

도둑나방 (*Mamestra brassicae* L.)의 온도별 발육 특성과 고랭지배추 재배포장에서의 발생소장

권민* · 권혜진 · 이승환¹

농촌진흥청 고랭지농업연구소 환경보전과 작물보호연구실, ¹서울대학교 농생명공학부 곤충계통분류연구실

Temperature-dependant development and seasonal occurrence of Cabbage armyworm (*Mamestra brassicae* L.) at Highland Chinese cabbage fields

Min Kwon*, Hye-Jin Kwon and Seung-Hwan Lee¹

Lab. of Crop Protection Research, Environment Management Division, National Institute of Highland Agriculture, RDA, 232-955 Pyeongchang, Korea

¹Lab. of Insect Biosystematics, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, 151-742 Seoul, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the developmental characteristics of cabbage armyworm, *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) by different temperatures and its seasonal occurrence in pepper field. Under four constant temperatures, 15, 20, 22 and 25°C, developmental periods from egg to adult were 88.3, 63.0, 52.3, and 42.8 days, respectively, with egg periods being 9.2, 6.2, 5.0 and 3.9 days, and larval periods being 40.5, 30.1, 23.3 and 21.2 days, respectively. Developmental threshold and thermal requirement in degree-days (DD) were 7.9°C and 69.4 DD for egg, 4.8°C and 434.8 DD for larva and 6.7°C and 344.8 DD for pupa. Fecundity of female increased as temperature increased laying 1262.1 eggs at 15°C, 1663.8 eggs at 20°C and 1763.2 eggs at 25°C. Mean numbers of eggs per egg-mass were 99.4, 114.7 and 167.9 under the three constant temperatures, respectively. In Daegwallyeong highland area, this noctuid occurred from mid June to late August and has two generations a year reaching peak two times, one at late June and the other at early August.

KEY WORDS : *Mamestra brassicae*, Chinese cabbage, Developmental period, Fecundity, Seasonal occurrence

초 록 : 도둑나방(*Mamestra brassicae* L.)의 온도별 발육특성과 고랭지배추포장에서의 발생소장을 조사하였다. 15, 20, 22, 25°C 항온조건에서 알의 발육기간은 각각 9.2, 6.2, 5.0, 3.9일이었고, 유충의 발육기간은 각각 40.5, 30.1, 23.3, 21.2일이었다. 또한 알에서 성충으로 발육하기까지 각각 88.3, 63.0, 52.3, 42.8일이 소요되었다. 발육영점온도와 유효적산온도는, 알에 대해서 7.9°C와 69.4 DD, 유충에 대해서 434.8 DD, 번데기에 대해서 6.7°C와 344.8 DD이었다. 암컷의 총 산란수는 온도가 상승할수록 커졌는데, 15°C에서 1262.1개, 20°C에서 1663.8개, 25°C에서 1763.2개를 낳았다. 또한 난피당 알의 수는 온도별로 각각 99.4, 114.7, 167.9개였다. 도둑나방 성충은 대관령 고랭지 배추재배지역에서 6월 중순부터 8월 하순까지 발생하였으며, 일년에 2회 발생하였는데, 6월 하순과 8월 초순에 각각 최대 발생량을 보였다.

검색어 : 도둑나방, 배추, 발육기간, 산란수, 발생소장

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

도둑나방(*Mamestra brassicae* L.)은 배추, 양배추, 녹색 꽃양배추(브로콜리), 꽃양배추(코리플라워), 양미나리(셀러리), 시금치 등 채소작물은 물론 장미, 백합 등의 화훼작물을 가해하는 광식성 해충으로 세계 전 지역에 분포한다 (Finch and Thompson, 1992). 우리나라에서는 강원 고랭지 등 여름 배추를 재배하는 지역에서 특히 큰 문제가 되는데, 배추의 속으로 파고 들어가 엽육을 식해하므로 외관상 피해증상을 관찰하기가 어렵고 약제방제가 어렵다. 녹색꽃양배추나 꽃양배추의 경우는 잎을 불규칙한 형태로 가해하는데 발생이 심하면 엽맥만 남기고 거의 폭식한다. 또한 배추무름병(*Erwinia carotovora*)을 매개하므로(Hamada and Sato, 1965) 배추의 안정적 생산에 큰 영향을 주는 해충이다.

외국에서의 연구는 주로 양배추에 발생하는 도둑나방의 발생생태(Hirato, 1965 ; Fujiya *et al.*, 1968) 및 생리(Fukumachi and Kamiwada, 1978 ; Birch *et al.*, 1989 ; Ding *et al.*, 2003.), 인공사료(Wu *et al.*, 1988.), 성페로몬(Van de Veire and Dirinck, 1986 ; Nedopekina *et al.*, 1986), 경종적·화학적 방제법(Schreiner, 1915 ; Nikitina, 1940; Theunissen and Ouden, 1980 ; Vasconcelos *et al.*, 2005) 등에 대해 이루어졌고, 최근에는 포식성 천적(Klingen *et al.*, 1996.) 및 기생성 천적(Takada *et al.*, 2000 ; Takada *et al.*, 2001)을 이용한 생물적 방제법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

우리나라에서는 도둑나방을 주요해충으로 취급하지 않고 그에 대한 연구도 아직까지 거의 수행된 바 없는데, 그 이유는 크게 세 가지로 추론할 수 있다. 첫째는 이 해충이 주로 서늘한 기온대를 보이는 산간고랭지에서 발생하는 생태적 특성 때문에(Hayakawa *et al.*, 1988), 일부 작물에서만 간헐적으로 발생하는 소발생 해충으로 취급해 왔고, 둘째는 과거 이러한 지역에서는 자연경관을 그대로 유지하면서 다양한 작물을 소규모로 재배하였기에 천적의 자연적 발생으로 이 해충의 밀도를 낮게 유지해 왔을 것으로 추정된다(Bianchi *et al.*, 2005). 셋째는 90년대 이후 고랭지배추 재배면적의 증가에 따른 집중적인 약제방제로 이 해충의 발생량이 더욱 적어진 것으로 생각된다. 그러나 최근 친환경농업의 보급에 따른 유기농업의 확산으로 유기농 배추재배농가 포장에서 도둑나방의 발생이 급증하고 있는 추세이다(Ryu *et al.*, 2003). 이에 도둑나방의 종합적 방제를 위한 기초자료로서 고랭지배추 재배지역에서의 성충 발생소장을 조사하였고, 온도별 발육기간, 발육영점온도, 유효적산온도, 산란 양상 등 생태적 특성을 실내에서 검토하였다.

재료 및 방법

실험곤충 및 사육조건

실험곤충인 도둑나방은 2002년 9월 고령지농업연구소 브로콜리 포장에서 난피를 채집하여 온실에서 포트 재배한 12~14엽기의 배추(품종: 고랭지여름배추)를 먹이로 급여하면서 2년 이상 누대 사육한 개체를 사용하였다. 난피가 붙은 유산지를 배추위에 올려놓고 부화시켰으며, 부화유충이 배추를 대부분 식해하면 밑둥을 잘라 그대로 새로운 배추위에 올려놓는 방법으로 사육하였다. 종령 유충기에 이르면 투명사각 아크릴케이지(50×50×80 cm)에 물에 적신 플러그묘용 상토를 10 cm 정도 깔아주고 그 위에 배추 잎과 유충을 함께 넣어주면 상토 속으로 들어가 번데기가 되었다. 우화성충의 산란을 위해 암수 각 한 쌍을 유산지로 전면을 도배한 사각플라스틱통(20×15×8 cm)을 이용하였으며, 산란지에 넣은 난피를 그대로 채란하였다. 이때 성충의 먹이로 이용할 수 있도록 10% 꿀물에 적신 솜덩이를 함께 넣어 주었다. 사육실 조건은 23±1℃, 상대습도 60±10%, 광주기 16L:8D이었고, 사육시기 조절을 위한 알의 보관은 15℃ 생육상(Daeil Engineering DGC-701)을 이용하였다.

온도별 발육기간 조사

온도를 달리한 도둑나방 영기별 발육시험은 15, 20, 22, 25℃ 등 4개 온도 수준에서 수행하였으며(습도 60±10%, 광주기 16L:8D), 얻어진 결과를 근거로 발육영점온도와 유효적산온도를 구하였다(Pruess, 1991). 난기간은 60개 난피를 대상으로 조사하였으며, 유충 사육단계에서 온도별로 치사개체가 조금씩 발생하여 최종 번데기 기간은 30마리 종령 유충으로 조사하였다. 번데기는 원형사육통(Φ 9 cm×5 cm)의 바닥에 놓고 상토 3 cm 정도로 가볍게 덮은 후 생육상에서 우화여부를 관찰하였다.

산란양상 조사

우화 직후 성충의 암수 한 쌍을 사각플라스틱통(20×15×8 cm)에 넣고 산란특성을 조사하였다. 사각플라스틱통의 내부를 유산지로 도배하였으며, 매일 난피를 수거한 후 새로운 유산지로 교체하였다. 야외에서 도둑나방은 잎 하나에 난피를 모두 산란하지 않고 여러 잎에서 크고 작은 난피를 많이 관찰할 수 있는 것으로 보아 성충이

여러 날에 걸쳐 많은 난괴를 낳는다. 따라서 산란일수, 난괴의 수 및 난괴당 알의 수를 성충이 사망할 때까지 조사하였다. 온도 3수준(15, 20, 25°C)을 대상으로 상대습도 70±10%, 광주기 16L:8D 조건의 실내에서 수행하였으며, 암수 성충 10쌍을 대상으로 조사하였다. 성충의 먹이로 10% 꿀물을 솜덩이에 적셔 소형 페트리디시(φ 5 cm)에 담아 함께 넣어 주었다.

발생소장조사

도둑나방 성충의 발생소장은 대관령소재 고령지농업연구소 배추시험포장 가장자리에 유인등(20 W, 백색등)을 설치하여 조사하였다. 유충이 발생하는 시기를 감안, 성충의 발생이 예상되는 시기를 추정하여 6월 중순~8월 하순까지 매월 3회씩 실시하였다. 즉, 2002년도에는 6월(14일, 26일), 7월(4일, 16일, 25일), 8월(3일, 15일, 26일), 2003년도에는 6월(14일, 21일), 7월(5일, 15일, 30일), 8월(8일, 14일, 22일)에 조사하였다. 유이등에 유인되어 백색 스크린(200×180 cm)에 붙은 도둑나방 성충을 계수하였으며, 일몰 후부터 세 시간 동안 계속 조사하였다.

결과 및 고찰

온도별 발육특성

도둑나방 각 발육단계별 생육기간은 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다(Table 1). 실험 최저온도인 15°C에서의 발육은 실험 최고온도인 25°C에서보다 거의 모든 발육단계에서 두 배 이상 오랜 발육기간을 나타내었다. 종령 유충의 생육기간은 다른 영기의 유충보다 현저히 길었으며, 알에서 성충으로 우화되기까지는 20°C에서 약 두 달이 소요되었다. 도둑나방은 하면과 동면을 하는 대표적인 곤충으로서, 특히 유충을 20°C 조건에서 광주기 16L:8D로 사육하면 하면이 유도되고, 12L : 12D로 사육하면 동면이 유도된다(Ding et al., 2003). 따라서 본 실험에서 얻은 번데기기간은 광주기 16L : 8D로 사육하여 얻은 하면용의 기간이라고 할 수 있다.

도둑나방의 발육영점온도와 유효적산온도는 Table 2와 같다. 하면 중인 번데기의 발육영점온도는 6.7°C 이었고 유효적산온도는 344.8이다. 하면용이 아닌 월동번데기에 대해서는 이미 Fukumachi & Kamiwada (1978)가 발육영점온도는 이보다 높은 8°C였고, 유효적산온도는 239.1이라고 보고한 바 있다.

도둑나방 암수 각 10쌍을 대상으로 산란특성을 조사한 결과, 성충 우화 후 2일째부터 산란을 시작하였고, 우화 후 3~7일 사이에 대부분의 알을 낳았다(Fig. 1). 우화

Table 1. Developmental periods (days, M±SD) of egg, larva, and pupa of *M. brassicae* at four constant temperatures, 60±10% RH and 16L:8D in the laboratory (n=30)

Temp. (°C)	Egg	Larvae							Pupae	Egg to Adult
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Sum		
15	9.2±0.6a ¹	7.8±0.8	3.9±0.9	4.5±0.9	4.6±0.8	6.0±0.9	14.0±0.8	40.5±2.2a	38.9±1.8a	88.3±3.2a
20	6.2±0.7b	4.3±0.7	3.5±0.7	3.4±0.8	3.5±0.6	4.2±0.6	11.2±1.0	30.1±1.8b	26.8±1.6b	63.0±2.2b
22	5.0±0.4c	3.3±0.5	2.7±0.6	2.6±0.6	3.0±0.8	3.7±0.8	8.1±0.8	23.3±1.6c	23.8±1.2c	52.3±2.2c
25	3.9±0.4d	3.2±0.4	2.5±0.6	2.4±0.8	2.6±0.7	3.2±0.8	7.3±1.0	21.2±2.0d	17.9±1.6d	42.8±2.2d

¹ Means with the same letter are not significantly different (p=0.05 ; Duncan's Multiple Range Test [SAS Institute, 1991]).

Table 2. Lower developmental thresholds (LT, °C) and thermal requirements in degree-days (DD) for each stage of *M. brassicae*

Stage	Regression equation ¹	LT (°C)	Thermal constant (DD)
Egg	Y = 0.0144X - 0.1143 (r ² =0.9738)	7.9	69.4
Larvae	Y = 0.0023X - 0.0110 (r ² =0.9586)	4.8	434.8
Pupae	Y = 0.0029X - 0.0194 (r ² =0.9626)	6.7	344.8

¹Y = aX + b, where Y is the rate of development (1/days), a is the slope, b is the intercept, and X is the temperature (°C).

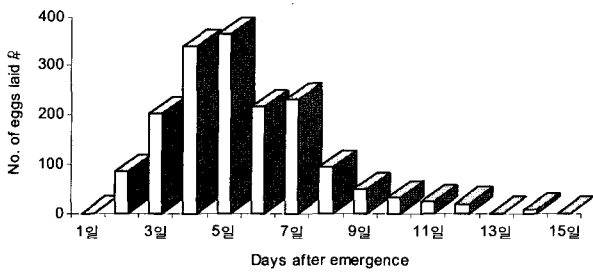


Fig. 1. Daily female fecundity from emergence of *M. brassicae* (n=10) reared at 20±1°C, RH 70±10%, 16L:8D condition in the laboratory.

¹ Y : Developmental velocity, X : Temperature (°C),
r² : Coefficient of determination.

후 4~5일째에 가장 많은 알을 낳았고, 그 이후부터 서서히 산란수가 줄었다. Rojas *et al.* (2000)은 도둑나방 산란을 위해 양배추를 넣어주면 넣어주지 않은 때보다 산란량이 많았으며, 우화 5일째에 가장 많은 알을 낳았다고 보고 하였는데, 이는 양배추 등의 기주식물 대신 산란장소로 유산지를 이용해 얻은 본 실험의 결과와도 일치하였다. 또한 산란을 시작한 날로부터 연속적으로 6일 동안 집중 산란을 하였는데, 난괴당 알의 수도 그 시기에 가장 많았으며, 산란일이 경과할수록 난괴당 알의 수는 점점 줄었다 (Fig. 2). 하루 산란량이 많으면 다음날은 줄어들고 또

그 다음날은 산란량이 많고 다음날은 줄어드는 격일주기를 보였다. 산란 시작 첫째 날(394.1마리)과 셋째 날(349.9마리)에 산란수가 가장 많았고, 여섯째 날 이후는 급격히 줄었다. 도둑나방의 산란수는 온도에 따라 달랐는데, 온도가 높아질수록 산란수와 난괴당 알의 수가 많아지는 경향이 있었다. 20°C 조건에서는 난괴 수가 가장 많았고, 25°C 조건에서는 난괴 수는 적었으나 난괴당 알의 수가 167.9개로 가장 많아 산란수가 가장 많았다(Table 3).

발생소장

여름철 고랭지배추를 재배하는 대관령지역에서의 배추나방 발생은 6월 하순과 8월 상순에 집중하여 연 2회 발생하는 것으로 조사되었다(Fig. 3). 1회 발생기보다는 2회 발생기에 성충 채집량이 많았는데, 이는 유충발생량이 7월보다는 9월에 다량 발생하고 피해도 훨씬 크다는 Lee *et al.* (2004)의 보고를 뒷받침하는 결과이다. 도둑나방 성충의 2세대 발생이 작물에 피해가 큰 일차적인 이유로는 1세대 성충보다 2세대 성충이 산란량이 많기 때문으로 설명할 수 있는데, Hirato (1965)는 1세대 성충의 산란양보다 2세대 성충의 산란량이 거의 4배 정도 많았다고 보고하였다. 본 조사에서 2003년의 경우 2회 발생기의

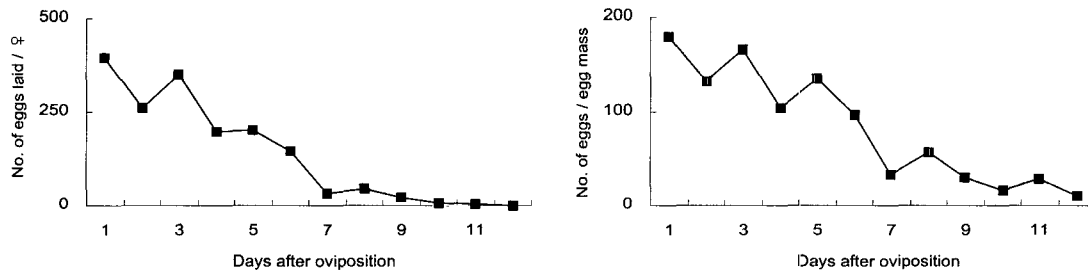


Fig. 2. Daily female fecundity from oviposition of *M. brassicae* (left) and number of eggs per an egg-mass (right). Both experiments were done at the condition of 20±1°C, RH 70±10%, and 16L:8D.

Table 3. Number of egg and egg-mass (M±SD) of *M. brassicae*. female1 during whole life time at three constant temperatures in the laboratory (n=10)

Temp. (°C)	No. of eggs per female	No. of egg-mass per female	No. of eggs per egg-mass
15	1262.1±185.6b2	12.7±3.0	99.4
20	1663.8±185.2a	14.5±5.9	114.7
25	1763.2±195.4a	10.5±1.9	167.9

¹ Rearing condition: RH 70±10%, Photoperiod 16L:8D.

² Means with the same letter are not significantly different (p=0.05; Duncan's Multiple Range Test [SAS Institute, 1991]).

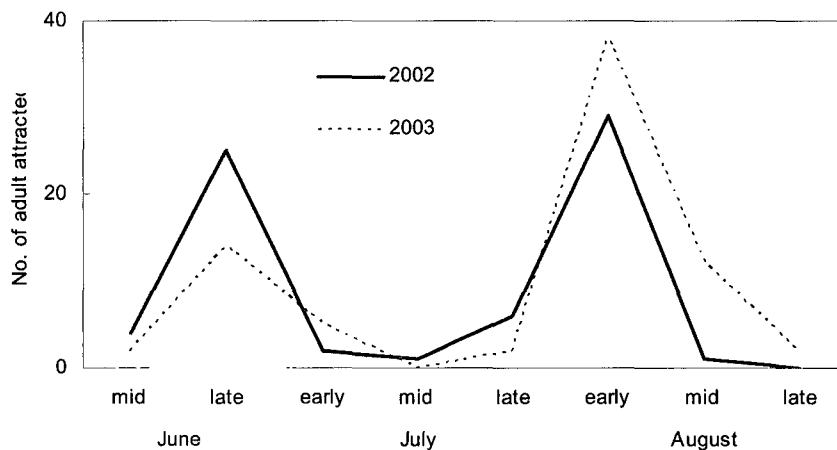


Fig. 3. Seasonal occurrence of *M. brassicae* adult in the Chinese cabbage field at Daegwallyeong highland area, in 2002 to 2003.

성충이 1회 발생기보다 거의 3배 정도 많았다. 그러나 2002년 조사에서는 1회 발생기에는 많은 발생량을 보이다가 2회 발생기에서는 1회 발생기와 거의 비슷한 밀도를 보였다. 이는 2002년 8월 상순(421.4 mm)의 많은 강우량과 관련이 있는 것으로 추정되는데, 2003년 8월 상순(19.8 mm)보다 거의 20배 이상의 강우량을 보였다.

여름배추를 주로 재배하는 대관령지역에서 배추생육기간(6~8월)의 월평균기온은 20°C 전후이다. 비록 실내시험의 결과는 25°C에서 산란수가 많고, 발육기간이 짧은 것으로 나타났지만, 우리나라 평안지에서는 이 해충의 발생이 거의 없다는 점을 감안한다면 20°C 부근의 온도가 도둑나방의 발생에 호조건을 제공하는 것으로 추측된다. 도둑나방은 알에서 부화 후 2령충까지는 산란한 작물체포기에서만 군집생활을 하는데 이 시기는 매우 섭식량이 적고 또한 살충제에 대한 감수성이 높은 특징을 보인다. 그러나 분산생활을 하는 3령충 이후부터는 섭식량도 폭증하고 살충제에 대한 저항성이 높아지기 때문에 이 시기부터 본격적인 피해를 준다. 따라서 20°C에서 알 기간 6일, 1~2령 유충기 약 8일을 감안한다면, 성충발생 확인 2주 후부터는 3령충에 의한 본격적인 작물의 피해를 추정할 수가 있을 것이다. 최근 친환경농업의 보급에 따른 유기농업의 확산으로 고랭지 유기농배추 재배농가 포장을 중심으로 도둑나방의 발생이 급증하는 추세인 바, 이 해충을 관리할 수 있는 경종적 및 생물적 방제에 대한 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청이 지원한 국책기술개발사업 <고랭지배추 해충의 천적자원 탐색 및 천적 이용기술 개발> 과제로 수행한 결과의 일부분임.

Literature Cited

- Bianchi, F.J.J.A., W.K.R.E. van Wingerden, A.J. Griffioen, M. van der Veen, M.J.J. van der Straten, R.M.A. Wegman and H.A.M. Meeuwsen. 2005. Landscape factors affecting the control of *Mamestra brassicae* by natural enemies in Brussels sprout. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 107: 145-150.
- Birch, M.C., D. Lucas and P.R. White. 1989. The courtship behaviour of cabbage armyworm, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae), and the role of male hair-pencils. *J. of Insect Behaviour*. 2: 227-239.
- Ding, D., Y. Li and M. Goto. 2003. Physiological and biochemical changes in summer and winter diapause and non-diapause pupae of the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae* L. during long-term cold acclimation. *J. of Insect Physiology*. 49: 1153-1159.
- Finch, S. and A.R. Thompson. 1992. Pests of cruciferous crops. pp. 87 - 138. *In Vegetable Crop Pests*, ed. by R.G. McKinlay. Macmillan Press, Houndmills.
- Fujiya, K., A. Toki, S. Hirata and I. Masuo. 1968. Biology of *Mamestra brassicae* in sugarbeet fields with particular reference to the seasonal prevalence of adults and eggs. *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.* 12: 171-173.
- Fukumachi, S. and H. Kamiwada. 1978. Phenology of the cabbage moth, *Mamestra brassicae* in Kagoshima. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu*. 24: 112-114.
- Hamada, M. and M. Sato. 1965. A study of *Erwinia carotovora*

- (Jones) Holland. XII. Transmission of the bacterial softrot of Chinese cabbage by insects. Sci. Rep. Miyagi Agric. Coll. 12: 22-25.
- Hayakawa, H., C. Goto, H. Tsutsui, S. Ishida and T. Ibuki. 1988. Control of the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae*, on upland crops by ultra low volume application of insecticides. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan. 39: 185-186.
- Hirato, S. 1965. Comparative studies on population dynamics of the important Lepidopterous pests on cabbage. 4. Some observation on egg population of *Mamestra brassicae* in cabbage fields. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 9: 151-161.
- Klingen, I., N.S. Johansen and T. Hofsvang. 1996. The predation of *Chrysoperla carnea* (Neurop., Chrysopidae) on eggs and larvae of *Mamestra brassicae* (Lep., Noctuidae). J. of Appl. Entomol. 120: 363 - 367.
- Lee, S.H. *et al.*, 2004. Survey on the insect pests of chinese cabbage and their endemic natural enemies. Annual Research Report of National Institute of Highland Agriculture, RDA.
- Nedopekina, S.F., B.G. Kovalev and V.A. Khlebnikov. 1986. Isolation and identification of a supplementary component of the sex pheromone of *Mamestra brassicae* females. Chemistry of Natural Compounds. 22: 220-222.
- Nikitina T.F. 1940. Utilization of *Trichogramma* against *Barathra brassicae* L. Bull. Plant Protection. 3: 83-84.
- Pruess, K.P. 1991. Day-degree methods for pest management. Environ. Entomol. 12: 613-619.
- Rojas, J.C., T.D. Wyatt and M.C. Birch. 2000. Flight and oviposition behavior toward different host plant species by the Cabbage Moth, *Mamestra brassicae* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae). J. of Insect Behavior. 13: 247-254.
- Ryu, K.R., M. Kwon and J.W. Cheon. 2003. Survey of pests on organic farming crops at highland areas. Annual Research Report of National Institute of Highland Agriculture, RDA.
- Schreiner, J.T. 1915. On some new insecticides, which can replace Schweinfurt Green for us. Review of Applied Entomology. Series A: Agricultural. 3: 108-109.
- Takada, Y., S. Kawamura and T. Tanaka. 2000. Biological characteristics: growth and development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on the cabbage armyworm *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae). Appl. Entomol. and Zool. 35: 369-379.
- Takada, Y., S. Kawamura and T. Tanaka. 2001. Host preference of *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on its native host, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae) after 12 continuous generations on a factitious host. Appl. Entomol. and Zool. 36: 213-218.
- Theunissen, J. and H.D. Ouden. 1980. Effects of intercropping with *Spergula arvensis* on pests of Brussels sprouts. Entomologia Experimentalis et Applicata. 80: 260-268.
- van de Veire, M. and P. Dirinck. 1986. Sex pheromone components of the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae*: Isolation, identification and field experiments. Entomologia Experimentalis et Applicata. 41: 153-155.
- Vasconcelos, S.D., M.R. Speight and J.S. Cory. 2005. Differential crop damage by healthy and nucleopolyhedrovirus-infected *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) larvae: A field examination. J. of Invertebrate Pathol. 88: 177-179.
- Wu, K.J., P.Y. Gong, and X.Z. Li. 1988. An artificial diet for *Agrotis segetum* Schiff. Acta Entomologica Sinica. 31: 387-394.

(Received for publication 6 July 2005;
accepted 6 September 2005)