

온도조건에 따른 파밤나방핵다각체병바이러스(SeNPV)의 병원 활성

김선곤 · 박종대 · 김도익 · 최형국 · 김상수¹ · 황인천²

전남농업기술원 식물환경연구과, ¹순천대학교 응용생물학과, ²(주)경농중앙연구소

Effects of Different Temperatures on Pathogenicity of *Spodoptera exigua* Nucleopolyhedrovirus (SeNPV)

Seon-Gon Kim, Jong-Dae Park, Do-Ik Kim, Hyeong-Gug Choi, Sang-Soo Kim¹ and In-Cheon Hwang²

Div. of Plant Environ. Res., Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Republic of Korea

¹Dep. of Applied Biology, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Republic of Korea

²Central Research institute Kyungnong Co. 226, Guhwangdong Kyongju Kyongbuk 780-119, Republic of Korea

ABSTRACT : This experiment was conducted to investigate pathogenicity of *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus (SeNPV) with different temperatures for mass production.

In laboratory condition, LC₅₀ values of SeNPV were 9.797×10^3 PIBs/mL at 20°C and 3.351×10^2 PIBs/mL at 32°C in 2nd instar larvae. LC₅₀ of the other larval stage were similar to that of 2nd instar. LT₅₀ values of SeNPV was 9.0 days in 1.0×10^3 PIBs/mL but 6.9 to 3.5 days in $1.0 \times 10^{4-6}$ PIBs/mL against 3rd instar of *Spodoptera exigua*. LT₅₀ Values of 1.0×10^4 PIBs/mL were 5.7, 5.5 and 4.9 days in 24, 28 and 32°C, respectively. As a results, LT₅₀ was shortened with increase of temperatures up to 32°C and also dependent on viral concentration and larval instars.

KEY WORDS : *Spodoptera exigua*, Nucleopolyhedrovirus, Pathogenicity, Temperature

초 록 : 파밤나방 핵다각체병바이러스(*Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus: SeNPV)의 온도 별, 농도별로 병원활성을 조사한 결과는 다음과 같다.

SeNPV의 온도에 따른 LC₅₀은 2령 20°C에서는 9.797×10^3 PIBs/mL, 32°C에서는 3.351×10^2 PIBs/mL로 온도가 높아질수록 낮아졌으며, 다른 영기에서도 같은 경향이였다. 20°C에서 SeNPV 1.0×10^3 PIBs/mL의 파밤나방 3령 유충에 대한 LT₅₀은 9.0일이었으나 SeNPV $1.0 \times 10^{4-6}$ PIBs/mL에서는 6.9일-3.5일로 더 짧았다. 24, 28, 32°C의 SeNPV 1.0×10^4 PIBs/mL에서는 5.7일, 5.5일, 4.9일의 병원 활성을 보여 온도가 올라갈수록 LT₅₀은 짧아졌다. 또한 바이러스 농도가 높고 유충의 영기가 어릴수록 짧아져 LT₅₀은 온도, 바이러스 농도, 유충영기에 따라 차이가 있었다.

검색어 : 파밤나방, 핵다각체병바이러스, SeNPV 병원성, 온도

파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 기주범위가 넓어 채소, 화훼, 과수 등의 40과 200여종에 달하는 것으로 알려져 있고 국내에서도 최근 파,배추,수박 등에 발생하여 피해가 심한 것으로 보고되었으며(Ahn *et al.*, 1989). 1986년에 전남 진도에서 피해가 확인된 이후 1988년

부터는 전국적으로 피해가 확산되어 발작물, 채소 등 50여종의 작물을 가해하여 극심한 피해를 주고 있다(Park *et al.*, 1991). 특히 3령 유충 이후에는 살충제에 대한 저항성이 강하여 방제가 어려운 해충으로 구분하고 있다(Park and Goh, 1992). 이와 같이 유기합성 살충

*Corresponding author. E-mail : soung@jares.go.kr

제에 저항성을 나타내며 *Bacillus thuringiensis*에도 감수성이 약한 파밤나방에는 바이러스를 이용한 방제법이 가장 효과적인 것으로 알려져 있다(Smits and Vlak, 1988). 곤충바이러스를 이용한 해충방제는 Ignoffo (1973)가 *Heliothis zea* 방제를 위해 처음 바이러스 살충제인 Elcar를 상품화 이래 새로운 방제법으로 대두되고 있다. 파밤나방핵다각체병바이러스의 대량증식 방법은 숙주곤충의 대량사육을 통한 생체증식 방법이 주로 이용되고 있으며 곤충세포배양계를 이용한 생산 체계도 시도되고 있으나 경제적인 문제로 실용화되지 못하고 있으며(Kurstak, 1982), 생체증식에 의한 바이러스의 증식 목적은 숙주곤충의 조직을 최대한 이용하는 동시에 병원성이 높은 바이러스를 생산함에 있다. 따라서 본시험은 2002년부터 2003년까지 파밤나방핵다각체병바이러스의 온도별, 영기별 병원성을 검정하여 대량생산 체계를 확립코자 실시하였다.

재료 및 방법

파밤나방 증식

파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 포장에서 유충을 채집하여 Kim *et al.*(2003)이 사용한 인공사료 조성중에서 강낭콩 분말 대신 콩 분말로 변경하여 사용하였다. 채란을 위하여 암수 20-30개의 번데기를 유산지로 만든 삼각통(가로 50, 세로 30, 높이 30 cm)에 넣고 성충으로 우화시켰으며, 유산지 통안에 10% 설탕물을 공급하여 산란을 유도하였다. 교미한 암컷 성충이 산란한 부분의 유산지를 난과 함께 떼어내어 인공사료(5±0.2 g) 위에 난괴를 접종하여 플라스틱 용기(20×12×12 cm)내에서 2령까지 사육하였다. 3령부터는 cannibalism을 막기 위하여 개체 사육용기(4×4×3 cm)에 1마리씩 넣고 4-5일 간격으로 인공사료가 마르면 교체하면서 번데기가 될 때까지 사육하였다. 한편 사육곤충의 활력을 유지하고 퇴화를 막기 위해 10세대 이상 누대 사육한 개체는 wild type과 교미시켰으며, 사육조건은 온도 26±2°C, RH 65%, 광주기 16L:8D이었다.

핵다각체병바이러스 증식

파밤나방핵다각체병바이러스(SeNPV)는 농업과학기술원 작물보호부 농업해충과 곤충병리연구실에서 분양 받아, 포르말린을 넣지 않은 인공사료(5±0.2 g) 표

면에 500 µL의 바이러스를 처리한 후 1시간 정도 음건시켜 개체 사육용기(4×4×3 cm)에 넣고 3령 유충이 완전히 섭식하게 한 후 사육하면서 죽은 유충을 수확하였다. Im *et al.* (1989)의 방법에 따라 수확한 이 병충에 10배(v/w)의 0.01% SDS 용액을 가하여 마쇄한 후 이중 거즈로 여과하고 1,000 rpm으로 5분 동안 원심분리하여 유충의 찌꺼기를 제거한 후 2-3회 3,000 rpm의 저속 원심분리와 40-65% 설탕 밀도구배 원심(25,000 rpm, 60 min.)으로 다각체를 순화시켜 바이러스 농도가 1.0×10^{10} PIBs/mL 되도록 조제하였다. 이 바이러스 용액을 -20°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

핵다각체병바이러스 병원성 검정

인공사료는 30 mL 용량의 뚜껑이 있는 투명 플라스틱컵에 분주(5±0.2 g)하여 4°C 냉장고에서 식혀 사용하였다. 바이러스 농도는 $1.0 \times 10^{1-6}$ PIBs/mL 농도로 컵당 100 µL씩을 전착제인 TritonX-100 (0.1%)과 함께 표면에 도포하고 1시간 정도 음건한 다음 영기별로 접종하여 식물생장상(FLI-301N, EYELA Co.)에 온도조건을 20, 24, 28, 32°C에서 각각 개체 사육하면서 살충율을 조사하였다. 처리당 10마리씩 5반복 3회 실시하였으며 검정의 결과는 Abbot식으로 살충율을 보정하여 Finney (1971)의 probit분석법에 의하여 LC₅₀과 LT₅₀을 산출하였다.

결과 및 고찰

핵다각체병바이러스 병원성 검정

파밤나방 핵다각체병바이러스의 병원성을 검정하기 위해 영기에 따라 온도별로 LC₅₀을 조사하였다. 2령충의 20°C에서는 9.797×10^3 PIBs/mL였으나, 24°C는 1.080×10^3 PIBs/mL, 28°C는 4.996×10^2 PIBs/mL, 32°C

Table 1. Values of lethal concentration (LC₅₀) of SeNPV with different temperatures against 2nd instar of *S. exigua* larva

Temperatures (°C)	LC ₅₀ (PIBs/mL)	Regression line	95% Fiducial limits		χ ²
			Lower	Upper	
20	9.797×10^3	3.89+0.35X	7.957×10^3	6.460×10^4	0.637
24	1.080×10^3	4.16+0.25X	1.149×10^2	3.025×10^3	0.507
28	4.996×10^2	4.35+0.35X	1.920×10^2	1.596×10^3	0.449
32	3.351×10^2	4.70+0.24X	1.812×10^2	1.703×10^3	0.996

는 3.351×10^2 PIBs/mL로 온도가 높아짐에 LC_{50} 이 낮아졌다(Table 1). 3령에 있어서도 2령과 마찬가지로 32°C에서 LC_{50} 이 3.080×10^2 PIBs/mL로 가장 낮았다. 그러나 2령에 비하여 LC_{50} 이 약간 높아지고 그 값의 범위도 3령에서 2령보다 좁게 나타났다(Table 2). Im *et al.* (1988)과 Kim *et al.* (2003)에 의하면 층은 다르지만 담배거세미나방 핵다각체병바이러스(SINPV)는 담배거세미나방 령기에 따른 LC_{50} 값은 영기가 진전됨에 따라 LC_{50} 이 약 10배 정도 높았다는 결과와 농도에 있어서 약간의 차를 보이거나 경향은 비슷하게 나타났다. 4령에서도 20°C에서 5.996×10^3 PIBs/mL, 28°C

는 2.144×10^3 PIBs/mL, 32°C는 1.304×10^3 PIBs/mL로 온도에 있어서는 다른 영기와 차이가 없었으나 값의 범위는 3령에 비하여 높아졌는데(Table 3), 이는 같은 농도로 접종시킨 4령과 3령 유충에서 뚜렷한 차이를 보이지 않거나 오히려 4령 때의 값이 작은 것은 유충체중에 대한 사료 섭취량이 상대적으로 4령 때 훨씬 많아 바이러스를 먹는 양이 역시 많다는 Im *et al.*(1988)의 보고와 일치하는 결과를 보였다.

핵다각체병바이러스 농도별 LT_{50} 은 20°C에서 2령은 1.0×10^4 PIBs/mL 농도에서 5.7일이 소요되었으며 농도가 1.0×10^2 PIBs/mL 이하에서는 10일 이상이 소요되었다. 3령과 5령은 1.0×10^4 PIBs/mL에서는 각각 6.9일과 6.1일이 소요되었으며 저농도로 갈수록 LT_{50} 은 길어졌다, 또한 영기에 있어서도 유충이 어릴수록 LT_{50} 은 짧아지는 경향이었는데(Table 4) 이는 Kim *et al.*(2003)은 바이러스 농도가 높고, 유충이 어릴수록 LT_{50} 은 농도에 관계없이 짧아진다는 보고와 일치하였다. 24°C에서는 20°C보다 기간이 단축되어 2령은 1.0×10^4 PIBs/mL 농도에서 5.1일이 소요되었으며 3령과 4령에서는 각각 5.7일, 5.9일이었고, 영기가 어릴수록 LT_{50} 값이 대체로 짧았는데 이는 영기가 어릴수록 바이러스에 대한 저항성이 낮음을 알 수 있었다. 이는 Im *et al.*(1988)의 같은 농도로 접종된 경우 어릴수록 LT_{50} 값이 작아진다는 결과와 일치하였다(Table 5). 28°C에서 2령은 1.0×10^4 PIBs/mL 농도에서 4.9일이 소요되었고, 3령과 4령은 각각 5.5일, 5.4일로 다른 온

Table 2. Values of lethal concentration (LC_{50}) of SeNPV with different temperatures against 3rd instar of *S. exigua* larva

Temperatures (°C)	LC_{50} (PIBs/mL)	Regression line	95% Fiducial limits		χ^2
			Lower	Upper	
20	4.930×10^3	$3.89 + 0.26X$	2.144×10^3	5.056×10^4	0.329
24	1.118×10^3	$4.17 + 0.24X$	9.622×10^2	8.036×10^3	0.488
28	9.796×10^2	$4.58 + 0.18X$	7.957×10^2	6.460×10^3	0.179
32	3.080×10^2	$4.48 + 0.19X$	1.884×10^2	1.719×10^3	0.507

Table 3. Values of lethal concentration (LC_{50}) of SeNPV with different temperatures against 4th instar of *S. exigua* larva

Temperatures (°C)	LC_{50} (PIBs/mL)	Regression line	95% Fiducial limits		χ^2
			Lower	Upper	
20	5.996×10^3	$3.90 + 0.25X$	1.920×10^3	1.596×10^4	0.180
24	4.325×10^3	$4.38 + 0.17X$	7.812×10^2	1.374×10^4	0.492
28	2.144×10^3	$3.86 + 0.24X$	4.930×10^2	5.057×10^3	0.329
32	1.304×10^3	$4.19 + 0.24X$	1.202×10^2	8.896×10^3	0.173

Table 4. Values of lethal time (LT_{50}) of SeNPV against 2nd, 3rd and 4th instar of *S. exigua* at 20°C

Instars	Concentrations (PIBs/mL)	LT_{50} (95%CL)	LT_{95} (95%CL)
2nd	1.0×10^6	4.5 (3.4-5.4)	14.2 (11.1-20.9)
	1.0×10^5	4.9 (3.8-5.9)	25.7 (19.6-39.1)
	1.0×10^4	5.7 (4.4-6.9)	29.3 (17.4-51.8)
	1.0×10^3	9.6 (7.7-11.6)	46.9 (21.9-74.9)
	1.0×10^2	13.5 (11.4-16.3)	58.6 (31.1-96.3)
	1.0×10	24.0 (18.9-36.0)	91.5 (54.3-142.3)
3rd	1.0×10^6	3.5 (2.6-4.3)	16.8 (13.1-24.8)
	1.0×10^5	6.5 (5.5-7.1)	23.6 (17.6-36.5)
	1.0×10^4	6.9 (5.5-7.8)	24.4 (18.2-38.9)
	1.0×10^3	9.0 (7.4-10.7)	60.0 (39.0-98.5)
	1.0×10^2	9.6 (8.0-11.5)	64.2 (41.2-128.9)
	1.0×10	16.9 (14.1-22.7)	94.2 (58.7-219.)
4th	1.0×10^6	4.7 (4.3-5.1)	9.6 (8.7-11.4)
	1.0×10^5	5.7 (5.0-6.4)	13.1 (11.4-15.9)
	1.0×10^4	6.1 (4.8-7.2)	15.9 (11.9-26.6)
	1.0×10^3	6.5 (5.3-7.5)	28.0 (20.7-52.2)
	1.0×10^2	9.1 (7.9-10.5)	35.9 (24.8-69.0)
	1.0×10	14.3 (11.2-21.9)	116.9 (54.3-188.1)

Table 5. Values of lethal time (LT_{50}) of SeNPV against 2nd, 3rd and 4th instar of *S. exigua* at 24°C

Instars	Concentrations (PIBs/mL)	LT_{50} (95%CL)	LT_{95} (95%CL)
2nd	1.0×10^6	4.2 (3.5-4.8)	8.6 (6.7-14.8)
	1.0×10^5	4.7 (3.9-5.2)	11.0 (9.0-15.2)
	1.0×10^4	5.1 (4.1-5.9)	17.3 (12.5-31.5)
	1.0×10^3	5.4 (4.8-6.6)	21.2 (14.5-45.6)
	1.0×10^2	7.2 (5.9-9.4)	25.4 (15.1-59.4)
	1.0×10	14.8 (10.7-19.6)	32.6 (21.4-54.9)
3rd	1.0×10^6	4.7 (3.9-5.5)	9.4 (7.5-13.2)
	1.0×10^5	5.5 (4.8-6.1)	10.8 (9.2-14.2)
	1.0×10^4	5.7 (5.3-7.1)	11.6 (9.2-18.2)
	1.0×10^3	6.1 (5.1-7.3)	11.8 (9.1-21.9)
	1.0×10^2	7.9 (6.5-12.1)	24.8 (14.8-45.5)
	1.0×10	10.8 (8.6-14.5)	43.1 (22.9-149.4)
4th	1.0×10^6	5.1 (4.4-5.8)	9.2 (8.1-11.1)
	1.0×10^5	5.6 (4.7-6.3)	12.7 (10.2-18.4)
	1.0×10^4	5.9 (5.4-7.5)	14.2 (11.2-21.7)
	1.0×10^3	6.2 (5.3-7.2)	17.5 (13.2-29.8)
	1.0×10^2	8.4 (5.8-10.1)	24.0 (14.1-94.2)
	1.0×10	10.9 (6.1-29.2)	73.4 (24.4-116.9)

Table 6. Values of lethal time (LT₅₀) of SeNPV against 2nd, 3rd and 4th instar of *S. exigua* at 28°C

Instars	Concentrations (PIBs/mL)	LT ₅₀ (95%CL)	LT ₉₅ (95%CL)
2nd	1.0 × 10 ⁶	3.6 (1.8-3.3)	7.8 (5.6-12.8)
	1.0 × 10 ⁵	4.6 (3.9-5.3)	9.4 (7.6-12.5)
	1.0 × 10 ⁴	4.9 (3.8-5.9)	11.4 (8.3-14.3)
	1.0 × 10 ³	5.2 (4.2-6.2)	13.1 (10.7-16.2)
	1.0 × 10 ²	5.3 (4.1-6.5)	17.9 (11.4-21.2)
	1.0 × 10	10.1 (8.2-13.8)	20.4 (16.1-26.7)
3rd	1.0 × 10 ⁶	4.5 (4.0-5.0)	7.6 (6.7-9.4)
	1.0 × 10 ⁵	5.2 (4.4-5.9)	12.8 (10.5-17.8)
	1.0 × 10 ⁴	5.5 (4.6-6.5)	13.1 (10.0-19.1)
	1.0 × 10 ³	6.5 (5.7-7.8)	14.8 (11.4-24.8)
	1.0 × 10 ²	7.1 (6.6-8.2)	22.7 (13.7-37.9)
	1.0 × 10	11.3 (9.6-13.5)	24.1 (16.3-45.7)
4th	1.0 × 10 ⁶	4.5 (2.9-5.7)	7.8 (5.9-9.1)
	1.0 × 10 ⁵	5.1 (4.2-6.1)	10.9 (7.3-15.2)
	1.0 × 10 ⁴	5.4 (4.4-6.6)	12.1 (8.1-16.9)
	1.0 × 10 ³	6.0 (4.9-8.3)	18.0 (14.2-20.8)
	1.0 × 10 ²	8.3 (6.2-10.3)	20.1 (15.3-33.2)
	1.0 × 10	10.1 (7.3-14.9)	22.9 (18.4-33.3)

Table 7. Values of lethal time (LT₅₀) of SeNPV against 2nd, 3rd and 4th instar of *S. exigua* at 32°C

Instars	Concentrations (PIBs/mL)	LT ₅₀ (95%CL)	LT ₉₅ (95%CL)
2nd	1.0 × 10 ⁶	3.7 (2.9-4.4)	7.5 (6.1-11.1)
	1.0 × 10 ⁵	4.2 (3.4-4.9)	7.4 (6.2-10.5)
	1.0 × 10 ⁴	4.7 (4.0-5.4)	9.7 (8.1-13.4)
	1.0 × 10 ³	4.7 (3.8-5.6)	9.8 (7.6-18.0)
	1.0 × 10 ²	5.6 (5.1-9.0)	13.6 (11.3-19.4)
	1.0 × 10	7.6 (6.4-9.3)	18.2 (13.3-22.4)
3rd	1.0 × 10 ⁶	3.9 (3.1-4.8)	7.6 (6.1-9.9)
	1.0 × 10 ⁵	4.2 (3.3-5.8)	8.6 (7.4-11.6)
	1.0 × 10 ⁴	4.9 (4.1-6.4)	9.8 (7.8-15.3)
	1.0 × 10 ³	5.0 (4.2-7.0)	12.7 (9.6-18.7)
	1.0 × 10 ²	5.9 (4.8-7.4)	13.6 (10.2-20.4)
	1.0 × 10	8.9 (6.9-11.0)	17.5 (12.7-21.5)
4th	1.0 × 10 ⁶	4.4 (3.8-5.0)	9.8 (8.4-12.5)
	1.0 × 10 ⁵	4.8 (3.8-5.8)	12.1 (9.5-20.9)
	1.0 × 10 ⁴	5.8 (4.8-7.1)	16.6 (12.1-23.1)
	1.0 × 10 ³	7.2 (6.2-8.5)	18.6 (14.2-30.3)
	1.0 × 10 ²	8.3 (6.7-10.9)	19.8 (13.9-41.2)
	1.0 × 10	9.9 (8.4-13.8)	26.7 (17.4-78.2)

도처리와 비슷한 경향을 보였다(Table 6). 32°C에서 2령은 1.0 × 10⁴ PIBs/mL 농도에서 4.7일이 소요되었고, 3령과 4령은 각각 4.9일, 5.8일로 처리 온도 중 LT₅₀이 가장 짧았으며 28°C보다 LT₅₀이 짧아졌다(Table 7). 이는 El-Saadany *et al.* (1992)은 NPV에 의한 *S. littoralis* 유충 사충율은 온도가 25°C에서 30°C로 증가함으로 높아지고, LT₅₀도 낮은 온도에서 더 길어진다고 한 결과와 일부 비슷한 경향이였다. 또한 파밤나방에서 5령 유충에 바이러스를 접종 후 사육온도를 25°C에서

20°C로 낮출 경우, 25°C에서 계속 사육하였을 때 보다 1.0 × 10⁷ PIBs/mL에서 1일 정도 길어진다고 한 결과(Choi *et al.*, 1996)와는 일치하였다. 이상의 결과에서와 같이 바이러스의 활성은 32°C에서 가장 높았는데 파밤나방이 고온성 해충이므로 포장에서 미생물 살충제로 사용이 가능할 것으로 생각되어진다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 연구비 지원으로 수행된 결과이다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., I.S. Kim, W.S. Cho, M.H. Lee and K.M. Choi. 1989. The Occurance of the Crop Insect Pests from Korea in 1988. Korean J. Appl. Entomol. 28: 246-253.
- Choi, J.Y., H.S. Kim, B.R. Jin, K.Y. Seol, H.Y. Park and S.K. Kang. 1996. Pathogenicity and production of *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus. Korean J. Appl. Entomol. 35: 228-231.
- El-Saadany, G.B., G.M. Moaward, M.A. Rizk and S. Tantawy. 1992. The complex interaction between temperature and bioactivity of nuclear polyhedrosis virus infecting *Spodoptera littoralis* (Boisd.) larva. Egy. J. of Agri. Res. 70: 117-127.
- Finney, D.J. 1971. Probit analysis (3rd Ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge 333p.
- Gelernter, W.D. and B.A. Federici. 1986. Isolation, identification and determination of virulence of a nuclear polyhedrosis virus from the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. 15: 240-245.
- Ignoffo, C.M. 1973. Development of a viral insecticides: Concept to commercialization. Exp. Parasitol. 33: 380-406.
- Im, D.J., B. S. Park, B. R. Jin K. M. Choi and S.K. Kang. 1988. Pathogenicity of nuclear polyhedrosis virus isolated from the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. Korean J. Appl. Entomol. 27: 219-224.
- Im, D.J., K.M. Choi, M.H. Lee, B.R. Jin and S.K. Kang. 1989. *In vitro* mass production of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus. Korean J. Appl. Entomol. 28: 82-87.
- Kim, S.G., D.I. Kim, J.D. Park, H.G. Choi and Y.M. Yu. 2003. Pathogenicity of *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus with different temperatures. Korean J. Appl. Entomol. 42: 159-163.
- Kurstak, E. 1982. In microbial and viral pesticides. pp. 335-507. Dekker, New York.
- Park, J.D. and H.G. Goh, 1992. Control of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone. I. Control by mass trapping in *Allium fistulosum* Field. Korean J. Appl. Entomol. 31: 45-49.
- Park, J.D., H.G. Goh, J.H. Lee, W.J. Kee and K.J. Kim. 1991. Flight activity characteristics of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Southern Region of Korea. Korean J. Appl. Entomol. 30: 124-129.
- Smits, P.H. and J.M. Vlak. 1988. Biological activity of *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus against *S. exigua* larvae. J. Invertebr. Pathol. 51: 107-114.

(Received for publication 25 November 2004; accepted 22 December 2004)