

## 배추좀나방(*Plutella xylostella* L.)의 독성시험방법 비교와 지역별 약제저항성에 관한 연구

### Comparative Study of Toxicological Methods and Field Resistance to Insecticides in Diamondback moth(Lepidoptera: Plutellidae)

이 승 찬 · 조 영 식 · 김 도 익

Seung-Chan Lee, Young-Sik Cho, and Do-Ik Kim

**ABSTRACT** These studies were conducted to evaluate the five comparative test methods for detecting chemical resistance and to investigate resistant level of field populations of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.). Leaf disc method was practically recommendable because of its rapidity and low CV(11.4%). Topical application method was a precise replicability(CV=8.0%) but it was time consuming and difficult in manipulation. The other 3 methods showed higher CV ranging from 14.9% to 21.4%.

Based on LC<sub>50</sub> values by topical application method, field populations of diamondback moth collected from 4 different regions, Kwangju, Kimhae, Jeju, and Inje to prothiofos showed from 3.3 to 61.1 times higher resistance than the susceptible strain, whereas to cypermethrin, they were from 7.5 to 141.7 times higher than the susceptible. To cartap hydrochloride, they showed from 10.5- to 33.3-fold resistant levels as high as the susceptible. Finally, based on LC<sub>50</sub> values to *Bacillus thuringiensis* by leaf disc technique, the resistant levels of the field populations were from 1.9 to 8.1 times as compared to the susceptible.

**KEY WORDS** Diamondback moth, toxicological testing method, insecticide resistance

**초 록** 배추좀나방의 독성시험방법 비교와 지역별 계통의 약제저항성 수준을 조사한 결과, 약제저항성 수준결정을 위한 다섯가지 독성시험 방법비교에서 leaf disc법의 CV가 11.4%로 정밀도가 높았으며 간편하고 처리가 용이한 방법이었다. Topical application법의 CV는 8.0%로 가장 정밀하고 반복성이 높았으나 시간을 요하고 시험조작이 불편한 점이 결점이었으며, insect-direct dipping법(CV=14.9%), leaf disc+insect spray법(CV=17.4%) 및 pot spray법(CV=21.4%)은 비교적 변이계수가 큰 편이었다.

배추좀나방의 지역별 계통에 대하여 topical applicaton법에 의한 약제저항성수준을 LC<sub>50</sub>치로 감수성계통과 비교한 결과 광주, 김해, 제주 및 인제계통에 대하여 prothiofos는 각각 61.1, 5.6, 5.4, 및 3.3배이고, cartap은 33.3, 12.8, 12.3 및 10.5배이며, cypermethrin은 141.7, 37.5, 32.5, 및 7.5배이며, *Bacillus thuringiensis*에 대해 leaf disc법으로 조사한 저항성 수준은 광주, 김해, 제주 및 인제계통에 대하여 8.1, 2.7, 2.3 및 1.9배의 저항성으로 지역이나 약제에 따라 다른 수준의 살충제저항성을 나타냈다.

**검색어** 배추좀나방, 독성시험 방법, 살충제저항성

배추좀나방의 약제 저항성은 DDT에 대하여 최초로 보고(Ankersmit 1953)된 이후 유기인

전남대학교 농과대학 농생물학과(Dept. Agric. Biol. Chonnam Nat'l Univ., Kwangju, 500-757, Korea)

\*본 연구는 1990~1991년도 한국과학재단 연구비지원(901-11503-043-2)에 의한 결과임.

계와 카바메이트계(Noppun 등 1983, Sasaki 1982), 합성 피레스로이드(Adams 등 1990) 등 거의 모든 살충제에 저항성 발달이 보고 되었으며, 최근에는 IGR(Perng 등 1988) 뿐만 아니라 미생물 농약인 BT제에 대해서도 야외 개체군에 대한 저항성 유발이 보고(Tabashnik 등 1990, 1991, 송 1991) 되었다.

독성시험방법은 여러 해충에서 비교검토하여 보고되어 있으며(Hinkle 등 1985, 이 등 1986), 배추좀나방에 대하여는 Kalra와 Chawla(1977)에 의해 topical application법, filter paper impregnation법 및 direct spray법에 대하여 비교검토한 이래, Busvine(1980)이 topical application법을, Tabashnik와 Cushing(1987)은 topical application법과 leaf residue법을 시험분석하여 보고한 바 있다.

본 시험 연구는 배추좀나방의 약제저항성 수준결정에 사용되는 topical application법, leaf disc법, pot spray법, insect-direct dipping법, leaf disc+insect spray법을 비교검토하여 합리적인 방법을 선별하고, 주요 채소재배 지역별로 약제저항성 발달 수준을 조사하여 배추좀나방의 효과적인 방제에 활용하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 독성시험방법 비교

배추좀나방 감수성 계통(한국화학연구소에서 분양)의 독성시험방법에는 5가지 방법을 사용하였는데 ; 1) post spray법은 배추(서울배추)를 pot에 심어 5~6엽기에 공시충을 접종하여 희석약액을 Gun sprayer로 처리하였으며 ; 2) leaf disc법은 양배추잎을 직경 5cm로 잘라 희석약액에 일정시간(30초) 침적후, 음건하여 petri dish(직경 9cm)에 넣고 공시충을 접종하였으며 ; 3) topical application법은 해부현미경 하에서 micro applicator로 공시충 1개체당 0.5  $\mu$ l씩을 국부처리하였으며 ; 4) insect-direct dipping법은 중앙에 구멍(직경 3cm)을 뚫고 망사를 덮은 petri dish(직경 5cm)에 공시충을 넣어

희석액에 일정시간(30초) 침적후 음건시켜, 사례내의 양배추잎에 약제처리한 공시충을 옮겨 놓았으며 ; 5) leaf disc+insect spray법은 양배추잎을 disc 모양으로 잘라서 여과지를 깐 petri dish(직경 9cm)에 옮겨 놓고 공시충을 접종하여 정착시킨 다음 희석약액을 atomizer로 처리하여 wrapper((주)크린랩, 한국)으로 덮어 공기가 충분히 통할 수 있도록 작은 구멍을 여러개 뚫어 놓았다.

이상 5가지 방법을 같은 조건으로 3~4령 유충을 1농도당 20마리씩 접종하여 4~5농도, 7반복 시험하여 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C에서 24시간을 방치한 후 살충율을 조사하였으며 Abbot식으로 살충율을 보정하여, Finney(1963)의 probit분석법에 의하여 반수치사농도(LC<sub>50</sub>)를 산출하였고, 변이계수(CV)를 구하여 각방법의 효율성과 정확성을 비교 검토하였다.

### 지역별 약제저항성 수준조사

주요 채소재배지역인 대관령 채소단지(인제계통), 김해 대동면(김해계통), 광주 신안동(광주계통), 제주 애월읍(제주계통)에서 배추좀나방을 채집하여 유체에서 2세대 사육한후 4령충을 공시약제에 topical application법으로, *B. thuringiensis*는 leaf disc법으로 각각 4~5농도에서 3반복 처리하여 Probit분석법에 의하여 LC<sub>50</sub>値를 산출하였고, 한국화학연구소에서 분양받아 누대 사육한 감수성계통의 LC<sub>50</sub>値를 각 약제별로 산출하여 지역별 약제저항성수준을 비교하였다.

독성시험방법 비교에는 prothiofos 50% Ec를 공시살충제로 하였는데, topical application법에는 90%의 technical grade를 사용하였다. 지역별 약제저항성 수준조사에 사용된 약제는 prothiofos(유기인제), cartap hydrochloride(cartap제), cypermethrin(pyrethroid계), *B. thuringiensis*(미생물살충제)를 사용하였다. 본 시험에 사용된 약제의 화학계통, 일반명, 화학명, 주성분 및 상표명은 표 1과 같다.

Table 1. Used insecticides, their chemical name, active ingredients, and trade name

| Chemical group         | Common name                                 | Chemical name   | % a. i.                   | Trade name |
|------------------------|---|---|---------------------------|------------|
| Organo-phosphate       | prothiofos                                  | O-2, 4-dichlorophenyl<br>O-ethyl S-propyl<br>phosphodithioate(KMAF)   | 90%<br>Technical<br>grade | Tokuthion  |
|                        |   | O-2, 4-dichlorophenyl<br>O-ethyl S-propyl<br>phosphodithioate(KMAF)   | 50 EC                     | Tokuthion  |
| Pyrethroid             | cypermethrin                                | (RS)- $\alpha$ -cyano-3-pheno-<br>xybenzyl-(1RS)-cis-trans-<br>3-(2, 2,-dichlorovinyl)-2, 2<br>-dimethyl cyclopropanecar-<br>boxylate | 5 EC                      | Ripcord    |
| Cartap                 | cartap<br>hydrochloride                     | S,S'-2-dimethyl amino-<br>trimethylene bis(thio-<br>carbamate)hydrochloride   | 50 SP                     | Padan      |
| Microbial<br>pesticide | <i>Bacillus<br/>thuringiensis</i><br>(B. t) | <i>Bacillus thuringiensis</i><br>Berliner variety Kurstaki<br>(Serotype III a, III b)   | 16 BIU<br>/Kg WP          | Thuricide  |

## 결과 및 고찰

### 독성시험방법 비교 시험

배추좀나방의 유충에 대한 독성시험방법을 비교하여 합리적이고 재현성이 높은 시험방법을 선별하기 위해 5가지 방법을 각 7회 반복시험한 결과는 표 2에서와 같다. 이를 변이계수(CV)로 비교 검토하여 보면 topical application법이 8.0%로 정확도가 가장 높은 방법이었으며 다음으로 leaf disc법이 11.4%, leaf disc+insect spray법은 14.9%, insect-direct dipping법은 17.4%, pot spray법은 21.40%의 순으로 변이도가 더 크게 나타났다. 또한 prothiofos의 평균 LC<sub>50</sub>치를 보면 topical application법(0.00074% a. i.)이 다른 방법보다 매우 낮게 나타났다고 다음으로 leaf disc법(0.0032% a. i.), leaf disc+insect spray법(0.0162% a. i.), inset-direct dipping법(0.0185% a. i.), pot spray법(0.060% a. i.)의 순이었다.

이들 각 방법의 장·단점을 보면, topical ap-

plication법은 정확도가 가장 높아서 정밀성과 재현성이 요구되는 살충제의 침투 및 대사작용과 같은 연구에 적절한 시험방법으로 이용될 수 있었다. Kalra와 Chawla(1977)는 Direct spray, filter-paper impregnation과 topical application법 등 3가지 방법을 비교검토하여, filter-paper impregnation과 topical application법을 독성시험 표준방법으로 추천하면서 특히 topical application법이 포장조건과 유사한 방법이라고 하였으나, Tabashnik과 Cushing(1987)은 topical application법이 시간이 많이 소요되며 포장조건하에서 실제적인 농약살포 방법과 유사성이 없음을 지적하였는데, 본 시험에서도 topical application법이 적은 개체수로 시험할 수 있다는 장점은 있으나 비용과 약제처리시간이 많이 들어 대량의 sample처리에는 적합하지 않은 결과를 얻었다. leaf disc법은 약제처리 후 공시충이 있을 계속 섭식하면서 약효가 나타나므로 약종, 약제의 희석농도에 따라 섭식을 기피할 경우에 변이가 커질 가능성이 있지만 처리가 용이하고 시간을 절약할 수 있으며

Table 2. Frequency of percent mortality responses in 4th instars of *P. xylostella* to prothiofos by using several method with 7 times of the same experiments

| Method                            | Applied<br>% a. i. | % mortality and no. of experiments |         |         |         |         |        |         | $\bar{X}$ | CV (%) |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----------|--------|
|                                   |                    | 1                                  | 2       | 3       | 4       | 5       | 6      | 7       |           |        |
| Topical<br>application            | 0.00475            | 71.23                              | 76.69   | 71.00   | 79.80   | 76.69   | 71.09  | 76.69   | 71.88     | 8.0    |
|                                   | 0.002375           | 62.51                              | 62.51   | 62.51   | 66.58   | 66.58   | 59.15  | 62.65   | 63.21     |        |
|                                   | 0.0011875          | 58.95                              | 55.61   | 52.42   | 52.65   | 49.54   | 52.65  | 49.54   | 53.05     |        |
|                                   | 0.000593           | 43.17                              | 43.17   | 46.20   | 43.51   | 46.49   | 40.46  | 37.35   | 42.90     |        |
|                                   | 0.000296           | 33.77                              | 26.71   | 26.71   | 23.34   | 30.85   | 18.91  | 18.91   | 25.60     |        |
|                                   | LC <sub>50</sub>   | 0.00063                            | 0.00070 | 0.00069 | 0.00074 | 0.00061 | 0.0009 | 0.00091 | 0.00074   |        |
| Leaf disc                         | 0.025              | 76.82                              | 90.00   | 71.23   | 66.81   | 76.82   | 76.82  | 76.82   | 76.47     | 11.4   |
|                                   | 0.0125             | 59.47                              | 66.81   | 66.81   | 59.47   | 53.07   | 66.81  | 63.72   | 62.31     |        |
|                                   | 0.00625            | 56.23                              | 59.47   | 59.47   | 56.23   | 50.07   | 56.23  | 59.47   | 56.74     |        |
|                                   | 0.003125           | 41.15                              | 50.07   | 53.07   | 50.07   | 44.14   | 53.07  | 53.07   | 49.23     |        |
|                                   | 0.0015625          | 24.73                              | 28.45   | 35.00   | 47.05   | 28.45   | 44.14  | 47.06   | 36.41     |        |
|                                   | LC <sub>50</sub>   | 0.0042                             | 0.0030  | 0.0026  | 0.0024  | 0.0048  | 0.0015 | 0.0017  | 0.0032    |        |
| Pot spray                         | 0.025              | 75.82                              | 69.82   | 62.44   | 76.31   | 90.00   | 69.82  | 64.97   | 72.74     | 21.4   |
|                                   | 0.0125             | 56.91                              | 69.82   | 58.82   | 61.62   | 75.23   | 53.31  | 46.38   | 60.30     |        |
|                                   | 0.00625            | 49.78                              | 56.91   | 42.94   | 38.00   | 61.41   | 46.38  | 39.52   | 47.85     |        |
|                                   | 0.003125           | 42.94                              | 49.78   | 36.69   | 18.15   | 50.71   | 32.27  | 24.04   | 36.37     |        |
|                                   | 0.0015625          | 28.38                              | 19.09   | 10.78   | 11.68   | 25.55   | 1.99   | 12.52   | 15.71     |        |
|                                   | LC <sub>50</sub>   | 0.0043                             | 0.0037  | 0.0069  | 0.0076  | 0.0030  | 0.0071 | 0.0096  | 0.0060    |        |
| Leaf disc<br>+<br>insect<br>spray | 0.045              | 71.23                              | 56.23   | 63.01   | 90.00   | 71.23   | 71.23  | 71.23   | 70.59     | 14.9   |
|                                   | 0.0225             | 56.23                              | 50.07   | 50.07   | 63.01   | 63.01   | 56.23  | 50.07   | 55.53     |        |
|                                   | 0.01125            | 44.14                              | 38.12   | 38.12   | 44.14   | 38.12   | 31.82  | 31.82   | 38.04     |        |
|                                   | 0.005625           | 24.73                              | 15.56   | 24.73   | 15.56   | 24.73   | 15.56  | 24.73   | 20.80     |        |
|                                   |                    | LC <sub>50</sub>                   | 0.0130  | 0.0204  | 0.0168  | 0.0124  | 0.0131 | 0.0167  | 0.0208    |        |
| Insect-<br>direct<br>dipping      | 0.045              | 63.01                              | 56.23   | 63.01   | 63.01   | 63.01   | 71.23  | 71.23   | 64.39     | 17.4   |
|                                   | 0.0225             | 56.23                              | 44.14   | 56.23   | 31.82   | 50.07   | 50.13  | 63.01   | 50.23     |        |
|                                   | 0.01125            | 50.07                              | 28.12   | 38.12   | 24.73   | 44.14   | 31.82  | 38.12   | 37.87     |        |
|                                   | 0.005625           | 15.56                              | 15.56   | 10.10   | 15.56   | 24.73   | 15.56  | 15.56   | 16.09     |        |
|                                   |                    | LC <sub>50</sub>                   | 0.0153  | 0.0226  | 0.0142  | 0.0273  | 0.0181 | 0.0179  | 0.0446    |        |

약제의 식중독 및 잔효력을 시험목적에 따라 구명할 수 있고 시험방법이 간편하기 때문에 많은 연구자들이 흔히 사용하여 왔는데, Tabashnik과 Cushing(1987)도 이 방법이 배추 줄나방의 식이습성과 관련해 생각해 볼때 포장 조건과 유사함을 지적하였으며, 정밀성 비교에서도 topical application법과 큰 차이가 없음을 언급한 바 있다. Lee 등(1986)은 점박이응애의 독성시험방법으로 slide dip법과 leaf dip법을 비교하여 slide dip법이 더 정확한 방법이라고 보고하였는데, 응애류는 slide dip법을 사용할 수 있지만, 배추줄나방과 같은 인시목은 slide dip법을 사용할 수 없으므로 보다 간편한 leaf disc법으로 약제저항성 수준을 결정하는 것도

좋은 방법이라고 사료되며 시험 곤충의 종류에 따라서 적절한 방법이 개발되어야 할 것이다. pot spray법은 대량 처리가 용이하고 시간을 단축시킬 수 있는 방법이나, 약제처리시 공시충의 민감한 행동 때문에 기주식물로부터 이탈이 심해 번이가 크게 나타나기 때문에 배추줄나방의 독성시험방법으로는 부적절하였다. leaf disc+insect spray법은 기존의 방법을 변형시킨 것으로 시험 수행이 매우 편리하고 pot spray법과 유사하나 적은 공간에서 수행할 수 있는 등의 이점이 있고 처리간에 조건의 균일성을 좀 더 기할 수 있어서 시험 목적에 따라 권장할만한 방법으로 생각된다. Insect-direct dipping method는 三夫와 義弘(1986)이 고안한

방법으로 시험과정에서 수회에 걸쳐 공시충을 옮겨야 하기 때문에 충체에 자극이 자주 가서, 충체가 손상될 위험성이 크고 약액에 침지하는 시간에 따라 독성발현이 달라지므로 시험조작을 표준화할 수 있다면 정확도와 재현성이 더 높아질 것으로 사료된다.

Collins(1975)가 약제저항성 수준결정방법 선택시 고려해야할 점으로 지적한 시험목적, 시간, 비용, 정확도 등으로 종합검토하여 볼때, 이상 5가지 방법중 topical application법이 각 개체간 균등처리와 공시충에 처리하는 약량이 정확하고 번이가 가장 적은 결과를 얻을 수 있는 방법으로 배추좀나방의 독성시험방법에는 이 방법의 사용이 바람직하지만, 약제의 종류, 시험목적에 따라 leaf disc법이나 leaf disc+insect spray법도 권장할 만한 방법으로 사료된다.

#### 지역별 약제저항성 수준조사

광주, 제주, 김해 및 인제 지역의 배추좀나방

계통을 4가지 살충제에 대한 저항성수준을 LC<sub>50</sub>으로 비교한 결과는 표 3에서와 같이 prothiofos에 대하여는 광주, 김해, 제주, 인제 계통은 감수성 계통에 비하여 각각 61.1, 5.6, 5.4 및 3.3배, cartap에 대하여는 각각 33.3, 12.8, 12.3 및 10.5배, cypermethrin에 대하여는 각각 141.7, 37.5, 32.5 및 7.5배였다. 그리고 *B. thuringiensis*에 대해서는 광주, 김해, 제주, 인제계통에 대하여 각각 8.1, 2.7, 2.3 및 1.9배로 다른 약제에 비하여 낮은 저항성 수준을 나타내었다. 지역별로는 광주계통이 모든 공시약제에 대하여 가장 높은 저항성 수준을 보였는데, 이것은 이 지역이 배추를 연중재배하고 하계에도 일주일에 1회씩 여러가지 약제를 혼용 살포하므로써 저항성의 발달이 높게 유발된 것으로 사료된다. 그러나 인제계통은 비교적 낮은 저항성 수준을 보여, 지역이나 약종에 따라 저항성 수준이 차이가 있었다.

Table 3. Summary concentration-mortality responses in several populations of 4th instars of *P. xylostella* to prothiofos, cartap, and cypermethrin indicated by topical application and BT by leaf disc method

| Insecticide                   | Population  | LC <sub>50</sub><br>% a. i. | X <sup>2</sup> | Equation for<br>probit regres.(Y) | Comparison with<br>susceptible popn |
|-------------------------------|-------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| prothiofos                    | Cheju       | 0.0097                      | 0.12           | 2.04X + 9.11                      | 5.4                                 |
|                               | Kwangju     | 0.11                        | 0.08           | 3.11X + 7.97                      | 61.1                                |
|                               | Kimhae      | 0.01                        | 0.12           | 2.27X + 9.51                      | 5.6                                 |
|                               | Inje        | 0.006                       | 0.29           | 2.32X + 10.14                     | 3.3                                 |
|                               | Susceptible | 0.0018                      | 0.04           | 3.04X + 13.34                     | 1                                   |
| cartap                        | Cheju       | 0.048                       | 0.39           | 1.93X + 7.54                      | 12.3                                |
|                               | Kwangju     | 0.13                        | 0.09           | 2.49X + 7.19                      | 33.3                                |
|                               | Kimhae      | 0.05                        | 0.57           | 2.22X + 7.88                      | 12.8                                |
|                               | Inje        | 0.041                       | 0.08           | 1.23X + 9.56                      | 10.5                                |
|                               | Susceptible | 0.0039                      | 0.09           | 2.49X + 10.99                     | 1                                   |
| cypermethrin                  | Cheju       | 0.0078                      | 0.16           | 2.08X + 9.39                      | 32.5                                |
|                               | Kwangju     | 0.034                       | 0.13           | 1.49X + 7.19                      | 141.7                               |
|                               | Kimhae      | 0.009                       | 0.67           | 1.86X + 8.81                      | 37.5                                |
|                               | Inje        | 0.0018                      | 0.27           | 2.24X + 11.14                     | 7.5                                 |
|                               | Susceptible | 0.00024                     | 0.16           | 2.08X + 12.53                     | 1                                   |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> | Cheju       | 0.000034                    | 1.29           | 2.26X + 15.09                     | 2.3                                 |
|                               | Kwangju     | 0.000122                    | 0.35           | 2.77X + 15.83                     | 8.1                                 |
|                               | Kimhae      | 0.000041                    | 0.39           | 2.31X + 15.13                     | 2.7                                 |
|                               | Inje        | 0.000029                    | 0.12           | 2.34X + 15.64                     | 1.9                                 |
|                               | Susceptible | 0.000015                    | 0.88           | 2.93X + 19.16                     | 1                                   |

배추좀나방에 대한 유기인계 살충제는 약제마다 저항성 수준이 다양하여, Kao와 Sun (1991)은 methyl parathion과 parathion으로 도태한 개체군과 포장에서 채집한 계통에 대해 수개 유기인계 살충제 저항성 수준을 조사한 결과 prothiofos가 낮은 저항성비를 나타냈다고 보고하였으며, 본 시험에서도 다른 계통의 약제들 보다 저항성 수준이 낮게 나타났고, 大澤 등(1984)도 일본 福島縣내 28개의 채집지에서 채집한 배추좀나방의 개체군 중 80% 이상이 acephate와 prothiofos에 대해 감수성이라고 하였는데, Liu 등 (1982)은 prothiofos는 최근에 개발된 유기인계로 낮은 인축독성, 비침투성이면서, 광범위한 살충력을 나타낸다고 보고하여, 본 약제를 다른 계통의 살충제와 교호로 살포한다면 배추좀나방의 방제에 좋은 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

Ho등(1983)은 포장에서 채집한 배추좀나방 계통이 deltamethrin과 cypermethrin에 대해 각각 1,600배, 36,000배의 높은 저항성이 나타났음을 보고하였고, 송(1992)은 포장채집계통을 6세대동안 약제를 살포하지 않고 누대사육한 후 6회에 걸쳐 cypermethrin으로 도태시켜 341.8배의 저항성이 다시 유발되었다고 보고하였으며, 본 실험에서 인계계통이 다른 지역계통에 비하여 7.5배로 저항성 수준이 낮게 나타나 지역에 따라 이 약제의 계속사용이 가능할 것으로 보이며, 특히 합성 pyrethroid계의 연용을 피하고 교차 저항성의 유발이 적은 다른 계통의 약제와 교호사용한다면 포장에서의 효과적인 배추좀나방 방제가 가능할 것으로 사료된다.

cartap은 배추좀나방 약제저항성 발달 기준을 5배로 보았을 때 광주지역이 33.3배로 비교적 높은 저항성을 보였지만 그 이외의 지역은 비교적 낮은 저항성 발달 수준을 보였다. Liu 등(1982)은 본 약제가 곤충의 신경전달을 방해하여 살충효과를 나타내므로, 다른 약제 계통에 비하여 높은 수준의 저항성을 나타내는 배추좀나방에 대해서도 아주 효과가 있다고 보

고하였다. 大澤 등(1984)은 福島縣내에서 채집한 배추좀나방을 cartap 50 Sp 1000배액으로 처리하였을 때 100%의 살충율을 나타내 높은 감수성을 나타내었다고 보고하여, cartap이 효과적인 배추좀나방 방제에 계속 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

*B. thuringiensis*는 특정 해충에 대하여 높은 독성을 나타내지만 대부분의 유용곤충과 인간 등의 다른 생물에는 독성이 낮은 것으로 알려져 있다. 그러나 최근에는 배추좀나방의 포장 채집계통에 대하여 감수성보다 25~30배의 높은 저항성을 나타내었으며(Tabashinki 등 1990), 송(1991)도 지역에 따라 본 약제에 대한 저항성이 2.2~41.3배로 나타나 국내에서 BT제에 대한 약제 저항성 문제가 전국적으로 확산될 가능성이 크다고 하였고, 또한 Tabashinik 등(1991)은 실내에서 9세대 도태시켰을 때 430~820배까지 높은 저항성이 나타났다는 보고를 하였지만, *B. thuringiensis*제는 기존의 약제에 저항성인 배추좀나방에 대해 교차저항성 유발을 지연시키는 경향이 있으므로(Tabashinik 등 1987) 환경에 오염이 적은 본 약제를 효과적으로 사용한다면 배추좀나방의 방제에 도움을 줄 것으로 사료된다.

앞으로 약제의 화학적 계통과 약종은 물론 지역도 확대하여 약제저항성 수준 조사를 지속적으로 실시함과 동시에 배추좀나방의 교차저항성 및 복합 저항성 발달 유무를 검정하고, 살충제 저항성의 기작을 구명함으로써 효과적인 방제대책 수립이 이루어질 것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

- Adams, A.J., Franklin R. Hall & C.W. Hoy. 1990. Evaluating resistance to permethrin in *Plutella xylostella* populations using uniformly sized droplets. *J. Econ. Entomol.* 83(4): 1211~1215.
- Ankersmit, G.W. 1953. DDT-Resistance in *Plutella maculipennis* in Java. *Bull. Ent. Res.* 44: 421~425.
- Busvine, J.R. 1980. Recommended methods for the

- detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. Method for the diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.)). FAO Method No. 21: 44~46.
- Cheng, E.Y. 1988. Problems of control of insecticide-resistant *Plutella xylostella*. Pestic. Sci. 23: 177~188.
- Collins, W.J. 1975. A comparative study of insecticide resistance assays with the german cockroach. Pestic. Sci. 6: 83~95.
- Finney, D.J. 1971. Probit analysis, estimation of the median effective dose. 19~47. Cambridge Univ. Press. Cambridge. England.
- Hama, H. 1986. Resistance spectrum to various insecticides in the diamondback moth, *Plutella xylostella* LINNE (Lepidoptera: Yponomeutidae). App. Ent. Zool. 22: 166~175.
- Hinkle N. C., D.C. Sheppard & M.P. Nolan, JR. 1985. Comparing residue exposure and topical application techniques for assessing permethrin resistance in house flies (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol. 78: 722~724.
- Ho, S.H., B. H. Lee & D. See. 1983. Toxicity of deltamethrin and cypermethrin to the larvae of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. Toxicology Letter. 19: 127~131.
- Kalra, R.L. & R.P. Chawla. 1977. Evaluation of bioassay techniques for the detection of insecticide resistance in *Plutella xylostella*. Fao Plant Protection Bulletin 25: 85~87.
- Kao, C.H. & C.N. Sun. 1991. *In vitro* degradation of some organophosphorus insecticides by susceptible and resistant diamondback moth. Pesticide Biochemistry and Physiology. 41: 132~141.
- 이승찬, 김운영, 김상수. 1986. 점박이용애의 약제 저항성 수준결정방법 비교와 Benzomate, Cyhexatin 및 Dicofol 저항성 조사 연구. 한식보지. 25(3): 133~138.
- Liu, M., Y.I. Tzeng & C.N. Sun. 1982. Insecticide resistance in the diamondback moth. J. Econ. Entomol. 75: 153~155.
- 中島 三夫, 北内 義弘. 1986. 大分縣における合成ピレスロイド抵抗性コナガの發生. 九病蟲研會報. 32: 145~147.
- Noppun, V., T. Miyata & T. Saito. 1983. Susceptibility of four strains of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. against insecticides. J. Pesticide Sci. 8: 595~599.
- 大澤 守一, 遠山 芳弘, 齊藤 滋. 1984. 福島縣におけるコナガの數種藥劑に對する感受性の質態. 北日本病蟲研報. 35: 129~131.
- Sasaki, Y. 1982. Studies on insecticide resistance of the diamondback moth. In results on the pests control studies (Annual Report for 1982). Japan Plant Protection Association Tokyo. 92~102 (in Japanese).
- 송승석. 1991. BT제에 대한 배추좀나방의 약제 저항성. 한응곤지. 31(4): 338~344.
- 송승석. 1992. 피레스로이드제에 대한 배추좀나방의 포장약제 저항성의 변동. 한응곤지. 31(4): 338~344.
- Tabashnik, B.E. & N. L. Cushing. 1987. Leaf residue vs. topical bioassays for assessing insecticide resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. FAO Plant Prot. Bull. 35(1): 11~14.
- Tabashnik, B.E., N.L. Cushing & M.W. Johnson. 1987. Diamondback moth resistance to insecticides in Hawaii. Intra-island variations and cross-resistance. Forum. J. Econ. Entomol. 80(6): 1091~1099.
- Tabashnik, B.E., N.L. Cushing, N. Finson & M.W. Johnson. 1990. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 83(5): 1671~1676.
- Tabashnik, B., N. Finson & M.W. Johnson. 1991. Managing resistance to *Bacillus thuringiensis*: Lessons from the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 84(1): 49~55.

(1993년 4월 22일 접수)