

大棚黄瓜连作土壤的日光消毒技术效果比较

孙金利,程智慧,韩玲,郝丽霞

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】针对大棚黄瓜连作造成的病害问题,筛选出适合西北地区大棚土壤日光消毒的方法。【方法】于2008-07—2008-11,利用大棚夏季休茬的时间,通过覆以不同颜色薄膜以及在土壤中添加不同添加物对棚内土壤进行日光消毒,共设12种土壤消毒处理,测定大棚内气温、地温、微生物数量及杂草种类的变化;以黄瓜和西瓜为消毒后测试作物,测定其出苗率和成苗率。【结果】在整个消毒期内,大棚内气温的日变化为24.9~49.9℃,日均气温为34.5℃;10 cm土层日均地温为39.9℃,地温 ≥ 40 ℃时数为6.7 h。不同处理对10 cm土层的增温效果不同,其中增温效果较好的处理依次为T4(稻壳)、T5(麦糠)、T7(生鸡粪)、T3(石灰氮)和T6(生牛粪),日均地温分别为42.7, 41.8, 41.2, 40.8和40.3℃,其他处理均低于以上5个处理;20 cm土层地温日变化与10 cm土层一致,但增温效果低于10 cm土层。日光消毒对土壤中微生物杀菌效果较好的处理依次为T3(石灰氮)、T7(生鸡粪)和T6(生牛粪),其对细菌、真菌、放线菌的杀菌率分别为95.5%, 79.7%, 85.3%; 94.7%, 74.2%, 35.1%和93.5%, 61.7%, 27.6%,使测试作物黄瓜、西瓜的成苗率分别达到94.7%和88.7%, 87.3%和84.7%, 82.0%和80.0%;经过日光消毒,覆膜处理对杂草有明显的防治效果,不覆膜处理杂草生长量大,且以马齿苋为主,占杂草鲜质量的84.8%。【结论】通过在土壤中施入添加剂且经过日光消毒后,对于黄瓜连作造成的病害问题有明显的防治作用,其中以施入石灰氮和生鸡粪的效果最佳。

【关键词】 连作;日光消毒;土壤微生物;出苗率;杂草

【中图分类号】 S472;S642.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)04-0121-07

Comparison of efficacy of successive soil's solar disinfection of continuous cropping of cucumber in plastic covering

SUN Jin-li, CHENG Zhi-hui, HAN Ling, HAO Li-xia

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

Abstract: 【Objective】 Aiming at the disease caused by continuous cropping of cucumber in plastic covering, the study was to sift out soil disinfection methods fit to northwest areas. 【Method】 Using high temperature to disinfect the soil of plastic covering in the summer before growing season in 2008-07—2008-11, setting 12 kinds of treatments, different colours of plastic and different functions of additives were adopted to determine the variations of air and soil temperatures, amount of microorganism, and weeds kinds in plastic covering. Cucumber and watermelon were taken as the plants to determine emergence rate and seeding rate. 【Result】 In the whole period of disinfection, the change of daily air temperature in plastic covering was 24.9—49.9℃ and daily mean air temperature 34.5℃; The average temperature in 10 cm soil layer was 39.9℃, the average time ≥ 40 ℃ was 6.7 h. The different treatments had different temperature-increasing effects for 10 cm soil layer, among them the best treatments were T4 (rice husk), T5 (wheat

* [收稿日期] 2009-10-13

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BASD07B02-01)

[作者简介] 孙金利(1984—),男,河南新乡人,在读硕士,主要从事蔬菜栽培生理与生物技术研究。

E-mail: sunjinli_1983@yhaoo.com.cn

[通信作者] 程智慧(1958—),男,陕西兴平人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。

E-mail: chengzh@nwsuaf.edu.cn

bran), T7 (raw chicken manure), T3 (nitrolime) and T6 (raw cow manure); The average soil temperature was 42.7, 41.8, 41.2, 40.8 and 40.3 °C, respectively, other treatments were not as good; The variation of 20 cm soil temperature had the same trend with the 10 cm soil layer temperature, but temperature-increasing effect of 20 cm soil layer was worse than that of 10 cm soil layer. The best treatments of sterilization for soil microorganisms were T3 (nitrolime), T7 (raw chicken manure) and T6 (raw cow manure); The sterilizing rate of bacterium, fungus, actinomyce was 95.5%, 79.7%, 85.3%; 94.7%, 74.2%, 35.1% and 93.5%, 61.7%, 27.6%, the rate of plant of the test crop including cucumber and watermelon was 94.7% and 88.7%, 87.3% and 84.7%, 82.0% and 80.0%; The prevention measures were obvious to kill the weed by solar disinfection; The main weed species was purslane herb, accounting for 84.8%. **【Conclusion】** The effects of controlling disease of cucumber caused by continuous cropping were significant after adding different kinds of additives to soil, and the best treatments among them were nitrolime and raw chicken manure.

Key words: continuous cropping; solar disinfection; soil microorganism; rate of emergence; weed

大棚黄瓜生产由于多年重茬连作,致使黄瓜猝倒病、枯萎病、立枯病等病害逐年加重,归结原因为根系长期分泌同一物质而影响土壤中微生物的种类和数量,破坏了土壤微生物间的相互平衡,导致土壤传染性病害增加,连作障碍加重^[1]。徐瑞富等^[2]研究发现,土壤中真菌数量随花生连作年限的增加呈上升趋势,而真菌增多易发生各种病害。邹莉等^[3]研究表明,大豆根际土壤真菌的优势种群对大豆根系的生长发育和养分吸收有不良影响。目前,生产上采用向土壤中添加消毒剂^[4-5]及轮作^[6-7]等方式来消除土传病害的发生,但有一定的药物残留并受栽培技术限制,因此采用无污染消毒剂及利用日光对土壤消毒的方法更符合实际要求^[8]。针对土壤日光消毒技术的研究报道很多^[9-10],但适用于西北地区的消毒方法和材料鲜有报道。

本试验利用大棚在 7~8 月份的空闲时期,对棚内土壤覆以不同颜色薄膜或在土壤中施入不同的添加物和复合型添加物后覆盖地膜,通过日光照射高温闷棚方式以达到杀死土壤中有害病菌的目的,比较几种方法对有害病菌的杀菌效果以及对作物生长的影响作用,以期筛选出适合西北地区大棚黄瓜生产的日光消毒技术。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2008-07 至 2008-11 在陕西杨凌西北农林科技大学园艺学院试验场连作 3 年的钢骨架黄瓜大棚中进行,供试大棚覆盖薄膜材料为聚乙烯塑料薄膜。

功能型绿色添加剂有石灰氮,作物秸秆(麦糠、

稻壳),有机肥(生牛粪、生鸡粪)以及生物发酵剂(满园春,北京中龙创科技有限公司生产)。大棚内地面覆盖材料为普通农用黑地膜和白地膜,膜厚 4 μm。

1.2 试验设计

试验共设 12 个处理,随机区组排列,每小区面积 8.4 m²,每处理重复 3 次。2008-06-28 前清除田间前茬作物秸秆;07-02 普施已腐熟的有机肥,07-10 对每个处理施入相应的添加剂后,深翻 30~40 cm 整地,整平后覆膜,膜下浇透水。2008-07-14 开始封棚进行日光消毒,2008-08-28 结束,历时 45 d。土壤消毒结束后揭膜晾晒 10 d,采用直播方式种植测试作物黄瓜品种“津优三十二号”和西瓜品种“西农八号”,每个处理播种 50 粒种子,重复 3 次。各处理方法如下:其中除处理 1 覆膜材料为黑地膜外,其余处理均覆白地膜。处理 1(T1):黑地膜,试验地块整平后覆膜;处理 2(T2):白地膜,试验地块整平后覆膜;处理 3(T3):将石灰氮按 0.15 kg/m² 的用量均匀撒施于土表,深翻拌匀整平后覆膜;处理 4(T4):将稻壳按 1.5 kg/m² 的用量均匀撒施于土表后,翻耕整地覆膜;处理 5(T5):向土壤中施入麦糠,用量与用法同稻壳;处理 6(T6):将生牛粪按 2.5 kg/m² 的用量撒施于土表后,深翻整地覆膜;处理 7(T7):向土壤中施入生鸡粪,用量与用法同生牛粪;处理 8(T8):向土壤中施入麦糠+发酵剂,其中麦糠用量同处理 5,撒施于地表,发酵剂用量为 6 g/m²,用细土拌匀后撒施在麦糠上,然后深翻整地覆膜;处理 9(T9):向土壤中施入生牛粪+发酵剂,其中生牛粪用量同处理 6,发酵剂用量同处理 8,深翻整地后覆膜;处理 10(T10):向土壤中施入生鸡粪+发酵剂,其中生鸡粪用量同处理 7,发酵剂用量同处理 8,深

翻整地后覆膜;处理 11(T11):向土壤中施入麦糠+石灰氮,其中麦糠用量同处理 5,石灰氮用量同处理 3,深翻整地后覆膜;处理 12(T12):裸地,不添加任何添加物,也不覆膜。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 温度 地温用河北省邯郸市清胜电子公司生产的土壤温度记录仪测定,气温用大气温湿光三位一体记录仪测定。测定每个小区 10 和 20 cm 土层的地温,将大气温湿光三位一体记录仪置于大棚中间位置测量气温,各仪器每 1 h 记录 1 次。

1.3.2 土壤微生物数量 在日光消毒前多点采集土壤样品,混匀后测定土壤中微生物的数量作为对照。日光消毒结束后,采集各处理 0~10 cm 土层的土壤样品,将 3 次重复土样混匀,于 4 ℃ 冰箱中保存,1 周内完成分析工作。

土壤中细菌、真菌、放线菌数量均采用稀释平板计数法测定^[11],其中细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基培养;真菌采用 PDA 培养基培养,将溶化的 PDA 培养基在倒入培养皿前,加入灭菌的乳酸用以抑制细菌生长,用量为每 1 000 mL 培养基加入 3 mL 乳酸^[12];放线菌采用高氏一号培养基培养,将溶化的培养基在倒入培养皿前,加入质量浓度为 0.08 g/mL 已灭菌的重铬酸钾用以抑制细菌生长,用量为每 1 000 mL 培养基加入 1 mL 重铬酸钾。

1.3.3 杂草种类与生物量 在土壤消毒处理结束后,调查杂草的种类和生物量。每处理取 3 个重复

(总面积 25.2 m²)的全部杂草,先称取鲜质量,后统计杂草种类。

1.3.4 测试作物的出苗率和成苗率 测试作物播种 7 d 后统计调查其出苗率,30 d 后(4 叶 1 心时)统计调查其成苗率。

2 结果与分析

2.1 整个日光消毒期间和晴天期间大棚内外气温与地温的日变化

试验期间以阴雨天气居多,影响日光消毒效果。2008-08-03—11 连续 9 d 为晴天,因此比较分析此期间与整个消毒期间大棚内外气温和地温的变化情况,结果见表 1 和图 1。

2.1.1 气温 在整个消毒期间,大棚内气温明显高于大棚外,其峰值变化明显,气温从上午 08:00 时开始上升,10:00 气温已达到 40 ℃,最高气温出现在 14:00—15:00,之后开始逐渐下降。

由表 1 可以看出,在整个消毒期间,大棚内气温日变化为 24.9~49.9 ℃,日均气温为 34.5 ℃,最高气温比大棚外高 20.4 ℃;一天中气温 ≥40 ℃ 的时数为 7.6 h,气温 ≥50 ℃ 的时数为 4.6 h。而晴天大棚内气温日温差明显高于整个消毒期,日均气温为 38.0 ℃,14:00—15:00 气温达到 56.4 ℃,与整个消毒期相比高 6.5 ℃,一天中气温 ≥40 ℃ 的时数达 9.2 h,气温 ≥50 ℃ 的时数达 5.2 h。

表 1 整个消毒期间和晴天期间大棚内外气温的比较

Table 1 Comparison of air temperature during the period of all disinfection and sunny day in and out plastic covering

地点 Location	期间 Period	最低气温/℃ Lowest air temperature	最高气温/℃ Highest air temperature	日均气温/℃ Daily mean air temperature	气温≥40 ℃ 时数/h ≥40 ℃ hours	气温≥50 ℃ 时数/h ≥50 ℃ hours
大棚内 In plastic covering	整个消毒期 All disinfection period	24.9	49.9	34.5	7.6	4.6
	晴天 Sunny day period	25.5	56.4	38.0	9.2	5.2
大棚外 Out plastic covering	整个消毒期 All disinfection period	20.6	29.5	24.7	—	—
	晴天 Sunny day period	21.0	32.9	26.4	—	—

2.1.2 10 cm 土层地温 由图 1 可以看出,各处理地温变化趋势基本一致,从上午 09:00 地温开始上升,最高地温大多出现在 16:00—17:00,与气温相比晚 1~2 h,随后地温缓慢下降,到次日 07:00—08:00 为地温最低值。在晴天期间,各处理地温显著高于整个消毒期间,晴天期间地温最高值为 45.8 ℃,最低值为 36.2 ℃,而整个消毒期间地温最高值为 41.5 ℃,最低值为 33.9 ℃。

从图 1 还可以看出,不同处理对土壤的增温效果不同。在整个消毒期间,增温效果最佳的为 T4

(稻壳)处理,该处理日均地温 42.7 ℃,最高地温 44.5 ℃,地温 ≥40 ℃ 的时数为 9.6 h;其次为 T5(麦糠)处理,该处理日均地温为 41.8 ℃,最高地温为 43.4 ℃,地温 ≥40 ℃ 的时数为 11.3 h;再次为 T7(生鸡粪)处理,该处理日均地温为 41.2 ℃,最高地温为 43.4 ℃,地温 ≥40 ℃ 的时数为 8.5 h;最后为 T3(石灰氮)处理,该处理日均地温为 40.8 ℃,最高地温为 43.3 ℃,地温 ≥40 ℃ 的时数为 7.4 h;同时还有 T6(生牛粪)处理,该处理日均地温为 40.3 ℃,最高地温为 42.1 ℃,地温 ≥40 ℃ 的时数为 7.7 h,

其他处理地温均低于以上处理,但明显高于 T12(裸地)处理。在晴天期间,各处理对地温的增温效果与

整个消毒期间略有差异,依次为 T5(麦糠)、T4(稻壳)、T7(生鸡粪)、T6(生牛粪)和 T3(石灰氮)。

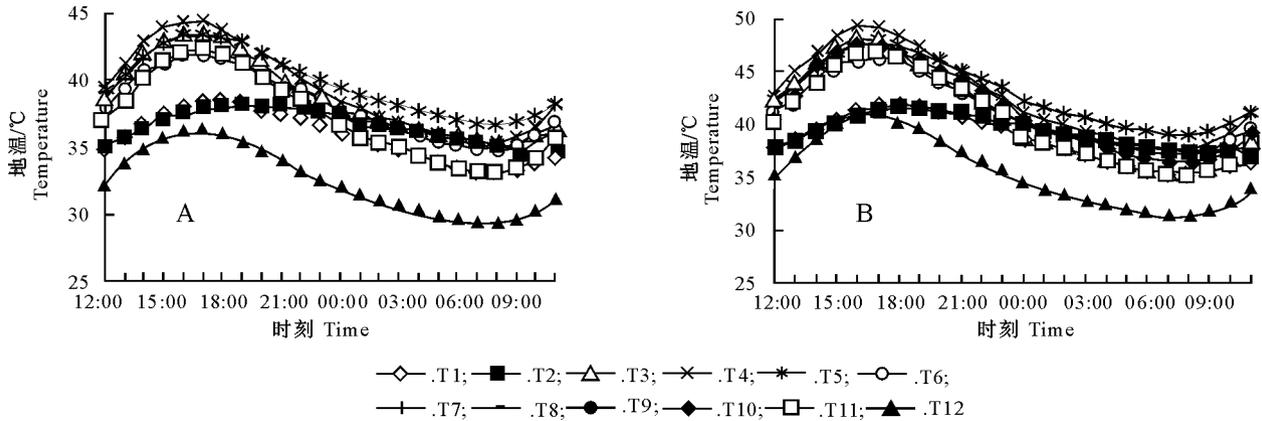


图 1 整个消毒期间(A)和晴天期间(B)10 cm 土层地温的日变化

Fig. 1 Daily variation of 10 cm soil layer temperature under different treatments in all disinfection period (A) and sunny day (B)

2.1.3 20 cm 土层地温 在 20 cm 土层,不同处理地温的日变化趋于一致。与 10 cm 土层相比,各处理 20 cm 土层地温的日变化幅度相对平缓,且地温低于 10 cm 土层。在整个消毒期间,日均地温最高为 T4(稻壳)处理(39.7 °C);而晴天期间日均地温最高为 T5(麦糠)处理(38.6 °C)。

2.2 不同颜色地膜对 10 和 20 cm 土层地温的影响 晴天期间,不同颜色地膜对 10 和 20 cm 土层地

温的影响见表 2。从表 2 可以看出,在 10 和 20 cm 土层白地膜处理地温 ≥ 40 °C 时数均高于黑地膜,对地温有明显的增温作用;从增温幅度看,覆白地膜和黑地膜对 10 cm 土层的增温幅度分别为 4.4 和 4.6 °C,两者差异不明显,但白地膜处理地温 ≥ 40 °C 时数比黑地膜多 3.8 h,表明白地膜具有更强的保温及缓冲土层降温的作用。表明与黑地膜相比,白地膜对地温增温效果更明显。

表 2 晴天期间不同颜色地膜对 10 和 20 cm 土层地温的影响

Table 2 Effects of warming under different colour plastic films to 10 and 20 cm soil layer in sunny day

土层/cm Soil layer	地膜 Plastic film	最低地温/°C Lowest soil temperature	最高地温/°C Highest soil temperature	日均地温/°C Daily mean soil temperature	地温 ≥ 40 °C 时数/h ≥ 40 °C hours
10	黑地膜 Black plastic film	35.7	40.3	38.5	5.6
	白地膜 White plastic film	37.1	41.5	39.3	9.4
20	黑地膜 Black plastic film	33.6	38.5	34.5	1.6
	白地膜 White plastic film	34.7	39.2	35.7	5.4

2.3 日光消毒对土壤微生物数量的影响

从表 3 可以看出,不同处理土壤微生物总量与对照相比均明显减少,T3(石灰氮)处理的微生物总量变化最为明显,其次为 T7(生鸡粪)和 T6(生牛粪)处理,与对照相比,以上 3 个处理的微生物总量分别减少 95%,93.3%,92.2%。此外,T1(黑地膜)、T2(白地膜)、T12(裸地)处理的微生物总量与对照和施添加剂的处理相比均有所下降,其原因可能是:T1(黑地膜)与 T2(白地膜)均为未施添加剂处理,因此其微生物总量变化与处理前和施添加剂处理相比有所降低;T12(裸地)处理土壤微生物数量降低是因为该处理为不覆膜处理,日光消毒结束后该处理土壤含水量降低,而微生物活动需要在一

定的土壤水分条件下进行,因此土壤中微生物总量会减少。

从表 3 还可以看出,土壤微生物中细菌数量最多,其次是放线菌,真菌最少。通过日光消毒,土壤中细菌数量变化最明显,其中 T3(石灰氮)、T7(生鸡粪)、T6(生牛粪)的杀菌率分别达 95.5%,94.7%和 93.5%;真菌、放线菌数量没有细菌变化明显,与处理前相比大多有所减少,T3(石灰氮)、T7(生鸡粪)、T6(生牛粪)对真菌的杀菌率分别达 79.7%,74.2%,61.7%;T8(麦糠+发酵剂)、T11(麦糠+石灰氮)处理增加了土壤中真菌的数量,T5(麦糠)、T8(麦糠+发酵剂)、T10(生鸡粪+发酵剂)处理则增加了土壤中放线菌的数量。以上结果表明,日光消

毒使土壤中微生物数量发生了明显变化。

表3 日光消毒前后土壤微生物数量的变化

Table 3 Change of number of microorganism in soil after solar disinfection

处理 Treatment	细菌/(10^6 cfu · g ⁻¹) Bacterium	真菌/(10^2 cfu · g ⁻¹) Fungus	放线菌/(10^4 cfu · g ⁻¹) Actinomyces	微生物总量/ (10^6 cfu · g ⁻¹) Total microorganism
CK	118.0 d	144.3 e	229.7 d	120.0 d
T1	14.3 ab	36.7 ab	113.3 bc	15.7 ab
T2	24.0 bc	74.0 cd	71.0 ab	24.9 bc
T3	5.3 a	29.3 a	33.7 a	6.0 a
T4	29.7 c	96.0 d	234.3 d	32.1 c
T5	11.0 a	73.7 cd	367.7 e	15.0 ab
T6	7.7 a	55.3 bc	165.7 cd	9.4 a
T7	6.3 a	37.3 ab	149.0 bc	8.0 a
T8	13.3 ab	156.0 e	305.7 e	16.3 ab
T9	17.0 ab	72.3 cd	126.3 bc	18.3 ab
T10	10.7 a	60.7 bc	322.7 e	14.0 ab
T11	10.3 a	203.7 f	172.0 cd	11.9 a
T12	9.3 a	56.7 bc	109.0 bc	10.4 a

注:CK. 消毒前的土壤;cfu. 菌落形成单位。同列数据后标不同小写字母者表示土壤中微生物数量在5%水平上有显著性差异。下表同。
Note:CK is the soil before sterilization;cfu. colony forming unit. The small letters in the same line indicate the difference of the number of microorganism in soil at 5% level respectively. The same below.

2.4 日光消毒的除草效果

本试验结果表明,通过日光消毒,地面覆膜处理均无杂草生长;不覆膜 T12(裸地)处理的杂草种类较多,主要为马齿苋、拔地草、人蔘菜、打碗花、狗尾草等,杂草鲜质量为 87 kg (25.2 m²),其中以马齿苋为主,占杂草鲜质量的 84.8%。所以覆膜处理的杂草种类和生物量均小于不覆膜 T12(裸地)处理。说明通过地面覆膜消毒土壤能明显控制杂草的种

类,并抑制杂草的生长。

2.5 日光消毒对测试作物出苗率和成苗率的影响

在黄瓜连作土壤中,由于土传病害(猝倒病、立枯病、枯萎病等)的危害,测试作物在出苗期出现了不同程度的烂芽,因而导致测试作物出苗率降低。土壤日光消毒对测试作物出苗率和成苗率的影响见表4。

表4 不同土壤日光消毒处理对测试作物出苗率和成苗率的影响

Table 4 Effects of the rate of emergence and plant of the test crops under different soil's disinfectant treatments %

处理 Treatment	黄瓜 Cucumber		西瓜 Watermelon	
	出苗率 Emergence rate	成苗率 Plant rate	出苗率 Emergence rate	成苗率 Plant rate
CK	76.7 ab	76.7 bc	29.3 e	17.3 c
T1	72.7 ab	86.7 ab	56.7 bc	72.7 a
T2	72.1 ab	84.0 ab	58.0 b	80.7 a
T3	92.0 a	94.7 a	68.3 a	88.7 a
T4	78.7 ab	79.3 abc	58.0 b	73.3 a
T5	65.3 b	76.0 bc	47.3 c	73.3 a
T6	78.7 ab	82.0 abc	59.3 ab	80.0 a
T7	84.7 ab	87.3 ab	65.3 ab	84.7 a
T8	72.7 ab	77.3 bc	59.3 ab	74.7 a
T9	81.3 ab	86.0 ab	55.3 bc	79.3 a
T10	81.3 ab	83.3 ab	61.3 ab	80.7 a
T11	73.3 ab	80.3 abc	62.7 ab	79.3 a
T12	66.7 b	68.0 c	32.6 d	36.0 b

从表4可以看出,不同处理的出苗率有明显差异,西瓜的出苗率和成苗率均低于黄瓜,表明西瓜对土传病害更敏感,是检测消毒效果更优的参照物。T3(石灰氮)处理对测试作物的出苗率和成苗率影

响最为明显,与对照(CK)相比,其黄瓜、西瓜出苗率和成苗率分别提高了 26.5%和 30.3%,133.1%和 412.7%;其次是 T7(生鸡粪)处理,可使黄瓜、西瓜的出苗率和成苗率分别较对照提高 16.5%和

17.3%, 122.9% 和 389.5%。

3 讨论

3.1 日光消毒对土壤的增温效果

日光消毒对土壤的增温效果主要受 3 个因素影响:一是太阳能,主要与当地的光照强度、日照时数、气温等因素有关;二是地面覆膜的类型和厚度;三是土壤自身的特性。雷玉明^[13]研究了地面覆盖 0.08 mm 的单层膜和双层膜后日光辐射对土壤的增温效果,双层膜对 0~10 cm 土层的增温效果与单层膜相比提高了 1.15~2.25 °C,但从经济角度考虑,单层膜覆盖更为实用。本试验结果表明,日光消毒对土壤的增温效果还与施入土壤的添加物有关。本试验采用普通地膜覆盖地面,在整个消毒期间凡土壤中施入添加物的处理,10 cm 土层地温均在 39 °C 以上,而未施入添加物的 T1(黑地膜)和 T2(白地膜)处理,其 10 cm 土层日均地温分别为 37 °C 和 38 °C;施入添加物的处理 10 cm 土层日均地温最高的为 T4(稻壳 42.7 °C),分别比 T1(黑地膜)、T2(白地膜)提高 5.7 和 4.7 °C。其次是 T5(麦糠)、T7(生鸡粪)和 T3(石灰氮),分别比 T1(黑地膜)、T2(白地膜)提高 4.8, 3.8; 4.2, 3.2; 3.8, 2.8 °C。杨振翠等^[14]报道,在土壤中施入麦草和生石灰,采用 0.08 mm 普通 PE 塑料薄膜覆盖土壤,5 cm 土层日均地温比未覆膜土壤高 7.1 °C,均说明施入添加物对土壤有明显的增温作用。

Katan^[15]报道,*Verticillium dahliae* 的 2 种致病型在 37 °C 下的 LD₉₀ 分别为 28.8 和 25.8 d。由此推断,本试验中各处理在 45 d 的长时间高温当中,能很好地杀死作物根际周围土壤中的致病菌,20 cm 土层平均温度稍低于 10 cm 土层,但由于高温时间长,均能抑制致病菌的生长。

3.2 日光消毒对土壤微生物数量的影响

黄瓜土传病害的发生与土壤连作种植年限呈显著正相关^[16],而土壤中的真菌数量随着连作年限的延长而增加^[2],说明黄瓜土传病害的发生与土壤中真菌的数量有关;同时可以理解为,减少土壤中真菌数量可降低土传病害的发生率。本试验中,经过日光消毒后,土壤中真菌的数量比消毒前明显减少,其中 T3(石灰氮)处理的效果最为明显,对真菌的杀菌率达 79.7%,对细菌、放线菌的杀菌率分别达 95.5% 和 85.3%。崔国庆^[17]的研究表明,在 PDA 培养基中添加 1.5 mg/mL 石灰氮溶液,可以完全抑制黄瓜枯萎病菌菌丝的生长。T7(生鸡粪)处理对

土壤中真菌的杀菌率也较高,达到 74.2%。T4(稻壳)、T5(麦糠)处理土壤中的微生物数量减少虽不明显,但增温效果显著。Bending 等^[18]研究表明,土壤中施入麦秆能显著增加土壤微生物的多样性。本试验结果表明,土壤中施入麦糠且经日光消毒后,放线菌数量明显增加,其主要原因是在日光高温消毒期,放线菌是分解木质素、纤维素的优势菌群^[19]。

3.3 日光消毒对测试作物成苗率的影响

连作造成土传病害的发生,降低了后茬作物的成活率。杨振翠等^[14]研究发现,温室连作茄子黄萎病的发病率达 22.3%。陈志杰等^[20]研究表明,随着连作年限的增加,土传病害造成的病株率显著上升。而通过日光消毒可防治土传病害的发生^[9],降低连作作物的病株率,从而提高成苗率。董灵迪等^[21]研究发现,高温闷棚对茄子黄萎病发生率的相对防效为 88%,茄子成株率可达 93.5%。本试验中,覆膜处理的成苗率较 CK 和不覆膜 T12(裸地)处理均显著提高,其中以 T3(石灰氮)和 T7(生鸡粪)处理的成苗率均较高,其黄瓜、西瓜的成苗率分别达到 94.7%, 88.7% 和 87.3%, 84.7%。

日光消毒是利用高温杀死或抑制土壤中的有害微生物^[9],但关于土壤中施入不同添加物对土壤微生物生存环境的影响,以及在日光消毒过程中土壤微生物的动态变化,均有待进一步研究。

4 结论

夏季日光消毒,在 10 cm 土层,整个消毒期间大棚内地面覆膜和不覆膜处理的平均地温分别为 39.9, 34.3 °C,晴天期间分别为 41.1, 35.5 °C,可知不覆膜处理的地温明显低于覆膜处理。

本试验中,T3(石灰氮)处理具有明显的杀菌效果,能很好地杀死土壤中的有害病菌,提高作物的出苗率和成苗率。T7(生鸡粪)处理对土壤的增温效果虽不及 T4(稻壳)、T5(麦糠)处理,但却提高了测试作物的出苗率和成苗率。综合分析微生物变化以及出苗状况认为,T3(石灰氮)和 T7(生鸡粪)处理对防治黄瓜苗期土传病害均有一定的作用。

利用日光对土壤进行消毒,可有效清除土壤中的杂草,消除杂草对作物营养及生长空间的竞争。

[参考文献]

[1] 韩雪,吴凤芝,潘凯.根系分泌物与土传病害关系之研究综述[J].中国农学通报,2006,22(2):316-318.

Han X, Wu F Z, Pan K. Review on the relation between the

- root exudates and soil-spread disease [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(2): 316-318. (in Chinese)
- [2] 徐瑞富, 王小龙. 花生连作土壤微生物群落动态与土壤养分关系研究 [J]. 花生学报, 2003, 32(3): 19-24.
Xu R F, Wang X L. Relation of microbial population dynamics and nutrient in soil of continuous cropping with peanut [J]. Journal of Peanut Science, 2003, 32(3): 19-24. (in Chinese)
- [3] 邹莉, 袁晓颖, 李玲. 连作对大豆根部土壤微生物的影响研究 [J]. 微生物学杂志, 2005, 25(2): 27-30.
Zou L, Yuan X Y, Li L. Effects continuous cropping on soil microbes on soybean roots [J]. Journal of Microbiology, 2005, 25(2): 27-30. (in Chinese)
- [4] 桂敏, 莫锡君, 陈敏, 等. 不同消毒剂对非洲菊土传病害的防治效果 [J]. 农业网络信息, 2006(10): 108-109.
Gui M, Mo X J, Chen M, et al. Effect of control soil borne disease by different disinfectants in Gerbera [J]. Agriculture Network Information, 2006(10): 108-109. (in Chinese)
- [5] 杜英杰, 杨寿光, 李向英, 等. 氯化苦处理土壤防治草莓土传病害的效果和增产作用 [J]. 山东农业科学, 2007(4): 98-99.
Du Y J, Yang S G, Li X Y, et al. Effect of control soil borne disease and yield in strawberry to soil by Niklor [J]. Journal of Shandong Agricultural Sciences, 2007(4): 98-99. (in Chinese)
- [6] 吴艳飞, 张雪艳, 李元, 等. 轮作对黄瓜连作土壤环境和产量的影响 [J]. 园艺学报, 2008, 35(3): 357-362.
Wu Y F, Zhang X Y, Li Y, et al. Influence of rotation on continuous cropping soil environment and cucumber yield [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2008, 35(3): 357-362. (in Chinese)
- [7] 熊鸿焰, 李廷轩, 余海英. 水旱轮作条件下不同免耕年限土壤微生物数量及影响因素 [J]. 武汉大学学报: 理学版, 2008, 54(2): 244-248.
Xiong H Y, Li T X, Yu H Y. Amount of soil microorganism and influencing factor of different no-tillage years in "Paddy-Upland" rotation systems [J]. J of Wuhan Univ; Science Edition, 2008, 54(2): 244-248. (in Chinese)
- [8] 周立朴, 仲兆清, 刘滨疆, 等. 温室土传病害及其防治技术的最新进展 [J]. 现代化农业, 2004(2): 5-7.
Zhou L P, Zhong Z Q, Liu B J, et al. Recent research progress of control technique to soil borne disease in greenhouse [J]. Modernizing Agriculture, 2004(2): 5-7. (in Chinese)
- [9] 郑建秋, 师迎春, 许波, 等. 日光能高温消毒土壤防治蔬菜土传病虫害 [J]. 中国蔬菜, 1999(3): 39.
Zheng J Q, Shi Y C, Xu B, et al. Solar heating for soil pasteurization to control soil borne disease in vegetable [J]. China Vegetable, 1999(3): 39. (in Chinese)
- [10] 尹淑丽. 土壤处理防治土传病害的研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(28): 8922-8924.
Yin S L. Research advance in soil treatment controlling soil-borne pathogen [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(28): 8922-8924. (in Chinese)
- [11] 姚槐应, 黄昌勇. 土壤微生物生态学及其实验技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- Yao H Y, Huang C Y. Edaphon ecology and experimental technology [M]. Beijing: Science Press, 2006. (in Chinese)
- [12] 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1986.
Xu G H, Zheng H Y. Handbook on analysis methods of soil microorganism [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1986. (in Chinese)
- [13] 雷玉明. 土壤日光辐射对保护地茄子黄萎病防治效果的研究 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2004.
Lei Y M. Study on efficacy of soil solarization to eggplant verticillium dahliae in protective cultivation [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2004. (in Chinese)
- [14] 杨振翠, 孙述俊, 吴翠兰, 等. 温室土壤日光能高温消毒技术研究 [J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(2): 179-183.
Yang Z C, Sun S J, Wu C L, et al. Study on the solar heating for soil pasteurization in greenhouse [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2001, 36(2): 179-183. (in Chinese)
- [15] Katan J. Solar heating of soil for control of soilborne pests [J]. Ann Rev Phytopathol, 1981, 19: 211-236.
- [16] 陈志杰, 张锋, 张淑莲, 等. 温室黄瓜土传病害流行因素及环境友好型防治技术对策 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(增刊): 697-700.
Chen Z J, Zhang F, Zhang S L, et al. Epidemic factors of soil-borne diseases of cucumber and environment friendly control technique under sunlight greenhouse in Loess Hilly Region [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2006, 25(Suppl): 697-700. (in Chinese)
- [17] 崔国庆. 石灰氮防治土传病害机理及对蔬菜生长影响研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2006.
Cui G Q. Study on calcium cyanamide's control effect on soil disease and vegetable's growth [D]. Chongqing: Southwest University, 2006. (in Chinese)
- [18] Bending G D, Turner M K, Jones J E, et al. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities [J]. Soil Biol Biochem, 2002, 34: 1073-1082.
- [19] Godden B, Ball A S, Helvenstein P, et al. Towards elucidation of the lignin degradation path way in actinomycetes [J]. Journal of General Microbiology, 1992, 138: 2441-2448.
- [20] 陈志杰, 梁银丽, 张淑莲, 等. 日光温室不同连作年限对黄瓜主要病害的影响 [J]. 植物保护学报, 2006, 33(2): 219-220.
Chen Z J, Liang Y L, Zhang S L, et al. The influence of different continuous cropping periods on cucumber disease development in sunlight greenhouse [J]. Acta Phytopylacica Sinica, 2006, 33(2): 219-220. (in Chinese)
- [21] 董灵迪, 石琳琪, 焦永刚, 等. 日光能土壤高温消毒防治茄子黄萎病研究 [J]. 河北农业科学, 2009, 13(8): 19-21.
Dong L D, Shi L Q, Jiao Y G, et al. Study on solar heating of soil pasteurization for controlling eggplant verticillium wilt [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2009, 13(8): 19-21. (in Chinese)