

## 살선충제 Imicyafos 입제의 2종 뿌리혹선충에 대한 방제 효과

김형환\* · 정영학<sup>1</sup> · 김동환 · 하태기<sup>2</sup> · 윤정범 · 박정규<sup>1</sup> · 추호렬<sup>1</sup>

국립원예특작과학원 원예특작환경과, <sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부, 농업생명과학연구원, <sup>2</sup>(주)경농 중앙연구소

## Control Effects of Imicyafos GR against Two Species of the Root-knot Nematodes (*Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla*)

Hyeong Hwan Kim\*, Young Hak Jung<sup>1</sup>, Dong Hwan Kim, Tae Ki Ha<sup>2</sup>, Jung Beom Yoon, Chung Gyoo Park<sup>1</sup> and Ho Yul Choo<sup>1</sup>

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 565-852, Republic of Korea

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science (BK21+)/Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Republic of Korea

<sup>2</sup>Central Research Institute Kyung Nong Corporation, Gyeongju, Gyeongbuk 780-110, Republic of Korea

(Received on November 7, 2014. Revised on April 20, 2015. Accepted on June 1, 2015)

**Abstract** Efficacy of novel nematicide, imicyafos GR was evaluated against two species of the root-knot nematodes in pot and greenhouse conditions. When tested in pots, the population of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* was reduced sixty days after treatment, with mortality rate of 91.5% and 90.6%, respectively. Suppression effect of imicyafos GR on root galling in tomato was tested. The number of root galls caused by *M. incognita* and *M. hapla* was reduced 60 days after nematode inoculation, with the efficacy of 94.2% and 95.1%, respectively. Under greenhouse conditions planted with watermelon, melon, cucumber, and tomato, the efficacy of imicyafos GR on *M. incognita* persisted up to 60 days after treatment, showing 90% of control efficacy. Moreover, the number of root galling was more reduced than fosthiazate treatment, with the potential as a control agent.

**Key words** *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne hapla*, imicyafos GR, control efficacy

### 서 론

현재까지 전 세계적으로 약 500여종의 식물기생성 선충이 보고되어 있는데 그 중, 뿌리혹선충(*Meloidogyne* spp.)은 78종이 분포하는 것으로 기록되어 있다(Jepson, 1987). 국내에서 시설원예재배지에 서식하고 있는 뿌리혹선충으로 *M. arenaria* (땅콩뿌리혹선충), *M. cruciani*, *M. hapla* (당근뿌리혹선충), *M. hispanica*, *M. incognita* (고구마뿌리혹선충), *M. javanica* (자바니카뿌리혹선충) 등 6종이 알려져 있는데 이중에서 *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* 등 4종이 농업상 중요 뿌리혹선충이다(Choi and Choi,

1982; Cho et al., 2000; Kim et al., 2001).

뿌리혹선충은 국내에 재배되고 있는 과채류, 엽채류 및 화훼류 등 원예작물 전반에 걸쳐 연작장해의 중요한 요인으로 알려져 있으며, 뿌리혹선충 2령충이 작물에 기생되면 구침으로 작물의 조직을 찢어 영양분을 섭취하면서 뿌리에 흠을 만들어 양분과 수분의 이동을 저해하고, 탈취하므로 지상부의 생육이 불량해진다. 뿌리혹선충은 양분과 수분의 흡수에 의한 직접적인 피해와 더불어 선충의 침입에 의해 생긴 뿌리혹 주변 세포조직을 와해시켜 토양에 서식하는 각종 병원균이 침입하여 이차적으로 토양 전염성 병을 일으키기도 한다(Choo et al., 1990; Park et al., 1995). 뿌리혹선충이 작물의 유효기나 정식 초기부터 발생밀도가 많으면 조기에 고사되며, 반축성 재배에서 정식 초기에 토양 중 선충의 밀도가 낮더라도 작물의 생육 후기에 이르면 선충의 밀도가

\*Corresponding author  
E-mail: hhkim8753@korea.kr

급격히 증가하여 뿌리 전체에 흑이 형성되어 생산량을 감소시킨다(Kim et al., 2001).

우리나라는 공정육묘장의 증가로 대부분의 원예작물 재배 농가에서는 육묘를 자가 육묘하기 보다는 구입하여 사용하고 있어 육묘기에 뿌리혹선충에 의한 감염은 극히 드물어 뿌리혹선충과 접촉하게 되는 것은 정식과 더불어 시작되기 때문에 방제는 주로 정식 전·후에 행해지고 있다. 뿌리혹선충의 방제 방법에는 담전윤환, 객토, 태양열 소독, 약제방제, 저항성 품종, 저항성 운작(Park et al., 1995; Chon, 1996; Kim and Choi, 2001), 휴경, 재배시기 조절, 길항식물과 유치작물 재배, 잔재물 소각, 담수, 기생된 작물 잔재물 제거, 접목, 유기물 토양 개선과 생물적 방제, 작물 경작 개선(Bridge, 1996) 등과 같이 다양한 방법들이 알려져 있다. 그러나 국내 원예작물 재배에서는 동일한 작물을 연작하는 경우가 많으며, 작기와 작기 사이가 짧고, 뿌리혹선충에 감수성인 작물의 재배가 많고, 운작 시 경제성이 문제가 되어 다양한 뿌리혹선충의 방제법이 있음에도 불구하고 최근까지 방제효과와 불확실성과 번거로움으로 인해 살선충제를 이용한 방제법을 선호하고 있는 실정이다.

현재 국내에서는 뿌리혹선충의 방제용으로 카두사포스·카보셀판 입제, 에토프로포스 입제 등 14종류의 약제가 수박, 참외, 오이, 토마토 등 20종의 원예작물에 등록되어 있다. 그 중에서 카두사포스 캡슐현탁제, 포스티아제이트 액제, 메탐소딴 액제 등 3종류를 제외한 11종류의 약제가 정식 전에 처리하는 입제이다(KCPA, 2014). 최근 작물의 생육 중에도 뿌리혹선충의 방제가 가능한 살선충 캡슐현탁제, 유제 등이 등록되고 있으나, 여전히 작물을 정식하기 전에 토양 혼화 처리되는 입제 형태의 제품이 대부분이다. 뿌리혹선충을 방제하기 위해 매년 반복적으로 같은 토양에 살선충제 입제 처리가 잦아지면서 살선충제 저항성이 발생하는 경우가 많아져 선충의 방제효과가 떨어지고 있어 농작물의 피해가 증가하고 있기 때문에 새로운 살선충제의 개발이 시급한 상황이다.

따라서 국내 시설원예작물 중에서 뿌리혹선충에 피해가 많은 몇몇 작물을 대상으로 최근에 개발된 살선충제인 imicyafos 입제의 방제효과를 실증시험하였다.

## 재료 및 방법

### 뿌리혹선충

실내 포트 검정에 이용된 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)과 당근뿌리혹선충(*M. hapla*)은 경농 중앙연구소의 유리온실에서 토마토 육묘를 이용하여 증식하였다. 증식은 직경 16.0 cm 높이 13.5 cm 플라스틱 포트에 45~50일된 토마토(선명, 농우) 육묘를 정식하여 40~45일 동안 뿌리혹이 형성되도록 관리하였다. 그리고 뿌리혹이 형성된 뿌리를

1 cm 길이로 잘라서 새로운 토마토 육묘를 심을 포트에 상토(바로크, 서울바이오)와 함께 섞은 후 토마토 육묘를 정식한 다음 누대 증식하였다. 포트 검정에 사용된 뿌리혹선충은 누대 증식 중이던 고구마뿌리혹선충과 당근뿌리혹선충의 유충을 사용하였다.

### 포트 방제효과 검정

실내 포트에서 imicyafos 입제(네마킵, 5%)의 고구마뿌리혹선충과 당근뿌리혹선충에 대한 처리별 방제효과에 대한 시험은 직경 16.0 cm 높이 13.5 cm 플라스틱 포트에 45~50일된 토마토(선명, 농우) 육묘를 상토(바로크, 서울바이오)가 담겨 있는 포트에 심었다. 그리고 처리방법에 관계없이 정식과 함께 각각의 증식된 뿌리혹선충의 유충을 분리하여 포트 당 1,000마리를 접종하였다. 뿌리혹선충의 알 분리는 누대증식 중이던 토마토 뿌리를 수거하여 깨끗이 씻어서 뿌리속의 알을 분리하기 위하여 개량된 sodium hypochloride 방법(Baker et al., 1985)을 사용하였다. 분리방법은 깨끗이 씻은 뿌리를 1 cm 간격으로 잘라서 200 ml의 1% NaOCl 용액이 들어있는 믹서기에 넣고 고속으로 1분간 회전시켰다(Kim and Lee, 2008). 그리고 믹서기 내의 뿌리 찌꺼기, 알은 75  $\mu$ m와 28  $\mu$ m 체를 통과시키고 28  $\mu$ m 체에 거른 알이 부화할 때까지 상온(25  $\pm$  2°C)에서 보관하였다. 건전한 유충을 시험에 활용하기 위하여 일별 부화율을 현미경하에서 관찰하면서 부화율이 최적의 정점에 달하는 날에 1차 체에 거른 후 2차 깔때기법으로 거른 후 획득한 유충을 시험에 이용하였다. 실험은 처리별로 뿌리혹선충 중에 따라 한 개의 포트를 1반복으로 하여 10반복으로 조사하였다. 조사는 뿌리혹선충의 생태에 비추어 약제처리 후 30일과 60일째 포트 내의 상토 중 100 g을 개량깔때기법(Kaya and Stock, 1997)으로 선충의 밀도를 조사하고, 60일째 토마토에 형성된 뿌리혹의 난낭수를 조사(Taylor and Sasser, 1978)하여 방제효과를 처리간 비교, 분석하였다.

### 포장 방제효과 시험

Imicyafos 입제(네마킵, 5%) 약제의 고구마뿌리혹선충에 대한 방제효과 시험은 시설재배 수박, 참외, 멜론, 오이와 토마토 재배지에서 수행되었으며, 다음과 같이 각 작물별로 약제를 처리하여 효과를 조사하였다. 작물별 시험은 시설수박(삼복꿀수박)은 경남 함안에서 2012년 4월 1일, 시설참외(금관)는 경북 예천에서 2012년 7월 2일, 시설멜론(뷰티)은 경북 경주에서 2012년 6월 1일, 시설오이(조은백다다기)는 경북 경주에서 2012년 9월 3일, 시설토마토(선명)는 경북 경주에서 2012년 6월 8일에 수행하였다.

각 작물별로 imicyafos 5% 입제를 10a 당 6 kg 처리한 후 로터리 작업을 하고, 작물을 정식한 다음 물을 관주하였다. 대조약제로는 fosthiazate 5% 입제를 사용하였고, 10a 당 6

kg을 동일한 날짜에 처리하였다. 토양 중 고구마뿌리혹선충의 발생밀도는 imicyafos 입제와 대조 약제인 fosthiazate 입제를 처리하기 전 토양을 채취하여 사전밀도를 조사하였고, 약제 처리 후 30일째와 60일째 동일한 방법으로 토양을 채취하여 선충의 생충수를 조사하였다. 토양 내 고구마뿌리혹선충의 살아있는 밀도 조사는 작물별로 다소 차이는 있지만, 단동 및 연동 구분 없이 330 m<sup>2</sup>를 1개 구역으로 정하고 임의로 5곳을 지정한 다음 지점 당 토양 100 g을 채취하여 500 g을 취하여 골고루 섞고 다시 이중에서 100 g의 토양을 개량갈때기법(Kaya and Stock, 1997)을 이용하여 뿌리혹선충의 유충을 추출하여 생충수를 조사하였다. 조사는 330 m<sup>2</sup> 1개 구역을 1반복으로 3반복으로 토양 내 고구마뿌리혹선충의 밀도를 조사하였다. 또한 살선충제 처리 후 60일째는 작물체의 주위를 야삽으로 조심스럽게 파고, 작물체를 뽑은 다음 흐르는 수돗물에 뿌리에 묻어 있던 흙을 제거하고, 난낭수를 조사하였다. 난낭수 조사는 Phloxin B 용액에 20분간 염색하여 붉게 염색된 난낭의 수를 계수 하였고(Taylor and Sasser, 1978), 10주를 1반복으로 30주를 조사하였다.

**통계분석**

Imicyafos 입제의 방제효과를 작물별로 구분하여 뿌리혹선충에 대한 방제효과를 Tukey test로 처리평균간 차이로 분산분석 하였다(SAS Institute, 2008).

**결과 및 고찰**

**포트시험 방제효과**

토마토 포트시험에서 imicyafos 입제 처리 후 30일째와 60일째 생충률은 각각 고구마뿌리혹선충이 3.4%, 12.5%, 당근뿌리혹선충이 4.9%, 12.2%로 fosthiazate 입제와 유의차는 없었으나 방제가는 유의적 차이가 있었다(Table 1). 특

히 60일 후 난낭수에서 fosthiazate 입제 처리 보다 imicyafos 입제 처리가 고구마뿌리혹선충과 당근뿌리혹선충의 난낭형성을 더 많이 억제하였다.

Fosthiazate는 미국의 Georgia에서 땅콩뿌리혹선충 방제(Minton et al., 1993), Florida에서 담배뿌리혹선충 방제(Rich et al., 1994)에 사용되어 그 효과가 인정된 약제로 국내뿐만 아니라 외국에서도 널리 사용되고 있다. 본 연구에서 이용한 imicyafos 입제는 fosthiazate 입제보다 뿌리혹선충에 대한 방제 효과가 더 뛰어나 효과적으로 뿌리혹선충을 방제 할 수 있을 것으로 기대된다.

**포장시험 방제효과**

시설재배 수박, 참외, 멜론, 오이, 토마토에서 imicyafos 입제를 처리하여 방제효과를 조사한 결과 고구마뿌리혹선충에 대하여 imicyafos 입제는 처리 후 30일째와 60일째 까지 90% 이상 높은 방제가를 나타내었다(Table 2).

멜론을 제외한 모든 처리구에서 imicyafos 입제 처리 후 30일째 생충률과 방제가는 대조약제인 fosthiazate 입제 처리구와 유의적 차이가 나지 않았다. 하지만 처리 후 60일째 방제가에서 imicyafos 입제 처리가 fosthiazate 입제 처리 보다 방제가가 더 높았는데, 이는 imicyafos 입제 처리가 상대적으로 약효 지속성이 더 높기 때문인 것으로 생각되어진다. 난낭수 조사에서도 모든 작물에서 약효 지속성이 더 뛰어난 imicyafos 입제 처리에서 방제 효과가 더 뛰어났다.

Imicyafos는 유기인계 침투성 살선충제로 침투한 약제가 신경자극제로 이동하여 Acetylcholin 수용체에 부착하여 Acetylcholinesterase (AChE)의 작용을 억제함으로써 신경전달을 저해하여 뿌리혹선충을 죽인다. Imicyafos와 fosthiazate는 유기인계(organophosphorus) 살선충제이고, 침투이행성 약제로 대표적인 비훈증 약제이다(Wada et al., 2011). 두 약제 모두 뿌리썩이선충(*Pratylenchus penetrans*)에 방제효과

**Table 1.** Control effect of nematicides, Imicyafos GR and Fosthiazate GR against the *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* on tomato in pot

| Nematode species    | Treatment      | 30 DAT                     |                               | 60 DAT        |                  |                       |                               |
|---------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|
|                     |                | Survival rate <sup>a</sup> | Control efficacy <sup>b</sup> | Survival rate | Control efficacy | No. of egg mass/plant | Control efficacy <sup>c</sup> |
| <i>M. incognita</i> | Imicyafos GR   | 3.4b <sup>d</sup>          | 95.2a                         | 12.5b         | 91.5a            | 9.0c                  | 94.2a                         |
|                     | Fosthiazate GR | 6.4b                       | 91.0b                         | 17.8b         | 87.8b            | 30.3b                 | 80.7b                         |
|                     | Control        | 71.3a                      | -                             | 146.2a        | -                | 157.3a                | -                             |
| <i>M. hapla</i>     | Imicyafos GR   | 4.9b                       | 93.7a                         | 12.2b         | 90.6a            | 10.3c                 | 95.1a                         |
|                     | Fosthiazate GR | 7.7a                       | 90.0b                         | 25.0b         | 80.8b            | 47.3b                 | 76.8b                         |
|                     | Control        | 7.5a                       | -                             | 130.0a        | -                | 207.3a                | -                             |

<sup>a</sup>; Survival rate of juveniles/100 g soil.

<sup>b</sup>; Control efficacy; (Survival ratio of *M. incognita* juveniles in control-Survival ratio of *M. incognita* juveniles in treatment)/Survival ratio of *M. incognita* juveniles in control × 100.

<sup>c</sup>; Control efficacy; (No. of egg mass in control-No. of egg mass in treatment)/No. of egg mass in control × 100.

<sup>d</sup>; Means within a column followed by different letters are significantly different (Tukey's HSD test *P* < 0.001).

**Table 2.** Control effect of nematicides, Imicyafos GR and Fosthiazate GR against the *Meloidogyne incognita* on 5 crops in greenhouse

| Crop           | Treatment      | Pre-density <sup>a</sup> | 30 DAT                     |                               | 60 DAT        |                  |                       |                               |
|----------------|----------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|
|                |                |                          | Survival rate <sup>b</sup> | Control efficacy <sup>c</sup> | Survival rate | Control efficacy | No. of egg mass/plant | Control efficacy <sup>d</sup> |
| Watermelon     | Imicyafos GR   | 148.3a <sup>e</sup>      | 4.3b                       | 96.9a                         | 11.7b         | 92.6a            | 6.3c                  | 96.1a                         |
|                | Fosthiazate GR | 137.7a                   | 19.0b                      | 85.2a                         | 28.8b         | 81.9b            | 32.7b                 | 79.3b                         |
|                | Control        | 123.0a                   | 137.1a                     | -                             | 162.9a        | -                | 158.7a                | -                             |
| Oriental melon | Imicyafos GR   | 76.0a                    | 8.2b                       | 95.2a                         | 21.5b         | 90.8a            | 6.3c                  | 96.1a                         |
|                | Fosthiazate GR | 61.3a                    | 17.8b                      | 89.5a                         | 53.4b         | 77.9b            | 33.0b                 | 79.6b                         |
|                | Control        | 70.7a                    | 180.0a                     | -                             | 243.5a        | -                | 163.0a                | -                             |
| Melon          | Imicyafos GR   | 78.0a                    | 9.4b                       | 95.4a                         | 17.2b         | 93.9a            | 4.7c                  | 97.0a                         |
|                | Fosthiazate GR | 65.3a                    | 21.9b                      | 89.3b                         | 38.7b         | 86.2a            | 36.0b                 | 77.2b                         |
|                | Control        | 69.7a                    | 205.5a                     | -                             | 280.7a        | -                | 157.7a                | -                             |
| Cucumber       | Imicyafos GR   | 75.3a                    | 12.2b                      | 94.4a                         | 25.5b         | 92.8a            | 4.7c                  | 96.4a                         |
|                | Fosthiazate GR | 83.3a                    | 21.7b                      | 89.7a                         | 72.5b         | 78.4b            | 48.3b                 | 61.3b                         |
|                | Control        | 81.7a                    | 214.8a                     | -                             | 351.6a        | -                | 130.0a                | -                             |
| Tomato         | Imicyafos GR   | 71.7a                    | 6.2b                       | 96.4a                         | 11.2b         | 95.0a            | 6.0c                  | 96.3a                         |
|                | Fosthiazate GR | 63.0a                    | 22.6b                      | 86.0a                         | 54.9b         | 75.0b            | 45.0b                 | 72.4b                         |
|                | Control        | 73.3a                    | 173.5a                     | -                             | 230.8a        | -                | 164.0a                | -                             |

<sup>a</sup>; Pre-density of juveniles/100 g soil.

<sup>b</sup>; Survival rate of juveniles/100 g soil.

<sup>c</sup>; Control efficacy; (Survival ratio of *M. incognita* juveniles in control-Survival ratio of *M. incognita* juveniles in treatment)/Survival ratio of *M. incognita* juveniles in control × 100.

<sup>d</sup>; Control efficacy; (No. of egg mass in control-No. of egg mass in treatment)/No. of egg mass in control × 100.

<sup>e</sup>; Means within a column in each crop followed by different letters are significantly different (Tukey's HSD test  $P < 0.001$ ).

가 우수하며, 토양 내 자유생활선충(free-living nematode), 비표적 미생물(non-target organism) 및 박테리아 섭식 선충(bacterial-feeding nematode)에는 영향이 적다고 하였다(Sturz and Kimpinski, 1999; Wada et al., 2011). 그러나 imicyafos가 토양 내 선충 개체군의 독성 범위에 있어서는 fosthiazate보다 영향이 더 적고, 작기 내내 지속적으로 뿌리썩이선충과 같은 식물기생성선충의 밀도를 억제할 수 있었다(Wada et al., 2011). 또한 약제의 처리 후 자유생활을 하는 토양 선충의 개체군에 대한 영향이 imicyafos는 토양 표면에 한정적이며 일시적인 반면 fosthiazate는 보다 넓다고 하였다(Kimpinski et al., 2005). 또 다른 imicyafos 약제의 특징으로 cadusafos 등 다른 살선충제와 달리 약제에 접촉된 선충을 다시 분리해 정상적인 기주에 접종하여도 뿌리혹을 형성하지 못하게 되는데, 이러한 특성은 본 실험에서 imicyafos 입체 처리가 fosthiazate 입체 처리 보다 난낭형성이 억제된 원인이라 할 수 있다.

따라서 imicyafos 입체는 뿌리혹선충 뿐만 아니라 뿌리썩이선충에 대하여 방제효과가 뛰어나며, 특히 난낭형성을 억제하고 장기간 지효성이 있어 재배기간이 긴 작물에도 효과적인 것으로 생각되어진다. 본 연구에서는 imicyafos 입체에 따른 뿌리혹선충 방제 효과 시험만 이루어 졌으나, imicyafos 액제에 대한 방제효과 연구결과가 더해진다면 토양혼화 처

리 외에 정식 후에도 뿌리혹선충을 효과적으로 방제 할 수 있는 방법도 개발 할 수 있을 것으로 기대되므로 급후 imicyafos 액제를 이용한 뿌리혹선충 방제효과 시험이 필요하다고 생각된다.

## 감사의 글

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(PJ010207012015)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

## Literature Cited

- Barker, K. R., D. P. Schmitt and J. L. Imbriani (1985) Nematode population dynamics with emphasis on determining damage potential to crops. In: An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol , ed. by Barker, K. R., C. C. Carter and J. N. Sasser. pp. 135-148. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.
- Bridge, J. (1996) Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. Annu. Rev. Phytopathol. 34:201-225.
- Cho, M. R., S. Y. Na and M. S. Yiem (2000) Biological control of *Meloidogyne arenaria* by *Pasteuria penetrans*. J. Asia-

- Pacific Entomol. 3(2):71-76.
- Choi, D. R. and Y. E. Choi (1982) Survey on plant parasitic nematodes in cropping by controlled horticulture. Korean J. Plant Protec. 21(1):8-14.
- Choo, H. Y., S. M. Lee, J. B. Kim and Y. D. Park (1990) Relationship of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* to pathogenesis of *Rhizoctonia solani* on cucumber, pepper, and tomato. Korean J. Plant Pathol. 6(3):409-411.
- Jepson, S. B. (1987) Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International, Wallingford, Oxon, United Kingdom. 265 pp.
- Kaya, H. K. and S. P. Stock (1997) Techniques in insect nematology. In: lacey L. A. (ed.), Manual of Techniques in insect pathology. Academic Press, New York. pp. 281-324.
- Kim, D. G. and S. K. Choi (2001) Effects of incorporation method of nematicides on reproduction of *Meloidogyne arenaria*. Korean J. Appl. Entomol. 40(1):89-95.
- Kim, D. G., D. R. Choi and S. B. Lee (2001) Effects of control methods on yields oriental melon in fields infested with *Meloidogyne arenaria*. Res. Plant Dis. 7(1):42-48.
- Kim, D. G. and J. H. Lee (2008) Economic threshold of *Meloidogyne incognita* for greenhouse grown cucumber in Korea. Res. Plant Dis. 14:117-121.
- Kim, D. G., Y. K. Lee and B. Y. Park (2001) Root-knot nematode species distributing in greenhouses and their simple identification scheme. Res. Plant Dis. 7(1):49-55.
- Kimpinski, J., R. A. martin and A. V. Sturz (2005) Nematicides increase grain yields in spring wheat cultivars and suppress plant-parasitic and bacterial-feeding nematodes. J. Nematol. 37:473-476.
- Korea Crop Protection Association (KCPA) (2014) Agrochemicals use guide <http://www.koreacpa.org/korea/index.php>.
- Minton, N. A., T. B. Brenneman, K. Bondari and G. W. Harrison (1993) Activity of fosthiazate against *Meloidogyne arenaria*, *Frankliniella* spp. and *Sclerotium rolfsii* in peanut. Peanut Science 20:66-70.
- Park, S. D., S. D. Park, T. Y. Kwon, H. S. Jun and B. S. Choi (1995) The occurrence and severity of damage by root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in controlled fruit vegetable field. RDA. J. Agri. Sci. 37(1):318-323.
- Rich, J. R., R. A. Dunn, W. D. Thomas, J. W. Breman and R. S. Tervola (1994) Evaluation of fosthiazate for management of *Meloidogyne javanica* in Florida flue-cured tobacco. J. Nematol. 26(4):701-704.
- SAS Institute (2008) Sas/STAT user's guide: Statistics, version 9.3 Institute Cary, N.C., U.S.A.
- Sturz, A. V. and J. Kimpinski (1999) Effects of fosthiazate and aldicarb on populations of plant-growth-promoting bacteria, root-lesion nematodes and bacteria-feeding nematodes in the root zone of potatoes. Plant Pathol. 48:26-32.
- Taylor, A. L. and J. N. Sasser (1978) Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina State Univ. Raleigh. 111 pp.
- Wada S., K. Tovota and A. Takada (2011) Effects of the nematicide imicyafos on soil nematode community structure and damage to radish caused by *Pratylenchus penetrans*. J. Nematol. 43(1):1-6.

## 살선충제 Imicyafos 입제의 2종 뿌리혹선충에 대한 방제 효과

김형환\* · 정영학<sup>1</sup> · 김동환 · 하태기<sup>2</sup> · 윤정범 · 박정규<sup>1</sup> · 추호렬<sup>1</sup>

국립원예특작과학원 원예특작환경과, <sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부, 농업생명과학연구원, <sup>2</sup>(주)경농 중앙연구소

**요약** 살선충제인 imicyafos 입제 처리에 따른 방제효과를 알아보기 위하여 고구마뿌리혹선충과 당근뿌리혹선충을 대상으로 포트시험과 포장시험을 수행하였다. 포트시험 결과 imicyafos 입제 처리 60일 후 생충수와 난낭수 조사에서 고구마뿌리혹선충은 91.5%, 94.2%, 당근뿌리혹선충은 90.6%, 95.1%로 각각 높은 방제 효과를 나타내었다. 시설재배 수박, 참외, 멜론, 오이, 토마토에서 imicyafos 입제를 처리하여 방제효과를 조사한 결과 고구마뿌리혹선충에 대하여 imicyafos 입제는 처리 후 30일째와 60일째 까지 90% 이상의 방제가 나타내었으며, 약효의 지속성도 뛰어났다. 특히 imicyafos 입제를 처리가 fosthiazate 입제 처리 보다 난낭수 형성을 더 억제하는 것으로 나타났다. 따라서 살선충제인 imicyafos 입제는 고구마뿌리혹선충이나 당근뿌리혹선충 방제에 실용성이 있을 것으로 판단된다.

**색인어** 고구마뿌리혹선충, 당근뿌리혹선충, Imicyafos 입제, 방제효과