

곤충 핵다각체병바이러스를 이용한 담배거세미나방의 생물적 방제 Ⅲ. 담배거세미나방 핵다각체병바이러스 살충제 살포효과

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

Ⅲ. Field Evaluation of the Viral Insecticides

임대준¹·진병래²·최귀문¹·강석권²

Dae Joon Im¹, Byung Rae Jin², Kui Moon Choi¹, and Seok Kwon Kang²

ABSTRACT Viral insecticides were formulated with *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus and different U. V. protectants based on white carbon, molasses, and white carbon and molasses mixture to use as microbial control agents. Effect of rainfall, the residue, and spray site on the mortality of the viral insecticides were evaluated on *S. litura* larvae feeding soybean leaves planted in plastic pots. Effect of rainfall on the attachment of formulated viruses to leaves was no different between the treated and the non-treated experiment. Persistence of the formulations was lasted 5 days on the surface-sprayed leaves and 12 days on the under-sprayed leaves which was showing 60% mortality. Total mortality of the viral insecticides was more than 97% with no differences among them. Field evaluation of three viral insecticides in soybean field was very successful then carried out in Chinju, a southern part of Korea. Mortality by the formulation in the field during 14 days was more than 93%, but the formulations contained molasses showed phytotoxicity on soybean leaves. Spray effect of the viral insecticides was begun to appear from 7 days later than that of chemical insecticide.

KEY WORDS Viral insecticides, microbial control, field evaluation, *Spodoptera litura* nuclear polyhedrosis virus

초 록 담배거세미나방 핵다각체병바이러스를 white carbon 제제, molasses 제제 및 white carbon-molasses 혼합제등 3종의 바이러스살충제로 만들어 제제의 살포방법, 살포효과 및 잔류효과를 꽃트 및 콩포장에서 살충효과를 비교하였다. 바이러스 살충제 살포는 콩잎 표면 살포시 약 5일, 이면 살포시 약 12일까지 60% 이상의 살충효과가 지속되었다. 꽃트식재 콩잎을 이용한 바이러스살충제의 살포효과는 molasses 제제와 white carbon 제제에서 모두 97% 이상의 살충효과가 있었으나 molasses성분을 포함한 제제는 햇빛에 의해 일부 콩잎에 약해를 보였다. 바이러스살충제 살포 1시간 후 빗물 처리에 의한 영향은 빗물 무처리와 큰 차이가 없이 90% 이상의 살충효과가 있었다. 야외 콩 포장에서 바이러스살충제의 살포효과는 3종의 제제 모두 90%이상의 살충율이었으며, 유기합성농약보다 7일 늦게 효과가 나타난 반면 2주 이상 효과가 지속되었다.

검 색 어 바이러스살충제, 미생물적 방제, 실증시험, 담배거세미나방 핵다각체병바이러스

현재까지 농작물이나 산림해충방제에 주로 이

용되어 왔던 화학살충제의 저항성해충 출현, 인축이나 동식물에 대한 직·간접적인 피해와 잔류성으로 인한 환경오염 및 생태계 파괴 등의 심각한 문제점들을 해결하기 위한 방안중 하나로 생

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)

물적 방제법을 도입하여 화학적 방제의 보완 또는 대체수단으로서 종합적 해충방제 체계확립에 연구의 초점을 집중시키고 있으며, 그 중에서도 특히 세균, 바이러스, 사상균, 원생동물등 해충의 유효 병원미생물을 이용하여 해충을 방제하는 미생물적 방제법이 실효성이 높아 멀지 않은 장래에 큰 비중을 차지할 것으로 여겨진다. 이러한 미생물중 바이러스는 기주곤충에 대한 특이성이 높고 (Oliver 1964) 목적해충만을 방제할 수 있다는 장점을 갖고 있어 원예해충을 중심으로 한 농작물이나 산림해충 방제에 효과적이며 이미 일부 선진국에서는 곤충 바이러스 살충제가 상품화되고 있다 (Kurstak 1982). 이러한 바이러스제제를 실용화할 때 부가제 첨가에 의한 야외에서의 바이러스 활성보유 (岡田 1977, Ignoffo 등 1976), 살포방법 및 시가 (Livingston 등 1980), 제제의 형태 (Stacey 등 1977), 살포기구 (Smith 등 1977, Stacey 등 1980) 사용전 보관과 살포시 생물, 물리적인 안전성 보유 (Couch 1978, Bull 1978) 등 여러가지 해결되어야 할 문제점들이 많다.

따라서 본 시험에서는 제제의 실용화를 위한 자외선차단제로 white carbon과 molasses 및 양자를 혼합제로 제제한 담배거세미나방 핵다각체병바이러스 살충제를 실제 야외 포장에 살포하여 담배거세미나방에 대한 살충효과를 얻고자 수행하였다.

재료 및 고찰

살포량과 방법에 따른 잔류효과

前報(任 등 1990a)에 의해 제제한 white carbon 제제와 molasses 제제 사용시 살포 방법에 따른 잔류효과는 바이러스 최종농도를 1×10^8 다각체/ml가 되도록 10 a당 100 L의 양으로 콩잎 표면과 이면에 각각 살포하고, 또 살포량을 10 a당 200 L로하여 주로 표면에 살포한 후 채취한 콩잎을 3령유충에 접종시켜 일수별 살충제로 잔류효과를 조사하였다.

꽃트시험 및 빗물처리 시험

꽃트 식재 콩잎에 10 a당 제제 100 L의 살포량으로 콩잎 표면과 이면에 동시에 살포한 뒤, 3, 5령 유충을 방사하고 꽃트를 망으로 씌운 후 매일 일정한 시간에 병사충을 조사하였다. 한편 우기에 맞추어 상기 방법으로 제제를 살포하고 12시간이 경과 후 10시간 동안 빗물처리 (처리 당시 수원지방 강우량 시간당 약 6mm)한 다음 3령유충을 접종하여 살충율을 조사하였다.

포장실증시험

바이러스살충제의 살충효과는 담배거세미나방 대발생 지역인 경상남도 진주 콩밭 포장에서 1989년 8월 4일~8월 26일에 걸쳐 수행하였다. 포장내 콩의 크기는 약 60~65mm 정도로 평당 약 100주 정도 식재되어 있었다. 시험구는 1.8 m × 1.8 m × 1.7 m 크기의 나일론망실을 만들어 유충의 이동을 방지하였고 망실내의 천적은 유충방사 전과 후에 매일 포살하였다. 바이러스 제제로는 white carbon제제, molasses제제 및 혼합제제를 이용하였으며, 대조구로서 무처리와 바이러스 현탁액 및 담배나방 방제용 화학살충제(제품명; 지오릭스 유제)를 살포하였다. 콩밭 망실당 담배거세미나방 5령 유충을 100두씩 4반복으로 각각 방사한 뒤, 각 바이러스살충제의 바이러스 최종농도를 1.0×10^8 다각체/ml가 되도록 10 a당 100 L의 양으로 희석한후 1.5 L 용량의 분무기 (Hi-sprayer (日本, 横兵植木(株))로 콩잎 표면과 이면에 동시 살포하였으며, 매일 일정한 시간에 바이러스 감염에 의한 병사충수를 조사하였다.

결과 및 고찰

살포량과 살포방법

살포방법에 따른 잔류효과 시험에서 white carbon 제제는 콩잎 이면 살포시 표면 살포의 살충력 감소에 비해 살포 10일후 50% 이상의 높은 살충율을 유지했으며, 20일이 경과한 후에도 약 20% 정도의 잔류효과를 나타내었다. 또 살포량

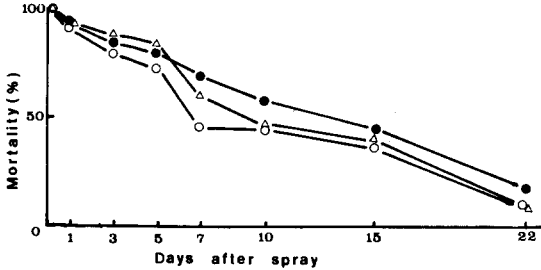


Fig. 1. Persistence of the white carbon formulation sprayed on soybean leaves. (●)Sprayed under the surface of leaves(100 L/10 a), (○)Sprayed on the surface of leaves (100 L/10 a), (△)Sprayed on the surface of leaves(200 L/10 a).

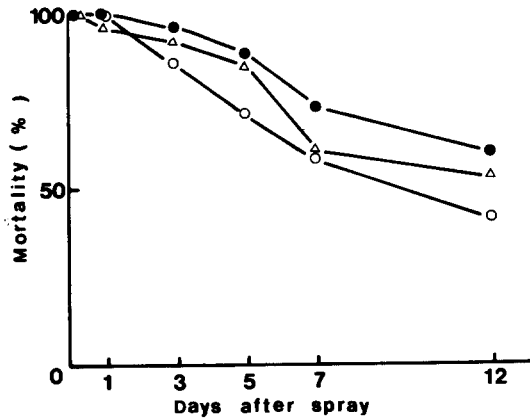


Fig. 2. Persistence of the molasses formulation sprayed on soybean leaves. (●)Sprayed under the surface of leaves(100 L/10 a), (○)Sprayed on the surface of leaves (100 L/10 a), (△)Sprayed on the surface of leaves(200 L/10 a).

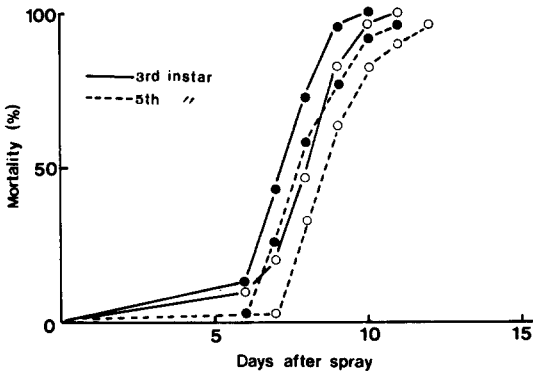


Fig. 3. Effect of the formulated viral insecticides on mortality of 3rd and 5th instar *Spodoptera litura* larvae. (○)White carbon, (●)Molasses.

을 2배로 증가시켜 콩잎 표면에 살포했을 때 이면 살포시보다 살포 후 5일까지는 살충력이 다소 높게 나타났으나, 7일이 경과하면서 표면 살포와 마찬가지로의 경향으로 급격히 불활화되었다 (그림 1). Molasses제제의 경우, 콩잎표면 살포시 살포 후 7일이 경과하면서 살충율이 60% 이하로 감소했으며, 살포량을 2배로 증가시킨 5일까지는 약 85%의 높은 살충율을 보였고 7일이 경과하면서 감소했다. 그러나 이면 살포시 살충율 감소는 비교적 둔화되어 살포 후 12일까지 약 60%의 높은 살충율을 유지하였다(그림 2). White carbon은 흰불나방 핵다각체병바이러스의 경우에도 20일간 효과가 지속되었으며 (陳 등 1978) 살포 방법에 따른 방제효과는 살포량의 증가보다는 이면살포가 잔류효과가 높음을 알 수 있다 (Jaques 1985, Smits 등 1987, 任 등 1990b)

폏트시험

폏트에 식재된 콩잎에 white carbon제제와 molasses제제별로 살포한 후 담배거세미나방 3령과 5령유충을 각각 방사하고, 폏트를 나일론망으로 씌운후 살충율을 조사한 결과 (그림 3), 양제제는 3령의 경우, 모두 100%의 살충율을 나타냈고 5령의 경우도 역시 모두 약 97%의 높은 살충율을 보였으나, 대체적으로 molasses제제가 white carbon제제에 비해 병사충이 나타나는 시기가 1일 정도 빨랐다. 이와 같은 결과는 任 등 (1990b)이 보고한 바와 같이 전자는 섭식촉진으로 섭식량이 증가되어 살충효과가 빨리 나타난 것으로 보인다. 담배거세미나방 방제를 위한 바이러스살충제의 살포시기는 Livingston 등 (1980)이 보고한 것과 같이 가능한 근거생활을 하며 저항성이 비교적 약한 1~3령의 어린유충에 살포하여 살충효과를 높이고 피해를 감소시키는 것이 바람직하다고 생각된다.

빗물처리 시험

White carbon제제와 molasses제제를 각각 콩잎의 표면과 이면에 동시에 살포후 빗물에 처리한 콩잎을 3령 유충에 먹여 살충율을 조사한 결

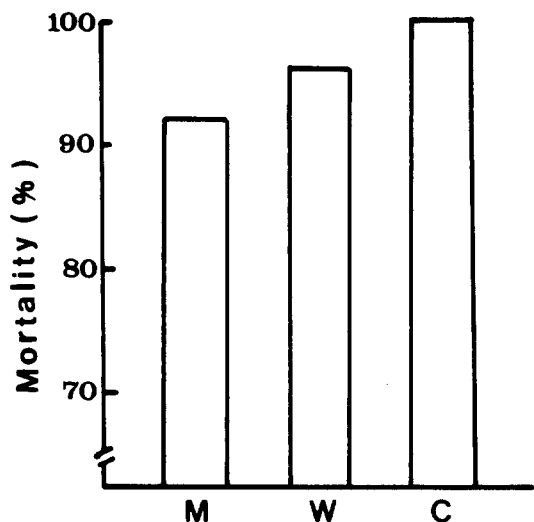


Fig. 4. Rainfall effect of the viral insecticides sprayed on soybean leaves on mortality to the 3rd instar of *Spodoptera litura* larvae. (C) Virus suspension only, (W) White carbon formulation, (M) Molasses formulation.

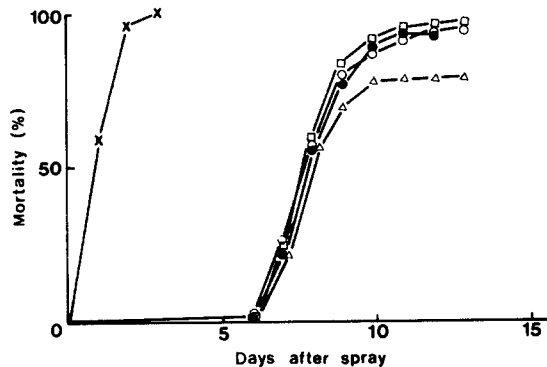


Fig. 5. Field evaluation of viral insecticides sprayed on soybean field in Chinju. (△)Virus suspension only, (O)White carbon formulation, (●)Molasses formulation, (x)Chemical insecticide, (□)White carbon-molasses mixture.

과, white carbon제제는 약 96%, molasses제제는 약 92%로 제제 살포후 빗물이 처리되지 않은 콩잎의 100%였다 (그림 6). 무처리구에 비해 빗물 처리구에서 살충율이 다소 떨어졌으나, 살포후 제제가 완전히 잎에 부착된 뒤에는 강우에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났으며, molasses제제보다는 white carbon제제가 다소 효과적인 것으로

보인다. 이와같은 결과는 솔나방 일종 세포질다각체병바이러스 경우 50 mm연속 강우처리 (Burgerjion & Grisen 1965), *Trichoplusia ni* NPV가 살포된 양배추잎을 4일동안 세척한 후의 병원성 (David 1975), 잎이면 살포 1시간 후 (岡田 1977)등 빗물 영향이 적다는 보고에서와 같은 경향이었다. 岡田 (1977)는 빗물이 감염유충내 바이러스 전파의 2차 전염매체 역할도 함으로 살충율 증가에 효과적이라고 하였다.

포장 실증시험

바이러스살충제의 야외 콩포장 살포 후 일별로 나타난 누적살충율은 모두 살포후 6일부터 병사충아 나타나기 시작하여 8일째 최고를 보였으며, 접종후 10일째 바이러스현탁액이 약 78%인데 비해 제제는 모두 90% 이상의 높은 살충율을 보였으나 13일 이후는 병사충이 나타나지 않았다. 그러나 화학살충제의 경우 살포 2일후 약 95%의 높은 살충율을 보여 속효성을 확인할 수 있었다 (그림 5). Molasses 성분을 포함한 molasses 제제 및 그 혼합제는 살포 당시의 강한 햇볕으로 인해 콩잎에 갈색 반점의 약해를 보여 실제 사용에 있어 햇볕의 영향을 고려해야 하였다. 岡田 (1977)의 보고에서도 white carbon을 이용한 경우 90%이상의 살충효과와 15일간 효과가 지속되었으며 제제 형태에 따른 살충효과는 분제살포보다 액제살포가 더 효과적이었다고 하였다. 본 실험에 사용한 바이러스살충제는 야외포장에서 담배거세미나방 5령유충에 대해 약 90~95%의 높은 살충율을 보여 살충제로서의 효과를 나타냈으며 저항성 해충의 출현, 인축이나 동·식물에 대한 직·간접적인 피해와 잔류성으로 인한 환경오염 및 생태계 파괴등의 문제점 유발이 없다는 점을 고려할 때 해충방제에 상당히 효과적이라 할 수 있다. 특히 화학 살충제의 속효성에 비하여 지효성이기는 하나 빗물, 바람, 식물체부착, 포식성 소동물 등에 의한 바이러스의 연속 전파으로 장기적 또는 반영구적 효과를 나타낼 수 있으므로 오히려 경제적인 방제방법으로 이용될 수 있다. 앞으로 보다 좋은 효과를 지닌 살충제로

개발하기 위해서는 장기간 보관시 병원성의 안정성, 살충범위의 확대 및 효과적인 자외선 차단제 개발등 살충제 제제화시 해결되어야 할 과제에 대해 계속적인 연구가 요구 된다.

사 사

본 논문은 과학기술처 특정연구 개발비에 의해 수행 하였음.

인 용 문 헌

- Bull, D. L. 1978. Formulations of microbial insecticides: microencapsulation and adjuvants. Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 10 : 11~20.
- Burgerjion, A. & P. Grison. 1765. Adhesiveness of preparations of *Smithiauvirus dictyocampae* Vago on pine foliage. J. Invertebr. Pathol. 7 : 281~284.
- Couch, T. L. 1978. Fomulations of microbial insecticides: conventional formulation. Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 10 : 3~9.
- David, W. A. L. 1975. The status of virus pathogenic for insect and mites. Ann. Rev. Entomol. 20 : 97~117.
- 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.
- 임대준, 진병래, 최귀문, 강석권. 1990a 곤충 핵다각체 병바이러스를 이용한 담배거세미나방의 생물적 방제. I. 기주식물, 온도 보관 및 태양광선이 바이러스의 병원성에 미치는 영향. 한용곤지. 29 : 184~189.
- 임대준, 진병래, 최귀문, 강석권. 1990b. 곤충 핵다각체 병바이러스를 이용한 담배거세미나방의 생물적 방제. II. 담배거세미나방 핵다각체 병바이러스의 살충제 제제화. 한용곤지 29 : 244~251.
- Jaques, R. P. 1985. Stability of insect viruses in the environment, pp. 285~360. In Maramorosch, K. & K. E. Shermann(eds.), "Viral insecticides for biological control." Academic Press, London.
- 진병래, 김근영, 강석권. 1987. 흰불나방 핵다각체 병 바이러스의 제제화에 관한 시험. 韓蠶雜. 29 : 51~57.
- Kurstak, E. 1982. Microbial and viral pesticides. Dekker, pp. 335~507.
- Livingston, J. M., P. J. McLeod, W. C. Yearian, & S. Y. Young. 1980. Laboratory and field evaluation of a nuclear polyhedrosis virus of the soybean looper, *Pseudoplusia includens*. J. Ga. Entomol. Soc. 15 : 194~199.
- 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.
- Oliver, A. D. 1964. Studies on the biological control of the fall webworm, *Hyphantria cunea*, in Louisiana. J. Econ. Entomol. 57 : 314~318.
- Smith, D. B., D. L. Hostetter & C. M. Ignoffo. 1977. Laboratory performance specification for a bacteria (*Bacillus thuringiensis*) and a viral (*Baculovirus heliothis*) insecticide. J. Econ. Entomol. 70 : 437~441.
- Smits, P. H., M. C. van Velden, M. van de Vrie & J. M. Vlask. 1987. Feeding and dispersion of *Spodoptera exigua* and their relevance for control with a nuclear polyhedrosis virus. Entomol. Exp. et. Appl. 43 : 67~72.
- Stacey, A. L., R. Luttell, 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)