

기주에 따른 팥바구미 (*Callosobruchus chinensis* L.)의 산란 선호성 및 성장

김슬기 · 이수미 · 박준홍 · 송 국¹ · 신병식*

국립 창원대학교 생물학과, ¹호남기후변화체험관

Host Dependent Oviposition and Development of Azuki Bean Weevil (*Callosobruchus chinensis* L.) in Different Leguminous Seeds

Seul Gi Kim, Su Mi Lee, Jun Hong Park, Kuk Song¹ and Byung Sik Shin*

Department of Biology, Changwon National University, Changwon 51140, Republic of Korea

¹Honam Climate Change Experience Center, Republic of Korea

Abstract - To investigate the oviposition preference and development of azuki bean weevil (*Callosobruchus chinensis* L.), the following six different leguminous seeds were used in this study: red bean (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi), black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), seoritae (*Glycine max* (L.) Merr.), small black bean (*Rhynchosia nulubilis*) and kidney bean (*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alef.). In the study of oviposition preference, the numbers of eggs per leguminous seed on red bean, black soybean, soybean, seoritae and small black bean were 1.23, 0.61, 0.69, 1.05 and 1.13, respectively. The maximum daily number of eggs was observed at 48 hours and the minimum was at 96 hours. According to each host leguminous seed, developmental time for each host seed was different. The shortest adult emergence time was on red bean (25.27 days). The other five leguminous seeds increased or doubled the adult emergence time. Adult emergence rates feeding on red bean, seoritae, black soybean, soybean, small black bean were 83.33%, 28.23%, 27.87%, 20.44%, and 11.59%, respectively. Emergence rate on red bean was four times higher than the rate on other seeds. The longevity of emerged female adults was almost all longer than that of males. The male adults weighed the lowest of feeding on small black bean. Female adults weighed the lowest of feeding on soybean. Adult weights were the heaviest for both males and females feeding on red bean. As a result, hosts of azuki bean weevil could decrease oviposition rate, emergence rate, adult longevity, and adult weight but increase emergence time. Especially in kidney bean, adult was not completely emerged. No eggs were laid. These results suggest that there might be emergence inhibitors in kidney bean. These information might be used to control damages caused by azuki bean weevils.

Key words : *Callosobruchus chinensis* L., host, oviposition, emergence, adult longevity

* Corresponding author: Byung Sik Shin, Tel. 055-213-3452,
Fax. 055-213-3459, E-mail. bsshin@changwon.ac.kr

서론

저장 두류를 가해하는 주요 해충으로는 10여 종이 알려져 있는데, 이미 피해가 큰 것은 팔바구미 (*Callosobruchus chinensis* L.), 완두콩바구미 (*Bruchus pisorum* L.), 잠두콩바구미 (*Bruchus rufimanus* Boh.)로 알려져 있다 (Seddiqi 1972).

*Callosobruchus*속은 전 세계에 분포하고 열대성 및 아열대성인 여러 콩과식물의 해충을 포함한다 (Olajire *et al.* 2011). 팔바구미는 *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, *V. radiata* (L.) Wilczek, *V. subterranea* (L.) Verdcourt, *Cicer arietinum* L., *Cajanus cajan* (L.) Millsp. 같은 콩과작물을 기주로 수확 후 손실을 100%까지 일으킬 수 있는 것으로 보고되었다 (Singh 1978, 1985; Jackai and Daous 1986).

여러 콩바구미과 중 중 팔바구미 (*Callosobruchus chinensis* L.)는 두류의 주요 해충으로서 다화성이고 성충으로 우화하여 약 10일 정도 생존하며, 기주식물에 따라 수명과 산란수가 증가하거나 감소하는데 보통 약 50~60개의 알을 산란한다. 산란 후 3주 이상이 지나면 성충으로 우화하고 팔에 구멍을 뚫어 성충은 밖으로 나온다. 기주식물 내에서 유충 전체 시기를 보내면서 영양분을 공급받고, 성충 시기에는 먹이를 따로 섭취하지 않으며 먹이가 없는 조건에서도 쉽게 번식이 가능한데 이는 *Callosobruchus*속 딱정벌레들의 일반적인 특징이다 (Kim and Choi 1987).

팔바구미는 주로 무리지어 생활하고, 1차 침입은 성충이 산란하고 유충이 종자 내에서 성장하여 종자에 구멍을 뚫고 나오게 되는 발에서 먼저 발생한다 (Southgate 1979; Bellows 1982; Wermelinger *et al.* 2014). 이러한 종자가 수확되어 저장될 때에도 팔바구미 유충은 계속해서 성장하고 성충으로 우화하여 결국 3~4개월 내에 모든 종자에 2차 침입이 발생하게 되며, 이로 인한 종자 피해는 영양상의 우수함과 발아 가능성에 심한 영향을 미친다 (Kim and Mainali 2014a, b). 그리고 성충으로 우화하며 발생하는 종피의 구멍은 종자의 양적·질적 손실과 무게 감소, 종자 생산 가치의 감소를 일으킨다 (Bellows 1982; Southgate 1984; Gbaye *et al.* 2011).

Kim and Choi (1987), Lale and Vidal (2003)은 여러 저장 두류에서 팔바구미, 동부콩바구미의 산란 및 성장에 대한 온도와 습도의 영향을 연구 보고하였으며, Avido *et al.* (1965)은 팔바구미의 산란, 생식력, 성충 지속 등은 기주 종, 곡물, 곡면적, 고미, 개체군 밀도, 종피의 화학적 성분, 온도 및 습도에 영향을 받는다고 보고하였다.

Papaj and Prokopy (1989)는 팔바구미 암컷의 기주 선호성과 산란 행동은 외부요소 (환경, 기주, 기주 종의 화학적 및 물리적 특징)와 내부요소 (유전자형, 산란 경험, 생리학적 조건)의 상호적인 요인에 의해 결정된다고 보고하였다. 또한

Smith (1986)에 따르면 *Callosobruchus*속의 종은 일단 알을 낳으면 유충 이동 가능성이 없기 때문에 암컷의 산란 선택은 자손의 생존 가능성을 알아내는 데 결정적인 역할을 하는 것으로 보고하였는데, 곤충의 기주 선택은 다양한 유전자 타입의 먹이를 섭식함으로써 인해, 곤충의 생리적 변화 즉 새로운 소화효소의 생산, 종자독성물질의 해독 등에 따른 개체변이를 일으킬 수 있다는 점에 연구의 필요성이 있다 (Desroches *et al.* 1995). 이에 본 실험은 팔바구미의 기주 식물로 여러 가지 콩과식물 종자를 대상으로 기주 선호성, 산란, 성장, 생식력에 미치는 영향을 알아보고 바구미의 기주 선택의 다양성을 이해함으로써 향후 해충방제의 기초자료를 얻는 목적으로 연구를 수행하였다.

실험 재료 및 방법

1. 곤충 사육

본 실험에 사용된 팔바구미 (*Callosobruchus chinensis* L.)는 창원대학교 생물학과 곤충생리학 실험실 항온항습기에서 온도 $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $70 \pm 10\%$, 광주기 12:12 h (L:D)를 유지하며 누대 사육하여 사용하였다. 그물망 뚜껑이 있는 사육 용기 (Polyethylene cup, 지름 9.5 cm × 높이 4 cm)에 신선한 팥 약 20 g과 성충 25쌍씩을 넣어 산란을 유도하였다.

2. 산란 선호성, 우화시기, 우화율, 성충 수명

팔바구미 (*C. chinensis*)의 산란 선호성과 우화시기, 우화율, 성충 수명 조사는 온도 $28 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $70 \pm 10\%$, 광주기 12:12 h (L:D)에서 실험하였고, 실험에 사용된 종자는 팥 (*Vigna angularis* (Wild.) Ohwi and Ohashi), 흑태 (soybean, *Glycine max* (L.) Merr., black), 백태 (soybean, *Glycine max* (L.) Merr.), 서리태 (seoritae, *Glycine max* (L.) Merr.), 서목태 (small black bean, *Rhynchosia nulubilis*), 강낭콩 (kidney bean, *Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alef.)을 사용하였다. 앞서 기술한 사육조건에서 우화한 *C. chinensis* 성충 25쌍씩을 수집하여 그물망 뚜껑이 있는 사육 용기에 각 종자 약 20 g과 함께 넣어 산란을 유도하였다. 각 사육 용기에서 성충이 새롭게 우화하면 플라스틱 Petri dish (지름 6 cm × 높이 1.5 cm)에 각 종자 10개당 *C. chinensis* 암컷 2마리, 수컷 1마리씩 넣어 96시간 동안 산란수를 관찰하였다. 처리 후 매 24시간 마다 (총 3일간) 산란된 종자를 수거하고 새로운 종자 10알씩으로 대체하였고, 수거된 종자별로 각각의 산란수를 조사하였다. 또한 알이 붙어 있는 종자는 성충이 발생 (우화)할 때까지 그냥 두었다. 우화가 시작되면 동일한 종자에서 같은

Table 1. The number of eggs laid per leguminous seed by a *Callosobruchus chinensis* female feeding on different leguminous seeds

Seeds	Number of eggs per leguminous seeds					
	Red bean	Black soybean	Soybean	Seoritae (black bean)	Small black bean	Kidney bean
	1.23±0.21	0.61±0.014	0.69±0.01	1.05±0.019	1.13±0.031	0.00

Table 2. The daily number of eggs laid by of *Callosobruchus chinensis* female feeding on each leguminous seeds

	Daily number of eggs (eggs ± SD)			
	Day 1 (24 h)	Day 2 (48 h)	Day 3 (72 h)	Day 4 (96 h)
Red bean	13.80±0.8	15.60±0.59	13.80±0.52	6.00±0.44
Black soybean	8.20±0.50	8.60±0.44	5.20±0.22	2.40±0.82
Soybean	11.20±0.59	11.40±0.49	4.00±0.37	0.80±0.18
Seoritae (black bean)	14.80±0.36	15.40±0.22	8.20±0.48	3.40±0.28
Small black bean	14.20±0.41	16.60±0.45	8.60±0.33	5.80±0.40

날 우화한 성충을 다른 Petri dish (지름 3.5 cm×높이 1 cm)에 옮겨 넣고 성충 수명 측정을 위해 매일 관찰하였다. 그리고 각 Petri dish (지름 6 cm×높이 1.5 cm)에서 마지막 성충이 나올 때까지 관찰하여 종자마다 우화율을 측정하였다. 실험은 각 종자별로 5번씩 반복하였다.

3. 성충 무게 측정

각 종자에서 우화한 성충의 무게를 비교하기 위해 각 종자 사육 용기(Polyethylene cup, 지름 9.5 cm×높이 4 cm)에서 우화한 암, 수컷 성충 각각 10마리씩 수집하여 Petri dish (지름 6 cm×높이 1.5 cm)에 넣고 무게를 측정하였고, 실험은 각 종자별로 5번씩 반복하였다.

4. 통계처리

본 실험 수행 결과 팥과 다른 종자(흑태, 백태, 서리태, 서목태, 강낭콩)에서 팥바구미의 산란수, 우화율 성충의 수명과 무게를 조사하여, 각 결과 값에 대한 표준편차 및 종자 간의 차이에 대해 유의성을 조사하기 위해 일원배치 분산분석(ANOVA)을 하였다.

결 과

1. 산란 선호성

팥, 흑태, 백태, 서리태, 서목태, 강낭콩에서 팥바구미(*C. chinensis* L.)의 산란 선호성을 실험한 결과 총 4일간 종자당 산란한 알 수는 팥에서 1.23개로 가장 높았고, 서목태에서 1.13개, 서리태에서 1.05개 순으로 나타났으며, 백태와 흑

Table 3. Adult emergence time and rate of *Callosobruchus chinensis* feeding on different leguminous seeds

Leguminous seeds	Adult emergence time (days ± SD)	Adult emergence rate (%)
Red bean	25.27±0.62	83.33
Black soybean	49.44±2.47	27.87
Soybean	51.81±3.59	20.44
Seoritae (black bean)	49.02±3.26	28.23
Small black bean	50.09±2.28	11.59
Kidney bean	—	0.00

태에서는 각각 0.69, 0.61개의 산란수를 나타냈다(Table 1). 강낭콩에서는 성충이 우화하지 않아 산란 선호성 실험을 수행할 수 없었다.

각 종자에서 팥바구미의 일별 평균 산란수는 Table 2와 같다. 모든 종자에서 동일하게 둘째 날(48 h) 산란수가 첫째 날(24 h)보다 조금 상승하였다가 셋째 날(72 h) 다시 감소하여 넷째 날(96 h)에 최저 산란수를 나타내는 추세를 보였다. 특히 백태, 서리태에서는 셋째 날 산란수가 둘째 날 산란수에 비해 절반 이하 또는 절반 가깝게 감소하는 결과가 나타났다. 또 다른 종자들과 비교하였을 때 흑태에서 가장 적은 산란수를 나타내었다. 종자 간 팥바구미의 일일 산란수에 대한 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 4일째 산란수와 첫째 날 산란수 간에는 모든 종자에서 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$).

2. 우화시기 및 우화율

팥, 흑태, 백태, 서리태, 서목태, 강낭콩에서 팥바구미(*C. chinensis* L.)의 우화시기 및 우화율을 실험한 결과 우화시기는 팥이 평균 25.27일±0.62로 가장 짧았으며, 백태가 평균 51.81일±3.59로 가장 길었다(Table 3). 흑태, 서리태, 서목태

Table 4. Adult longevity of male and female of *Callosobruchus chinensis* feeding on different leguminous seeds

	Adult longevity (days \pm SD)	
	Male	Female
Red bean	11.63 \pm 2.50	9.43 \pm 1.35
Black soybean	9.23 \pm 1.88	7.88 \pm 2.19
Soybean	8.00 \pm 2.01	7.17 \pm 2.10
Seoritae (blak bean)	8.09 \pm 2.64	8.86 \pm 2.37
Samll black bean	8.77 \pm 3.57	6.80 \pm 1.74
Kidney bean	—	—

의 우화시기는 각각 49.44일, 49.02일, 50.09일로 나타났다. 결과적으로, 팥을 제외한 나머지 종자에서 성장시간이 2배 이상 지연되었다.

각 종자에서의 우화율은 팥에서 83.33%로 가장 높았으며, 그 다음으로 서리태, 흑태, 백태, 서목태 순으로 나타났다 (Table 3). 팥 이외 종자에서는 우화율이 30% 미만이었으며, 팥에서의 우화율과 3배 이상 낮음을 확인할 수 있었다. 강낭콩에서는 우화한 성충이 없었다.

백태의 경우 산란수와 우화율이 모두 낮은 수치를 나타냈으며, 이와 달리 서목태의 경우 팥 다음으로 종자당 산란수가 많은 데 비해 우화율은 가장 낮게 나타났다.

각 종자에서의 팥바구미의 성충 우화시간의 차이에 대한 유의성 검정결과 팥에서 성충 우화시간과 그 외 종자에서 팥바구미의 우화시간은 유의한 차이가 나타났다 ($p < 0.05$).

3. 성충 수명

팥, 흑태, 백태, 서리태, 서목태에서 생육한 팥바구미 (*C. chinensis* L.)의 성충 수명을 관찰한 결과는 Table 4와 같다. 팥에서 우화한 성충 수컷과 암컷이 각각 11.63일 \pm 2.50, 9.43일 \pm 1.35로 가장 오랜 기간 동안 수명이 지속되었다. 이에 비해 흑태, 백태, 서리태, 서목태에서 우화한 성충 수컷은 각각 9.23일, 8.00일, 8.09일, 8.77일로 모두 팥보다 짧았고, 성충 암컷 역시 각각 7.88일, 7.17일, 8.86일, 6.80일로 팥보다 짧게 지속되었다. 수컷, 암컷으로 비교해볼 때 서리태를 제외한 모든 종자에 수컷이 암컷보다 조금 더 오래 산다는 것을 알 수 있었다.

성충 수명에 대한 일원배치 분산분석을 한 결과 암컷의 경우 팥과 흑태, 백태, 서목태 간에는 유의적인 차이 ($p < 0.05$)가 나타났으나, 서리태에 대해선 유의적인 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 서리태와 서목태 간에는 유의적인 차이 ($p < 0.05$)가 나타났지만, 다른 각 종자 간에는 유의성이 없었다 ($p > 0.05$). 팥에서 우화한 수컷 성충 수명과 다른 종자에서 우화한 수컷 성충 수명과는 유의적인 차이 ($p < 0.05$)가 나타났으

Table 5. Mean adult weight of males and females of *Callosobruchus chinensis* feeding on different leguminous seeds

	Adult weight (mg \pm SD)	
	Male	Female
Red bean	55.10 \pm 1.90	39.50 \pm 0.40
Black soybean	33.40 \pm 0.70	27.90 \pm 2.00
Soybean	30.80 \pm 1.20	26.40 \pm 0.40
Seoritae (blak bean)	32.50 \pm 1.60	27.90 \pm 2.00
Samll black bean	29.80 \pm 1.60	26.60 \pm 1.60
Kidney bean	—	—

며, 다른 종자에서 우화한 수컷 성충 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($p > 0.05$).

4. 성충 무게 측정

팥, 흑태, 백태, 서리태, 서목태에서 팥바구미 (*C. chinensis* L.)의 성충 무게를 비교한 결과 팥에서 우화한 성충 수컷의 무게는 55.10 mg \pm 1.90, 암컷의 무게는 39.50 mg \pm 0.40으로 실험한 종자 중 가장 높게 나타났다 (Table 5). 수컷의 경우 흑태, 서리태, 백태, 서목태 순이었고, 암컷의 경우 흑태, 서리태, 서목태, 백태 순이었다. 모든 종자에서 수컷이 암컷보다 무게가 더 높게 나타났다.

팥에서 우화한 성충 무게는 다른 종자에서 우화한 성충 무게와 비교할 때 암수 모두 유의적인 차이 ($p < 0.05$)가 나타났으나 다른 종자에서 우화한 성충 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($p > 0.05$).

고 찰

본 실험에서 팥바구미 (*C. chinensis* L.)의 기주식물을 6가지 다른 콩과식물 종자(팥, 흑태, 백태, 서리태, 서목태, 강낭콩)에서 산란 선호성 및 성장에 대해 관찰해본 결과 산란할 수 있는 팥에 비해 흑태와 백태에서 약 2배 정도 감소가 되었다. 원 기주식물인 팥이 아닌 다른 종자에서는 우화시기가 2배 이상 지연되고, 우화율은 3배 이상 감소될 뿐만 아니라 우화한 성충의 수명과 무게 또한 감소되는 것으로 나타났다.

Seddiqi (1972)는 동부콩, 녹두, 병아리콩, 완두에서 우화한 팥바구미 성충 수명은 각 종자별로 수컷과 암컷 간의 거의 비슷하였고, 특히 강낭콩에서는 성충의 우화는 없었다고 보고하였다.

Kim and Choi (1987)는 우화연구에서 최적 성장 온도에서 팥바구미의 성충 우화는 팥은 29일로 가장 빨랐으며, 흑태, 백태에서 46, 49일로 팥에 비해 20일 이상 우화가 지연되었

고, 강낭콩에선 저조한 산란수와 함께 성충 우화는 전혀 없었다고 보고하였다. Bishwo *et al.* (2015)는 팔바구미의 산란과 성장에서 습도와 온도에 대한 영향을 조사한 결과 온도는 30°C 상대습도는 70~75% 조건에서 가장 발육기간이 짧았다고 보고하였는데, 이 두 조건은 상호보완적으로 작용한다기보다 각각 별개의 요인으로 작용한다고 주장하였고, 또한 강낭콩에서 팔바구미의 산란수가 거의 없다고 발표하였다. 이러한 연구결과들은 본 강낭콩에서 전혀 우화하지 않은 본 실험의 연구결과와 유사한 결과를 보여주고 있다.

본 실험에서 모든 종자에서 동일하게 둘째 날(48 h) 산란수가 첫째 날(24 h)보다 조금 상승하였는바 이는 각 기주에 대한 탐색 및 산란 적응 과정에 따른 결과로 생각된다.

또 다른 연구로 Bhattacharya and Banerjee (2001)의 연구에 따르면 팔바구미는 단백질 함량에 비해 폐놀 함량비가 높은 종피보다 낮은 폐놀 농도를 가진 종피에 더 많이 산란한다고 보고되었다. 이 결과와 본 실험 결과를 연관 지어 볼 때, 흑태와 백태, 강낭콩에 적은 산란수는 유충 발달에 유독할 수 있는 기주식물을 기피하는 것에 기인한다고 생각된다. 본 실험에서 팔바구미가 백태에서 적은 우화율을 나타낸 것은 백태에 다량 존재한다는 사포닌 성분에 의해 팔바구미 유충의 성장이 억제되었기 때문일 것으로 여겨진다 (Applebaum *et al.* 1965). 여러 연구에서 바구미 발육의 저해요인 중 하나인 α -아밀라아제 억제제는 곤충 중장 내 소화효소에 유독성을 가진다고 보고하였다 (Ishimoto and Kitamura 1988, 1989; Huesing *et al.* 1991).

강낭콩에 존재하는 α -아밀라아제 억제제로 인해 콩바구미과 (Bruchidae) 유충이 성공적인 성장을 할 수 없다고 보고하였는데, Marshall and Lauda (1975)는 강낭콩에 α -아밀라아제 억제제 농도가 약 0.4~0.5% 정도 포함되어 있다고 밝혀낸 바 있다. Ishimoto and Kitamura (1988, 1989)는 α -아밀라아제 억제제 농도가 0.2~0.5%일 때 2령 유충이 되기 전에 죽는다는 것을 확인했으며, 강낭콩은 팔바구미뿐만 아니라 동부콩바구미 유충 성장 또한 억제한다고 하였다.

또한 Leonardo *et al.* (2014)은 동부콩바구미는 강낭콩의 종피물질로 인해 산란은 48%, 유충 생존율을 40% 감소시키고, 유충의 종피 침투시간을 83%까지 증가시킨다고 보고하였다.

또 다른 연구에서는 강낭콩의 종피 성분인 vicilin protein이 키틴과 결합하여 중장 내 먹이의 소화력과 흡수율을 저하시키는데 이러한 현상은 바구미로 하여금 종자를 선택케 하는 요인으로 작용한다고 보고하였다 (Sales *et al.* 2000; Uchoa *et al.* 2006).

이에 따라 본 실험 결과로도 강낭콩과 비선호종들의 종피에도 이러한 저해물질이 함유되어 있음을 유추할 수 있었으

며 이로 인해 팔바구미의 성충이 유충 발달에 저해할 수 있는 기주식물을 구별하는 능력을 가지고 있다고 생각할 수 있다.

Kim and Choi (1987)의 종자의 화학적 조성 분석 결과 팔의 탄수화물, 단백질, 지질 함량은 각각 38.83%, 23.55%, 0.75%이고 흑태에서는 각각 42.53%, 22.39%, 14.99%였고, 흑태보다 팔에서 팔바구미의 증식률이 높은 것은 일반적으로 곤충의 생식에 있어서 다량 요구되는 단백질이 흑태보다 팔에서 함량이 더 높았기 때문일 것이라 보고하였다. 그러나 농촌진흥청농촌생활연구소 식품성분표(1986, 2006)에 의하면 팔 100 g당 단백질 함량은 21.4%; 19.3%, 흑태 100 g당 단백질 함량은 41.8%; 35.2%로 팔의 단백질 함량이 흑태보다 낮았다. 따라서 곤충의 생식에 있어 단백질이 큰 영향을 미치는 것은 맞지만 종자의 단단함, 크기, 종피의 질감, 두께, 화학적 구성요소 등이 콩과식물 종자에서 팔바구미의 산란과 성장에 더 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다 (Bishwo *et al.* 2015).

이상의 결과 및 고찰을 통해 본 실험에 사용된 흑태, 백태, 서리태, 서목태의 경우 전체 산란수 감소와 함께 우화율이 감소하는 것으로 보아 팔바구미의 기주로서는 부적절하며 성공적인 유충 성장이 이루어지지 못하는 것은 종피의 형태와 함께 화학적 성분에 기인하는 것으로 여겨진다 (Leonardo *et al.* 2014). 향후 콩바구미과 곤충의 성장 및 기주 선택 변화를 밝히기 위해 여러 콩과식물의 종피의 화학적 구성요소의 면밀한 분석과 이를 이용한 생물검정 등의 연구가 더욱 필요하며 이는 바구미 방제의 유용한 자료라 생각된다.

적 요

팔바구미 (*Callosobruchus chinensis* L.)의 산란 선호성 및 성장 조사를 위해 6가지 콩과식물 종자인 팔, 흑태, 백태, 서리태, 서목태, 강낭콩을 선택, 실험을 하였다. 각 종자당 산란수는 팔 1.23개, 서목태 1.13개, 서리태 1.05개, 백태 0.69개, 흑태 0.61개로 나타났으며, 둘째 날(48 h) 최고 산란수, 넷째 날(96 h) 최저 산란을 나타냈다. 유충 성장기간이 기주식물에 따라 2배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 우화율은 팔, 서리태, 흑태, 백태, 서목태(83.33%, 28.23%, 27.87%, 20.44%, 11.59%) 순으로 나타났으며, 모든 종자에서 팔과 3배 이상의 차이를 보였다. 성충 수명은 암컷보다 수컷이 대부분 길었고 암컷의 경우 팔 9.43일, 서리태 8.86일, 흑태 7.88일, 백태 7.17일, 서목태 6.80일로 나타났다. 각 성충의 무게는 암수 모두 팔에서 가장 무겁고, 수컷은 서목태, 암컷은 백태에서 최소 무게를 나타냈다. 결과적으로, 팔바구미는 팔 이외의

기주에서는 산란, 우화율, 성충 수명, 성충 무게 감소가 나타났고 반면 우화시기도 지연되었다. 한편 강낭콩에서 산란과 우화는 전혀 없었는데 이것은 강낭콩 종피에 산란과 우화 억제물질이 있음을 시사하며, 이러한 물질의 활용으로 콩바구미과 피해를 조절할 수 있을 것으로 여겨진다.

사 사

이 논문은 2015~2016년 창원대학교 자율 연구 과제연구비 지원으로 수행된 연구결과임.

REFERENCES

- Applebaum SW, B Gestetner and Y Birk. 1965. Physiological aspects of host specificity in the Bruchidae-IV. Developmental incompatibility of soybeans for *Callosobruchus*. J. Insect Physiol. 11:611-616.
- Avido Z, MJ Berlinger and SW Applebaum. 1965. Physiological aspects of host specificity in the Bruchidae: III. Effect of curvature and surface area on oviposition of *Callosobruchus chinensis* L. Anim. Behav. 13:178-180.
- Banto SM and FF Sanchez. 1972. The biology and chemical control of *Callosobruchus chinensis* (Linn.) (Coleoptera: Bruchidae). Philippine Entomologist 2:167-182.
- Bellows Jr., TS. 1982. Analytical models for laboratory populations of *Callosobruchus chinensis* and *C. maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Anim. Ecol. 51:263-287.
- Bhattacharya B and TC Banerjee. 2001. Factors affecting egg-laying behavior and fecundity of *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) infesting stored pulses. Orient. Insects. 35:373-386.
- Bishwo P Mainali, HJ Kim, CG Park, JH Kim, YN Yoon, IS Oh and SD Bae. 2015. Oviposition preference and development of azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis*, on five different leguminous seeds. Journal of Stored Products Research 61:97-101.
- Gbaye OA, JC Millard and GJ Holloway. 2011. Legume type and temperature effects on the toxicity of insecticide to the genus *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 47:8-12.
- Huesing JE, RE Shade, MJ Chrispeels and LL Murdock. 1991. α -Amylase inhibitor, not phytohemagglutinin, explains resistance of common bean seeds to cowpea weevil. Plant Physiol. 96:993-996.
- Huignard J, B Leroi, I Alzouma and JF Germain. 1985. Oviposition and development of *Bruchidius atrolineatus* and *Callosobruchus maculatus* in *Vigna unguiculata* cultures in Niger. Insect Sci. Appl. 6:691-699.
- Ishimoto M and K Kitamura. 1988. Identification of the growth inhibitor on azuki bean weevil in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Jpn. J. Breed. 38:367-370.
- Ishimoto M and K Kitamura. 1989. Growth inhibitory effects of an α -amylase inhibitor from the kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on three species of bruchids (Coleoptera: Bruchidae). Appl. Ent. Zool. 24:281-286.
- Jackai LEN and RA Daoust. 1986. Insect pests of cowpeas. Ann. Rev. Entomol. 31:95-119.
- Kim KC and HS Choi. 1987. Effects of Temperature on the Oviposition, Feeding and Emergence of the Azuki Bean Weevil (*Callosobruchus chinensis* L.) in the stored beans. Korean J. Plant Prol. 26:71-81.
- Lale NES and S Vidal. 2003. Effect of constant temperature and humidity on oviposition and development of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) on bambara groundnut, *Vigna subterranea* (L.) Verd-court. J. Stored Prod. Res. 39:459-470.
- Leonardo FR de-sa, TT Wermelinger, S Ribeiro Eda, A Gravinna Gde, KV Fernandes, J Xavier-Filho, TM Venancio, GL Rezende and AE Oliveira. 2014. Effects of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) seed coat on the embryonic and larval development of the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Insect Physiol. 60:50-57.
- Marshall JJ and CM Lauda. 1975. Purification and properties of phaseolamin, an inhibitor of α -amylase, from the kidney bean, *Phaseolus vulgaris*. J. Biol. Chem. 250:8030-8037.
- Olajire AG, JC Millad and GJ Holloway. 2011. Legume type and temperature effects on the toxicity of insecticide to the genus *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 47:8-12.
- Papaj DR and RJ Prokopy. 1989. Ecological and evolutionary aspects of learning in phytophagous insects. Ann. Rev. Entomol. 34:315-350.
- Sales MP, LR Gerhardt, MF Grossi-de-sa and J Xavier-Filho. 2000. Do legume storage proteins play a role in defending seeds against bruchids? Plant Physiol. 124:515-522.
- Seddiqi PM. 1972. Studies on Longevity, oviposition, fecundity and development of *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). J. Appl. Entomol. 72:66-72.
- Singh SR. 1978. Resistance to pests of cowpea in Nigeria. pp. 267-279. In Pests of Grain Legumes: Ecology and Control (Singh SR, HF van Emden and TA Taylor, eds.). Academic Press, London.
- Singh SR. 1985. Insects damaging cowpeas in Asia. pp. 245-248. In Cowpea Research, Production and Utilization.

- (Singh SR and KO Rachie, eds.). John Wiley and Sons, Chichester.
- Smith RH. 1986. Oviposition, competition and population dynamics in storage insects. In: Proc. 4th Int. Conf. Stored-product Protection.
- Southgate BJ. 1979. Biology of the Bruchidae. Ann. Rev. Entomol. 24:44-473.
- Southgate BJ. 1984. Observations on the larval emergence in *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). Entomol. Gen. 9:177-180.
- Uchoa AF, RA Dmatra, JM Albuquerque-Chunha, SM Souza and CP Silva. 2006. Presence of the storage seed protein vicilin interal organs of larval *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Insect Physiol. 52:169-178.

Received: 30 November 2016

Revised: 22 December 2016

Revision accepted: 22 December 2016