

담배거세미나방(*Spodoptera litura* Fabricius) 유충의 섭식과 성장에 대한 곤충탈피호르몬길항제 RH 5849의 영향

Effects of RH 5849, an Ecdysone Agonist, against Feeding and Growth of
Tobacco Cutworm(*Spodoptera litura* Fabricius) Larvae

박 노 중 · 장 경 수 · 조 점 래 · 조 광 연¹

No Joong Park, Kyung Soo Jang, Jum Rae Cho, and Kwang Yun Cho¹

ABSTRACT The non-steroidal ecdysone agonist RH 5849 showed almost similar LC₅₀ values(18.1-26.5 ppm) at all stages of larval development of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*, when treated by a leaf-disk dipping method. The feeding-inhibition rate for the 4th instar larvae was dose-dependent, and simultaneously the weight gain of 3rd instar larvae ceased within 48 hour after feeding of the cabbage leafdisk dipped into RH 5849 4.2 ppm solution. The systemic larvicidal effect of RH 5849 was compared at cabbage and tobacco whole plant test. The LC₅₀ values below 20 ppm(mg/kg soil) was lasted for 15 days in cabbage, 30 days in tobacco respectively.

KEY WORDS *Spodoptera litura*, RH 5849, feeding inhibition, growth retardation, systemic effect

초 록 곤충탈피호르몬의 비스테로이드계 길항제인 RH 5849는 엽침적법으로 처리했을 때 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)의 전 유충 발육단계에 걸쳐서 거의 비슷한 LC₅₀ 값을 보여주었다(18.1~26.5 ppm). 4령 유충에서 섭식저해율은 처리농도에 따라 비례하였고, 4.2 ppm으로 엽침적처리된 양배추 엽편을 먹은 3령 유충의 체중증가는 처리 후 48시간 이후부터 정체되었다. 양배추와 담배의 전 식물체에 대한 RH 5849의 침투성 약효발현이 관찰되었는데, 약 20 ppm(mg/kg soil)이하의 LC₅₀ 값이 양배추에서는 15일, 담배에서는 30일 가량 지속되었다.

검 색 어 담배거세미나방, RH 5849, 섭식저해, 성장정지, 침투효과

현재 사용되고 있는 살충제는 그 자체가 갖고 있는 포유동물에 대한 독성, 생태계내에서의 안전성 및 대상해충의 살충제 저항성유발 등 많은 문제점을 지니고 있다(Hutson과 Roberts 1985). 이러한 문제들을 해결하기 위하여 이제 까지 사용해 온 살충제들과는 전혀 다른 새로운 작용메카니즘을 가지며 문제해충만을 효과적으로 방제할 수 있는 화합물의 개발이 여러

각도에서 시도되어 왔다(Eder와 Keyserlingk 1985).

곤충은 그들 스스로의 독특한 생리·생화학적 양식을 갖고 있는데 그 중의 일부를 작용점(target site)으로 하는 새로운 화합물의 발견을 위하여 많은 노력이 투자되었다. 이러한 시도는 제 3 세대 살충제("Third generation insecticides", Williams 1967)라는 개념의 등장 이

1 한국화학연구소 농약활성연구실(Agrochemical Screening Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, P. O. Box 9, Daejeon 305-606, Korea.)

후 점차 가시화되어 실제적으로 곤충 유약호르몬의 유사체인 메소프렌(methoprene), 키노프렌(kinoprene), 페녹시카브(fenoxycarb)등과 키틴합성 저해제인 디프루벤주론(diflubenzuron), 테프루벤주론(teflubenzuron), 프루페녹수론(flufenoxuron), 클로르프루아주론(chlorfluzuron) 및 부프로페진(buprofezin)등이 개발·시판되고 있다(Worthing 1991).

한편 스테로이드계인 탈피호르몬과 관련지어진 화합물의 개발은 활발하지 못하였다. 그 주된 이유는 스테로이드 구조 자체가 경제성있게 합성하기에는 너무 복잡한 구조를 갖고 있으며, 곤충의 표피를 구성하는 큐티클(cuticle)층을 통과하기 어려운 친수성(hydrophilicity)의 특성을 지니고, 또 곤충자체의 생리적 능력인 탈피호르몬 조절대사가 뛰어나기 때문이다(Kerkut와 Gilbert 1985).

그러나 1988년 비교적 간단한 분자구조로 곤충체내 침투성이 탁월하며, 식물체내에는 침투성 약효를 보이고, 탈피호르몬인 20-hydroxyecdysone의 효과를 나타내는 비스테로이드계열의 곤충생육 저해물질이 보고되었다(Wing 1988). RH 5849로 명명된 이 화합물은 나비목 및 일부 딱정벌레목 해충의 유충에 방제효과를 나타냈는데, *Manduca sexta*(Wing 등 1988), *Spodoptera eridania* (Hsu 1991)등의 나비목 해충의 유충에 탁월하게 작용하는 것으로 알려지고 있으며, 특히 흑명나방(*Cnaphalocrosis medinalis*)에 대하여 같은 계열 화합물인 RH 5992의 약효는 유충의 정상적 탈피저해는 물론 성충의 행동 불활성화 및 산란저해 효과도 매우 큰 것으로 나타났다(內山 등 1991). Wing 등(1988)의 보고에 의하면 약제가 처리된 나비목 유충은 조숙탈피(premature moulting)가 유발되어 머리부분이 이중두부(double-headed capsule)로 형성된 채 섭식을 못하고, 결국에는 굶어죽게 되며, 또 저농도에서도 섭식저해효과를 보이는 등 탁월한 화합물로 평가되었다.

본 연구실에서는 이런 특성을 지닌 새로운

계열의 화합물, 즉 곤충탈피호르몬 길항제의 개발을 위한 검정방법을 체계화하기 위하여 RH 5849의 담배거세미나방에 대한 살충효과 및 작용특성을 살펴보고, 스크리닝 개념하에서의 효율적인 약효관정을 위한 기초자료의 습득을 목적으로 RH 5849를 평가하였다.

재료 및 방법

실험에 이용한 실험곤충은 1987년 대전근교 감자포장에서 채집한 담배거세미나방(*tobacco cutworm, Spodoptera litura*)으로서 채집이후 현재까지 어떠한 살충제에도 노출된 적이 없이 실험실에서 누대사육되었다. 사육조건은 광주기 16L : 8D, 온도 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대습도 $65 \pm 5\%$ 이다. 원재급(technical grade, 99% 이상)의 RH 5849는 한국화학연구소 살충제 연구실에서 합성한 것을 제공받았다.

각 영기별 감수성은 엽침적법(leaf-disk dipping method)으로 실험하였다. 일정량의 약제를 분석저울(Mettler, AE 163)로 칭량하여 아세톤에 녹여 농도별 희석을 한 후, 9배의 Triton X-100 100 ppm 수용액과 혼합하여 처리약액을 조제하였다. 온실에서 재배된 양배추잎을 직경 9 cm의 엽편으로 잘라 준비된 약액에 30초간 침적한 후, 후드내에서 충분히 풍건시켜 1회용 페트리디쉬에 넣어 실험곤충을 접종하였다. 온도 25°C , 상대습도 65%, 광주기 16L : 8D에 보관하며 48시간마다 신선한 무처리 엽편으로 교체하였다. 약효의 검정은 120시간까지 매 24시간마다 살충율과 제 증상을 조사하였고, 결과는 개인용 컴퓨터 프로그램 "QUOT 10"으로 probit 분석을 하였다(Finney 1982).

섭식을 저해는 엽침적법으로 약제가 처리된 직경 9 cm 양배추 엽편을 각 농도당 5반복으로 5마리의 4령 유충을 섭식시켜 48시간까지 매 24시간마다 섭식 후 남은 잎의 면적을 엽면적기(Leaf Area Meter, LI-3000, Meiwa Co.)로 측정, 평균을 구하였다.

유충의 체중 증가억제는 4.2 ppm 수준으로

엽침적 처리된 직경 9 cm 양배추 엽편을 대조구와 함께 20반복으로 3령 유충을 접종하여 1일 2회씩 분석저울로 각각의 체중을 측정하여 평균을 구하였다.

침투성 약효발현 실험은 온실에서 이식 후 8주 재배된 담배와 양배추 포트(윗지름 15 cm × 아랫지름 10 cm × 높이 10 cm, 토양 1 kg)를 이용하였다. 약제를 아세톤에 녹여 농도별 희석을 한 후, 9배의 TritonX-100 500 ppm 수용액과 혼합하여 처리약액을 조제하였다. 처리약량은 12.5, 25, 50 ppm(mg/kg soil)으로서 3반복으로 10 ml씩 직접 포트내의 토양에 관주(soil drench)처리하였고, 처리 후 24시간부터 매일 2회씩 충분히 급수하였다. 약효의 검정을 위하여 처리 후 2, 6, 11, 16, 20, 23, 27, 31일 후의 잎을 직경 4.5 cm의 엽편으로 잘라 2반복으로 페트리디쉬에 넣어 10마리의 3령 유충을

접종하였다. 48시간 이후부터는 신선한 무처리 엽편을 공급하면서 120시간까지 살충율을 조사하여 probit 분석을 하였다.

결과 및 고찰

담배거세미나방에 대한 각 발육단계별 영기에서의 RH 5849의 약효는 표 1에서 보여주듯이 LC₅₀이나 LC₉₀에서 모두 각 영기별 감수성의 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. Wing 등(1988)의 보고에서도 *M. sexta*의 4,5령에 처리한 20-hydroxyecdysone과 RH 5849의 결찰복부(ligated abdomen) 주사결과에서도 영기간의 감수성차이는 나타나지 않았다. 이 사실은 각 유충의 크기에 따라 섭식량이 좌우되기 때문에 발육단계와는 무관하게 탈피를 야기할 수 있는 약제의 총체내 유효농도가 각 유충영기에 관계

Table 1. Toxicity of RH 5849 to *Spodoptera litura* larvae measured with a cabbage leaf-dipping method

Larval instar	n	Slope	Intercept	LC ₅₀ (95% FL) ^a	LC ₉₀	x ²
1st	255	2.285	2.074	19.1(16.64-21.71)	69.3	0.0236
2nd	255	2.918	1.368	17.6(15.66-19.62)	48.3	0.0214
3rd	255	3.658	-0.025	23.6(21.44-26.07)	52.9	0.0205
4th	255	4.556	-1.128	22.1(20.28-24.15)	42.3	0.0239
5th	255	2.398	2.151	15.45(13.43-17.53)	52.8	0.0245

^a 95% fiducial limit.

없이 일정한 것으로 추정할 수 있다.

한편 섭식률과 체중의 증가는 밀접한 관계를 갖는다고 할 수 있는데 담배거세미나방 유충에 대한 RH 5849의 약효는 섭식률을 저해하며, 체중의 증가를 억제하는 것으로 나타났다. 그림 1은 섭식률의 저해효과를 나타내고 있는데, 48시간 섭식 후 엽면적 측정 결과에 의하면 처리농도와 밀접한 상관관계를 나타내는 것을 알 수 있었다. RH 5849의 체중증가 억제효과는 담배거세미나방 3령 유충의 경우 그림 2에서 보여 주듯이 4.2 ppm 엽침적 처리에서 처리 후 약 48시간 이전에 체중증가가 억제되었다. 그후 조숙탈피가 유발되었으며 정상적인 탈피를 하지 못한 채 처리 후 120시간 이후에 굵

거나 탈수로 사망하였다. Wing 등(1988)의 *M. sexta* 4령 유충을 이용한 10 ppm(mg/kg diet) 처리에서는 처리 후 약 20시간 이전에 섭식을 멈추며 체중증가가 억제되는 것으로 나타나 있는데, 이는 담배거세미나방에 비하여 처리약량이 높기 때문에 체중증가 억제효과가 매우 빠르게 발현된 것으로 추측된다.

담배거세미나방 유충에 대한 RH 5849의 침투이행성 약효 발현은 양배추와 담배 포트실험에서 효력이 인정되었다. 그림 3은 담배 및 양배추 포트에 관주처리된 RH 5849의 담배거세미나방 3령 유충에 대한 침투이행성 살충효과를 나타내고 있다. 각각의 경우 약 20 ppm이하의 LC₅₀ 값이 양배추에서 약 15일, 담배에서

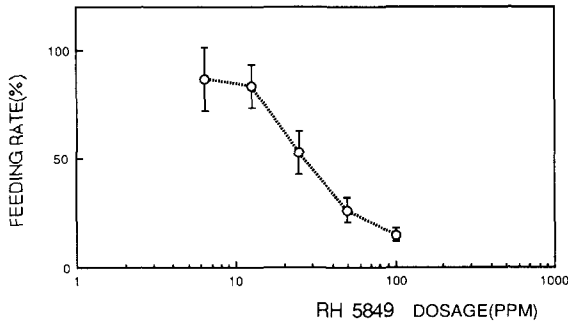


Fig. 1. Decline in the feeding rate of *S. litura* 4th instar larvae with RH 5849 dosage, measured 48 hours after the leaf-dipping treatment.

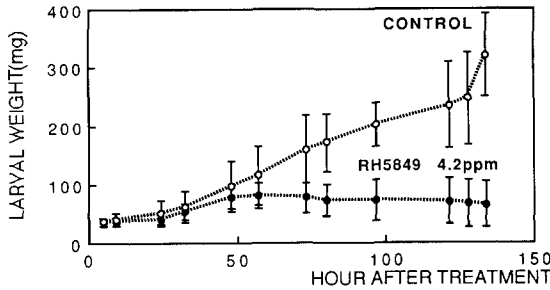


Fig. 2. Change in body weight of *S. litura* 3rd instar larvae fed on cabbage leaf treated with RH 5849.

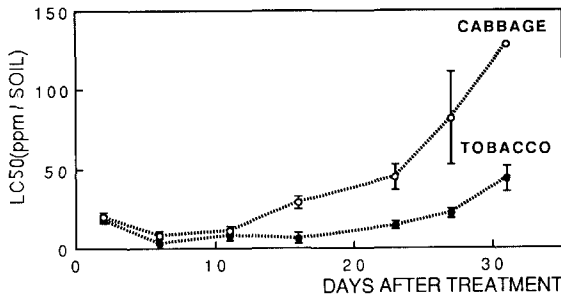


Fig. 3. Systemic effect of RH 5849 against *S. litura* 3rd instar larvae when treated to tobacco or cabbage plant pot by soil drench method.

약 30일정도 지속되어 담배에서 월등한 살유충효과가 나타났고, 약효도 보다 장기간 지속되었다. Hsu(1991)의 보고에 의하면 southern amyworm의 경우 콩 포트에 8 ppm(mg/kg soil) 수준으로 관주처리되어 1주일 후의 검정

에서 100%의 살충율을 나타내었는데, 이에 비하여 담배거세미나방의 경우에서 보여주는 약효는 매우 낮은 것으로 나타났다.

이상으로 새로운 곤충생장조절제(IGR, insect growth regulator)로서 곤충탈피호르몬 길항제로 알려진 RH 5849의 담배거세미나방에 대한 영기별 감수성, 섭식 및 체중증가 억제 및 침투이행성 약효발현 등을 살펴 보았는데, 이제까지 보고된 다른 공시충들에 비해 그 효력은 다소 낮게 나타나지만 안정된 수준에서 담배거세미나방 유충에 대한 효력을 인정할 수 있었다. 따라서 곤충탈피호르몬 길항제의 대규모 스크리닝에서도 담배거세미나방을 이용하여 활성평가가 가능하리라 여겨진다.

인 용 문 헌

Eder, V. & H.C. von Keyserlingk. 1985. The challenge of finding new insecticides for a mature market, in Approaches to New Leads for Insecticides (eds. H.C. von Keyserlingk, A. Jager and C. von Szczepanski). pp. 1~8. Springer-Verlag, Berlin.

Finney, D. J. 1982. "QUOT 10" for Probit Analysis (modified by Y.H. Song).

Hsu, A. Chi-Tung. 1991. 1,2-Diacyl-1-alkylhydrazines: A new class of insect growth regulators, in Synthesis and Chemistry of Agrochemicals II (eds. D.R. Baker, J.G. Fenyas and W.K. Moberg). pp. 478~490. American Chemical Society, Washington.

Hutson, D.H. & T.R. Roberts. 1985. Insecticides, in Insecticides (eds. Hutson, D.H. and T.R. Roberts). pp. 1~34. John Wiley & Sons, New York.

Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, Eds. 1985. Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. Volume 7. Endocrinology 1, 564pp. Pergamon Press, Oxford.

内山次男, 立石劍, 佐藤泰典, 森山知. 1991. 新規 IGR RH 5992 のコブノメイガに對する發育ステージ別作用. pp. 265. 日本昆蟲學會 第51回大會. 第35回 日本應用動物學會大會 合同大會 講演要旨.

Williams, C.M. 1967. Third-generation pesticides. Sci. Am. 217-13~17.

Wing, K.D. 1988. RH 5849, a nonsteroidal ecdysone agonist: Effects on a *Drosophila* cell line. Science 241 : 467~469.

Wing, K.D., R.A. Slawecki & G.R. Carlson. 1988.

RH 5849, a nonsteroidal ecdysone agonist: Effects on larval Lepidoptera. *Science* 241 : 470~472.

World Compendium. 11th Edition, 1141 pp. The British Crop Protection Council, Surrey.

(1992년 7월 27일 접수)

Worthing, C.R., Ed. 1991. *The Pesticide Manual*. A