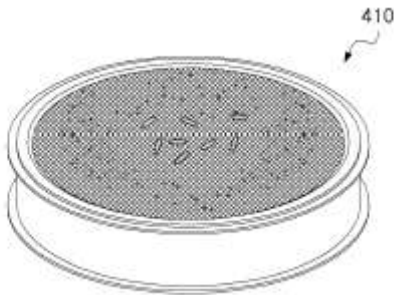
【図 5】



【도 6】



【도 7】

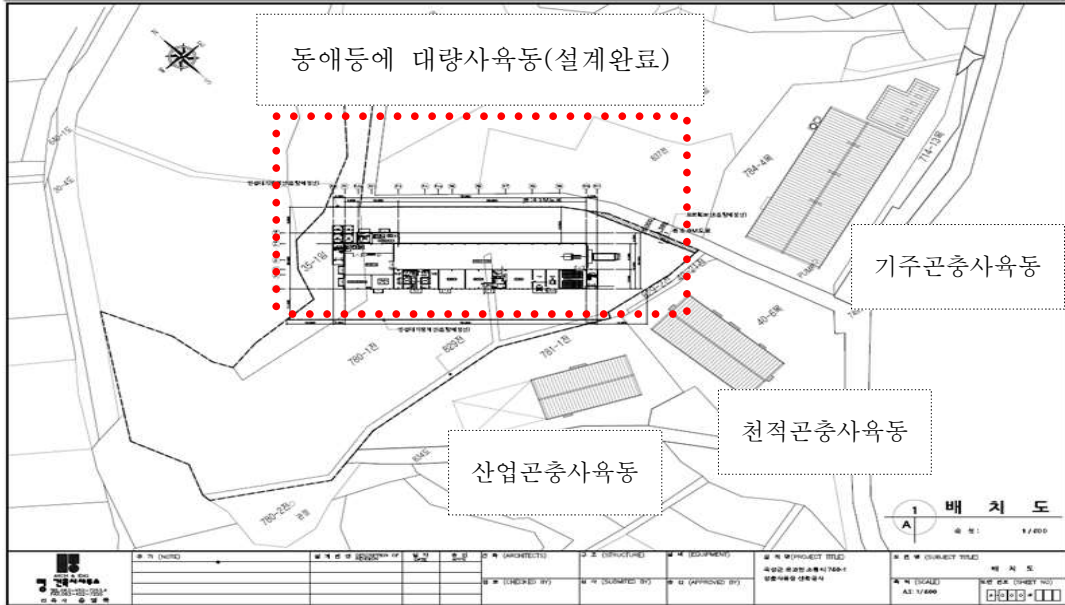


※ 기술자문을 통해 유용곤충사료화 회사 법인설립 및 납품계약수립

|           |  |              |                |
|-----------|--|--------------|----------------|
| 업 체 명     | 주식회사 씨아이이에프                                | 대 표 자 명      | 이 ○ ○          |
| 설립(개업)일자* | 2016년 06월 28일                              | 업종(품목)       | 제조업/<br>유용곤충가공 |
| 소 재 지     | 주 소  | 전 화 번 호      | 팩 스            |
| 본 사       | 전북 김제시 백산면 부거리                             | 063)548-7756 | 063)548-7757   |
| 곡성 공장     | 전남 곡성군 옥과면 소룡리                             | 061)362-8205 | 061)362-8245   |
| 주요 생산품목   | 동애등에 ( 사료 , 화장품 원료 , 의약품 원료 , 천연항생제 추출 등 ) |              |                |

※ 농업회사법인(주)한국유용곤충연구소 동에등에 대량사육사업화 추진계획

1. 본사부지내 성충채란사육동 및 부화유충사육시설 설계



전남 곡성군 옥과면 소룡길 289-38번지 한국유용곤충연구소

2. 사료용곤충 판매를위한 단미사료제조업 등록증 및 사료성분 등록증 취득

[별지 제2호서식]

( 앞 쪽 )

제 2016-0001 호

( 단미 ) 사 료 제 조 업 등 록 증

대 표 자 : 생년월일 : 년 월 일

제조업체명 : 농업회사법인 (주)한국유용곤충 제조업등록번호: 4860000-034-2016-0001  
연구소

소재지 : 전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38

생산사료 종류 : 파리번데기, 동애등에유충

생산능력(1일 생산량) : 0.02 톤

등록조건 : 뒤쪽 참조

사료관리법 제8조제1항 및 같은 법 시행규칙 제5조제2항에 따라  
위와 같이 ( 단미 ) 사료 제조업의 등록을 하였음을 증명합니다.

2016년 01월 13일

곡성군



210mm x 297mm  
(보존용지(1종 120g/㎡))

[별지 제8호서식]

등록번호 제 XX0000002 호

## 사료 성분등록증

대표자: (주)한국유용곤충연구소      생년월일: 1964년 12월 21일  
 업체명: 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소      제조(수입)업등록번호: 4860000-034-2016-0001  
 소재지: 전라남도 곡성군 옥과면 소룡길 289-38  
 사료의 종류 : 단미사료/동물성-곤충류  
 사료의 형태: 건조체 또는 분말      사료의 명칭: 동물성-곤충류  
 제조국가: 국내산      사료의 용도: 가축 및 애완동물사료  
 제품명(영문명): 리바피드(LARVAFEED)

### 사료의 성분량

| 성분명 | 조지방    | 조단백질   | 수분    | 조회분    |  |  |  |  |
|-----|--------|--------|-------|--------|--|--|--|--|
| 성분량 | 29.24% | 37.02% | 8.55% | 11.03% |  |  |  |  |

※ 추가 사료성분량 :

사료관리법 제12조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제3항에 따라 위와 같이 사료의 성분등록을 하였음을 증명합니다.

2016년 08월 05일



곡성군수

210mm × 297mm [백상지 120g/㎡]

[별지 제8호서식]

등록번호 제 XX00D0001 호

## 사료 성분등록증

대표자: (주)한국유용곤충연구소      생년월일: 1964년 12월 21일  
업체명: 농업회사법인 (주)한국유용곤충연구소      제조(수입)업등록번호: 4860000-034-2016-0001  
소재지: 전라남도 곡성군 옥과면 소릉길 289-38  
사료의 종류 : 단미사료/동물성-곤충류  
사료의 형태: 건조체 또는 분말      사료의 명칭: 동물성-곤충류  
제조국가: 국내산      사료의 용도: 가축 및 애완동물사료  
제품명(영문명): 퓨파피드(PUPAFEED)

### 사료의 성분량

| 성분명 | 조지방    | 조단백질   | 수분    | 조회분   |  |  |  |  |
|-----|--------|--------|-------|-------|--|--|--|--|
| 성분량 | 18.06% | 50.09% | 9.72% | 5.09% |  |  |  |  |

※ 추가 사료성분량 :

사료관리법 제12조제2항 및 같은 법 시행규칙 제12조제3항에 따라  
위와 같이 사료의 성분등록을 하였음을 증명합니다.

2016년 08월 05일

곡성군수



210mm × 297mm [백상지 120g/㎡]

## 제 2절. 아메리카왕거저리의 사업화 모델

### 1. 사육장

- 가. 아메리카왕거저리 사육장은 실내에서 연중 25℃이상으로 관리되도록 한다.
- 나. 먹이는 항상 청결하게 관리하여 공급한다.
- 다. 사육용기 및 사육장의 소독 등을 통해 오염요소를 관리한다.

### 2. 사육단계별

- 가. 성충채란: 채망을 이용한 채란
- 나. 유충발육 및 사육: 위생적인 먹이(밀기울, 미강 등)를 공급
- 다. 수확: 진동채를 이용하여 수확

### 3. 자동화 장치 활용(갈색거저리용 자동화장치 활용)



### 4. 가공 및 포장단계

- 가. 마이크로웨이브, 열풍건조 방식으로 건조하여 가공한다



### 제 3절. 식용제품의 한시적 식품으로서의 등록준비

#### 1. 아메리카왕거저리의 식품으로서의 등록을 위한 준비

가 자료, 문헌조사

##### (1) 식용곤충 등재를 위한 자료조사

(가) 기원 및 개발경위

① 기원: 아메리카왕거저리, *Zophobas atratus*(Coleoptera: Tenebrionidae) 는 딱정벌레목 거저리과에 속하는 곤충이다(결과 1 - 가 - 1) 아메리카왕거저리 분류학적 특징 참고)

② 이종은 동물사료용으로 미국에서 1985년경 인공사육된 것으로 알려져 있으며 과충류



사이트 등에서 기원에 대한 언급 자료가 있다(박 등, 2013).

③ 사료용으로 사용한 예로는 1992년 말레이시아에서 양식치어먹이로서의 연구가 있었다(Jabir et al., 2012)

④ 이 종은 중남미 원산으로 식물검역에서 “금지품에서 제외되는 해충(농림축산검역본부 고시 제 2013-118호)”에서 기타 먹이용으로 등재되었다.

⑤ 개발경위: 아메리카왕거저리는 2014년 한시적 식품으로 등재된 갈색거저리와 유사한 외부 형태를 갖고 있으며 국내에서 많은 곤충농가가 생겨나고 있는 실정이다. 특히 갈색거저리에 비하여 크기가 크고 사육에 편리함이 있어 식용으로 개발되면 장점이 많은 곤충종이다.

(나) 국내·외 인정(허가)현황

: 국내에서 식용 및 사료용으로 인정받은 허가에 대해 알려진 바는 없다.

(다) 국내·외 사용현황

: 국내에서는 과충류, 고슴도치 등 애완동물의 먹이로 널리 활용되어지고 있으며 최근 체험학습장 및 곤충산업관련 심포지움, 박람회 등에서 건조체를 식용으로 전시하여 품평회를 갖는 등 활발히 사용되어지고 있다. 국외에서도 애완동물 사료로 널리 활용되어지고 있으며 슈퍼웜이라 하여 식용으로도 활용되어지고 있다.

(라) 제조방법에 관한 자료(1년차 결과 참고)

결과 3 - 가). 식용곤충 가공법 개발 및 시제품개발 결과 참고

(마) 사육환경 및 방법

: 결과 1 - 가) - 아메리카왕거저리 사육법 참고

(바) 먹이조건 사료의 종류

: 결과 1 - 가) - 아메리카왕거저리 사육법 참고

(사) 제조방법

: 결과 3 - 가). 식용곤충 가공법 개발 참고

(아) 원료의 특성에 관한 자료

① 성상: 아메리카왕거저리 식용 제품의 성상은 원형과 분말로 나눌 수 있다. 원형을 유지한 초음파건조체의 경우는 길쭉하고 앞쪽에 작은 다리가 3쌍 있는 황갈색의 형태이며 크기는 40 ~ 50mm정도이다(결과 1 - 가) - 아메리카왕거저리의 형태학적 특징 참고)

② 성분 및 함량: 아메리카왕거저리 성분분석표 참고

③ 주요성분: 아메리카왕거저리 성분분석표 참고

④ 유해물질: 아메리카왕거저리 성분분석표 참고

(자) 안전성에 관한 자료: 아메리카왕거저리 독성시험 1차년도 결과 참고

(2) 독성검사결과

: 1차년도 제1협동기관의 실험결과참고

(3) 국내의 활용사례

(가) 전시회 및 박람회: 식용곤충 시식행사용으로 활용(국제농업박람회, 식용곤충전시회 등)

(나) 국내외 인터넷판매 현황: 외국의 다양한 사이트에서 식용으로 판매되고 있음

표. 국내외 아메리카왕거저리 판매가격 비교

| 번호 | 국가 | 구매처                     | 상품명                | 판매단위           | 가격                 | 마리당<br>가격(원) |
|----|----|-------------------------|--------------------|----------------|--------------------|--------------|
| 1  | 국내 | d                       | 슈퍼밀웜               | 1,000마리<br>1kg | 14,000원<br>17,000원 | 14원          |
| 2  |    | M                       | 슈밀                 | 1,000마리<br>1kg | 17,000원<br>18,000원 | 17원          |
| 3  |    | G                       | 슈퍼밀웜               | 1,000마리<br>1kg | 15,000원<br>17,000원 | 15원          |
| 4  |    | 11번가                    | 슈퍼밀웜               | 1,000마리        | 27,000원            | 27원          |
| 5  |    | C                       | 슈퍼밀웜               | 1,000마리        | 32,000원            | 32원          |
| 6  |    | D                       | 슈밀                 | 50, 100마리      | 3,500원,<br>7,000원  | 70원          |
| 7  |    | G마켓                     | 슈퍼밀웜               | 1,000마리        | 94,000원            | 94원          |
| 8  | 국외 | petco.com               | superworms         | 1,000마리        | 30~40\$            | 30~40원       |
| 9  |    | rainbowmeal<br>worm.net | superworms         | cup(25마리)      | 1.5\$              | 67.2원        |
| 10 |    | mulberryfarm<br>s.com   | superworms         | 100마리          | 5\$                | 56원          |
| 11 |    | amazon.com              | Live<br>superworms | 1,000          | 22.5\$             | 25원          |
| 12 |    | flukerfarms.<br>com     | Live<br>superworms | 1,000          | 25.9\$             | 29원          |

\* 인터넷을 통해 국내외 아메리카왕거저리 판매가격을 조사한 것임

살아있는벌레 전문4물결건조벌레 국내산벌레 기러기식/영양제

★카테고리 BEST 상품

살아있는 슈퍼밀웜  
슈퍼밀웜 6000리(4-5cm)  
(농장직접생산)  
판매가: 18,000원  
100  
3,500원 BEST

살아있는 슈퍼밀웜  
슈퍼밀웜 3500리(4-5cm)  
(농장직접생산)  
판매가: 8,000원  
50  
3,500원 BEST

살아있는 슈퍼밀웜  
슈퍼밀웜 1000리(4-5cm)  
(농장직접생산) 무료배송  
판매가: 18,000원  
140  
3,500원

살아있는 슈퍼밀웜  
슈퍼밀웜 1kg(약1,300리)  
(농장직접생산) 무료배송  
판매가: 17,000원  
170  
3,500원

제품소개 Product

슈퍼밀웜 2000리  
무료배송  
8,000원

슈퍼밀웜 3500리  
무료배송  
10,000원

슈퍼밀웜 700리  
무료배송  
15,000원

슈퍼밀웜 1,000리  
무료배송  
17,000원

슈퍼밀웜 1kg 무료  
배송  
18,000원

슈퍼밀웜 성충  
400리 만원

밀웜 1kg  
2,000원

밀웜 800리 무료  
배송  
8,000원

1,000리  
베티카로틴&EM액인 골드슈퍼밀웜  
1,000리(4-5cm) 무료배송  
14,000원

1kg  
베티카로틴&EM액인 골드슈퍼밀웜 1kg  
(약14000리)  
35,000원  
18,000원

2kg  
베티카로틴&EM액인 골드슈퍼밀웜 2kg  
(약28000리)  
35,000원  
35,000원

슈퍼밀웜 1kg  
(약1,300리)  
(무료포장)  
17,000원

슈퍼밀웜 2kg  
(약2,600리)  
(포장무료)  
33,000원

슈퍼밀웜 3kg  
(약4,000리)  
(무료포장)  
49,000원

슈퍼밀웜 5kg  
(약5500리)  
(무료포장)  
80,000원

슈퍼밀웜 1,000리  
32,000원

슈퍼밀웜 500리  
17,000원

슈퍼밀웜 300리  
12,000원

슈퍼밀웜 200리  
9,000원

FLUKER'S®

Buy Live Insects

- Crickets
- Mealworms
- Other Feeders
- Superworms
- Feeder Supplies & More

Fluker's Cricket Farm - Live Crickets and Mealworms - Crickets & Live Feeder Insects - Live Superworms, Buy Bulk

Live Superworms, Buy Bulk Super Worms

Price: From \$7.90 to \$25.90

Product Options

Count: Select Count

Price: From \$7.90 to \$25.90

Quantity: 1 Add to Cart

Sign up for recurring orders.

petco

up to 50% off select supplies

free shipping with promo code: **laborday**

Superworms- 1000 Count

SKU: 972894

Price: \$37.99

Repeat Delivery: \$28.11

Package Quantity: 1000

City: 1

Mulberry Farms

Home of the silkworm

100 Large Superworms - \$5 SALE!

WAS: \$6.99  
Now: \$5.00

Qty: 1

Subtotal: \$9.99

Update Cart Checkout

Featured Products

100 LARGE SUPERWORMS - Approximately 1 3/4" to 2"

ONLY \$5 AS PART OF OUR "5 FOR \$5" SALE - WHILE SUPPLIES LAST!

Rainbow Mealworms

25 COUNT PREPACKAGED SUPERWORMS

Price: \$1.50

Shipping: Calculated at checkout

25 Count Pre-packaged Cages

ADD TO CART

REWARDS

amazon

1000 Live Superworms

Available from these sellers

Superworms are shipped out Monday - Thursday throughout the US. Orders place Friday - Sunday will ship out the following Monday.

We Guarantee live delivery 24 hours after arrival of product.

We have been in business for over 40 years.

Superworms are bred and grown at our facility.

Halloween Pet Supplies

## 제 4절. 식용곤충 및 사료용곤충제품의 시제품 생산

### 1. 대상곤충(아메리카동애등애, 집파리, 아메리카왕거저리) 성분분석결과

사료용 곤충인 아메리카동애등애, 집파리, 식용곤충인 아메리카왕거저리(슈퍼 밀웬)의 성분분석을 위하여 2015. 4월, 2015. 12월, 2016. 7월 3회 사료성분분석을 시행하였다. 사료성분분석은 농업기술실용화재단에 의뢰하여 사료표준분석방법을 기준으로 진행하였으며 결과를 비교하였다.

2015. 4월에 진행한 분석결과는 건조되지 않은 곤충을 활용한 결과 수분의 비율이 다르기 때문에 직접적 성분을 비교하기 어려운 상태로 2015. 12월에 진행한 결과를 통해 성분을 분석 비교 하였다. 2016. 7월 사료분석은 액상 동애등애 사료첨가제를 성분분석 하였으며, 냄새제거 미생물 첨가에 따른 이상은 발생하지 않았다.

표 1. 각 사료곤충의 주요성분(2015. 12.)

| 구 분       |      | 동애등애  | 집파리번데기 | 슈퍼밀웬  |
|-----------|------|-------|--------|-------|
| 성분<br>(%) | 조단백질 | 40.48 | 55.48  | 48.84 |
|           | 조지방  | 31.97 | 20.00  | 37.71 |
|           | 조섬유  | 6.22  | 12.82  | 5.46  |
|           | 조회분  | 12.06 | 5.64   | 3.06  |
|           | 염분   | 0.39  | 0.79   | 0.56  |
|           | 기타   | 8.87  | 5.27   | 4.37  |

표 2. 각 사료곤충의 무기성분(2015. 12.)

| 구 분                 |              | 동애등애  | 집파리번데기 | 슈퍼밀웬  |
|---------------------|--------------|-------|--------|-------|
| 무기<br>성분<br>(mg/kg) | 칼슘(Ca,%)     | 4.28  | 0.52   | 0.05  |
|                     | 구리(Cu,mg/kg) | 14.51 | 97.56  | 13.94 |
|                     | 철(Fe,mg/kg)  | 84.81 | 207.23 | 50.12 |
|                     | 칼륨(K,%)      | 0.59  | 0.74   | 0.65  |

표 3. 각 사료곤충의 금속성분(2015. 12.)

| 구 분   | 동애등애     | 집파리번데기   | 슈퍼밀웜     |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 금속 성분 | 마그네슘(Mg) | 238.13   | 288.35   | 117.92   |
|       | 망간(Mn)   | 69.47    | 269.90   | 11.49    |
|       | 나트륨(Na)  | 1,091.77 | 2,928.95 | 1,146.73 |
|       | 인(P)     | 0.52     | 0.86     | 0.52     |
|       | 크롬(Cr)   | -        | -        | -        |
|       | 아연(Zn)   | 55.44    | 181.16   | 72.71    |
|       | 비소(As)   | -        | -        | -        |
|       | 카드뮴(Cd)  | -        | -        | -        |
|       | 수은(Hg)   | 0.02     | 0.09     | 0.07     |
|       | 납(Pb)    | -        | -        | -        |

표 4. 각 사료곤충의 금속성분(2015. 4.)

| 구 분     | 동애등애                                | 집파리번   | 슈퍼밀웜   |        |
|---------|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| 지방산 (%) | Myristic acid(C14:0)                | 15.00  | 6.69   | 1.12   |
|         | Palmitic acid(C16:0)                | 23.34  | 23.44  | 30.11  |
|         | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 5.03   | 18.94  | 1.94   |
|         | Stearic acid(C18:0)                 | 6.45   | 3.59   | 6.35   |
|         | Oleic acid(C18:1n9)                 | 29.98  | 30.83  | 35.46  |
|         | Vaccenic acid(C18:1n7)              | -      | -      | -      |
|         | Linoleic acid(C18:2n6)              | 18.08  | 15.43  | 23.71  |
|         | γ-Linoleic acid(C18:3n6)            | -      | -      | -      |
|         | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.71   | 0.75   | 1.03   |
|         | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 1.29   | 0.25   | 0.21   |
|         | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.13   | 0.09   | 0.07   |
|         | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | -      | -      | -      |
|         | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | -      | -      | -      |
|         | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | -      | -      | -      |
|         | 지방산(합계)                             | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|         | 포화 지방산                              | 44.79  | 33.72  | 37.58  |
|         | 불포화 지방산                             | 55.21  | 66.28  | 62.42  |
|         | - 단가                                | 36.29  | 50.02  | 37.61  |
|         | - 다가                                | 18.92  | 16.26  | 24.81  |


| 사료검정증명서  |                             |          |            |
|--|-----------------------------|----------|------------|
| 유관번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수원로 126(서문동 251)<br>전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669 |                             |          |            |
| 문서번호 15-C-2952<br>시행일 2015.12.22<br>주소 신 채단밭의 진남생물산업진흥원 생물양계연구원                      |                             |          |            |
| 검정번호   | U-15-02424                  | 접수연월일    | 2015.12.11 |
| 검정번호   | 15-FED-1-01013              | 검정일      | 2015.12.22 |
| 제조사  | 상 명 채단밭의 진남생물산업진흥원 생물양계연구원  |          |            |
| 주소   | 516-942 전라남도 곡성군 입면 임연로 405 |          |            |
| 제출일  | 슈퍼밀원유종 제초일:                 |          |            |
| 의뢰성분   | 검정결과                        | 검정방법     |            |
| 수분   | 8.49 %                      | 사료표준분석방법 |            |
| 초단백질   | 44.69 %                     |          |            |
| 조지방  | 34.51 %                     |          |            |
| 조섬유  | 5.00 %                      |          |            |
| 조회분  | 2.80 %                      |          |            |
| 염분   | 0.51 %                      |          |            |
| 황로리  | 6067 cal/g                  |          |            |
| 칼슘(Ca)   | 0.05 %                      |          |            |
| 구리(Cu)   | 13.94 mg/kg                 |          |            |
| 코발트(Co)  | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| 철(Fe)  | 50.12 mg/kg                 |          |            |
| 셀렌(K)  | 0.65 %                      |          |            |
| 마그네슘(Mg)   | 117.92 mg/kg                |          |            |
| 망간(Mn)   | 11.49 mg/kg                 |          |            |
| 나트륨(Na)  | 1546.73 mg/kg               |          |            |
| 인(P)   | 0.52 %                      |          |            |
| 아연(Zn)   | 72.71 mg/kg                 |          |            |
| 비소(As)   | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| 카드뮴(Cd)  | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| 수은(Hg)   | 0.067 mg/kg                 |          |            |
| 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                  |          |            |
| Salmonella spp. (형상)   | 불검출                         |          |            |
| 시스테인(CYS)  | 0.330 %                     |          |            |
| 메치오닌(MET)  | 0.466 %                     |          |            |
| 미스파르틴선(ASP)  | 2.563 %                     |          |            |
| 트레오닌(THR)  | 1.153 %                     |          |            |

1 / 2

| 의뢰성분        | 검정결과    | 검정방법     |
|-------------|---------|----------|
| 세린(SER)     | 1.227 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)   | 3.032 % |          |
| 글리신(GLY)    | 1.314 % |          |
| 알라닌(ALA)    | 1.869 % |          |
| 발린(VAL)     | 1.433 % |          |
| 아스파르트산(ILE) | 1.092 % |          |
| 류신(LEU)     | 2.067 % |          |
| 타이로신(TYR)   | 1.932 % |          |
| 페닐알라닌(PHE)  | 1.204 % |          |
| 라이신(LYS)    | 1.583 % |          |
| 아스파틴(HIS)   | 0.824 % |          |
| 아르기닌(ARG)   | 1.316 % |          |
| 프롤린(PRO)    | 1.477 % |          |
|             | 이하 여백   |          |

\* 사료관리법, 제20조에 따라 검정을 실시한 결과 위와 같이 검정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일



**농업기술실용화재단** **시험실**

담당부서: 농식품분석팀  
담당자: 이광수 팀장  
담당 직책: 박해영 선임연구원  
연락처: 031-8012-9623

\* 사료검정: 당분당축종계 일지형 "사료검정"을 기재  
\* 사료상태: 일지형(단계, 분당축종계 포함)을 기재하지 않으면 검정하지 않습니다. (검정비용 포함)으로 기재  
\* 제조 또는 수입 연월일: 제품 포장지에 있는 제조 또는 수입 연월일 기재

2 / 2

<사료검정증명서, 아메리카동애등에, 2015. 4>

■ 사료곤충 성분분석 결과

○ 아메리카왕거저리 성분분석 결과(2015. 4. 2)

| 구분       | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분      | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|----------|-------------|---------------|---------|-------------------------------------|---------------|
| 성분       | 수분          | 61.17 %       | 금속성분    | 망간(Mn)                              | 3.92 mg/kg    |
|          | 조단백질        | 18.60 %       |         | 나트륨(Na)                             | 607.10 mg/kg  |
|          | 조지방         | 15.48 %       |         | 인(P)                                | 2579.24 mg/kg |
|          | 조섬유         | 2.46 %        |         | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 조회분         | 0.99 %        |         | 아연(Zn)                              | 31.76 mg/kg   |
|          | 염분          | 0.21 %        |         | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 칼로리 (cal/g) | 2469.00 %     |         | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분     | 칼슘(Ca)      | 198.98 mg/kg  | 수은(Hg)  | 0.01 mg/kg                          |               |
|          | 구리(Cu)      | 3.85 mg/kg    | 납(Pb)   | 0.00 mg/kg                          |               |
|          | 철(Fe)       | 23.23 mg/kg   | 미생물     | Salmonellaspp.(정성)                  | 불검출           |
|          | 칼륨(K)       | 2876.31 mg/kg | 지방산     | Myristic acid(C14:0)                | 1.12 %        |
| 아미노산     | 시스테인(CYS)   | 0.154 %       |         | Palmitic acid(C16:0)                | 30.11 %       |
|          | 메치오닌(MET)   | 0.192 %       |         | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 1.94 %        |
|          | 아스파르트산(ASP) | 1.408 %       |         | Stearic acid(C18:0)                 | 6.35 %        |
|          | 트레오닌(THR)   | 0.727 %       |         | Oleic acid(C18:1n9)                 | 35.46 %       |
|          | 세린(SER)     | 0.797 %       |         | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|          | 글루탐산(GLU)   | 2.254 %       |         | Linoleic acid(C18:2n6)              | 23.71 %       |
|          | 글리신(GLY)    | 0.816 %       |         | $\gamma$ -Linoleic acid(C18:3n6)    | 0.00 %        |
|          | 알라닌(ALA)    | 1.206 %       |         | Linolenic acid(C18:3n3)             | 1.03 %        |
|          | 발린(VAL)     | 10.220 %      |         | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 0.21 %        |
|          | 이소루신(Ile)   | 0.669 %       |         | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.07 %        |
|          | 루신(Leu)     | 1.166 %       |         | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|          | 타이로신(Tyr)   | 1.170 %       |         | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|          | 페닐알라닌(Phe)  | 0.676 %       |         | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|          | 라이신(Lys)    | 0.951 %       |         | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|          | 히스티딘(His)   | 0.535 %       |         | 포화 지방산                              | 37.58 %       |
|          | 아르기닌(Arg)   | 0.897 %       |         | 불포화 지방산                             | 62.42 %       |
| 프롤린(Pro) | 0.874 %     | - 단가          | 37.61 % |                                     |               |
| 금속성분     | 마그네슘(Mg)    | 529.21 mg/kg  | - 다가    | 24.81 %                             |               |

○ 집파리 유충(2015. 4. 2)

| 구분       | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분      | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|----------|-------------|---------------|---------|-------------------------------------|---------------|
| 성분       | 수분          | 74.24 %       | 금속성분    | 망간(Mn)                              | 67.89 mg/kg   |
|          | 조단백질        | 11.77 %       |         | 나트륨(Na)                             | 1087.17 mg/kg |
|          | 조지방         | 6.54 %        |         | 인(P)                                | 2736.01 mg/kg |
|          | 조섬유         | 2.15 %        |         | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 조회분         | 1.37 %        |         | 아연(Zn)                              | 46.80 mg/kg   |
|          | 염분          | 0.14 %        |         | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|          | 칼로리 (cal/g) | 1,374 %       |         | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분     | 칼슘(Ca)      | 1081.52 mg/kg | 수은(Hg)  | 0.00 mg/kg                          |               |
|          | 구리(Cu)      | 21.62 mg/kg   | 납(Pb)   | 0.00 mg/kg                          |               |
|          | 철(Fe)       | 57.01 mg/kg   | 미생물     | Salmonellaspp.(정성)                  | 불검출           |
|          | 칼륨(K)       | 2368.62 mg/kg | 지방산     | Myristic acid(C14:0)                | 7.40 %        |
| 아미노산     | 시스테인(CYS)   | 0.126 %       |         | Palmitic acid(C16:0)                | 21.89 %       |
|          | 메치오닌(MET)   | 0.232 %       |         | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 20.82 %       |
|          | 아스파르트산(ASP) | 1.022 %       |         | Stearic acid(C18:0)                 | 4.09 %        |
|          | 트레오닌(THR)   | 0.497 %       |         | Oleic acid(C18:1n9)                 | 31.21 %       |
|          | 세린(SER)     | 0.478 %       |         | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|          | 글루탐산(GLU)   | 1.578 %       |         | Linoleic acid(C18:2n6)              | 13.72 %       |
|          | 글리신(GLY)    | 0.454 %       |         | $\gamma$ -Linoleic acid(C18:3n6)    | 0.00 %        |
|          | 알라닌(ALA)    | 0.658 %       |         | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.70 %        |
|          | 발린(VAL)     | 0.536 %       |         | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 0.11 %        |
|          | 이소루신(Ile)   | 0.359 %       |         | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.05 %        |
|          | 루신(Leu)     | 0.622 %       |         | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|          | 타이로신(Tyr)   | 0.642 %       |         | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|          | 페닐알라닌(Phe)  | 0.646 %       |         | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|          | 라이신(Lys)    | 0.744 %       |         | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|          | 히스티딘(His)   | 0.312 %       |         | 포화 지방산                              | 33.38 %       |
|          | 아르기닌(Arg)   | 0.490 %       |         | 불포화 지방산                             | 66.62 %       |
| 프롤린(Pro) | 0.385 %     | - 단가          | 52.14 % |                                     |               |
| 금속성분     | 마그네슘(Mg)    | 661.77 mg/kg  | - 다가    | 14.48 %                             |               |



○ 집파리번데기(2015. 4. 2)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분     | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|------|-------------|---------------|--------|-------------------------------------|---------------|
| 성분   | 수분          | 66.38 %       | 금속성분   | 망간(Mn)                              | 110.31 mg/kg  |
|      | 조단백질        | 18.83 %       |        | 나트륨(Na)                             | 1349.39 mg/kg |
|      | 조지방         | 7.32 %        |        | 인(P)                                | 4219.98 mg/kg |
|      | 조섬유         | 4.81 %        |        | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 조회분         | 1.79 %        |        | 아연(Zn)                              | 79.19 mg/kg   |
|      | 염분          | 0.22 %        |        | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 칼로리 (cal/g) | 1,750 %       |        | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 1873.92 mg/kg | 수은(Hg) | 0.01 mg/kg                          |               |
|      | 구리(Cu)      | 34.71 mg/kg   | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                          |               |
|      | 철(Fe)       | 89.23 mg/kg   | 미생물    | Salmonellaspp.(정성)                  | 불검출           |
|      | 칼륨(K)       | 2928.36 mg/kg | 지방산    | Myristic acid(C14:0)                | 6.69 %        |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.176 %       |        | Palmitic acid(C16:0)                | 23.44 %       |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.388 %       |        | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 18.94 %       |
|      | 아스파르트산(ASP) | 1.564 %       |        | Stearic acid(C18:0)                 | 3.59 %        |
|      | 트레오닌(THR)   | 0.718 %       |        | Oleic acid(C18:1n9)                 | 30.83 %       |
|      | 세린(SER)     | 0.697 %       |        | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|      | 글루탐산(GLU)   | 2.121 %       |        | Linoleic acid(C18:2n6)              | 15.43 %       |
|      | 글리신(GLY)    | 0.686 %       |        | $\gamma$ -Linoleic acid(C18:3n6)    | 0.00 %        |
|      | 알라닌(ALA)    | 0.807 %       |        | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.75 %        |
|      | 발린(VAL)     | 0.817 %       |        | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 0.25 %        |
|      | 이소루신(Ile)   | 0.550 %       |        | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.09 %        |
|      | 루신(Leu)     | 1.056 %       |        | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|      | 타이로신(Tyr)   | 0.914 %       |        | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 0.819 %       |        | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|      | 라이신(Lys)    | 1.115 %       |        | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|      | 히스티딘(His)   | 0.500 %       |        | 포화 지방산                              | 33.72 %       |
|      | 아르기닌(Arg)   | 0.840 %       |        | 불포화 지방산                             | 66.28 %       |
|      | 프롤린(Pro)    | 0.563 %       | - 단가   | 50.02 %                             |               |
| 금속성분 | 마그네슘(Mg)    | 1171.98 mg/kg | - 다가   | 16.26 %                             |               |

○ 아메리카동애등에 번데기(2015. 4. 2)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과           | 구분     | 의뢰성분                                | 검정결과          |
|------|-------------|----------------|--------|-------------------------------------|---------------|
| 성분   | 수분          | 7.73 %         | 금속성분   | 망간(Mn)                              | 580.24 mg/kg  |
|      | 조단백질        | 50.64 %        |        | 나트륨(Na)                             | 1267.84 mg/kg |
|      | 조지방         | 10.03 %        |        | 인(P)                                | 8516.29 mg/kg |
|      | 조섬유         | 18.79 %        |        | 크롬(Cr)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 조회분         | 10.72 %        |        | 아연(Zn)                              | 139.61 mg/kg  |
|      | 염분          | 0.58 %         |        | 비소(As)                              | 0.00 mg/kg    |
|      | 칼로리 (cal/g) | 4.263 %        |        | 카드뮴(Cd)                             | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 29774.20 mg/kg | 수은(Hg) | 0.01 mg/kg                          |               |
|      | 구리(Cu)      | 55.32 mg/kg    | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg                          |               |
|      | 철(Fe)       | 291.92 mg/kg   | 미생물    | Salmonellaspp.(정 성)                 | 검출            |
|      | 칼륨(K)       | 10836.84 mg/kg | 지방산    | Myristic acid(C14:0)                | 15.00 %       |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.264 %        |        | Palmitic acid(C16:0)                | 23.34 %       |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.378 %        |        | Palmitoleic acid(C16:1n7)           | 5.03 %        |
|      | 아스파르트산(ASP) | 2.818 %        |        | Stearic acid(C18:0)                 | 6.45 %        |
|      | 트레오닌(THR)   | 1.539 %        |        | Oleic acid(C18:1n9)                 | 29.98 %       |
|      | 세린(SER)     | 2.019 %        |        | Vaccenic acid(C18:1n7)              | 0.00 %        |
|      | 글루탐산(GLU)   | 3.615 %        |        | Linoleic acid(C18:2n6)              | 18.08 %       |
|      | 글리신(GLY)    | 3.122 %        |        | γ-Linoleic acid(C18:3n6)            | 0.00 %        |
|      | 알라닌(ALA)    | 3.034 %        |        | Linolenic acid(C18:3n3)             | 0.71 %        |
|      | 발린(VAL)     | 2.645 %        |        | Eicosenoic acid(C20:1n9)            | 1.29 %        |
|      | 이소루신(Ile)   | 1.359 %        |        | Arachidonic acid(C20:4n6)           | 0.13 %        |
|      | 루신(Leu)     | 2.708 %        |        | Eicosapentaenoic acid(EPA)(C20:5n3) | 0.00 %        |
|      | 타이로신(Tyr)   | 2.420 %        |        | Docosatetraenoic acid(C22:4n6)      | 0.00 %        |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 1.303 %        |        | Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3)  | 0.00 %        |
|      | 라이신(Lys)    | 1.561 %        |        | 지방산(합계)                             | 100.00 %      |
|      | 히스티딘(His)   | 1.133 %        |        | 포화 지방산                              | 44.79 %       |
|      | 아르기닌(Arg)   | 1.477 %        |        | 불포화 지방산                             | 55.21 %       |
|      | 프롤린(Pro)    | 2.536 %        | - 단가   | 36.29 %                             |               |
| 금속성분 | 마그네슘(Mg)    | 3330.60 mg/kg  | - 다가   | 18.92 %                             |               |

○ 사료검정증명서(2015. 4)

|   |  |  |   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|---|--|
| <b>사료검정증명서</b><br>무관번호/주소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495 호외번호 0811363-0645 FAX<br>문서번호 15-C-0068 시 행 령 2015.04.29 주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495<br>주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495<br>접수번호 15-FED-1-00044 접수연월일 2015.04.15<br>검사번호 15-FED-1-00044 관 정 일 2015.04.29<br>제조일자 성 명 제1당업진남농산물진흥원 생물자원연구원<br>주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495 |  |  | <b>의뢰분량</b><br>갈루황산(Al) 3.615 %<br>갈라리온(Y) 3.197 %<br>갈라리온(LA) 3.024 %<br>발판(VLA) 2.645 %<br>티오부린(Ty) 1.385 %<br>티오부린(LA) 2.708 %<br>테이로신(Ty) 2.420 %<br>페닐알라닌(Ph) 1.303 %<br>페닐알라닌(LA) 1.361 %<br>리시틴(LA) 1.133 %<br>아로구닌(Arg) 1.477 %<br>글루타민(Glu) 2.306 %<br>Myristic acid(C14:0) 15.00 %<br>Palmitic acid(C16:0) 23.34 %<br>Palmitoleic acid(C16:1n7) 5.33 %<br>Stearic acid(C18:0) 6.45 %<br>Oleic acid(C18:1n7) 29.38 %<br>Vaccenic acid(C18:1n7) 0.00 %<br>Linoleic acid(C18:2n6) 18.08 %<br>γ-Linolenic acid(C18:3n3) 0.00 %<br>Linolenic acid(C18:3n3) 0.71 %<br>Eicosapentaenoic acid(C20:5n3) 1.29 %<br>Arachidonic acid(C20:4n6) 0.13 %<br>Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3) 0.00 %<br>Docosatrienoic acid(DTA)(C22:5n3) 0.00 %<br>지방산 합계 100.00 %<br>수화 지질산 44.79 %<br>불포화 지질산 50.21 %<br>-티아 36.29 %<br>-티아 18.30 %<br>-티아 1.00 %<br>Saponin/Lip spp. (불량) 미하 이해 |  | *사료관리법, 제20조에 따라 검정용 실시한 결과 위해 값이 검정치 이하임을 증명합니다.<br>2015년 04월 29일<br><b>농업기술실용화재단</b><br>담당부서 농작물분석팀<br>책임자 이영숙 팀장<br>담당자 박재원 선임연구원<br>연락처 031-8672-9823 |  |
|---|--|--|---|--|---|--|

<아메리카동애등에 번데기 사료검정증명서, 2015. 4>

|   |  |  |  |  |   |  |
|---|--|--|--|--|---|--|
| <b>사료검정증명서</b><br>무관번호/주소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495 호외번호 0811363-0645 FAX<br>문서번호 15-C-0068 시 행 령 2015.04.29 주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495<br>주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495<br>접수번호 15-FED-1-00044 접수연월일 2015.04.15<br>검사번호 15-FED-1-00044 관 정 일 2015.04.29<br>제조일자 성 명 제1당업진남농산물진흥원 생물자원연구원<br>주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495 |  |  | <b>의뢰분량</b><br>갈루황산(Al) 2.121 %<br>갈라리온(Y) 0.886 %<br>갈라리온(LA) 0.848 %<br>발판(VLA) 0.817 %<br>티오부린(Ty) 0.550 %<br>티오부린(LA) 0.948 %<br>테이로신(Ty) 0.914 %<br>페닐알라닌(Ph) 0.819 %<br>페닐알라닌(LA) 1.115 %<br>리시틴(LA) 0.500 %<br>아로구닌(Arg) 0.848 %<br>글루타민(Glu) 0.645 %<br>Myristic acid(C14:0) 15.43 %<br>Palmitic acid(C16:0) 23.44 %<br>Palmitoleic acid(C16:1n7) 18.54 %<br>Stearic acid(C18:0) 3.59 %<br>Oleic acid(C18:1n7) 30.80 %<br>Vaccenic acid(C18:1n7) 0.00 %<br>Linoleic acid(C18:2n6) 15.43 %<br>γ-Linolenic acid(C18:3n3) 0.00 %<br>Linolenic acid(C18:3n3) 0.75 %<br>Eicosapentaenoic acid(C20:5n3) 0.25 %<br>Arachidonic acid(C20:4n6) 0.09 %<br>Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3) 0.00 %<br>Docosatrienoic acid(DTA)(C22:5n3) 0.00 %<br>지방산 합계 100.00 %<br>수화 지질산 33.72 %<br>불포화 지질산 66.28 %<br>-티아 50.22 %<br>-티아 18.30 %<br>-티아 1.00 %<br>Saponin/Lip spp. (불량) 미하 이해 |  | *사료관리법, 제20조에 따라 검정용 실시한 결과 위해 값이 검정치 이하임을 증명합니다.<br>2015년 04월 29일<br><b>농업기술실용화재단</b><br>담당부서 농작물분석팀<br>책임자 이영숙 팀장<br>담당자 박재원 선임연구원<br>연락처 031-8672-9823 |  |
|---|--|--|--|--|---|--|

<집파리 번데기 사료검정증명서, 2015. 4>

|   |  |  |   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|---|--|
| <b>사료검정증명서</b><br>무관번호/주소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495 호외번호 0811363-0645 FAX<br>문서번호 15-C-0068 시 행 령 2015.04.29 주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495<br>주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495<br>접수번호 15-FED-1-00044 접수연월일 2015.04.15<br>검사번호 15-FED-1-00044 관 정 일 2015.04.29<br>제조일자 성 명 제1당업진남농산물진흥원 생물자원연구원<br>주 소 516-947 전라남도 곡성군 입암면 495 |  |  | <b>의뢰분량</b><br>갈루황산(Al) 2.254 %<br>갈라리온(Y) 0.816 %<br>갈라리온(LA) 1.296 %<br>발판(VLA) 1.022 %<br>티오부린(Ty) 0.668 %<br>티오부린(LA) 1.166 %<br>테이로신(Ty) 1.170 %<br>페닐알라닌(Ph) 0.816 %<br>페닐알라닌(LA) 0.981 %<br>리시틴(LA) 0.535 %<br>아로구닌(Arg) 0.887 %<br>글루타민(Glu) 0.816 %<br>Myristic acid(C14:0) 11.32 %<br>Palmitic acid(C16:0) 30.11 %<br>Palmitoleic acid(C16:1n7) 1.94 %<br>Stearic acid(C18:0) 6.26 %<br>Oleic acid(C18:1n7) 35.46 %<br>Vaccenic acid(C18:1n7) 0.00 %<br>Linoleic acid(C18:2n6) 23.71 %<br>γ-Linolenic acid(C18:3n3) 0.00 %<br>Linolenic acid(C18:3n3) 1.00 %<br>Eicosapentaenoic acid(C20:5n3) 0.21 %<br>Arachidonic acid(C20:4n6) 0.07 %<br>Docosahexaenoic acid(DHA)(C22:6n3) 0.00 %<br>Docosatrienoic acid(DTA)(C22:5n3) 0.00 %<br>지방산 합계 100.00 %<br>수화 지질산 37.38 %<br>불포화 지질산 62.62 %<br>-티아 50.21 %<br>-티아 24.91 %<br>-티아 1.00 %<br>Saponin/Lip spp. (불량) 미하 이해 |  | *사료관리법, 제20조에 따라 검정용 실시한 결과 위해 값이 검정치 이하임을 증명합니다.<br>2015년 04월 29일<br><b>농업기술실용화재단</b><br>담당부서 농작물분석팀<br>책임자 이영숙 팀장<br>담당자 박재원 선임연구원<br>연락처 031-8672-9823 |  |
|---|--|--|---|--|---|--|

<아메리카왕거저리 유충 사료검정증명서, 2015. 4>

2015. 4월의 아메리카동애등에의 분석결과 살모넬라균이 검출된 것은 시료를 건조상태로 장기간 냉동 보관한 것을 검사하였기 때문으로 추측되었다. 그동안 보고된 아메리카동애등에의 다양한 성분분석결과에서 살모넬라균이 검출되어지지 않았으므로 재검사를 통하여 검증을 하였다. 금번의 시료는 장기간 냉동 보관되지 않은 시료를 활용하여 검증하였으며 검증결과 동애등에 번데기, 파리번데기, 슈퍼밀웜에서 살모넬라균은 검출되지 않았다.

○ 아메리카동애등에 번데기(제조일 : 2015. 12. 11)

| 구분        | 의뢰성분        | 검정결과         | 구분     | 의뢰성분               | 검정결과          |
|-----------|-------------|--------------|--------|--------------------|---------------|
| 성분        | 수분          | 8.55 %       | 금속성분   | 망간(Mn)             | 69.47 mg/kg   |
|           | 조단백질        | 37.02 %      |        | 나트륨(Na)            | 1091.77 mg/kg |
|           | 조지방         | 29.24 %      |        | 인(P)               | 0.52 mg/kg    |
|           | 조섬유         | 5.69 %       |        | 크롬(Cr)             | 0.0 mg/kg     |
|           | 조회분         | 11.03 %      |        | 아연(Zn)             | 55.44 mg/kg   |
|           | 염분          | 0.36 %       |        | 비소(As)             | 0.00 mg/kg    |
|           | 칼로리 (cal/g) | 5,409 cal    |        | 카드뮴(Cd)            | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분      | 칼슘(Ca)      | 4.28 mg/kg   | 수은(Hg) | 0.015 mg/kg        |               |
|           | 구리(Cu)      | 14.51 mg/kg  | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg         |               |
|           | 철(Fe)       | 84.81 mg/kg  | 미생물    | Salmonellaspp.(정성) | 불검출           |
|           | 칼륨(K)       | 0.59 mg/kg   |        |                    |               |
| 아미노산      | 시스테인(CYS)   | 0.437 %      |        |                    |               |
|           | 메치오닌(MET)   | 0.860 %      |        |                    |               |
|           | 아스파르트산(ASP) | 3.439 %      |        |                    |               |
|           | 트레오닌(THR)   | 1.484 %      |        |                    |               |
|           | 세린(SER)     | 1.378 %      |        |                    |               |
|           | 글루탐산(GLU)   | 4.354 %      |        |                    |               |
|           | 글리신(GLY)    | 1.436 %      |        |                    |               |
|           | 알라닌(ALA)    | 1.673 %      |        |                    |               |
|           | 발린(VAL)     | 1.477 %      |        |                    |               |
|           | 이소류신(Ile)   | 1.255 %      |        |                    |               |
|           | 류신(Leu)     | 2.478 %      |        |                    |               |
|           | 타이로신(Tyr)   | 1.860 %      |        |                    |               |
|           | 페닐알라닌(Phe)  | 1.831 %      |        |                    |               |
|           | 라이신(Lys)    | 2.160 %      |        |                    |               |
| 히스티딘(His) | 1.031 %     |              |        |                    |               |
| 아르기닌(Arg) | 1.878 %     |              |        |                    |               |
| 프롤린(Pro)  | 1.111 %     |              |        |                    |               |
| 금속성분      | 마그네슘(Mg)    | 238.13 mg/kg |        |                    |               |

○ 집파리 번데기(제조일 : 2015. 12. 11)

| 구분        | 의뢰성분        | 검정결과         | 구분     | 의뢰성분               | 검정결과          |
|-----------|-------------|--------------|--------|--------------------|---------------|
| 성분        | 수분          | 9.72 %       | 금속성분   | 망간(Mn)             | 269.90 mg/kg  |
|           | 조단백질        | 50.09 %      |        | 나트륨(Na)            | 2928.95 mg/kg |
|           | 조지방         | 18.06 %      |        | 인(P)               | 0.86 mg/kg    |
|           | 조섬유         | 11.57 %      |        | 크롬(Cr)             | 0.00 mg/kg    |
|           | 조회분         | 5.09 %       |        | 아연(Zn)             | 181.16 mg/kg  |
|           | 염분          | 0.71 %       |        | 비소(As)             | 0.00 mg/kg    |
|           | 칼로리 (cal/g) | 5.221 cal    |        | 카드뮴(Cd)            | 0.00 mg/kg    |
| 무기성분      | 칼슘(Ca)      | 0.52 mg/kg   | 수은(Hg) | 0.094 mg/kg        |               |
|           | 구리(Cu)      | 97.56 mg/kg  | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg         |               |
|           | 철(Fe)       | 207.23 mg/kg | 미생물    | Salmonellaspp.(정성) | 불검출           |
|           | 칼륨(K)       | 0.74 mg/kg   |        |                    |               |
| 아미노산      | 시스테인(CYS)   | 0.300 %      |        |                    |               |
|           | 메치오닌(MET)   | 0.316 %      |        |                    |               |
|           | 아스파르트산(ASP) | 2.495 %      |        |                    |               |
|           | 트레오닌(THR)   | 1.240 %      |        |                    |               |
|           | 세린(SER)     | 1.327 %      |        |                    |               |
|           | 글루탐산(GLU)   | 3.815 %      |        |                    |               |
|           | 글리신(GLY)    | 1.429 %      |        |                    |               |
|           | 알라닌(ALA)    | 2.143 %      |        |                    |               |
|           | 발린(VAL)     | 1.536 %      |        |                    |               |
|           | 이소류신(Ile)   | 1.218 %      |        |                    |               |
|           | 류신(Leu)     | 2.316 %      |        |                    |               |
|           | 타이로신(Tyr)   | 2.228 %      |        |                    |               |
|           | 페닐알라닌(Phe)  | 1.186 %      |        |                    |               |
|           | 라이신(Lys)    | 1.937 %      |        |                    |               |
|           | 히스티딘(His)   | 0.979 %      |        |                    |               |
| 아르기닌(Arg) | 1.682 %     |              |        |                    |               |
| 프롤린(Pro)  | 1.640 %     |              |        |                    |               |
| 금속성분      | 마그네슘(Mg)    | 288.35 mg/kg |        |                    |               |

○ 아메리카왕거저리 유충(제조일 : 2015. 12. 11)

| 구분        | 의뢰성분        | 검정결과         | 구분     | 의뢰성분               | 검정결과           |
|-----------|-------------|--------------|--------|--------------------|----------------|
| 성분        | 수분          | 8.49 %       | 금속성분   | 망간(Mn)             | 11.49 mg/kg    |
|           | 조단백질        | 44.69 %      |        | 나트륨(Na)            | 1,146.73 mg/kg |
|           | 조지방         | 34.51 %      |        | 인(P)               | 0.52 mg/kg     |
|           | 조섬유         | 5.00 %       |        | 크롬(Cr)             | 0.00 mg/kg     |
|           | 조회분         | 2.80 %       |        | 아연(Zn)             | 72.71 mg/kg    |
|           | 염분          | 0.51 %       |        | 비소(As)             | 0.00 mg/kg     |
|           | 칼로리 (cal/g) | 6,067 cal    |        | 카드뮴(Cd)            | 0.00 mg/kg     |
| 무기성분      | 칼슘(Ca)      | 0.05 mg/kg   | 수은(Hg) | 0.067 mg/kg        |                |
|           | 구리(Cu)      | 13.94 mg/kg  | 납(Pb)  | 0.00 mg/kg         |                |
|           | 철(Fe)       | 50.12 mg/kg  | 미생물    | Salmonellaspp.(정성) | 불검출            |
|           | 칼륨(K)       | 0.65 mg/kg   |        |                    |                |
| 아미노산      | 시스테인(CYS)   | 0.230 %      |        |                    |                |
|           | 메치오닌(MET)   | 0.466 %      |        |                    |                |
|           | 아스파르트산(ASP) | 2.563 %      |        |                    |                |
|           | 트레오닌(THR)   | 1.153 %      |        |                    |                |
|           | 세린(SER)     | 1.227 %      |        |                    |                |
|           | 글루탐산(GLU)   | 3.032 %      |        |                    |                |
|           | 글리신(GLY)    | 1.514 %      |        |                    |                |
|           | 알라닌(ALA)    | 1.869 %      |        |                    |                |
|           | 발린(VAL)     | 1.423 %      |        |                    |                |
|           | 이소류신(Ile)   | 1.092 %      |        |                    |                |
|           | 류신(Leu)     | 2.067 %      |        |                    |                |
|           | 타이로신(Tyr)   | 1.932 %      |        |                    |                |
|           | 페닐알라닌(Phe)  | 1.204 %      |        |                    |                |
|           | 라이신(Lys)    | 1.583 %      |        |                    |                |
|           | 히스티딘(His)   | 0.824 %      |        |                    |                |
| 아르기닌(Arg) | 1.376 %     |              |        |                    |                |
| 프롤린(Pro)  | 1.477 %     |              |        |                    |                |
| 금속성분      | 마그네슘(Mg)    | 117.92 mg/kg |        |                    |                |

○ 시험성적서(2015. 12)

| 사료검정증명서   |           |               |          |
|---|-----------|---------------|----------|
| 주문번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수원동 126(시흥동 251)<br>전화번호 031)8012-9690 FAX 031)8012-9699<br>문서번호 15-C-2952<br>시 행 일 2015. 12. 22<br>수 신 재단법인 진남생물산업진흥원 생물안전연구원<br>검사항목 15-FEED-1-010/3 접수연월일 2015. 12. 11<br>검정일자 15-FEED-1-010/3 검 정 일 2015. 12. 22<br>제조업체 성 명 재단법인 진남생물산업진흥원 생물안전연구원<br>주 소 516-949 전라남도 곡성군 입안로 465 |           |               |          |
| 제품명   | 용매용액용 체조일 | 검정결과          | 검정방법     |
| 이외성분  |           |               |          |
| 수분  |           | 8.55 %        | 시료표준분석방법 |
| 조단백질  |           | 37.02 %       |          |
| 조지방   |           | 28.24 %       |          |
| 조회용   |           | 5.89 %        |          |
| 조회분   |           | 11.03 %       |          |
| 열량  |           | 0.28 %        |          |
| 칼로리   |           | 5059 cal/g    |          |
| 칼슘(Ca)  |           | 4.28 %        |          |
| 구리(Cu)  |           | 14.51 mg/kg   |          |
| 크롬(Cr)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 철(Fe)   |           | 64.81 mg/kg   |          |
| 망간(Mn)  |           | 0.58 %        |          |
| 아그네시(Mg)  |           | 208.13 mg/kg  |          |
| 몰리브덴(Mo)  |           | 69.47 mg/kg   |          |
| 나트륨(Na)   |           | 1001.77 mg/kg |          |
| 인(P)  |           | 0.52 %        |          |
| 아연(Zn)  |           | 50.44 mg/kg   |          |
| 비소(As)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 카드뮴(Cd)   |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 수은(Hg)  |           | 0.010 mg/kg   |          |
| 니켈(Ni)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| <i>Salmone/a</i> spp. (생성)  |           | 불검출           |          |
| 시소세인(CSI)   |           | 0.437 %       |          |
| 메치코닌(MET)   |           | 0.866 %       |          |
| 아스피린(ASP)   |           | 3.439 %       |          |
| 트레오닌(THR)   |           | 1.494 %       |          |
| 1 / 2   |           |               |          |

| 이외성분       | 양상결과    | 검정방법     |
|------------|---------|----------|
| 세린(SER)    | 1.376 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)  | 4.354 % |          |
| 글리신(GLY)   | 1.436 % |          |
| 알라닌(ALA)   | 1.673 % |          |
| 발린(VAL)    | 1.477 % |          |
| 이소류신(Ile)  | 1.255 % |          |
| 류신(Leu)    | 2.476 % |          |
| 티로신(Tyr)   | 1.866 % |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 1.831 % |          |
| 라이신(Lys)   | 2.160 % |          |
| 히스티딘(His)  | 1.031 % |          |
| 아르기닌(Arg)  | 1.879 % |          |
| 프롤린(Pro)   | 1.111 % |          |
| 이외 아미노     |         |          |

\*사료관리법, 제20조에 따라 검정을 실시한 결과 유효 값이 인정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일

농업기술실용화재단

담당부서 | 농식품분석팀  
 계 | 영지 1(영남) 빌딩  
 영남지 | 영남지 1(영남) 빌딩  
 연락처 | 031-8012-9693

\*사료검정(동물용)에 사용되는 "사료검정용 시료"에  
 사용자의 성명(단체, 공공기관)은 증명서 뒷면에 기재하지 않습니다. 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 증명서 뒷면에 기재하여야 합니다. 증명서 뒷면에는 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 반드시 기재하여야 합니다. 증명서 뒷면에는 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 반드시 기재하여야 합니다.

2 / 2

<아메리카동애등에 사료검정증명서, 2015. 12>

| 사료검정증명서   |           |               |          |
|---|-----------|---------------|----------|
| 주문번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수원동 126(시흥동 251)<br>전화번호 031)8012-9690 FAX 031)8012-9699<br>문서번호 15-C-2952<br>시 행 일 2015. 12. 22<br>수 신 재단법인 진남생물산업진흥원 생물안전연구원<br>검사항목 15-FEED-1-010/3 접수연월일 2015. 12. 11<br>검정일자 15-FEED-1-010/3 검 정 일 2015. 12. 22<br>제조업체 성 명 재단법인 진남생물산업진흥원 생물안전연구원<br>주 소 516-949 전라남도 곡성군 입안로 465 |           |               |          |
| 제품명   | 용매용액용 체조일 | 검정결과          | 검정방법     |
| 이외성분  |           |               |          |
| 수분  |           | 8.72 %        | 사료표준분석방법 |
| 조단백질  |           | 50.95 %       |          |
| 조지방   |           | 18.36 %       |          |
| 조회용   |           | 11.07 %       |          |
| 조회분   |           | 5.09 %        |          |
| 열량  |           | 0.71 %        |          |
| 칼로리   |           | 5291 cal/g    |          |
| 칼슘(Ca)  |           | 0.52 %        |          |
| 구리(Cu)  |           | 97.56 mg/kg   |          |
| 크롬(Cr)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 철(Fe)   |           | 207.23 mg/kg  |          |
| 망간(Mn)  |           | 0.74 %        |          |
| 아그네시(Mg)  |           | 208.20 mg/kg  |          |
| 몰리브덴(Mo)  |           | 269.90 mg/kg  |          |
| 나트륨(Na)   |           | 2028.95 mg/kg |          |
| 인(P)  |           | 0.86 %        |          |
| 아연(Zn)  |           | 181.16 mg/kg  |          |
| 비소(As)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 카드뮴(Cd)   |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 수은(Hg)  |           | 0.084 mg/kg   |          |
| 니켈(Ni)  |           | 0.02 mg/kg    |          |
| <i>Salmone/a</i> spp. (생성)  |           | 불검출           |          |
| 시소세인(CSI)   |           | 0.300 %       |          |
| 메치코닌(MET)   |           | 0.316 %       |          |
| 아스피린(ASP)   |           | 2.466 %       |          |
| 트레오닌(THR)   |           | 1.240 %       |          |
| 1 / 2   |           |               |          |

| 이외성분       | 양상결과    | 검정방법     |
|------------|---------|----------|
| 세린(SER)    | 1.377 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)  | 3.915 % |          |
| 글리신(GLY)   | 1.409 % |          |
| 알라닌(ALA)   | 2.143 % |          |
| 발린(VAL)    | 1.536 % |          |
| 이소류신(Ile)  | 1.218 % |          |
| 류신(Leu)    | 2.316 % |          |
| 티로신(Tyr)   | 2.208 % |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 1.196 % |          |
| 라이신(Lys)   | 1.037 % |          |
| 히스티딘(His)  | 0.979 % |          |
| 아르기닌(Arg)  | 1.692 % |          |
| 프롤린(Pro)   | 1.640 % |          |
| 이외 아미노     |         |          |

\*사료관리법, 제20조에 따라 검정을 실시한 결과 유효 값이 인정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일

농업기술실용화재단

담당부서 | 농식품분석팀  
 계 | 영지 1(영남) 빌딩  
 영남지 | 영남지 1(영남) 빌딩  
 연락처 | 031-8012-9693

\*사료검정(동물용)에 사용되는 "사료검정용 시료"에  
 사용자의 성명(단체, 공공기관)은 증명서 뒷면에 기재하지 않습니다. 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 증명서 뒷면에 기재하여야 합니다. 증명서 뒷면에는 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 반드시 기재하여야 합니다.

2 / 2

<집파리 번데기 사료검정증명서, 2015. 12>

| 사료검정증명서   |           |               |          |
|---|-----------|---------------|----------|
| 주문번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수원동 126(시흥동 251)<br>전화번호 031)8012-9690 FAX 031)8012-9699<br>문서번호 15-C-2952<br>시 행 일 2015. 12. 22<br>수 신 재단법인 진남생물산업진흥원 생물안전연구원<br>검사항목 15-FEED-1-010/3 접수연월일 2015. 12. 11<br>검정일자 15-FEED-1-010/3 검 정 일 2015. 12. 22<br>제조업체 성 명 재단법인 진남생물산업진흥원 생물안전연구원<br>주 소 516-949 전라남도 곡성군 입안로 465 |           |               |          |
| 제품명   | 용매용액용 체조일 | 검정결과          | 검정방법     |
| 이외성분  |           |               |          |
| 수분  |           | 6.83 %        | 사료표준분석방법 |
| 조단백질  |           | 44.50 %       |          |
| 조지방   |           | 34.51 %       |          |
| 조회용   |           | 5.03 %        |          |
| 조회분   |           | 2.80 %        |          |
| 열량  |           | 0.51 %        |          |
| 칼로리   |           | 6067 cal/g    |          |
| 칼슘(Ca)  |           | 0.50 %        |          |
| 구리(Cu)  |           | 13.94 mg/kg   |          |
| 크롬(Cr)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 철(Fe)   |           | 50.17 mg/kg   |          |
| 망간(Mn)  |           | 0.65 %        |          |
| 아그네시(Mg)  |           | 117.92 mg/kg  |          |
| 몰리브덴(Mo)  |           | 114.67 mg/kg  |          |
| 나트륨(Na)   |           | 1146.73 mg/kg |          |
| 인(P)  |           | 0.52 %        |          |
| 아연(Zn)  |           | 72.71 mg/kg   |          |
| 비소(As)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 카드뮴(Cd)   |           | 0.00 mg/kg    |          |
| 수은(Hg)  |           | 0.060 mg/kg   |          |
| 니켈(Ni)  |           | 0.00 mg/kg    |          |
| <i>Salmone/a</i> spp. (생성)  |           | 불검출           |          |
| 시소세인(CSI)   |           | 0.200 %       |          |
| 메치코닌(MET)   |           | 0.466 %       |          |
| 아스피린(ASP)   |           | 2.363 %       |          |
| 트레오닌(THR)   |           | 1.333 %       |          |
| 1 / 2   |           |               |          |

| 이외성분       | 양상결과    | 검정방법     |
|------------|---------|----------|
| 세린(SER)    | 1.277 % | 사료표준분석방법 |
| 글루탐산(GLU)  | 3.039 % |          |
| 글리신(GLY)   | 1.514 % |          |
| 알라닌(ALA)   | 1.669 % |          |
| 발린(VAL)    | 1.423 % |          |
| 이소류신(Ile)  | 1.000 % |          |
| 류신(Leu)    | 2.067 % |          |
| 티로신(Tyr)   | 1.932 % |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 1.264 % |          |
| 라이신(Lys)   | 1.583 % |          |
| 히스티딘(His)  | 0.824 % |          |
| 아르기닌(Arg)  | 1.305 % |          |
| 프롤린(Pro)   | 1.417 % |          |
| 이외 아미노     |         |          |

\*사료관리법, 제20조에 따라 검정을 실시한 결과 유효 값이 인정되었음을 증명합니다.

2015년 12월 22일

농업기술실용화재단

담당부서 | 농식품분석팀  
 계 | 영지 1(영남) 빌딩  
 영남지 | 영남지 1(영남) 빌딩  
 연락처 | 031-8012-9693

\*사료검정(동물용)에 사용되는 "사료검정용 시료"에  
 사용자의 성명(단체, 공공기관)은 증명서 뒷면에 기재하지 않습니다. 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 증명서 뒷면에 기재하여야 합니다. 증명서 뒷면에는 사용자의 성명, 단체명, 공공기관명  
 등도 반드시 기재하여야 합니다.

2 / 2

<아메리카왕거저리 사료검정증명서, 2015. 12>

○ 동애등에 번데기(제조일 : 2016. 7)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과          | 구분   | 의뢰성분               | 검정결과         |
|------|-------------|---------------|------|--------------------|--------------|
| 성분   | 수분          | 98.09 %       | 금속성분 | 마그네슘(Mg)           | 146.37 mg/kg |
|      | 조단백질        | 1.49 %        |      | 망간(Mn)             | 0.00 mg/kg   |
|      | 조회분         | 0.36 %        |      | 나트륨(Na)            | 171.18 mg/kg |
|      | 염분          | 0.05 %        |      | 인(P)               | 244.21 mg/kg |
|      | 칼로리 (cal/g) | 119 cal       |      | 크롬(Cr)             | 0.00 mg/kg   |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 472.94 mg/kg  |      | 아연(Zn)             | 5.75 mg/kg   |
|      | 구리(Cu)      | 1.19 mg/kg    |      | 비소(As)             | 0.00 mg/kg   |
|      | 철(Fe)       | 18.37 mg/kg   |      | 카드뮴(Cd)            | 0.00 mg/kg   |
|      | 칼륨(K)       | 1044.96 mg/kg |      | 수은(Hg)             | 0.00 mg/kg   |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.011 %       |      | 납(Pb)              | 0.00 mg/kg   |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.002 %       | 미생물  | Salmonellaspp.(정성) | 불검출          |
|      | 아스파르트산(ASP) | 0.025 %       |      |                    |              |
|      | 트레오닌(THR)   | 0.010 %       |      |                    |              |
|      | 세린(SER)     | 0.010 %       |      |                    |              |
|      | 글루탐산(GLU)   | 0.119 %       |      |                    |              |
|      | 글리신(GLY)    | 0.013 %       |      |                    |              |
|      | 알라닌(ALA)    | 0.039 %       |      |                    |              |
|      | 발린(VAL)     | 0.008 %       |      |                    |              |
|      | 이소류신(Ile)   | 0.005 %       |      |                    |              |
|      | 류신(Leu)     | 0.010 %       |      |                    |              |
|      | 타이로신(Tyr)   | 0.005 %       |      |                    |              |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 0.008 %       |      |                    |              |
|      | 라이신(Lys)    | 0.011 %       |      |                    |              |
|      | 히스티딘(His)   | 0.006 %       |      |                    |              |
|      | 아르기닌(Arg)   | 0.004 %       |      |                    |              |
|      | 프롤린(Pro)    | 0.015 %       |      |                    |              |



○ 마이크로웨이브 동애등에 번데기(제조일 : 2016. 7)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과         | 구분                 | 의뢰성분     | 검정결과        |
|------|-------------|--------------|--------------------|----------|-------------|
| 성분   | 수분          | 99.54 %      | 금속성분               | 마그네슘(Mg) | 30.62 mg/kg |
|      | 조단백질        | 0.21 %       |                    | 망간(Mn)   | 0.00 mg/kg  |
|      | 조회분         | 0.10 %       |                    | 나트륨(Na)  | 58.54 mg/kg |
|      | 염분          | 0.02 %       |                    | 인(P)     | 83.56 mg/kg |
|      | 칼로리 (cal/g) | 83 cal       |                    | 크롬(Cr)   | 0.00 mg/kg  |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 136.31 mg/kg |                    | 아연(Zn)   | 1.65 mg/kg  |
|      | 구리(Cu)      | 0.00 mg/kg   |                    | 비소(As)   | 0.00 mg/kg  |
|      | 철(Fe)       | 0.00 mg/kg   |                    | 카드뮴(Cd)  | 0.00 mg/kg  |
|      | 칼륨(K)       | 2.94 mg/kg   |                    | 수은(Hg)   | 0.00 mg/kg  |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.003 %      |                    | 미생물      | 납(Pb)       |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.001 %      | Salmonellaspp.(정성) |          | 불검출         |
|      | 아스파르트산(ASP) | 0.005 %      |                    |          |             |
|      | 트레오닌(THR)   | 0.002 %      |                    |          |             |
|      | 세린(SER)     | 0.002 %      |                    |          |             |
|      | 글루탐산(GLU)   | 0.035 %      |                    |          |             |
|      | 글리신(GLY)    | 0.006 %      |                    |          |             |
|      | 알라닌(ALA)    | 0.006 %      |                    |          |             |
|      | 발린(VAL)     | 0.001 %      |                    |          |             |
|      | 이소류신(Ile)   | 0.001 %      |                    |          |             |
|      | 류신(Leu)     | 0.002 %      |                    |          |             |
|      | 타이로신(Tyr)   | 0.001 %      |                    |          |             |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 0.001 %      |                    |          |             |
|      | 라이신(Lys)    | 0.002 %      |                    |          |             |
|      | 히스티딘(His)   | 0.001 %      |                    |          |             |
|      | 아르기닌(Arg)   | 0.001 %      |                    |          |             |
|      | 프롤린(Pro)    | 0.004 %      |                    |          |             |

○ 미생물+동애등에 번데기(제조일 : 2016. 7)

| 구분   | 의뢰성분        | 검정결과         | 구분                 | 의뢰성분     | 검정결과         |
|------|-------------|--------------|--------------------|----------|--------------|
| 성분   | 수분          | 97.68 %      | 금속성분               | 마그네슘(Mg) | 169.23 mg/kg |
|      | 조단백질        | 1.76 %       |                    | 망간(Mn)   | 0.00 mg/kg   |
|      | 조회분         | 0.4 %        |                    | 나트륨(Na)  | 171.98 mg/kg |
|      | 염분          | 0.07 %       |                    | 인(P)     | 327.83 mg/kg |
|      | 칼로리 (cal/g) | 173 cal      |                    | 크롬(Cr)   | 0.00 mg/kg   |
| 무기성분 | 칼슘(Ca)      | 575.95 mg/kg |                    | 아연(Zn)   | 9.33 mg/kg   |
|      | 구리(Cu)      | 2.86 mg/kg   |                    | 비소(As)   | 0.00 mg/kg   |
|      | 철(Fe)       | 16.05 mg/kg  |                    | 카드뮴(Cd)  | 0.00 mg/kg   |
|      | 칼륨(K)       | 988.17 mg/kg |                    | 수은(Hg)   | 0.00 mg/kg   |
| 아미노산 | 시스테인(CYS)   | 0.014 %      |                    | 미생물      | 납(Pb)        |
|      | 메치오닌(MET)   | 0.005 %      | Salmonellaspp.(정성) |          | 불검출          |
|      | 아스파르트산(ASP) | 0.049 %      |                    |          |              |
|      | 트레오닌(THR)   | 0.020 %      |                    |          |              |
|      | 세린(SER)     | 0.021 %      |                    |          |              |
|      | 글루탐산(GLU)   | 0.150 %      |                    |          |              |
|      | 글리신(GLY)    | 0.032 %      |                    |          |              |
|      | 알라닌(ALA)    | 0.099 %      |                    |          |              |
|      | 발린(VAL)     | 0.028 %      |                    |          |              |
|      | 이소류신(Ile)   | 0.023 %      |                    |          |              |
|      | 류신(Leu)     | 0.031 %      |                    |          |              |
|      | 타이로신(Tyr)   | 0.007 %      |                    |          |              |
|      | 페닐알라닌(Phe)  | 0.019 %      |                    |          |              |
|      | 라이신(Lys)    | 0.027 %      |                    |          |              |
|      | 히스티딘(His)   | 0.010 %      |                    |          |              |
|      | 아르기닌(Arg)   | 0.011 %      |                    |          |              |
|      | 프롤린(Pro)    | 0.035 %      |                    |          |              |

○ 사료검정증명서(2016. 7)

| 사료검정증명서                 |   |                                   |      |
|-------------------------|---|-----------------------------------|------|
| 무면허호/주소                 | 441-707 경기도 수원시 권선구 수안로 126(서동동 251) 전화번호 03118012-9650 FAX 03118012-9650 |                                   |      |
| 조사번호                    | 16-C-1646   |                                   |      |
| 시행일                     | 2016.07.22  |                                   |      |
| 수신 (제)인양생물산업진흥원 생물자원연구원 | 검사연월일   | 2016.07.13                        |      |
| 검사번호                    | 16-F33D-1-00000   |                                   |      |
| 검사항목                    | 성명  | [제]인양생물산업진흥원 생물자원연구원              |      |
| 제조사                     | 주소  | 58975 전라남도 나주시 동수농공단지길 30-5 (동수동) |      |
| 제품명                     | 동애동애 제조일: 2016.06.29  |                                   |      |
| 의뢰사항                    | 검사항목  | 검사항목                              | 검사항목 |
| 수분                      | 96.01%  | 사료표준분석방법                          |      |
| 조단백질                    | 1.49%   |                                   |      |
| 조지방                     | 0.36%   |                                   |      |
| 암모                      | 0.09%   |                                   |      |
| 황포리                     | 139 cal/g   |                                   |      |
| 칼슘(Ca)                  | 409.96 mg/kg  |                                   |      |
| 구리(Cu)                  | 1.19 mg/kg  |                                   |      |
| 코발트(Co)                 | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 망간(Mn)                  | 16.37 mg/kg   |                                   |      |
| 몰리브덴(Mo)                | 1844.96 mg/kg   |                                   |      |
| 바나듐(V)                  | 196.37 mg/kg  |                                   |      |
| 붕소(B)                   | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 나트륨(Na)                 | 171.18 mg/kg  |                                   |      |
| 인(P)                    | 244.21 mg/kg  |                                   |      |
| 아연(Zn)                  | 5.73 mg/kg  |                                   |      |
| 비소(As)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 카드뮴(Cd)                 | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 수은(Hg)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 납(Pb)                   | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| Sulfamer /a spp. (항생)   | 불검출   |                                   |      |
| 시스테인(CYS)               | 0.01%   |                                   |      |
| 메치코닌(MET)               | 0.00%   |                                   |      |
| 아스파르트산(ASP)             | 0.00%   |                                   |      |
| 트레오닌(THR)               | 0.00%   |                                   |      |
| 세렌(SER)                 | 0.01%   |                                   |      |
| 글루탐산(GLU)               | 0.19%   |                                   |      |

| 의뢰사항       | 검사항목  | 검사항목     |
|------------|-------|----------|
| 글리신(Gly)   | 0.01% | 사료표준분석방법 |
| 알라닌(Ala)   | 0.09% |          |
| 발린(Val)    | 0.00% |          |
| 이소류신(Ile)  | 0.00% |          |
| 류신(Leu)    | 0.01% |          |
| 티로신(Tyr)   | 0.00% |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 0.00% |          |
| 라이신(Lys)   | 0.01% |          |
| 히스티딘(His)  | 0.00% |          |
| 아르기닌(Arg)  | 0.00% |          |
| 프롤린(Pro)   | 0.01% |          |
| 테트라메틸      | 음성    |          |
| 아미 아백      | 아미 아백 |          |

\* 시료 보관법: 제20조에 따라 검정을 실시한 결과와 같이 검정치와 검출치를 열합니다.

2016년 07월 22일

농업기술실용화재단

담당부서: 농지농물시험  
 책임자: 이상숙 함장  
 담당: 지석현 장인영연구원  
 연락처: 031-8012-9653

\* 사료검정: 검출농도만 기재된 "의뢰사항"을 기재  
 \* 시료유지: 양분(수분, 조단백질, 조지방, 암모니아, 칼슘, 인, 아연, 코발트, 망간, 몰리브덴, 납, 수은, 비소) 또는 기타 영양성분(수분, 조단백질, 조지방, 암모니아, 칼슘, 인, 아연, 코발트, 망간, 몰리브덴, 납, 수은, 비소)을 유지를 요청하시면 유지를 실시합니다.

<아메리카동애등에 사료검정증명서, 2016. 7>

| 사료검정증명서                 |   |                                   |      |
|-------------------------|---|-----------------------------------|------|
| 무면허호/주소                 | 441-707 경기도 수원시 권선구 수안로 126(서동동 251) 전화번호 03118012-9650 FAX 03118012-9650 |                                   |      |
| 조사번호                    | 16-C-1646   |                                   |      |
| 시행일                     | 2016.07.22  |                                   |      |
| 수신 (제)인양생물산업진흥원 생물자원연구원 | 검사연월일   | 2016.07.13                        |      |
| 검사번호                    | 16-F33D-1-00000   |                                   |      |
| 검사항목                    | 성명  | [제]인양생물산업진흥원 생물자원연구원              |      |
| 제조사                     | 주소  | 58975 전라남도 나주시 동수농공단지길 30-5 (동수동) |      |
| 제품명                     | 미아크로 웨이브 제조일: 2016.06.29  |                                   |      |
| 의뢰사항                    | 검사항목  | 검사항목                              | 검사항목 |
| 수분                      | 99.54%  | 사료표준분석방법                          |      |
| 조단백질                    | 0.21%   |                                   |      |
| 조지방                     | 0.10%   |                                   |      |
| 암모                      | 0.02%   |                                   |      |
| 황포리                     | 93 cal/g  |                                   |      |
| 칼슘(Ca)                  | 136.31 mg/kg  |                                   |      |
| 구리(Cu)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 코발트(Co)                 | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 망간(Mn)                  | 2.94 mg/kg  |                                   |      |
| 몰리브덴(Mo)                | 164.66 mg/kg  |                                   |      |
| 바나듐(V)                  | 30.00 mg/kg   |                                   |      |
| 나트륨(Na)                 | 38.54 mg/kg   |                                   |      |
| 인(P)                    | 83.76 mg/kg   |                                   |      |
| 아연(Zn)                  | 1.65 mg/kg  |                                   |      |
| 비소(As)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 카드뮴(Cd)                 | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 수은(Hg)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 납(Pb)                   | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| Sulfamer /a spp. (항생)   | 불검출   |                                   |      |
| 시스테인(CYS)               | 0.00%   |                                   |      |
| 메치코닌(MET)               | 0.00%   |                                   |      |
| 아스파르트산(ASP)             | 0.00%   |                                   |      |
| 트레오닌(THR)               | 0.00%   |                                   |      |
| 세렌(SER)                 | 0.00%   |                                   |      |
| 글루탐산(GLU)               | 0.00%   |                                   |      |

| 의뢰사항       | 검사항목  | 검사항목     |
|------------|-------|----------|
| 글리신(Gly)   | 0.00% | 사료표준분석방법 |
| 알라닌(Ala)   | 0.00% |          |
| 발린(Val)    | 0.00% |          |
| 이소류신(Ile)  | 0.00% |          |
| 류신(Leu)    | 0.00% |          |
| 티로신(Tyr)   | 0.00% |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 0.00% |          |
| 라이신(Lys)   | 0.00% |          |
| 히스티딘(His)  | 0.00% |          |
| 아르기닌(Arg)  | 0.00% |          |
| 프롤린(Pro)   | 0.00% |          |
| 테트라메틸      | 음성    |          |
| 아미 아백      | 아미 아백 |          |

\* 시료 보관법: 제20조에 따라 검정을 실시한 결과와 같이 검정치와 검출치를 열합니다.

2016년 07월 22일

농업기술실용화재단

담당부서: 농지농물시험  
 책임자: 이상숙 함장  
 담당: 지석현 장인영연구원  
 연락처: 031-8012-9653

\* 사료검정: 검출농도만 기재된 "의뢰사항"을 기재  
 \* 시료유지: 양분(수분, 조단백질, 조지방, 암모니아, 칼슘, 인, 아연, 코발트, 망간, 몰리브덴, 납, 수은, 비소) 또는 기타 영양성분(수분, 조단백질, 조지방, 암모니아, 칼슘, 인, 아연, 코발트, 망간, 몰리브덴, 납, 수은, 비소)을 유지를 요청하시면 유지를 실시합니다.

<마이크로웨이브 동애등에 사료검정증명서, 2016. 7>

| 사료검정증명서                 |   |                                   |      |
|-------------------------|---|-----------------------------------|------|
| 무면허호/주소                 | 441-707 경기도 수원시 권선구 수안로 126(서동동 251) 전화번호 03118012-9650 FAX 03118012-9650 |                                   |      |
| 조사번호                    | 16-C-1646   |                                   |      |
| 시행일                     | 2016.07.22  |                                   |      |
| 수신 (제)인양생물산업진흥원 생물자원연구원 | 검사연월일   | 2016.07.13                        |      |
| 검사번호                    | 16-F33D-1-00007   |                                   |      |
| 검사항목                    | 성명  | [제]인양생물산업진흥원 생물자원연구원              |      |
| 제조사                     | 주소  | 58975 전라남도 나주시 동수농공단지길 30-5 (동수동) |      |
| 제품명                     | 미생물+아메리카동애 제조일: 2016.06.29  |                                   |      |
| 의뢰사항                    | 검사항목  | 검사항목                              | 검사항목 |
| 수분                      | 97.68%  | 사료표준분석방법                          |      |
| 조단백질                    | 1.76%   |                                   |      |
| 조지방                     | 0.40%   |                                   |      |
| 암모                      | 0.07%   |                                   |      |
| 황포리                     | 173 cal/g   |                                   |      |
| 칼슘(Ca)                  | 579.65 mg/kg  |                                   |      |
| 구리(Cu)                  | 2.86 mg/kg  |                                   |      |
| 코발트(Co)                 | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 망간(Mn)                  | 16.00 mg/kg   |                                   |      |
| 몰리브덴(Mo)                | 989.17 mg/kg  |                                   |      |
| 바나듐(V)                  | 199.70 mg/kg  |                                   |      |
| 나트륨(Na)                 | 171.98 mg/kg  |                                   |      |
| 인(P)                    | 397.80 mg/kg  |                                   |      |
| 아연(Zn)                  | 9.33 mg/kg  |                                   |      |
| 비소(As)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 카드뮴(Cd)                 | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 수은(Hg)                  | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| 납(Pb)                   | 0.00 mg/kg  |                                   |      |
| Sulfamer /a spp. (항생)   | 불검출   |                                   |      |
| 시스테인(CYS)               | 0.01%   |                                   |      |
| 메치코닌(MET)               | 0.00%   |                                   |      |
| 아스파르트산(ASP)             | 0.00%   |                                   |      |
| 트레오닌(THR)               | 0.00%   |                                   |      |
| 세렌(SER)                 | 0.02%   |                                   |      |
| 글루탐산(GLU)               | 0.15%   |                                   |      |

| 의뢰사항       | 검사항목  | 검사항목     |
|------------|-------|----------|
| 글리신(Gly)   | 0.00% | 사료표준분석방법 |
| 알라닌(Ala)   | 0.00% |          |
| 발린(Val)    | 0.00% |          |
| 이소류신(Ile)  | 0.00% |          |
| 류신(Leu)    | 0.00% |          |
| 티로신(Tyr)   | 0.00% |          |
| 페닐알라닌(Phe) | 0.00% |          |
| 라이신(Lys)   | 0.00% |          |
| 히스티딘(His)  | 0.00% |          |
| 아르기닌(Arg)  | 0.01% |          |
| 프롤린(Pro)   | 0.00% |          |
| 테트라메틸      | 음성    |          |
| 아미 아백      | 아미 아백 |          |

\* 시료 보관법: 제20조에 따라 검정을 실시한 결과와 같이 검정치와 검출치를 열합니다.

2016년 07월 22일

농업기술실용화재단

담당부서: 농지농물시험  
 책임자: 이상숙 함장  
 담당: 지석현 장인영연구원  
 연락처: 031-8012-9653

\* 사료검정: 검출농도만 기재된 "의뢰사항"을 기재  
 \* 시료유지: 양분(수분, 조단백질, 조지방, 암모니아, 칼슘, 인, 아연, 코발트, 망간, 몰리브덴, 납, 수은, 비소) 또는 기타 영양성분(수분, 조단백질, 조지방, 암모니아, 칼슘, 인, 아연, 코발트, 망간, 몰리브덴, 납, 수은, 비소)을 유지를 요청하시면 유지를 실시합니다.

<미생물+아메리카동애등에 사료검정증명서, 2016. 7>

2. 대상곤충 아메리카동애등에, 아메리카왕거저리 함유 아미노산의 생물학적 기능

| 성분                 | 생물학적 기능  |
|--------------------|--|
| 시스테인<br>(Cysteine) | 산화환원에 관여할 수 있는 이 능력 때문에, 시스테인은 항산화능력을 갖고 있다. 시스테인은 인간의 대사작용에 있어서 황의 주요한 근원이 된다. 또한 시스테인이 비필수 아미노산의 분류에 속해있지만, 시스테인은 어린아이, 노인, 그리고 특정한 대사장애나, 황의 흡수장애에 걸린사람들에게는 필수적이다. 시스테인은 어떤 측면에서는 필수 또는 조건부 필수 아미노산이라고 할 수 있다. 시스테인은 인체나 다른 기관에서의 글루타티온의 중요한 전구체 중 하나이다. 시스테인은 인체나, 다른 조직에서의 글루타티온 생성의 중요한 전구체이다. 글루타티온의 경구투여의 효과는 미미하다. 대다수의 글루타티온은 세포사이에서 생성된다. 글루타티온은 시스테인, 글리신, 글루탐산의 세 아미노산으로 구성된 항산화제이다. 글루탐산과 글리신은 북미인들의 식사에서 쉽게 섭취할 수 있지만, 시스테인의 섭취율은 세포사이에서의 글루타티온 합성의 제한요소가 된다. 시스테인의 티올기가 양성자 제공자로 작동하고, 이는 글루타티온의 생물학적 활성에 기여한다. N-아세틸 시스테인과 같은 보조제로 흡수된 자유아미노산은 세포에 잘 전달되지 않는다. 시스테인은 잠재적으로 독성이 있으며, 소화관이나, 혈장에서 분해된다. 반대로, 시스테인은 소화관과 혈장내에서 더 안정하기 때문에 시스테인의 형태로 흡수된다. 시스테인은 GI관과 혈장을 안전하게 이동하며, 세포에 들어가면서 두개의 시스테인으로 분해된다. |
| 메티오닌               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 간에서 쌓이는 초과 지방 억제, 다른 성분과 함께 해독 작용, 간에서 레시틴의 생성을 증가. 간장에서 노폐물을 제거하고 잉여지방을 결합해서 간장을 보호. 피로 방지 요소</li> <li>2. 자유라디칼의 활성억제 (황 성분 제공) 산화 방지 기능 항산화 효과</li> <li>3. 모발, 피부, 손톱, 발톱의 불균형 억제</li> <li>4. 셀레늄 이용에 촉매역할을 합니다.</li> </ol>  |
| 아스파르트산             | 아스파르트산는 그것의 음이온의 이름인 아스파르테이트로 알려져있는 20개의 중요한 아미노산의 하나이다. 20개의 아미노산들이 그렇듯이, 아스파르트산을 일컫는 두가지 생략형이 있다. 하나는 Asp이며, 또 하나는 D이다. 때때로 아스파라긴과 합쳐서 Asx 또는 B로 나타내기도 한다. 이름에서 알 수 있듯이, 아스파르트산은 아스파라긴과 유사하게 생긴 카르복실산이다. 아스파르트산은 포유류에게 있어서 비필수 아미노산이다.   |
| 트레오닌               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 콜라겐, 엘라스틴, 에나멜 단백질의 구성요소</li> <li>• 간에 지방이 축적되는 것을 막는다</li> <li>• 소화기능이 원활하도록 도움</li> <li>• 신진대사와 동화작용</li> </ul>   |
| 세린                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 간과 근육에 의한 당의 저장 원천</li> <li>• 항체를 제공(면역계 강화)</li> <li>• 신경섬유 주위의 지방산 덮개 합성</li> </ul>   |
| 글루탐산               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 브레인푸드</li> <li>• 케양치료에 도움</li> <li>• 알코올중독, 정신분열, 설탕중독을 조절</li> </ul>   |
| 글리신                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지를 필요로하는 세포 만드는 과정에서의 산소방출을 유발</li> <li>• 강력한 면역계에 반응하는 호르몬의 제조에 중요</li> </ul>  |

|       |  |
|-------|--|
| 알라닌   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 근육조직, 뇌 및 중추신경계를 위한 에너지의 중요 원천</li> <li>• 항체를 생산(면역계 강화)</li> <li>• 당과 유기산의 대사를 도움</li> </ul>   |
| 발린    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 정신적 활력 촉진</li> <li>• 근육의 공동작업</li> <li>• 평온한 정신상태를 유지</li> </ul>  |
| 이소루신  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄수화물, 지방, 단백질을 분해하여 에너지를 생성</li> <li>• 헤모글로빈 생성</li> <li>• 혈당조절</li> <li>• 근육생성 및 보수</li> </ul>   |
| 루신    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 단백질구성의 필수재료</li> <li>• 성장호르몬과 뼈의 생성에 직접 관여</li> <li>• 칼슘 흡수 촉진, 질소 평형 유지작용으로 골다공증을 예방</li> <li>• 헤르페스바이러스 억제작용</li> <li>• 로이신과 아르기닌을 함께 섭취할 경우 흡수경쟁하여 면역력을 증강시킴</li> <li>• 고혈당으로 인한 백내장 증상을 완화</li> <li>• 프롤린과 함께 지질단백질의 동맥혈전 형성을 억제</li> <li>• 항체, 효소, 호르몬의 생성에 관여</li> <li>• 콜라겐 형성에 관여</li> <li>• 근소실 억제 및 조직손상 회복</li> </ul> |
| 타이로신  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 신경충격을 뇌로 전달</li> <li>• 기억력 개선</li> <li>• 정신적 경계를 증가</li> <li>• 갑상선, 부신 및 뇌하수체의 건강한 작용을 촉진</li> </ul>  |
| 페닐알라닌 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 뇌에 의해 이용되어 노르에피네프린을 생산(신경세포와 뇌 사이 신호를 전달하는 화학물질)</li> <li>• 공복 시 통증감소</li> <li>• 항우울제 작용      • 기억력 개선</li> </ul>   |
| 라이신   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 칼슘섭취를 보충</li> <li>• 콜라겐 형성을 도움</li> <li>• 항체, 호르몬, 효소 생산 도움</li> <li>• 바이러스 성장을 감소시키는 영양소의 균형을 개선</li> </ul>  |
| 히스티딘  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지방분해 촉진</li> <li>• 자외선으로부터 피부 손상을 막음</li> <li>• 불감증 해결&amp;성욕 증진      • 류마티스성 관절염 치료에 도움</li> <li>• 위산의 위액을 증가시키고 소화를 도움</li> <li>• 에이즈 예방</li> </ul>   |
| 아르기닌  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세균, 바이러스 및 종양세포에 대한 면역반응 개선</li> <li>• 상처 치료 및 간의 재생을 촉진</li> <li>• 성장호르몬 분비 유도</li> <li>• 최적의 근육성장 및 조직수리에 필수</li> </ul>   |
| 프롤린   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 관절과 힘줄의 더 나은 기능을 위해 중요한 성분</li> <li>• 심장근육을 유지, 강화</li> <li>• 아르기닌과 함께 콜라겐생성</li> </ul>   |

## 제 5절. 식용곤충제품의 경제성 분석

### 1. 시제품 적합도 조사

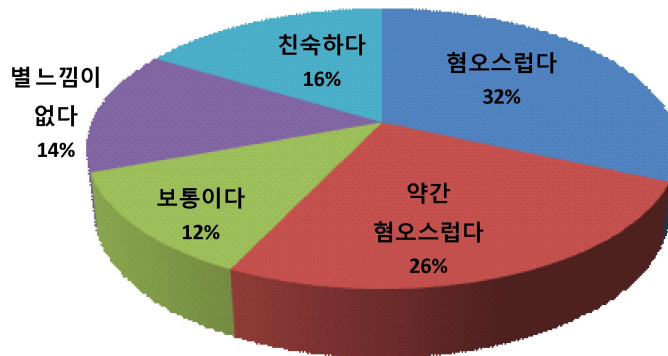
가. 아메리카왕거저리의 식용 가능성 조사

#### (1) 설문조사

• 설문조사 대상: 식용곤충에 대한 서울과 지방 학생들의 개인적인 인식도 차이가 있을 수 있다. 서울지역 고등학교 남학생 125명, 중학교 남학생 15명, 여학생 22명, 순천지역 고등학교 남학생 35명으로 총 196명을 대상으로 조사한 결과이다.

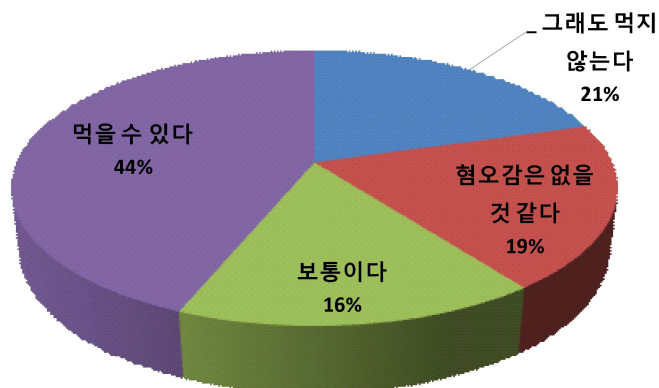
#### • 설문결과

##### ■ 식용곤충을 처음으로 본 소감은?



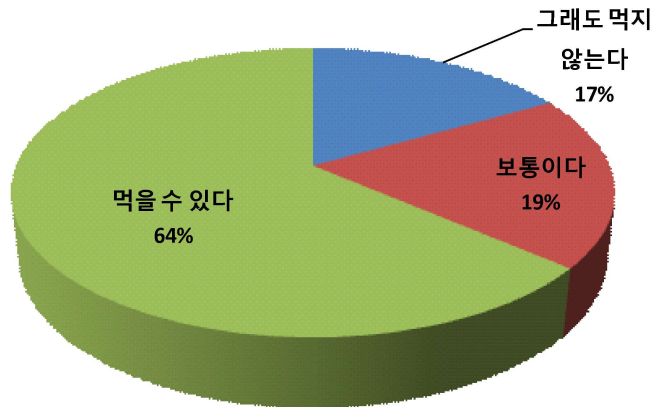
대체로 혐오스럽다는 답변이 58%로 설문자 중 절반 이상이 식용곤충을 보고 혐오감을 느끼는 것으로 나타났으며, 크게 혐오감을 느끼지 않은 답변은 48%로 앞으로 다양한 방법으로 홍보활동을 전개한다면 식용곤충의 혐오감을 완화할 수 있을 것으로 기대된다.

##### ■ 생체가 아닌 1차 가공으로 다른 식품에 첨가된다면 먹을 수 있을까?



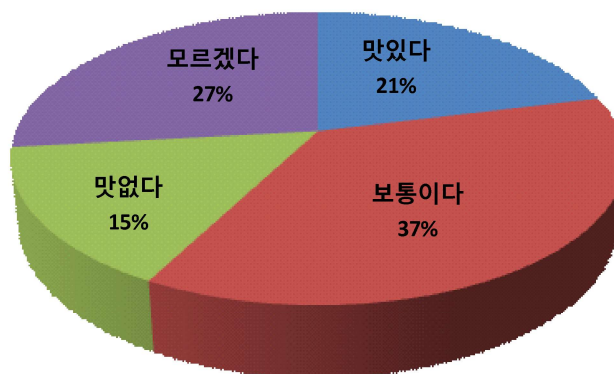
쿠키나 빵 등 다양한 식품에 식용곤충을 첨가 재료로 활용했을 경우 먹을 수 있는가의 질문에 그래도 먹지 않는다는 답변이 21%였고, 반대로 79%는 혐오감 없이 먹을 수 있을 것 같다는 답변을 나타냈다. 향후 식품의 첨가재료로 활용 가능성을 시사한다.

■ 식용곤충에는 단백질함량이 50~70%로 고단백질이고, 면역력을 향상시키는 여러 가지 불포화 지방산이 많이 함유되어 있다. 몸 건강에 도움이 된다면 먹을 수 있을까?



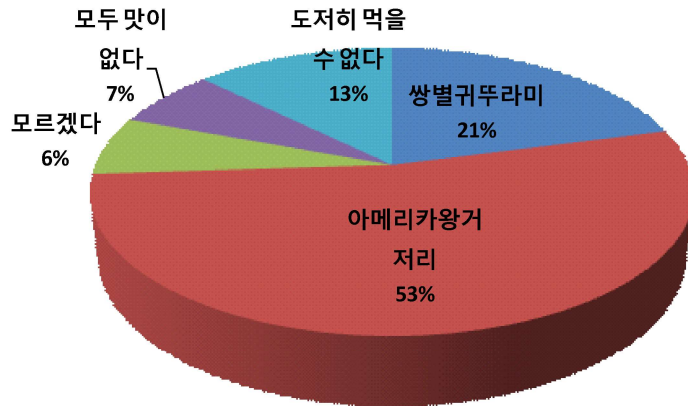
식용곤충이 몸 건강에 도움이 된다면 먹을 수 있을지에 대한 질문에 약 83%가 먹을 수 있음을 시사한 것으로 나타났다. 다양한 식용곤충이 가지는 생리활성 기능 연구결과가 홍보를 통해 알려진다면 식용곤충의 산업적 활성화가 기대된다.

■ 식용곤충을 직접 먹어 본 소감은?



식용곤충의 맛에 대해서는 약 58%가 대체로 긍정적인 표현으로 답했으며, 그 중 21%는 맛있다고 답했다. 향후 다양한 소재화 연구를 통해 식용으로 적용범위를 확대해 가야 할 것으로 생각된다.

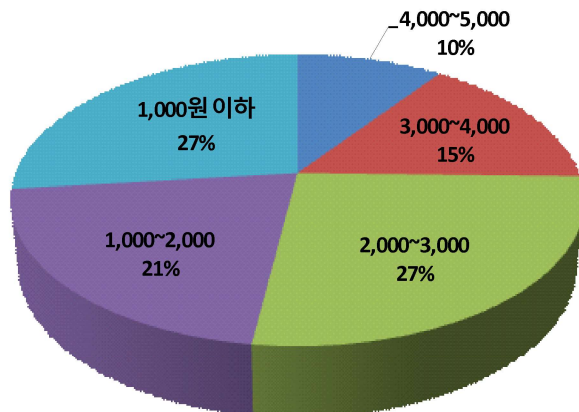
■ 어떤 곤충이 맛이 더 좋은가?



쌍별귀뚜라미와 아메리카왕거저리 유충을 건조한 식용곤충에 대해 맛을 비교평가 해 본 결과 설문 응답자 중 53%가 아메리카왕거저리 유충이 더 맛있다고 답했으며, 쌍별귀뚜라미는 21%가 맛있다고 답했다. 향후 아메리카왕거저리 유충의 식품등재 시 식용으로 산업화 가능성을 시사한다.

■ 식용곤충에 대한 판매가격으로 100g에 적절한 가격은?

(참고: 알새우칩 68g 1,300원 / 오징어땅콩 200g 3,000원)



식용곤충 100g에 대한 적절한 가격으로 2,000~3,000원 대가 27%로 가장 많았고, 1,000~2,000원 대가 21%로 두 번째 응답으로 나타났으며, 3,000~4,000원 대가 15%, 4,000~5,000원 대가 10%로 나타났다. 하지만 1,000원 이하 가격에 답한 응답자도 27%로 많은 응답자가 선택하였다. 하지만 대부분 이 답변에 응답한 사람은 식용곤충에 대한 강한 거부감을 가진 학생들로 본인들의 거부감을 표현한 것으로 판단된다.





그림. 식용곤충 갈색거저리와 아메리카왕거저리 기호성 조사(출처, 2014 전남농업기술원 농업박람회)

2014년 대한민국 농업박람회 녹색축산관  
곤충 시식행사 [대왕거저리(슈퍼밀웜)] 건조밀웜-미이크로웨이브건조

| 성명  | 주소    | 연락처 | 시식후평가                                |
|-----|-------|-----|--------------------------------------|
| 이성민 | 경북 안주 |     | 참음 보았으면 개미 같았어,<br>맛은 신기한데 딱딱하네 맛없어. |
| 김성근 | 광주    |     | 보았을 땐 경구였는데<br>맛보니 맛있어요 사먹고요         |
| 이종현 | 충남 논산 |     | 간직 맛이 나네.<br>미래 곤충 산업 기대             |

빛가람곤충영농조합  
경남 1주식회사 100% 친환경 농산물  
주. 070-7730-3276  
팩스. 010-5619-4576

2014년 대한민국 농업박람회 녹색축산관  
곤충 시식행사 [대왕거저리(슈퍼밀웜)] 건조밀웜-미이크로웨이브건조

| 성명  | 주소                          | 연락처               | 시식후평가                 |
|-----|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| 홍만  | 경북 안주<br>서흥동                | 372-1669          | 고소한데 참 맛있어요!          |
| 박병우 | 경북 안주<br>천왕동 202<br>해룡로 202 | 372-6668          | 보이 보다는 진짜 맛있고<br>좋아요! |
| 임병철 | 남구 다산동<br>공산리<br>106        | 311-6111<br>-6112 | 맛 좋네.                 |

빛가람곤충영농조합  
경남 1주식회사 100% 친환경 농산물  
주. 070-7730-3276  
팩스. 010-5619-4576

## 2. 아메리카왕거저리(*Zophobas atraus* Fabricius)의 향산화활성 실험

### 가. 재료 및 방법

실험재료: Methanol, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

실험곤충: 아메리카왕거저리 (*Zophobas atraus* Fabricius)성충, 유충, 분변토

### 나. Sample 준비

- MeOH extract

아메리카왕거저리의 성충(278g), 유충(404g), 분변토(892g)을 믹서로 갈아서 각각의 5배 되는 양의 MeOH을 넣고 상온에 보관한다. 다음 날 감압 필터를 이용하여 추출하는데 이를 3회 반복한다. 각 sample의 MeOH 추출액을 농축기를 이용하여 농축시켰다.

|     | Sample 무게 | MeOH 추출물 무게 | Yield (%) |
|-----|-----------|-------------|-----------|
| 성충  | 278g      | 43.173g     | 15.5      |
| 유충  | 404g      | 24.513g     | 6.07      |
| 분변토 | 892g      | 57.716g     | 6.47      |

#### 다. 추출물 분획

각 sample의 MeOH 추출물 20g을 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol, water 층 순서로 분획하였다.

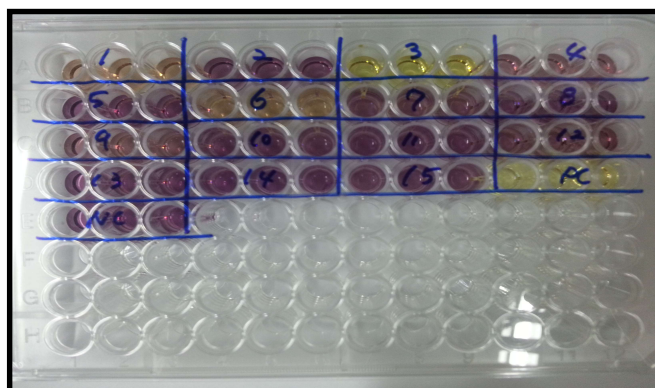
#### 라. DPPH radical scavenging activity assay in vitro

항산화활성이 있는지 알아보기 위해 DPPH를 이용하여 실험하였다.

- Sample preparation : 6mg/ml, 3mg/ml, 1.5mg/ml, 0.75mg/ml, 0.375mg/ml
- 96-well microplate 에 sample 50 $\mu$ l + 0.4mM DPPH triplicate
- After incubation at room temperature for 30 min
- Measuring the absorbance 518nm using microplate reader

#### 마. 실험결과

(1) 아메리카왕거저리 성충, 유충, 분변토의 MeOH extract DPPH assay



1. 성충 2mg/ml, 2. 유충 2mg/ml, 3. 분변토 2mg/ml, 4. 성충 1mg/ml, 5. 유충 1mg/ml,  
 6. 분변토 1mg/ml, 7. 성충 0.5mg/ml, 8. 유충 0.5mg/ml, 9. 분변토 0.5mg/ml, 10. 성충 0.25mg/ml  
 11. 유충 0.25mg/ml, 12. 분변토 0.25mg/ml, 13. 성충 0.125mg/ml, 14. 유충 0.125mg/ml, 15. 분변토  
 0.125mg/ml, PC. Ascorbic acid, NC. Methanol

표. 아메리카왕거저리 성충, 유충, 분변토의 MeOH extract DPPH assay

|               | Concentration |       |        |         |          |
|---------------|---------------|-------|--------|---------|----------|
|               | 2 mg          | 1 mg  | 0.5 mg | 0.25 mg | 0.125 mg |
| adult         | 65.75         | 36.18 | 14.25  | 10.38   | 7.18     |
| larva         | 19.59         | 3.90  | 0.04   | 3.04    | 5.10     |
| faeces        | 83.39         | 62.20 | 34.34  | 19.26   | 15.42    |
| Ascorbic acid | 91.20         | 91.20 | 91.20  | 91.20   | 91.20    |
| Methanol      | 0             | 0     | 0      | 0       | 0        |

DPPH assay 결과, 분변토와 성충에서 활성이 있었으며, 그 중에서도 분변토에서 활성이 성충보다 높았다 그리고 식용으로 추진 중인 유충에서는 활성이 나타나지 않았다.

(2) 성충과 분변토의 각 fraction DPPH assay

• 아메리카왕거저리 성충의 각 fraction DPPH assay

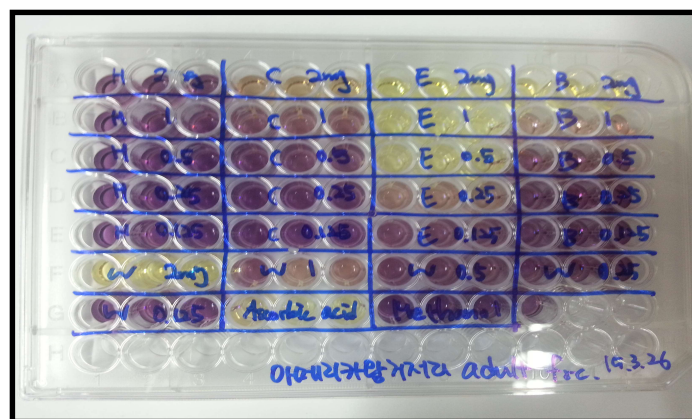
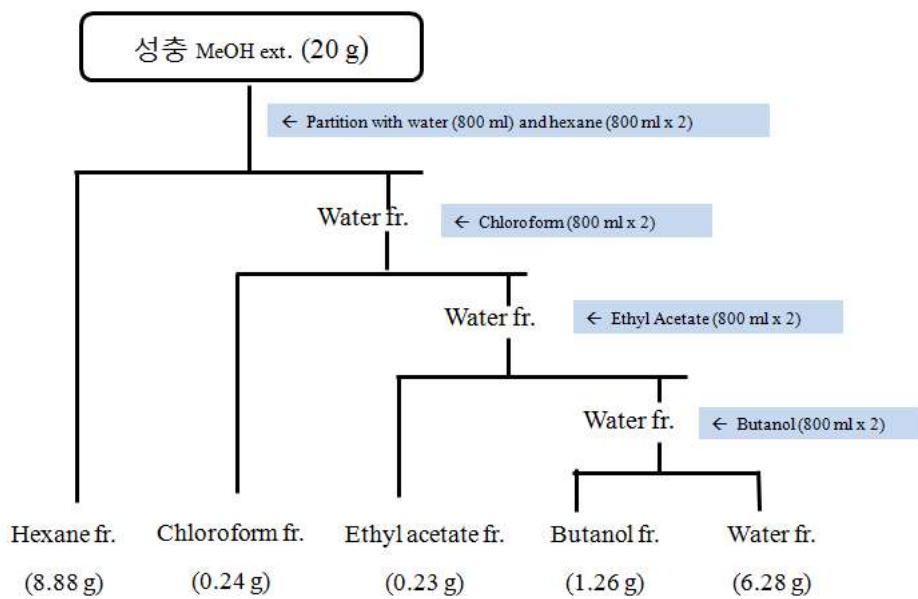


표. 아메리카왕거저리 성층의 각 fraction DPPH assay

| 성층            | Concentration |       |        |         |          |
|---------------|---------------|-------|--------|---------|----------|
|               | 2 mg          | 1 mg  | 0.5 mg | 0.25 mg | 0.125 mg |
| H             | 28.58         | 17.64 | 11.08  | 7.86    | 16.59    |
| C             | 76.66         | 44.84 | 24.77  | 13.89   | 19.03    |
| E             | 92.33         | 92.63 | 90.97  | 67.97   | 44.82    |
| B             | 90.98         | 63.88 | 33.77  | 18.01   | 22.17    |
| W             | 89.60         | 57.61 | 31.56  | 19.01   | 7.89     |
| Ascorbic acid | 92.70         | 92.70 | 92.70  | 92.70   | 92.70    |
| Methanol      | 0             | 0     | 0      | 0       | 0        |

MeOH extract에서 항산화 활성이 나타난 성층과 분변토만 물질 분획을 시행하였고, 각 fraction들을 가지고 다시 DPPH assay를 시행하였다.

성층에서는 ethly acetate와 buthanol에서 활성이 보였으며, 그 중에서도 ethly acetate의 활성이 가장 좋게 나타났다.

(3) 아메리카왕거저리 유층 분변토의 각 fraction DPPH assay

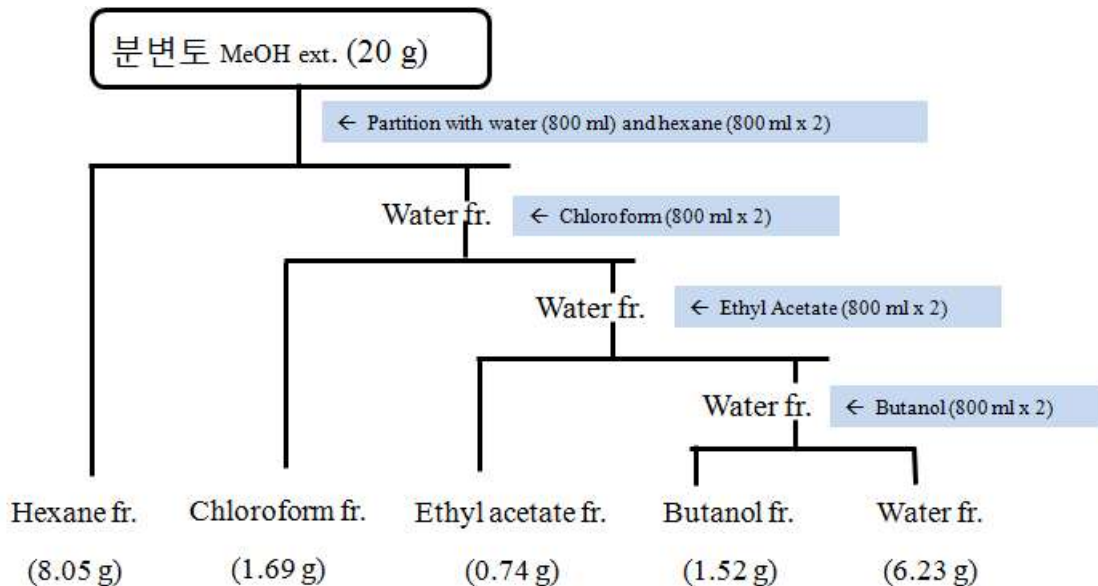
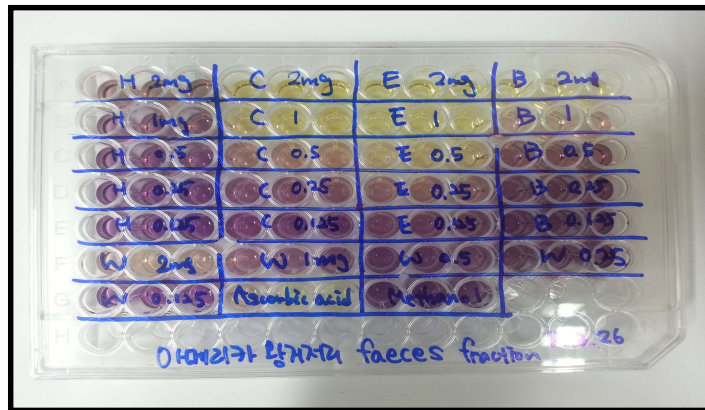


표. 아메리카왕거저리 유충 분변토의 각 fraction DPPH assay

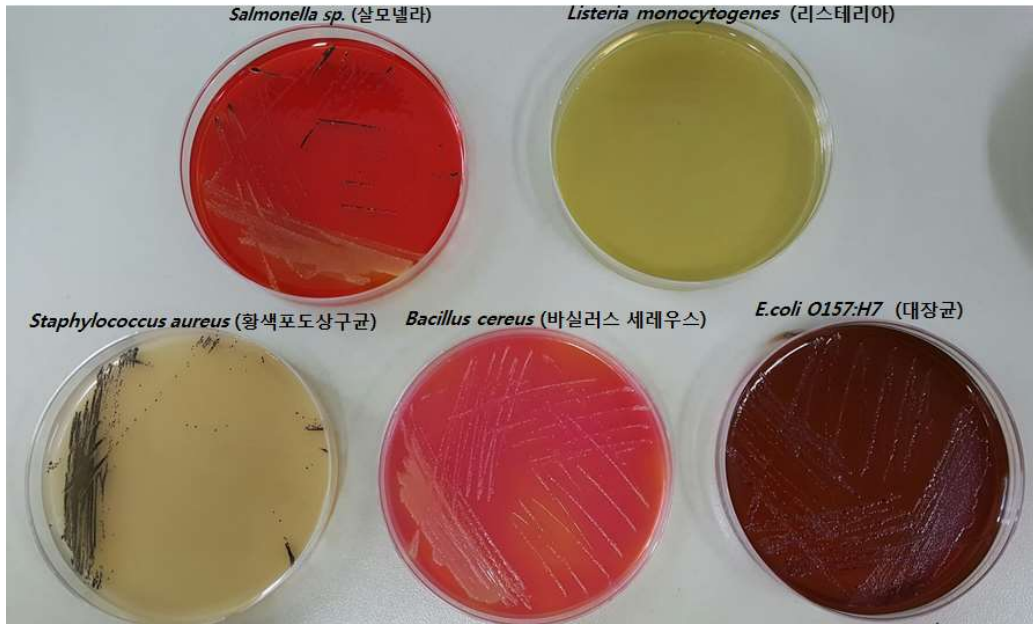
| 분변토           | Concentration |       |        |         |          |
|---------------|---------------|-------|--------|---------|----------|
|               | 2 mg          | 1 mg  | 0.5 mg | 0.25 mg | 0.125 mg |
| H             | 48.94         | 31.40 | 21.88  | 12.80   | 9.41     |
| C             | 84.02         | 81.23 | 60.30  | 40.78   | 24.16    |
| E             | 89.02         | 89.38 | 80.19  | 55.15   | 35.15    |
| B             | 88.98         | 65.54 | 39.17  | 22.18   | 13.95    |
| W             | 62.02         | 45.31 | 27.95  | 16.76   | 13.32    |
| Ascorbic acid | 93.41         | 93.41 | 93.41  | 93.41   | 93.41    |
| Methanol      | 0             | 0     | 0      | 0       | 0        |



분변토에서는 ethly acetate와 chloroform에서 활성을 보였으며, 그 중에서도 ethly acetate의 활성이 가장 좋게 나타났다. Buthanol fraction은 높은 농도에서만 활성을 보였다.

### 3. 대상곤충 아메리카동애등에, 집파리, 아메리카왕거저리의 유해병원성 미생물 분석결과

사료용 곤충인 아메리카동애등에, 집파리, 식용곤충인 아메리카왕거저리(슈퍼밀웜)의 유해 병원성 미생물 분석조사를 위하여 연중 곤충생산시스템을 확립한 (주)한국유용곤충연구소에서 생산된 곤충을 원료로 하여 병원성 미생물 분석 조사를 3회 수행하였다. 병원성 미생물 테스트는 살모넬라, 리스테리아, 황색포도상구균, 바실러스 세레우스, 대장균의 5종에 대하여 2015. 4월, 2015. 12월, 2016. 7월 3회 미생물분석 하였으며, 이 중 2015. 5월 사료용곤충인 아메리카동애등에의 미생물테스트에서 살모넬라균이 확인되었다.



<병원성미생물 분석 조사>

준비된 샘플을 테스트 배지에 백금을 이용하여 획선편판법으로 도말 한 후, 각각 배양온도에 맞도록 배양하였다. 병원성 미생물 테스트의 배지와 배양온도는 다음과 같다.

(1) 병원균 테스트 배지

- ① 살모넬라
  - 사용배지 : XLD agar, 배양온도 : 30℃
- ② 리스테리아
  - 사용배지 : Listeria Selective agar, 배양온도 : 37℃
- ③ 황색포도상구균
  - 사용배지 : Baird parker agar, 배양온도 : 37℃
- ④ 바실러스 세레우스
  - 사용배지 : MYP agar, 배양온도 : 30℃
- ⑤ 대장균
  - 사용배지 : EMB agar, 배양온도 : 37℃

(2) 병원균의 판독

배양된 샘플의 판독은 아래의 기준으로 하였다.

- ① 살모넬라 : 중앙이 검거나 혹은 검지 않은 붉은색 집락
- ② 리스테리아 : 검은 환을 가진 갈색 집락
- ③ 황색포도상구균 : 투명한 환안에 검거나 회색의 둥근 집락
- ④ 바실러스 세레우스 : 혼탁한 환을 가지는 분홍색 집락
- ⑤ 대장균 : 녹색의 금속성 광택이 있는 집락

배양된 샘플을 관독한 결과 2015. 4월 사육되었던 동애등에 번데기에서 살모넬라균이 관독되었으며, 이러한 결과를 재확인하기 위하여 농업기술실용화재단(FACT)에 미생물 분석의뢰를 실시한 결과 같은 결과가 확인 되었다.

(주)한국유용곤충연구소의 사육에 관련한 내용을 확인 결과, 저장단계의 냉동보관창고에서 장기간 보관되었던 샘플로서 다른 샘플들과 같이 저장된 것이 확인되어 저장 기간 동안 미생물이 오염된 것으로 추정되었다. 따라서 추가적으로 대상곤충인 사료용곤충 아메리카동애등을 건조한 후 즉시 성분분석 의뢰한 경우에는 해당 미생물이 전혀 발견되지 않았다. 이처럼 펠렛제형의 2015. 12월, 액상제형의 2016. 7월에 진행되었던 샘플에서는 병원성 미생물이 검출되지 않았다.

이러한 결과에 따르면, 건조 또는 관련된 가공법에 따른 병원성미생물의 오염도 중요하지만, 저장 및 유통과정에 병원성 미생물이 오염될 수 있으므로 관련된 공정을 점검하여 향후 재발하지 않도록 주의가 필요할 것이라 판단되었다.

#### 4. 현재 허가된 식용곤충과 아메리카왕거저리 비교

|       | 벼메뚜기         | 쌍별귀뚜라미                   | 갈색거저리       | 아메리카왕거저리     |
|-------|--------------|--------------------------|-------------|--------------|
| 생산농가수 | 10여농가        | 100여농가                   | 200여농가      | 50여농가        |
| 사육형태  | 채집           | 연주 실내사육                  | 연중 실내사육     | 연중 실내사육      |
| 판매처   | 인터넷, 기타      | 인터넷, 기타                  | 인터넷, 기타     | 인터넷, 기타      |
| 판매가격  | 150,000원/1kg | 100,000~<br>150,000원/1kg | 28,000원/1kg | 45,000원/ 1kg |
| 판매상태  | 건조           | 건조                       | 건조          | 건조           |

### <제 1 협동과제: 식용·사료용 곤충자원의 효능 및 안전성 평가>

#### 제 1절. 아메리카동애등에유충의 급여가 육계의 생산 성적에 미치는 영향 규명

##### 1. 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 50수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였다. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28-30℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였다. 병아리 입사 후에는 사료와 물에

자유롭게 접근할 수 있도록 해주었다.

- 입식한 병아리 50수는 완전 임의로 구성된 5개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였다.

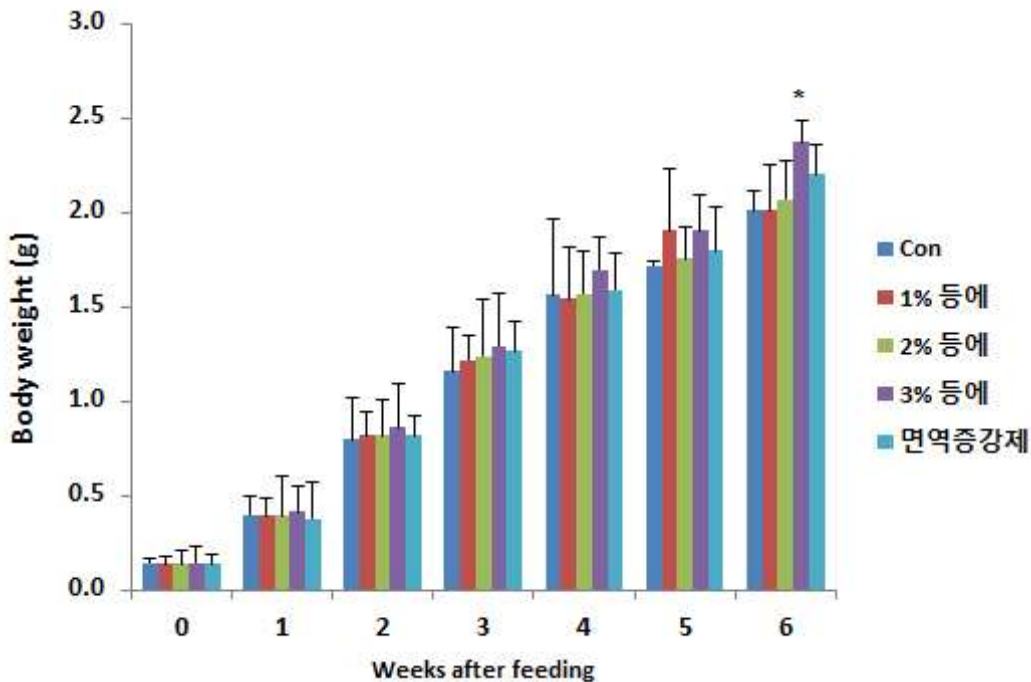
- ▶ Control군 : 일반사료 급여군
- ▶ 1% 등에군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 1% 급여군
- ▶ 2% 등에군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 2% 급여군
- ▶ 3% 등에군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군
- ▶ 면역증강제군 : 시중에서 시판중인 면역증강제 (비오그린-Q, 삼우메디안) 급여군

## 2. 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 용량 설정

- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 아메리카동애등에유충 펠렛을 육계 사료에 1%, 2%, 3%의 용량으로 일반 육계사료에 혼합하여 육계에 급여하였으며, 시중에서 시판중인 면역증강제를 급여한 군은 제품의 설명서에 따라 적정 용량을 육계사료에 혼합하여 급여하였다.

## 3. 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 의한 체중 변화의 확인

- 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 매주 체중을 측정하여, 아메리카동애등에유충 급여에 따른 체중의 유의적인 변화가 나타나는지 확인하였다. 그 결과 **control군에 비해 아메리카동애등에유충을 급여한 군에서 체중이 증가하는 경향을 확인할 수 있었으며**, 일반면역증강제 급여군에서도 체중의 증가를 확인할 수 있었음. 특히, **3% 아메리카동애등에유충 급여군에서 유의적인 체중의 증가를 확인할 수 있었다.**



[그림 25] 아메리카동애등에 사료첨가제 급여 후 주별 체중의 변화. 3% 아메리카동애등에급여군에서 유의적인 체중의 증가를 확인할 수 있었음.



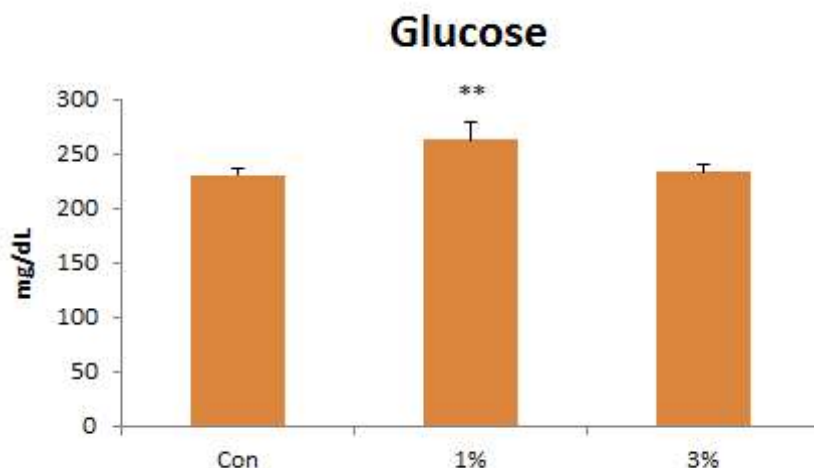
## 제 2절. 아메리카동애등에유충을 육계에 급여 후 다양한 생화학적 지표 분석 실시

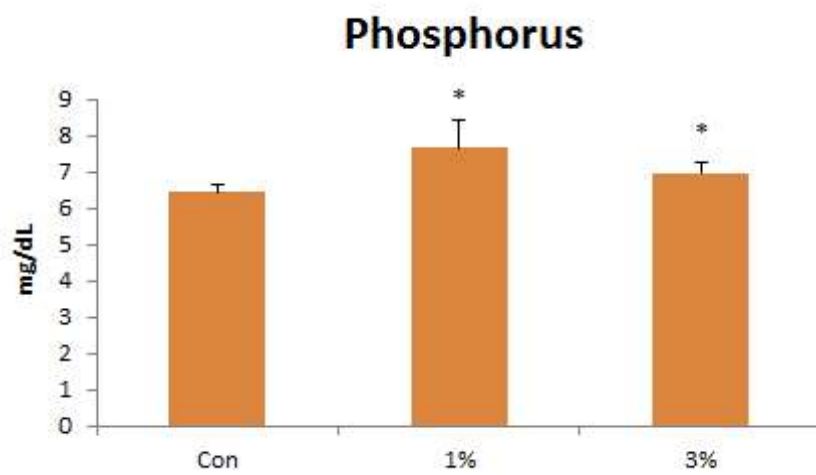
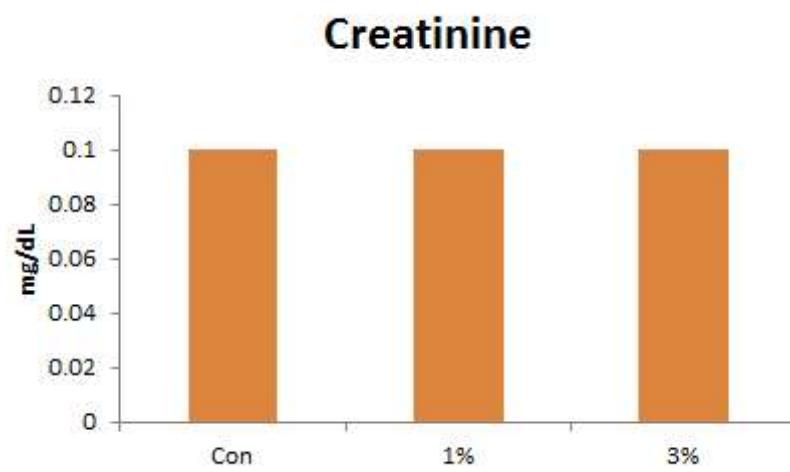
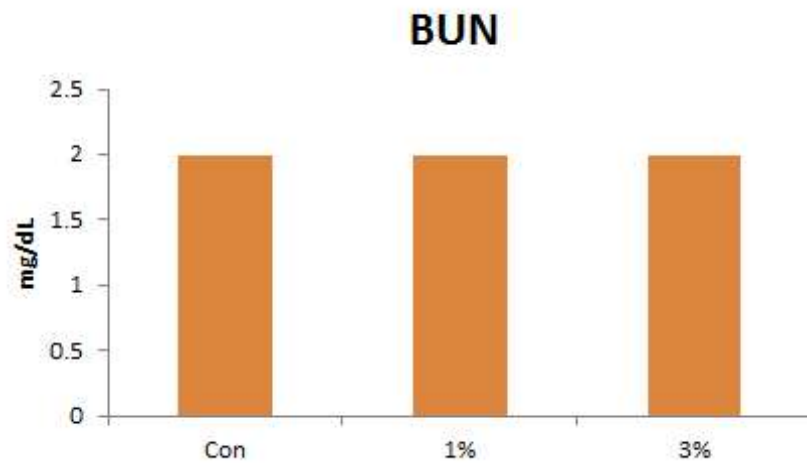
### 1. 실험동물

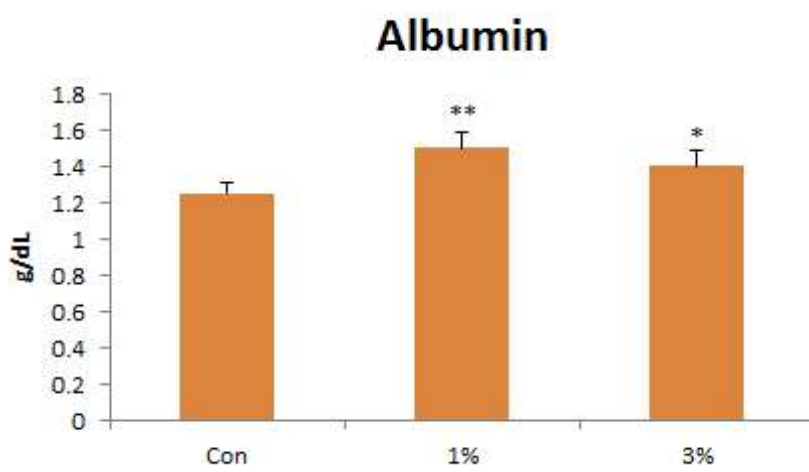
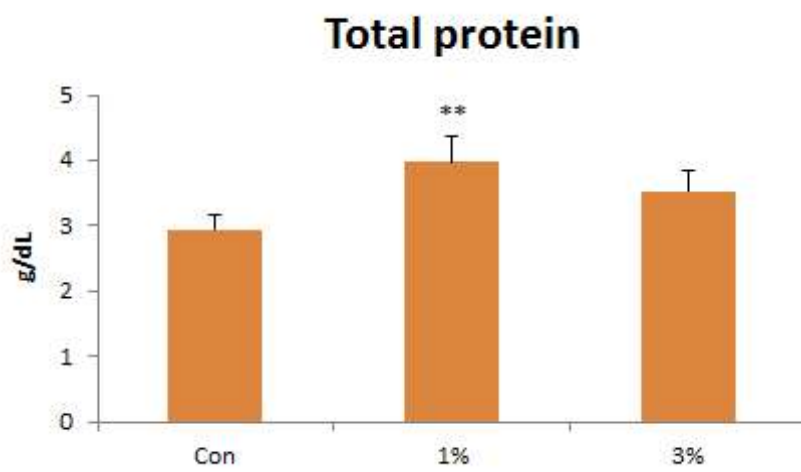
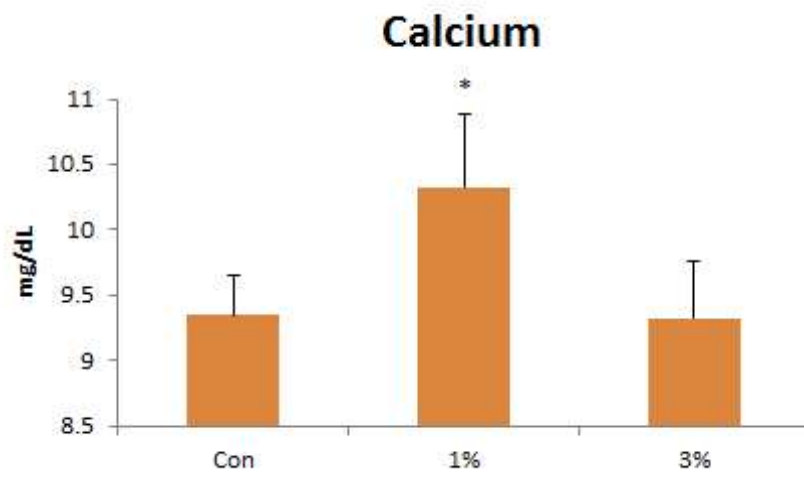
- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 30수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였다. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28-30℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였다. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었다.
- 입식한 병아리 30수는 완전 임의로 구성된 3개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였다.
  - ▶ Control군 : 일반사료 급여군
  - ▶ 1% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 1% 급여군
  - ▶ 3% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군

### 2. 아메리카동애등에유충 펠렛 급여에 의한 생화학적 지표의 변화

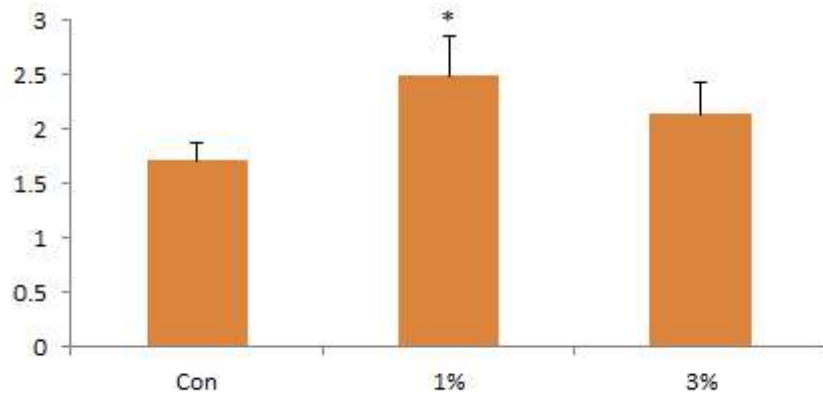
- 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 3주차에 부검을 실시하여 말초혈액을 분리하였으며, 분리한 말초혈액에서 혈청을 분리하여 다양한 지표의 생화학적 분석을 실시하였다. 그 결과 **control군에 비해 1% 아메리카동애등에유충을 급여한 군에서 칼슘, 인과 같은 무기질의 유의적 증가를 확인할 수 있었으며**, 알부민, 글로불린과 같은 단백질 수치의 유의적인 증가 역시 확인할 수 있었다. 그 외에, 간독성을 나타내는 ALT, ALKP, GGT 와 같은 수치에는 별다른 변화를 확인할 수 없었다.



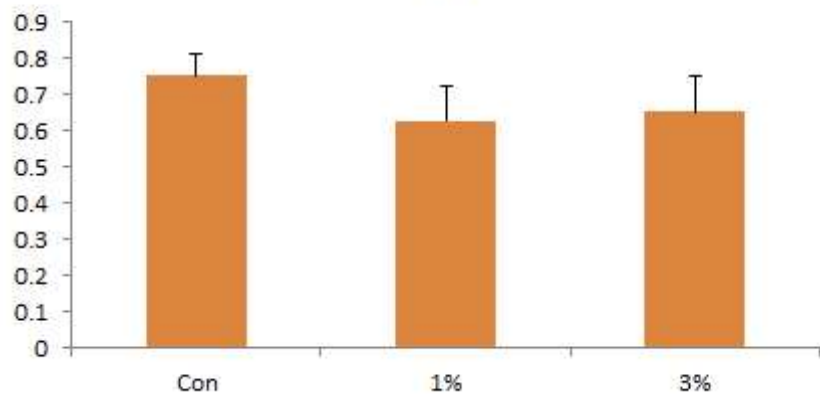




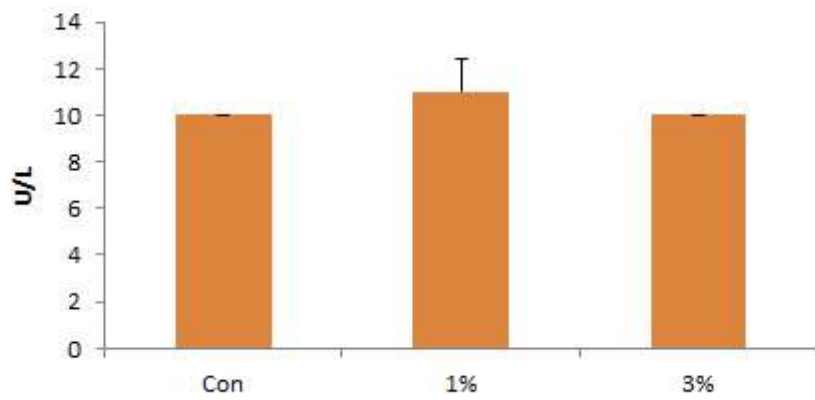
### Globulin

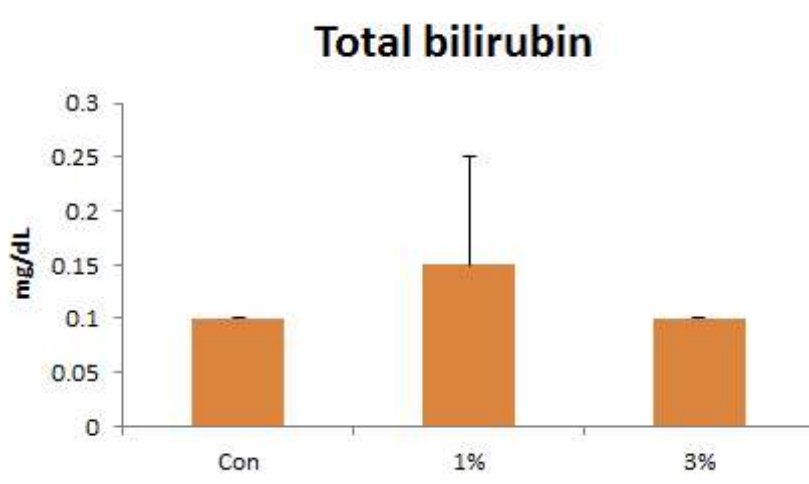
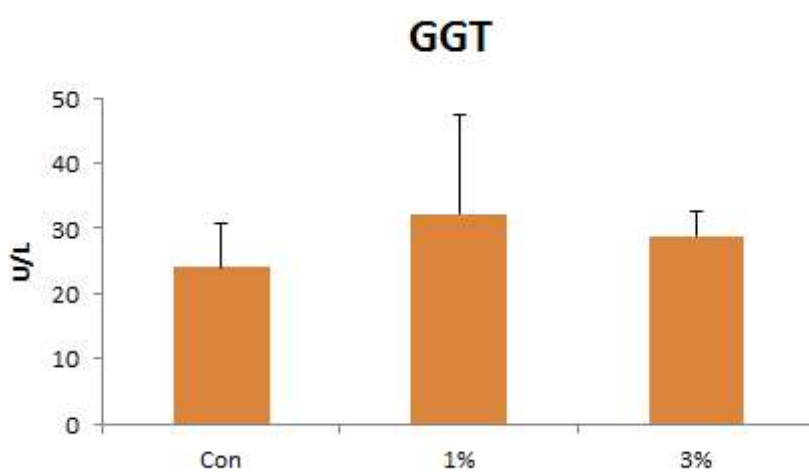
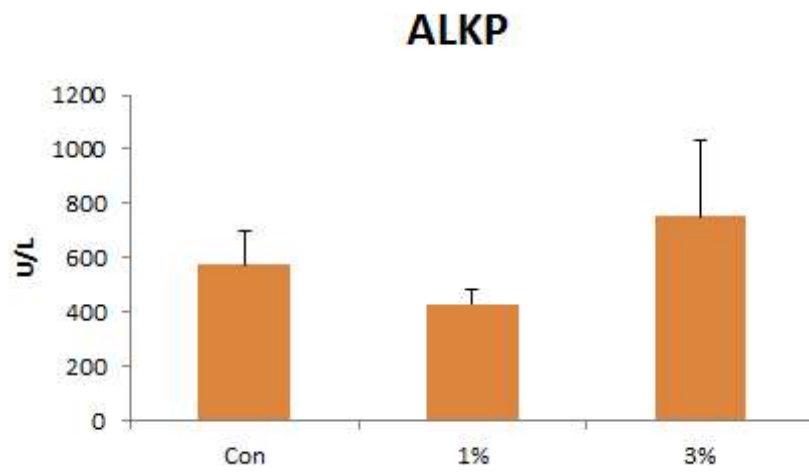


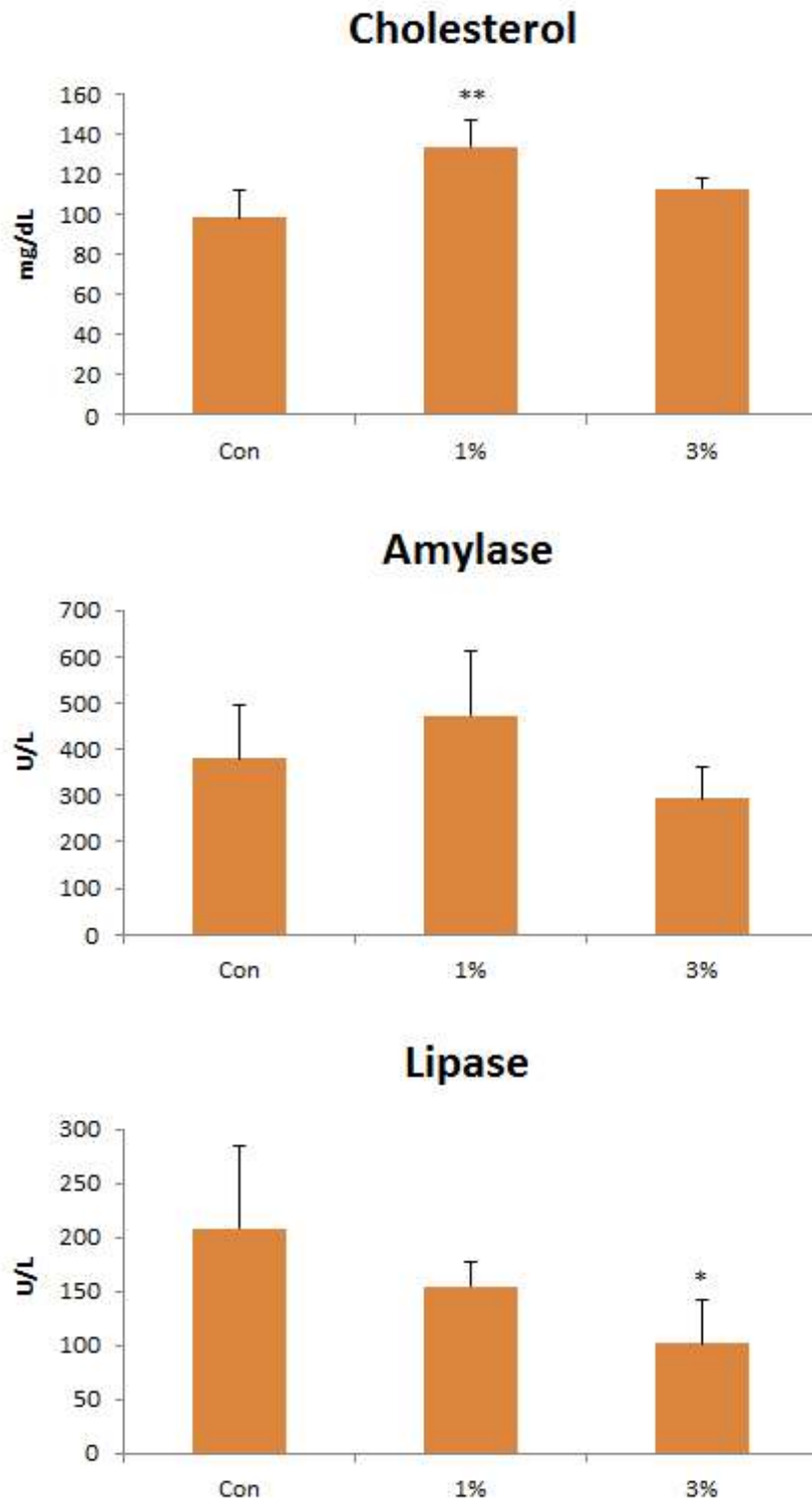
### Albumin/Globulin



### ALT







[그림 26] 아메리카동애등에 급여 후 여러 가지 생화학적 지표 분석 결과.

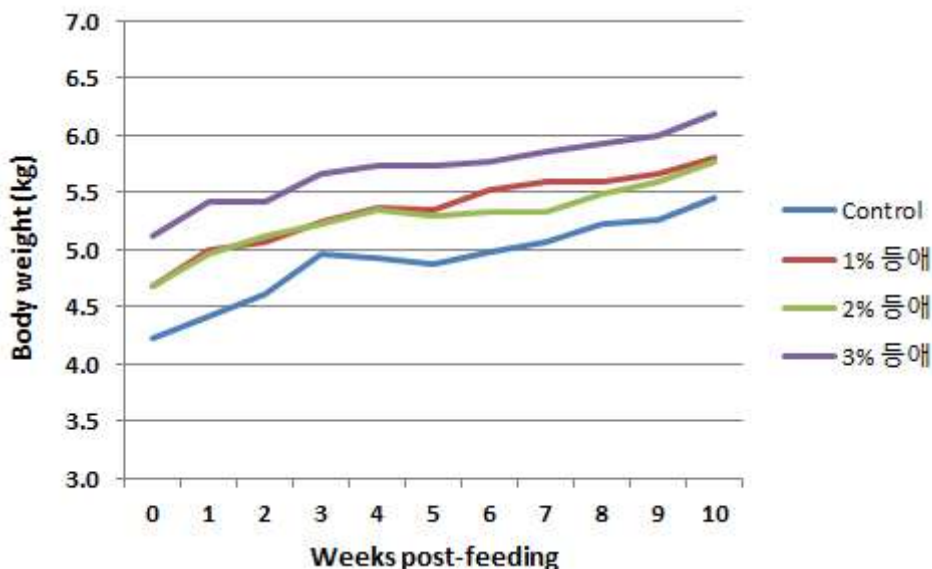
### 제 3절. 아메리카동애등에유충의 급여가 산란계의 생산 성적에 미치는 영향 규명

#### 1. 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 10주령의 산란계 56수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였다. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28-30℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였다. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었다.
- 입식한 산란계 56수는 완전 임의로 구성된 4개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였다.
  - ▶ Control군 : 일반사료 급여군
  - ▶ 1% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 1% 급여군
  - ▶ 2% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 2% 급여군
  - ▶ 3% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군

#### 2. 아메리카동애등에유충 급여에 따른 체중 변화 및 산란시기에 미치는 영향 확인

- 아메리카동애등에유충 펠렛 급여 후 매주 체중을 측정하여, 아메리카동애등에유충 급여에 따른 체중의 유의적인 변화가 나타나는지 확인하였다. 그 결과 군별 유의적인 체중 차이를 확인할 수 없었다.
- 또한, 1%와 2% 아메리카동애등에유충을 급여한 군의 경우 첫 산란을 시작하는 시기가 14주로 대조군 (15주)에 비해 산란 시기가 1주일 앞당겨짐을 확인하였다.



[그림 27] 아메리카동애등에 사료첨가제 급여 후 주별 체중의 변화.

## 제 4절. 아메리카동애등에유충의 급여가 도체특성 및 육질에 미치는 영향 규명

### 1. 실험동물

- 실험동물 입사 일주일전에 사육사는 포르말린으로 완전 훈증 소독 후, 후드를 이용하여 완전 환기를 실시하였고, 소독 후 1일령의 육계 (Ross broiler) 병아리 40수를 전남대학교 수의과대학 실험동물 사육사로 입식하였다. 사육장 내 온도와 습도는 각각 28-30℃와 45-55%의 조건으로 유지시켰으며, 외부공기의 유입을 차단할 위해 후드를 통해서만 환기를 실시하였다. 병아리 입사 후에는 사료와 물에 자유롭게 접근할 수 있도록 해주었다.
- 입식한 병아리 40수는 완전 임의로 구성된 5개의 군으로 나누어 아메리카동애등에유충을 급여해주었으며, 군분리는 아래와 같이 실시하였다.

▶ Control군 : 일반사료 급여군

▶ 2% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 2% 급여군

▶ 3% 등애군 : 아메리카동애등에유충 펠렛 3% 급여군

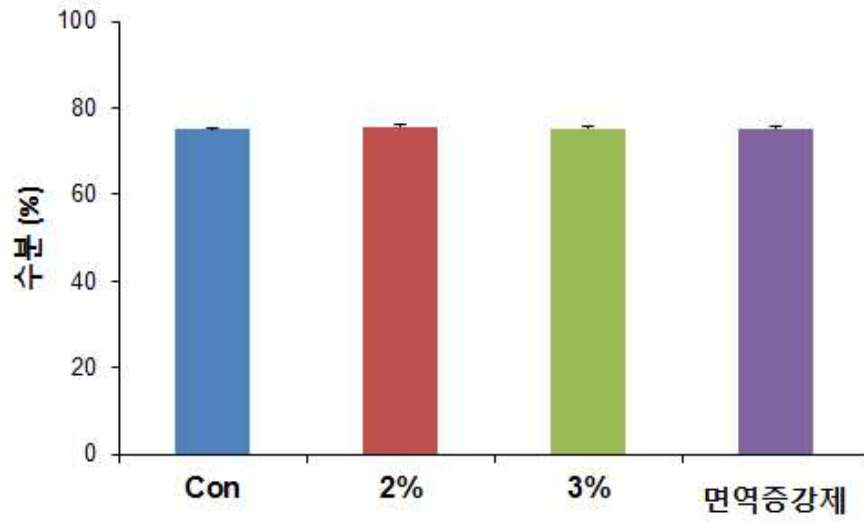
▶ 면역증강제군 : 시중에서 시판중인 면역증강제 (비오그린-Q, 삼우메디안) 급여군

### 2. 아메리카동애등에유충 펠렛 급여가 도체특성 및 육질에 미치는 영향 확인

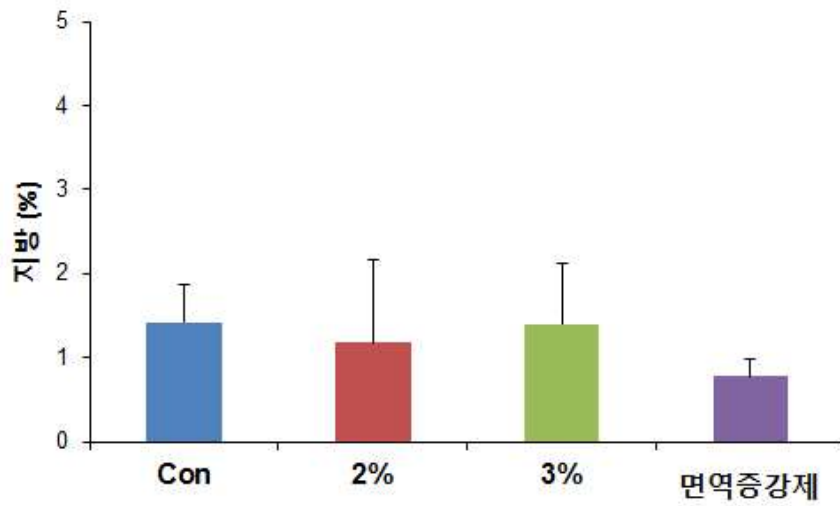
- 한국유용곤충연구소에서 시제품으로 생산한 아메리카동애등에유충 펠렛을 육계 사료에 2%, 3%의 용량으로 일반 육계사료에 혼합하여 육계에 급여하였으며, 시중에서 시판중인 면역증강제를 급여한 군은 제품의 설명서에 따라 적정 용량을 육계사료에 혼합하여 급여하였다. 사료 급여 6주 후, 도체를 부검하여 닭가슴살만을 분리하였으며, 분리한 도체에서의 수분, 지방, 단백질, 회분, pH, 전단력, 가열감량, 보수력 정도를 측정하였다. 모든 실험은 농업기술실용화재단에서 실시되었다.
- 그 결과, 모든 항목에 있어서 군별로 유의적인 차이를 확인할 수 없었으나, **고기의 질감정도를 평가하는 전단력 항목의 경우 3% 아메리카동애등에 급여군과 면역증강제 급여군에서 다른 군에 비해 낮은 수치를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.**



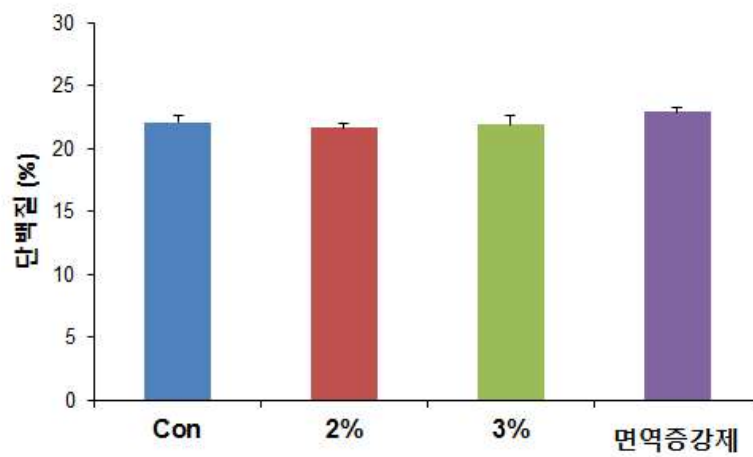
### 수분



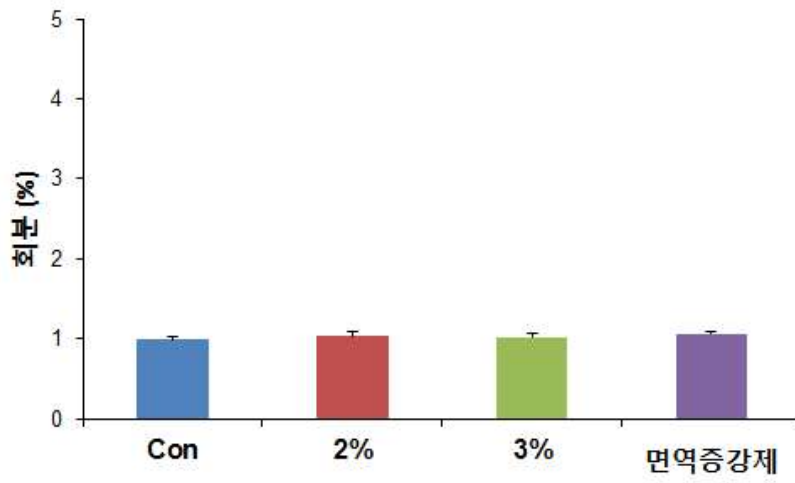
### 지방



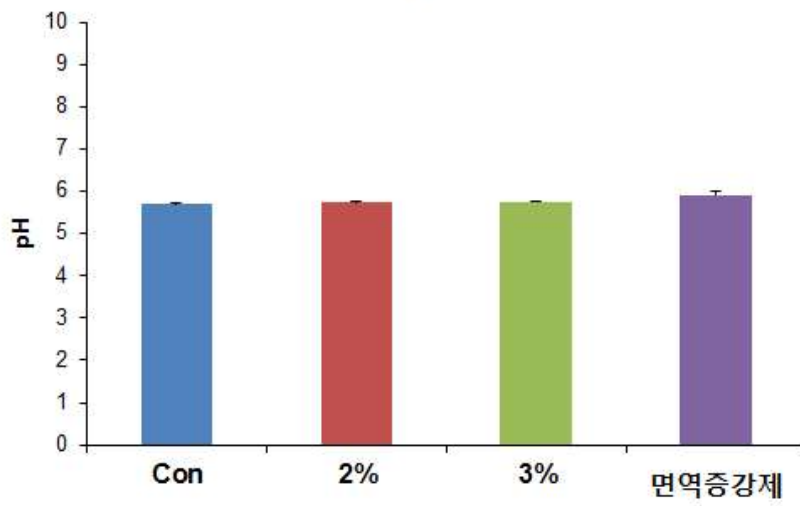
### 단백질



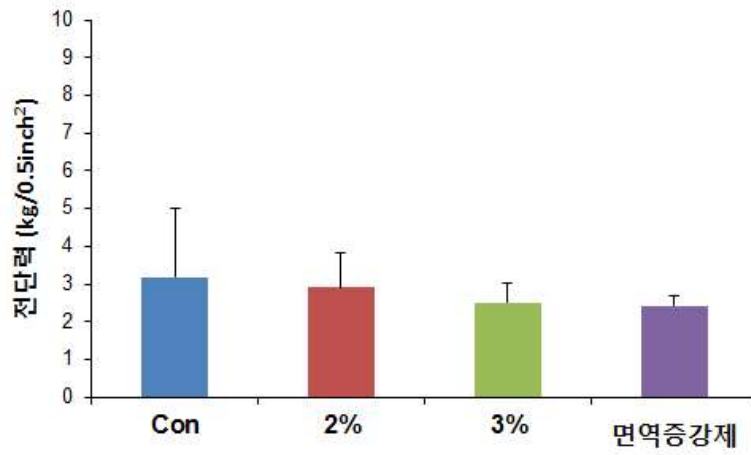
### 회분

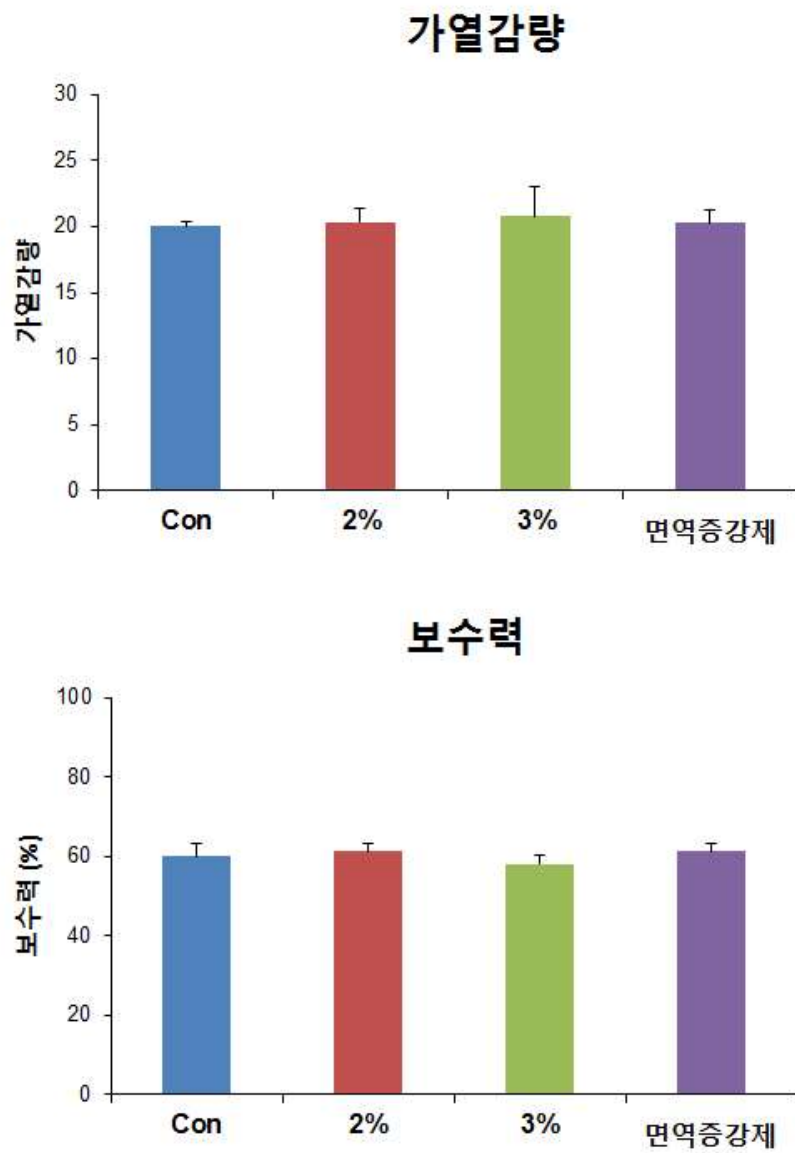


### pH



### 전단력





[그림 28] 아메리카통애등에 급여 후 도체의 이화학적 특성 및 육질 분석.

## 제 5절. 아메리카동애등에유충을 이용한 농장 적용시험

### 1. 실험동물

- 전남 소재에 위치한 농장 A에 입사한 1일령 병아리에게 아메리카동애등에와 미강을 1:1 비율로 혼합하여 급여해 주었다. 사육 종료 후에는 최종 생존률, 출하체중, 사료효율, 출하일령의 비교를 실시하였다.
- 그 결과, 아메리카동애등에를 급여한 군의 평균중량이 대조군에 비해 약 2% 증가함을 확인하였으며, 사료효율의 경우 아메리카동애등에군에서 감소함을 확인할 수 있었다. 또한, 최종 생존율의 경우 아메리카동애등에를 급여한 군에서 1.5% 더 높은 생존율을 나타냄을 확인하였다.

|      | 대조군    | 아메리카동애등에군 |
|------|--------|-----------|
| 수 수  | 1만수    | 1만수       |
| 수하일정 | 34일    | 34일       |
| 평균중량 | 1,85kg | 1.89kg    |
| 수하수수 | 9700수  | 9850수     |
| 사료효율 | 1.76   | 1.71      |
| 특 징  |        |           |

## 제 6절. 종합 결론

### 1. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충의 효능 및 안전성 평가

- 이번 실험에서는 육계에 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충을 급여 시 기대되는 효과인 생산성 증가, 세포성 면역능의 증강, 항병력 효과와 유용곤충을 급여에 의한 독성 작용 여부를 검증하는데 그 목적을 두었음.

가. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충에 의한 생산성 증가 효과

#### 확인

- 집파리유충과 아메리카동애등에유충에 의한 생산성 증가 효과를 확인하기 위해 육계에 유용곤충 사료첨가제를 급여 한 후 사료요구율 및 생산지수의 확인을 실시하였으며, 사료요구율의 감소와 생산지수의 증가를 생산성 증가로 판명하였음.
- 1차 실험으로 건조분말 형태의 집파리유충과 아메리카동애등에유충 급여 시 사료요구율의 감소와 생산지수의 증가를 확인할 수 있었음. 특히 이러한 경향은 0.5% 또는 1% 아메리카동애등에유충 급여 시와 0.5% 집파리유충과 0.5% 아메리카동애등에유충을 혼합 급여 시에 더 크게 나타났음. 따라서 집파리유충보다는 아메리카동애등에유충을 사료첨가제로 급여해 줄 때 더 큰 생산성 증가 효과를 나타내는 것으로 생각됨.
- 1차 실험의 결과를 바탕으로 2차 실험에서는 건조분말 형태의 집파리유충을 8% 또는 건조분말 형태의 아메리카동애등에유충을 1%, 2%, 4%, 8% 용량으로 급여한 후 생산성 증가 효과 확인을 실시하였음. 하지만 고농도로 유용곤충을 급여 시 분말형태의 한계로 인해 오히려 생산성 저하 현상이 나타남을 확인하였음.
- 2차 실험의 결과를 바탕으로 3차 실험에서는 건조분말에 의한 한계를 극복하고자 새롭게 펠렛형태의 아메리카동애등에유충 사료첨가제를 제작하여 육계에 1%, 2%, 3% 용량으로 급여한 후 생산성 지표 확인을 실시하였음. 그 결과 아메리카동애등에유충 급여군에서 사료요구율의 감소와 생산지수의 증가를 확인할 수 있었음. 또한 3% 용량 급여군에서 가장 큰 생산성 증가 효과를 확인할 수 있었으나, 다른 군에 비해 그 정도 차이가 크지 않았음.
- 결론적으로, 아메리카동애등에유충을 펠렛 형태로 육계에 급여 시 생산성 증가 효과가 나타나는 것으로 생각되며 특히 3% 용량으로 급여 시 가장 큰 효과를 나타내는 것으로 생각됨.

#### 나. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충에 의한 세포성 면역 증강 효과 확인

- 집파리유충과 아메리카동애등에유충에 의한 세포성 면역 증강 효과를 확인하기 위해 육계에 유용곤충 사료첨가제를 급여 한 후 ConA 유도 림프구증식능 평가, Flow cytometry를 이용한 T lymphocyte subpopulation 확인, CBC analysis, lysozyme activity 확인을 통한 대식세포 활성화 정도 평가, Th1 cytokine mRNA expression level의 확인을 실시하였음. 림프구증식능의 증가와 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율의 증가, lysozyme activity의 증가, Th1 cytokine의 수치 증가 시 세포성 면역가 증가 된 것으로 판명하였음.
- 1차 실험으로 건조분말 형태의 집파리유충과 아메리카동애등에유충 급여 후 10일차와 20일차에 각각 부검을 실시한 후 림프구증식능과 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율 확인을 실시하였으며, 유용곤충 급여군에서 두 지표의 유의적인 증가를 확인할 수 있었음. 특히 이러한 경향은 0.5% 또는 1% 아메리카동애등에유충 급여 시와 0.5% 집파리유충과 0.5% 아메리카동애등에유충을 혼합 급여 시에 더 크게 나타났음. 따라서 집파리유충보다는 아메리카동애등에유충을 사료첨가제로 급여해 줄 때 더 큰

세포성 면역 증강 효과를 나타내는 것으로 생각됨.

- 1차 실험의 결과를 바탕으로 2차 실험에서는 펠렛형태의 아메리카동애등에유충 사료첨가제를 육계에 1%, 2%, 3% 용량으로 급여한 후 세포성 면역 증강 효과 확인을 실시하였음. 그 결과 아메리카동애등에유충 급여군에서 림프구증식능과 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율의 증가 및 Th1 cytokine의 증가를 확인할 수 있었으며, 대식세포 활성화와 관련된 lysozyme activity의 증가 역시 확인할 수 있었음. 특히 이러한 세포성 면역 증강 작용은 2%와 3% 군에서 그 효과가 더 큰 것으로 확인하였음.
- 결론적으로, 아메리카동애등에유충을 펠렛 형태로 육계에 급여 시 세포성 면역 증강 효과를 나타내는 것으로 생각되며 특히 2% 또는 3% 용량으로 급여 시 가장 큰 효과를 나타내는 것으로 생각됨.

다. 사료첨가 유용곤충인 집파리유충과 아메리카동애등에유충에 의한 항병력 효과 확인

- 집파리유충과 아메리카동애등에유충에 의한 항병력 효과를 확인하기 위해 육계에 유용곤충 사료첨가제를 급여 한 후 LD50농도의 *S. Gallinarum* 공격 접종을 실시하였음. 공격접종 이후에는 14일동안 폐사율 관찰을 실시하였으며, 14일 후에 부검을 실시하여 육안적인 병변확인 및 살모넬라표적장기에서의 세균수 분리 동정을 실시하였음. 폐사율의 감소, 육안적인 병변의 감소, 살모넬라표적장기에서의 세균수 감소를 항병력 지표로 사용하였으며, 추가적으로 helper T cell과 cytotoxic T cell의 비율을 측정하여 이 두 세포의 비율 증가 역시 항병력의 지표로 사용하였음.
- 펠렛형태의 아메리카동애등에유충 사료첨가제를 제작하여 육계에 1%, 2%, 3% 용량으로 급여한 후 살모넬라 공격접종을 통해 항병력 확인을 실시하였음. 그 결과 아메리카동애등에유충 급여군에서 폐사율의 감소, 육안적 병변의 감소, 살모넬라 표적장기에서 세균 수 감소를 확인할 수 있었으며, helper T cell과 cytotoxic T cell의 비율역시 아메리카동애등에유충 급여군에서 증가하는 것을 확인할 수 있었음. 특히 이러한 항병력 효과는 2%와 3% 급여군에서 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었음.
- 결론적으로, 아메리카동애등에유충을 펠렛 형태로 육계에 급여 시 항병력 효과를 나타내는 것으로 생각되며 특히 2% 또는 3% 용량으로 급여 시 가장 큰 효과를 나타내는 것으로 생각됨.

라. 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에유충에 의한 경제성 분석 실시

- 아메리카동애등에유충의 경제성 분석을 위해 육계 및 산란계의 아메리카동애등에를 급여 후 대조군 및 일반 시판중인 면역증강제를 급여한 군과의 증체를 및 다양한 생산성 지표의 비교 평가를 실시하였음.
- 그 결과, 육계의 경우 3% 아메리카동애등에를 급여한 군에서 유의적인 체중증가를 확인할 수 있었으며, 고기의 질감 정도를 나타내는 전단력의 수치가 대조군에 비해 감소하는 경향을 나타냄을 확인하였음.
- 산란계의 경우, 대조군에 비해 아메리카동애등에를 급여한 군의 체중의 증가를

확인할 수 있었으나 유의적인 변화는 없었으며, 1% 및 2% 아메리카동애등에를 급여한 군에서 대조군에 비해 산란시기가 앞당겨짐을 확인할 수 있었음.

- 아메리카동애등에유충을 일반 농장에서 사육중인 육계에 급여한 결과 대조군에 비해 최종체중 및 최종생존율의 증가를 확인할 수 있었으며, 사료요구량 역시 감소함을 확인할 수 있었음.
- 결론적으로, 아메리카동애등에유충을 육계 및 산란계에 사료첨가제로 급여 시 생산성 증가를 확인할 수 있었으며, 시중에서 이미 시판중인 면역증강제와 비교했을 시 그 효과가 상대적으로 더 우수함을 확인할 수 있었음.

마. 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에유충의 안전성 평가

- 아메리카동애등에유충의 안전성을 확인하기 위해 육계에 유용곤충 사료첨가제를 4주동안 급여 한 후 체중 측정을 실시하였으며 간독성 및 지질성분축적과 관련된 지표인 ALT, AST, total cholesterol, triglyceride의 측정을 실시하였음. 또한 추가적으로 CBC analysis를 실시하여 아메리카동애등에유충 급여에 의한 혈액 내 세포성분 변화가 나타나는지 여부를 확인하였음.
- 펠렛형태의 아메리카동애등에유충 사료첨가제를 제작하여 육계에 1%, 2%, 3% 용량으로 급여한 후 4주동안 체중을 측정한 결과 아메리카동애등에유충급여군에서 유의적인 체중감소는 나타나지 않았음. 또한 ALT, AST, total cholesterol, triglyceride의 수치 역시 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 혈액 성분 역시 대조군과 유의적인 차이가 없었음.
- 결론적으로, 아메리카동애등에유충을 펠렛 형태로 육계에 급여 시 독성 효과를 나타내지 않는 것으로 생각됨. 따라서 육계의 평균적인 사육 기간이 30일~40일임을 감안했을 때 아메리카동애등에유충을 사료첨가제 형태로 육계에 급여 시 독성효과를 나타내지 않을 것으로 생각됨.

마. 사료첨가 유용곤충인 집과리유충과 아메리카동애등에유충의 효능 및 안전성 평가의 결론

- 사료첨가 유용곤충 후보인 집과리유충과 아메리카동애등에유충 두 가지 중 아메리카동애등에유충이 더 우수한 생산성 증가 효과, 세포성 면역 증강 및 항병력 효과를 나타내는 것을 확인하였다. 또한 이러한 효과는 펠렛 형태의 3% 아메리카동애등에유충 급여 시 가장 크게 나타났음.
- 아메리카동애등에유충 급여 시 간독성 및 지질 성분의 축적 정도, 혈액성분의 변화를 확인한 결과 아메리카동애등에유충이 육계에 아무런 독성을 나타내지 않음을 확인하였음.
- 또한, 농장적용 실험을 통해 실제적인 농장 단위에서 아메리카동애등에유충을 급여 시 다양한 생산성 지표의 증가를 확인할 수 있었음.
- 따라서, 본 실험을 통해 아메리카동애등에유충의 효능 및 안전성을 확인할 수 있었으며 특히 펠렛 형태의 아메리카동애등에유충을 급여 하는 것이 가장 효과적인 형태의 유용곤충이 첨가된 육계 및 산란계용 사료첨가제로 생각됨.

## 2. 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충의 효능 및 안전성 평가

- 이번 실험에서는 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충을 투여 시 기대되는 효과인 세포성 면역능 증강효과와 아메리카왕거저리유충에 의한 독성작용 여부를 검증하는데 그 목적을 두었음.

### 가. 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충의 안전성 평가

- 아메리카왕거저리유충의 안전성을 확인하기 위해 랫드에 아메리카왕거저리유충을 단회 또는 3달 반복 경구 투여 한 후 체중 측정을 실시하였으며, 최종적으로 부검을 실시하여 체내 장기의 병리학적 이상 여부 등을 확인하였음.
- 1차 실험으로 아메리카왕거저리유충을 단회 투여 후 체중 및 장기무게 측정, 장기의 병리학적 이상 여부를 확인한 결과 대조군과 비교 시 어떠한 유의적인 변화도 확인할 수 없었음. 따라서 아메리카왕거저리유충의 단회 경구투여 LD50값은 5000mg/kg 이상으로 사료되며 아메리카왕거저리유충 투여에 의한 독성작용은 나타나지 않을 것으로 생각됨.
- 현재 2차 실험으로 아메리카왕거저리유충을 1일 1회, 3달 동안 반복 경구 투여 실험을 진행 중에 있으며, 9주차까지 체중변화 양상을 확인한 결과 대조군과 비교 시 어떠한 유의적인 체중상의 변화를 확인할 수 없었음.
- 아메리카왕거저리유충에 의한 세포성 면역 증강 효과 확인 실험을 위해 마우스에 7주동안 아메리카왕거저리유충을 급여한 실험에서 혈청 샘플을 채취하여 혈청학적 분석을 실시함으로써 추가적인 장기독성에 대한 데이터 확보를 실시하였음. 그 결과, 대표적인 혈청학적 수치에 있어서 control군과 아메리카왕거저리유충 급여군 사이에 별다른 차이를 확인할 수 있었음.
- 결론적으로, 아메리카왕거저리유충 투여에 의한 독성 작용은 없는 것으로 생각됨.

### 나. 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충에 의한 세포성 면역 증강 효과 확인

- 아메리카왕거저리유충에 의한 세포성 면역 증강 효과를 확인하기 위해 마우스에 유용곤충을 일반사료와 혼합하여 급여한 후 7주차에 부검을 실시하여 ConA 유도 림프구증식능 평가, Flow cytometry를 이용한 T lymphocyte subpopulation 확인, lysozyme activity 확인을 통한 대식세포 활성화 정도 평가를 실시하였음. 림프구증식능의 증가와 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율의 증가, lysozyme activity 증가 시 세포성 면역이 증가 된 것으로 판명하였음.
- 그 결과 아메리카왕거저리유충 급여군에서 림프구증식능과 CD3+CD4+CD8- lymphocyte의 비율의 증가를 확인할 수 있었으며, 특히 1%와 2% 군에서 그 효과가 더 큰 것으로 확인하였음. 하지만 lysozyme activity의 경우 아메리카왕거저리유충 급여군에서 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 확인할 수 없었음.
- 결론적으로, 아메리카왕거저리유충 급여 시 세포성 면역 증강 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 T helper cell과 관련된 세포성 면역 증강 작용에 관여하는 것으로 생각됨.



다. 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충의 효능 및 안전성 평가의 결론

- 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리유충 급여 시 세포성 면역 증강 효과를 나타내는 것을 확인하였으며, 또한 단회투여 독성 시험을 통해 아메리카왕거저리유충이 별다른 독성작용을 일으키지 않는 것을 확인하였음. 또한 7주 반복급여 실험을 통해서 아메리카왕거저리유충이 별다른 독성작용을 일으키지 않는다는 사실 역시 추가적으로 확인하였음.
- 따라서, 세포성 면역 증강 효과와 같은 유용한 생리학적 활성 효능을 가지고 있는 아메리카왕거저리유충의 식용 곤충으로서의 가능성을 확인할 수 있을 것으로 생각됨.

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

| 항목     | 세부항목        |                     |           | 성 과                  |
|--------|-------------|---------------------|-----------|----------------------|
| 사업화 성과 | 매출액         | 개발제품                | 개발후 현재까지  | 300만원                |
|        |             |                     | 향후 3년간 매출 | 72억원                 |
|        |             | 관련제품                | 개발후 현재까지  | -                    |
|        |             |                     | 향후 3년간 매출 | -                    |
|        | 시장 점유율      | 개발제품                | 개발후 현재까지  | 국내 : 50%<br>국외 : 0 % |
|        |             |                     | 향후 3년간 매출 | 국내 : %<br>국외 : %     |
|        |             | 관련제품                | 개발후 현재까지  | 국내 : %<br>국외 : %     |
|        |             |                     | 향후 3년간 매출 | 국내 : %<br>국외 : %     |
|        | 세계시장 경쟁력 순위 | 현재 제품 세계시장 경쟁력 순위   |           | 1 위                  |
|        |             | 3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위 |           | 1 위                  |

- 사업화 계획 및 매출 실적

| 항 목                            | 세부 항목        |                        | 성 과              |       |       |
|--------------------------------|--------------|------------------------|------------------|-------|-------|
| 사업화 계획                         | 사업화 소요기간(년)  |                        | 1~2년 소요될 것으로 생각됨 |       |       |
|                                | 소요예산(백만원)    |                        | 7,000            |       |       |
|                                | 예상 매출규모 (억원) |                        | 현재까지             | 3년후   | 5년후   |
|                                |              |                        | -                | 72    | 1,100 |
|                                | 시장 점유율       | 단위(%)                  | 현재까지             | 3년후   | 5년후   |
|                                |              | 국내                     | -                | 80    | 50    |
| 국외                             |              | -                      | 50               | 50    |       |
| 향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획 |              | 양돈, 양계, 애완동물 등의 사료제품개발 |                  |       |       |
| 무역 수지 개선 효과                    | (단위: 억원)     |                        | 현재               | 3년후   | 5년후   |
|                                | 수입대체(내수)     |                        | -                | 1,000 | 3,000 |
|                                | 수 출          |                        | -                | 1,000 | 3,000 |

# 제 4장. 목표달성도 및 관련분야 기여도

|                             |  | 코드번호                                | D-06                                 |  |   |
|-----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| 4-1. 목표달성도                  |  |                                     |                                      |  |   |
| 구분<br>(연도)                  | 세부과제명  | 세부연구목표                              | 달성도<br>(%)                           | 연구개발 수행내용  |   |
| 1차<br>년도<br>(2014~<br>2015) | 제1세부(주관)<br>아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집과리와 아메리카동애등에 유충을 이용한 닭사료 첨가제 개발 및 상품화 | ○ 연중 곤충 생산기술 확립 및 시스템구축             | 100                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 실내외 사육기술 자료 수집</li> <li>▶ 대량증식을 위한 효율적인 먹이공급원 확보 및 제형화</li> <li>▶ 사육환경기준 및 양산 기술 개발</li> <li>▶ 양산시스템 구축</li> </ul>                                      |   |
|                             |  | ○ 식용, 사료용 시제품 개발                    | 100                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 시장조사 및 자료수집을 통한 시제품 적합도 조사</li> <li>- 3대 필수 영양소 및 불포화지방산의 함량(%) 분석 자료를 확보</li> </ul>  |   |
|                             |  | ○ 식용곤충 및 사료용곤충제품의 가공 및 제형화 된 시제품 생산 | 100                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 식용곤충 가공법 개발: 식품가공방법 준수</li> <li>▶ 사료용곤충 가공법 개발: 가축사료제조법 준수</li> <li>▶ 제형화 기술 개발: 생체모양의 원형 건조, 건조 분말, 팻릿 등</li> <li>▶ 시제품 개발: 식용, 사료용 각 1종 이상</li> </ul> |   |
|                             | 제1협동<br>식용·사료용 곤충자원의 효능 및 안전성 평가   | ○ 사료첨가 유용곤충인 집과리유충과 동애등에 유충의 효능평가   |                                      | 100  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사료첨가 유용곤충인 집과리유충과 동애등에유충의 세포성면역증강효과 규명                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대식세포 활성화 측정</li> <li>- 림프구증식강화효과 확인</li> <li>- 상대적 사이토카인발현 정도확인</li> <li>- 면역세포 분포 분석</li> <li>- 혈액조성에 미치는 영향 확인</li> </ul> </li> <li>▶ 사료첨가 유용곤충인 집과리유충과 동애등에유충의 항병력 효과 규명                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 질병방어 및 치료 효과 확인</li> <li>- 세균수 조사</li> <li>- 병리해부학적 검사</li> <li>- 면역능 변화 검사</li> <li>- 혈액조성에 미치는 영향 확인</li> </ul> </li> </ul> |
|                             |  |                                     | ○ 사료첨가 유용곤충인 집과리 유충과 동애등에 유충의 안전성 평가 | 100  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 체중검사, ▶ 간독성검사</li> <li>▶ 혈구감별계산</li> </ul>   |
|                             |  |                                     | ○ 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리 유충의 효능평가         | 100  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리 유충의 면역증강효과 규명</li> </ul>   |
|                             |  |                                     | ○ 식용 유용곤충인 아메리카왕거저리 유충의 안전성 평가       | 100  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 단회투여 독성시험                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반상태관찰, 체중변화, 육안적 해부조건, 병리조직학적 검사 실시</li> </ul> </li> <li>▶ 3개월 반복투여 독성시험                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반상태관찰, 체중변화, 사료섭취량, 물섭취량, 혈액검사, 요검사, 육안적해부조건, 장기중량측정, 병리조직학적 검사 실시</li> </ul> </li> </ul>   |

| 구분<br>(연도)                  | 세부과제명  | 세부연구목표  | 달성도<br>(%) | 연구개발 수행내용  |
|-----------------------------|--|---|------------|--|
| 2차<br>년도<br>(2015~<br>2016) | <b>제1세부(주관)</b><br>아메리카왕거저리의 식용화를 위한 기반연구와 집파리와 아메리카동애등에 유충을 이용한 닭 사료 첨가제 개발 및 상품화 | ○ 식용 및 사료용 제품의 경제적이면서 안정적인 생산을 위한 생산부터 사업화까지 각 단계별 최적 모델 제시 | 100        | ▶ 대상 곤충의 생산부터 사업화까지 각 단계별 최적 모델의 매뉴얼 제작<br>- 식용, 사료용 곤충 대량생산(특허출원)<br>- 곤충자원의 가공<br>- 제형화 및 시제품 개발 및 사업화   |
|                             |  | ○ 식용제품의 한시적 식품으로서의 등록 준비                                    | 100        | ▶ 등록을 위한 조건 및 구비 서류 준비<br>- 문헌조사, 사육환경 및 관리방법, 기타자료 확보<br>- 3대 필수 영양소 및 불포화지방산의 함량(%) 분석 자료 확보   |
|                             |  | ○ 식용곤충 및 사료용곤충제품의 시제품 생산                                    | 100        | ▶ 시제품생산: 상품브랜드, 상품포장, 규격, 유통방법 개발  |
|                             |  | ○ 식용곤충제품의 경제성분석   | 100        | ▶ 식용곤충 시제품의 소비자 품평회 분석<br>- 제형: 생체 건조형태, 건조체의 분말형태<br>: 일반 소비자들의 시식회를 통한 반응도 분석<br>: 소비자 구매가격 등 반응도 조사   |
|                             | <b>제1협동</b><br>식용·사료용 곤충자원의 효능 및 안전성 평가  | ○ 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에 유충의 경제성 분석 실시                         | 100        | ▶ 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에 유충의 급여가 가축의 생산 성적에 미치는 영향 규명<br>▶ 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에 유충 급여에 의한 면역력 비교 평가<br>▶ 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에 유충 급여에 의한 항병원력 비교 평가<br>▶ 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에 유충의 급여가 도체특성 및 육질에 미치는 영향 규명<br>▶ 사료첨가 유용곤충인 아메리카동애등에 유충을 이용한 농장 적용시험 실시<br>▶ 사료제품의 시장분석을 통한 주요 제품 및 원료와 비교한 경제성분석 실시 |

## 4-2. 관련분야 기여도

### ○ 연구개발결과의 기여도

- 아메리카동애등에 성충사육상 및 채란과 관련된 환경조건의 규명을 통해 연중사육시스템 구축이 가능하게 됨으로서 그동안 겨울철 문제점을 해결할 수 있는 방향의 사업화가 가능하도록 기여함
- 현재의 법령으로는 음식물쓰레기를 직접 동애등에의 먹이로 사용하기 어려움이 있다. 이러한 사업화에 대한 문제점을 극복하기위해 가격경쟁력이 있는 남은음식물건조사료(단미사료)와 사료부산물을 동애등에의 먹이로 활용하여 경제적인 대량생산을 가능하게 하여 산업화에 기여함
- 미국 및 중국에서의 동애등에 생산과 비교하여 차별화된 자동화 장치로서 가격경쟁력을 확보하여 수출도 가능하도록 발전하는데 기여함
- 아메리카왕거저리의 자료를 수집하고 체험학습 및 전시회를 통하여 초, 중, 고등학생을 대상으로 직접 시식 품평과정을 거쳐 식용곤충으로서의 가능성을 확인하는데 기여함
- 식용곤충의 다양한 제형화를 통해 상품화가 가능한 제형으로 개발하는데 기여함
- 식용곤충의 유효성분분석 및 독성검사를 통해 안전성을 확보한 제품으로 홍보할 수 있는데 기여하였으며 식약처 허가를 받기위한 기초자료로 활용할 수 있을것으로 기대됨
- 식용곤충종별 가격을 비교하여 현실성 있는 가격으로 제품화 할 수 있도록 함
- 개발된 첨가사료 “라바피드”를 이용한 육계실험에서 면역증강효과가 있음을 확인하였으며 라바피드를 급여한 군에서 최종 중량과 최종생존율의 증가 및 사료효율이 감소하여 효과적인 첨가사료로 제품화할 수 있을 것으로 조사되었다. 이러한 결과로서 곤충유래 사료의 산업화에 기여하게 될 것으로 기대됨.

### ○ 연구성과의 기여도(자동화시스템과 융합)

- 지금까지의 아메리카동애등에를 이용한 사료화에서 동애등에가 스스로 탈출하는 습성을 이용한 연구가 대부분이었으나 본 연구는 아메리카동애등에를 기계적으로 수확하는 시스템으로서 대량화 및 자동화를 가능하게 하였다.
- 동애등에 사육과정에서 먹이의 성상 및 수분함량등에 대한 연구를 통해 자동화 수확장치가 가능할 수 있도록 기여하였다.
- 생물과 기계장치의 융합을 위해 아메리카동애등에를 직접 대량사육하면서 발생하는 여러 가지 문제를 극복하고 자동화가 가능한 부분의 장치 개발을 통해 산업화가 가능하게 기여하였다.

### ○ 사업화 및 시장확대의 기여도

- 본 연구를 통해 습득한 사육기술과 지난 16년간 축적된 연구실적과 인프라를 바탕으로 곤충사료 생산회사 설립에 기여하여 사업화를 촉진하였다
  - ① 2015년 10월 : 곤충 사료화를 통한 사업화 가능성에 대한 자문
  - ② 2015년 11월 : 아메리카동애등에 대량사육을 통한 사업화 가능성 검토
  - ③ 2016년 1월 : 아메리카동애등에 생리, 생태 습성과 자동화 장치에 대한 기술적 자문

- ④ 2016년 6월 : CIEF 설립, KBIL 지분 참여
- ⑤ 2016년 8월 : CJ 사료 담당자와 미팅 및 자료 제출
- ⑥ 2016년 9월 : CJ 사료 식품, 사료 연구소를 대상으로 세미나 실시 예정

- 하림, CJ사료, 어류양식장(전남, 제주)등 아메리카동애등에(BSF)의 잠재적 수요처에 대한 꾸준한 홍보, 영업 마케팅을 통해 대량생산된 제품 “라바피드” 판매할 수 있는 사업화의 발판을 마련함

- ① 2015년 12월 : 하림 닭사료 담당자 미팅 - 가격경쟁력 확보 우선 필요
- ② 2016년 8월 : 제주도 이글벳(양식어류, 축산사료 회사)와 동애등에 사료화 협의
- ③ 2016년 9월 : 대한사료 - 갈색거저리 대량생산 및 사업화에 대해 자문 계획

- 전라남도에서 산란계 및 육계에 대한 곤충사료 보조사업을 추진하기위해 곤충사료화 자료의 담당자 면담 및 자료 공유(2017년 전라남도 축산과 및 곡성군 축산계의 신규 지원사업 협의 중)

## 제 5장. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

### ○ 사업화 및 기업화 추진 방안

- 아메리카동애등에 산란유도배지 및 산란관을 포함한 망재질, 2 m<sup>3</sup> 크기의 성충사육상을 이용한 대량생산 기술을 활용하여 본사내에 성충사육동과 부화유충사육시설을 건축하고 육계, 산란계를 대상으로 첨가사료로 납품하는 사업을 추진할 계획임

- ① 현 사육시설 활용: 성충채란상 6개(2 × 2 × 2 m), 월 생산량 1.5톤(50kg/일)
- ② 시설확충: 1,000평(2층구조), 10 ~ 15톤/일
- ③ 농가기술이전 및 5일령 종충을 공급: 200농가(농가별 50 ~ 75kg/일)

### ○ 아메리카동애등에를 사육용 먹이: 음식물건조사료와 부산물(맥주박 등)을 이용하는 기술의 활용

- ① 연구결과로서 현재 kg당 30 ~ 100원에 거래되는 음식물건조사료를 활용하여 동애등에를 사육하는 기술을 바탕으로 입자가 작은 분말을 이용한 동애등에 사육법으로 활용 추진
- ② 일반 음식물쓰레기 및 유기성폐기물의 법적 취급의 문제점, 보관성 및 이동성의 단점 등의 문제점을 극복한 사육기술로 활용 추진

### ○ 수확기술: 완전히 발육한 아메리카동애등에 종령 및 번데기를 일시에 기계적으로 수확할 수 있는 기술

- ① 동애등에 유충 및 번데기와 분변 및 남은 배지의 입자크기에 따른 기계적인 분리 수확장치의 활용으로 계획적으로 생산 할 수 있는 방향으로 사업화 추진
- ② 동애등에 사육배지의 성상 및 입자를 조절한 사육기술로서 최종적으로 발육한 동애등에를 동시에 수확하여 분리 수확 기간을 단축하고 수확된 원료를 자동화 시스템으로 건조 및 제형화 할 수 있어 산업화가 가능한 기술로 활용 추진

### ○ 사료용곤충을 이용한 사료 시제품은 브랜드 축산품 및 기능성사료로서 새로운 사료시장을 형성하여 산업화될 것으로 기대됨

- ① 닭의 브랜드 상품, 면역증강을 통한 무항생제 축산품 생산
- ② 대가축인 돼지, 소의 동물성사료를 대체할 수 있는 안전한 단백질원으로 활용 확대 : 다양한 사료회사와 접촉중

- ③ 양식어류(민물, 해수) 및 기능성어종에 대한 안전하고 효율적인 단백질 먹이원으로 활용 확대 : 제주도 양식어류 사료회사와 접촉중

# 제 6장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호 D-08

○ 미국, 동남아의 동애등에 사육현황

### 국외 연구자

- University of Georgia : Dr. Craig Sheppard
- North Carolina State Univ. : Dr. Watson
- ESR Bioconversion(USA) : Dr. Paul Olivier
- Vietnam : Tran Tan Viet
- Cambodia : Lylian Rodriguez et al.
- Australia : Kevin Warburton and Vivienne Hallman

### 사용예

- 미국 : ESR Bioconversion,
- The Univ. of Georgia, North Carolina State
- 베트남, 캄보디아, 호주 등



**Black Soldier Fly Blog**  
Bio-Composting with Black Soldier Fly Larvae - Fascinating, Responsible and Rewarding

Join The Conversation On Our BSF Forum

Bioconversion - Dr. Paul Olivier

UTILIZING LOWER LIFE FORMS FOR THE BIOCONVERSION OF PUTRESCENT WASTE

BSF.FORUM



**Indoor & Outdoor Composting Options**

The soil that we require for our gardens... It is a living ecology that allows seeds to thrive... No organic matter should be thrown away... It should all be returned to the soil and food plants, trees and the microbes that do all the work.


| Bokashi Systems  | Worm Systems   | Black Soldier Fly  | Compost Bins   |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Great for apartments, smaller, less odors and faster power to use (BSF)</li> <li>Children enjoy an educational tool</li> <li>Worms through the nutrient rich</li> <li>Produces compost faster - more usable, pH neutral, rich, nutrient, clean</li> <li>Less amount of total work for the household except for the maintenance</li> <li>Works with Bokashi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Great for apartments, smaller, less odors and faster power to use (BSF)</li> <li>Children enjoy an educational tool</li> <li>Worms through the nutrient rich</li> <li>Produces compost faster - more usable, pH neutral, rich, nutrient, clean</li> <li>Less amount of total work for the household except for the maintenance</li> <li>Works with Bokashi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Great for apartments, smaller, less odors and faster power to use (BSF)</li> <li>Children enjoy an educational tool</li> <li>Worms through the nutrient rich</li> <li>Produces compost faster - more usable, pH neutral, rich, nutrient, clean</li> <li>Less amount of total work for the household except for the maintenance</li> <li>Works with Bokashi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Great for apartments, smaller, less odors and faster power to use (BSF)</li> <li>Children enjoy an educational tool</li> <li>Worms through the nutrient rich</li> <li>Produces compost faster - more usable, pH neutral, rich, nutrient, clean</li> <li>Less amount of total work for the household except for the maintenance</li> <li>Works with Bokashi</li> </ul> |





Using Soldier Flies to Process Separated Solid Wastes

Craig Sheppard, The Univ. of Georgia



http://farmhack.net/tools/black-soldier-fly-feed-alternative-aquaculture

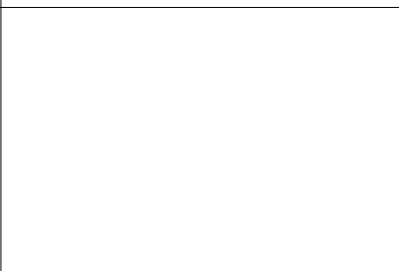
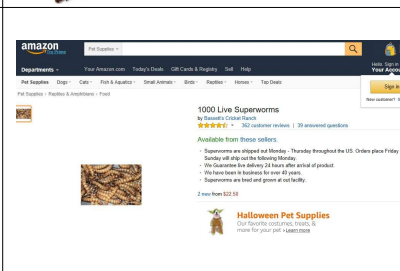
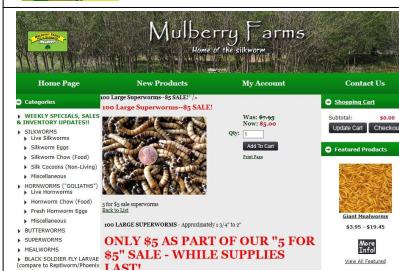
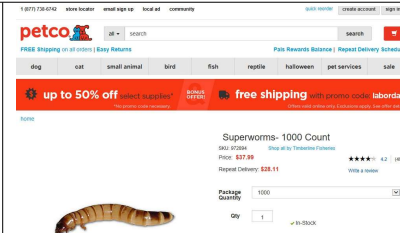
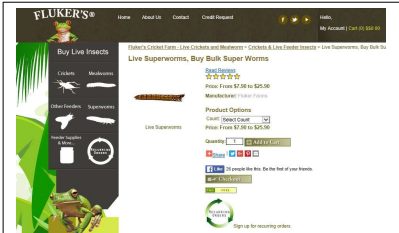
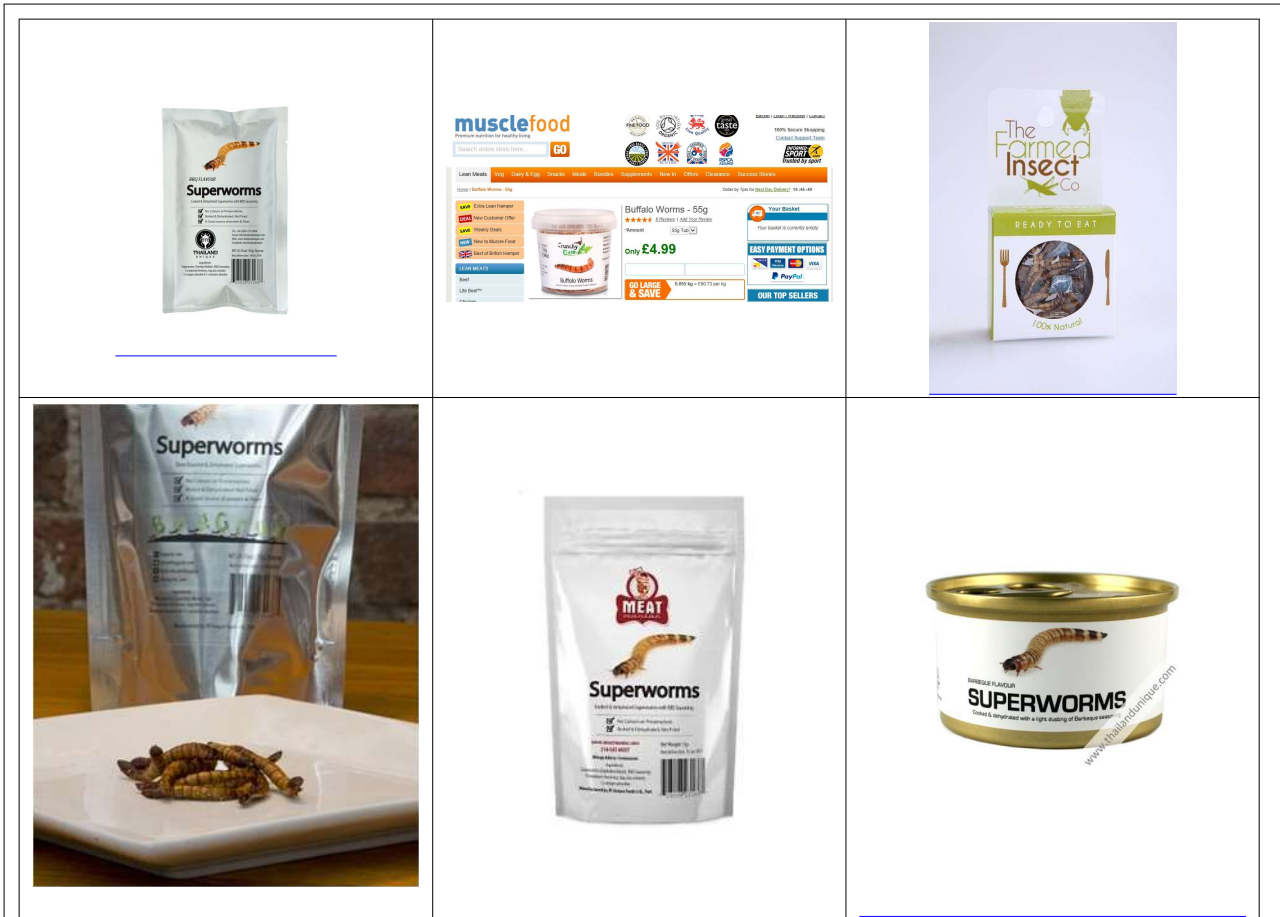


국내여건에 맞는 장치 개발 및 검증  
국내총과 비교 조사 및 효과 검증  
(주)한국유용곤충연구소

○ 국외 아메리카왕거저리(Superworms) 판매현황

- 국외에서는 식용과 애완동물 먹이용으로 생체 및 건조체로 판매되고 있음





○ Lysozyme activity assay를 통한 탐식구 활성의 확인

라이소자임은 대식세포나 다형핵 백혈구와 같은 탐식구들에서 주로 분비되며 세균의 벽을 녹이는 항균물질이다 (Guo et al., 2004). 따라서 혈청 내에 존재하는 라이소자임의 양을 측정함으로써 체내에 대식세포와 같은 탐식구들이 얼마나 활성화 되었는지를 확인할 수 있다 (Kreukniet et al., 1995). 따라서 본 실험에서는 이 결과를 토대로 라이소자임 활성 측정 실험을 실시하여 면역증강의 지표로 사용하였다.

○ CD4+/CD8+ ratio 측정을 통한 T helper cell 활성의 확인

CD4는 T helper (Th) cell의 surface marker로 CD8을 surface marker로 가지고 있는 T cytotoxic (Tc) cell과 구별 할 수 있는데, 특히 이 중 Th cell이 체내의 체액성 면역에 가장 핵심적인 역할을 담당하고 있는 세포로 알려져 있다 (Gobel et al., 2003). 따라서 CD4+/CD8+ ratio의 증가는 체내의 Th cell의 증가를 의미하며, 이를 통한 면역증강의 지표로써 흔히 사용되어 진다 (Chakravarti et al., 1995). 따라서 본 실험에는 이러한 결과를 토대로 체내 말초혈액내의 CD4+/CD8+ ratio를 측정함으로써 전신적인 체액성 면역 증강 효과를 확인하고자 하였다.

## 제 7장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

| 번호 | 구분<br>(논문/<br>특허/<br>기타) | 논문명/특허명/기타                             | 소속<br>기관명                          | 역할 | 논문게재지/<br>특허등록국<br>가 | 코드번호             |                 | D-12                         |                            |
|----|--------------------------|--|------------------------------------|----|----------------------|------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|
|    |                          |  |                                    |    |                      | Impact<br>Factor | 논문게재일<br>/특허등록일 | 사사여부<br>(단독사사<br>또는<br>중복사사) | 특기사항<br>(SCI여부/인<br>용횟수 등) |
| 1  | 특허                       | 동애등에 유충의<br>사육방법 및<br>동애등에 유충의<br>생산방법 | 농업회사<br>법인(주)<br>한국유용<br>곤충연구<br>소 | 주관 | 대한민국                 |                  | 2015. 12.<br>30 | 단독                           |                            |
| 2  | 특허                       | 동애등에<br>대량생산시스템                        | 농업회사<br>법인(주)<br>한국유용<br>곤충연구<br>소 | 주관 | 대한민국                 |                  | 2016. 03.<br>02 | 단독                           |                            |
| 3  | 기술<br>이전                 | 동애등에 대량생산<br>시스템                       | 주식회사<br>씨아이이<br>에프                 |    | 대한민국                 |                  | 2016. 06.<br>28 | 단독                           | 기업설립에<br>참여                |
| 4  | 논문                       | 음식폐기물<br>건조사료를 이용한<br>곤충의 생육특성<br>연구   | 농업회사<br>법인(주)<br>한국유용<br>곤충연구<br>소 | 주관 | J. of<br>KORRA       |                  | 2015. 06.<br>26 | 단독                           | 비SCI                       |

## 제 8장 참고문헌

| 코드번호 | D-14  |
|------|---|
|      | <p>Bondari K, Sheppard DC (1981) Black soldier fly larvae as a feed in commercial fish production. <i>Aquaculture</i> 24, 103~109.</p>  |
|      | <p>Booth DC, Sheppard C (1984) Oviposition of the black soldier fly <i>Hermetia illucens</i> (Diptera: Stratiomyidae) eggs masses timing and site characteristics <i>Environ Entomol</i> 13, 421-423.</p>   |
|      | <p>Chakravarti A (1995) The CD4/CD8 ratio: message in a bottle? <i>Nat Med.</i> 1(12): 1240-1241.</p>   |
|      | <p>Copello A (1926) Biologia de <i>Hermetia illucens</i> Latr. <i>Rev .Sco. Entomol Argent</i> 1, 12-27<br/><i>Entomol</i> 13, 421-423.</p>   |
|      | <p>Cox, C.M., Stuard, L.H., Kim, S., McElroy, A.P., Bedford, M.R., Dalloul, R.A., 2010. Performance and immune responses to dietary beta-glucan in broiler chicks. <i>Poult. Sci.</i> 89, 1924-1933.2. Erf GF, Trejo-Skalli AV, Smyth JR Jr. T cells in regenerating feathers of Smyth line chickens with vitiligo. <i>Clin Immunol Immunopathol.</i> 1995. 76(2) :120-126.</p> |
|      | <p>Erickson MC, Islam M, Sheppard C, Liao J, Doyle MP (2004) Reduction of <i>Escherichia coli</i> 0157:H7 and <i>Salmonella entericaserovar enteritidis</i> in chicken manure by larvae of the black soldier fly. <i>J Food Protect</i> 67, 685-690.</p>  |
|      | <p>Gonzalez JV, WR Young and MR Genel (1963) Reduction de la problaction de mosca domestica en gallinzazpor la mosca soldado en el. <i>Tropica Agric Tec(Mex)</i>2, 53-57.</p>  |
|      | <p>Gobel, T.W., Schneider, K., Schaerer, B., Mejri, I., Puehler, F., Weigend, S., Staeheli, P., Kaspers, B. (2003) IL-18 stimulates the proliferation and IFN-gamma release of CD4<sup>+</sup>T cells in the chicken: conservation of a Th1-like system in a nonmammalian species. <i>J. Immunol.</i> 171, 1809-1815.</p>   |
|      | <p>Guo, Y.M., Chen, S.Y., Xia, Z.G., Yuan, J.M. (2004) Effects of different types of polyunsaturated fatty acids on immune function and PGE2 synthesis by peripheral blood leukocytes of laying hens. <i>Anim. Feed. Sci. Tech.</i> 116, 249-257.</p>   |
|      | <p>Han, S.M., Lee, K.G., Yeo, J.H., Oh, B.Y., Kim, B.S., Lee, W., Baek, H.J., Kim, S.T.,</p>  |

Hwang, S.J., Pak, S.C. (2010) Effects of honeybee venom supplementation in drinking water on growth performance of broiler chickens. *Poult Sci.* 89, 2396–2400.

Holmes LA, Vanlaerhoven SL, Tomberlin JK (2012) Relative Humidity Effects on the Life History of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environ Entomol* 41, 731–1042.

James MT (1935) The genus *Hermetia* in the United States (Diptera:Stratiomyidae). *Bull Brooklyn Entomol Soc* 30, 165–170.

Kim JI (1997) Newly recording two exotic insects species from korea. *J Kor Biota* 2, 223–225

Landi S (1960) Bacteriostatic effect of hemolymph of larvae of various bot flies. *Can J Microbiol* 6, 115~119.

Lee JO (1998) *Insects life in korea.* IV, 148.

McCallan E (1974) *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) a cosmopolitan American species long established in Australia and New Zealand. *Entomol Mo Mag* 109, 232–234.

Newton GL, Booram CV, Barker RW, Hale OM (1977) Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *J Anim Sci* 44, 395–400.

Park KH, Choi YC, Nam SH, Kim SH, Kim SY, Ma YJ, No SK (2013) Nutritional value of black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a feed supplement for fish. *J Seric Entomol Sci* 51(2), 95–98

Park KH (2013) Ecology of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratmyidae). Ph.D. dissertation, Kyungpook National Univ press, korea.

Sheppard DC and GL Newton (2000) Valuable by-products of a manure management system using the black soldier fly - a literature review with some current results. Proceedings, 8th International Symposium - Animal, Agricultural and Food Processing Wastes, 9–11 Octoer 2000. Des Moines IA. American Society of Agricultural Engineering St. Joseph MI.

Shappard DC, Tomberlin JK, Joyce JA, Kiser B.C, Sumner SM (2002) Rearing methods for the black solider fly (Diptera: Stratiomyidae). *J Med Entomol* 39, 695–698.

Stone Calvert DAJ, Martin RD, Martin NO (1969) House fly pupae as food for poultry. J Econ Entomol 62, 938-939.

Tingle FC, ER Mitchell and WW Copeland (1975) The soldier fly, *Hermetia illucens*, in poultry houses in north central Florida. J Ga Entomol 10, 179-183.

## 주 의

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