

Development of the Insect Smart Farm System for Controlling the Environment of *Protaetia brevitarsis seulensis*

Si-Young Rho*, Jin-Ho Won*, Jae-Su Lee*, Jeong-Hyun Baek*, Hyun-Dong Lee*, Kang-Su Kwak*

*Researcher, Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea

*Researcher, Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea

*Senior Researcher, Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea

*Researcher, Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea

*Senior Researcher, Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea

*Senior Researcher, Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea

[Abstract]

In this study, the "Insect Smart Farm Air Conditioning System" is designed and proposed for the control of breeding environment of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae. The proposed "Insect Smart Farm Air Conditioning System" separates the breeding room from the air conditioning room. It is a system that creates an environment optimized for breeding and distributes it into a breeding room. When controlling the environment through air-conditioning and humidifiers in insect farms, temperature and humidity vary from part of the breeding room to part. The solution to the problem can be suggested as a solution to the difficulty of producing white-spotted flower mounds of uniform size and weight when selling edible insects. By using the "Insect Smart Farm Air Conditioning System," the temperature difference can be reduced by 6°C and the humidity difference by 24.7% compared to the environmental control of existing insect farms. The temperature and humidity of different parts of the breeding room were improved. Provide the optimal environment of *Protaetia brevitarsis seulensis* larvae at all times and ensure uniform CO₂ concentration. It can be expected to increase output through annual production and increase income for insect farmers. The proposed "Insecting Smart Farm Air Conditioning System" also controls the set temperature, humidity and CO₂. Environmental control of the breeding of other edible insects and the reproduction of mushrooms that require environmental control in breeding or breeding will also be possible.

▶ **Key words:** Edible Insects, *Protaetia brevitarsis seulensis*, Smart Farm, Air Conditioning System, Insect Keeper

-
- First Author: Si-Young Rho, Corresponding Author: Kang-Su Kwak
 - *Si-Young Rho (addio2423@korea.kr), Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences
 - *Jin-Ho Won (wjg9446@korea.kr), Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences
 - *Jae-Su Lee (butiman@korea.kr), Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences
 - *Jeong-Hyun Baek (butterfy@korea.kr), Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences
 - *Hyun-Dong Lee (z951246@korea.kr), Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences
 - *Kang-Su Kwak (kskwak@korea.kr), Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences
 - Received: 2019. 11. 14, Revised: 2019. 12. 06, Accepted: 2019. 12. 06.

[요 약]

이 연구는 식품원료로 등록되고 건강기능성 효능이 널리 알려지면서 생산과 수요가 점차 증가하고 있는 흰점박이꽃무지 유충의 사육환경 제어를 위한 식용곤충 스마트팜 공조시스템을 설계하여 제안하고자 수행하였다. 제안된 곤충 스마트팜 공조 시스템은 사육실과 공조실을 구분하여 사육에 최적화된 환경을 공조실에서 만들어 사육실로 보급하는 시스템으로 기존 곤충 사육농가에서 냉난방기, 가습기 등을 통한 환경 제어를 할 때 사육실 내 부분별로 온도 및 습도 등이 매우 상이하여 식용곤충을 판매할 때 균일한 크기 및 무게의 흰점박이꽃무지 유충을 생산하기 어렵다는 문제점의 해결책으로 제시될 수 있다. 곤충 스마트팜 공조 시스템을 사용함으로써 기존 곤충농가의 환경제어에 비해 온도의 차를 6℃, 습도의 차를 24.7%를 감소할 수 있으며 사육실 내 부분별로 온·습도가 다른 점을 개선하여 흰점박이꽃무지 유충의 사육 최적 환경을 계절에 상관없이 상시 제공함으로써 연중 생산을 통한 생산량 증대와 곤충 사육농가의 소득증대를 도모할 수 있다. 또한 제안된 곤충 스마트팜 공조시스템은 설정된 최적 온도, 습도 및 CO₂를 효율적으로 제어함으로써 갈색거저리 등 기타 식용곤충의 사육 및 버섯류의 생육에 필요한 환경제어 시스템으로도 활용할 수 있을 것이다.

▶주제어: 식용곤충, 흰점박이꽃무지, 스마트팜, 공조시스템, 사육사

I. Introduction

곤충 산업의 시작은 곤충을 약재의 재료로 활용하면서 시작하였으며, 최근 애완동물 시장 확산 및 미래의 새로운 단백질 공급원으로 가치를 인정받고 있다. 농촌진흥청에서는 2011년부터 식용으로 곤충을 이용할 수 있는 연구를 진행해 왔으며, 이를 통해 인체 유해성이나 독성 문제가 없다는 것을 과학적으로 입증하여 갈색거저리, 흰점박이꽃무지, 장수풍뎅이 등의 유충 및 쌍별귀뚜라미를 2016년에 새로운 식품원료로 등록을 하였다[1-2]. 그 후, 2017년 곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률이 시행된 이래 식품, 의약품, 애완용 및 사료용 등 다양한 목적으로 사육되고 있으며, 곤충 농가의 가계 수입 증대 및 신성장 동력으로 주목받고 있다. 특히, 흰점박이꽃무지는 전체 곤충사육농가 중 약 50%에서 생산하고 있으며, 판매액도 약 56%를 차지하고 있어 곤충산업에서 가장 중요한 품목이라 할 수 있다.

근래, 농가의 신소득 창출원으로서 곤충산업은 날이 발전하고 있지만, 농가의 생산시설이 영세, 사육시설이 낙후, 밀식사육 등 표준화된 사육체계 미확립, 개별적 소규모 사육으로 유통비용 과다발생 등의 문제점은 한계요인으로 작용하고 있다. 또한, 일부 선도 농가를 제외하면 농가현장에서 흰점박이꽃무지의 일반적인 사육환경은 온·습도 조절이 어렵고, 환기, 세척 및 소독이 제대로 이루어지지 않으며, 오염된 먹이공급 등으로 인하여 녹강병 등의 병해충 발생이 빈번하고 유충의 생육장애가 발생하고 있는 실정으로 곤충 스마트팜 사육시스템 개발의 필요성이 절실하게 대두되고 있다.

II. Related Works

1. Insect farming laws and policies

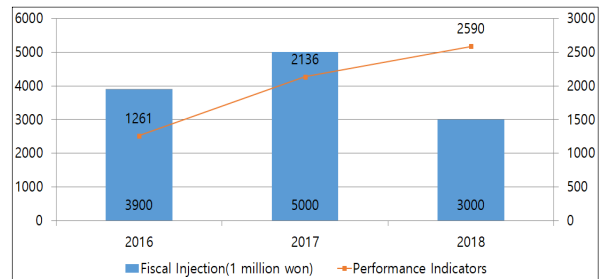


Fig. 1. Fiscal Injection and Performance Indicators

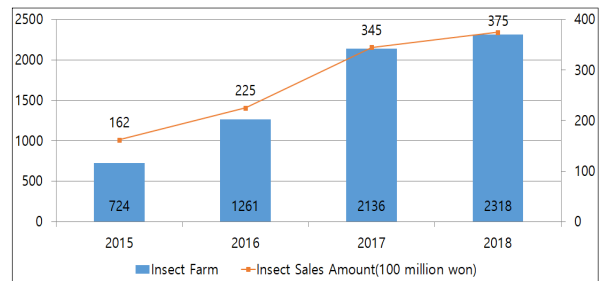


Fig. 2. The number of insect farm and the amount of insect sales

2017년 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률은 한·미, 한·EU, 영연방 FTA 체결 등 개방에 대응하고 곤충산업에서 사육시설 개선을 통한 생산성 향상으로 곤충산업의 경쟁력을 확보하고자 시행되어 곤충산업을 새로운 식량자원 개척 분야로 인지하고 제도적 지원을 통한 산업 육성을 시행할 수 있는

곤충산업의 기틀을 마련할 수 있었다. 그리고 2015년부터 시행된 곤충사육시설 현대화사업은 곤충 사육농가 신규 양성 및 기존 영세한 곤충사육 시설을 개선하여 대량 사육체계를 구축하여 곤충 사육농가의 수입이 향상될 수 있었다. 그림1과 같이 곤충사육시설 현대화사업을 진행하여 곤충 생산, 가공, 유통 농가 및 업체가 지원을 받았으며, 곤충사육농가 및 기업 수는 2015년 724개소에서 2018년 2,318로 확대되었고, 곤충 판매액은 2015년 162억원에서 2018년 375억원으로 매년 꾸준히 증가하고 있다. 소비자가 혐오 식품으로 인식하고 있는 곤충 식품들의 판로 개척을 위하여 곤충식품 개발과 인식 개선을 위하여 홍보를 꾸준히 진행하고 있다.

그리고 식용곤충의 환경적 가치는 소고기 1kg을 얻기 위해 15,400L의 물이 사용되는데 비해 동일한 무게의 단백질을 얻기 위해 사육되는 식용곤충은 대량 0~3,700L수준의 물만 이용된다. 또한, 식용곤충을 사육하는 과정에서 발생하는 이산화탄소 배출은 기존 육류 단백질인 소, 돼지 및 닭 등과 비교하여 약 3~7배 감소가 되며, 도축과정에서 피와 같은 불순물이 발생되지 않아 기존 가축 동물의 도살과정에서 발생할 수 있는 토양오염과 수질오염을 개선할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 제도적 정책 및 환경적 가치에도 불구하고 아직 곤충산업이 더욱 발전하기 위해서는 많은 문제점을 안고 있는데, 질병, 사육환경 및 먹이원 등의 사양관리 기법이 체계화 되어있지 않아 안전성 강화를 위한 표준 사양설정이 필요하며, 안전사육을 위한 법적 및 제도적 안전 기준이 없어 소비자의 불안감을 해소시키지 못하는 실정이다. 또한, 먹이원 유래 잔류농약 허용기준 및 납, 카드뮴 및 비소 등과 같은 중금속과 미생물에 대한 기준 설정은 소비자의 안전을 고려하여 정책적으로 시급하게 처리되어야 할 것이다[3].

2. Overview of *Protaetia brevitarsis seulensis*

흰점박이꽃무지는 딱정벌레목 꽃무지과의 식식성 곤충으로 전체 길이는 17~24mm인데 한국, 일본, 러시아 등에 분포하고 있으며, 성충은 주간에 활동하고 꽃가루, 수액 등을 먹으며 유충은 꽃병이 또는 굼벵이이라 하며 썩은 참나무 또는 건조더미 등의 부식이 된 유기물 속에 서식한다. 약용으로 가장 많이 사용하고 있으며, 동의보감에는 제초라고 불리고 “간에서 비롯되는 질병, 누적된 피로의 해소 등을 포함하여 월경 불순, 시력감퇴, 백내장, 산후풍, 악성 종기, 구내염, 파상풍 및 중풍 등의 성인병을 치료하는데 효과가 있다”고 기록되어 있다. 생활사는 알, 유충(1, 2, 3령으로 구분), 번데기 및 성충으로 완전 변태를 하며, 자연적으로는 7~8월에 성충이 최다 발생하며, 환경 조건에 따라 2~3회 발생도 가능하다[4-6].

3. Current status of functional studies

최근에 흰점박이꽃무지 유충에 대한 기능성 연구가 활발하게 진행되고 있는데, 특히 기술은 대사성질환 관련으로 비만예방 효능(15), 노화 관련으로는 항암 효능(16), 항혈전 효능(18), 치매 예방 및 개선 효능(13), 면역력 관련으로는 염증성 질환 치료(14)에 효능이 검증되었으며, 유명촌은 흰점박이꽃무지 유충이 간보호에 효능이 있다고 하였으며, 이중인은 항혈전에 효능이 있다고 하였다. 천연물인 흰점박이꽃무지 유충은 기존 치료제의 부작용을 줄일 수 있으며, 다양한 기능성 성분들에 대한 활발한 연구가 진행됨을 알 수 있다[7-16].

4. Breeding Conditions and Diseases

국립농업과학원에서 수행한 연구결과에 따르면, 흰점박이꽃무지 유충 사육 시 사육환경을 온도는 25~27°C, 발효 톱밥 수분함량은 60~65%를 유지해야 하며, 유충의 먹이는 신선한 상태의 발효톱밥을 공급하여야 질병이 없고 건강한 유충의 사육이 이루어진다고 하였다[1]. 흰점박이꽃무지 유충에서 발생하는 대표적이며 가장 심각한 피해를 입히는 병해는 녹강병인데, 녹강병은 다양한 곤충에서 발생하는 균음병 중 하나로 비위생적인 톱밥 및 고온, 다습한 사육환경에서 주로 발병된다. 곰팡이병중 가장 잠복기가 길며, 균에 감염되면 초기에는 피부에 암갈색의 반점이 생기는데 이는 진피조직 내층에서의 혈구의 집적이나 체벽 내에서의 멜라닌 형성에 의한 기주반응의 결과이다. 감염된 유충이 죽으면 백색의 균사가 덮이고 시간이 경과되면 짙은 녹색의 분생자가 형성된다[17].

5. Overview of Insect Smart Farm

곤충 스마트팜은 곤충 사육에는 환경제어 시스템과 사육에 필요한 사양관리 시스템으로 구별할 수 있으며, 환경제어 시스템은 사육하는 곤충 별로 최적의 환경조건을 제공함으로써 기존 사육시설에 비해 성장속도 향상을 통한 사육기간 단축 및 연중 생산을 통한 곤충생산성 향상을 목적으로 두고 있다. 환경제어 시스템의 필수제어 요소로는 온도와 습도 제어가 가능해야 하며, 선택적 제어 요소는 CO₂, 암모니아, 조도 등을 제어할 수 있어야 한다. 그리고 사양관리 시스템은 곤충사육 시 배합기, 선별기 등의 장치 또는 센서를 이용한 공조 시스템, 적외선 카메라 및 CCTV 등의 영상정보 수집장치 등 ICT 장치들을 이용하여 사육하는 시스템으로 사양관리의 장점은 노동력을 줄일 수 있으며, 동일 기간 및 공간 대비 생산량을 향상시킬 수 있다. 최근에는 사육관리 자동화 공정 및 병해충 예방에 대한 사

양관리 기법과 노동력 절감을 위한 사양관리 장치들에 대한 연구가 수행되고 있다.

III. Design of Insect Smart Farm Air Conditioning System

초기 곤충농가는 일반 농가에서 부업으로 비닐하우스 같은 가건물에서 자연 환경으로 사육을 하였으나 연중 생산이 어렵고, 병·해충 등의 피해가 빈번하게 발생되어 노동력 대비 농가 소득은 많지 않았으나 곤충사육시설 현대화 사업 이후 판넬 또는 콘크리트 등의 건축물에서 냉난방기, 가습기, 제습기 등의 환경 제어 장비를 통하여 사육을 시작한 이후 연중 생산을 통한 생산량이 증가하여 곤충농가의 소득이 향상되었다. 하지만 냉·난방기의 환경 제어를 할 때 온도의 차가 급격하게 발생하여 곤충 생육 부진, 사육실 부분별 온도 차이로 인한 균일한 생산 관리의 어려움, 가습기 주변 과습으로 인한 병해 피해 발생 등의 문제가 발생하였대[18]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 곤충 스마트팜 사육 시스템의 공조 시스템을 개발하였다. 곤충 스마트팜 공조 시스템은 공조실에서 사용자가 설정한 온도와 습도를 제어하여 사육실로 공급하는 시스템으로 상시 일정한 온도와 습도를 유지할 수 있으며 냉·난방기로 환경 제어를 할 때 발생하는 급격한 온·습도의 영향을 직접적으로 주지 않아 균일한 규격의 제품을 생산할 수 있다. 또한 습도 제어가 용이하여 습도로 인하여 발생하는 녹강병 등의 피해를 예방할 수 있으며 CO₂ 농도를 상시 측정하여 농도가 높을 때에는 사육실 내부의 공기를 순환하여 CO₂ 농도를 조절할 수 있다. 특히, 특징적인 것은 곤충 스마트팜 사육 시스템은 사육실과 공조실이 일체형이며 이동식으로 구성하여 저렴한 가격에 농가에 보급할 수 있는 형태로 개발되었다는 점이다. 환경 데이터의 수집은 공조실과 사육실에 온도, 습도, CO₂ 센서를 각각 두어 데이터를 별도로 수집할 수 있도록 하였으며, 설정 온·습도를 입력할 때 설정 온·습도와 공조실 온·습도, 사육실 온·습도의 차이에 맞춰서 환경제어 시스템이 작동하도록 설계되었다. 환경 제어 시스템의 구성은 온도 조절을 위한 냉·난방기, 습도 조절을 위한 가습기와 제습기 등으로 구성하였으며, 가습기 물 공급을 위하여 물통을 별도로 설치하였다.

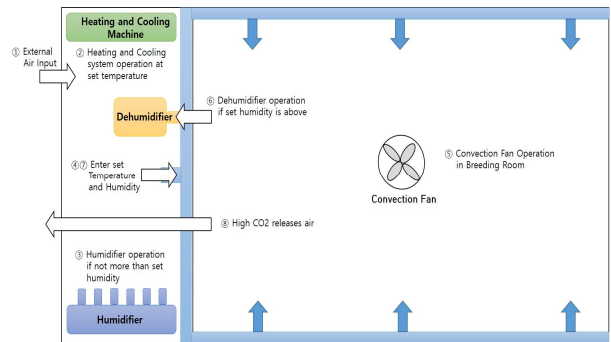


Fig. 3. Insect Smart Farm Air Flow Diagram

Table 1. Specifications of devices in insect smart farm air conditioning system

category	standard
Temperature sensor	- Method of measurement: NTC Summerster (10K) - Measurement range: -50 to 100 degrees - Precision: ±1% - Response time: 1.5-10sec - Operating environment: -30°C to +80°C
Humidity sensor	- Method of measurement: Po-lymer - Measurement range: 0 to 100% RH - Resolution: ±1% RH - Precision: 0.4% RH - Response time: <10 sec. - Operating environment: -40°C to +60°C
CO2 Sensor	- Method of measurement: NDIR: Non-Dispersive Infrared - Measurement range: 0 to 2000PPM, 6,000PPM - Input Power: 24 VDC - Output power AN1:1-4VDC (line conversion range) - Operating temperature: 30 to 50 degrees. - Precision: ±30 ppm ±5% o f reading
Data collection server	- 4GB RAM, 250GB SSD, cello-core 1.6Ghz 3160
Heating and Cooling Machine	- Cooling 1.33KW (Single phase) - Heating 1.78KW (Single phase) - Inverter type
Humidifier	- Humidification unit: 6set - Humidity: 1.0 l/h - 90W (220V) - Wind flow: 0.6-0.65 m3/min
Dehumidifier	- Daily dehumidification: 65L - Water bucket capacity: 6.0L - Power consumption: 855W (single phase)
Convection Fan	- Consumption power: 40w (single phase)

IV. Design of Insect Smart Farm Air Conditioning System

곤충 스마트팜 공조 시스템의 성능을 분석하기 위하여 사육실의 온·습도 변화에 대하여 다음과 같이 실험을 수행하였다.

첫째, 곤충 사육의 최적 환경을 설정하였을 때 온도와 습도 및 CO₂ 변화량을 분석하였으며, 둘째, 여름철 고온 다습한 환경을 설정하였을 때 곤충 사육의 최적의 환경으로 변화되는 과정을 분석하였고, 셋째, 겨울철 저온 저습한 환경을 설정하였을 때 곤충 사육의 최적의 환경으로 변화되는 과정을 분석하는 제어 실험을 실시하였고, 마지막으로 최적 환경 내에서 CO₂가 기준치보다 높을 때의 대처 능력을 분석하였다.

첫 번째 실험은 곤충 스마트팜 공조 시스템과 현대화시설로 구축된 곤충농가 사육실을 환경제어에서 최적조건인 온도 25°C, 습도 65%로 설정하여 48시간 작동하였을 때 외부 온·습도와 곤충 스마트팜 온·습도 및 곤충농가 온·습도를 비교하였다.

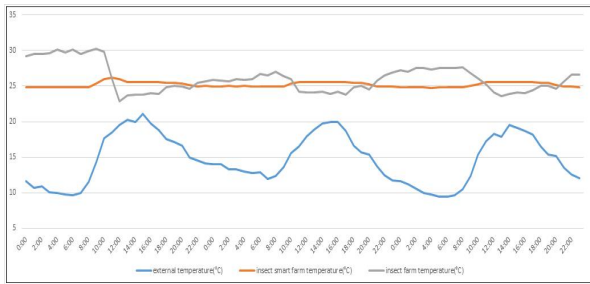


Fig. 4. Temperature Comparison

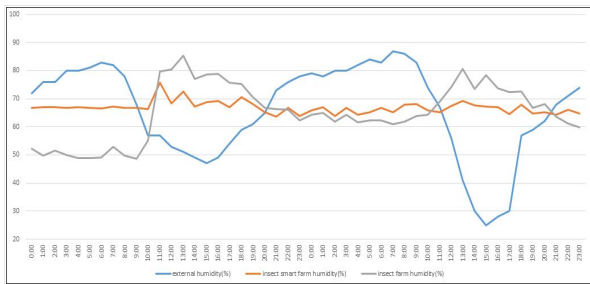


Fig. 5. Humidity Comparison

분석 결과 곤충 스마트팜 온도의 평균은 25.2°C, 곤충농가 온도의 평균은 26.1°C로 설정된 온도 25°C에 ±1°C를 나타내어 매우 안정적으로 조절되고 있는 것을 알 수 있었으나 곤충농가는 최대/최소 온도의 차가 7.3°C가 발생하였으며, 습도는 곤충 스마트팜이 평균 66.8%, 곤충농가가 평균 65.1%로 설정된 습도 65%에 ±10%로 습도 또한 비교적 안정적으로 조절되었으나 곤충농가는 최대/최소 습도의 차가 36.8%가 발생하였다.

두 번째 실험으로 여름철 고온 다습한 환경에서 곤충 생육의 최적의 환경까지 변경 과정을 확인하기 위하여 곤충 스마트팜 내부 온도를 36°C, 습도를 96% 환경으로 변경한 후 변화되는 과정을 모니터링 하였다. 실험결과 온도는 설정된 25°C까지 도달하는데 2시간이 소요되었으며, 시간당 평균 5.5°C 떨어진 것을 알 수 있었으며, 습도는 설정

된 65%까지 도달하는데 30분이 소요되었으나 안정화되기까지는 3시간이 소요됨을 알 수 있었다.

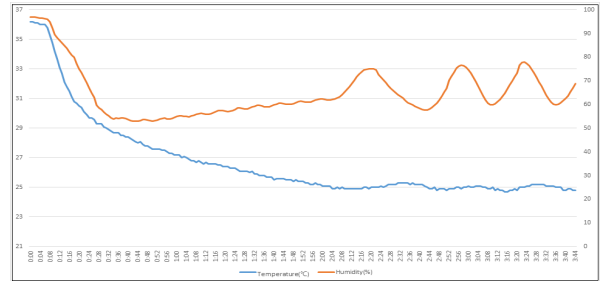


Fig. 6. Temperature and Humidity Comparison

세 번째 실험으로 겨울철 저온 저습한 환경에서 곤충 생육의 최적의 환경까지 변경 과정을 확인하기 위하여 곤충 스마트팜 내부 온도를 18°C, 습도를 35% 환경으로 변경한 후 변화되는 과정을 모니터링 하였다. 실험결과 온도는 설정된 25°C까지 도달하는데 6시간이 소요되었으며, 시간당 평균 1°C씩 오른 것을 알 수 있었으며, 습도는 설정된 65%까지 도달하는데 1시간이 소요되었으나 안정화되기까지는 1시간 30분이 소요됨을 알 수 있었다.

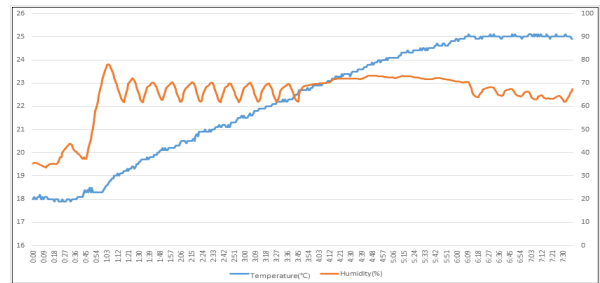


Fig. 7. Temperature and Humidity Comparison

마지막으로, CO₂ 유지 기능을 측정하기 위하여 곤충 스마트팜 내부에 5분간 종이를 소각하여 인위적으로 CO₂를 발생시킨 후 그 농도변화를 모니터링하였다. 분석 결과, 소각으로 인하여 CO₂ 농도가 3,300ppm까지 상승하였으며, 설정된 CO₂ 농도 800ppm이하까지 2시간이 걸리는 것으로 측정되었다.

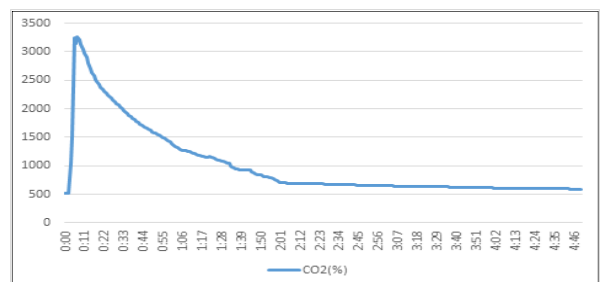


Fig. 8. Measuring Insect Smart Farm CO₂

이상의 실험결과, 흰점박이꽃무지 유충의 사육을 위해 개발된 곤충 스마트팜 공조 시스템은 흰점박이꽃무지 유충의 최적 환경으로 충분히 제어가 가능함을 확인 할 수 있었으며, 사육실 내 온.습도 및 CO₂ 농도가 변경되더라도 설정된 환경으로 제어됨을 입증할 수 있었다.

Table 2. 표 제목

Experimental Content	Result
Temperature and Humidity Measurement	- Differences in temperature and humidity of insect smart farm: 1.3°C, 12.1% - Differences in temperature and humidity in insect farms: 7.3°C, 36.8%
High Temperature and Humidity Experiment	- Time to reach set temperature: 2 hours - Time to reach set humidity: 3 hours
Low Temperature and Humidity Experiment	- Time to reach set temperature: 6 hours - Time to reach set humidity: 1 hour 30 minutes
CO ₂ Ventilation Experiment	- Time to reach set CO ₂ concentration: 2 hours

V. Conclusions

곤충 스마트팜 시스템의 사육환경 제어를 위한 공조 시스템은 흰점박이꽃무지 유충의 사육만 가능한 것이 아닌 누에, 갈색거저리 유충 등의 식용곤충 사육 또는 느타리버섯, 표고버섯 등 버섯류 생육 등 제어된 환경 조건에서 사육 또는 생육을 하는 품목에 대한 전반적인 사육 또는 생육이 가능할 것이며, 또한, 개발된 공조 시스템을 사용한 흰점박이꽃무지의 사육 실험을 추가로 진행하여 생산량 및 품질에 대한 실험을 통하여 곤충 스마트팜에 대한 검증이 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Rural Development Administration Research Project(A Study on the safely breeding system of IoT based *Protaetia Brevitarsis* *Seulensis*, PJ0135842019).

REFERENCES

- [1] Jmlee, "Manual for Edible insect Safety Feed", National Institute of Agricultural Sciences, pp.9-39, 2018.
- [2] Mhbaek, "Comparative Analysis of Nutritional Components of Edible Insects Registered as Novel Foods", *Journal of Life Science*, Vol. 27, No. 3, pp 334-338, Mar. 2017, DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2017.27.3.334>
- [3] Hschoi, "Prent and Perspective on Insect Biotechnology", *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, Vol. 30, No. 6, pp 257-267, Jun. 2015, DOI: <http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2015.30.6.257>
- [4] Eykwon, "Pre-treatment of the White-Spotted Flower Chafer (*Protaetia brevitarsis*) as an Ingredient for Novel Foods", *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 42, No. 3, pp 397-402, Mar. 2013.
- [5] Yslee, "Larval survival rate of *Protaetia brevitarsis* in accordance with the different methods of collecting and arranging eggs", Daegu, Kyungpook National University, 2012
- [6] Yjhae, "A Study on Improvement of *Protaetia brevitarsis* Breeding Environment using Soil Sensor", *Journal of Convergence for Information Technology*, Vol. 8, No. 1, pp 89-94, Jan. 2018, DOI: 10.22156/CS4SMB.2018.8.1.000
- [7] Eyyoon, "Manufacturing method of white-spotted flower mounds and anti-spicy products including them", 10-2013-0000430, filed 2013.01.03., Issued 2015.02.03.
- [8] Eyyoon, "An anti-cancer composition containing white-spotted larvae or their fraction as an effective ingredient", 10-2014-0135592, filed 2014.10.08.
- [9] Yscho, "A preparation for the prevention, improvement or treatment of thrombosis that contains fermentary extracts as a valid ingredient", 10-2018-0045905, filed 2018.04.20.
- [10] Eyyoon, "Alzheimer's disease prevention and treatment pharmacological products including flower ignorance as an effective ingredient and food products for improving Alzheimer's dementia", 10-2013-0044532, filed 2013.04.23.
- [11] Eyyoon, "A preparation for prevention and treatment of inflammatory diseases including white spotted flower mounds as an effective ingredient", 10-2012-0066121, filed 2012.06.20., Issued 2014.04.01.
- [12] Yeyoo, "Isolation of Fatty Acids with Anticancer Activity from *Protaetia brevitarsis* Larva", *Arch Pharm Res*, Vol 30, No 3, pp361-365, March 2017, DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02977619>
- [13] Jilee, "Inhibition of platelet aggregation and thrombosis by indole alkaloids isolated from the edible insect *Protaetia brevitarsis*", *J. Cell. Mol. Med.* Vol 21, No 6, pp 1217-1227, June 2017, DOI: <https://doi.org/10.1111/jcmm.13055>
- [14] Hyjang, "Comparison of antioxidant capacity of protein hydrolysates from 4 different edible insects", *Korean journal of food science and technology*, Vol. 51, No. 5, pp 480-485, Oct. 2019, DOI: <https://doi.org/10.9721/KJFST.2019.51.5.480>
- [1] Jmlee, "Manual for Edible insect Safety Feed", National Institute

- [15] Sysim, “Physicochemical Properties and Biological Activities of *Protaetia brevitarsis seulensis* Larvae Fermented by Several Kinds of Micro-organisms”, *Journal of Life Science*, Vol. 28, No. 7, pp 827-834, Jul. 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2018.28.7.827>
- [16] HJlee, “Inhibitory Effect of *Protaetia brevitarsis seulensis* Ethanol Extract on Neuroinflammation in LPS-stimulated BV-2 Microglia”, *Journal of Life Science*, Vol. 29, No. 10, pp 1096-1103, Oct. 2019, DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2019.29.10.1096>
- [17] Jychoi, “Characterization of Green Muscardine Fungus, *Metarhizium anisopliae*, and its Dagnosis and Control Method in Beetle Larvae”, *Rural Development Administration*. 2007.
- [18] Mhsong, “A Field Survey on Edible Insect Farms in Korea”, *Journal of Life Science*, Vol. 27, No. 6, pp 702-707, Jun. 2017, DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2017.27.6.702>

Authors



Si-Young Rho received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer and Information Engineering from Kunsan University, Korea, in 2007, 2010 and 2016, respectively Dr. Rho joined National Institute of Agricultural

Sciences, Korea, in 2016. He is currently Post Doc. in the Department of Agricultural Engineering, RDA. He is interested in smart Farm, ICT Standardization, and Forensic.



Jin-Ho Won received the B.S. and M.S. degrees in Department of Biosystems Engineering from Chungbuk National University, Korea, in 2015 and 2017. He is in a Ph.D. course in Agricultural Machinery

Engineering from Chonbuk National University, Korea, since 2019. Mr. Won joined National Institute of Agricultural Sciences, Korea, as a researcher in 2019. He is interested in agricultural production facilities.



Jae-Su Lee received the B.S., M.S. degrees and Ph.D. Candidate in Agricultural Machinery Engineering from Chonbuk National University, Korea, in 2010, 2012 and 2015, respectively Dr. Lee joined Rural Development

Administration, Korea, in 2015. He is currently a Researcher in the Department of Agricultural Engineering, RDA. He is interested in IoT, environmental control system and ICT Convergence for smart greenhouse.



Jeong-Hyun Baek received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Kunsan National University, Korea, in 2009 and 2016, respectively. Dr. Baek joined the faculty of National Institute of Agricultural

Sciences, Korea, in 2017. He is currently a Post Doc in the Department of Agricultural Engineering, RDA. He is interested in data analysis and mobile computing, and cloud computing.



Hyun-Dong Lee received the B.S., M.S. and Ph.D. School of Food Engineering from Kyungpook University, Korea, in 1993, 1995 and 2000, respectively Dr. Lee joined Rural Development Administration, Korea, in 2000.

He is currently a Senior Researcher in the Department of Agricultural Engineering, RDA. He is interested in smart Farm, ICT Convergence, and ICT Standardization.



Kang-Su Kwak received the M.S. and Ph.D. degrees in Crop Science from Nagoya University, Japan, in 1993 and 1996, respectively. Dr. Kwak joined Rural Development Administration, Korea, in 1999.

He is currently a senior researcher in the Department of Agricultural Engineering, RDA. He is interested in development of the smart farm of open field crop plants.