

## 천적의 대체먹이로서 줄알락명나방(*Cadra cautella*)의 생물적 특성과 대량사육

김정환\* · 김용현 · 고현관<sup>1</sup> · 한만위<sup>2</sup> · 이관석

농업과학기술원 농업해충과, <sup>1</sup>농촌진흥청 연구운영과, <sup>2</sup>민족사관고등학교

### Biological Characteristics and Mass Rearing System for *Cadra cautella* (Walker) as a Substitute Diet for Natural Enemies

Jeong-Hwan Kim\*, Yong-Heon Kim, Hyun-Gwan Gho<sup>1</sup>, Man-Wi Han<sup>2</sup> and Gwan-Seok Lee

Division of Entomology, National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-707, Republic of Korea

<sup>1</sup>Division of Research Coordination, Rural Development Administration 441-707, Republic of Korea

<sup>2</sup>Korea Minjok Leadership Academy, Hoengseong 225-823, Republic of Korea

**ABSTRACT :** Biological characteristics of the almond moth, *Cadra cautella*, of which eggs will be substitute diets for *Orius* spp. and *Trichogramma* spp., were investigated and a mass-rearing system for the moth was developed. At 25°C, egg, larval, and pupal period was 4.2, 29.8 and 8.3 days, respectively, and adult longevity was 5.8 days for female and 4.8 days for male. Total number of eggs at 20, 25 and 30°C was 128.9, 207.9 and 139.9, respectively. The moth could be successfully reared with all food substrates tested, of which rice bran (50%)+chick feed (50%) assumed to be proper for mass-rearing in view of cost. Eggs could be stocked at 9°C for 7 days, representing 82% hatchability. In the rearing cage (16×24×9 cm) used, 1,000 eggs was better for initial level of inoculation, showing relatively high emergence rate and adult weight. Mass-rearing procedures were explained in detail.

**KEY WORDS :** *Cadra cautella*, Almond moth, *Orius* spp., *Trichogramma* spp.

**초 록 :** 애꽃노린재류(*Orius* spp.)나 알기생봉류(*Trichogramma* spp.)와 같은 천적곤충의 대량사육을 위한 대체먹이로서, 국내에서 채집이 가능한 저장곡물해충인 줄알락명나방(*Cadra cautella*)의 생물적 특성을 조사하고 대량사육 방법을 개발하였다. 25°C에서 줄알락명나방의 발육기간은 알, 유충, 번데기가 각각 4.2일, 29.8일, 8.3일이었으며, 성충의 수명은 암컷이 5.8일, 수컷이 4.8일이었다. 총산란수는 20, 25, 30°C에서 각각 128.9개, 207.9개, 139.9개였다. 실험에 사용된 줄알락명나방의 사육사료 모두 발육기간, 우화율, 성충무게 면에서 큰 차이가 없었으나, 대량사육을 위해서는 쌀겨 50%와 병아리사료 50%를 혼합한 사육사료가 비용 면에서 보다 경제적이었다. 줄알락명나방 알의 저장조건으로 9°C에서 7일간 저장이 부화율 82.0%로 4°C보다 우수하였다. 유충사육케이지 (16×24×9 cm)에서 알의 초기접종밀도를 1,000개, 3,000개, 5,000개로 할 때, 우화율은 각각 62.1, 42.4, 29.4%, 성충무게는 각각 9.1, 7.7, 6.8 mg이었다. 줄알락명나방의 대량사육체계를 ① 사료 배합 ② 알접종 및 유충사육 ③ 번데기 이동 ④ 성충 우화 ⑤ 알 수확 단계로 구성하고 각각의 과정을 상세히 설명하였다.

**검색어 :** 줄알락명나방, 애꽃노린재, 알기생봉

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

최근 환경농업에 대한 관심이 높아지면서 유기합성 농약 대신 천적을 이용해서 해충을 방제하는 생물적 방제방법에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 천적을 이용하기 위해서는 대량사육 기술이 필요하며, 대량사육에 있어서 가장 먼저 해결해야 할 과제는 품질이 우수하고 가격이 저렴한 먹이를 안정적으로 공급하는 것이다. 천적의 먹이는 天然먹이(original diet)를 이용하는 방법과 代替먹이(substitute diet) 또는 人工먹이(artificial diet)를 이용하는 방법이 있다. 천연먹이 이용은 원래의 방제대상 해충을 먹이로 제공하는 것이고, 인공먹이는 2종류 이상의 재료 즉 화학물질, 배아, 효모, 콩가루 등을 인위적으로 가공하여 먹이로 제공하는 것이다(Yusima *et al.*, 1991). 이외는 달리 대체먹이는 본래의 방제대상 해충이 아니면서 사육이 간편하고 효율이 높은 자연상태의 대체기주를 말한다.

대체먹이로서 국외에서는 사육비용이 저렴하고 생산방법이 간편한 저장곡물해충의 알을 많이 이용하고 있다. Richard (1985)와 Karl *et al.* (1992)은 보리나방(*Sitotroga cerealella*)의 대량사육법을 개발하여 그 알을 기주로 나방류 해충의 기생성 천적인 알기생봉류(*Trichogramma* spp.)를 대량으로 생산하였고, Qiu *et al.* (1980)은 쌀명나방(*Corcyra cephalonica*)의 알을 이용하여 풀잠자리류(*Chrysopa* spp.)를 사육하기도 하였다. 외국의 천적회사나 연구자들은 국내 미분포 저장물해충인 지중해가루명나방(*Ephestia kuehniella*)의 알을 애꽃노린재류(*Orius* spp.)의 먹이로 제공하여 사육하거나 그 적합성을 다각도로 조사한 바 있다(Honda *et al.*, 1998; Nagai *et al.*, 1998; Tommasini and Nicoli, 1993). 우리나라에서는 나방류 해충의 천적으로서 알기생봉류를 대량생산하기 위해 인공알을 이용한 예(Han *et al.*, 1996; Han *et al.*, 1998)와 총채벌레류 해충의 천적으로서 애꽃노린재류를 생산하기 위해 보리나방 알을 이용한 예(Kim *et al.*, 1998)가 있으나, 천적사육과정에서 기생률이 낮거나(인공알의 경우), 알 수거시 손실이 많고 사육이 불편함(보리나방의 경우) 등 많은 문제점이 있어 아직 실용화되지 못하고 있는 실정이다.

저장곡물해충의 알을 대체먹이로 이용하기 위한 조건은 알이 가능한 크고, 난각이 얇으며, 사육과 수거가 쉽고, 먹이로 제공시 천적의 품질저하가 없어야 된다고 생각한다. 대부분의 저장곡물 나방류 해충 알이 이에 해당할 뿐만 아니라 무엇보다도 저렴한 비용으로 대량생산이 쉽다는 장점을 가지고 있다. 알기생봉류의

대체기주로 많이 이용되고 있는 보리나방은 물체 틈 사이에 붙여 낳는 산란습성 때문에 채란과정에서 알의 손실이 많다. 그에 반해 줄알락명나방(*Cadra cautella*)은 알을 날개로 공중에 떨어뜨려 낳기 때문에(Nakayama, 1936), 채란시 알의 파손이 거의 없고, 수거가 간편하다. 또한 우리나라를 비롯한 일본, 중국, 호주, 유럽, 미국 등 온대지역에 광범위하게 분포하기 때문에(Choi *et al.*, 1996; Yusima *et al.*, 1991; Paik, 1984), 야외에서 쉽게 채집할 수 있다. 줄알락명나방은 건과류, 면실박, 두류, 미강, 소맥피 등을 가해하는 저곡해충으로서, 몸 길이는 7-8 mm이며, 1년에 2-3회 발생하고 유충으로 월동하는데, 5월부터 9월까지 제분소, 정미소, 사료공장 등에서 흔히 발견된다(Choi *et al.*, 1996; Paik, 1984).

본 연구는 애꽃노린재류 또는 기생봉류의 대체먹이로서 유망할 것으로 생각되는 국내서식 저곡해충인 줄알락명나방의 생태적 특성을 알아보고 대량사육방법을 확립하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 줄알락명나방의 생물적 특성

#### 알기간과 부화율

줄알락명나방은 1998년 7월 전북 익산군 왕궁면 소재 사료공장의 소맥피에서 채집하여 실내에서 누대사육하면서 실험에 사용하였다. 알기간과 부화율 조사 시험에 사용한 용기는 투명 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm × 높이 3 cm)로서, 뚜껑에는 공기유통을 위해 직경 3 cm의 구멍을 뚫고 망사를 붙였다. 용기내에는 필터페이퍼를 깔고 습도유지를 위해 증류수를 몇 방울 떨어뜨린 후, 줄알락명나방이 6시간 이내에 산란한 알을 그 위에 올려 놓았다. 처리 알 수는 50개체씩 3반복으로 하였으며, 처리온도 20±1°C, 25±1°C, 30±1°C, 광주기 16(L):8(D), 습도 65±5%였다. 조사방법은 처리 후 매일 부화한 알 수를 현미경 하에서 조사하였다.

#### 유충 및 번데기 기간

실험용기는 투명 플라스틱 용기(직경 2.6 cm × 높이 7 cm)에 미강과 병아리사료 각각 50%와 사료량의 10%인 글리세린을 혼합하여 만든 사료를 시험용기에 반정도 채우고, 갓 부화한 줄알락명나방의 유충을 용

기당 1마리씩 접종하였다. 용기의 뚜껑은 직경 3 cm의 구멍을 뚫고 망사를 붙여 공기유통을 원활히 하였다. 처리온도 20±1°C, 25±1°C, 30±1°C, 광주기 16(L): 8(D), 습도 65±5%이며, 온도별로 각각 30개체씩 처리하였다. 접종 10일 후부터 매일 번데기가 된 날짜와 성충으로 우화한 날짜를 육안으로 조사하여 유충기간과 번데기기간을 구분하였다.

#### 성충기간 및 산란수

번데기에서 갓 우화한 성충을 암수 1쌍씩 삼각플라스크(50 ml)에 넣고, 입구는 모기장으로 고무줄을 이용하여 막았으며, 20±1°C, 25±1°C, 30±1°C의 항온기에 처리하였다. 산란수 조사는 삼각플라스크를 페트리디쉬 위에 거꾸로 해서 떨어진 알을 매일 세었고, 성충의 생존유무도 병행하여 조사하였다.

#### 줄알락명나방의 대량사육

##### 줄알락명나방 사육사료 선발

시험 사료는 미강(당해년도 생산제품), 소맥피(당해년도 생산 제품), 병아리사료(어린병아리용, 대주사료), 미강 50%+병아리사료 50%, 미강 50%+옥수수 분말(빵 제조용) 50%, 미강 50%+소맥피 50%, 밀가루(다목적용, 곰표) 50%+병아리 사료 50% 7조건을 두었다. 처리는 사각 반투명 플라스틱 용기(12×18×7 cm)에 각각의 조건별 사료를 용기당 150 g을 넣고, 줄알락명나방 알 100개를 접종한 후 온도 25±1°C, 습도 70±5%의 항온기에서 사육하였다. 처리 20일 후부터 매일 우화한 성충수와 충의 무게 등을 조사하였다.

##### 알 저장기간

산란 17시간 이내의 알을 투명 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm×높이 3 cm)에 필터페이퍼를 깔고, 줄알락명나방 알 200개씩 넣어, 4°C와 9°C의 항온기에 보관하였다. 처리 후 3일, 7일, 14일, 21일에 각각 50개체씩 꺼내어 25°C에 가온 후 매일 부화한 알을 조사하고, 부화유충과 탈피각은 다음 조사 시 혼동될 우려가 있어 제거하였다.

##### 알 적정 접종밀도

사각 플라스틱 용기(16×24×9 cm)에 미강 50%+병아리 사료 50%로 혼합한 사료를 200 g 넣고, 줄알락명나방 알 1,000, 3,000, 5,000개를 각각 접종하여, 25±1°C, 습도 70±5%의 항온기에 보관하였으며, 시험

은 각각 3반복으로 실시하였다. 처리 후 20일경부터 매일 우화한 성충수와 충의 무게를 조사하였다. 우화충의 산란수 조사는 투명 플라스틱 통의 밑 부분에 그물망을 붙인 별도 제작한 케이지(직경 15 cm×높이 7 cm)에 성충을 넣어, 매일 산란된 알의 무게를 조사하였다.

#### 줄알락명나방 사육시스템

줄알락명나방의 사육단계는 ① 사료 배합 ② 알 접종 및 유충사육 ③ 번데기 이동 ④ 성충 우화 ⑤ 알 수확의 과정으로 구분하였으며, 사육재료 및 크기, 사육방법 등에 관한 자세한 내용은 결과 및 고찰에서 설명하고자 한다.

## 결과 및 고찰

#### 줄알락명나방의 생물적 특성

##### 알, 유충, 번데기 발육기간

줄알락명나방의 알, 유충, 번데기의 발육기간을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 처리온도 20, 25, 30°C에서 알 기간은 각각 7.0, 4.2, 3.2일이고, 유충기간은 각각 42.4, 29.8, 21.6일이며, 번데기 기간은 각각 14.5, 8.3, 6.7일이었다. 온도별로 알부터 번데기까지의 발육기간을 비교해 보면 20°C와 25°C에서는 63.9일과 42.3일로 22.6일의 차이를 보였으나 25°C와 30°C에서는 42.3일과 31.5일로 10.8일의 차이를 보였다. 발육기간이 온도가 높을수록 짧아지는 것은 곤충의 일반적인 발육 현상과 같았다. Yusima et al. (1991)은 20, 25, 30°C에서 줄알락명나방 알 기간이 각각 7.4, 4.7, 3.4일, 번데기 기간이 각각 17.5, 8.9, 7.0일이라고 하여, 본 조사와 거의 유사한 경향을 보였다. 알 부화율은 20, 25, 30°C에서 각각 82.0, 94.0, 98.0%로 높은 온도에서 부화율이 높은 것으로 나타났다.

**Table 1.** Egg, larval, and pupal periods of *Cadra cautella*

Stage	Developmental period (Mean±SD)		
	20°C	25°C	30°C
Egg	7.0±0.55 (82.0) <sup>1)</sup>	4.2±1.11 (94.0)	3.2±0.49 (98.0)
Larva	42.4±4.64	29.8±7.03	21.6±3.94
Pupa	14.5±0.76	8.3±0.51	6.7±0.52
Total (egg → adult)	63.9	42.3	31.5

<sup>1)</sup>% Hatchability.

성충기간 및 산란수

줄알락명나방의 성충수명과 산란기간, 산란수를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 암컷 성충의 수명은 20, 25, 30°C에서 각각 6.6, 5.8, 4.2일이고, 수컷은 암컷에 비하여 하루 정도 짧은 것으로 나타났다. 산란기간은 2-3일로 짧고, 하루에 산란할 수 있는 양은 25°C에서 68.8개로 가장 많았고, 총 산란수는 20, 25, 30°C에서 128.9, 207.9, 126.9개로 25°C에서 가장 많은 산란하였다. Nakayama (1936)가 기술한 바와 같이 줄알락명나방 성충은 알을 공중에서 저장물 위에 떨어뜨리며 산란하였다. 암컷 성충의 한 마리당 총산란수는 Nakayama (1936)의 결과(70-80개)와 많은 차이를 보였는데, 이러한 차이는 먹이로 제공되는 사료의 영양 함량이나 사육 온·습도 등과 밀접한 관련이 있기 때문으로 생각한다.

줄알락명나방의 대량사육

줄알락명나방 사육사료 선발

줄알락명나방의 대량사육을 위한 적정사료 선발은 Table 3과 같다. 알부터 번데기까지의 기간은 쌀겨 사

Table 2. Adult longevity, oviposition period, and egg production of *Cadra cautella*

		Mean ± SD		
		20°C	25°C	30°C
Adult longevity (day)	♀	6.6 ± 1.16	5.8 ± 1.15	4.2 ± 1.07
	♂	5.6 ± 0.75	4.8 ± 0.62	3.0 ± 0.52
Oviposition period (day)		3.3 ± 1.11	3.1 ± 0.69	2.1 ± 0.67
Number of eggs/day/female		38.9 ± 15.12	68.8 ± 15.12	64.1 ± 26.17
Total number of eggs/female		128.9 ± 66.48	207.9 ± 61.47	126.9 ± 55.06

Table 3. Effect of different food substrates on developmental period, emergence rate, and adult weight of *Cadra cautella* at 25°C

Food substrate	Developmental period (egg → pupa) (Mean ± SD, day)	Emergence rate (%)	Adult weight (mg)
Rice bran	31.3 ± 1.74d <sup>1)</sup>	74.3	12.14
Wheat bran	32.4 ± 1.94c	79.3	11.08
Chick feed	38.6 ± 2.63b	85.0	12.75
Rice bran (50%) + chick feed (50%)	32.8 ± 1.84c	85.7	12.76
Rice bran (50%) + corn flour (50%)	33.0 ± 1.76c	86.3	11.98
Rice bran (50%) + wheat bran (50%)	32.4 ± 1.38c	79.7	10.89
Rhick feed (50%) + wheat flour (50%)	40.5 ± 3.53a	79.0	12.33

<sup>1)</sup> Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level of confidence using a Duncan's multiple range test.

료가 31.3일로 가장 짧았고, 병아리 사료 50%+밀가루 50%에서는 40.5일로 가장 긴 것으로 나타났다. 성충 우화율은 쌀겨에서 74.3%로 가장 낮은 반면, 쌀겨 50%+옥수수 가루 50%에서 86.3%로 가장 높았다. 성충의 무게는 쌀겨 50%+밀기울 50%가 가장 가벼웠고, 쌀겨 50%+병아리사료 50%가 가장 무거웠다. 이러한 미미한 차이들은 시험에 사용한 사료가 대부분 쌀, 밀, 옥수수의 부산물들로 저장과정에서 줄알락명나방의 가해대상 먹이기 때문에, 충의 발육에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 적정 먹이의 선발에 있어서 사료의 가격을 감안하면 쌀겨나, 밀기울이 가장 저렴하다. 그러나 줄알락명나방의 실내 누대사육에 따른 영양 불균형으로 충이 작아지거나 활력이 떨어질 수 있는 현상이 나타날 수 있기 때문에 쌀겨와 여러 가지 곡류가 혼합된 병아리사료를 각각 50대 50의 비율로 섞어서 사용하면 더 효과적일 것으로 판단된다. Yusima *et al.* (1991)에 따르면 지중해가루명나방은 사료의 종류에 따라 발육기간과 우화율이 다르다고 하였으며, 온도 28°C와 습도 70% 조건에서 쌀겨와 밀기울을 각각 사료로 주었을 때 유충발육기간은 각각 44.5일과 31.5일이었고, 성충 우화율은 각각 88.0%와 83.0%이었다. Qiu *et al.* (1980)은 쌀명나방(*Corcyra cephalonica*)을 밀기울 90%와 옥수수가루 10%, 쌀겨 90%와 옥수수가루 10%를 혼합한 사료를 제공하였을 때 성충 우화율이 각각 62.2%와 50.5%라고 하였다. 실험에 사용한 나방의 종류가 본 종과 달라 직접적인 비교는 곤란하지만, 나비목 저장물해충 대부분이 먹이 조건에 따라 발육기간과 우화율이 다른 것으로 나타나기 때문에, 금후 사료의 영양과 충 발육과의 관계에 대한 보다 구체적인 조사가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

알 저장기간

대량생산한 알을 재 접종과 천적생산과정에서 필요할 때마다 이용하기 위해서는 알을 살아있는 상태로 오랫동안 보관해야 한다. 저온 저장에 따른 줄알락명

Table 4. Hatchability of eggs of *Cadra cautella* after being stocked in low temperature

Storage temperature (°C)	Hatchability (%)			
	3DAT <sup>1)</sup>	7DAT	14DAT	21DAT
4	96.0	46.0	0	0
9	94.0	82.0	46.0	0

<sup>1)</sup>DAT : days after treatment.

**Table 5.** Yields of *Cadra cautella* in a rearing cage (16 × 24 × 9 cm) with three different inoculation levels of eggs

No. of eggs inoculated/cage	Egg → pupal period (Mean ± SD)	No. of adults emerged	Emergence rate (%)	Weight of adult (mg)	Total weight of eggs (mg)
1,000	34.6 ± 2.53	621	62.1	9.10	2,078
3,000	36.3 ± 2.65	1,271	42.4	7.68	3,705
5,000	36.6 ± 2.44	1,470	29.4	6.76	3,382

나방 알 부화율을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 저온 저장기간별 부화율은 7일 저장 후 4°C에서는 46.0%가 부화하였으나 9°C에서는 82.0%가 부화하였고, 14일 저장에서도 9°C에서는 46.0%가 부화하여 4°C보다는 9°C에 저장하는 것이 보다 효과적인 것으로 조사되었다. 명충알벌의 경우 줄알락명나방 알 기생물이 갓 산란한 알에서 가장 높으며 보관기간이 길어질수록 기생률은 낮아진다고 하였는데(Han, unpublished date), 이는 기주의 생존과 관련이 있을 것으로 추정된다. 또한 줄알명나방 재생산을 위한 알 보관기간은 9°C에서 7일 이내에 사용하는 것이 바람직하며, 21일 보관할 경우 전혀 부화하지 않았다.

#### 알 적정 접종밀도

줄알락명나방의 대량사육을 위한 알 접종밀도별 유충발육기간과 성충 우화율 등을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 알부터 우화까지의 발육기간은 케이지당 1,000개 접종에서 34.6일로 가장 짧았고, 3,000개와 5,000개에서는 각각 36.3일과 36.6일로 유사하였다. 성충 우화율은 알 1,000개 접종시 62.1%로 가장 높았으며, 알 접종량이 많을수록 우화율은 낮았다. 성충 마리당 무게도 알 1,000개 접종에서 9.10 mg으로 가장 무거웠으나, 알 5,000마리 접종에서는 6.76 mg으로 가장 가벼웠다. 줄알락명나방 알의 접종밀도에 비례하여 성충 우화수나 산란량은 증가하지 않았는데, 이러한 원인은 일정한 케이지 내에 과밀도로 접종할 경우, 먹이가 부족하여 발육에 필요한 충분한 영양을 섭취하지 못하기 때문에, 유충기에 사망하는 개체가 증가하고, 충이 왜소하여 성충 우화율이 낮으며, 체중도 가벼워지는 것으로 판단된다. Qiu et al. (1980)은 사료 1,000 g에 쌀명나방 알을 각각 1,000, 2,000, 3,000개를 접종하였을 때, 성충 우화율이 63.5, 59.0, 32.7%라고 보고하였는데, 본 실험충인 줄알락명나방과 종의 특성이나, 사료 및 실험조건이 달라 직접 비교하기에는 곤란하지만, 낮은 접종밀도에서 성충 우화율이 높아지는 현상은 같은 경향이었다. 가장 유리한 알 접종밀도는 우화율이나 성충의 무게를 기준으로 보면, 케이지(16

× 24 × 9 cm)에 1,000개의 알을 접종하는 것이 가장 효율적인 것으로 조사되었다. 그러나 사육과정에서 알 접종 시간, 사육케이지 보관 공간, 번데기 분리작업 등에 투입되는 시간과 공간을 절감할 수 있는 방안으로 케이지당 3,000개의 알 접종도 무난하다고 생각한다.

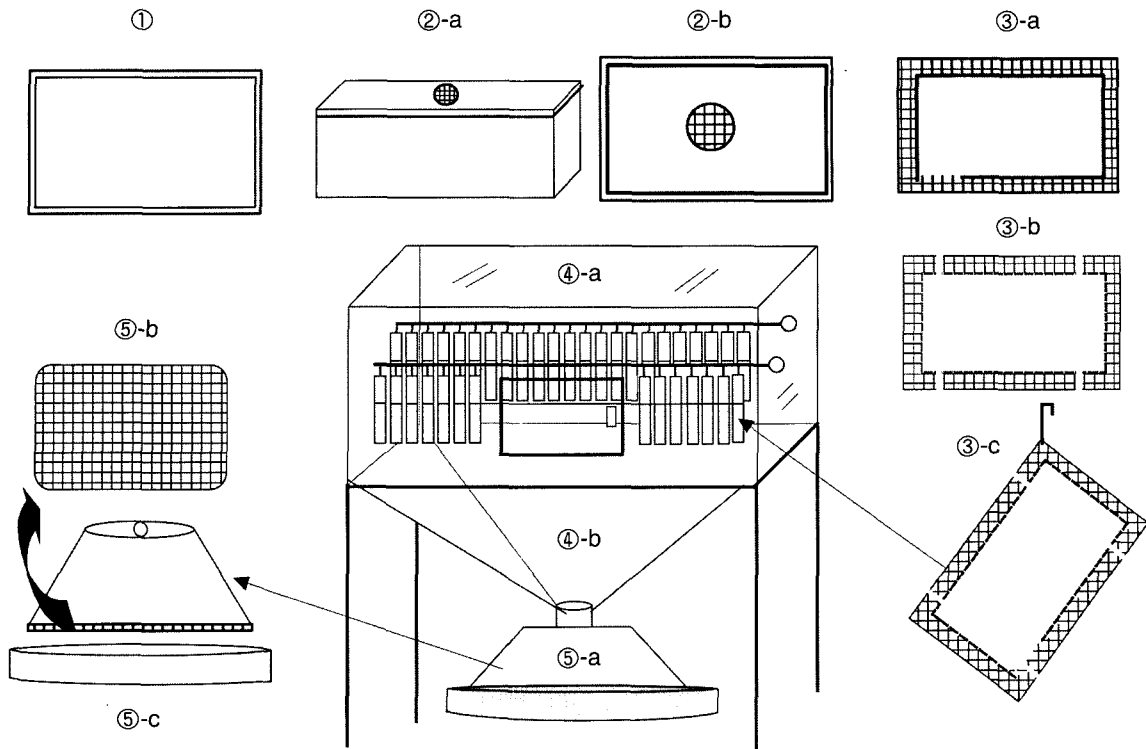
#### 줄알락명나방 사육시스템

줄알락명나방 대량사육 사육시스템은 Fig. 1에서와 같이 1-5단계의 과정으로 구성하였으며, 각각의 사육 단계별 기구의 크기, 재질, 작업내용, 발육환경 등은 다음과 같다.

① 사료 배합 : 사료조성은 용기당 쌀겨 100 g + 병아리사료 100 g + 글리세린 20 cc를 혼합한다.

② 알 접종 및 유충 사육 : 줄알락명나방 유충 사육 용기(Fig. 1, ②-a)의 크기는 가로 16 cm, 세로 24 cm, 높이 9 cm의 투명 플라스틱 재질이다. 용기에 줄알락명나방 알 60 mg (약 3,000개)을 골고루 뿌려 접종한다. 유충 사육용기의 뚜껑은 직경 2.5-3 cm의 환기구를 만들고 방충망을 붙인다(Fig. 1, ②-b). 접종이 완료된 줄알락명나방 유충 사육케이지를 온도 25°C, 습도 70%, 광주기는 16(L) : 8(D)로 조절된 환경조건에서 30-40일 보관하면 대부분 번데기가 된다. 그러나 동일한 시기에 접종하고, 동일한 장소에 보관하여도 보관 위치나 공기의 유통상태 등에 의해서 각 용기마다 발육기간 차이가 많은 경우도 있다.

③ 번데기 이동 : 유충 사육용기에서 발육을 완료한 줄알락명나방 번데기와 사료 덩어리를 우화상에 고정하기 위한 플라스틱 망에 옮겨준다. 플라스틱 망의 구멍크기는 나방이 우화하여 빠져 나올 수 있는 사방 1 cm 정도이며, 전체 크기는 가로 18 cm, 세로 27 cm이다(Fig. 1, ③-a). 작업방법은 한쪽 플라스틱 망을 바닥에 놓고, 그 위에 번데기의 파손 방지와 나방 알의 손실을 막기 위하여 직사각형에 한쪽 코너가 절단되어 있는 폭이 2 cm에 가로 15 cm, 세로 23 cm 되는 아크릴이나 목재로 된 고정틀을 놓는다. 고정틀 안에 번데기와 사료덩어리를 옮겨 놓은 다음, 반대쪽 플라스틱 망으로 덮고 양쪽에 고무밴드로 고정한다(Fig. 1, ③-



**Fig. 1.** Mass-rearing system for *Cadra cautella*. ① preparing of food substrates ② egg inoculation and rearing of larvae (a, plastic cage; b, cover) ③ transferring food substrates with pupae (a, plastic mesh screen; b, screens paired by rubber strings; c, screens with wire ring) ④ adult emergence and oviposition (a, emergence cage; b, egg collection funnel) ⑤ harvesting of eggs (a, egg collection cage; b, wire mesh screen; c, stainless tray).

b). 고정틀의 절단부위가 밑으로 향하도록 하여 윗 부분에 S자형의 철사를 끼운 다음(Fig. 1, ③-c), 줄알락명나방 성충 우화상 안에 있는 봉에 걸어준다.

④ 성충 우화 : 성충 우화상은 투명 아크릴 재질로 크기는 가로 90 cm, 세로 60 cm, 높이 65 cm에 앞에는 가로 35 cm, 세로 26 cm의 출입문을 만들고, 상부에는 2개의 봉을 횡으로 설치한다(Fig. 1, ④-a). 아래쪽에는 산란된 나방 알이 모일 수 있도록 함석으로 된 가로 90 cm, 세로 60 cm, 높이 40 cm인 삼각 깔때기를 연결하고 그 밑에 채란상을 고정하였다.

⑤ 알 수확 : 알 채란용기는 플라스틱 재질로 크기는 가로 29 cm, 세로 18 cm, 높이 22 cm이며(Fig. 1, ⑤-a), 위쪽에는 삼각 깔때기의 구멍과 동일한 크기로 뚫어서 채란용기를 서로 붙이고 뚫 수 있도록 하였다. 용기의 아래쪽에는 알은 통과되고 나방은 걸러지는 약 50 mesh의 철망(Fig. 1, ⑤-b)을 붙이고, 그 밑에 스테인레스 트레이를 놓아 채란용기를 통과한 알이 모이도록 하였다(Fig. 1, ⑤-c). 수거한 알은 미세 망사가 붙은 체에 넣어 진공 청소기를 이용하여 나방의 인편

을 제거한다.

천적을 이용하기 위해서는 대량으로 생산할 수 있는 사육기술이 필요하며, 여기에는 천적의 먹이해결이 중요한 열쇠의 하나이다. 본 실험을 통해 줄알락명나방은 발육기간, 산란수와 같은 생물적 특성과 대량증식을 위한 사육조건 면에서 국외에서 많이 이용하고 있는 보리나방이나 지중해가루명나방에 비해 대체먹이로서의 가능성이 충분하다고 생각한다. 이러한 추론은 줄알락명나방 알이 남방애꽃노린재(*Orius sauteri*)의 먹이로 급여할 때, 유충발육이나 산란수가 천연기주에 비하여 떨어지지 않았고(Kim, unpublished data), 명충알벌(*Trichogramma chilonis*)의 산란기주로 이용할 때, 우화율이 25°C에서 91.7% 이상으로 매우 높아 정상적으로 사육이 가능하였다(Han et al., 2001)는 사실로 더욱 뒷받침된다. Tommasino and Nicoli (1993)에 따르면 줄알락명나방과 유사종인 지중해가루명나방 알을 애꽃노린재류의 대체먹이로 제공하였을 때, 천연기주인 꽃노랑총채벌레 먹이에 비하여 수명도 길고 산란수도 2배 이상 많았다고 하였다. 이와 같이 대

체먹이로서 줄알락명나방 알의 효과를 정확히 판단하기 위해서는 포식천적인 애꽃노린재류(*Orius* spp.)나 기생천적인 알기생봉류(*Trichogramma* spp.)의 발육, 산란, 행동에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참고로 본 논문의 줄알락명나방 사육방법 및 장치는 특허출원(01-7901) 중에 있으며, 사육기술의 이전을 원할 경우 소정의 절차가 필요함을 알려드립니다.

### Literature Cited

- Choi, K.M., M.H. Lee, M.J. Han, S.B. Ahn and K.J. Hong. 1996. Stored product insect pests with pictorial key to larvae. NIAST. pp. 192~193.
- Han, M.W., H.P. Lee, Y.K. Park and H.G. Goh. 1998. Artificial rearing of *Trichogramma* spp. NIAST Rep. Crop Protec. pp. 450~460.
- Han, M.W., J.H. Kim, K.M. Choi, J.H. Lee and M.H. Lee. 1996. Biological control *Helicoverpa assulta* Guenee by *Trichogramma chilonis* Ishii. NIAST Rep. Crop Protec. pp. 724~741.
- Han, M.W., J.H. Kim and Y.H. Kim. 2001. Development of biological control method against lepidopterous pest using egg parasitoid. NIAST Rep. Crop Protec. pp. 206~209.
- Honda, J.Y., Y. Nakashima and Y. Hirose. 1998. Development, reproduction and longevity of *Orius minutus* and *Orius sauteri* (Heteroptera: Anthocoridae) when reared on *Ephestia kuehniella* eggs. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 33: 449~453.
- Karl, K., A.T. Lilian and B. Rosenda. 1992. Manual for mass rearing *Trichogramma*. Philippine-German biolo. Plant Protec. Project. 106 pp.
- Kim, J.H., Y.H. Kim, M.W. Han and G.S. Lee. 1998. Mass rearing of *Orius strigicollis*. NIAST Report for crop protection. pp. 461~479.
- Nagai, K., Y.M. Hirose, M. Takagi, Y. Nakashima and T. Hiramatsu. 1998. Selection of alternative prey for rearing *Orius tantillus* (Motschulsky). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 42: 85~97.
- Nakayama, S.S.K. 1936. Major Agricultural pests and control in Korea. pp. 31~54.
- Paik, W.H. 1984. Insect pests in Korea. Hyangmun-sa publishing Co. Seoul. pp. 394~395.
- Qiu, S.B., Y.Q. Tien, W.R. Zuou, J.J. Weiru, C.X. Wang and Z.G. Wang. 1980. Improved technique for mass rearing rice moth. Acta phytophyl. sin. 7: 153~158.
- Richard, K.M. 1985. Effective mass production of eggs of the angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier). The Southwes. Entomol. 8: 28~34.
- Tommasini, M.G. and G. Nicoli. 1993. Adult activity of four *Orius* species reared on two preys. Bulletin IOBC/WPRS 16: 181~184.
- Yusima, S., S.N. Kamano and Y.O. Tamaki. 1991. Rearing methods of insects. Jpn. Plant Protec. Asso. 392 pp.

(Received for publication 20 June 2003;  
accepted 26 August 2003)