

## 살선충제 침지처리에 의한 딸기잎선충 방제

김동근\* · 강명원<sup>1</sup> · 이증환

경상북도농업기술원 환경농업연구과, <sup>1</sup>고령군농업기술센터

### Effect of Nematicide-dipping Methods for the Control of *Aphelenchoides fragariae* in Strawberry

Dong-Geun Kim\*, Myeong-Won Kang<sup>1</sup> and Joong-Hwan Lee

Dept. of Agricultural Environment, Gyeongbuk Agric. Tech. Admin., Daegu

<sup>1</sup>Goryeong-Gun Agricultural Extension Center

**ABSTRACT** : Effects of different application of nematicides (fosthiazate 5% G, ethoprophos 5% G, and diazinon 34% EC) for the control of *Aphelenchoides fragariae* in strawberry were evaluated in a greenhouse experiments. Mother strawberry (*Fragaria grandiflora*) cv. Yeohong were dipped in solution of nematicides (fosthiazate or ethoprophos at 2.5 g a.i./liter in 20°C or 46°C) for 10 min. and planted in a greenhouse for dipping treatment. For the compare, mother strawberry were dipped in hot water for 10 min. without chemicals. For soil treatment, fosthiazate or ethoprophos at 3 kg a.i./ha were mixed into soil. For foliar spray, diazinon at 3.4 g a.i./liter was sprayed at foliage until runoff. At 40, 80, and 100 days after planting, runners were harvested from each treatment and the rate of nematode infestation and the number of nematodes per plant were examined. After 100 days of planting, mother strawberry plants dipped in fosthiazate solution (2.5 g a.i./liter, 20°C) for 10 min. produced more number of healthy runners and reduced % of infected runner as much as 90% and also had fewer nematodes per runner. Fosthiazate was more effective than ethoprophos. Foliar application of diazinon was reduced *A. fragariae* populations only in early season. Hot water treatment and nematicide soil treatment were less effective.

**KEY WORDS** : *Aphelenchoides fragariae*, Diazinon, Ethoprophos, Fosthiazate, Hot water treatment, Runner, Strawberry

**초 록** : 딸기잎선충의 피해를 방지하기 위하여, 딸기잎선충에 감염된 딸기 모주를 정식 직전에 살선충제에 침지 처리하여 토양에 정식하고 이틀로부터 발생하는 자묘의 딸기잎선충 감염 정도를 조사하였다. 처리는 살선충제 ethoprophos 5% 입제와 fosthiazate 5% 입제를 토양(3 Kg a.i./ha), 살선충제-냉탕침법(2.5 g a.i./liter, 20°C), 살선충제-온탕침법(2.5 g a.i./liter, 46°C)으로 각각 처리하였으며, 그 효과를 무처리, (무농약)온탕침법 및 diazinon 34% 유제(3.4 g a.i./liter) 엽면처리와 상호 비교하였다. 정식 100일 후 조사시, fosthiazate-냉탕액 침지 처리구의 자묘는 무처리에 비하여 감염률은 90% 낮고, 선충밀도는 98% 감소되어 가장 방제효율이 높았다. Fosthiazate-냉탕액 침지 처리구의 자묘의 수와 무게도 무처리에 비하여 거의 2배 많았다. 살선충제 2종중에서는 fosthiazate가 ethoprophos보다 방제 효과가 좋았다. Diazinon 엽면 살포 처리와 기존의 온탕침법은 정식 초기에만 딸기잎선충 밀도 억제 효과를 보였다. 딸기 모주 살선충제 침지법은 방제 효율이 높고, 딸기 생산은 모주에서 발생된 자묘를 이용하여 다음해에 이루어짐으로 농약 잔류의 위험도 없다.

**검색어** : 다수진, 딸기잎선충, 모주, 모캡, 선충탄, 온탕침법, 자묘, 침지

\* Corresponding Author. E-mail: kimdgkr@naver.com

Table 1. Experimental design

Treatment	Leaf spray	Soil treatment	Cold water dipping (20°C, 10 min.)	Hot water dipping (46°C, 10 min.)
Untreated control	-	-	-	-
Hot water dipping	-	-	-	10 min.
Fosthiazate 5% G	-	3 kg a.i./ha	2.5 g a.i./L	2.5 g a.i./L
Ethoprophos 5% G	-	3 kg a.i./ha	2.5 g a.i./L	2.5 g a.i./L
Diazinon 34% EC	3.4 g a.i./L	-	-	-

\* Treated strawberry mother plant were planted in 12 m<sup>2</sup> plot per replication and each treatment was replicated 3 times.

딸기잎선충(*Aphelenchoides fragariae*)은 전 세계적으로 분포하며 기주는 딸기를 포함한 47과 250종의 식물이다(Goodey *et al.*, 1965). 이 선충이 딸기에 기생하면 주로 성장점과 꽃눈을 가해하는데, 나타나는 증상으로는 잎이 작아지고 전개되지 않거나, 꽃대가 안 나오거나, 측아가 많이 발생하는 증상들이 나타나며 농민들은 증상에 따라 “고사리병”(전남 영암), “멍텅구리병”(경남 진양), “미나리병”(전남 담양)등으로 부르고 있다(Choi *et al.*, 1994). 이 선충은 국내 딸기 재배농가에 상당한 피해를 미치고 있으며, 전국을 대상으로 한 조사에서 이 선충의 포장 발생률은 17.6~50%였고(Choi *et al.*, 1994), 경북 6개면 약 110호의 딸기재배 농가를 조사하였을 때, 딸기잎선충의 감염률은 6-80%였다(평균 23%)(Kim, unpubl. data). 이 선충에 감염되면 심할 경우 수량이 60% 정도 감소한다(Choi *et al.*, 1994).

딸기잎선충은 대부분 감염된 딸기 모주를 통하여 자묘로 전염되는데, 연구에 의하면 딸기잎선충은 어미포기에서 발생한 포복지를 통하여(95.6%) 어린모(77.3%)에 감염된다. 그러므로 이 선충에 의한 피해를 막기 위해서는 건전 자묘를 생산하는 것이 가장 중요하다.

딸기 건전묘를 생산하는 방법으로는 성장점을 조직배양하여 무균상태의 모주를 만드는 방법과 46°C의 온탕에 딸기를 10-15분간 담그는 온탕침법이 알려져 있다(Qiu *et al.*, 1994; Yamada and Takakura, 1989). 그러나 조직배양은 대량생산이 어렵고, 온탕침법은 온도조절 등 방법이 번거롭고 효과가 낮아 농가에서는 활용이 어려운 실정이다.

딸기잎선충을 방제에 사용되는 살선충제로는 fosthiazate, ethoprophos, diazinon, abamectin B1, oxamyl, 달팽이 방지제인 methiocarb 등이 있다(Heungens, 1985; LaMondia, 1996, 1999; Stretton *et al.*, 1987). 그러나 대부분이 토양처리제로 살선충제가 식물체 내부로 흡수된 후 효과가 나타나므로 그 방제 효과는 제한적이다. 만약 이들 약제에 식물체를 직접 침지 처리할 수 있다면 그 효과는 매우 높을 것이다.

축성 딸기재배법은 3월 말경 모주를 정식하여 6월 말경 자묘가 생산되는데 3월 말 딸기 모주를 정식하기 전에 살선충제에 침지하여 선충을 방제함으로써 건전한 자묘를 생산할 수 있다면 매우 간편한 방제법이 될 것이다. 따라서 이 실험에서는 딸기잎선충에 감염된 모주를 살선충제에 침지 처리하고 그 효과를 무처리 및 기존의 처리방법(토양처리, 온탕침법)과 상호 비교하였다.

## 재료 및 방법

시험에 사용된 딸기는 지난 가을에 심어 수확이 끝난, 딸기잎선충에 감염된 ‘여홍’ 품종을 5월 1일 고령지역에서 구입하였으며 포기당 딸기잎선충의 밀도는 500마리 이상이었다. 처리는 침투성 살선충제인 ethoprophos 5% 입제와 fosthiazate 5% 입제를 토양처리(3 Kg a.i./ha), 살선충제-냉탕침법(살선충제 2.5 g a.i./L, 20°C), 살선충제-온탕침법(살선충제 2.5 g a.i./liter, 46°C)으로 각각 처리하고, 그 효과를 무처리, (무농약)온탕침법 및 diazinon(3.4 g a.i./L) 엽면처리와 상호 비교하였다(Table 1). 침지 처리는 식물체 전체를 살선충제 용액에 10분간 침지하였고, 침지 처리된 딸기 모주는 즉시 비가림하우스에 심었으며 토양처리 및 엽면살포는 일반적인 살포 방식을 따랐다.

## 선충의 분리

딸기 모주를 포장에 정식한 후 40, 60, 100일 후에 각 처리별로 발생된 자묘를 채취하여 식물체 생육, 딸기잎선충의 감염률, 식물체당 선충의 밀도를 조사하였다. 식물체로부터 선충을 추출하는 방법은 딸기 조직을 가위로 1 cm 정도 되게 잘라서 비커에 넣고 물을 담아 5시간 정도 침지한 후 200 mesh와 500 mesh 채로 걸러서 500 mesh에 걸린 선충의 밀도를 조사하였다(Southey, 1986).

## 자료 분석

실험은 각 처리당 3반복으로 하였으며(1구당 면적 = 12 m<sup>2</sup>), 각 시기별로 반복 당 3포기에서 발생된 모든 자료를 대상으로 조사하였다. 자료의 무게, 자료의 수, 포복지의 수, 딸기잎선충 감염률, 딸기잎선충의 밀도 등을 조사하였고, 모든 시험성적은 SAS GLM procedure와 Duncan's Multiple Range Test를 이용하여 분석하였다(SAS, Institute, Cary, NC, 1990).

## 결과 및 고찰

딸기 주산지인 고령 등지에서는 매년 상당한 수준의 딸기잎선충의 피해가 발생하고 있다. 이러한 딸기잎선충의 피해를 방지하기 위하여, 딸기잎선충에 감염된 딸기 모주를 정식 직전에 살선충제에 침지 처리하여 토양에 정식하고, 이들로부터 발생하는 자료의 품질과 딸기잎선

충 감염 정도를 조사하였다.

딸기 모주를 살선충제에 침지한 후 토양에 정식하였을 때, 정식 초기에 딸기 잎의 가장자리가 타는 현상과 아래의 오래된 잎이 고사되는 증상이 나타났다. 그러나 정식 30일후에는 새잎이 발생되고 포복지가 정상적으로 발생되어 살선충제 침지에 따른 약해 문제는 없었다.

처리 후 40일째 조사에서는 아직 자료의 발육이 왕성하지 않아서(1개 이하) 처리간 차이가 나타나지 않았다. 그러나 무처리에 비하여 diazinone과 fosthiazate 처리에서 자료의 감염 정도가 낮은 경향이었다(75% vs. 15%) (Table 2).

토양 이식 80일 후 조사에서는 diazinone 및 fosthiazate 냉탕액 처리구 자료의 잎선충 감염률이 0%였으며 선충의 밀도도 가장 낮았다(84마리 vs 5마리/plant). 다음으로는 fosthiazate와 ethoprophos 온탕침법 처리였다. 살선충제를 사용하지 않은 기존의 온탕침법은 감염 정도가 무처리에 비해서는 약 50%정도 낮았으나 살선충제를 첨가한 온탕침법에 비해서는 높은 경향이었다. 자료의 수나 무게는 처리간 유의성이 없었다(Table 3).

**Table 2.** Growth of strawberry runners and population density of *Aphelenchoides fragariae* at 40 days after planting

Materials	Treatment methods	No. of stolon	Runner		% of infected runner	No. of nematodes	
			Wt. (g)	Number		Total	g/plant
Untreated control	None	0.3 a	0.6 a	0.3 a	75% ab	207 a	90 a
Water	Hot water dip	0.4 a	0.3 a	0.4 a	30% ab	200 a	97 a
Diazinon 34% EC	Leaf spray	0.4 a	0.6 a	0.5 a	15% b	26 a	17 a
Fosthiazate 5% G	Hot water dip	0.3 a	0.7 a	0.8 a	15% b	54 a	34 a
	Cold water dip	0.3 a	0.3 a	0.3 a	15% b	20 a	7 a
	Soil mix	0.2 a	0.2 a	0.2 a	85% a	87 a	40 a
Ethoprophos 5% G	Hot water dip	0.6 a	1.6 a	0.9 a	18% b	36 a	16 a
	Cold water dip	0.2 a	0.7 a	0.3 a	43% ab	72 a	37 a
	Soil mix	0.4 a	0.5 a	0.7 a	50% ab	98 a	47 a

\* Treated strawberry were planted in 12 m<sup>2</sup> plot per replication and each treatment was replicated 3 times. Means in column followed by the same letter are not significantly different by DMRT ( $p=0.05$ ).

**Table 3.** Growth of strawberry runners and population density of *Aphelenchoides fragariae* at 80 days after planting

Materials	Treatment methods	No. of stolon	Runner		% of infected runner	No. of nematodes	
			Wt. (g)	Number		Total	g/plant
Untreated control	None	2.6 a	17.3 a	7.0 a	53% a	337 a	84 a
Water	Hot water dip	3.3 a	35.2 a	13.7 a	20% abc	151 ab	58 ab
Diazinon 34% EC	Leaf spray	3.5 a	28.1 a	9.0 a	0% c	0 b	0 c
Fosthiazate 5% G	Hot water dip	3.0 a	31.9 a	12.0 a	13% bc	21 b	5 c
	Cold water dip	2.9 a	43.3 a	11.4 a	0% c	7 b	1 c
	Soil mix	2.9 a	31.4 a	11.5 a	35% abc	44 b	11 bc
Ethoprophos 5% G	Hot water dip	3.3 a	30.2 a	10.6 a	10% bc	68 b	10 bc
	Cold water dip	2.6 a	26.8 a	8.8 a	23% abc	18 b	3 c
	Soil mix	2.2 a	14.9 a	6.0 a	45% ab	121 b	72 a

\* Treated strawberry were planted in 12 m<sup>2</sup> plot per replication and each treatment was replicated 3 times. Means in column followed by the same letter are not significantly different by DMRT ( $p=0.05$ ).

**Table 4.** Growth of strawberry runners and population density of *Aphelenchoides fragariae* at 100 days after planting

Materials	Treatment methods	No. of stolon	Runner		% of infected runner	No. of nematodes	
			Wt. (g)	Number		Total	g/plant
Untreated control	None	4.1 a	23.2 b	13.1 abc	45% a	494 ab	66 ab
Water	Hot water dip	4.0 ab	36.7 b	13.8 abc	40% a	311 ab	27 b
Diazinon 34% EC	Leaf spray	2.0 c	15.8 b	8.3 bc	40% a	158 ab	55 b
	Hot water dip	2.9 abc	31.0 b	13.5 abc	25% a	59 b	7 b
	Cold water dip	3.5 abc	56.6 ab	21.7 ab	5% a	12 b	2 b
Fosthiazate 5% G	Soil mix	4.3 a	90.4 a	22.5 a	30% a	221 ab	13 b
	Hot water dip	3.3 abc	26.4 b	12.6 abc	48% a	315 ab	53 b
	Cold water dip	2.4 bc	16.6 b	8.8 bc	35% a	90 b	35 b
Ethoprophos 5% G	Soil mix	3.0 abc	18.6 b	9.0 bc	55% a	915 a	191 a
Contrast analysis							
Fosthiazate vs Ethoprophos		0.156	0.025	0.009	0.014	0.068	0.024

\* Treated strawberry were planted in 12 m<sup>2</sup> plot per replication and each treatment was replicated 3 times. Means in column followed by the same letter are not significantly different by DMRT (p = 0.05).

토양에 이식한지 100일 후 조사에서는 fosthiazate 침지 처리(냉탕 혹은 온탕)는 무처리에 비하여 감염률은 50-90%, 선충 밀도는 90% 이상 낮은 경향이였다. 딸기 자묘의 수와 무게에 있어서도 무처리에 비하여 2배 이상 유의성 있게 많았다( $p = 0.05$ ). 살선충제를 사용하지 않은 전통적인 온탕침법은 자묘 감염율과 선충밀도가 무처리와 비슷하게 나타나 딸기잎선충 방제효과가 없었다. 살선충제 2종 중에서는 fosthiazate가 ethoprophos에 비하여 감염율도 적고 선충의 밀도도 낮았다(Table 4).

특이하게도 살선충제 fosthiazate 온탕침법 처리는 냉탕 침법 처리에 비하여 선충 감염율도 높고(25% vs 5%), 선충의 밀도도 높았는데(59마리 vs 12마리/plant), 그 이유는 알려지지 않았다. 이러한 경향은 ethoprophos 처리에서도 비슷하게 나타났는데, 온탕침법이 냉탕침법에 비해서 감염율도 높고(48% vs 35%), 선충의 마리수도 많았다(315마리 vs 90마리/주).

이번 실험에서 diazinon 엽면 살포 처리가 정식 초기에 상당한 딸기잎선충 밀도 억제 효과를 보였다(Table 2, 3). Heungens(1985)는 diazinon을 전착제와 섞어 여러 번 처리하면 딸기잎선충(*A. fragariae*)과 줄기선충(*Ditylenchus dipsaci*)의 방제가 가능하다고 보고한바 있다(Heungens, 1985). Diazinon은 국내에서 벼잎선충(*Aphelenchoides besseyi*) 방제 약제로 등록된 살충제이며 딸기에는 아직 등록되지 않았다. 따라서 국내에서도 딸기잎선충의 발생 초기에 diazinon을 잎에 살포한다면 어느 정도 딸기잎선충의 밀도 억제에 효과가 있을 것으로 생각된다. 그러나 처리시기, 처리방법, 농약의 잔류성 등 안전성에 대한 등록시험이 우선되어야 할 것이다.

종합적으로, 딸기 모주를 fosthiazate (2.5 g a.i./L) 냉탕액에 10분 침지 처리하면 무처리에 비하여 딸기잎선충의 감염률은 90% 낮아지고, 선충밀도는 98% 감소되어 가장 방제효율이 높았다. fosthiazate 냉탕액에 침지 처리된 딸기의 생육은 100일 후 자묘의 수와 무게가 무처리에 비하여 거의 2배 많아 생육도 양호하였다( $p = 0.05$ ). 이 방법은 기존에 알려진 온탕침법에 비하여 방제 효율이 월등히 높고, 또 약제는 모주에 직접 처리되지만, 딸기 생산은 모주에서 떨어져서 발생하는 자묘를 이용하여 다음해에 이루어짐으로 농약 잔류의 위험이 거의 없고, 오히려 선충 약제를 토양에 처리하는 것보다 농약 사용량도 대폭 줄어 [토양처리(3 kg/ha) vs 침지처리(0.5 kg/ha)] 환경에도 안전한 방법으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

## Literature Cited

- Choi, D.R., H.S. Kim and S.J. Jeong. 1994. The damage with malformed leaves on strawberry by *Aphelenchoides fragariae*. RDA J. Agric. Sci., Crop Protec. 36: 351-356.
- Goodey, J.B., M.T. Franklin and D.J. Hooper. 1965. T. Goodey's the nematode parasites of plants catalogued under their hosts (3rd ed.). Farnham Royal, Comm. Agric. Burea., 214 pp.
- Heungens, A. 1985. Control of leaf nematodes (*Aphelenchoides*

- fragariae*) in azalea culture. Med. Facult. Landbouw. Rijksunivers. Gent. 50: 815-821.
- LaMondia, J.A. 1996. Efficacy of Avid (abamectin) against the foliar nematode *Aphelenchoides fragariae*, 1995. Fungicide and Nematicide Tests 51: 185.
- LaMondia, J.A. 1999. Efficacy of insecticides for control of *Aphelenchoides fragariae* and *Ditylenchus dipsaci* in flowering perennial ornamentals. J. Nematol., Suppl. 31: 644-649.
- Stretton, A.O.W., W.C. Campbell and J.R. Babu. 1987. Biological activity and mode of action of avermectins. pp. 136-146 in J.A. Veech and D.W. Dickson, eds. Vistas on Nematol., Hyattsville, MD: Soc. Nematol.
- Qiu, J., B.B. Westerdahl, R.P. Buchner and C.A. Anderson. 1994. Refinement of hot water treatment for management of *Aphelenchoides fragariae* in strawberry. J. Nematol. Suppl 25: 795-799.
- SAS Institute. 1990. SAS/STAT User's guide. Version 6. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Southey, J.F. 1986. Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationery Office. London. 202pp.
- Yamada, E.S. and S. Takakura. 1989. Effect of chemical and hot water treatment for control of the strawberry nematode *Aphelenchoides fragariae* on nematode-infested lily bulbs. Jap. J. Nematol. 18: 15-21.

(Received for publication January 7 2008;  
accepted February 21 2008)