

온도 및 먹이가 등검은황록장님노린재의 약충발육과 성충수명 및 난 포식량에 미치는 영향

배순도* · 배태웅¹ · 조현재

영남농업시험장 식물환경과, ¹동아대학교 생명자원과학대학

Effects of Temperature and Food on the Nymphal Development and Adult Longevity of the Green Mirid Bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae) and Its Egg Predation

Soon Do Bae*, Tae Woong Bae¹ and Hen Je Cho

Plant Environ. Div., Natl. Yeongnam Agr. Expt. Sta., R.D.A., Milyang 627-130, Republic of Korea

¹ College of Natural Resources & Life Science, Dong-a Univ., Busan 604-714, Republic of Korea

ABSTRACT : This study was conducted to determine the effects of temperature and food on the nymphal development and adult longevity of the green mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter. Nymphal period was 13.2 to 13.7 days at 24°C, 10.4 to 10.9 days at 28°C, and 9.0 to 9.3 days at 32°C. Number of eggs predated by nymph was 10.6-14.3 at 24°C, 7.5-9.2 at 28°C, and 5.8-7.5 at 32°C. Amount of predation was highest on BPH, followed by SBPH, WBPH, and GLH. Number of nymphal moulting was mostly four times (55-75%) followed by three times (25-45%), regardless of temperature and food. Percent emergence rate was 52-70%, 48-66% and 22-38% at 24°C, 28°C and 32°C, respectively, showing a tendency to decrease with increasing temperature, and was affected by foods. Adult longevity, when supplied with one food, was 19.8 to 22.5 days at 24°C, 15.6 to 17.0 days at 28°C, and 10.3 to 11.7 days at 32°C. There was no significant difference among foods in terms of adult longevity, but it tended to be slightly longer when provided with four foods than with one food. Number of eggs predated by an adult, when supplied with one food, was 35.7-54.2, 31.6-44.6 and 18.1-28.2 at 24°C, 28°C and 32°C, respectively. It was highest on BPH, followed by SBPH, WBPH and GLH regardless of temperature. Number of egg predated by an adult, when supplied with four foods, was 4.0-28.9, 2.9-29.0 and 1.7-13.6 at 24°C, 28°C and 32°C, respectively, and was significantly different among foods supplied. The results suggest that the significantly different predation amount by adult was due to food preference among the different foods.

KEY WORDS : *Cyrtorhinus lividipennis*, Temperature, Food, Development, Predation, Preference

초 록 : 온도 및 먹이가 등검은황록장님노린재의 약충발육과 성충수명 및 약충과 성충의 먹이의 종별 난 포식량에 미치는 효과를 조사하였다. 약충의 발육기간은 24°C, 28°C 및 32°C에서 각각 13.2-13.7일, 10.4-10.9일 및 9.0-9.3일이었었다. 약충의 난 포식량은 24°C, 28°C 및 32°C에서 각각 10.6-14.3개, 7.5-9.2개 및 5.8-7.5개로 끝동매미충, 흰등멸구, 애멸구 및 벼멸구의 난 순으로 많았다. 약충의 탈피 횟수는 4회가 55-75%로 3회의 25-45%보다 높았으며, 온도 및 먹이에 따른 큰 차이는 없었다. 우화율은 24°C, 28°C 및 32°C에서 각각 52-70%, 48-66% 및 22-38%로 먹이에 따른 차이와 함께 온도가 높아질수록 낮아지는 경향이였다. 성충수명은 1종 먹이만 제공한 경우 24°C,

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

28°C 및 32°C에서 각각 19.75-22.45일, 15.55-16.95일 및 10.25-11.65일 이었으나, 4종 먹이를 함께 제공한 경우 성충수명은 1종 먹이만 제공한 것보다 약간 긴 경향이었다. 성충의 포식량은 1종 먹이만 제공한 경우 24°C, 28°C 및 32°C에서 각각 35.7-54.2개, 31.6-44.55개 및 18.1-28.15개로 온도조건에 관계없이 끝동매미충, 흰등멸구, 애멸구 및 벼멸구의 난 순으로 많았다. 하지만 4종 먹이를 함께 제공한 성충의 포식량은 24°C, 28°C 및 32°C에서 각각 3.95-28.9개, 2.9-28.95개 및 1.7-13.6개로 제공된 먹이간에 차이가 현저하였다. 따라서 먹이간 성충 포식량의 현저한 차이는 기주선호성에 따른 것으로 생각된다.

검색어 : 등검은황록장님노린재, 온도, 먹이, 발육, 포식, 선호성

최근 환경농업의 등장으로 농업생산 과정에서 유발되는 환경오염을 줄이기 위한 노력이 전 세계적으로 이루어지고 있는 실정이다. 국내의 농업생산 과정에서 유발되는 환경오염은 주로 농업의 생산성 증대를 위해 그동안 과다하게 사용되어온 유기합성 농약과 화학비료를 들 수 있다. 농작물 재배시 문제가 되는 병, 해충 및 잡초 방제를 위해 과다하게 사용되어온 농약은 생태계내의 토양, 수질 및 농산물의 오염, 천적의 감소, 2차 해충의 1차 해충화, 병해충 및 잡초의 내성증가 등의 문제를 야기하였으며, 또한 농작물의 수량성 증대를 위한 화학비료의 과다사용은 토양의 산성화, 염류 집적 및 이화학적 등의 악화로 농작물의 생산성을 크게 떨어뜨리는 등 농업환경이 지속적으로 악화되어 왔다. 이러한 때에 병해충의 종합관리(IPM)와 작물의 양분종합관리(INM)를 근간으로 하고 아울러 유용한 천적을 이용한 병해충 방제를 제고하는 등 농업환경을 지속적으로 보전하려는 움직임이 활발해지고 있다(Anonymous, 2001).

등검은황록장님노린재는 절지동물문, 곤충강, 노린재목의 장님노린재과에 속하며 멸구·매미충의 알과 어린약충을 흡즙하는 포식성 천적으로, 주로 동남아시아의 벼재배 지역에 널리 분포하고 있다(Bae and Pathak, 1966; Liquido and Nishida, 1983; Geetha *et al.*, 1992). 본 종의 발생양상은 지역에 따라 큰 차이가 있다. 즉 필리핀, 인도네시아, 태국 및 인도 등 열대지역의 벼 재배지에선 연중 발생하지만(Reyes and Gabriel, 1975; Samal and Misra, 1977; Liquid and Nishida, 1983; Rajendram and Devarajah, 1987) 한국과 일본 등의 온대지역에서는 월동하지 못하고 매년 여름철 장마기에 비래하는 것으로 알려져 있다(Teramoto and Yokomizo, 1992; Bae and Jin, 1994). 등검은황록장님노린재는 멸구·매미충의 알, 약충 및 성충을 공격하는 포식성 천적으로 1920년 이후부터 알려지기 시작하였으며(Usinger, 1939), 그 후 많은 연구에서 열대지

방의 벼재배 지역에서 가장 문제시 되는 해충인 멸구·매미충의 개체군을 가장 효과적으로 조절해 주는 유망한 천적으로 보고된 바 있다(Reyes and Gabriel, 1975; Rajendram and Devarajah, 1987; Manti and Shepard, 1990; Geetha *et al.*, 1992).

우리나라에서 등검은황록장님노린재에 관한 연구보고는 10편 미만으로 이 중에서 대부분은 국내의 연구자가 필리핀의 국제미작연구소에서 수행한 결과를 발표한 것이며(Bae and Pathak, 1966; Bae and Pathak, 1968; Song *et al.*, 1995), 국내에서 연구된 결과를 발표한 것은 2-3편에 불과한 실정이다(Choi *et al.*, 1992; Bae and Jin, 1994; Bae and Park, 1997). 이렇듯 국내에서 등검은황록장님노린재에 관한 연구가 부진했던 것은 열대지방과는 달리 온대지방에서 등검은황록장님노린재는 월동하지 못하고 매년 여름철 장마전선을 타고 비래하는 것으로(Bae and Jin, 1994) 그 비래시기와 비래량에 관한 충분한 정보가 없어 실질적인 연구를 수행하기 어려웠던 상황때문으로 여겨진다. 하지만 앞으로 벼농사에 있어서도 친환경농업으로 종합적 병해충 관리를 위한 병해충 및 잡초 생력 방제기술 개발, 천적에 해가 없는 선택적인 약제선발 및 개발로 천적의 보존 및 증식을 극대화할 수 있는 생물적방제에 관한 많은 연구가 있어야 할 것으로 여겨진다.

따라서 본 연구는 우리나라 벼의 중요 해충인 멸구·매미충의 생물적방제 기술개발을 위한 기초자료를 얻고자 포식성 천적인 등검은황록장님노린재의 온도 및 먹이별 발육과 수명 및 난포식량을 조사하였다.

재료 및 방법

공시충과 먹이의 준비 및 온도조건

본 실험에 사용된 공시충인 등검은황록장님노린재는 1994년 8월 중·하순경 경남 남해안의 거제, 남해

및 고성에서 채집된 성충을 영남농업시험장 곤충사육실(28-32°C)에서 벼멸구 및 애멸구의 알을 이용하여 증식하여온 것이다. 한편 먹이인 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 알 준비는 약 30일된 낙동벼묘의 줄기를 엽초부분이 포함되게 15 cm로 잘라 밑부분을 탈지면으로 감싼후 시험관(2.0×25.0 cm)에 넣고 물을 알맞게 가한후 우화한지 약 1주일된 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 암컷성충 5마리를 1일간 점종하여 산란된 각각의 알을 이용하였다. 등검은황록장님노린재의 약충발육과 성충수명 및 그들의 포식량 조사는 양광향온기(VS-3D model, Vision Scientific Co.)를 이용하여 온도조건을 24°C, 28°C 및 32°C로, 조명시간을 14L:10D, 상대습도는 70±5%로 설정하여 사용하였다.

공시충의 발육과 포식량

등검은황록장님노린재의 약충발육은 상기 먹이 준비에 사용된 방법으로 약 30일된 낙동벼 엽초를 탈지면으로 감싼후 시험관에 넣고 우화후 약 5-6일된 등검은황록장님노린재의 암컷성충 5마리를 2일간 점종 산란시켜 부화한 후 24시간 이내의 등검은황록장님노린재의 약충을 먹이인 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 알을 포함하고 있는 시험관 당 1마리씩 점종하여 매일 탈피여부를 조사하였다. 부화약충의 발육을 위한 먹이는 3일 간격으로 새로운 것으로 교체하였다. 약충에 의한 먹이인 알 포식량은 먹이를 교체할 때 교체되어 나온 먹이를 해부현미경을 통하여 날카로운 핀셋으로 해부하면서 흡즙당한 알수를 조사하였다.

성충의 수명과 포식량

등검은황록장님노린재의 성충수명은 상기 약충발육에 사용하던 개체들을 계속하여 이용하면서 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 알을 가진 각각의 먹이를 1종만 제공한 것과 이들 4종 먹이를 함께 제공한 것을 구별하여 조사하였으며, 성충에 의한 먹이인 알 포식량도 1종 먹이만 제공한 것과 4종 먹이를 함께 제공한 것을 구분하여 조사하였다. 성충의 사망여부는 매일 조사하였으며, 먹이는 3일 간격으로 새로운 것으로 교체하였고, 포식량은 새로운 먹이를 교체할때마다 교체되어 나온 먹이를 해부현미경을 통하여 핀셋으로 해부하면서 흡즙당한 알수를 조사하였다.

온도 및 식이기주가 등검은황록장님노린재의 약충 발육과 성충수명 및 약충과 성충의 알 포식량에 미치는 효과를 알아보기 위하여 SAS 통계프로그램을 이용하여 분산분석 하였으며, 각 처리간 평균값 비교는 Duncan의 다중검정으로 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

등검은황록장님노린재의 약충기간과 포식량

온도 및 먹이에 따른 등검은황록장님노린재의 약충기간과 그 포식량은 Table 1과 같다. 온도별 등검은황록장님노린재의 약충기간은 24°C, 28°C 및 32°C에서 각각 약 13.2-13.7일, 10.4-10.9일 및 9.0-9.3일로 온도에 따른 차이는 뚜렷하였으나, 먹이에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다. 하지만 대체로 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 알 순서로 약충기간이 길어지는 경향이였다.

온도에 따른 등검은황록장님노린재의 약충기간에 관하여 Sivapragasam과 Asma (1985)는 28°C 상대습도 75-85%의 실험실에서 1령충은 10% 꿀물로, 나머지 영기는 약 60일된 벼줄기 5 cm에 산란된 벼멸구 알을 제공하여 조사된 약충의 총 발육기간은 12.5일이라 하였으며, Chua와 Mikil (1989)는 30°C 상대습도 70-80%의 자연조건에서 벼줄기에 산란된 벼멸구 알을 매일 공급하였을 때 암컷 유충기간은 13일, 수컷 유충기간은 10.8일이라고 하였고, Choi *et al.* (1992)은 상대습도 80%, 광조건 14L:10D의 향온기에서 약 30일된 벼줄기 18cm에 벼멸구 성충 1쌍을 1일간 점종하여 산란된 벼멸구 알을 제공한 경우 25°C 및 30°C에서 약충기간은 각각 약 14일 및 12일 이라고 하였고, Bae와 Park (1997)은 약 30일된 벼줄기에 산란된 벼멸구 및 애멸구의 알을 제공했을 때 23°C, 26°C, 29°C 및 32°C에서 약충기간은 각각 13.6일-13.7일, 12.7일-12.8일, 10.2일 및 9.1일로 보고하여 본 연구의 결과는 Chua와 Mikil (1989)의 30°C에서 수컷 유충기간과 Choi *et al.* (1992)의 25°C에서 결과와 비슷하였으며, 전체적으로 Bae와 Park (1997)의 결과와 비슷하였다. 온도에 따른 등검은황록장님노린재의 약충기간이 연구자에 따라 그 결과가 차이를 나타내는 것은 아마도 먹이의 급여상태, 방법 및 발육조건에 차이에 기인된 것으로 여겨진다. 한편 먹이에 따른 등검은황록장님노린재의 약충기간에 대해 Geetha *et al.* (1992)은 온실

Table 1. Nymphal development of *Cyrtorhinus lividipennis* and its egg predation at different temperatures and foods

Temp. (°C)	Food	Nymphal period (days) ¹ (Mean ± SD)	Egg predation (No.) ¹ (Mean ± SD)
24	BPH2 egg	13.20 ± 0.68b	14.25 ± 2.43a
	SBPH3 egg	13.35 ± 0.65ab	13.85 ± 2.71ab
	WBPH4 egg	13.50 ± 0.50ab	12.75 ± 2.84b
	GLH5 egg	13.70 ± 0.56a	10.55 ± 2.09c
28	BPH egg	10.40 ± 0.66d	9.20 ± 1.75d
	SBPH egg	10.55 ± 0.67cd	8.90 ± 1.90d
	WBPH egg	10.75 ± 0.77cd	8.25 ± 1.48de
	GLH egg	10.90 ± 0.70c	7.45 ± 1.32ef
32	BPH egg	9.00 ± 0.55e	7.45 ± 1.53ef
	SBPH egg	9.10 ± 0.54e	7.30 ± 1.38ef
	WBPH egg	9.20 ± 0.40e	6.50 ± 1.36fg
	GLH egg	9.30 ± 0.46e	5.80 ± 1.36g
F value	Temp.	987.36** ⁶	191.60** ⁶
	Food	5.49** ⁶	16.55** ⁶
	Temp. × Food	0.14NS ⁷	1.39NS ⁷

¹ Values in each column are calculated from 50 insects; means followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05; DMRT).

² BPH : Brown planthopper.

³ SBPH : Small brown planthopper.

⁴ WBPH : Whitebacked brown planthopper.

⁵ GLH : Green leafhopper.

⁶ Significant at 95% (P = 0.05) level.

⁷ Non significant.

에서 벼줄기에 산란된 벼멸구 및 흰등멸구의 알을, 벼잎에 산란된 두점끝동매미충의 알을, 카드에 부착된 벼애나방(*Corcyra cephalonica*)의 알을, 토마토 껍질에 산란된 초파리의 알을 매일 공급하여 조사된 약충기간은 각각 약 8.2일, 8.3일, 8.2일, 8.3일 및 8.3일로 먹이에 따른 차이가 없었다고 하였으며, Bae와 Park (1997)은 약 30일된 벼줄기에 산란된 벼멸구 및 애멸구의 알을 제공했을 때 23°C, 26°C, 29°C 및 32°C에서 약충기간은 각각 13.6-13.7일, 12.7-12.8일, 10.2일 및 9.1일로 먹이에 따른 차이가 없었다고 하여 대체로 본 연구의 결과와 일치하는 경향이였다.

등검은황록장님노린재 약충의 먹이에 대한 포식난수는 24°C에서 10.6-14.3개, 28°C에서 7.5-9.2개 그리고 32°C에서 5.8-7.5개로 온도에 따른 차이는 현저하였으나, 먹이에 따른 현저한 차이는 없었다(Table 1).

등검은황록장님노린재 약충의 포식난수에 관하여 Chen *et al.* (1985)은 25°C와 28°C에서 벼멸구의 알을 각각 29.4개 및 29.3개, 끝동매미충의 알을 각각 13.2개 및 6.4개 포식하여 본 연구의 먹이간 포식난수의 차이와 같은 양상을 보였으며, Chua와 Mikil (1989)은 30°C의 자연조건에서 벼멸구의 알을 49.0개-59.2개 포식하였다고 하였고, Rajendram과 Devarajah (1987)

Table 2. Percent moulting times and emergence of nymph *C. lividipennis* at different temperatures and foods

Temp. (°C)	Food	Moulting time (%) ¹		Emergence ¹ (%)
		3 times	4 times	
24	BPH egg	35	65	70.0
	SBPH egg	35	65	64.0
	WBPH egg	40	60	60.0
	GLH egg	45	55	52.0
28	BPH egg	30	70	66.0
	SBPH egg	30	70	62.0
	WBPH egg	35	65	56.0
	GLH egg	40	60	48.0
32	BPH egg	25	75	38.0
	SBPH egg	25	75	34.0
	WBPH egg	30	70	30.0
	GLH egg	35	65	22.0

¹ A total 50 insects were used for each treatment.

은 실험실에서 벼멸구의 알을 1령충은 1.4개, 2령충은 1.5개, 3령충은 1.0개, 4령충은 0.7개 및 5령충은 0.6개 포식하였다고 하여 본 연구의 결과와는 차이가 있었는데 이러한 이유는 실험에 사용된 공시충의 활력, 먹이의 공급간격 및 공급된 먹이의 상태, 실험에 사용된 용기의 규격 등에 기인된 것으로 추측된다.

등검은황록장님노린재의 탈피횟수 및 우화율

온도 및 먹이가 등검은황록장님노린재의 탈피횟수 및 우화율에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 등검은황록장님노린재의 탈피횟수는 3회가 25-45%, 4회가 55-75%로 4회 탈피횟수가 3회 탈피보다 많았으며, 온도 및 먹이에 따른 뚜렷한 차이는 없었다.

Geetha *et al.* (1992)은 온실에서 벼멸구, 흰등멸구, 두점끝동매미충, 벼애나방 및 초파리의 알을 먹게 하였을때 등검은황록장님노린재 약충의 3회 및 4회 탈피율이 각각 33.3% 및 66.7%, 47% 및 53%, 68.6% 및 31.2%, 38.8% 및 63.2% 그리고 17.6% 및 82.4%로 먹이에 따라 탈피횟수의 차이가 있어 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 하지만 먹이에 따라 약충의 탈피횟수 차이가 왜 나는지에 관해 확실하게 설명할 수 없으나 먹이의 양적 및 질적 차이 등에 기인된 것으로 여겨지나 이 부분에선 좀더 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 여겨진다.

등검은황록장님노린재의 우화율(Table 2)은 24°C에서 52-70%, 28°C에서 48-66% 그리고 32°C에서 22-38%로 온도가 낮아질수록 우화율이 높아지는 경향이 없었으며, 먹이별로는 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동

매미충의 순서로 우화율이 높은 경향이였다. 여기서 온도가 높아질수록 등검은황록장님노린재 약충의 우화율이 낮아지는 것은 온도가 높아질수록 약충의 발육과정중 탈피횟수가 많아 자연히 사망률이 높아지게 되는 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다.

등검은황록장님노린재의 성충수명

온도 및 먹이 즉, 단일기주 및 여러종 먹이 제공에 따른 등검은황록장님노린재의 성충수명에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 단일먹이 제공시 등검은황록장님노린재 성충수명은 24°C에서 약 20-22일, 28°C에서 16-17일, 그리고 32°C에서 약 10-12일로 먹이에 따른 성충수명의 유의한 차이는 없었으나 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 난 순서로, 성별간에는 암컷보다 수컷에서 수명이 긴 경향이였다.

온도 및 먹이에 따른 등검은황록장님노린재의 성충수명에 관해 Sivapragasam과 Asma (1985)는 28°C에서 벼엽초에 산란된 벼멸구의 알, 벼엽초 및 물만 각각 공급했을 때 암컷과 수컷성충의 수명은 각각 8.2일과 6.2일, 5.9일과 4.9일, 5.0일과 3.6일로 먹이곤충의 알을 제공했을 때 수명이 가장 길었다고 하였으며, Chua와 Mikil (1989)은 30°C에서 벼멸구 알을 제공한 경우 암컷과 수컷성충의 수명은 각각 14.4일 및 9.6일

로 수컷보다 암컷의 수명이 길었다고 하였다. Geetha et al. (1992)은 벼줄기에 산란된 벼멸구 및 흰등멸구의 알, 벼잎에 산란된 두점끝동매미충의 알, 카드에 부착된 벼애나방의 알, 토마토 껍질에 산란된 초파리의 알을 매일 공급했을때 암컷 및 수컷성충의 수명은 각각 9.6일 및 7.3일, 8.2일 및 6.4일, 8.8일 및 6.0일, 9.5일 및 7.1일, 8.5일 및 6.8일로 벼멸구의 알을 먹은 개체가 수명이 가장 길었고, 다음은 벼애나방, 초파리, 두점끝동매미충 및 흰등멸구의 알을 먹은 순으로 수명이 길었다고 보고하였으며, Bae와 Park (1997)은 23°C, 26°C, 29°C 및 32°C에서 약 30일된 벼줄기에 산란된 벼멸구 및 애멸구의 알을 제공하여 조사된 성충수명은 각각 22.4-22.7일 및 21.9-23.5일, 19.3-20.3일 및 19.1-18.8일, 16.4-16.9일 및 16.2-16.8일 그리고 11.4-12.2일 및 11.1-11.0일로 먹이에 따른 성충수명의 차이를 보고하여 본 연구 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 온도 및 먹이에 따른 등검은황록장님노린재의 성충수명이 연구자간 결과가 상이하게 나타나는 것은 실험에 사용된 공시충의 상태, 시험재료 및 방법 등의 차이에 기인된 것으로 여겨진다.

한편, Rajendram과 Devarajah (1987)는 실험실에서 벼멸구의 알 제공시 암컷과 수컷성충의 수명은 각각 8.3일과 8.6일로 성별간에 큰 차이가 없었다고 하였고, Choi et al. (1992)은 약 30일된 벼줄기의 18 cm에

Table 3. Adult longevity of *C. lividipennis* at different temperatures and foods

Temp. (°C)	Food	Longevity (days) at single food ¹		Longevity (days) at multiple food ²	
		Female (Mean ± SD)	Male (Mean ± SD)	Female (Mean ± SD)	Male (Mean ± SD)
24	BPH egg	21.55 ± 7.57a	22.45 ± 7.74a	22.35 ± 7.16a	22.75 ± 7.31a
	SBPH egg	21.05 ± 6.84a	21.50 ± 6.04a		
	WBPH egg	20.75 ± 6.46a	20.95 ± 6.79a		
	GLH egg	19.75 ± 6.53a	19.95 ± 6.72ab		
28	BPH egg	16.75 ± 5.86bc	16.95 ± 5.95bc	17.35 ± 6.21b	17.65 ± 6.11b
	SBPH egg	16.50 ± 6.02bc	16.70 ± 5.55bc		
	WBPH egg	16.10 ± 5.62c	16.25 ± 5.94c		
	GLH egg	15.55 ± 4.88c	15.65 ± 5.54c		
32	BPH egg	11.25 ± 4.64d	11.65 ± 4.53d	11.75 ± 4.49c	11.95 ± 3.60c
	SBPH egg	10.85 ± 3.97d	11.15 ± 3.69d		
	WBPH egg	10.60 ± 2.94d	10.75 ± 3.90d		
	GLH egg	10.25 ± 3.42d	10.35 ± 3.28d		
F value	Temp.	63.51*** ³	63.72*** ³	14.57*** ³	16.03*** ³
	Food	0.55NS ⁴	0.95NS ⁴		
	Temp. × Food	0.05NS ⁴	0.05NS ⁴		

¹ Values in each column are calculated from 20 insects when supplied with 1 feeding food; means followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05; DMRT).

² Values in each column are calculated from 20 insects when supplied with 4 different feeding foods simultaneously; means followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05; DMRT).

³ Significant at 95% (P = 0.05) level.

⁴ Non significant.

산란된 벼멸구 알을 공급했을 때 암컷성충의 수명은 25°C 및 30°C에서 각각 11.93일 및 11.87일로 온도 간 성충수명의 차이가 없었다고 하여 본 연구 결과의 해석에 어려움이 있었다.

한편, 4종의 먹이 즉, 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 알을 함께 제공하여 조사된 등검은황록장님노린재의 성충수명(Table 3)은 24°C에서 약 22-23일, 28°C에서 약 17-18일, 그리고 32°C에서 약 12일로 암수간에 유의한 차이는 없었으나 암컷보다 수컷의 수명이 긴 경향을 나타내었다. 그리고 단일먹이와 여러종 먹이간 성충수명은 단일먹이보다 여러종 먹이에서 성충수명이 긴 경향을 나타내었는데 이러한 이유는 등검은황록장님노린재가 먹이의 알을 포식할 때 1종 먹이만 제공된 것보다는 4종 먹이가 제공된 것에서 먹이선택 및 포식에 유리하여 성충수명에 유리하게 작용하였을 것으로 여겨진다.

등검은황록장님노린재 성충의 포식량

온도 및 먹이에 따른 등검은황록장님노린재 성충의 포식량은 Table 4에 나타내었다. 한가지 먹이를 제공한 경우 24°C, 28°C 및 32°C에서 암컷 및 수컷성충의 포식량은 각각 38-54개 및 36-49개, 34-45개 및 32-41개 그리고 19-28개 및 18-25개로 온도가 낮을수록, 성

별간에 수컷보다 암컷에서, 먹이간에는 벼멸구, 애멸구, 흰등멸구 및 끝동매미충의 알 순서로 포식량이 많았다.

먹이간 등검은황록장님노린재 성충의 포식량에 관해 Bae와 Park (1997)은 23°C, 26°C, 29°C 및 32°C에서 벼멸구의 알은 29.6-61.3개, 애멸구의 알은 26.2-56.4개 포식하여 애멸구보다 벼멸구의 알을 더 많이 포식하였다고 하여 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 보였다. Song *et al.* (1995)은 20°C에서 35°C까지 6단계로 조절된 온도에서 등검은황록장님노린재의 벼멸구 알에 대한 포식수와 포식율은 알 밀도가 높아짐에 따라 포식수는 증가하였고 포식율은 상대적으로 감소하는 양상을 보였다고 하여 등검은황록장님노린재의 먹이에 대한 포식량의 차이는 공시충 사육시 제공된 먹이의 종에 따른 질과 양, 밀도 등과 관련하여 포식자와 피식자간의 상호작용에 따른 결과로 추측된다.

등검은황록장님노린재 성충의 성별간 포식량에 관해 본 연구 결과는 Rajendram과 Devarajah (1987)의 실험에서 벼멸구 알의 포식수는 수컷보다 암컷에서 많았다고 한 것과, Chua와 Mikil (1989)의 30°C의 자연조건에서 벼멸구 알에 대한 포식수는 암컷이 123.6개, 수컷이 43.8개로 암컷이 수컷보다 많았다고 한 결과와 일치하는 경향이였다. 한편 Reyes와 Gabriel (1975)는 두점끝동매미충 알의 일간 포식수는 암컷이

Table 4. Number of egg predation of adult *C. lividipennis* at different temperatures and foods

Temp. (°C)	Food	Egg predation (no.) at single food ¹		Egg predation (no.) at multiple food ²	
		Female (Mean ± SD)	Male (Mean ± SD)	Female (Mean ± SD)	Male (Mean ± SD)
24	BPH egg	54.20 ± 24.68a	49.35 ± 23.38a	28.90 ± 11.53a	28.60 ± 10.57a
	SBPH egg	50.65 ± 23.71ab	47.65 ± 20.33ab	14.85 ± 6.35c	14.30 ± 5.59c
	WBPH egg	44.80 ± 25.11abc	42.75 ± 18.74abc	12.20 ± 5.31cde	11.65 ± 4.74cd
	GLH egg	37.60 ± 14.48cde	35.70 ± 15.31cde	4.45 ± 2.69hij	3.95 ± 2.16h
28	BPH egg	44.55 ± 24.32abc	41.15 ± 21.72abcd	24.60 ± 9.20b	28.95 ± 7.76b
	SBPH egg	41.05 ± 19.96bc	38.30 ± 19.96bcd	10.55 ± 4.31def	9.55 ± 3.88de
	WBPH egg	37.70 ± 16.60cd	36.70 ± 14.29cd	9.60 ± 3.96efg	8.55 ± 3.74def
	GLH egg	34.05 ± 14.29cdef	31.60 ± 12.12def	3.55 ± 2.42ij	2.90 ± 2.10hi
32	BPH egg	28.15 ± 14.26defg	25.30 ± 11.83efg	13.60 ± 5.06cd	13.10 ± 5.49c
	SBPH egg	25.90 ± 14.10efg	24.20 ± 12.60fg	7.25 ± 2.79fgh	6.95 ± 2.84efg
	WBPH egg	22.55 ± 10.53fg	21.25 ± 9.27fg	6.25 ± 2.05ghi	5.90 ± 2.10fgh
	GLH egg	19.10 ± 8.98g	18.10 ± 9.16g	2.00 ± 1.64j	1.70 ± 1.15i
F value	Temp.	30.60*** ³	33.42*** ³	38.01*** ³	44.35*** ³
	Food	4.61*** ³	5.72*** ³	115.85*** ³	141.47*** ³
	Temp. × Food	0.18NS ⁴	0.04NS ⁴	5.07*** ³	6.66*** ³

¹ Values in each column are calculated from 20 insects when supplied with 1 feeding food; means followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05; DMRT).

² Values in each column are calculated from 20 insects when supplied with 4 different feeding foods simultaneously; means followed by the same letter are not significantly different (P = 0.05; DMRT).

³ Significant at 95% (P = 0.05) level.

⁴ Non significant.

10.01개, 수컷이 10.41개로 암컷보다 수컷에서 많았다고 하여 본 연구와 상이한 결과로 그 원인을 자세하게 설명할 수 없는 형편이다.

한편, 4종 먹이를 동시에 제공하여 조사된 등검은황록장님노린재 성충의 먹이에 대한 포식선호성(Table 4)은 벼멸구 알은 13.1-28.9개, 애멸구 알은 6.95-14.85개, 흰등멸구 알은 5.90-12.20개 그리고 끝동매미충 알은 1.70-4.45개 포식하여 먹이간 포식선호성의 차이가 뚜렷하였다.

Rajendram과 Devarajah (1987)는 등검은황록장님노린재 성충의 벼멸구에 대한 1일 포식량은 알은 3.3개, 약충은 0.21-0.08마리 그리고 성충은 0.17마리를 포식함으로 알을 가장 선호하는 것으로 보고 하였고, Song *et al.* (1995)은 27°C, 상대습도 60-80%의 사육실에서 벼멸구 알의 산란일수에 따른 등검은황록장님노린재의 선호성은 산란후 3일된 알의 포식율이 15.9%로 가장 높았으며, 다음은 4일(13.4%), 2일(11.7%) 및 1일(11.5%)의 알을 선호하였다고 하여 등검은황록장님노린재의 먹이에 대한 포식선호성은 먹이의 종, 상태 및 밀도 등과 관련이 있을 것으로 여겨지나 이 부분에 있어선 좀 더 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Anonymous. 2001. 5-year programs for environment-friendly agriculture. Ministry of agriculture and forestry. 159 pp.
- Bae, S.D. and Y.D. Jin. 1994. Study on the physiology and ecology of the green mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae), as natural enemy against planthopper and leafhopper. Report of NYAES Research: 764~766.
- Bae, S.H. and M.D. Pathak. 1966. A mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter, predator of the eggs and nymphs of the brown planthopper. Int. Rice Comm. Newsl. 15: 33~36.
- Bae, S.H. and M.D. Pathak. 1968. Effectiveness of egg-nymphal predation by a mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter, for control of the brown planthopper. Korea. J. Pl. Prot. 5: 55~58.
- Bae, S.D. and K.B. Park. 1997. Effects of temperature on the development of green mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae) and predation of planthoppers eggs by its adult. Kor. J. Appl. Entomol. 36: 311~316.
- Chen, C., T. Xiao and S. Hu. 1985. Preliminary studies on mirid, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter, a predator against brown planthopper and green leafhopper. Acta Phytophylacica Sinica 12: 69~73.
- Choi, J.S., H.G. Goh, K.B. Uhm, K.M. Choi and C.Y. Hwang. 1992. Life cycle of the mirid predator, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). Korean J. Appl. Entomol. 31: 492~495.
- Chua, T.H. and E. Mikil. 1989. Effects of prey number and stage on the biology of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae) : A predator of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). Environ. Entomol. 18: 251~255.
- Geetha, N., M. Gopalan and M. Mohana Sundaram. 1992. Biology of the predatory mirid, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter on the eggs of various hosts. J. Ent. Res. 16: 300~304.
- Liquido, N.J. and T. Nishida. 1983. Geographical distribution of *Cyrtorhinus* and *Tythus* (Heteroptera: Miridae), egg predators of cicadellid and delphacid pests. FAO Pl. Prot. Bull. 31: 159~162.
- Manti, I. and B.M. Shepard. 1990. Predation of brown planthopper (BPH) eggs by *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter. IRRN. 15: 25.
- Rajendram, G.F. and F.R. Devarajah. 1987. Studies on the predatory effectiveness of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae) on *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). Vingnanam J. Sci. 2: 29~35.
- Reyes, T.M. and B.P. Gabriel. 1975. The life history and consumption habits of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae). Philipp. Ent. 3: 79~88.
- Samal, P. and B.C. Misra. 1977. Notes on the life history of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter, a predatory mirid bug of rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål in orissa. Oryza 14: 47~50.
- SAS Institute. 1985. SAS user's guide. SAS Institute, Cary, N.C.
- Sivapragasam, A. and A. Asma. 1985. Development and reproduction of the mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae) and its functional response to the brown planthopper. App. Ent. Zool. 20: 373~379.
- Song, Y.H., T.K. Ha., D.Y. Chung and K.L. Heong. 1995. The predatory behavior of green mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter, on brown planthopper eggs in different temperature conditions. Kor. J. Appl. Entomol. 34: 234~242.
- Teramoto, T. and K. Yokomizo. 1992. Effect of *Cyrtorhinus lividipennis* on the increase of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 38: 57~62.
- Usinger, R.L. 1939. Distribution and host relationship of *Cyrtorhinus lividipennis* (Hemiptera: Miridae). Proc. Hawaii Ent. Soc. 10: 271~273.

(Received for publication 6 February 2002;
accepted 12 March 2002)