

지중가온시설을 이용한 고구마뿌리혹선충 방제

신용습* · 연일권* · 최성국* · 최부술* · 이우승**

경북농촌진흥원 성주과채류시험장*, 경북대학교 농과대학**

Control of Root-Knot Nematode(*Meloidogyne incognita* Chitwood) by Root Zone Warming System

Shin, Y. S.* · Yeon, I. K.* · Choi, S. K.* · Choi, B. S.* · Lee, W. S.**

* Sungju Fruiting Vegetable Experiment Station, Gyongbuk P.R.D.A., Sungju
719-860, Korea

** College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701,
Korea

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of soil heating on control of root-knot nematode(*Meloidogyne incognita* Chitwood) by root zone warming system. Root zone was warmed by hot water flowing through pipe set at 35cm depth from the ridge. The lowest soil temperatures at 20cm depth were set at 30°C, 40°C, 50°C and non-warming, under soil submerging condition and non-submerging condition. Soil heating was done for 5 days(120 hours) from Aug. 1 to Aug. 5. The root-knot nematode juvenile densities of 40°C under submerging condition and 50°C under non-submerging condition were 0 which was expected lower than the economic injury level. The contents of OM, P₂O₅, Ca, Mg and EC in soil were decreased by root zone warming. The EC was considerably lowered under submerging condition.

주 제 어 : 뿌리혹선충, 지중가온, 방제.

Key words : Root-knot nematode, Root zone warming, Control.

서 론

전국 참외 재배면적 10.251ha 중 시설재배

면적은 77.2%이며, 시설재배의 77.4%가 1
2~1월에 정식하여 10월까지 재배하는 연장재
배로 뿌리혹선충의 피해가 심각한 실정이다. 또

한 시설재배지의 평균 연작년수는 5년 이상으로 연작의 피해가 커, 생육후기 뿌리혹선충의 밀도 증가로 식물체가 고사하여 수확량이 감소하고 수확기가 단축되는 등 뿌리혹선충의 피해는 엄청나지만 방제에 어려움이 많다(연 등, 1996). 뿌리혹선충의 방제방법으로 담전윤환재배(박 등, 1995a), 객토(박 등, 1995b), 태양열소독 및 약제방제(전 등, 1996) 등은 밀도억제효과는 있으나 방제기간이 길고 환경의 파괴 및 경비가 과다하게 소요되고 대항식물체를 이용한 재배적 방제(연 등, 1996)는 실용화하기에는 많은 어려움이 있다. 최근 엄 등(1993), 최 등(1993), 최(1994), 장(1993), 이(1994), 신 등(1997)이 저온기 시설재배작물의 조기활착, 생육 및 개화촉진, 수확기 단축 등을 목적으로 연구 개발한 지중가온 재배기술이 농가에 많이 보급되어 있고, 지중가온에 의한 원예작물의 재배면적도 급격히 증가하는 추세에 있다. 지중가온시설은 한번 설치하면 반영구적인 시설로 활용도를 높이기 위하여 다방면에서 연구를 하고 있으나 아직은 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 Wallace(1963)의 뿌리혹선충 열처리 방법에 착안하여 지중가온시설을 이용한 뿌리혹선충 방제 가능성 검토를 위한 시험을 수행하여 몇 가지 결과를 얻었기에 보고코자 한다.

재료 및 방법

지중가온 시험에 공시된 시설은 이(1994), 신 등(1997)이 활용한 직경 15mm의 폴리에틸렌 파이프를 180cm의 이랑에 20cm간격으로 2열로 매설한 후(Fig. 1), 온수보일러를 이용하여 온수를 순환시켜 가온하는 방법이었다.

파이프 매설은 작물재배 종료후 경운 작업에 지장이 없는 지하 35cm부위에 매설하였다(이, 1994). 지온은 지중 20cm 깊이에 매설된 온도센서(SWT-30C)에 의해서 자동으로 조절되도록 하였다. 시험구는 참외재배가 완료된 포장에서 지하 20cm 깊이의 최저지온을 각

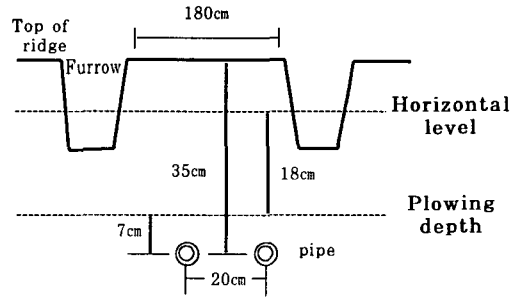


Fig. 1. Schematic representation for determination of optimum depth of pipe for soil warming.

각 30℃, 40℃, 50℃ 가온구 및 관행의 무지중가온구 등 4개 처리를 설정하고 담수구와 무담수구로 나누어 0.03mm 흑색비닐을 멀칭한 상태에서 가온구는 8월 1일부터 8월 5일까지 5일간(120시간) 가온하였다.

고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)의 유충밀도가 토양 300g당 97마리인 토양을 가로 20cm, 세로 30cm의 망사주머니에 넣어 폭 180cm 이랑에 45cm 간격으로 3개소에 지하 20cm 부위의 시험구에 묻은 후 가온하였다. 가온 전후 채취한 토양에서의 유충밀도는 300g의 토양을 깔대기분리법으로 36시간동안 분리하여 3반복으로 생충율을 조사하였고, 토양의 이화학성을 검토하기 위하여 시험전후 토양을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 처리별 지온변화 조사

지중가온 3일후 지하 20cm 깊이 부위에 지온의 일 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 무가온구의 지온은 26℃범위 내에서 유지되었고, 30℃가온구에서는 28~30℃범위 내에서 유지되었으며, 40℃가온구에서는 38~39℃범위 내에서 유지되었다. 50℃가온구에서는 50~54℃범위 내에서 유지되었는데, 외기온이 상승함에 따라 지온도 상승하여 오전 9시에는 54℃까지 상승하였다가 점차 감소하여 오후

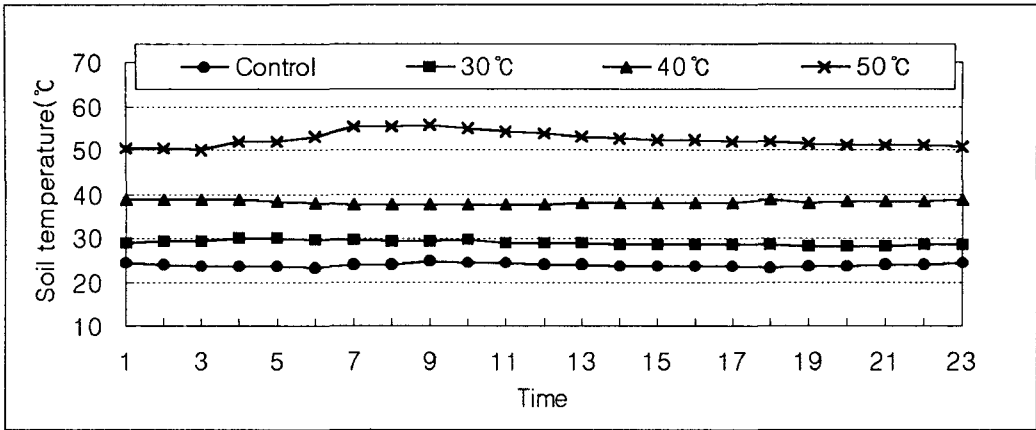


Fig 2. Diurnal changes of soil temperature at 20cm depth by root zone warming

10시경에는 설정지온 범위 내에서 유지되었다.

2. 뿌리혹선충 방제 효과

담수 및 무담수 상태 하에서 지중가온 처리별 뿌리혹선충의 유충생존율 및 방제가는 Table 1과 같다. 담수 및 무담수 처리 공히 무가온구에 비하여 가온구에서 유충생존율은 저하되었고 방제가는 높았는데, 특히 담수처리에서 그 효과가 좋았다. 담수처리의 경우 무가온구에서는 처리 5일후 유충수가 66마리로 유충의 생존율은 68.0%인데 비하여, 30°C 가온처리구에서는 유충의 생존율은 12.3%였고 방제가는 81.8%였으며, 40°C 및 50°C 가온처리에서는 5일간의 가온처리로 인하여 생존한 유충이 없어 방제가는 각각 100%였다.

무담수처리의 경우 무가온구에서는 처리 5일후 유충수가 98마리인데 비하여, 30°C가온구에서는 처리후 유충수가 37마리로 유충생존율은 38.1%였고 방제가는 62.2%였으며, 40°C 가온구에서는 처리후 유충수가 6마리로 유충생존율은 6.1%였고 방제가는 93.8%였으나, 50°C가온구에서는 5일간의 가온처리로 인하여 생존한 유충이 없어 방제가는 100%였다. 따라서 방제가를 높이기 위해서는 담수처리후 지중가온을 할 경우 지온은 40°C, 담수처리를 하지 않을 경우 지온은 50°C로 5일정도 지중가온을

하는 것이 뿌리혹선충의 밀도억제효과를 높일 수 있는 것으로 생각되었다.

Wallace(1963)는 열처리에 의한 방제효과 보고에서 *M. incognita*의 유충은 43°C에서는 4시간, 44°C에서는 3시간, 45°C에서는 2시간, 46°C에서 1시간 후에 치사한다고 보고하였고, 전 등(1996)은 태양열 소독을 통해 뿌리혹선충에 대한 94%이상의 방제효과를 보고하였다. 또한 한 등(1988)은 비닐피복을 하여 외부온도가 30°C일때 태양열소독을 28일간 실시하여 5cm 깊이 최고온도가 48.7°C일때, *M. incognita*의 유충은 한 마리도 생존하지 못했으며 15cm 에서 1마리 생존하였고, 최고온도가 36°C인 30cm에서 유충 2마리의 생존을 확인하였다고 보고했는데, 본 시험에서 가온기간인 5일(120시간)을 28일로 환산하면 50°C이상 유지된 시간이 1일 평균 4.3시간으로, 비닐피복에 의존하여 태양열소독을 할 경우 처리기간 중 야간온도의 하락을 고려하면 지중가온 방법을 이용하여 토양소독을 하는 것이 선충치사온도를 연속하여 유지할 수 있어 방제효과가 높을 것으로 사료되었다.

3. 토양분석

지중온도별, 담수 및 무담수 처리별 시험전후의 토양분석 결과는 Table 2와 같다. 지중

Table 1. Effect of root zone warming on *Meloidogyne incognita* Chitwood

Treatment		No. of juvenile (300g)		Survival ratio (%)	Control effect (%)
		Before treatment (Aug. 1, '97)	After treatment (Aug. 5, '97)		
Submersion	Non-warming	97	66 a ^z	68.0	- c
	30°C ↓	97	12 b	12.3	81.8 b
	40°C	97	0 c	0	100 a
	50°C	97	0 c	0	100 a
Non Submersion	Non-warming	97	98 a	101.0	- d
	30°C	97	37 b	38.1	62.2 c
	40°C	97	6 c	6.1	93.8 b
	50°C	97	0 d	0	100 a

↓: Soil temperature at 20cm under soil surface

^z Mean separation within columns by DMRT 5% level.

가온으로 토양내 pH 및 K함량은 큰 변화가 없었으나, OM, P₂O₅, Ca, Mg함량과 EC는 시험전 토양에 비하여 낮아졌다. 특히 담수처리에서 EC가 현저히 저하하였다. 담수구의 경우 시험전 토양에 비하여 무가온구에서 OM은 0.14%, P₂O₅는 153ppm, Ca는 0.84, Mg는 0.12, EC는 0.93ms/cm 낮은 반면

30°C가온구에서는 OM, P₂O₅, Ca, Mg, EC가 각각 0.18, 131, 0.44, 0.25, 1.04정도 낮았다. 40°C가온구에서는 OM, P₂O₅, Ca, Mg, EC가 각각 0.09, 131, 0.53, 0.23, 0.93정도 낮았고 50°C가온구에서는 OM, P₂O₅, Ca, Mg, EC가 각각 0.29, 197, 0.08, 0.03, 1.15정도 낮았는데 OM,

P₂O₅ 및 EC는 50°C, Mg는 30°C가온구에서 가장 낮았다. 무담수 처리에서도 같은 경향을 나타내었다.

적 요

지중가온시설을 이용한 고구마뿌리혹선충 (*Meloidogyne incognita* Chitwood) 방제를 위하여 지하 20cm 깊이의 최저지온을 각각 30, 40, 50°C 가온구 및 관행의 무지중가온구로 설정하고 담수구와 무담수구로 나누어 8월 1일부터 8월 5일까지 5일간 가온한 결과, 담수구의 경우 지온 40°C에서 5일간, 무담수구의 경우 지온 50°C에 5일간 지중가온처리한 구에

Table 2. Change of soil chemical characteristics by heating and submerging.

Treatment	pH (1:5)	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Cation exchange capacity (me/100g)			E.C (ms/cm)	
				K	Ca	Mg		
Before treatment	7.2	1.60	700	0.46	4.77	3.01	3.57	
Submersion	Non-warmed	7.3	1.46	547	0.54	3.93	2.89	2.64
	30°C	7.4	1.42	569	0.50	4.33	2.76	2.53
	40°C	7.3	1.51	569	0.47	4.24	2.78	2.64
	50°C	7.2	1.31	503	0.48	4.69	2.98	2.42
After treatment	Non-warmed	7.3	1.40	744	0.42	4.37	2.79	2.94
	30°C	7.3	1.63	569	0.46	4.44	2.74	2.85
	40°C	7.3	1.64	612	0.53	4.26	2.78	2.24
	50°C	7.2	1.44	547	0.45	4.22	2.76	2.89

서 생존한 유충이 발견되지 않아 선충밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지할 수 있을 것으로 사료되었다. 지중가온으로 토양내 OM, P₂O₅, Ca, Mg함량과 EC는 시험전 토양에 비하여 감소하였는데, 특히 담수처리에서 EC가 현저히 저하하였다.

인용문헌

1. 업영철, 이재한, 박동금. 1993. 지온 및 기온이 수박의 생육 및 품질에 미치는 영향. 시험연구보고서(원시) : 645~648.
2. 연일권, 도한우, 신용습, 한상찬. 1996. 시설참외 연작년수에 따른 선충 피해조사. 시험연구보고서(경북) : 1088~1095.
3. 이재욱. 1994. 온수지중가온이 동계 시설 오이의 근권환경, 생육 및 수량에 미치는 영향. 경북대학교 박사학위논문.
4. 장병춘. 1993. 근권온도와 용존산소가 양액재배채소의 양분흡수 및 생장에 미치는 영향. 전북대학교 박사학위논문.
5. 최경주. 1994. 근권환경이 오이의 일비액 무기성분과 광합성에 미치는 영향. 전남대학교 박사학위논문.
6. 최영하, 정재완, 강경희, 박동금. 1993. 하우스 풋고추 다수확재배를 위한 정지방법과 지온개선에 관한 연구. 시험연구보고서(원시) 639~644.
7. 한상찬, 김지인. 1988. 태양열을 이용한 뿌리혹선충 방제. 韓應昆紙: 27(1) : 1~5
8. Chon, H. S., H. J. Park, S. G. Yeo, S. D. Park, and Y. E. Choi. 1996. Technical development for control on soil nematodes (*Meloidogyne spp.*) of oriental melon in plastic film house. RDA. J. Agri. Sci. 38(2) : 401~407.
9. Park, S. D., T. Y. Kwon, B. S. Choi, W. S. Lee, and Y. E. Choi. 1995a. Study on intergated control against root-knot nematode of fruit vegetables(oriental melon and cucumber) in vinyl house. Korean Journal of Applied Entomology. 34(1) : 75~81.
10. Park, S. D., T. Y. Kwon, H. J. Jun, and B. S. Choi. 1995b. 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.
11. Shin, Y. S., W. S. Lee, I. K. Yeon, S. K. Choi, and B. S. Choi. 1997. Effect of root zone warming by hot water on fruit characteristic and yield of greenhouse-grown oriental melon(*Cucumis melo* L.). J. Bio. Fac. Env. 6(2) : 110~116
12. Wallace, H. R., 1963. The biology of plant nemetodes. p 231~249.