

## 곤충 핵다각체병바이러스를 이용한 담배거세미나방의 생물적 방제 II. 담배거세미나방 핵다각체병바이러스의 살충제 제제화

Microbial Control of the Tobacco Cutworm, *Spodoptera litura* (Fab.), Using *S. litura*  
Nuclear Polyhedrosis Virus

II. Formulation of *S. litura* Nuclear Polyhedrosis Virus as Viral Insecticides

임 대 준<sup>1</sup> · 진 병 래<sup>2</sup> · 최 귀 문<sup>1</sup> · 강 석 권<sup>2</sup>

Dae Joon Im<sup>1</sup>, Byung Rae Jin<sup>2</sup>, Kui Moon Choi<sup>1</sup>, and Seok Kwon Kang<sup>2</sup>

**ABSTRACT** Three viral insecticides were differently formulated with a nuclear polyhedrosis virus isolated from *Spodoptera litura* by addition of feeding attractant, anti-precipitate of polyhedra, spreading agent, and UV-protectants. Sucrose was effective for attraction of larval feeding to increase the mortality and for protection of polyhedra from inactivation by sunlight when added 1% to 5% of sucrose solution to the formulations. Contents of additives to the formulations were 0.5% in polyvinylalcohol to prohibit the precipitation of polyhedra and 0.1% in Triton X-100 to spread and wet the formulations to the plant. Inactivation of the virus under sunlight was decreased when added 800 g of white carbon to 100 L of water in the white carbon formulation and 30% of molasses to the molasses's. In the formulation of white carbon and molasses mixture, activation of the virus was increased when mixed 500 g of the former with 10% of the latter. Three formulations were persisted their pathogenicity more than 95% of mortality at 3 days p.i. Encapsulation of the polyhedral surface was more distintively coated with the white carbon and showed more effective in the residual effects of the white carbon than others, but the molasses more attractive for larval feeding.

**KEY WORDS** Viral insecticide, microbial control, viral inactivation, *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus, feeding attractant

**초 록** 담배거세미나방 핵다각체병바이러스에 섭식촉진물질, 다각체 침전방지제 및 전착물질과 자외선 차단제를 첨가하여 만든 3종의 바이러스 살충제를 담배거세미나방 유충에 먹여 제제별로 살충 효과를 비교하였다. 바이러스 살충제에 설탕농도 1~5% 첨가로 섭식촉진이 증대되어 살충효과가 높았으며, 바이러스의 불활화 차단효과도 있었다. 살충제 제형에 따른 바이러스 침전방지는 polyvinylalcohol 0.5%, 식물체 전착성은 Triton X-100 0.1%에서 효과가 좋았다. 자외선차단제의 양은 white carbon은 100 L 당 800 g, molasses는 30%첨가에서 바이러스의 불활화가 감소되었으며 white carbon-molasses 혼합제는 white carbon 500 g, molasses 10%의 비율에서는 살충효과가 약간 감소하였으나 세 제제 모두 살포 3일후 95%이상의 살충율을 보였다. White carbon 제제는 molasses 제제보다 다각체 포매가 뚜렷하여 잔류효과가 증대되었으나 유충의 섭식은 molasses제제에서 촉진되었다.

**검 색 어** 바이러스살충제, 미생물적 방제, 바이러스 불활화, 섭식유인제, 담배거세미나방 핵다각체병바이러스

1 농업기술연구소 곤충과(Entomology Division, Agricultural Sciences Institute, RDA, Suwon, 441-707, Korea)  
2 서울대학교 농과대학(College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea)

곤충 바이러스는 숙주곤충에 대한 특이성이 높아 누에나 꿀벌과 같은 익충에는 피해를 주지 않으면서 목적해충을 방제할 수 있는 장점을 가지고 있어 바이러스를 살충제화하여 해충방제에 널리 이용하고 있다. 이러한 곤충 바이러스를 제제화하기 위해서는 바이러스의 대량생산체계 (任 등 1989), 자외선 차단제, 전착제, 증량제 및 섭식촉진제등의 각종 부가제를 생산된 바이러스에 첨가함으로 바이러스의 생물, 물리적인 안정성이 요구되어진다. 특히 태양광선에 의해 단시간내에 급격히 바이러스가 불활화되기 때문에 (Jaques 1968, David 1969) 효과적인 자외선차단제 개발이 바이러스 제제화에 있어서 무엇보다 중요하다.

자외선 차단제로는 white carbon(岡田 1977), carbon black, charcoal, titanium dioxide (Bull 등 1976, Ignoffo 등 1972, 1976)과 molasses (Couch & Ignoffo 1981, Shapiro 등 1983)등이 효과가 높아 상품화되고 있다. 또한 부가제로서 전착제와 섭식촉진제로는 Triton X-100 (Ignoffo & Montoya 1966), polyvinylalcohol (Smith 등 1978), 설탕과 먼실유(Bell & Kanavel 1975, 1978), powder milk (Stacey 등 1977, Pritchett 등 1980)등 여러 가지가 있다.

따라서 본 시험에서는 바이러스살충제의 제제화에 있어서 주요 성분인 자외선차단제를 시중에서 구하기 쉽고 값이 싼 white carbon과 molasses를 기본으로하여 여기에 몇 가지 부가제를 첨가함으로써 담배거세미나방 핵다각체병바이러스를 이용한 미생물살충제를 만들어 담배거세미나방에 대한 살충효과를 비교 검토하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 곤충바이러스 및 공시충

본 시험에 사용한 바이러스는 任 등 (1988)이 담배거세미나방 유충에서 분리한 핵다각체병바이러스 (*Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus; 이하 SINPV로 약함)이고 공시충은 당 연 구소 곤충과 곤충사육실에서 10여세대이상 계대 사육한 담배거세미나방 유충을 이용하였다.

### 부가제 시험

**섭식유인과 자외선 차단효과** 담배거세미나방 핵다각체병바이러스 접종액( $1.0 \times 10^7$  다각체/ml)에 시중에서 판매하는 설탕 1, 3, 5, 10%를 각각 첨가후, 4령 유충 한 마리당 50  $\mu$ l를 콩잎에 접종하여 무첨가구와 총체증과 살충율을 비교하였다. 설탕 첨가에 따른 자외선 차단효과는 설탕농도별로 첨가된 바이러스 접종액을 콩잎에 살포한 후, 태양광선에 각각 1, 2, 4, 6, 8시간 노출시킨 후 각 농도별로 처리된 콩잎을 3령 유충에 먹여 조사하였다.

**바이러스 침전방지 및 전착 효과** Polyvinylalcohol 첨가에 의한 침전 방지 효과는 바이러스 접종액 ( $1.0 \times 10^8$  다각체/ml)에 polyvinylalcohol을 0.1%와 0.5% 첨가 후 U. V. Spectrophotometer (Philips PU 8800)로 시간경과에 따른 흡광도를 280 nm에서 측정하여 무첨가구와 침전도를 비교하였다. 또한 Triton X-100의 전착 효과는  $1.0 \times 10^7$  다각체/ml의 바이러스 용액에 Triton X-100을 각각 0.1, 0.5, 1.0% 첨가한 다음 콩잎을 10초간 침지 후 음건하여 3령 유충에 접종시켜 살충율을 조사하였다.

**자외선 차단제 첨가 효과** 자외선 차단제는 white carbon 분말과 molasses (당밀일종)를 사용하였다. White carbon은 40, 60, 80, 100 g별로 바이러스를 포매시킨 후 바이러스의 최종농도를  $1.0 \times 10^8$  다각체/ml가 되도록 물 10 L로 희석하여 콩잎 표면에 살포하고 태양광선에 노출시켰다. 태양광선에 노출 1, 2, 3일 후에 각각 콩잎을 채취하여 3령 유충에 접종시켜 살충율로 비교하였다. 한편 molasses는 각각 20, 30, 40% (v/v) 농도별로 동일 바이러스 농도에 첨가하여 바이러스를 포매시킨 후 상기와 동일한 방법으로 조사하였다.

### 바이러스 살충제 제제화 시험

**White carbon 과 molasses제제 및 혼합제제** 바이러스살충제 제제화는 자외선 차단제를 주성분으로 하여 여기에 증량제와 전착제등 부가제를 첨가하여 다음 표와 같이 자외선 차단제에 따라

Table 1. Composition of viral insecticides using *spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus

Insecticides <sup>a</sup>	Ingredients		A-B Mixture		
	White Carbon(A)	Molasses(B)	a	b	c
White carbon	80.0 g	—	26.7 g	40.0 g	53.3 g
Molasses	—	3.0 l	2.0 l	1.5 l	1.0 l
Bentonite	10.0 g	10.0 g	10.0 g	10.0 g	10.0 g
Sucrose	100.0 g	—	—	—	—
Polyvinylalcohol	10.0 g	10.0 g	10.0 g	10.0 g	10.0 g
Triton X-100	10.0 ml	10.0 ml	10.0 ml	10.0 ml	10.0 ml
Virus ( $1.0 \times 10^{10}$ )	100.0 ml	100.0 ml	100.0 ml	100.0 ml	100.0 ml

<sup>a</sup> Add the ingredients of the formulation to 10L of water for field use.

white carbon제제, molasses제제 및 white carbon-molasses 혼합제를 구분하여 조성하였다 (표 1). 이들 제제들은 수화제 형태로 바이러스의 최종 농도를  $1.0 \times 10^6$  다각체/ml가 되도록 10 a 당 100 L의 양으로 희석하여 콩잎에 살포한 뒤, 일정한 시간이 경과한 후 콩잎을 채취하여 실내에서 3령 유충에 각각 접종시켜 자외선차단제 및 부가제 첨가에 따른 살충율을 조사하였다.

**제제의 섭식 유인효과 및 포매효과** 표 1의 white carbon 제제, molasses제제 및 혼합제제 간의 담배겨세미나방 유충에 대한 섭식 유인효과는 각각의 제제를 콩잎에 살포하고, 무처리한 콩잎과 함께 지름 12 cm 사-레에 넣고, 5령 유충을 접종하여 24시간 경과 후의 섭식량으로 조사하였다.

또한 제제의 포매효과는 상기 3종의 제제를 콩잎에 살포한 후 15일이 경과한 뒤 콩잎을 채취하여 콩잎 절편을 금 (gold)으로 coating하여 주사전자현미경 (Hitachi, S6570)으로 바이러스의 포매 정도를 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

### 부가제 시험

설탕의 첨가로 유충의 체중은 접종 후 3일이 경과하면서 무첨가구보다 높게 나타났으며, 첨가 농도별로는 10% 첨가구가 오히려 낮은 경향이었고, 대체적으로 1, 3, 5% 수준이 높게 나타났

다 (그림 1). 또 설탕 첨가구의 살충율은 무첨가구에 비해 약 10%정도 높게 나타났다 (그림 2). 바이러스 생산은 바이러스 용액에 3.3%의 설탕을 첨가했을 때 총체중 증가로 효과적이었다는 보고 (Stacey 등 1977, 1980)와 *S. littoralis* 경우의 섭식량과 총체중 증가보고 (Navon 등 1987)등을 참고할 때 설탕의 섭식촉진 효과를 인정할 수 있었다.

또한 설탕 첨가후 8시간 동안 태양광선에 노출시킨 바이러스 현탁액과 설탕무첨가 바이러스 현탁액의 자외선차단효과는 전자가 약 10% 높게 나타났고, 설탕농도가 높을수록 다소 효과적이었다. 그러나 설탕을 첨가하지 않은 바이러스를 콩잎 이면에 살포했을 경우 설탕첨가보다 더 효과적으로 나타났다 (그림 3). 설탕용액은 자외선차단, 섭식촉진 및 부착효과 등의 특성이 있으며 (McLaughlin 등 1971), 설탕의 농도는 2% (Bell & Kanavel 1975, 1978) 또는 5% (Shapiro 등 1983)와 설탕농도 1%와 Triton CS-7 0.01% (Smith 등 1978, 1982)를 첨가 했을 때 효과적이었다. 따라서 설탕첨가는 바이러스 대량생산 뿐만 아니라, 야외 살포시 자외선차단, 섭식유인과 촉진 및 식물체 부착효과 등으로 살충율 증가를 유도할 수 있다고 생각된다.

다각체는 현탁액상태에서 24시간이 경과하면서 급격히 침전되었으나 polyvinylalcohol을 다각체 용액에 첨가함으로써 급격한 침전을 완화시킬 수 있었다 (그림 4). 이는 Smith 등 (1978)

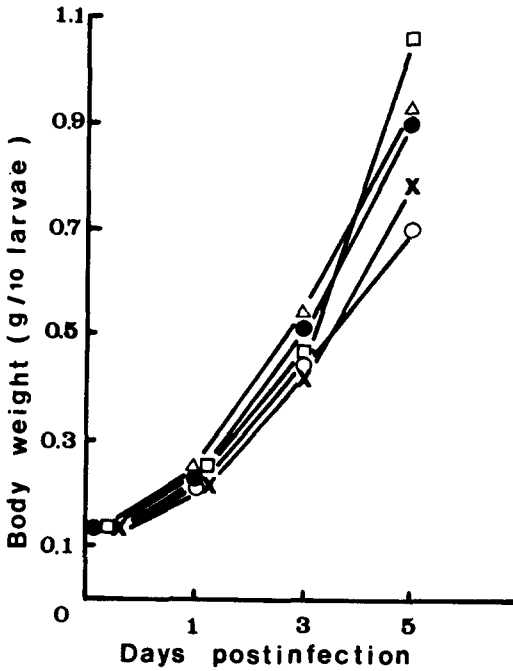


Fig. 1. Effect of sucrose on body weight gains of *Spodoptera litura* larvae infected with nuclear polyhedrosis virus.

(○) Virus suspension, (Δ) Virus suspension + 1% sucrose, (●) Virus suspension + 3% sucrose, (□) Virus suspension + 5% sucrose, (x) Virus suspension + 10% sucrose.

이 polyvinylalcohol을 0.5% 첨가했을 때 효과적이라고 보고한 결과와 유사하였다. 또한 Triton X-100의 전착효과 조사에서 Triton X-100을 첨가하지 않은 구에서는 약 83% 정도의 살충율을 보인데 반해 Triton X-100 첨가구에서는 모두 100%의 살충율을 보여 Triton X-100의 전착효과를 확인할 수 있었으며 Triton X-100의 첨가량은 Bull 등 (1976)의 보고와 같이 0.1%에서 효과적이었다 (그림 5). 본 시험에서 Triton X-100 무첨가구에서 살충율이 낮게 나타난 것은 물방울 현상에 의한 바이러스의 손실 때문이라 생각된다.

자외선 차단효과 시험에서 white carbon은 살포 3일 후 100 g 첨가구에서 약 83%, 80 g구에서는 약 76%, 60 g과 40 g구에서는 약 65%의 살충율을 보여 80 g이상 첨가구에서 자외선 차단효과가

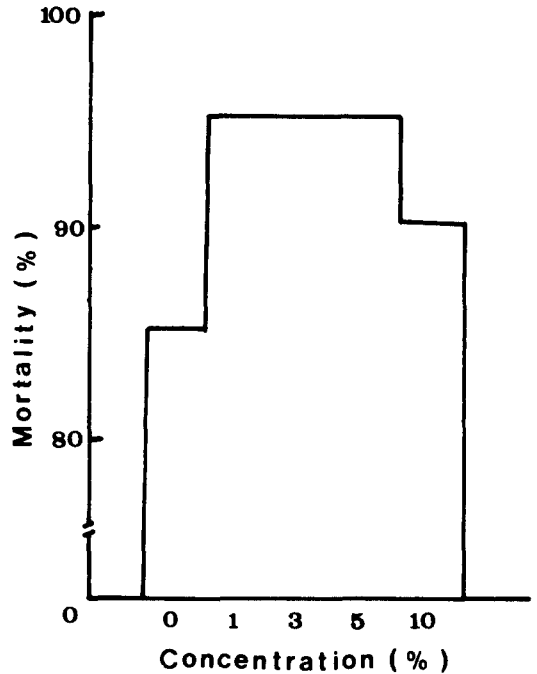


Fig. 2. Mortality of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus mixed with different sucrose concentrations against the 3rd instar of *S. litura*.

비교적 높게 나타났다 (그림 6). 또한 molasses는 살포후 2일까지는 20, 30, 및 40%첨가구 모두 약 90% 이상의 높은 살충율을 나타냈으며, 3일후는 30%첨가구가 약 85%, 20%첨가구가 약 80%의 살충율을 보였으나, 살포후 5일이 경과하면서 40%첨가구는 약 75%, 30%첨가구는 약 65%의 살충율을 유지하였다 (그림 7). 그러나 white carbon의 경우, 100 g 첨가구에서 응집현상이 나타났으며, 또한 molasses의 경우, 40%첨가구가 살충율에 있어서 가장 효과적이었으나 콩잎에 갈색 반점을 보였다. 바이러스 활성은 태양광선에서 나오는 자외선에 의해 짧은 기간 내에 불활화 되기 때문에 효과적인 자외선차단제 개발이 바이러스 제제화에 있어 무엇보다 중요하다 (Jaques 1968, David 1969). 자외선차단제로 사용되는 물질은 대부분 상품화되고 있으며 이러한 여러 종류의 차단제에 따라 바이러스의 표면을 안전한 상태로 포매할 수 있는 것을 선별하여 야외에서 장기적

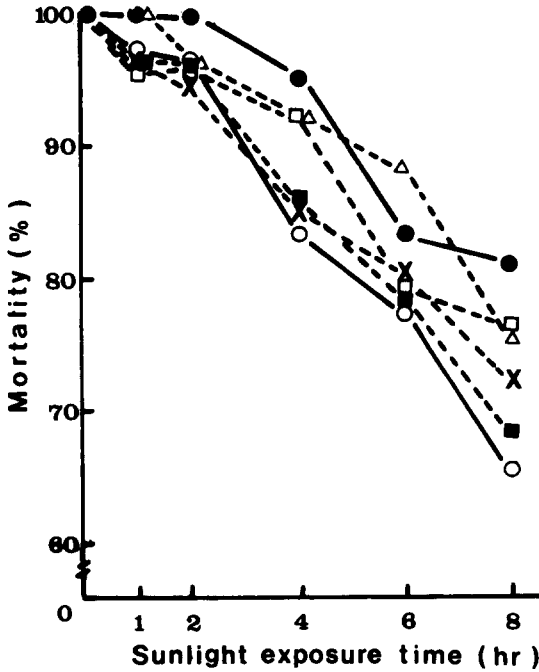


Fig. 3. Effect of sucrose concentration on the protection of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus from sunlight.

- (●) Virus suspension sprayed under the surface of soybean leaves.
  - (○) Virus suspension (VS)
  - (■) VS with 1% sucrose
  - (□) VS with 3% sucrose
  - (×) VS with 5% sucrose
  - (△) VS with 10% sucrose
- } sprayed on the surface of soybean leaves.

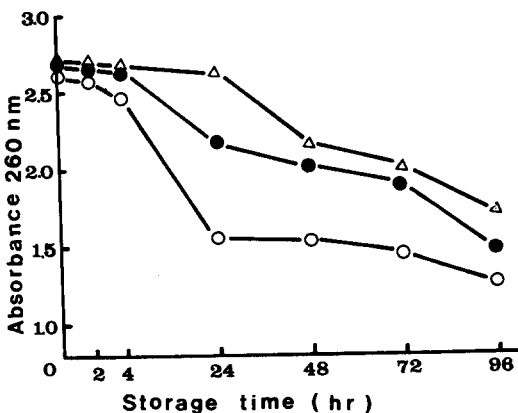


Fig. 4. Effect of polyvinylalcohol on the precipitation of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis in the formulation. (○) Virus suspension, (●) Virus suspension + 0.1% polyvinylalcohol, (△) Virus suspension + 0.5% polyvinylalcohol.

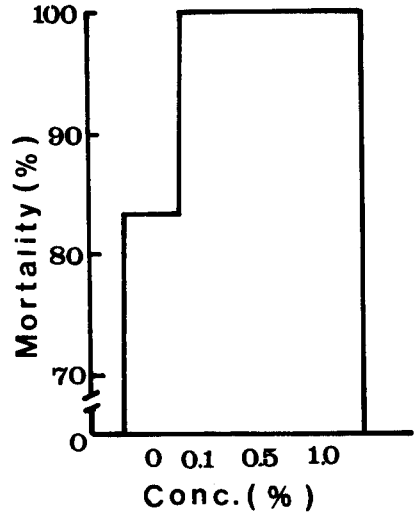


Fig. 5. Effect of Triton X-100 on the spreading and wetting of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus on the soybean leaves.

으로 불활화를 방지할 수 있는 차단제 개발이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 white carbon과 molasses를 자외선 차단제로 이용했으나 차후 차단효과가 뛰어난 새로운 자외선차단제의 개발에 대한 연구가 필요하다고 본다.

**바이러스살충제 제제화 시험**

각종 부가제가 첨가된 white carbon 제제와 molasses제제의 살충율을 비교한 결과 (그림 8), 살포후 3일까지는 white carbon제제에 비해 molasses제제가 약 95%의 살충율로 높게 나타났으나, 5일이 경과 하면서 white carbon제제가 오히려 큰 차이는 없으나 살충력이 다소 높게 나타났.

이상의 결과에서 살포후 3일까지는 molasses제제의 살충력이 white carbon제제보다 높게 나타난 것은 white carbon제제성분 중 설탕농도보다 molasses제제의 molasses 첨가농도가 훨씬 높기 때문에 섭식촉진효과가 더 큰 것으로 보여지며

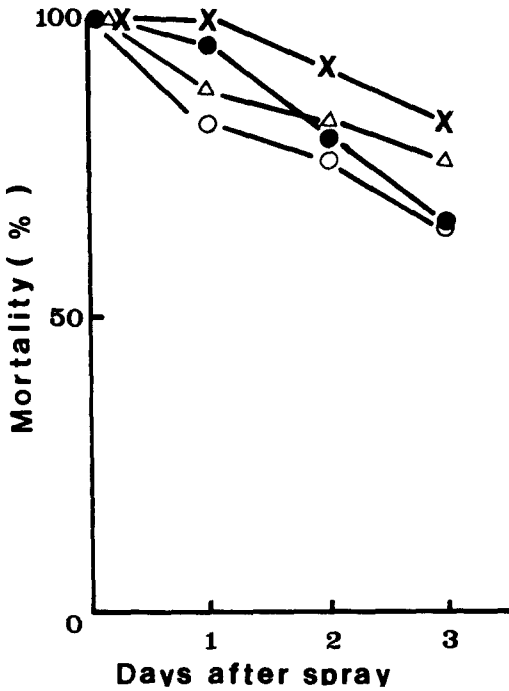


Fig. 6. Effect of the amount of white carbon on the protection of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus from ultraviolet light. (○) 0.4 kg/100l/10a, (●) 0.6 kg/100l/10a, (△) 0.8 kg/100l/10a, (×) 1.0 kg/100l/10a.

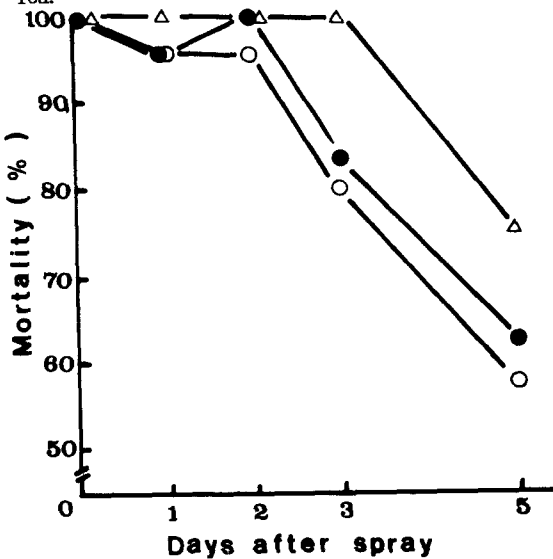


Fig. 7. Effect of the molasses on the protection of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus from ultraviolet light. (○) 20% (V/V), (●) 30% (V/V), (△) 40% (V/V).

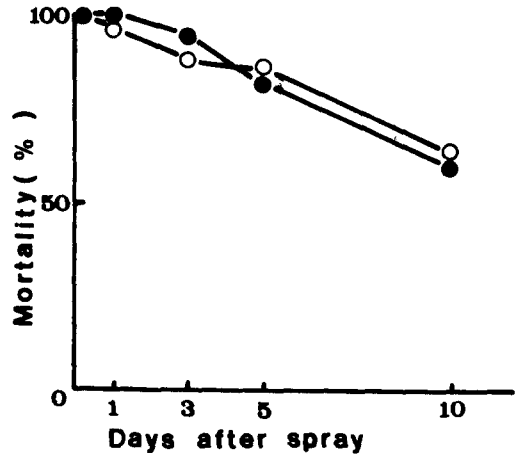


Fig. 8. Comparison of mortality and persistence between the white carbon and the molasses formulation. (○) White carbon formulation, (●) Molasses formulation.

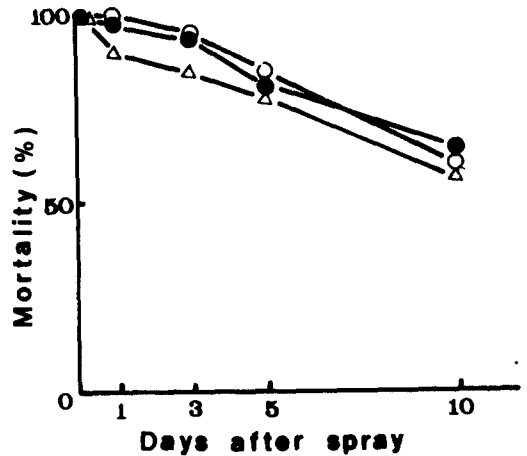


Fig. 9. Effect of the mixture of white carbon and molasses on the protection of *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus from ultraviolet light. (○) 0.27 kg white carbon + 20% molasses (V/V) + adjuvants, (●) 0.4 kg white carbon + 5% molasses (V/V) + adjuvants, (×) 0.53 kg white carbon + 10% molasses (V/V) + adjuvants.

(Stacey 등 1977, Counce & Ignoffo 1981), 살포 후 일수가 경과할수록 잔류효과면에서는 오히려 white carbon과 molasses의 혼합비율을 달리한 a, b, c제제의 살충효과 조사에서 a와 b제제 간에는 살충력에 있어서 큰 차이를 나타내지 않았으나, c제제는 전반적으로 다소 떨어지는 경향이었으며 (그림 9) 그림 8의 결과와 비슷한 경향을 나타냈다.

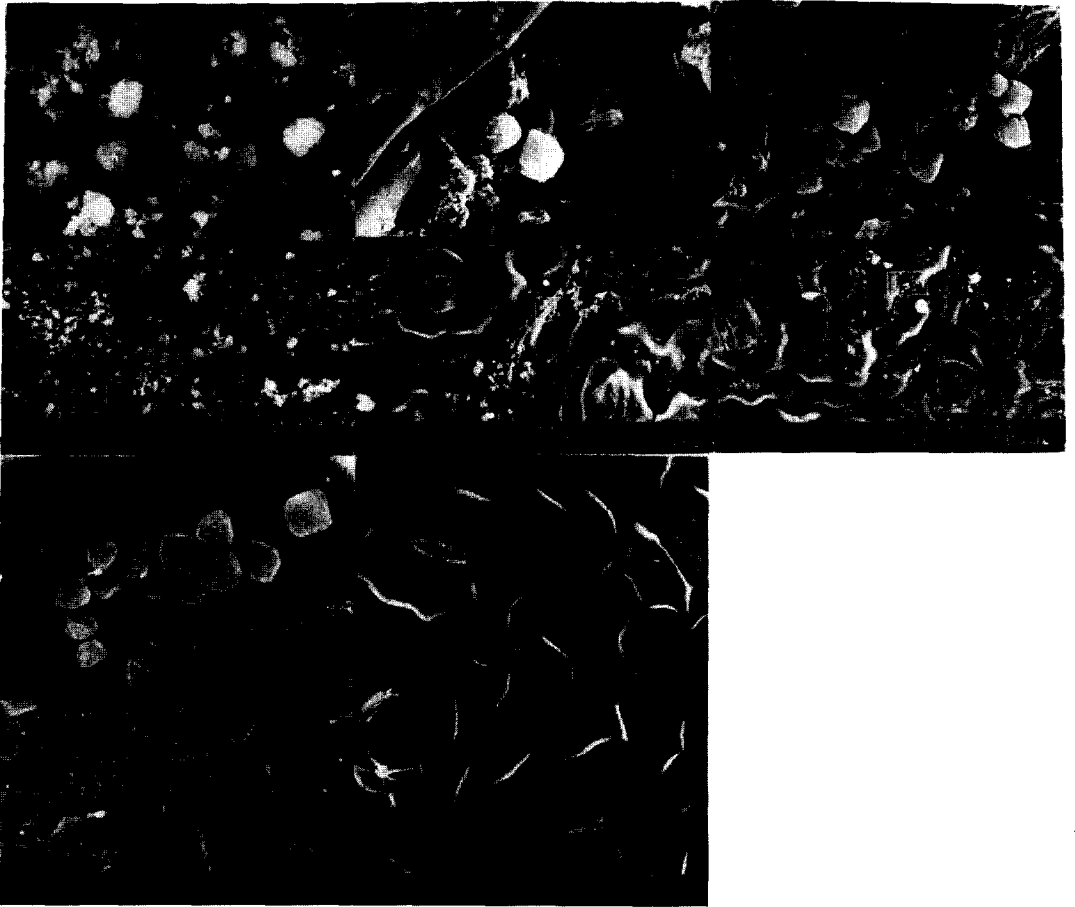


Fig. 10. Scanning electron micrographs of polyhedra of the formulated viral insecticides after spraying on soybean leaves. (A) White carbon, (B) Molasses with white carbon, (C) Molasses, (D) Virus suspension only, (E) Water sprayed only.

White carbon제제의 설탕 첨가에 의한 섭식 촉진과 molasses 제제의 자외선 차단제인 molasses의 섭식촉진효과에 근거한 선호도와 white carbon과 molasses 혼합제제의 경우 molasses 혼합 비율에 따른 선호도로 조사한 섭식유인효과는, 각 제제 모두 무처리구 보다 섭식량이 많은 것으로 보아 섭식 유인효과를 인정할 수 있었으며, molasses제제의 섭식 유인 효과가 더 큰 것으로 나타났다 (자료생략). 또한 콩잎에 각 제제를 살포하고 15일이 경과한 후 주사전자현미경으로 다각체를 관찰한 제제포매효과는 white carbon 제제의 경우 살포후 15일이 경과하여도 포매정도가 비교적 안정적인 반면, molasses제제는 거의 노출된 상태였다. 혼합제제 b의 경우는 molasses 제제 보다는 포매 정도가 양호한 편이었다 (그림

10). 포매정도와 콩잎 잔류효과는 white carbon 제제가 효과적인 것으로 나타났으며 이는 그림 8의 결과를 뒷받침 한다고 생각한다.

상기 바이러스살충제는 몇가지의 자외선차단제 및 부가제를 첨가함으로써 바이러스현탁액보다 살충효과와 바이러스 포매효과를 얻을 수 있었다. 앞으로 실용화시킬 경우 살포기구와 방법 사용방법등 기존의 농약사용법에 알맞는 연구가 필요하다고 본다.

#### 사 사

본 논문은 과학기술처 특정연구 개발비에 의해 수행하였음.

## 인 용 문 헌

- Bell, M. R. & R. F. Kanavel. 1975. Potential of bait formulations to increase effectiveness of nuclear polyhedrosis virus against the pink bollworm. *J. Econ. Entomol.* 68 : 389~391.
- Bell, M. R. & R. F. Kanavel. 1978. Tobacco budworm: development of a spray adjuvant to increase effectiveness of a nuclear polyhedrosis virus. *Ibid.*, 71 : 350~352.
- Bull, D. L., R. L. Ridgway, V. S. House & N. W. Pryor. 1976. Improved formulations of the *Heliothis* nuclear polyhedrosis virus. *J. Econ. Entomol.* 69 : 731~736.
- Couch, T. L. & C. M. Ignoffo. 1981. Formulation of insect pathogens pp. 621~634. *In* H. D. Burges (ed.), "Microbial control of pests and plant diseases, 1970~1980". Academic Press, New York.
- David, W. A. L. 1969. The effect of ultraviolet radiation of known wavelengths on a granulosis virus of *Pieris brassicae*. *J. Invertebr. Pathol.* 14 : 334~342.
- Ignoffo, C. M., J. R. Bradley, F. R. Gilliland, F. A. Falcon, L. V. Falcon, L. V. Larson, R. L. McGarr, P. P. Sikorowski, T. F. Watson & W. C. Yearian, 1972. Field studies on stability of the *Heliothis* nuclear polyhedrosis virus at various sites throughout the cotton belt. *Environ. Entomol.* 1 : 388~390.
- Ignoffo, C. M., D. L. Hostetter & D. B. Smith. 1976. Gustatory stimulant, sunlight protectant, evaporation retardant: Three characteristics of a microbial insecticidal adjuvant. *J. Econ. Entomol.* 69 : 207~210.
- Ignoffo, C. M. & D. L. Montoya. 1986. The effects of chemical insecticides and insecticidal adjuvants on a *Heliothis* nuclear polyhedrosis virus. *J. Invertebr. Pathol.* 8 : 409~412.
- 임대준, 박범석, 진병래, 최귀문, 강석권. 1988. 담배거세미나방 핵다각체병바이러스의 병원성. *한용곤지.* 27 : 219~224.
- 임대준, 최귀문, 이문홍, 진병래, 강석권. 1989. 숙주곤충을 이용한 담배거세미나방 핵다각체병바이러스의 대량생산. *한용곤지.* 28 : 82~87.
- Jaques, R. P. 1968. The inactivation of the nuclear polyhedrosis virus of *Trichoplusia ni* by gamma and ultraviolet radiation. *Can. J. Microbiol.* 14 : 1161~1163.
- McLaughlin, R. E., G. Andrews & M. R. Bell. 1971. Field tests for control of *Heliothis* spp. with a nuclear polyhedrosis virus induced in a boll weevil bait. *J. Invertebr. Pathol.* 18 : 304~305.
- Navon, A., J. Meusner & K. R. S. Ascher. 1987. Feeding stimulant mixture for *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera; Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 80 : 990~993.
- 岡田齊夫. 1977. 核多角體病ウイルスによるハスモンヨトウの防除に関する研究. *中國農試報.* E12 : 1~66.
- Prichett, D. W., S. Y. Young & W. C. Yearian. 1980. Efficacy of baculoviruses against field populations of fall webworm, *Hyphantria cunea* (Drury). *J. Ga. Entomol. Soc.* 15 : 333~339.
- Shapiro, M., P. P. Agin & R. A. Bell. 1983. Ultraviolet protectants of the gypsy moth (Lepidoptera; Lymantridae) nucleopolyhedrosis virus. *Environ. Entomol.* 12 : 982~985.
- Smith, D. B., D. L. Hostetter & C. M. Ignoffo. 1978. Formulation effects on application of a viral insecticide (*Baculovirus heliothis*). *J. Econ. Entomol.* 71 : 814~817.
- Smith, D. B., D. L. Hostetter, R. E. Pinnell & C. M. Ignoffo. 1982. Laboratory studies of viral adjuvants; Formulation development. *J. Econ. Entomol.* 75 : 16~20.
- Stacey, A. L., R. Lutell, W. C. Yearian, E. J. Matthews & S. Y. Young. 1980. Field evaluation of *Baculovirus heliothis* on cotton using selected application methods. *J. Ga. Entomol. Soc.* 15 : 365~372.
- Stacey, A. L., W. C. Yearian & S. Y. Young. 1977. Evaluation of *Baculovirus heliothis* with feeding stimulants for control of *Heliothis* larvae on cotton. *J. Econ. Entomol.* 70 : 779~784.

(1990년 7월 24일 접수)