



유기농업에서 토양에서 발생하는 병해충을 방제하는 것은 어려운 일 중 하나이다. 유기농 토양 병해충 방제를 위해서 활용할 수 있는 기술의 하나로 태양열 소독이 있다. 태양열 소독은 햇빛이 강한 여름철 투명 폴리에틸렌 비닐을 습한 토양 위에 덮어 태양열을 모아 토양의 온도를 높여 병해충을 살균하는 것을 말한다. 본 자료에서는 태양열 소독의 방법, 작용기작, 활용사례와 주의사항에 대한 정보를 제공하고자 한다.

-- 목 차 --

<ul style="list-style-type: none"> ▪ 최종편집 : 2017년 8월 – 수정이력 : 유기농기술지 11(2017.8.30) ▪ 대표저자 : 국립농업과학원 유기농업과 한은정 ▪ 집필자 : 김용기, 변영웅, 박종호, 심창기, 김민정 ▪ 주소 : 전라북도 완주군 이서면 농생명로166 국립농업과학원 유기농업과 ▪ 전화번호 : 063-238-2559 	<ul style="list-style-type: none"> 태양열 소독이란? 1 태양열 소독방법 2 태양열 소독 작용기작 2 태양열 소독의 효과 증진 3 태양열 소독의 활용사례 4 주의사항 5 맺음말 5 참고자료 6
---	--

태양열 소독이란?

시설하우스 내 채소재배 시 집약적 경작과 연작은 토양 병해충의 발생을 유발한다. 토양 병해충의 피해를 억제하는 방법으로 재배지를 옮기는 것이 가장 이상적이거나 한정된 시설 내에서는 어렵기 때문에 토양을 소독하는 방법을 흔히 사용한다. 유기농업에서는 토양을 소독하기 위한 방법으로 태양열 소독을 활용할 수 있다.

태양열 소독은 햇빛이 강한 여름철 투명한 폴리에틸렌 비닐을 습한 토양위에 덮어 토양의 온도를 높여 토양중 병해충을 살균하는 것을 말한다. 맑은 날이 수일 내지 몇 주 동안 지속되면 태양열에 의해 증가한 토양 온도는 균류, 선충, 토양 표면 근처에 존재하는 세균 및 일부 해충을 죽인다. 특히 비닐하우스 재배에서 문제가 되는 선충이나 토양 병해충을 방제하는데 탁월한 효과가 있으며 토양 표면 가까이 있다가 발아하여 올라오는 대부분의 잡초종자를 죽거나 제대로 발아하지 못하게 하기도 한다.

태양열 소독은 고대 인도문명에서도 찾아 볼 수 있으며, 우리나라에서는 인삼재배 농가에서 상당히 오래 전부터 전래되어 오는 방법으로 알려져 있다.

태양열 소독 방법

- ① 토양을 20cm 정도 깊이로 경운한다.
- ② 작은 이랑을 만든다.
- ③ 토양이 포화상태가 되도록 관수한다.
- ④ 투명 폴리에틸렌 비닐로 피복한다.
- ⑤ 2주 이상 태양열 소독시킨다.
 - ※ 비닐하우스의 경우 하우스를 밀폐시켜 효과를 높인다.
- ⑥ 피복한 폴리에틸렌 비닐을 제거하고 경작한다.

<태양열 소독의 효과를 높이는 팁>

◇ 경운 한 토양에 유기물이나 석회를 투입하면 유기물의 분해 및 석회와 물의 발열반응에 의해 태양열 소독의 효과를 높일 수 있다.

- 사용 가능한 유기물 : 퇴비, 볏짚, 쌀겨, 수단그라스와 같은 녹비식물 등
- 사용 가능한 석회 : 석회고토, 석회석 등

* 석회사용으로 pH 변화에 따른 알칼리화를 가져올 수 있으므로 주의필요



유기물 처리



토양혼화



비닐피복

그림 1. 태양열 소독의 과정

태양열 소독 작용기작

태양열 소독은 크게 세 가지의 경로를 통해 농업적으로 이로움을 준다. 첫째 직접적인 열에 의해 유해 생물을 불활성화 시키는 기작을 들 수 있다. 대부분의 유해생물은 40℃ 이상의 열에 의한 영향을 받는다. 태양열 소독 시 토양의 온도는 60-70℃까

지 도달하기 때문에 열에 의해 토양에 서식하는 농작물 병해충을 사멸시킬 수 있다.

하지만 태양열 소독은 태양열을 모아서 활용하기 때문에 낮시간 동안 온도가 최고점까지 도달했다가 저녁에 다시 식으며, 이때 온도 상승은 기상조건이나 그늘과 같은 환경조건에 따라 영향을 받게 된다. 또한 토양의 표면이나 표면 근처가 온도가 가장 높고 깊이에 따라 떨어지므로 방제하고자 하는 대상 병해충의 사멸온도와 토양 내 분포에 대한 고려가 필요하다.

두 번째로 열에 의한 직접적인 병해충 방제효과 이외에도 태양열 소독은 온도상승에 따른 토양의 이화학적 변화를 가져올 수 있다. 그중 대표적인 것이 식물이 바로 사용할 수 있는 양분의 형태인 수용성 양분의 증가이다(Katan, 1987). 캘리포니아의 한 연구팀은 태양열 소독 이후 지표면 15cm까지 암모니아태 질소와 질산태 질소의 농도가 증가한다고 보고한바 있으며, 다양한 연구에서 칼슘, 마그네슘, 인, 칼륨 등의 수용성 양분이 증가한다고 보고된 바 있다. 이러한 이용가능한 수용성 양분의 증가는 작물의 생육 증진을 가져올 수 있다.

세 번째 작용기작으로서 생물적 증진을 들 수 있다. 태양열 소독은 고온에 의해 토양 생물들이 사멸됨으로서 부분적인 생물적 진공상태¹⁾를 가져올 수 있다. 태양열 소독 시 투입된 유기물은 바실러스(Bacillus), 슈도모나스(Pseudomonas), 트리코더마(Trichoderma), 포식성 또는 균식성 선충과 같은 유용 미생물의 정착을 증진시켜 병원균의 재발생을 예방할 수 있다.

태양열 소독의 효과 증진

태양열 소독은 포장, 온실, 육묘장, 정원에서 발생하는 토양 유래의 병해충 잡초를 방제하는데 탁월하지만, 기상 등 적합하지 않은 조건이거나 열에 강한 병해충일 경우, 토양 층 깊이 분포하는 경우에는 태양열 소독 이외의 추가적인 방법이 필요하다. 그 첫 번째로는 태양열 소독 시 유기물을 투입하는 방법이다. 토양 중에 투입된 일부 유기물은 토양 병해충을 억제시키는 물질을 분비하고 토양 환경이 변화됨으로서 토양에 서식하는 유해생물의 구성이 변동되기도 한다.

두 번째로는 태양열 소독 후에 생물적 방제인자를 투입하는 방법이 있다. 태양열 소독으로 인한 생물적 진공상태는 특정 미생물이 토양 중에 유입되었을 때 정착을 용이하게 한다. 이러한 특성을 활용하여 병해충 방제용 유용 미생물을 투입하였을 때 높은 효과를 기대할 수 있다.

1) Biological vacuum: 물리적 또는 생물적 처리에 의해 토양 중에 생물이 존재하지 않는 상태

태양열 소독 활용사례

오래전부터 친환경적 토양 병 해충 방제 기술로 널리 활용되던 태양열 소독 기술은 최근 다양한 작물에서 다양한 방법으로 활용되고 있다.

양파에서 발생하여 큰 피해를 주는 노균병의 경우 태양열 소독 시 석회질소(관행의 경우에만 사용가능한 화학비료)를 활용한 결과, 좋은 방제효과를 얻을 수 있었다. 여름 고온기에 석회질소 40~60kg/10a량을 살포하고 토양에 혼합한 다음에 비닐피복 1개월 처리 시 노균병을 94~98% 방제할 수 있었다(식량원 바이오에너지작물센터)

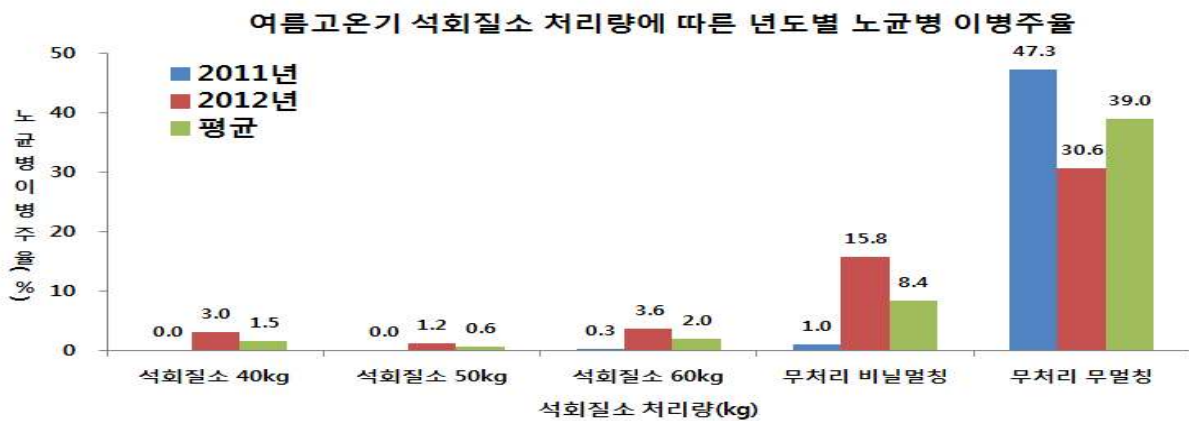


그림 2. 석회질소 처리량에 따른 년도 별 노균병 이병주율²⁾

한편 시설 연작재배지에서 선충은 농작물에 큰 피해를 주고 있다. 이러한 선충을 방제하기 위하여 풋거름작물인 크로타라리아와 수단그라스를 재배한 이후에 태양열소독하는 기술이 개발된바 있다(농과원). 5월 중순부터 7월 중순 까지 풋거름작물을 재배하고 7월 중하순부터 8월 하순까지 풋거름작물을 토양에 환원한 뒤 태양열 소독을 하면 딸기에서 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충의 밀도가 현저히 낮아지고 딸기의 생육도 증가하는 결과를 얻을 수 있었다.

화훼류에서도 선충 방제를 위해 태양열 소독이 사용되고 있다. 나리 재배시 태양열 소독과 미생물을 활용하여 효과적으로 선충의 방제한 사례도 있다. 태양열 소독을 위해 300평 당 유기물로 피트모스 3,000L, 쌀겨 300kg을 하우스표면에 살포 후 토양에 관수하여 적정수분을 조절하고 로타리작업을 한 다음 비닐피복한 후 하우스를 밀폐하여 25~30일간 태양열 소독한다. 그 이후 바실러스(*Bacillus* sp.) 스트렙토마이세스(*Streptomyces* sp.) 사카로마이세스(*Saccharomyces* sp.) 등 혼합미생물을 살포한 결과

2) 병에 걸린 식물체의 비율

식물병원선충의 밀도가 줄어들고 절화 품질도 향상되었다(충남도원, 태안백합시험장).

태양열 소독은 여름 고온기에 주로 시설하우스에서 토양 병해충 방제용으로 활용되어 왔다. 하지만 일부 노지 해충에 대해서도 효과를 보인다. 마늘 등 파속작물에 발생하여 피해를 주는 해충인 뿌리응애를 방제하기 위하여 태양열 소독을 활용 할 수 있다. 시설재배지만큼 높은 온도로 올라가지 않지만 뿌리응애의 사멸온도인 35℃ 이상 지속되는 날이 많아 여름 작기에 태양열 소독을 함으로서 마늘에서 뿌리응애를 효과적으로 방제할 수 있다.

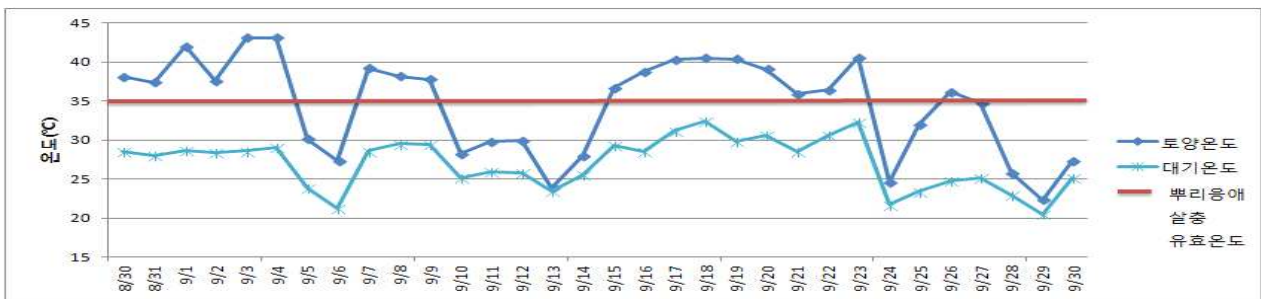


그림 3. 노지 태양열 소독 처리구의 토양온도 변화

주의사항

- ① 태양열 소독 이후 토양은 일시적으로 생물진공상태이기 때문에 농기구의 소독을 철저히 하고 농작업 시 식물 병해충의 유입을 막아야한다.
- ② 태양열 소독은 태양열을 모아서 활용하므로 그늘이 진 환경이나 강우와 같은 기상조건에 의해 효과가 저하될 수 있다.
- ③ 병해충의 열에 대한 반응 및 토양 내 분포 위치에 따라 방제효과가 영향을 받으므로 방제하고자 하는 병해충의 특성을 파악해야 한다.

맺음말

오래된 역사를 가진 병해충 방제수단이자 환경에 부담이 적은 토양 살균기술인 태양열 소독은 유기농을 비롯한 친환경 농가에서 널리 사용되고 있다. 태양열소독은 여름철 토양을 살균하는 방법으로 농경지 밭에 물을 담고, 투명 비닐로 피복하면 온도가 높아져 토양 중에 서식하는 병해충 및 잡초를 억제시킬 수 있다. 또한 태양열 소독 과정에서 유기물과 석회를 첨가하여 태양열 소독의 효과를 높일 수 있다. |

참고자료

- ① Agrios, G. N. 1995. 식물병리학. 광일문화사. 수원. (한글번역판)
- ② Stapleton J. 2000. Soil solarization in various agricultural production systems. Crop Prot. 19: 837-841
- ③ Katan J. 1987. Solarization. Innovative Approaches to Plant Disease Control, Wiley, New York (1987), pp. 77-105
- ④ 민승규. 2010. 유기농손쉽게따라하기. 동진문화사. 수원. 83P
- ⑤ 국립농업과학원 영농활용. 2014. 태양열소독을 활용한 마늘 뿌리응애 방제
- ⑥ 국립농업과학원 영농활용. 2011. 시설재배지 녹비 재배 후 태양열소독을 이용한 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충의 밀도억제 효과
- ⑦ 국립식량과학원 영농활용. 2013. 석회질소 이용 태양열토양소독 시기가 양파 노균병 방제효과에 미치는 영향
- ⑧ 충청남도농업기술원 영농활용. 2013 백합 연작상토의 태양열 소독효과
- ⑨ 충청남도농업기술원 영농활용. 2012. 나리 시설재배 연작지 태양열과 미생물에 의한 토양소독효과