

| | | | | | |
|---------|----------------------------|------|--------------|--------------|-----------|
| 과제구분 | 경상기본 Code : LS0109 | 수행시기 | 전반기 | 연구기간 | 2001~2002 |
| 연구과제명 | 수출용 화훼 농기실증 시험 | | | 과제책임자 | 박 경 열 |
| 세부과제명 | 토양소독에 의한 나리 연작장해 경감 연구 | | | | |
| 색인용어 | 나리, 연작장해, 토양소독, 태양열, 다조메입제 | | | | |
| 연구원별 임무 | | | | | |
| 구분 | 소속 | 성명 | 전화번호 | 담당임무 | |
| 세부과제책임자 | 경기도원 환경농업연구과 | 한영희 | 031)229-5811 | 생육 및 수량조사 총괄 | |
| 공동연구자 | " | 소호섭 | 031)229-5813 | 생육조사 | |
| | " | 홍순성 | 031)229-5831 | 연구설계 및 협의 | |
| | " | 김진영 | 031)229-5832 | 균류분석 | |

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the control effects for soil-borne disease by lily successive cropping in Hwasung, Gyeonggi Province from 2001 to 2002. Solar heating of soil by polyethylene mulching(SH) and the combination of solar heating and fumigant(SHF) treatments have many the accumulated hours of 41°C over and high temperature at 10 cm below soil during summer. After soil disinfection, incidence of *Fusarium* wilt were completely eliminated in 2001 and greatly reduced in 2002 by the SH, the fumigant and SHF treatments. Population of *Aphis gossypii* and percent of dropped leaf reduced the SH, the fumigant, and the SHF treatments than those of the opened polyethylene house(OPH). The growth of lily and the percent of cut flower yield of the SH, and the SHF treatments increased more than those of the OPH.

1. 연구목표

경기도에서 나리 재배면적은 '96년을 정점으로 매년 감소하는 추세이다. 그 원인으로 연작에 의한 피해와 바이러스 이병으로 절화품질이 저하되어 크게 손실을 가

져오기 때문으로 생각된다.

연작장해 회피방법으로 재배지를 옮기는 것이 이상적이지만 한정된 시설 내에서는 어렵기 때문에 차선택으로 토양소독을 하고 있다. 토양전염성 병해충의 방제를 위해서는 클로로피클린, 취화메칠, 포름알데

히드, 다조메 등 화학약품을 이용한 소독 방법과 증기소독방법, 태양열소독방법 등을 사용하고 있다.

토양소독에 관한 연구는 감자에서 메틸브로마이드소독을 했을 때 *Rhizoctonia solani*와 *Verticillium dahliae*균 발병이 감소되고 수량이 64%가 증수되었다고 하였고, 목화, 가지, 토마토, 무우, 시금치, 참외, 상추 등 작물에서 태양열토양소독연구가 되었으며, 계와 김 등(1985)은 시설 하우스 내에 피해가 큰 토양전염성 병원균 6종의 사멸시간과 가장 내성이 강한 균에 대해서 또한 이 균들이 온도변화가 크면 단기간에 사멸된다고 하였다. Katan(1981)은 이스라엘에서 *Verticillium*, *Fusarium*, 선충, 등 많은 병해충에서 태양열소독으로 방제가 되며 3년간 효과가 지속된다고 보고하였다. Elad 등(1980)은 감자에서 물리적, 화학적, 생물학적 통합방제에 의하여 *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* 균의 방제에 효과가 있으며 수량도 증가되었다. Pullman 등(1981)은 목화에서 투명한 비닐을 처리했을 때 병원균이 방제되면서 수량이 증수되었다고 하였다. 그밖에 가지, 토마토, 시금치 등에서도 같은 경향을 보였다(Katan 등 1976).

따라서 나라의 연작지에서 연작장해 경감을 위하여 토양소독방법에 의한 토양소독 방제효과를 구명코자 2001년부터 2002년까지 2년에 걸쳐서 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본시험은 경기도 화성시 태안읍 안녕리에 있는 나리재배단지의 연작재배 토양에서 태양열토양소독, 태양열토양소독과 다조메입제 동시처리, 다조메입제, 하우스밀폐, 농가 관행인 하우스열림 처리 등 5처리로 수행하였으며 2001년은 오리엔탈계통인 르레브 품종 구주 12~14cm구근을 9월10일에, 2002년은 아시안틱계통인 켈리아 구주 10~12cm구근을 9월7일에 정식 하였다.

태양열토양소독처리는 10a당 마른볏짚 500kg, 석회 250kg, 요소 40kg을 하우스표면에 살포한 다음 로타리 작업한 후에 60~70cm 작휴를 만들어 비닐 피복한 후 이랑에 담수한 다음 하우스를 밀폐시켰다. 다조메입제 처리는 10a당 30kg을 살포한 후에 로타리작업, 작휴만들기 및 담수작업을 태양열 소독과 같게 하였다. 태양열토양소독과 다조메입제 동시처리는 앞에서 언급한 두 처리를 같은 날에 하였고, 하우스밀폐 처리는 단지 하우스 치마를 내려 밀폐시켰다. 이들 처리들은 2001년 7월23일부터 8월25일까지, 2002년 7월24일부터 8월31일까지 하였다. 토양소독이 끝난 후에는 비닐하우스 치마를 걷어올리고 하우스내의 피복비닐을 걷어낸 다음 로타리 작업을 하여 수분증발과 약제에서 나온 가스를 빼내었다.

소독기간 중 온도조사는 각 처리구의 중앙에 1.5m지상높이, 10cm와 20cm 지중에 온도측정센서를 설치하여 1시간단위로 온

도를 측정하여 데이터로거에 저장되는 Hobo(Onset computer사)를 PC컴퓨터에 연결하여 자료를 수집하였다.

토양 내 *Fusarium* sp. 밀도조사는 토양 소독 전과 토양소독 후 30일에 처리별 9개 지점에서 곁흙을 걷어내고 10cm깊이까지 흙을 채취하여 음건시켜 komada배지를 이용하여 토양 속에 균총수를 조사하였다.

생육조사 및 뿌리유에는 농촌진흥청 조사기준에 의거하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

태양열토양소독의 처리별 41℃이상 누적 시간과 최고온도는 표1에서 보는바와 같

다. 41℃이상 누적시간은 하우스 열림과 밀폐처리에 비하여 태양열토양소독, 태양열토양소독 + 다조메입제, 다조메입제 처리에서 하우스 지표1.5m, 지중 10cm, 지중 20cm지점에서 2년 모두 많았다. 최고온도는 하우스 지표 1.5m 온도에서 2001년 다조메입제, 2002년 다조메입제와 태양열토양소독+다조메입제 처리가 가장 높았으며, 지중 10cm와 20cm에서는 2년 모두 태양열토양소독과 태양열토양소독+ 다조메입제 처리가 높았다.

뿌리 및 구근 부패병 원인균인 *Fusarium* sp.의 시험 전·생육 중 밀도를 표2에서 보면 구근 정식 전에 하우스토양은 2001년에 $4.5\sim 12.5 \times 10^3$ cfu/g, 2002년에

표 1. 처리별 41℃이상 누적시간 및 최고온도

| 처리내용 | 온도조사지점 | 41℃누적시간(시간) | | 최고온도(℃) | |
|-------------------|-------------|-------------|-------|---------|-------|
| | | 2001년 | 2002년 | 2001년 | 2002년 |
| 태양열토양소독 | 하우스 지표 1.5m | 247 | 181 | 67.4 | 63.5 |
| | 지중 10cm | 282 | 48 | 54.1 | 44.9 |
| | 지중 20cm | 238 | 20 | 48.5 | 43.4 |
| 태양열토양소독+ 다조메입제 | 하우스 지표 1.5m | 243 | 182 | 66.6 | 65.0 |
| | 지중 10cm | 282 | 48 | 54.1 | 44.9 |
| | 지중 20cm | 238 | 20 | 48.5 | 43.4 |
| 다조메입제 | 하우스 지표 1.5m | 246 | 175 | 71.8 | 65.0 |
| | 지중 10cm | 273 | 3 | 51.2 | 41.5 |
| | 지중 20cm | 145 | 0 | 45.4 | 38.3 |
| 하우스밀폐 | 하우스 지표 1.5m | 199 | 156 | 66.6 | 59.9 |
| | 지중 10cm | 14 | 0 | 42.9 | 37.0 |
| | 지중 20cm | 0 | 0 | 37.9 | 36.1 |
| 하우스열림 | 하우스 지표 1.5m | 96 | 23 | 54.7 | 45.9 |
| | 지중 10cm | 2 | 0 | 42.9 | 33.2 |
| | 지중 20cm | - | 0 | - | 27.1 |

12.7~ 17.7×10³cfu/g이었으나 태양열토양 소독, 태양열토양+다조메입제, 다조메입제 처리에서 거의 사멸되었다.

계와 김(1985)은 시설 하우스 내에서 *F. oxysprum* f. sp. *lycopersici*, *F. oxysprum* f. sp. *niveum*의 사멸시간은 45℃에서 2~10일, 50℃에서 4일이었다고 하였고 Katan 등(1976)은 7월과 8월 기간동안 최고온도가 지중 5cm일 때 49~52℃, 지중 15cm일 때 42℃되어 *F. oxysprum* f. sp. *lycopersici*균은 5cm에서 94~100%, 15cm에서 68~100%, 25cm에서 54~63%가 감소된다고 하였다. 北中幹夫(1997)는 *F. oxysporum*은 45℃에 60시간 처리에서, 홍

등(2001)은 *Fusarium* sp. 사멸온도와 기간은 지중 10cm에서 최저 41℃에서 84시간, 45℃에서 3일간이 소요된다고 하였는데 본 시험의 태양열토양소독은 위의 조건을 2001년도에는 충분히 충족하여 사멸되었으나 2002년은 36시간이 부족하여 소독효과가 다소 미흡하였던 것으로 생각된다.

구근에서 뿌리응애발생수와 낙엽발생율을 보면 표3과 같다. 뿌리응애발생수는 하우스열림처리의 구당 4.4마리에 비하여 태양열토양소독, 태양열토양소독+다조메입제, 다조메입제에서 밀도가 감소하였다. 절화 품질에 영향을 미치는 낙엽발생율은 하우스열림처리(67.3%)에 비하여 태양열토양소

표 2. 시험전 · 생육중 *Fusarium* sp. 밀도

| 처 리 내 용 | (단위 : 소독전 ×10 ³ cfu/g, 소독후×10 ² cfu/g) | | | | | |
|---------------|--|------|------|-------------|------|------|
| | 시험전 | | | 소독후(30~50일) | | |
| | '01 | '02 | 평균 | '01 | '02 | 평균 |
| 태양열토양소독 | 4.5 | 15.3 | 9.9 | 0.5 | 1.2 | 0.9 |
| 태양열토양소독+다조메입제 | 9.0 | 14.0 | 11.5 | 0.0 | 2.5 | 1.3 |
| 다조메입제 | 6.5 | 17.7 | 12.1 | 0.2 | 2.8 | 1.5 |
| 하우스밀폐 | 12.5 | 12.7 | 12.6 | 71.6 | 11.0 | 41.3 |
| 하우스열림 | - | - | - | 127.0 | 21.2 | 74.1 |

표 3. 구근에서 뿌리응애 발생수와 낙엽발생율(2002)

| 처 리 내 용 | 뿌리응애 발생수 (마리/구) | 낙엽발생율(%) |
|---------------|--------------------|----------|
| 태양열토양소독 | 0.7 | 14.0 |
| 태양열토양소독+다조메입제 | 1.0 | 12.0 |
| 다조메입제 | 0.3 | 13.6 |
| 하우스밀폐 | 2.8 | 19.3 |
| 하우스열림 | 4.4 | 67.3 |

독 14%, 태양열토양소독+다조메입제 12.0%, 다조메입제 13.6%로 낮았다.

Katan(1981)은 태양열토양소독을 하면 *Verticillium*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Pyrenochaeta terrestris*, *Fusarium*, 선충, *Pratylenchus thorenei*, *Orobanche*, Pod rots 등 많은 병해충이 방제된다고 하였다.

따라서 본시험에서는 토양소독을 하였을 때 뿌리응애발생수가 적고, 다른 토양 병해충들이 감소되어 낙엽발생율이 낮아졌다고 생각된다.

르레브와 겔리아 품종의 개화특성을 표4

와 표5에서 보면 두 품종 모두 하우스열립 처리에 비하여 토양소독 처리들에서 화경장이 길고, 질화중이 무거웠으며, 상품화율은 하우스열립 처리(54%)에 비해 태양열토양소독 95%과 태양열토양소독+다조메입제 93%로 높았고, 하우스 밀폐만 하여도 84%가 되었다.

Elad 등(1980)은 태양열토양소독과 메틸브로마이드 약제처리를 했을 때 감자에서 *Verticillium*위조가 감소되고 34~64% 증수되었다고 하였고, Pullman 등(1981)은 여름기간 동안 습한 토양에 투명폴리에틸렌필름을 피복처리가 무치리에 비하여 V.

표 4. 르레브의 개화특성(2001)

| 처 리 내 용 | 착화수 (개/본) | 화수장 (cm) | 화폭 (cm) | 화경장 (cm) | 질화중 (g) |
|---------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 태양열토양소독 | 2.5 | 9.8 | 3.5 | 87.2 | 55.1 |
| 태양열토양소독+다조메입제 | 2.9 | 9.3 | 3.4 | 85.8 | 52.6 |
| 다조메입제 | 2.7 | 9.7 | 3.4 | 82.0 | 52.1 |
| 하우스밀폐 | 2.6 | 9.7 | 3.4 | 81.3 | 51.1 |
| 하우스열립 | 2.5 | 9.5 | 3.4 | 80.9 | 50.3 |

표 5. 겔리아의 개화특성(2002)

| 처 리 내 용 | 착화수 (개) | 화폭 (cm) | 화수장 (cm) | 꽃잎수 (개/본) | 화경장 (cm) | 질화중 (g/본) | 개화기간 (일) | 상품화율 (%) |
|---------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 태양열토양소독 | 2.1 | 3.5 | 13.4 | 6 | 80.3 | 73.2 | 11 | 95 |
| 태양열토양소독+다조메입제 | 1.7 | 3.8 | 13.6 | 6 | 77.8 | 79.7 | 10 | 93 |
| 다조메입제 | 1.8 | 3.6 | 12.9 | 6 | 77.0 | 83.8 | 10 | 87 |
| 하우스밀폐 | 1.7 | 3.6 | 12.9 | 6 | 74.9 | 73.1 | 11 | 84 |
| 하우스열립 | 1.9 | 3.8 | 13.3 | 6 | 59.1 | 63.2 | 12 | 54 |

dahliae 밀도가 93~100% 감소되었고 면
화수량은 199~213% 증수되었다고 하였으
며 또한 가지와 토마토(Katan 1976)에서
같은 경향을 보였다고 보고하였다.

이와 같이 토양소독을 했을 때 다른 작
물에서와 마찬가지로 나리 생육이 촉진되
고 상품화율이 크게 향상되었음을 알 수
있었다.

4. 적 요

본 시험은 나리 연작장해경감을 위하여
토양소독에 의한 방제효과를 구명코자
2001년부터 2002년까지 2년에 걸쳐서 화성
시 태안읍 안녕리 나리재배단지에서 시험
한 결과는 아래와 같다.

가. 41℃ 이상 누적시간은 하우스 열림과
밀폐처리에 비하여 태양열토양소독,
태양열토양소독+다조메입제, 다조메입
제 처리에서 하우스내, 지중 10cm와
20cm지점에서 많았으며, 최고온도는
지중 10cm와 20cm에서 태양열토양소
독, 태양열토양소독+다조메입제 처리
에서 하우스 열림과 밀폐 처리보다 높
았다.

나. 뿌리 및 구근부패병을 유발하는
Fusarium sp. 밀도는 하우스열림
(2001년 127, 2002년 21.2×10^2
cfu/g대비)에 비하여 태양열토양소독,
태양열토양소독+다조메입제, 다조메
입제 처리에서 거의 사멸되거나 현저

히 감소되었다.

다. 뿌리응애발생수와 낙엽발생율은 하우스
열림처리(4.4마리/구)에 비하여 태양열
토양소독, 태양열토양소독+다조메입제,
다조메입제 처리에서 현저히 적었다.

라. 태양열토양소독, 태양열토양소독+다조
메입제 처리는 하우스열림처리에 비하
여 상품화율이 39~41% 높았다.

5. 인용문헌

Elad, Y., J. Katan and I. Chet. 1980.
Physical, Biological and Chemical
Control Integrated for Soil-borne
Diseases on Potatoes. *Phytopathology*,
70(5) : 418~422.

Hagiwara, H., and S. Takeuchi. 1982.
Radish Yellowing Fungus, *Fusarium*
oxysprum f. sp. *raphani* through
Aerobic or Anaerobic Fermentation of
the Radish Residue. *Ann. Phytopath.*
Soc. Japan 48 : 688~690.

홍순성, 김진영, 박경열. 2001. 비닐하우스
태양열 토양소독 효과에 관한 시험. 시
험연구보고서(경기도) pp. 375~391.

Katan, J. A., A. Greenberger, H. Alon
and A. Grinstein. 1976. Soil Heating
by Polyethylene Mulching for the
Control of Disease Caused by
Soil-Borne Pathogens. *Phytopathology*,
66 : 683~688.

Katan, J.. 1981. Solar Heating(Solarization) of

- Soil for Control of Soil-borne Pests. Ann. Rev. Phytopathology, 19 : 211~236.
- 계운기, 김기청. 1985. 한국에 있어서 태양열을 이용한 토양소독의 가능성. 한국식물보호학회지, 24(2) ; 107~114.
- 北中幹夫. 1997. 太陽熱 土壤消毒による 夏播き ホウレンソウの安全栽培技術. 農業および園藝 72(2) : 295~298.
- 小玉孝可. 1989. 熱利用(太陽熱)による 病害防除. 農業および園藝 64(1) : 183~188.
- Mihail, J. D., and S.M. Alcorn. 1984. Effect of Soil Solarization on *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii*. Plant Disease 68(2):156~159.
- Pullman, G. S., J. E. DeVay, R. H. Garber and A. R. Weinhold. 1981. Soil Solarization : Effects on *Verticillium* Wilt of Cotton and Soil-borne Populations of *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola*. Phytopathology, 71(9) : 954~958.
- Pullman, G. S., J. E. DeVay, and R. H. Garber. 1981. Soil Solarization and Thermal Death : A Logarithmic Relationship Between Time and Temperature for Four Soilborne Plant Pathogens. Phytopathology, 71(9) : 959~963.
- Stapleton, J. J., and J. E. DeVay. 1984. Thermal Compenets of Soil Solarizaation as Related to Changes in Soil and Root Microflora and Increased Plant Growth Response. Phytopathology, 74 : 255~259.