

연구과제명	태양열노양소독 이용 문제병해충 방제법 확립 연구					
세부과제명	비닐하우스 태양열노양소독 효과에 관한 시험 (사업구분 : 기본)					
활용제목명	태양열노양소독 시기 및 방법별 지온상승과 토양병원균 밀도 억제 효과					
구분	분야	직물보호	작목	시설원예	색인어	태양열노양소독
연구개발자	소속기관	경기도농업기술원 (환경농업연구과)	성명	김성기	전화 및 e-mail주소	0331)229-5831 ggpest@unitel.co.kr

## I. 요약

### 1. 현황 및 문제점

- 시설원예 연작재배 확대로 토양병해충 발생 확산.
- 약제방제는 환경파괴 및 생태계 교란등 문제점 야기.
- 태양열노양소독 효과에 대한 연구 부족.

### 2. 시험성적

- 태양열노양소독시기 및 소독방법별 지중온도 41℃이상 누적시간  
(경기도원, '99)

소독시기	센서위치 (cm)	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배널멀칭+담수 +하우스 밀폐	이랑 +하우스 밀폐	무처리
봄 처 리 (4.21~5.20)	지중 10	0	171	20	0	0
	지중 20	0	0	0	0	0
장마직전처리 (6. 5~7. 4)	지중 10	153	877	88	14	15
	지중 20	7	75	12	1	0
장마지후처리 (7.21~8.20)	지중 10	333	499	311	163	0
	지중 20	19	12	5	0	0
가 을 처 리 (9.5~10.6)	지중 10	0	0	0	0	0
	지중 20	0	0	0	0	0

○ 태양열토양소독 처리후 토양(1~10cm)의 *Fusarium sp.*균 밀도 (cfu/토양1g)  
(경기도원, '99)

처 리 시 기	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배변채취 +하우스 밀폐	이랑 +하우스 밀폐	무처리
봄처리 (4.21~5.20)	$6.4 \times 10^3$	$77.0 \times 10^3$	$8.6 \times 10^3$	$60.0 \times 10^3$	$16.4 \times 10^3$
장마직전처리(6.5~7.4)	0	0	$1.0 \times 10^3$	$11.6 \times 10^3$	$20.0 \times 10^3$
장마직후처리(7.21~8.20)	0	0	$1.3 \times 10^3$	$13.3 \times 10^3$	$25.3 \times 10^3$
가을 처리(9. 5~10. 6)	$6.0 \times 10^3$	0	$2.7 \times 10^3$	$11.3 \times 10^3$	$21.3 \times 10^3$

○ 상추 시들음병균(*Fusarium oxysporum*) 사멸 온도(실내검정)  
(경기도원, '98)

온 도(℃)	39	42	45	48	51
사멸 소요시간(일)	죽지 않음	84hr(3.5일)	72hr(3일)	48hr(2일)	24hr(1일)

○ 태양열토양소독 시기 및 방법별 상추 시들음병 발병도  
(경기도원, '99)

처 리 시 기	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배변채취 +하우스 밀폐	이랑 +하우스 밀폐	무 처 리
봄 처리 (4.21~5.20)	82.0	66.4	89.1	94.9	97.2
장마직전처리(6.5~7.4)	27.4	50.4	52.1	87.9	100
장마직후처리(7.21~8.20)	8.9	21.9	22.8	96.9	100
가을 처리(9. 5~10. 6)	21.7	44.0	33.8	60.6	72.4

- 표준태양열토양소독구에서의 지온 상승효과는 41℃이상 온도(병원균 사멸온도)누적 시간이 지중 10cm까지는 장마후처리 333시간, 장마 직전처리 153시간이었으나, 봄처리와 가을처리에서는 41℃이상의 온도 상승이 전혀 없었음. 또한 20cm 깊이에서는 장마직후처리 19시간, 장마직전처리 7시간이었음
- 태양열토양소독후 지중1~10cm의 *Fusarium sp.*균 밀도는 표준태양열 토양 소독구의 경우 장마직전, 장마직후처리에서 0으로 거의 사멸 되었음이 확인되었음

- 상추 시들음병균(*Fusarium oxysporum*)은 실내시험결과 51℃에서 1일, 48℃에서 2일, 45℃에서 3일, 42℃에서 3.5일 이내에 사멸되었음
- 상추 시들음병에 대한 태양열토양소독 효과는 장마직후 표준태양열 처리에서 8.9%로 가장 낮아 양호한 소독 효과를 나타냈음
- 유기농업태양열소독의 지온 상승효과는 양호하였으나 시들음병 방제 효과가 낮았고, 생육억제(생육장해)현상이 나타났음
- 표준태양열토양소독에서 장마직후 이외의 다른 시기에 토양소독 할 경우에는 소독기간을 연장하거나 약제를 추가하는 등 보완처리가 요구됨

### 3. 기대효과

- 태양열토양소독 시기별, 방법별 지중 온도 상승효과와 토양병원균 사멸효과 구명으로 효과적인 태양열 토양소독기술 농가보급

### 4. 유사 영농활용기술과의 차이점

- 태양열토양소독 시기별, 방법별 온도 및 토양병원균 사멸효과 등에 대한 기존 영농활용자료 없음.

## II. 세부시험성적

- 태양열처리 시기별 경시적 지온(지중 10cm)의 변화

- 봄 태양열토양소독 (4.21~5.20)

(단위 : ℃)

시기(반순)	하우스 외부지중	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배변생분 +하우스 멀칭	이랑 +하우스 멀칭	무 처리
4월 5반순	19.2	24.9	27.6	25.5	19.4	17.3
6반순	18.7	29.0	31.3	29.0	21.7	18.0
5월 1반순	18.2	28.0	30.1	27.9	21.3	17.6
2반순	20.8	31.3	33.9	31.2	23.2	19.2
3반순	21.9	32.0	33.8	31.5	24.3	20.2
4반순	19.5	29.4	30.6	29.0	23.3	19.5

- 장마직전 태양열토양소독 (6. 5~7. 4)

(단위 : °C)

시기(반순)	하우스 외부지중	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배널참작 + 하우스 밀폐	이랑 + 하우스 밀폐	무 처 리
6월 2반순	23.2	30.0	33.0	28.8	27.2	21.0
3반순	25.1	36.0	39.4	34.9	31.0	21.3
4반순	22.7	32.4	35.0	31.6	28.4	20.8
5반순	23.5	34.5	37.2	33.6	30.4	22.0
6반순	26.7	38.7	41.9	37.9	34.3	24.9
7월 1반순	27.1	39.5	41.6	38.8	35.0	26.0

- 장마직후 태양열토양소독 (7.21~8.20)

(단위 : °C)

시기(반순)	하우스 외부지중	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배널참작 + 하우스 밀폐	이랑 + 하우스 밀폐	무 처 리
7월 5반순	26.2	32.3	34.9	31.9	31.6	26.5
6반순	25.6	33.5	33.1	32.7	31.0	26.1
8월 1반순	23.5	29.8	29.4	29.3	27.9	24.9
2반순	27.8	38.3	38.0	38.0	34.3	31.9
3반순	29.8	41.0	40.8	40.6	36.1	32.8
7월 4반순	28.0	39.2	38.6	38.7	34.6	29.7

- 가을 태양열토양소독 (9. 5~10. 6)

(단위 : °C)

시기(반순)	하우스 외부지중	표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배널참작 + 하우스 밀폐	이랑 + 하우스 밀폐	무 처 리
9월 2반순	26.0	30.9	31.0	30.0	29.1	26.9
3반순	25.7	34.4	34.4	33.3	30.6	26.4
4반순	23.0	32.3	32.7	31.5	28.3	24.0
5반순	19.3	26.5	27.0	25.7	23.6	21.2
6반순	21.6	31.4	31.1	29.7	27.0	22.3
10월 1반순	17.9	28.4	28.2	26.7	24.2	19.3

○ 태양열토양소독시기 및 토양깊이별 지온 상승효과

- 지중 10cm

소독시기	온도 (°C)	온도별 누적시간 (hr)				무처리
		표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배설채광수 +하우스 밀폐	이랑 +하우스 밀폐	
봄처리	35~40	194	848	435	0	0
	41~45	0	169	20	0	0
	46이상	0	2	0	0	0
장마직전처리	35~40	1,342	2,155	1,059	216	24
	41~45	153	723	85	14	15
	46이상	0	154	3	0	0
장마직후처리	35~40	1,672	1,562	1,519	525	522
	41~45	331	432	307	163	0
	46이상	2	67	4	8	0
가을처리	35~40	165	158	87	0	0
	41~45	0	0	0	0	0
	46이상	0	0	0	0	0

- 지중 20cm

소독시기	온도 (°C)	온도별 누적시간 (hr)				무처리
		표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑배설채광수 +하우스 밀폐	이랑 +하우스 밀폐	
봄처리	35~40	0	15	0	0	0
	41~45	0	0	0	0	0
	46이상	0	0	0	0	0
장마직전처리	35~40	677	1,358	432	22	0
	41~45	7	75	12	1	0
	46이상	0	0	0	0	0
장마직후처리	35~40	1,233	1,004	1,074	116	10
	41~45	19	12	5	0	0
	46이상	0	0	0	0	0
가을처리	35~40	14	15	5	0	0
	41~45	0	0	0	0	0
	46이상	0	0	0	0	0

소독시기	온도 (°C)	온도별 누적시간 (hr)				
		표준태양열 토양소독	유기농업 태양열소독	이랑+비닐멀칭+담수 +하우스 밀폐	이랑 +하우스 밀폐	무처리
봄처리	35~40	0	1	0	0	0
	41~45	0	0	0	0	0
	46이상	0	0	0	0	0
장마직전처리	35~40	273	635	180	13	0
	41~45	0	9	11	0	0
	46이상	0	0	0	0	0
장마직후처리	35~40	765	542	644	0	0
	41~45	0	0	0	0	0
	46이상	0	0	0	0	0
가을처리	35~40	0	1	3	0	0
	41~45	0	0	0	0	0
	46이상	0	0	0	0	0

○ 태양열토양소독 시기 및 토양소독 방법별 상추 시들음병 방제효과 및 수량

- 봄 태양열토양소독

(6월 28일 조사)

처리내용	발병도(%)	방제가(%)	발병고사주율(%)	수량(kg/10a)
표준태양열토양소독	82.0	15.6	25.0	572
유기농업태양열토양소독	66.4	31.7	17.7	1,067
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	89.1	8.3	37.3	345
이랑+하우스 밀폐	94.9	2.4	46.7	163
무처리	97.2	-	48.6	88

- 장마직전 태양열토양소독

(8월 9일 조사)

처리내용	발병도(%)	방제가(%)	발병고사주율(%)	수량(kg/10a)
표준태양열토양소독	27.4	72.6	4.7	1,189
유기농업태양열토양소독	50.4	49.6	0	830
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	52.1	47.9	30.7	786
이랑+하우스 밀폐	87.9	12.1	97.3	182
무처리	100	-	100	0

- 장마직후 태양열토양소독

(9월 17일 조사)

치 리 내 용	발병도(%)	방제가(%)	발병고사주율(%)	수량(kg/10a)
표준태양열토양소독	8.9	91.1	0	1,412
유기농업태양열토양소독	21.9	78.1	3.3	1,262
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	22.8	77.2	5.3	1,195
이랑+하우스 밀폐	96.9	3.1	68.7	50.8
무처리	100	-	100	0

- 가을 태양열토양소독

(12월 8일 조사)

치 리 내 용	발병도(%)	방제가(%)	발병고사주율(%)	수량(kg/10a)
표준태양열토양소독	21.7	70.0	3.0	2,156
유기농업태양열토양소독	44.0	39.2	5.3	1,538
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	33.8	53.3	2.0	1,819
이랑+하우스 밀폐	60.6	16.3	4.7	1,082
무처리	72.4	-	10.0	758

○ 태양열토양소독 시기 및 토양소독 방법별 토양중 *Fusarium sp.* 균밀도 억제 효과 (지중1~10cm)

- 봄 태양열토양소독

치 리 내 용	처리전 밀도 (균총수/토양1g)	처리 후 밀도 (균총수/토양1g)
표준태양열토양소독	$5.6 \times 10^3$	$6.4 \times 10^3$
유기농업태양열토양소독	$8.4 \times 10^3$	$77.0 \times 10^3$
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	$9.2 \times 10^3$	$8.6 \times 10^3$
이랑+하우스 밀폐	$11.2 \times 10^3$	$60.0 \times 10^3$
무처리	$12.4 \times 10^3$	$16.4 \times 10^3$

- 장마직전 태양열토양소독

처 리 내 용	처리전 밀도 ( 균총수/토양1g )	처리 후 밀도 ( 균총수/토양1g )
표준태양열토양소독	$28.0 \times 10^3$	0
유기농업태양열토양소독	$46.0 \times 10^3$	0
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	$32.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$
이랑+하우스 밀폐	$36.8 \times 10^3$	$11.6 \times 10^3$
무처리	$46.8 \times 10^3$	$20.0 \times 10^3$

- 장마직후 태양열토양소독

처 리 내 용	처리전 밀도 ( 균총수/토양1g )	처리 후 밀도 ( 균총수/토양1g )
표준태양열토양소독	$9.0 \times 10^3$	0
유기농업태양열토양소독	$20.0 \times 10^3$	0
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	$17.5 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$
이랑+하우스 밀폐	$10.0 \times 10^3$	$13.3 \times 10^3$
무처리	$14.0 \times 10^3$	$25.3 \times 10^3$

- 가을 태양열토양소독

처 리 내 용	처리전 밀도 ( 균총수/토양1g )	처리 후 밀도 ( 균총수/토양1g )
표준태양열토양소독	$28.5 \times 10^3$	$6.0 \times 10^3$
유기농업태양열토양소독	$22.5 \times 10^3$	0
이랑+비닐멀칭+담수+하우스 밀폐	$16.0 \times 10^3$	$2.7 \times 10^3$
이랑+하우스 밀폐	$12.5 \times 10^3$	$11.3 \times 10^3$
무처리	$22.0 \times 10^3$	$21.3 \times 10^3$