

透明膜覆盖土壤太阳能消毒及其对 大白菜生长的影响

张明科,张鲁刚,惠麦侠

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了了解覆盖透明膜对土壤的增温和消毒效果,以土壤无覆膜处理为对照,研究了陕西关中地区利用透明膜覆盖进行土壤太阳能消毒期间的温度变化,及对消毒土壤上生长的 4 个大白菜品种产量和发病率的影响。结果表明,覆膜处理的地表及地下 5,10,15 和 20 cm 的最高温度分别可达 62.95,54.05,48.05,42.1 和 40.7 °C,与对照相比,平均温度最大差值分别为 12.37,10.43,9.46,7.62 和 7.87 °C,即随土壤深度增加,覆膜处理的增温效果下降;就温度持续时间而言,在处理的 30 d 内,处理与对照温度超过 40 °C 的时间有极大差异,覆盖使地下 5,10,15 和 20 cm 处在 15:00 超过 40 °C 的时间分别为 18,14,1 和 1 d,在 19:00 分别为 15,12,4 和 1 d,而对照均为 0 d;覆膜使土壤日温差加大,晴天尤为显著,并随土层深度增加日温差递减,晴天 15:00 时,覆膜土壤地表及地下 5,10,15 和 20 cm 处的温度分别为对照平均温度的 1.41,1.40,1.31,1.23 和 1.29 倍。消毒效果表明,处理田块生长的 02 杂 64、北京桔红心、春晓和秦白二号 4 个大白菜品种生长势明显增强,毛菜产量较对照高(春晓除外),炭疽病发生率较对照显著降低,降幅达 32.3%~71.1%。

[关键词] 土壤温度;太阳能消毒;透明膜覆盖;大白菜

[中图分类号] S606⁺.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)12-0072-05

Study on soil solarization with transparent plastic mulching and its effects on growth of Chinese cabbage cultivars

ZHANG Ming-ke, ZHANG Lu-gang, HUI Mai-xia

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: To find the effect of soil temperature raised and sterilized with white plastic mulched, the paper studied the change of soil temperature during the whole mulched period and its effect on 4 cultivars of Chinese cabbage planted with transparent plastic mulching in Guanzhong district, Shaanxi Province. Results showed that the maximum soil temperature of surface, 5, 10, 15 and 20 cm depths approached 62.95, 54.05, 48.05, 42.1 and 40.7 °C, respectively, with the transparent plastic mulched, the average temperature increased 12.37, 10.43, 9.46, 7.62 and 7.87 °C, respectively, compared with the control (un-mulched). The mulching effect was decreased with the increasing of soil depth. In terms of mulching duration, it would have much better effect in sunny days on soil temperature than that in cloudy or rainy days; during the whole mulching period, the cumulative days of temperature higher than 40 °C at 5, 10, 15 and 20 cm soil depths were 18, 14, 1 and 1 d at 15:00; 15, 12, 4 and 1 d at 19:00, separately. Mulching also increased the value of temperature difference in different soil depth, and the day temperature difference was decreased with the increasing of soil depth. At the depth of 5, 10, 15 and 20 cm at 15:00 of sunny days, the soil temperature would be 1.41, 1.40, 1.31, 1.23 and 1.29

* [收稿日期] 2006-11-06

[基金项目] 国家“十五”科技攻关重大专项(2002BA516A09);农业部公益性行业科研专项(nyhyzx-07-007)

[作者简介] 张明科(1970—),男,陕西扶风人,助理研究员,在读博士,主要从事蔬菜育种与生物技术研究。

E-mail: zhangmk0904@sina.com.

[通讯作者] 张鲁刚(1963—),男,陕西岐山人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜育种与生物技术研究。E-mail: lugangzh@163.com

times as many as that in cloudy or rainy days. After solarization, four Chinese cabbage cultivars were planted. The results showed that 4 cultivars grew vigorously in mulched field, the bio-yield improved (except for chunxiao) and the disease of anthracnose (*Colletotrichum higginsianum* Sacc.) was lower than control experiment, and incidence of the disease decreased by 32.3%—71.1%.

Key words: soil temperature; solarization; transparent plastic mulching; Chinese cabbage

利用太阳能进行土壤消毒是近年来植保专业提出的措施,在国外一些发达国家已广泛应用^[1-2]。方法是在温室或田间作物收获后的高温休闲季节,将土壤或苗床深翻后覆盖薄膜,利用太阳直射产生的长时间高温进行土壤消毒。

目前,国内有关利用太阳能进行土壤消毒的报道较多,但对处理过程中土壤温度变化情况及处理效果的报道较少。由于太阳能消毒的原理是利用高温直接或间接杀死病菌,因此,处理期间的土壤温度变化就成为衡量消毒效果的重要指标之一。同时,在土壤覆膜处理后通过种植经济作物来进一步验证太阳能的消毒效果也显得尤为重要。为此,本试验观测了土壤覆膜处理期间不同土层温度的变化及处理后栽培大白菜的效果,以期为这一方法在陕西关中地区的广泛应用提供理论依据。

1 材料与方法

太阳能消毒试验于 2003-06-27~07-27 在西北农林科技大学园艺学院试验田进行。试验地长 18 m,宽 10 m,深翻耙平后浇透水,待水下渗后,一半用 0.06 mm 的白色旧薄膜完全覆盖,为防止热量损失,达到良好的土壤增温效果,薄膜四周以土压实;

另一半不覆盖,也不种植任何作物,作为对照。覆膜地块在距离地边 2.0 m 处放置地温表,每日于 7:00, 15:00 和 19:00 记录膜下地表及地下 5,10,15 和 20 cm 处的温度,未覆膜地块在其中心放置地温表,记载项目与覆膜地块相同,并记载每日同一时间地面 1 m 高度的气温。

消毒效果试验于 2003-08~11 进行,田块与消毒试验一致。选用 02 杂 64、北京桔红心、春晓和秦白二号 4 个大白菜品种,于 08-12 播种育苗,09-04 移栽,11-23 收获,4 个品种随机排列,未设重复。整个生育期间只防虫不防病,生长后期调查病害发生情况及产量。

2 结果与分析

2.1 土壤覆膜消毒期间的天气情况

在消毒处理的 30 d 中,19 d 为晴好天气,2 d 多云,5 d 阴天,4 d 下雨。

2.2 土壤覆膜处理对不同土层温度的影响

由表 1 可知,覆膜后地温较对照明显提高,覆膜处理的地表及地下 5,10,15 和 20 cm 的平均温度与不覆膜对照的最大差值分别为 12.37,10.43,9.46, 7.62 和 7.87 ℃。

表 1 覆膜处理对不同土层温度的增温效果

Table 1 Average temperature difference in different soil depth about mulched vs. control		℃		
土层 Soil		较对照平均增温	Average soil temperature enhanced than CK	
		7:00	15:00	19:00
地表 Surface		3.11	12.37	8.07
地下 5 cm	5 cm soil depth	4.88	10.43	8.23
地下 10 cm	10 cm soil depth	6.42	8.39	9.46
地下 15 cm	15 cm soil depth	5.63	5.96	7.62
地下 20 cm	20 cm soil depth	6.17	6.86	7.87

2.3 土壤覆膜处理对不同土层温度超过 40 ℃天数的影响

图 1 为土壤覆膜消毒期间不同土层 15:00 时温度的动态变化情况。图 1a 和图 1b 表明,地下 5 和 10 cm 处的土壤温度与最高气温的变化趋势一致,说明气象条件驱动着土壤温度的变化。而图 1c 和图 1d 所示的地下 15 和 20 cm 处的温度随最高气温变化的趋势不明显,说明随土壤深度增加,气象条件

对土壤温度的影响减弱。经统计,在土壤覆膜处理的 30 d 内,处理与对照温度超过 40 ℃的天数有极大差异(表 2),覆膜处理温度超过 40 ℃的天数较对照显著增加,并且覆膜处理地表及地下 5,10,15 和 20 cm 处的最高温度分别可达 62.95,54.05,48.05, 42.1 和 40.7 ℃(图 1);而对照地表温度最高为 45.95 ℃,地下 5,10,15 和 20 cm 处的温度均未超过 40 ℃。另外,在土壤覆膜处理期间,地表与地下 5

cm 的平均温度均超过 40 ℃,分别为 47.2 和 41.6 ℃。

图 1 土壤覆膜消毒期间不同土层 15:00 时温度的动态变化

—○—, 气温; —□—, 处理; —△—, 对照

Fig. 1 Dynamic change of soil temperature at different depths at 15:00 during the whole mulched period

—○—, Air temperature; —□—, Treatment; —△—, Control

表 2 土壤覆膜消毒期间不同土层温度超过 40 ℃ 的时间

Table 2 Days of temperature higher than 40 ℃ during the whole mulched period d

测定 时间 Time	覆膜处理 Mulched					对照 Unmulched				
	地表 Surface	地下 5 cm 5 cm soil depth	地下 10 cm 10 cm soil depth	地下 15 cm 15 cm soil depth	地下 20 cm 20 cm soil depth	地表 Surface	地下 5 cm 5 cm soil depth	地下 10 cm 10 cm soil depth	地下 15 cm 15 cm soil depth	地下 20 cm 20 cm soil depth
15:00	20	18	14	1	1	7	0	0	0	0
19:00	4	15	12	4	1	0	0	0	0	0

2.4 晴天与阴雨天气土壤覆膜处理对不同土层温度的影响

晴天与阴雨天气条件下,覆膜与对照田块不同土层的温度均值见表3。从表3可知,晴天条件下,覆膜处理不同土层深度温度的波动大,差异明显,地表及地下5 cm在15:00与对照温差最大,19:00次之,7:00最小。而在阴雨天气条件下,覆膜与对照各土层温差无明显。可见,利用太阳能对土壤消毒成功与否,在很大程度上取决于覆盖期间的天气条

件。晴天覆膜与对照相比,15:00地表及地下5,10,15和20 cm的平均温度分别为对照的1.41,1.40,1.31,1.23和1.29倍,平均温差分别为15.44,13.45,9.89,6.63和7.45℃;19:00时各土层平均温度分别为对照的1.38,1.38,1.38,1.31和1.35倍,平均温差分别为10.52,11.11,11.09,8.77和8.99℃。覆膜与对照土壤的温差,随土层深度增加而递减,说明土壤温度波动随土层深度增加而减小。也就是说,随土壤深度增加,覆膜的增温效果下降。

表3 晴天和阴雨天气土壤覆膜处理对不同土层平均温度的影响

Table 3 Effects of mulched treatment on average temperature at different soil depths							
in sunny and cloudy or rainy days							
℃							
土层	测定时间 Time	晴天 Sunny days			阴雨天 Cloudy or rainy days		
		覆膜 Mulched	未覆膜 Un-mulched	温差 Temperature difference	覆膜 Mulched	未覆膜 Un-mulched	温差 Temperature difference
地表 Surface	7:00	26.33	22.98	3.35	22.95	21.45	1.50
	15:00	53.31	37.87	15.44	32.38	26.89	5.49
	19:00	38.36	27.84	10.52	26.45	22.89	3.56
地下5 cm 5 cm soil depth	7:00	27.67	22.81	4.86	26.34	21.91	4.43
	15:00	46.83	33.38	13.45	29.68	26.18	3.50
	19:00	40.72	29.61	11.11	25.30	24.74	0.56
地下10 cm 10 cm soil depth	7:00	29.34	23.05	6.29	28.34	22.46	5.88
	15:00	41.38	31.49	9.89	29.68	25.05	4.63
	19:00	40.36	29.27	11.09	29.68	24.49	5.19
地下15 cm 15 cm soil depth	7:00	29.34	23.76	5.58	28.39	23.41	4.98
	15:00	35.18	28.55	6.63	28.04	24.24	3.80
	19:00	37.04	28.27	8.77	28.73	24.24	4.49
地下20 cm 20 cm soil depth	7:00	29.67	23.74	5.93	30.70	23.37	7.33
	15:00	33.26	25.72	7.54	27.89	23.18	4.71
	19:00	35.01	26.02	8.99	28.33	23.30	5.03

2.5 土壤覆膜消毒处理后对大白菜生长及病害发生情况的影响

由于阴雨天气多,秋季大白菜易发的病毒病、霜霉病和软腐病三大病害普遍发生轻,覆膜处理与对照间无明显差异,因而未进行调查。试验主要对4个大白菜品种间有差异的炭疽病及毛、净菜产量进行了比较。表4表明,土壤覆膜消毒处理田块的4

个大白菜品种生长势明显增强,炭疽病(*Colletotrichum higginsianum* Sacc.)发生率较对照明显降低,秦白二号、春晓、北京桔红心和02杂64 4个品种分别降低32.3%,71.1%,54.6%和48.6%;毛菜产量较对照高(除春晓外,可能由于该品种为春白菜);净菜产量只有秦白二号较对照高,增产11.6%,其他品种与对照相当。

表4 土壤覆膜太阳能消毒对大白菜生长及产量的影响

Table 4 Effects of soil solarization on growth and yield of Chinese cabbage					
品种 Varieties	处理 Treatment	炭疽病发生率/% Rate of anthracnose disease plant	产量/(t·hm ⁻²) Yield		净菜率/% Edible yield rate
			毛菜 Bio-yield	净菜 Leaf head yield	
秦白二号 Qinbai No. 2	覆膜 Mulched	7.8	160.56	116.40	72.5
	未覆膜 Un-mulched	11.5	149.79	104.28	70.1
春晓 Chunxiao	覆膜 Mulched	4.3	163.96	126.82	77.3
	未覆膜 Un-mulched	14.9	196.57	129.54	65.9
北京桔红心 Beijing orange Chinese cabbage	覆膜 Mulched	29.7	144.03	100.10	69.5
	未覆膜 Un-mulched	61.4	133.61	103.27	77.3
02杂64 02 hybrid 64	覆膜 Mulched	19.0	126.27	89.13	70.6
	未覆膜 Un-mulched	37.0	113.33	90.36	79.7

3 讨 论

太阳能消毒是土壤消毒中的物理消毒,因其操作方便、经济实惠,且可取得较广谱的杀菌^[3]、杀虫^[4]和抑制杂草的功效,同时能促进土壤团粒结构的形成,增加土壤通透性和保水、释肥^[5-6]能力,因而在蔬菜种植区经常使用。

Cartia^[7]在意大利的研究表明,当覆盖后的土壤温度达到 33~43 ℃时,就可以较好地控制许多土传病害。Noto^[8]在西班牙的研究表明,要达到较好的病害控制效果,土壤温度需要提高到 34~46 ℃。有研究指出,波动的土壤温度较恒温可能更有利于提高太阳能的消毒效果^[9-10]。Stapleton 等^[10]研究发现,若每天土壤消毒的温度在 44 ℃保持 100 min,并且持续 8 d,线虫数量可减少 90%以上。另据 Seizo^[11]的研究,在 35 ℃周期性加热条件下,每天受热 7 h,经过 10 d,种植作物的发病率显著下降,因此推荐消毒的有效热量为 40 ℃下 35 h,35 ℃下 70 h。在保证以上资料中数据准确的前提下,太阳能消毒对于杀死多数土壤病原菌,抑制线虫数量和钝化某些病毒是有效的,并且能有效防止土壤养分流失。此结论可由本试验中的温度观测数据加以印证,与刘晓英等^[12-13]的研究结论一致。

由于受气候的影响,消毒效果试验中秋季种植的大白菜在前期生长受阻,三大病害发生轻微,处理与对照间无明显差异,这对评价太阳能消毒效果产生了一定影响。值得一提的是,处理田块上生长的 4 个大白菜品种生长势强,炭疽病发生率明显减轻,降幅达 32.3%~71.1%。

在北方地区,一般 6~7 月份气温最高,8 月份逐渐凉爽,考虑到这一客观因素,太阳能消毒处理的时间宜在 6 月下旬到 7 月下旬进行。

有些资料中提到利用双层膜覆盖、单层或双层膜+土壤熏蒸剂^[14](甲基溴、威百亩和棉隆),以及灌水前施用一定量的有机肥、农作物秸秆、添加剂或将待处理地块整成小垄等措施,用发酵产生的热量

再配合增大太阳光照射的地表面积,来提高土壤温度,从而达到更佳的太阳能消毒效果。究竟这类措施效果如何,有待进一步研究。

[参考文献]

- [1] 林天杰. 利用自然太阳能消毒土壤[J]. 上海农业科技, 2002 (4): 12.
- [2] 胡学博, 曹勘程. 太阳能消毒防治植物土传病害[J]. 世界农业, 2001(5): 44-47.
- [3] Stevens C, Khan V A, Rodriguez-Kabana R, et al. Integration of soil solarization with chemical, biological and cultural control for the management of soilborne diseases of vegetables[J]. Plant and Soil, 2003, 253: 493-506.
- [4] Wang K H, McSorley R, Kokalis-Burelle N. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities[J]. Plant and Soil, 2006, 286: 229-243.
- [5] Antonio G, Luigi B, Loretta L, et al. Soil carbon, nitrogen and phosphorus dynamics as affected by solarization alone or combined with organic amendment[J]. Plant and Soil, 2006, 279: 307-325.
- [6] José M G, Jaacov K, Yossi Ben-Tal, et al. The role of mineral nutrients in the increased growth response of tomato plants in solarized soil[J]. Plant and Soil, 1999, 206: 21-27.
- [7] Cartia G. Soil solarization; experiments in Sicily[J]. Informatore Fitopatologico, 1989, 39(5): 49-52.
- [8] Noto G. Soil solarization in greenhouse; Effects on tomato crop[J]. Acta Hort, 1994, 357: 237-242.
- [9] Kye U K, Kim K C. Possibility of soil solarization in Korea[J]. Korean Journal of Plant Protection, 1985, 24(2): 107-114.
- [10] Stapleton J J, DeVay J E, Lear B. *In vitro* effect of ammonium phosphate fertilizer and soil heating on root gall of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Early pak 7) by *Meloidogyne incognita*[J]. J Nematol, 1989 (12): 589.
- [11] Seizo H. soil solarization in Japan[C]//Soil solarization. Boca Raton: CRC Press, 1991: 215-225.
- [12] 刘晓英, 杨修, 马春森, 等. 夏季透明塑膜覆盖消毒对土壤温度的影响[J]. 中国农业气象, 2003, 24 (增刊): 109-113.
- [13] 刘晓英, 刘培军, 马春森, 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, 24(3): 21-25.
- [14] 曹志平, 陈国康, 郑长英, 等. 五种甲基溴土壤消毒替代技术比较研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 250-253.