

무화과곰보바구미의 성별에 따른 섭식량 비교에 관한 연구

김나경, 최주환*, 김지인, 박근호*

전라남도농업기술원, *한국전자기술연구원

tails7724@korea.kr, *netside@keti.re.kr, jiin1165@korea.kr, *root@keti.re.kr

A Study on the Comparison of Feeding Amounts by Sex of the Fig Weevil, *Aclees taiwanensis* Kôno

Na-Kyeong Kim, Juhwan Choi*, Ji-In Kim, Keunho Park*

Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, *Korea Electronics Technology Institute

요약

급속한 기후변화로 인해 아열대 작물 중 하나인 무화과의 재배지는 점차 북상 중에 있다. 무화과곰보바구미는 최근 국내에서 처음으로 확인되었으며, 성충과 유충 모두 무화과 농가에 피해를 주는 것으로 알려져 있다. 본 논문에서는 무화과곰보바구미의 성별에 따른 일일 섭식량 비교에 관한 연구를 수행하였고, 연구 결과 암컷과 수컷의 1일 섭식량 표본평균은 각각 10.96, 6.85cm², 분산은 각각 49.52, 21.91으로 암컷이 수컷보다 섭식량이 더 많으며 개체별 섭식량의 편차가 더 크다는 것을 알 수 있다. *t*-검정을 통하여 유의성을 검증해본 결과 1%의 유의수준에서 섭식량의 차이의 유의성 또한 입증할 수 있어 무화과곰보바구미 성체의 1일 섭식량은 암컷이 수컷에 비해 더 많다는 결론을 내릴 수 있었다.

I. 서론

농촌진흥청 온난화대응농업연구소에 따르면 급속한 기후변화로 인해 주요 과수작물의 재배지는 점차 북상 중에 있으며, 아열대 작물 중 하나인 무화과는 과거 전남 영암에서만 재배가 가능하였지만 현재 충북 충주까지 재배 가능한 것으로 알려져 있다[1]. 무화과를 가해하는 무화과곰보바구미(*Aclees taiwanensis*)의 발생이 국내에서는 2020년 7월 하순에 전남 해남에서 처음으로 확인되었다[2]. 습한 아열대 기후대인 중국 남동부에서 서식하는 무화과곰보바구미는 그림 1과 같은 변태 과정을 가지며, 성충은 무화과의 어린잎이나 과실을 갉아 먹어 생산물에 직접적인 피해를 주며(그림 2의 a-b), 유충은 무화과나무 줄기의 지체부에 구멍을 뚫고 들어가 밑둥 부분을 가해하여(그림 2의 c-d) 수세가 약해져 심할 경우 식물체를 고사시키는 것으로 알려져 있다.

본 논문에서는 무화과의 잎, 줄기, 열매에 심각한 피해를 주는 무화과곰보바구미의 성별에 따른 섭식량 비교에 관한 연구를 수행하였다. 무화과곰보바구미를 암컷과 수컷 두 표본으로 나누어 무화과 잎사귀에 접종하고 접종 전후의 무화과 잎사귀의 면적을 비교하여 개체별 일일 섭식량을 계산하고 두 표본 사이의 차이를 검증한다.

II. 성별에 따른 무화과곰보바구미의 섭식량 비교

본 논문에서는 무화과곰보바구미의 성별에 따른 일일 섭식량 비교에 관한 연구를 수행하였다. 무화과곰보바구미의 성별에 따른 섭식량 비교를 위해 손상이 없는 무화과 잎사귀의 접종 전후 사진을 촬영하여 HSV 색상 모델을 통한 영상처리 방법으로 잎사귀의 면적을 각각 측정하였고 면적 차이를 통하여 섭식량을 산출하였다. 암컷과 수컷 두 표본 사이 섭식량 차이의 유의성을 판단하기 위해 *t*-검정을 통해 검증하였다.



그림 1. 무화과곰보바구미의 변태 과정

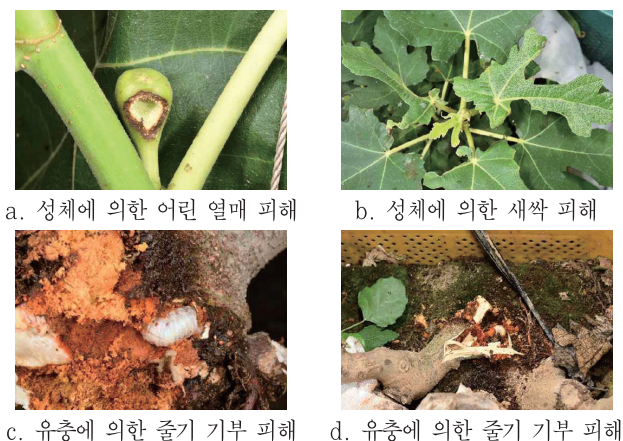


그림 2. 무화과곰보바구미에 의한 피해

2.1. HSV 색상 모델

빛의 삼원색을 표현하는 RGB 색상 모델과 더불어 색을 표현하는 모델에는 HSV 색상 모델이 있다. 적색(red), 녹색(green), 청색(blue) 세 가지 요소로 색을 표현하는 RGB 색상 모델과 달리 HSV 색상 모델은 색상(hue), 채도(saturation), 명도(value) 세 가지 요소를 이용하여 색을 표현한다. 영상처리 분야에서 특정 색상을 가진 객체를 검출하기 위해 명도를

제한 색상과 채도만을 이용하여 hue-saturation 히스토그램[3]을 생성하고 히스토그램의 분포를 바탕으로 객체 검출을 수행한다.

2.2. t-검정 (t-test)

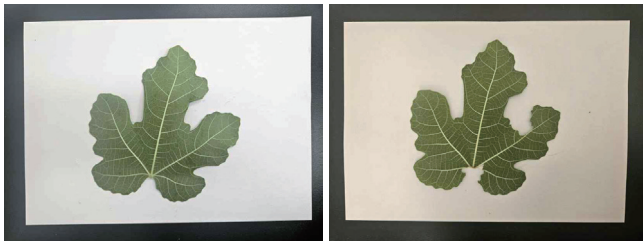
t-검정[4]은 두 집단의 평균 차이가 통계적으로 유의미한지 검정하는 가설 검정 방법이다. 모집단의 분산이나 표준편차를 모를 때 표본의 평균을 이용해 두 모집단의 평균이 같은지, 또는 하나의 평균이 특정 값과 다른지를 판단하는 데 사용되며, 그 결과인 검정통계량 t_s 의 계산 수식은 다음과 같다.

$$t_s = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (1)$$

여기서, \bar{x}_1 과 \bar{x}_2 는 두 표본의 평균, s_1^2 과 s_2^2 은 두 표본의 분산, n_1 과 n_2 는 두 표본의 크기이다. 검정통계량이 유의수준 α 에 따른 기각값 범위에 포함되면 귀무가설이 채택되고 그렇지 않으면 귀무가설은 기각되고 대립가설이 채택된다.

2.3. 기술 구현 및 결과

무화과곰보바구미의 성별에 따른 일일 섭식량 비교를 위해 무화과곰보바구미의 접종 전과 접종 후 하루가 지난 무화과 잎사귀의 영상을 그림 3과 같이 수집하였다. 무화과곰보바구미의 섭식에 의해 잎사귀의 면적이 접종 전과 비교하여 접종 후의 면적이 줄어든 것을 육안으로 확인할 수 있다. 분석을 위해 수집된 영상의 개수는 표 1과 같이 두 표본 암컷과 수컷의 접종 전후 각각 51장씩 전체 204장이다.



a. 무화과곰보바구미 접종 전 b. 무화과곰보바구미 접종 후

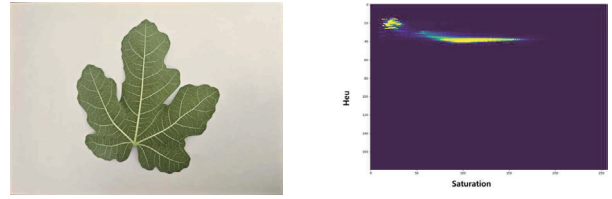
그림 3. 무화과곰보바구미 접종 전·후 예시

표 1. 실험을 위해 수집된 영상의 개수

	암컷	수컷	합계
접종 전	51	51	102
접종 후	51	51	102
합계	102	102	204

배경으로부터 무화과 잎사귀 객체를 추출하기 위한 영상 원본과 원본 영상의 hue-saturation 히스토그램은 그림 4와 같다. 그림 4의 b를 통해 hue-saturation 히스토그램으로부터 hue 값은 20~50, saturation 값은 50~200의 범위에 무화과 잎사귀가 검출된다는 것을 알 수 있었다.

영상 내 무화과 잎사귀의 실제 면적을 알기 위해 규격화된 A4용지의 크기(210 x 297mm)를 이용하였다. 무화과 잎사귀를 A4용지 위에 올려서 영상을 촬영했으며, 그림 5와 같이 영상 내에서 A4용지의 범위에 해당하는 관심영역을 추출하고 무화과 잎사귀의 면적을 계산하는 프로그램을 개발하여 정확한 무화과 잎사귀의 면적을 산출하였다. 분석 결과 무화과곰보바구미 암컷과 수컷 각각 51개의 두 표본의 일일 섭식량의 평균은 각각 10.96, 6.85cm², 분산은 각각 49.52, 21.91이다. 이를 통해서 무화과곰보바구미 암컷이 수컷보다 섭식량이 더 많으며 개체별 섭식량의 편차가 더 크다는 것을 추론할 수 있다.



a. 영상 원본

b. 영상의 hue-saturation 히스토그램

그림 4. 영상 데이터의 hue-saturation 히스토그램 변환 예시

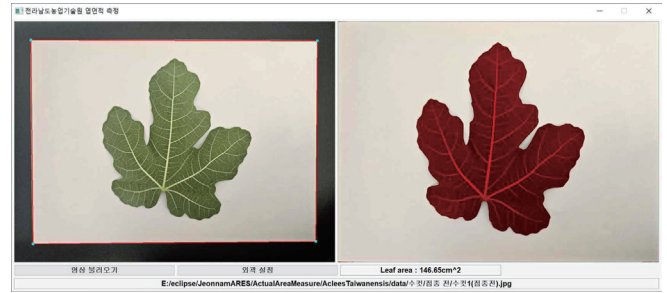


그림 5. 무화과 잎사귀 면적 측정 프로그램 UI

무화과곰보바구미의 성별에 따른 섭식량의 차이가 유의미한 차이를 보이는지 검증하기 위한 귀무가설과 대립가설은 다음과 같다.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$, 무화과곰보바구미 암컷과 수컷의 1일 섭식량은 차이가 없다.

$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$, 무화과곰보바구미 암컷과 수컷의 1일 섭식량은 차이가 있다.

유의수준 α 를 0.01으로 정하면 기각값 $t_{0.01(100)} = (-2.63, 2.63)$ 이 된다.

수식 (1)에 따라서 검정통계량 t_s 은 3.48이므로 귀무가설은 기각되고 대립가설이 채택됨으로 “무화과곰보바구미 암컷과 수컷의 1일 섭식량은 1%의 유의 수준에서 차이가 있다”라는 결론을 내릴 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 급속한 기후변화로 인해 재배지가 북상하고 있는 주요 과수작물인 무화과에 발생하는 무화과곰보바구미의 성별에 따른 일일 섭식량 비교에 관한 연구를 수행하였다. 분석 결과 암컷과 수컷 표본별 1일 섭식량 평균은 각각 10.96, 6.85cm², 분산은 각각 49.52, 21.91이다. t-검정을 통하여 유의성을 검증해본 결과 1%의 유의수준에서 섭식량의 차이의 유의성을 입증할 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (RS-2025-02315577)

참 고 문 헌

- [1] 이세진(2022), “무화과곰보바구미 등 최근 발생 해충의 국내 농경지 발생조사 및 선제적 대응기반 연구”, 농촌진흥청.
- [2] K.-J. Hong, D. K. Park, and S.-M. Lee, “First Report of the Exotic Fig Weevil, *Aclees taiwanensis* Kôno (Coleoptera: Curculionidae) in Korea,” Korean journal of applied entomology, vol. 59, no. 4, pp. 277-280, Dec. 2020.
- [3] 이권, 이철희, “LBP와 HSV 컬러 히스토그램을 이용한 내용 기반 영상 검색”, 방송공학회논문지, 제 18권 3호, pp. 372-379, 2013년.
- [4] Student, “The Probable Error of a Mean,” Biometrika, vol. 6, no. 1, pp. 1 - 25, 1908.