

# 太阳能消毒时不同处理方式对土壤温度的影响

杜 蕙, 漆永红, 吕和平

(甘肃省农业科学院 植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**研究了覆膜与添加有机物(鸡粪、麦糠)在太阳能消毒中对土壤温度的影响。结果表明:鸡粪加覆膜处理可显著提高土壤日平均温度和日最高温度,可使 10、15、20 及 30 cm 土壤日平均温度分别达到 40.5、38.5、35.8 和 33.3℃,较不覆膜分别提高 7.5、6.5、5.4 和 4.7℃,较覆膜但不添加有机物分别提高 3.4、3.2、3.0 和 3.0℃;可使其土壤日最高温度分别达到 46.4、43.5、40.3 和 36.4℃,较不覆膜处理分别提高 10.1、9.2、7.9 和 5.8℃,较覆膜但不添加有机物处理分别提高了 4.9、6.3、5.8、4.2℃。同时,覆膜、添加有机物增大了土壤日温差。故利用太阳能消毒时添加有机物与覆膜结合可显著提升 0~20 cm 深度内土壤温度。

**关键词:**太阳能消毒;覆膜;有机物;土壤温度

**中图分类号:**S 606<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)08-0154-04

近年来,随着农业种植结构的调整,保护地蔬菜面积迅速扩大,保护地由于复种指数高,连茬、重茬种植现

象严重,导致土传病害严重,较突出的如根结线虫病(*Meloidgyne* sp.),会造成减产 20%~30%,有的甚至绝收,已成为保护地蔬菜生产上的一大障碍因素<sup>[1]</sup>。目前,对土传病害的防治仍以化学药剂防治为主,如高毒有机磷农药和溴甲烷熏蒸剂<sup>[2]</sup>等,成本高且在防治病害的同时造成农药残留严重,影响环境和生物多样性。如溴甲烷破坏大气臭氧层,被国际公约列为受控和逐步淘汰的物质<sup>[3]</sup>。因此,寻求高效、环保的土传病害防治技术已成当务之急。

**第一作者简介:**杜蕙(1970-),女,硕士,副研究员,研究方向为农作物病害及其防治。E-mail:dh0928@163.com。

**基金项目:**甘肃省农业科学院农业科技创新专项资助项目(2009GAAS03);公益性行业(农业)科研专项子专题资助项目(nyhyzx07-050)。

**收稿日期:**2012-01-10

## Effects of Different Fertilizer on Soil Organic Matter and Soil Total Nitrogen Content

ZHOU Jun-guo, YANG Peng-ming

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

**Abstract:** Soil organic matter and soil total nitrogen content in different fertilizer was systemic studied. The results showed that urea, chicken manure, maize straw made soil organic matter content increased 12.24%, 27.43%, 26.35% respectively compared with the control in the I fertilization level. Soil total nitrogen content increased 15.42%, 39.85%, 33.28% respectively compared with the control in the I fertilization level. There were significantly higher than control. Urea, chicken manure, maize straw made soil organic matter content increased 25.34%, 49.03%, 50.25% respectively in the II fertilization level. Soil total nitrogen content increased 20.00%, 61.98%, 42.29% respectively in the II fertilization level. Urea, chicken manure, maize straw made soil organic matter content increased 34.13%, 51.55%, 71.71%, and soil total nitrogen content increased 22.90%, 83.36%, 70.99% respectively in the III fertilization level. The affect order for soil urease activity by 3 fertilizers in different fertilizer levels was chicken manure, straw, urea. The affect order for soil organic matter content was chicken manure, maize straw, urea in I fertilization level and maize straw, chicken manure, urea in II and III fertilization level. The effect order for soil total nitrogen content was chicken manure, maize straw, urea in 3 fertilization levels.

**Key words:** soil organic matter; soil total nitrogen; soil nutrient

太阳能消毒是近年来国际上迅速发展的一种作物土传病害防治技术<sup>[3]</sup>。太阳能消毒对枯萎病、根结线虫病、黄萎病、根腐病等多种土传病害具有较好的控制作用,同时能增大根系生物量<sup>[4-9]</sup>。利用太阳能消毒抑制土传病害的基础是多数植物病菌和有害生物是中温的,它们在温度高于 32℃ 时不能生长,可被太阳能消毒湿土时所达到的高温直接或间接杀死,而耐高温和湿热的有益土壤微生物通常能存活下来<sup>[10]</sup>。另外,土壤所能达到的最高温度是制约太阳能消毒防治土传病害效果的重要指标之一。该试验研究了利用太阳能消毒时覆膜、添加鸡粪、麦糠等有机物对土壤日平均温度、最高温度的影响,以期为西北地区利用太阳能消毒防治作物土传性病害提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

透明塑料薄膜(兰州文特塑料有限公司生产,厚度 0.008 mm),未经腐熟的鸡粪、麦糠。仪器设备:曲管地温计,河北省武强县热工仪表厂生产。

### 1.2 试验地概况

试验在甘肃省陇西县文峰镇进行。该地位于陇西县东南部,平均海拔 1 682 m。年平均降雨量 344.4 mm,年平均气温 8.9℃,年平均日照时数 2 292 h。试验温室东西走向,长 40 m,宽 7.5 m,连作 5 a 黄瓜,根结线虫发生严重,黄瓜于 6 月底拉秧。

### 1.3 试验方法

试验于 2010 年 7 月 6 日至 8 月 1 日进行,试验设透明膜覆盖、未经腐熟的鸡粪(600 kg/667m<sup>2</sup>) + 覆膜、麦糠(500 kg/667m<sup>2</sup>) + 覆膜及未覆膜 4 个处理,3 次重复,各小区长 7.5 m,宽 7.2 m,面积 54 m<sup>2</sup>,完全随机区组排列。覆膜前先将鸡粪、麦糠均匀撒施,然后翻地,深度为 30 cm 左右,之后给各小区灌水使土壤含水量达到饱和(以地面有明水为准),最后用透明塑料薄膜覆盖,膜四周用湿土压实,防止热量散失,然后密闭温室。每小区随机确定 4 个温度测定点,采用曲管地温计测定 10、15、20 和 30 cm 深度土温,测定点固定。每天 9:00、12:00、15:00、18:00 记录各小区不同深度的土壤温度。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对土壤温度日变化的影响

由表 1、图 1~4 可知,不同处理方式下不同深度土壤温度在一天内的变化是不同的。各处理 15 cm 以内深度土壤每天在 15:00 时温度达到最高值,次高温度出现在 18:00 时。各处理 20、30 cm 以内深度土壤每天在 18:00 时温度达到最高值,次高温度在 15:00 时。而各处理中鸡粪 + 覆膜处理平均温度最高,其次是麦糠 + 覆膜、覆膜但不添加有机物的温度,均高于未覆膜(CK)的

平均温度。同时,覆膜及添加有机物后,各深度土壤日温差增大。10、15、20 和 30 cm 深度土壤日温差未覆膜处理(CK)的分别为 6.5、5.4、3.8 和 3.2℃;添加鸡粪 + 覆膜处理为 11.8、10.4、8.7 和 6.2℃;添加麦糠 + 覆膜处理为 11.7、10.3、8.3 和 5.3℃。日温差的增大恶化了病菌生长发育的环境条件,进一步提高了太阳能消毒对病害的控制效果。

表 1 不同处理方式下土壤平均温度日变化

Table 1 Daily change of the soil average temperature under different treatment

| 处理<br>Treatment                                     | 时刻<br>Time | 不同深度土壤的平均温度<br>Average temperature of different soil depth /℃ |       |       |       |
|---|------------|---|-------|-------|-------|
|   |            | 10 cm   | 15 cm | 20 cm | 30 cm |
| 未覆膜<br>Un-plasticfilm<br>mulching                   | 9:00       | 29.8  | 28.9  | 28.6  | 27.4  |
|   | 12:00      | 31.2  | 30.8  | 29.4  | 27.6  |
|   | 15:00      | 36.3  | 34.3  | 31.3  | 28.7  |
|   | 18:00      | 34.5  | 33.8  | 32.4  | 30.6  |
| 覆膜<br>Plasticfilm mulching                          | 9:00       | 32.2  | 32.8  | 31.3  | 28.7  |
|   | 12:00      | 34.4  | 34.9  | 32.1  | 29.4  |
|   | 15:00      | 41.5  | 37.2  | 33.1  | 31.0  |
|   | 18:00      | 40.1  | 36.1  | 34.5  | 32.2  |
| 鸡粪+覆膜<br>Chicken manure+<br>plasticfilm mulching    | 9:00       | 34.6  | 33.1  | 31.6  | 30.2  |
|   | 12:00      | 37.2  | 36.4  | 33.4  | 31.6  |
|   | 15:00      | 46.4  | 43.5  | 37.8  | 34.8  |
|   | 18:00      | 43.8  | 41.1  | 40.3  | 36.4  |
| 麦糠+覆膜<br>Wheat bran flakes+<br>plasticfilm mulching | 9:00       | 34.1  | 32.8  | 31.5  | 30.4  |
|   | 12:00      | 36.8  | 35.7  | 33.2  | 31.5  |
|   | 15:00      | 45.8  | 43.1  | 36.9  | 33.6  |
|   | 18:00      | 43.5  | 40.9  | 39.8  | 35.7  |

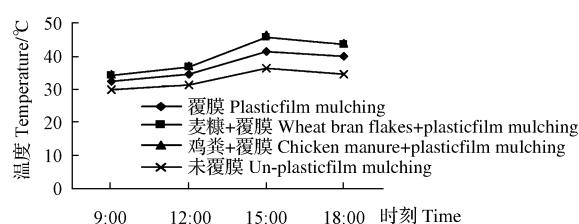


图 1 不同处理方式下 10 cm 深度土壤平均温度日变化动态

Fig. 1 Dynamic of 10 cm depth soil average temperature under different treatment

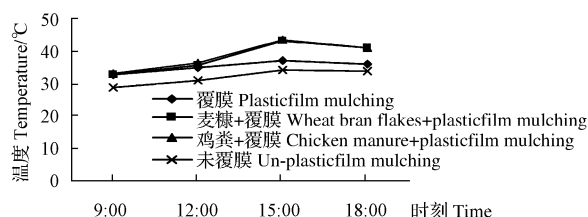


图 2 不同处理方式下 15 cm 深度土壤平均温度日变化动态

Fig. 2 Dynamic of 15 cm depth soil average temperature under different treatment

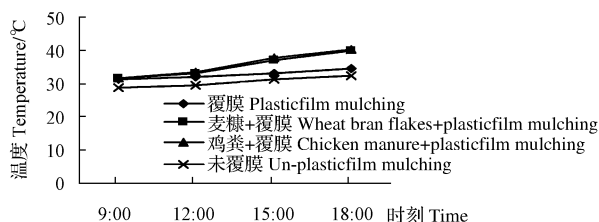


图3 不同处理方式下20 cm深度土壤平均温度日变化动态

Fig. 3 Dynamic of 20 cm depth soil average temperature under different treatment

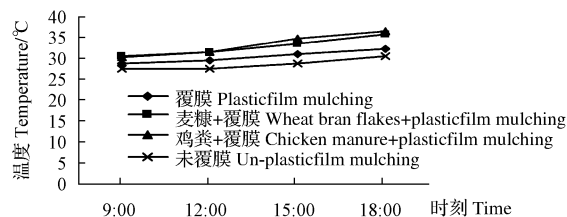


图4 不同处理方式下30 cm深度土壤平均温度日变化动态

Fig. 4 Dynamic of 30 cm depth soil average temperature under different treatment

表2 不同处理方式下不同深度土壤日平均温度及最高温度

Table 2 Daily average temperature and maximum temperature of different soil depth under different treatment

| 处理<br>Treatment                                 | 不同深度土壤日平均温度<br>Daily average temperature of different soil depth/°C |         |         |        | 不同深度土壤日最高温度<br>Daily maximum temperature of different soil depth/°C |        |        |        |
|---|---|---------|---------|--------|---|--------|--------|--------|
|   | 10 cm   | 15 cm   | 20 cm   | 30 cm  | 10 cm   | 15 cm  | 20 cm  | 30 cm  |
| 未覆膜 Un-plasticfilm mulching                     | 33.0Cc  | 32.0Bc  | 30.4Bc  | 28.6Cc | 36.3Cc  | 34.3Cc | 32.4Cc | 30.6Cc |
| 覆膜 Plasticfilm mulching                         | 37.1Bb  | 35.3ABb | 32.8ABb | 30.3Bb | 41.5Bb  | 37.2Bb | 34.5Bb | 32.2Bb |
| 鸡粪+覆膜<br>Chicken manure+plasticfilm mulching    | 40.5Aa  | 38.5Aa  | 35.8Aa  | 33.3Aa | 46.4Aa  | 43.5Aa | 40.3Aa | 36.4Aa |
| 麦糠+覆膜<br>Wheat bran flakes+plasticfilm mulching | 40.1Aa  | 38.1Aa  | 35.4Aa  | 32.8Aa | 45.8Aa  | 43.1Aa | 39.8Aa | 35.7Aa |

注:表中数据为3次重复的平均数;同一列中字母相同者表明差异不显著。

经方差分析结果表明,添加鸡粪后再覆膜与添加麦糠后再覆膜处理各深度土壤日平均温度、日最高温度间差异均不显著,但日平均温度与不覆膜处理相比,差异均达极显著水平,与单纯覆膜处理相比较,10和30 cm深度土壤温度达极显著水平,15和20 cm深度土壤温度达显著水平。日最高温度添加鸡粪后再覆膜与添加麦糠后再覆膜处理间差异不显著,但其它各处理间差异均达到极显著水平。

### 3 结论与讨论

太阳能消毒时不同处理方式对土壤温度有较大的影响。该试验结果表明,与不覆膜(CK)相比,覆膜、鸡粪+覆膜、麦糠+覆膜均能提高土壤日平均温度和日最高温度,其中鸡粪+覆膜增温效果最好,可使10、15、20和30 cm日平均温度分别提高7.5、6.5、5.4和4.7℃,而麦糠+覆膜可分别提高7.1、6.1、5.0、4.2℃。这与刘晓

### 2.2 不同处理方式对土壤日平均温度与最高温度的影响

由表2可知,覆膜处理土壤10、15、20和30 cm深度的日平均温度分别达到37.1、35.3、32.8和30.3℃,较未覆膜分别提高4.1、3.3、2.4和1.7℃;日最高温度分别达到41.5、37.2、34.5和32.2℃,较未覆膜分别提高5.2、2.9、2.1和1.6℃;

添加鸡粪后再覆膜处理试验期内土壤10、15、20和30 cm深度的日平均温度分别为40.5、38.5、35.8和33.3℃,比覆膜但不添加有机物处理分别提高了3.4、3.2、3.0和3.0℃;日最高温度分别为46.4、43.5、40.3和36.4℃,较单纯覆膜处理分别提高了4.9、6.3、5.8、4.2℃。

添加麦糠后再覆膜处理试验期内土壤10、15、20和30 cm深度的日平均温度分别为40.1、38.1、35.4和32.8℃,比覆膜但不添加有机物处理分别提高3.0、2.8、2.6和2.5℃;日最高温度分别为45.8、43.1、39.8和35.7℃,较单纯覆膜处理分别提高了4.3、5.9、4.4、3.5℃。

英等<sup>[11]</sup>及侯茂林等<sup>[12]</sup>的研究结果一致。该试验中添加有机物并覆膜可使0~20 cm深度内的土壤平均温度达到35℃以上,最高温度达40℃以上,且显著增大了土壤日温差,日温差的增大恶化了病菌生长发育的环境条件,进一步提高太阳能消毒对病害的控制效果。同时,添加有机物增加了土壤有机质含量,可改善土壤团粒结构,有利于下茬作物的生长发育。

在利用太阳能消毒控制土传病害时,土壤日平均温度、日最高温度、高温持续时间和日温差均很重要。据报道,当土壤温度达33~43℃时可较好地控制许多土传病害<sup>[13]</sup>。该试验添加有机物加覆膜条件下0~30 cm深度土壤日平均温度达28.6℃以上,且0~30 cm深度土壤日最高温度达30.6℃以上。高温持续时间对控制病害也至关重要。有研究表明<sup>[14]</sup>,40℃周期性加热条件下,连续5 d,每天7 h,根结线虫发病率显著下降;若在35℃周期性加热条件下,每天同样受热7 h,则需10 d发

病率才能显著下降。该试验对不同处理方式下高温所持续的时间有待进一步研究。

试验期间土壤温度与外界气温的变化趋势完全一致,利用太阳能对土壤消毒成功与否,在很大程度上取决于消毒期间的天气条件。西北地区日光温室大部分于每年6~7月份拉秧,7、8月份为休闲期,一般年份7、8月份的气象条件均能满足利用太阳能消毒来控制土传病害的要求,利用这段时间进行太阳能消毒,可以抑制土壤中病原菌,是一种较为环保、经济的土传性病害防治措施。

### 参考文献

- [1] 李宝聚.我国蔬菜病害研究现状与展望[J].中国蔬菜,2006(1):125.
- [2] 赵鸿,彭德良,朱建兰.根结线虫的研究现状[J].植物保护,2003,29(6):6-9.
- [3] De Vay J E. Historical review and principles of soil solarization[M]. FAO Plant Production and Protection Paper,1991,109:1-15.
- [4] 刘晓英,杨修,马春森.黑膜覆盖控制黄瓜根结线虫(*Meloidogyne incognita*)的效果[J].农业工程学报,2004,20(4):234-237.
- [5] Mc Govern R J,McSorley R,Bell M L. Reduction of landscape pathogens in Florida by soil solarization [J]. Plant Dis. ,2002,86(12):1388.
- [6] Lopez-Escudero F J,Blanco-Lopez M A. Effect of a single or double soil solarization to control *Verticillium* wilt in established olive or-chards in Spain [J]. Plant Dis. ,2001,85(5):489-496.
- [7] Pinkerton J N,Ivors K L,Miller M L, et al. Effect of soil solarization and cover crops on populations of selected soilborne plant pathogens in Western Oregon [J]. Plant Dis. ,2000,84(9):952-960.
- [8] Pinkerton J N,Ivors K L,Reeser P W,et al. The use of soil solarization for the management of soilborne plant pathogens in strawberry and red raspberry production [J]. Plant Dis. ,2002,86(6):645-651.
- [9] Nico A I,Jiménez-Díaz R M,Castillo P. Solarization of soil in piles for the control of *Meloidogyne incognita* in olive nurseries in Southern Spain [J]. Plant Pathol. ,2003,52(6):770-778.
- [10] Katan J. Physical and cultural methods for the management of soil-borne pathogens [J]. Crop Protection,2000,19(8):725-731.
- [11] 刘晓英,刘培军,杨修,等.利用黑塑膜覆盖进行太阳能消毒对土壤温度的影响[J].中国农业气象,2004,25(3):21-25.
- [12] 侯茂林,刘晓英.太阳能消毒防治根结线虫时覆膜、土壤类型与有机物对土壤温度的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(5):46-50.
- [13] Cartia G. Soil solarization :experiments in Sicily[J]. Informatore Fitopatologico,1989,39(5):49-52.
- [14] Seizo H. Soil solarization in Japan. Soil Solarization[M]. Boca Raton: CRC Press,1991:215-225.

## Effect of Different Treatment on Soil Temperature Under Solarization

DU Hui,QI Yong-hong,LV He-ping

(Institute of Plant Protection,Gansu Academy of Agricultural Sciences,Lanzhou,Gansu 730070)

**Abstract:** The effects of plasticfilm mulching and organic matter (chicken manure and wheat bran flakes) on temperature of soil sterilized by solarization to control root-knot nematodes were investigated. The results showed that chicken manure with mulching transparent plasticfilm could significantly boost daily average soil temperature and daily maximum soil temperature at 10,15,20 and 30 cm soil depths,daily average soil temperatures were 40.5,38.5,35.8 and 36℃,daily average temperatures had been enhanced 7.5,6.5,5.4 and 4.7℃ compared with no plasticfilm mulching,they had been enhanced 3.4,3.2,3.0 and 3.0℃ compared with plasticfilm mulching but no organic matter,respectively. And daily maximum soil temperatures were 46.4,43.5,40.3 and 36.4℃,daily maximum temperatures had been enhanced 10.1,9.2,7.9 and 5.8℃ compared with no plasticfilm mulching,they had been enhanced 4.9,6.3,5.8 and 4.2℃ compared with plasticfilm mulching but no organic matter,respectively. At the same time,plasticfilm mulching and organic matter also markedly extend soil daily temperature difference. It concluded that soil sterilized by solarization with organic matter and transparent plasticfilm mulching was promising in increasing soil temperature within 20 cm soil depth in the study area.

**Key words:** solarization;mulching transparent plasticfilm;organic matter;soil temperature