

반합성 인공사료에서 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli*)과 콩명나방(*Maruca vitrata*)의 발육 특성

정진교* · 서보운 · 박종호¹ · 문중경 · 최봉수 · 이영호

작물과학원, ¹농업과학기술원 농업생물부

Developmental Characteristics of Soybean Podworm, *Matsumuraeses phaseoli* (Lepidoptera: Tortricidae) and Legume Pod Borer, *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Pyralidae) on Semi-synthetic Artificial Diets

Jin Kyo Jung*, Bo-Yoon Seo, Jong Ho Park¹, Jung-Kyung Moon, Bong-Su Choi and Young-Ho Lee

National Institute of Crop Science, 209 Seodun-dong, Suwon 441-851, Rep. Korea

¹National Institute of Agricultural Science and Technology, 249 Seodun-dong, Suwon 441-851, Rep. Korea

ABSTRACT : Two lepidopteran species, *Matsumuraeses phaseoli* (Matsumura) and *Maruca vitrata* (syn. *M. testulalis*) (Fabricius) were reared on artificial diets, and analyzed in their developmental characteristics. Photoperiod was supplied with 16L/8D for *M. phaseoli* and with 13L/11D for *M. vitrata*, respectively. Both species passed five larval instars with discrete sizes of head capsule width. In a constant environment (25°C and 65%RH), the developmental period of *M. phaseoli* egg, larva and pupa was 3.9, ca. 16.0 and 8.9 days, respectively, and over 80% of *M. phaseoli* larvae could develop into pupae, most of which emerged into adults. Newly laid eggs could be stored at 5°C for 15 days with over 50% hatchability. Similar developmental traits were shown in *M. vitrata*. However, a low temperature preservation was not applicable to *M. vitrata* eggs.

KEY WORDS : *Matsumuraeses phaseoli*, *Maruca vitrata*, Indoor rearing, Artificial diet, Developmental characteristics

초 록 : 팥의 주요해충종인 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli* (Matsumura))과 콩명나방(*Maruca vitrata* (Fabricius)(syn. *M. testulalis*))에 대한 인공사료를 이용한 실내 사육 조건(온도 25°C, 상대습도 60%)에서 기초적인 발육특성이 조사되었다. 팔나방은 16L/8D, 콩명나방에는 13L/11D의 광주조건이 제공되었다. 두 곤충종 모두 유충 영기는 두꼭이 뚜렷한 불연속 성장을 보이면서 5령을 경과하였다. 팔나방은 알기간, 유충기간, 용기간이 각각 3.9일, 약 16일, 8.9일이었고 유충의 용화율은 80% 이상이었고, 대부분의 번데기가 우화하였다. 갓산란된 알을 섭씨 5도에서 15일 보관할 때 50% 이상이 부화하였다. 콩명나방의 발육도 팔나방과 비슷한 성질을 보였다. 그러나 콩명나방 갓산란된 알이 저온보관된 경우에는 전혀 부화하지 못하였다.

검색어 : 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli*), 콩명나방(*Maruca vitrata*), 실내사육, 인공사료, 발육특성

*Corresponding author. E-mail: jungjk@rda.go.kr

잎말이나방과(Tortricidae)에 속한 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli* (Matsumura))과 명나방과(Pyralidae)에 속한 콩명나방(*Maruca vitrata* (Fabricius)(syn. *M. testulalis*)은 팔(*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi)과 녹두(*Vigna radiata* (L.) Wilczek)포장에서 거의 동시기 이들 작물의 꽃과 꼬투리에 심한 피해를 입히는 해충종들이다. 팔나방은 주로 아시아권에 분포하며 어리팔나방(*Matsumuraeses falcana*)과 같이 콩의 주요 해충으로 알려져 있다(Oku *et al.*, 1983). 그간 콩에 더 심한 피해를 준다는 어리팔나방에 대해서는 인공사료 조성과 함께 실내에서 사육하는 방법과(Wakamura and Kozai, 1984), 암컷 성충의 성페로몬 성분들이 보고되었으나(Wakamura, 1985; Wakamura and Kegasawa, 1986), 본 연구에서 다루는 팔나방을 대상으로는 알려진 보고가 전혀 없었다. 콩명나방 역시 콩과 작물을 주로 가해하는데, 이 곤충은 세계적으로 널리 분포하는 것으로 알려져 있다. 특히 아프리카에서는 사바나 기후 지역에서 식량작물로 주로 재배되는 동부(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)의 주요 해충(Tamo *et al.*, 2002)으로, 그간 인공사료에서의 발육특성들과(Ochieng and Bungu, 1983; Onyango and Ochieng-Odero, 1993) 성충발생을 예측하기 위하여 성페로몬 연구가 진행되어 그 성분이 보고되어 있다(Adati and Tatsuki, 1999; Downham *et al.*, 2003).

두 곤충 모두 국내에서 예비관찰을 통해 수원의 한 팔포장에서 꽃과 꼬투리의 50% 이상, 식물체의 100%가 두 해충에 의해 피해를 받는 정도로(unpublished data), 팔의 주요 해충종으로 인식되었으나 현재까지 이들의 생

물특성에 대해 연구된 자료가 전혀 없었다. 따라서 본 연구에서는 두 해충종에 대해 앞으로 체계적인 해충관리 연구와 실험곤충을 확보할 목적으로, 실내에서 적용된 환경조건에서 인공사료를 먹여 해당 곤충들의 몇 가지 발육특성에 대해 알아보았다.

재료 및 방법

실험곤충 및 사육방법

실험곤충으로 사용된 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli* (Matsumura))은 2004년 8월 말 작물과학원(Suwon, Korea) 내 팔포장에서 팔의 꽃 혹은 꼬투리 안에서 가해하고 있는 유충을 채집하여 실내로 옮겨, 여러 가지 사료를 공급하면서 광주기 16L/8D, 온도 25±1°C, 상대습도 60±10%인 인큐베이터(Daihan LabTech, Korea)에서 사육하면서 실내 집단으로 유지하였다. 콩명나방 역시 같은 시기와 장소에서 유충상태로 채집되었는데, 사육할 때에는 광주조건만 팔나방과 다르게 13L/11D로 유지하였다.

팔나방 사육에 선발된 사료는 어리팔나방(*Matsumuraeses falcana* (Walsingham))을 대상으로 일본에서 보고된 사료(Wakamura and Kozai, 1984) 성분들의 조성을 참조하고, 콩명나방 사료는 기존 보고(Ochieng and Bungu, 1983; Onyango and Ochieng-Odero, 1993)된 사료의 조성을 참조하여 각각 약간 변형되게 조제하였다(Table 1).

Table 1. Composition of ingredients of artificial diets used for rearing *Matsumuraeses phaseoli* and *Maruca vitrata*

Ingredients	Supplier	<i>M. phaseoli</i>	<i>M. vitrata</i>
Agar powder	Junsei, Japan	25 g	25 g
Distilled water		800 ml	800 ml
Cellulose	Bio-Serv, USA	10 g	5 g
Wheat germ	Bio-Serv, USA		10 g
Red Bean (<i>Vigna angularis</i> cultivar Chungjupat) seed flour	Self-made	20 g	25 g
Soybean seed flour	Bio-Serv, USA	70 g	70 g
Yeast	Bio-Serv, USA	5 g	5 g
Glucose	Bio-Serv, USA	20 g	15 g
Cholesterol	Bio-Serv, USA	2 g	3 g
β -sitosterol	Aldrich, USA	1 g	1 g
Vitamin mixture	Seoulsinyag, Korea	5 g	5 g
Ascorbic acid	Junsei, Japan	10 g	10 g
Methyl-p-hydroxybenzoate	Junsei, Japan	1 g	1.5 g
Aureomycin	Bio-Serv, USA		0.5 g
Soybean oil	Sajo, Korea		5 ml

팔나방과 콩명나방 모두 부화한 유충을 원형 플라스틱 통(SPL Lifesciences Insect breeding Dish 310102, 100×40 mm, 200 mesh)이나 사각 플라스틱 통(Lock & Lock HPL 825, 232×165×95 mm) 안에서 사육하였는데, 사각통 뚜껑에는 지름 30 mm 구멍을 뚫고, 스테인리스철 망(250 mesh)을 붙여 환기와 습도가 조절될 수 있도록 하였다. 사육통 안에는 적당한 크기의 인공사료 조각을 넣어 주었고, 먹이 위에 종이타올(유한킴벌리)을 올려놓아 유충이 종이 안에서 번데기가 되도록 하였다. 용화처로부터 번데기를 꺼내 아크릴상자(260×300×200 mm)에 옮기고 우화하도록 하였고, 우화한 성충에게 10% 설탕물과 증류수를 공급하였고, 상자 안에 콩 유묘 잎이나 상자 윗면에 붙인 유산지에 산란하도록 하였다. 알이 붙어 있는 유산지 혹은 콩 잎은 유충 사육상자로 옮겨 산란된 알이 부화 후 인공사료에 접근하여 섭식하도록 하였다.

발육특성 조사

각 발육태별 발육기간, 탈피율, 무게, 성비, 산란수 등과 같은 발육특성 자료들은 갓부화한 유충을 개체별로 사육하거나 집단으로 사육하여 수집하였다. 팔나방의 경우에는 25°C에서 사육하면서 발육특성을 조사한 것뿐만 아니라 온도에 따른 발육 차이를 알기 위해 13, 16, 25, 30°C에서 각각의 발육특성을 비교하였는데, 유충의 영기를 구분하지 않고 조사하였다. 콩명나방의 경우에는 25°C 온도 조건에서만 유충의 영기를 구분하여 발육특성을 조사하였다. 영기간은 허물벗은 날을 기준으로 판정하였는데, 알기간은 산란일로부터 부화일까지, 유충기간은 부화일로부터 용화일까지, 전충기간은 말령유충이 섭식하지 않고 고치를 짓는 날부터 용화일까지로 판정하였다. 번데기 무게는 용화직후 측정하였고, 이 시기 복부끝의 생식공 모양으로 암수를 구분하였다. 성충은 소형 플라스틱통(Insect breeding Square Dish 310075, SPL Life Sciences, Korea)에 갓 우화한 암수 1쌍을 넣은 후 우화일로부터 사망일까지로 수명을 판정하였고, 생존기간 동안 매일의 산란수를 조사하였다. 주어진 온도조건에서 발육태별 발육기간의 역수를 취해 발육율을 구했는데, 팔나방의 경우 온도와 발육율 사이의 직선회귀식을 이용하여 발육영점온도를 구하였으며, 발육태별 발육완성을 위한 유효적산온도는 직선회귀식 기울기의 역수를 취하여 구하였다. 콩명나방 알은 13°C와 25°C에서 알이 부화하거나 사망할 때까지 두어 사망율을 조사하였다. 알 시기에 저온처리가 부화율에 미치는 영향을 조사하기 위해, 팔나방의 경우 갓부화한

알을 5, 10, 15, 30, 45, 60일 5°C에 노출시킨 후 25°C로 옮겨와 부화율을 조사하였고, 1~3일 된 알의 경우 각각 5, 10, 15일 5°C에 노출시켰다. 콩명나방의 경우에는 갓부화한 알을 6, 10, 15일 5°C에 노출시켰고, 1~3일 된 알들은 각각 5, 7, 15일 5°C에 노출시킨 후 25°C로 옮겨와 부화율을 조사하였다. 모든 처리에서 각각 30개의 알이 사용되었다. 유충의 두폭은 팔나방과 콩명나방 모두 갓부화한 유충을 개체별로 사육하면서 각 유충영기별 두폭을 대안렌즈에 눈금자가 있는 렌즈가 부착된 해부현미경(Leica WILD M8)을 이용하여 20~40배 배율 아래에서 측정하였고, 탈피 전 영기 두폭에 대한 탈피 후 영기 두폭의 비로 Dyar계수를 계산하였다.

자료들 중 평균간 비교가 이루어진 처리에서는 분산분석에 이어 t-test나 Duncan 다중검정법에 의해 유의성이 검정되었다.

결과 및 고찰

25°C에서 팔나방의 알기간은 약 4일, 유충은 약 16일, 번데기는 약 9일로 암수간에 유의한 차이는 없었다. 번데기의 무게는 수컷이 더 무거웠다. 성충 수명은 약 19일 정도였는데 산란전기간이 7일 정도였다. 암컷은 최대 254개까지 산란하는 것이 관찰되었고, 산란된 알의 부화율은 약 93%였다(Table 2). 네 가지 다른 온도조건에서 팔나방을 사육하였을 때, 13°C의 저온에서도 알과 유충, 번데기가 모두 발육하여 저온조건에서 견딜 수 있는 것으로 판단되었다. 적용된 온도 중 30°C에서 알, 유충 번데기의 발육속도가 가장 빨랐으나, 번데기의 사망률은 가장 높았고 우화한 성충들은 전혀 산란하지 못하였다. 25°C에서 알과 유충, 번데기의 사망률이 낮아 지속적 사육에 적합한 온도로 생각되었다(Table 3). 적용된 온도에 따른 각 발육태별 발육속도의 직선회귀식을 작성하고 발육영점온도와 발육종료에 따른 유효적산온도를 구했는데, 알의 발육영점온도는 6.6°C로 유충과 번데기에 비해 낮은 편이었다. 전용의 발육영점온도도 6.0로 낮았으나 r^2 값이 낮아 그 신뢰성은 낮았다(Table 4). 이 발육태별 발육모델은 단지 4개 온도에 따른 값들로 작성되었기 때문에, 실제의 생물적 특징을 소극적으로 반영하는 것이었다. 따라서 적절한 발육모델을 구하기 위해 향후 좀더 넓은 범위의 더 다양한 온도 수준에서 조사하여 비교할 필요가 있을 것으로 생각되었다. 인공사료로 25°C에서 사육된 팔나방 유충은 5영기를 겪었는데, 각 영기의 두폭 측정값은 불연속 성장하는

Table 2. Developmental characteristics of *Matsumuraeses phaseoli* and *Maruca vitrata* fed on a semi-synthetic diet at a condition of 25°C, 60% RH and 16L/8D photoperiod

Developmental characteristics	Values (mean±S.E.)	
	<i>M. phaseoli</i>	<i>M. vitrata</i>
Developmental periods (days)		
Egg	3.9±0.0 (n=604)	3.0±0.0 (n=748)
Larva female	15.9±0.1a* (n=20)	14.0±0.1a (n=67)
male	16.2±0.0a (n=28)	14.5±0.2b (n=45)
Pupa female	8.7±0.0a (n=20)	7.7±0.1a (n=65)
male	9.0±0.0a (n=27)	8.1±0.0b (n=43)
Adult female	18.8±2.4** (n=24)	12.4±1.2a (n=10)
male		16.2±2.0a (n=11)
Pre-oviposition	7.4±1.8 (n=11)	3.1±0.4 (n=11)
Other characteristics		
Pupal weight (mg) female	17.3±0.1a (n=20)	52.9±0.1a (n=67)
male	22.7±0.1b (n=28)	50.0±0.1b (n=45)
Pupation rate (%)	81.4	75.7
Emergence rate (%)	97.9	96.4
Female ratio (female/male)	0.42	0.60
Egg No./female (Min. ~Max.)	102.6 (16~254)	215.4 (15~640)
Hatching rate (%)	93.0±1.6	100.0

* Mean differences among sexes were analyzed with t-test at 95% confidence level.

** Sex was not divided.

Table 3. Development of *Matsumuraeses phaseoli* fed on a semi-synthetic diet on various temperatures

Developmental stage	Developmental factors	Temperature (°C)			
		13	16	25	30
Egg	Developmental period (day)	12.1±0.1a ¹ (n=385)	8.6±0.0b (n=349)	3.9±0.0c (n=604)	3.4±0.0d (n=609)
	Mortality (%)	40.8	36.5	5.8	16.9
Larva	Developmental period (day)	61.5±1.0a (n=36)	40.9±0.4b (n=133)	16.1±0.0c (n=48)	14.3±0.0d (n=49)
	Mortality (%)	81.6	33.5	18.6	14.0
Prepupa	Developmental period (day)	5.9±0.3a (n=36)	4.9±0.3b (n=133)	2.5±0.0c (n=48)	1.9±0.0c (n=49)
	Mortality (%)	13.9	10.5	0.0	0.0
Pupa	Developmental period (day)	30.3±0.3a (n=31)	22.3±0.1b (n=117)	8.9±0.0c (n=47)	7.9±0.0d (n=31)
	Mortality (%)	0.0	0.0	2.1	36.7
	Weight (mg)	21.3±0.1b	23.2±0.0a	22.7±0.1b	17.2±0.0c
Adult	Longevity (day)	- ²	-	18.8±2.4a (n=24)	15.5±1.8a (n=20)
	Fecundity (No. eggs laid./♀)	-	-	102.6±28.2a (n=8)	0.0±0.0b (n=8)
	Sex ratio (female/male)	0.58	0.44	0.42	0.33

¹ Differences among means were analyzed with Duncan's multiple range test at 95% confidence level.² Not checked

Table 4. Developmental thresholds and thermal requirements for *M. phaseoli*

	Regression equation	r ²	Low developmental threshold temperature (°C)	Degree-days
Egg	y = 0.0132x - 0.0874	0.8973	6.6	75.7
Larva	y = 0.0034x - 0.0291	0.9512	8.5	291.5
Prepupa	y = 0.0243x - 0.1456	0.5404	6.0	41.2
Pupa	y = 0.0063x - 0.0525	0.9535	8.4	159.9

Table 5. Head capsule widths of in larval instars of *Matsumuraeses phaseoli* (mean±SD) fed on a semi-synthetic diet at a condition of 25°C, 60% RH and 16L/8D photoperiod

Instar	<i>M. phaseoli</i>			<i>M. vitrata</i>		
	Mean width µm	Range µm	Dyar's coefficient	Mean width µm	Range µm	Dyar's coefficient
1	199±5a (n=14)	180~200		201±5a (n=16)	193~213	
2	297±2b (n=14)	260~320	1.50	355±1b (n=14)	335~376	1.76
3	470±3c (n=16)	420~500	1.58	585±2c (n=16)	548~609	1.65
4	726±5d (n=19)	650~800	1.55	902±4d (n=17)	832~954	1.54
5	1,053±8e (n=15)	950~1,200	1.45	1,266±6e (n=18)	1,040~1,420	1.40

* Mean differences among instars were analyzed with Duncan's multiple range test at 95% confidence level.

것을 뚜렷하게 보였다($F=944.2$; $df=4,73$; $P<0.0001$) (Table 5). 두쪽으로 계산된 Dyar계수는 1.45~1.58 사이였다. 이 두쪽자료는 향후 다른 환경조건에서 채집되거나 사육된 유충의 발육영기를 추정 혹은 비교하는데 유용하게 이용될 것이다. 갓 산란된 팔나방 알을 5°C에 일정기간 보관한 후 25°C에서 다시 발육시켰을 때, 5일간 저온 보관된 알의 부화율은 90% 정도로 저온보관하지 않은 알의 부화율과 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 10일과 15일 보관된 알들은 부화율이 약 60% 떨어졌고 30일

과 45일, 60일 상대적으로 장기간 저온에 보관된 알은 거의 부화하지 못하였다($F=37.25$; $df=6,20$; $P<0.0001$) (Fig. 1, line-graph). 알의 나이별로 5일간 저온 보관된 경우, 산란 후 3일 지난 알의 부화율은 약 55%로 가장 낮은 비율을 보였다($F=14.57$; $df=3,11$; $P=0.0013$). 저온에서 10일간 보관하였을 때 역시 3일 지난 알의 부화율이 가장 낮았고, 갓 산란된 알이 다음으로 낮았다($F=40.3$; $df=3,11$; $P<0.0001$). 15일간 저온 보관된 경우 3일된 알은 거의 부화하지 못하였다($F=8.74$; $df=3,11$; $P=0.0066$)

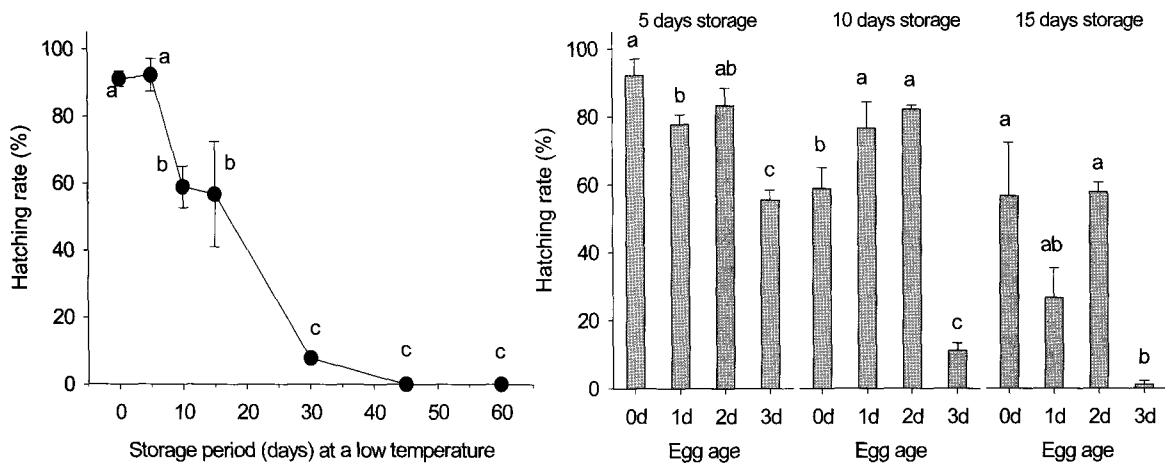


Fig. 1. Hatching rates of 0-day old eggs after storage for 0, 5, 10, 15, 30, 45 and 60 days at 5°C (line graph), and of different ages of *Matsumuraeses phaseoli* eggs after storage for 5, 10 and 15 days at 5°C (bar graph). Differences among means were analyzed with Duncan's multiple range test at 95% confidence level. Thirty eggs were treated for each treatment.

Table 6. Developmental period and mortality of each larval instar of *Maruca vitrata* at 25°C

Developmental factor	Larval instar				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
Developmental period (day)	1.6±0.1	2.5±0.1	2.4±0.1	2.7±0.1	5.4±0.1
Mortality (%)	13.5	10.9	0.9	0.0	0.0

(Fig. 1, bar-graph). 한편 2일된 알은 모든 저온보관 기간에서 갓 산란된 알에 비해 통계적으로 더 비슷하거나 높은 부화율을 보였는데, 이는 부화 전 배자발육 기간의 생리적 변화에 관련이 있을 것으로 추정되었다.

콩명나방 알 발육기간은 약 3일이 소요되었다. 유충과 번데기 기간은 각각 약 14일과 8일이 소요되었는데, 수컷이 유의하게 길었다. 성충 수명은 암컷이 약 12일로 수컷보다 짧았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 암컷 1마리당 평균 산란수는 약 215개였는데 범위는 15개에서 640개 사이로 변이가 심하였다. 암컷 성충의 산란전 기간은 약 3일로 관찰되었다(Table 2). 유충 영기는 5령까지로 관찰되었는데, 5령 유충기간이 가장 길었고 사망률은 1령 유충기가 가장 높았다(Table 6). 한편 각 유충 영기별로 두둑이 측정되었고 팔나방과 마찬가지로 뚜렷한 불연속 성장을 보였다($F=2482.3$; $df=4,76$; $P<0.0001$)(Table 5). 두둑을 이용하여 계산된 Dyar계수는 1.40~1.76 사이였다. 콩명나방의 경우 온도를 달리하여 발육특성을 관찰하지 않았다. 알($n=1,375$)의 경우에만 13°C 저온에 계속 노출시켰을 때, 모든 알이 사망하여 팔나방과는 매우 다른 생물적 특성을 보였다. 한편, 갓 산란된 알을 5°C 저온에서 각각 6일, 10일, 15일 보관 후 25°C에서 발육시켰을 때, 모든 알은 부화하지 못했고 저온처리 하지 않은 알은 높은 부화율을 보였다($F=1856.25$; $df=3,11$; $P<0.0001$)(Fig. 2, line-graph). 산란된 후 각각 1일, 2일, 3일 지난 후 알의 나이별로 5일간 저온에서 보관하였을 때, 2일이 지난 알

의 부화율이 가장 낮았으나, 이 차이는 통계적 유의성은 없었다($F=1.51$; $df=2,8$; $P=0.2946$). 그러나 7일간 보관하였을 때는 1일과 2일 지난 알은 거의 부화하지 못했으나 3일 지난 알은 유의한 차이를 보이며 부화하였다($F=76.01$; $df=2,8$; $P<0.0001$). 15일간 보관하였을 때도 3일 미만이 지난 알은 전혀 부화하지 못했으나 3일 지난 알은 20%의 부화율을 보였다($F=26.73$; $df=2,8$; $P<0.001$)(Fig. 2, bar-graph).

본 연구에서 팔나방과 콩명나방을 인공적인 환경에서 사육하여 조사된 생물특성을 국내에서 처음 보고하였다. 특히 팔나방의 경우에는 국제적으로 발육특성에 관한 첫 보고이고, 콩명나방의 경우 열대지방 개체군 대상이 아닌 온대지방 개체군을 대상으로 한 첫 보고이다. 인공사료를 이용한 사육에서 팔나방의 경우 동종해충에 대해 비교할 수 있는 자료가 없어 사료와 사육방법을 비교하여 본 연구에서 이용한 방법의 적절성을 판단하는 것은 무리이나, 누대사육을 거쳐 실내 개체군을 유지하는 상태로 사육방법이 해당곤충에 어느 정도 본 연구에서 사용한 방법이 효과적으로 생각되었다. 콩명나방 역시 연속하여 후대 세대들을 얻을 수 있었는데, 사육조건이 대체적으로 애매한 실험실 온도조건(25~30°C)에서 같은 곤충 종의 열대지방 개체군의 발육특성들에 관한 기존 보고들과 비교할 때 (Ochieng and Bungu, 1983; Onyango and Ochieng'-Odero, 1993) 발육기간과 무게, 용화율, 우화율 등에 대한 상대적인 비교에서 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 본 연구에서 이용된 인공사료와 사육체계는 어느 정도 적절한 것으로

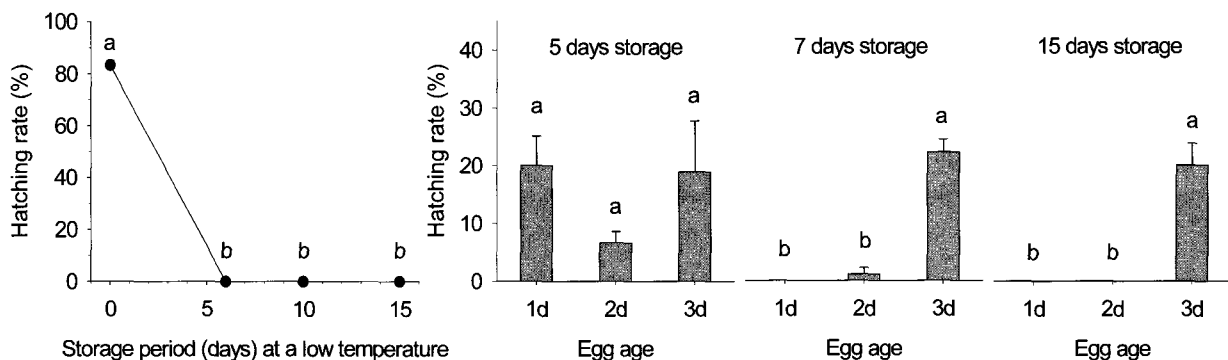


Fig. 2. Hatching rates of 0-day old eggs after storage for 0, 6, 10 and 15 days at 5°C (line graph), and of different ages of *Maruca vitrata* (syn. *M. testulalis*) eggs after storage for 5, 7 and 15 days at 5°C (bar graph). Differences among means were analyzed with Duncan's multiple range test at 95% confidence level. Thirty eggs were treated for each treatment.

판단되었다. 섭씨 25도 미만의 온도에 적용한 알의 부화율에 관한 결과는 팔나방과 콩명나방에서 매우 대조적이었다. 팔나방의 경우 13°C의 온도에서 부화하는 알이 있었으나, 콩명나방의 경우 전혀 부화하지 못해 알의 온도에 대한 적응성이 두 종간에 매우 다른 것으로 추정되었다. 이는 섭씨 5도에서 알의 나이별로 알들을 일정기간 보관하여 부화시켰을 때 얻은 결과에서도 추정되었는데, 콩명나방의 경우 알의 나이에 관계없이 저온보관의 경우 30% 이하의 부화율을 보였으나, 팔나방은 50% 이상의 부화율을 보인 경우가 많아 팔나방 알이 저온에서 더 높은 생존력을 보인다는 것을 알 수 있었다. 콩명나방의 경우 산란 후 3일 지난 알을 섭씨 5도에 15일간 보관하였을 경우, 나이가 적은 알에 비해 부화율이 높았다. 그러나 팔나방의 경우에는 부화율이 급격히 감소하여 역시 두 곤충종이 대조되는 현상을 보여주었다. 이는 부화 전 배자발육기간 동안 일어나는 생리변화가 온도변화에 의해 두 곤충종에서 각기 다르게 변형되었던 결과로 추정되었다.

이상으로 팔과 녹두 생식기관을 가해하는 두 주요 해충종의 발육특성에 관해 인위적으로 적용한 환경조건에서 얻어진 결과를 보고하였는데, 이는 이후 실험곤충 확보를 위한 인공사육 체계의 개선이나 동종해충들을 관리할 수 있는 방법들을 마련하는데 도움이 될 것이다.

Literature Cited

- Adati, T. and S. Tatsuki. 1999. Identification of female sex pheromone of the legume pod borer, *Maruca vitrata* and antagonistic effects of geometrical isomers. *J. Chem. Ecol.* 25: 105-115.
- Downham, M.C.A., D.R. Hall, D.J. Chamberlain, A. Cork, D.I. Farman, M. Tamo, D. Dahounto, B. Datinon, and S. Adetonah. 2003. Minor components in the sex pheromone of legume podborer: *Maruca vitrata* development of an attractive blend. *J. Chem. Ecol.* 29:989-1011.
- Ochieng, R.S. and D.O.M. Bungu. 1983. Studies on the legume pod-borer *Maruca testulalis* (Geyer)-IV. A model for mass rearing: rearing on artificial diet. *Insect Sci. Appl.* 4: 83-88.
- Oku, T., Y. Miyahara, T. Fujimura and A. Toki. 1983. Preliminary note *Matsumuraeses* species (Lepidoptera, Tortricidae) injuring soybeans in Tohoku district. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 27: 28-34.
- Onyango, F.O. and J.P.R. Ochieng-Odero. 1993. Laboratory rearing of the legume pod borer, *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) on a semi-synthetic diet. *Insect Sci. Application* 14: 719-722.
- Tamo, M., D.Y. Ardokoun, N. Zenz, M. Tindo, C. Agboton and R. Adeoti. 2002. The importance of alternative host plants for the biological control of two key cowpea insect pests, the pod borer *Maruca vitrata* (Fabricius) and the flower thrips *Megalurothrips sjostedti* (Trybom). pp.81-93. *In Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 4-8 September 2000.* eds by C.A. Morgan, S.A. Tarawali, B.B. Singh, P.M. Kormawa and M. Tamo. 433pp. IITA, Ibadan.
- Wakamura, S. 1985. Identification of sex-pheromone components of the podborer, *Matsumuraeses falcana* (Walshingham) (Lepidoptera: Tortricidae). *Appl. Entomol. Zool.* 20: 189-198.
- Wakamura, S. and K. Kegasawa. 1986. Sex pheromone of the podborer, *Matsumuraeses falcana* (Walshingham) (Lepidoptera: Tortricidae): Activity of the third component, (*E,Z*)-7,9-dodecadienyl acetate, and 3-component formulation. *Appl. Entomol. Zool.* 21: 334-339.
- Wakamura, S. and S. Kozai. 1984. Improvement of the method for mass-rearing of the soybean podworm, *Matsumuraeses falcana* Walsingham (Lepidoptera, Tortricidae: Olethreutinae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 28: 89-91.

(Received for publication September 1 2007;
accepted November 27 2007)