



## 大棚秋番茄茎基腐病防控试验

王广印, 郭卫丽, 陈碧华, 薛晓庆

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南新乡 453003)

**摘要** 通过大田试验, 探讨遮阳网覆盖、穴盘基质育苗、药肥和生物菌肥灌根、土壤处理等防治大棚秋番茄茎基腐病的有效方法。结果表明, 大棚秋番茄覆盖遮阳网, 晴天遮阳率比对照大棚下降 49.89%, 白天地表温度平均降低 5.58℃, 地温平均降低约 1℃。覆盖大棚内小气候的改善促进了秋番茄的茁壮生长, 降低秋番茄茎基腐病发病率达 64.32%, 使秋番茄第 1 穗果实产量比对照棚的提高 23.30%。采用穴盘基质育苗, 可使大棚秋番茄茎基腐病发病率比对照降低 47.95%。采用“可立克”药肥对秋番茄秧苗喷灌根, 促进秋番茄植株和果实的生长, 使番茄第 1 果穗产量提高 40.84%, 且茎基腐病发病率为 0; 而冲施“968”生物菌肥会加重番茄茎基腐病的发生。春番茄秸秆还田对大棚秋番茄前期生长有抑制作用, 可使秋番茄前期结果率和产量下降, 且有利于秋番茄茎基腐病的发生。棉隆处理大棚土壤抑制秋番茄前期的生长, 使番茄第 1 穗果实膨大受到抑制, 单果质量明显降低, 而且对秋番茄茎基腐病无抑制作用; 而“棉隆+生物菌”处理土壤可使秋番茄第 1 果穗产量明显高于对照和棉隆处理, 降低茎基腐病发病率达 79.62%。综上, 遮阳网覆盖大棚、穴盘基质育苗、“可立克”药肥喷灌根及“棉隆+生物菌”处理土壤均是防治大棚秋番茄茎基腐病的有效方法。

**关键词** 大棚; 秋番茄; 番茄茎基腐病; 防控技术

中图分类号 S626.5; S641.2

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2019)01-0066-13

近年来, 由于设施番茄栽培大多数不能进行合理的轮作倒茬, 致使设施番茄茎基腐病的发生呈逐年加重的趋势, 已成为设施番茄生产中的重要问题之一<sup>[1-4]</sup>。特别是大棚秋番茄茎基腐病发病更为严重, 轻者可造成番茄缺苗断垄, 重者甚至整片死亡。据调查, 一般大棚秋番茄定植后 7~10 d 至第 1 花穗开花结果这段时间最易发病, 轻的发病率达 10%~20%, 重的可达 30%~40%。为此, 生产上往往通过被动的补苗措施来应急, 使番茄田植株整齐度差或缺苗, 进而降低产量与效益<sup>[3]</sup>。

目前, 对于番茄茎基腐病的防治措施主要有合理轮作、清除病残体、高温闷棚、培育无病苗、加强前期管理和药剂防治等<sup>[2-7]</sup>。但纵观前人研究资料发现, 对番茄茎基腐病的防治存在“二多二少”, 即仍依靠化学防治多, 药剂灌根多, 易产生抗药性, 而改变病害发病环境与条件的少, 生物技术措施应用的少。

遮阳网有良好的透气、遮阳、降温、防雨和防

虫作用, 在蔬菜栽培和育苗中多有应用<sup>[8-11]</sup>。穴盘基质育苗优势明显, 目前在蔬菜育苗中被普遍应用<sup>[12-15]</sup>。化学药剂灌根法也常应用于植物的病虫害防治<sup>[16-20]</sup>。

作物秸秆还田在农作物上研究较多<sup>[21-23]</sup>, 而在设施蔬菜栽培上亦有相关报道<sup>[24-27]</sup>。秸秆还田促进了黄瓜的株高、茎粗及地上部和根系的干鲜质量增加, 显著提高了黄瓜产量<sup>[24]</sup>。“沃丰宝”秸秆还田技术可提高地温、促进黄瓜早熟、延长采收期、提高抗病性并增加产量<sup>[25]</sup>。

棉隆是一种土壤熏蒸剂, 有效成分为甲基异硫氰酸酯, 对土传病原真菌和线虫等有很高活性, 已在黄瓜、番茄和辣椒等蔬菜作物上试验与应用<sup>[28-31]</sup>。张超等<sup>[30]</sup>研究表明, 高剂量棉隆对辣椒疫霉病的防效显著, 能明显抑制土壤微生物的活性, 降低土壤微生物的多样性。向礼波等<sup>[31]</sup>研究表明, 98%棉隆微粒剂对生姜根结线虫和茎腐病具有良好的防治效果。

本研究旨在通过遮阳网覆盖降温、穴盘基质

收稿日期: 2018-05-03 修回日期: 2018-09-01

基金项目: 河南省大宗蔬菜产业技术体系建设项目(S2010-03-G04); 河南省科技攻关重点项目(112102110023)。

第一作者: 王广印, 男, 教授, 硕士生导师, 研究方向为蔬菜栽培与生理生态。E-mail: wangguangyin@hist.edu.cn

育苗、药肥和菌肥灌根、土壤处理等番茄大田试验,探讨防治大棚秋番茄茎基腐病的有效方法,以便为生产应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试秋番茄品种‘改良汉诺威 1 号’由武汉楚为生物科技有限公司生产,‘北京龙粉’由北京孚瑞加农业科技有限公司生产,‘罗拉’由以色列海泽拉优质种子公司生产。遮阳网为遮阳率 40% 的黑色遮阳网,由浙江省台州市亿农网业有限公司生产。“激抗菌-968”冲施肥为水溶性微生物肥料,含黄链霉菌 2 亿/g,由山东聊城福田生物科技有限公司生产。“可立克”为微量元素水溶肥,由山东胜邦绿野化学有限公司生产。“968”微生物菌肥,有效活性菌 $\geq 2$  亿/g,由山东聊城福田生物科技有限公司生产。98%棉隆颗粒剂由浙江省海正化工股份有限公司生产。秋番茄育苗基质为通用型育苗基质,由济南鲁青种苗有限公司生产。

### 1.2 试验方法

1.2.1 遮阳网覆盖大棚试验 该试验在新乡市牧野区朱庄屯村原守霞农户的大棚内进行,选其 2 栋相同大棚,面积均为 1 000 m<sup>2</sup>,南北走向,相临排列。定植前 7 d,在处理大棚膜内侧设置全覆盖遮阳网,只留大棚两侧通风口处不盖网以便通风;对照大棚则在棚膜内侧不设置遮阳网。供试秋番茄品种为‘改良汉诺威 1 号’,于 2017-06-14 穴盘基质育苗,7 月 7 日定植。采用平畦栽培,株行距为 32 cm $\times$ 65 cm,每 667 m<sup>2</sup> 定植 3 000 株。处理大棚覆盖遮阳网 30 d,每天根据天气情况进行遮阳网的揭、盖管理。2 栋试验大棚的其他各种管理同生产。

大棚内小气候测定方法是分别在遮阳网覆盖大棚和对照大棚内按照测试要求安装 3 套照度计、干湿球温度表、曲管地温表和气压表,分别测定遮阳网覆盖大棚和对照大棚内的光照强度、空气相对湿度、气温及 0、5、10、15、20 cm 的地温。番茄定植后选 7 月 11 日晴天,在处理大棚全覆盖遮阳网的特定条件下,连续 24 h 分别测定 2 栋试验大棚内的小气候指标。

秋番茄定植后从茎基腐病开始发病之日起,每天全田统计覆盖处理大棚和对照大棚内秋番茄秧苗的发病株数,共统计 20 d。另外,在遮阳网处理大棚和对照大棚内各选取 5 个样点,每点选择

10 株番茄,于定植后第 5 天测量株高、茎粗和叶片数,每 10 d 测量 1 次,共测量 3 次。待第 1 穗番茄幼果直径达到 2 cm 左右时,开始用游标卡尺测量果实纵径和横径,每 10 d 测量 1 次,共测量 3 次。番茄第 1 穗果实成熟采收时,用电子天平称量单果质量,计算第 1 果穗的产量。

1.2.2 穴盘基质育苗试验 该试验在新乡市牧野区朱庄屯村程希道农户的大棚内进行,其大棚东西走向,面积为 667 m<sup>2</sup>,供试秋番茄品种为‘改良汉诺威 1 号’。试验设穴盘基质育苗和常规有土育苗 2 个处理,育苗穴盘选用 72 穴的黑盘,基质为商品基质。有土育苗为当地传统育苗方式,于大棚内整成平畦苗床,稀播量,不分苗,苗床上部适当遮阳。于 2017-06-15 在同一大棚内分别进行穴盘基质育苗和常规有土平畦育苗播种,7 月 8 日定植。采用平畦栽培,株行距为 32 cm $\times$ 65 cm,每 667 m<sup>2</sup> 定植 3 000 株。在大棚内设处理(穴盘基质育苗)小区和对照(常规有土育苗)小区,面积均为 100 m<sup>2</sup>,两区对比排列,3 次重复。试验棚的其他各种管理同生产。

定植后番茄植株生长测量、病害统计、第 1 穗果实生长测量与产量统计基本同“1.2.1”。

1.2.3 药肥和菌肥处理试验 该试验在新乡市牧野区朱庄屯村程希海农户的大棚内进行,大棚东西走向,面积为 667 m<sup>2</sup>,供试秋番茄品种为‘北京龙粉’。试验大棚内设“激抗菌-968”冲施肥处理、“可立克”水溶肥处理及对照共 3 个小区,每处理小区面积 70 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机区组排列。2017-06-17 穴盘基质育苗,7 月 9 日定植,采用平畦栽培,株行距为 32 cm $\times$ 65 cm,每 667 m<sup>2</sup> 定植 3 000 株。

“可立克”水溶肥处理:番茄定植后立即施用“可立克”微量元素水溶肥,30 g 肥兑水 15 kg,用普通喷雾器喷雾秧苗和喷淋茎基部灌根,每株药液用量 20 mL,5 d 处理 1 次,连续处理 3 次。

“激抗菌-968”冲施肥处理:番茄定植后立即顺水冲施“激抗菌-968”冲施肥,每 667 m<sup>2</sup> 冲施 15 kg,5 d 施 1 次,连施 3 次。

对照处理:只浇水,不进行任何药肥和菌肥处理。

试验大棚的其他各种管理同生产。定植后番茄植株生长测量、病害统计、第 1 穗果实生长测量与产量统计基本同“1.2.1”。

1.2.4 番茄秸秆还田试验 该试验在新乡市牧

野区朱庄屯村原守霞农户的大棚内进行,选其 2 栋相同大棚,东西走向,面积均为 667 m<sup>2</sup>,相临排列。供试秋番茄品种为‘改良汉诺威 1 号’,于 2017-06-20 穴盘育苗,7 月 15 日定植,平畦栽培,株行距为 32 cm×65 cm,每 667 m<sup>2</sup> 定植 3 000 株。

试验设计是定植前 45 d,处理大棚内上茬春番茄收获结束后,收起吊蔓绳,每 667 m<sup>2</sup> 均匀撒施腐熟有机肥 2 000 kg、碳酸氢铵 30 kg,利用小型旋耕机进行春番茄秸秆直接还田处理,旋耕深度 20 cm。在田间内做 2 m 宽大平畦并灌足水,密封大棚膜后高温闷棚 25 d,结束后再行整地、做畦、浇水、降温 and 定植。对照棚设计是按照当地习惯,前茬春番茄收获后,清洁田园,不施底肥,对原栽培畦进行简单浅耙与整理后,即准备定植,栽前 1 d 浇水降温。

2 个试验大棚的其他各种管理同生产。定植后番茄植株生长测量、病害统计、第 1 穗果实生长测量与产量统计基本同“1.2.1”。

1.2.5 棉隆处理土壤试验 该试验在新乡市牧野区朱庄屯村孔祥全农户的大棚内进行,大棚南北走向,面积 800 m<sup>2</sup>。供试秋番茄品种为‘罗拉’,于 2017-07-01 穴盘基质育苗,7 月 20 日定植。采用平畦栽培,株行距为 32 cm×65 cm,每 667 m<sup>2</sup> 定植 3 000 株。

试验设棉隆、“棉隆+生物菌”和对照共 3 个处理。大棚面积的 1/4 作为棉隆处理区,1/4 作为“棉隆+生物菌”处理区,1/2 作为对照区。

上茬大棚春番茄收获后,清洁田园,浇足水 1 遍,合墒时利用小型旋耕机旋耕地 1 遍(旋耕深度 20 cm),并在棉隆、“棉隆+生物菌”2 个处理区内均匀撒施 98% 棉隆颗粒剂,每 667 m<sup>2</sup> 用量 30 kg,再用小型旋耕机耕地 2 遍,然后地面纵向覆盖新农膜(厚度 0.08 mm),封严农膜接缝,高温熏蒸 20 d。熏蒸结束后,敞气,再行整地、做平畦与定植。

“棉隆+生物菌”处理是棉隆处理后,于整地时,再在处理畦内撒施“968”微生物菌肥,每 667 m<sup>2</sup> 施用 150 kg,然后做平畦与定植。

对照区设计是只在区内撒施 10% 噻唑膦颗粒剂(防治根结线虫),每 667 m<sup>2</sup> 用量为 4 kg,用小型旋耕机整地 1 遍(旋耕深度 20 cm),再行整地、做平畦与定植。

试验大棚的其他各种管理同生产。定植后番茄植株生长测量、病害统计、第 1 穗果实生长测量

与产量统计基本同“1.2.1”。

## 2 结果与分析

### 2.1 遮阳网覆盖对大棚内小气候、番茄生长、结果及茎基腐病的影响

2.1.1 对大棚内小气候的影响 对大棚内光照度的影响。由图 1 可以看出,遮阳网覆盖大棚内的光照度明显低于对照棚。从 6:00 开始,光照持续增强,14:00 对照棚内最高光照度达 71 616 lx,而遮阳网覆盖大棚光照度则为 32 000 lx,比对照降低 55.31%;14:00 后,光照度开始下降。在白天,对照棚平均光照度为 34 735.2 lx,而遮阳网覆盖大棚则为 17 405.3 lx,比对照降低 49.89%。可见,覆盖遮阳网大棚的遮阳效果比较显著。

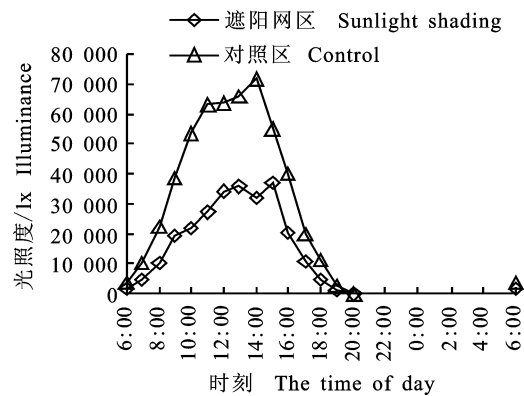


图 1 遮阳网覆盖对大棚内光照度的影响  
Fig. 1 Effects of sunlight shading on illuminance in plastic tunnel

对大棚内气温的影响。由图 2 可以看出,从 6:00 开始,2 个试验大棚内气温逐渐升高,白天最高气温出现在 15:00,遮阳网覆盖大棚最高气温为 40.4 °C,对照大棚为 38.0 °C,遮阳网覆盖大棚高于对照大棚 2.4 °C。15:00 之后,2 个试验大棚内气温开始下降,一直到第 2 天 6:00。统计表明,从 6:00 至 18:00,遮阳棚平均气温为 34.02 °C,而对照棚为 33.01 °C,遮阳棚平均气温高于对照棚 1.01 °C。在夜间,遮阳棚平均气温为 27.92 °C,而对照棚为 28.38 °C,遮阳棚低于对照 0.46 °C。可见,在白天,覆盖遮阳网大棚内气温略高于对照大棚,而晚间气温又稍低于对照大棚。

对大棚内空气相对湿度的影响。由图 3 可以看出,从 6:00 开始,2 个试验大棚内空气相对湿度逐渐下降,白天最低湿度出现在 15:00,遮阳网覆盖棚最高空气相对湿度为 47%,对照棚为 46%,遮阳棚空气相对湿度稍高于对照大棚。

15:00 之后,2 个试验大棚内空气相对湿度开始回升,一直到第 2 天 4:00,遮阳覆盖大棚和对照棚空气相对湿度分别高达 96%和 95%。统计表明,遮阳覆盖大棚全天空气相对湿度平均为 76.64%,对照棚为 71.24%,遮阳覆盖大棚比对照棚空气相对湿度提高了 7.6%。可见,无论白天还是夜间,始终都是覆盖遮阳网大棚内的空气相对湿度稍高于对照大棚。

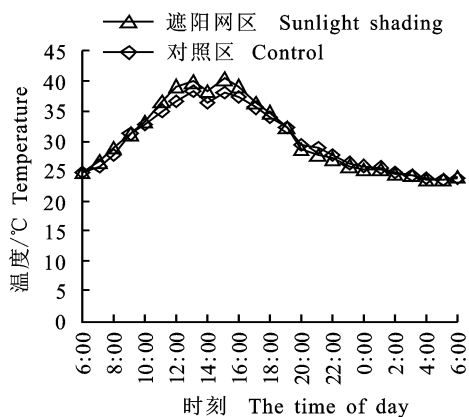


图 2 遮阳网覆盖对大棚内气温的影响  
Fig. 2 Effects of sunlight shading on air temperature in plastic tunnel

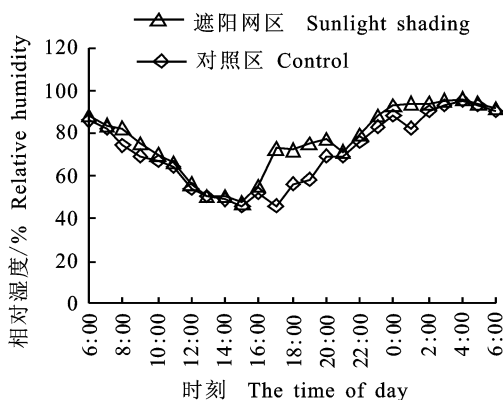


图 3 遮阳网覆盖对大棚内空气相对湿度的影响  
Fig. 3 Effects of sunlight shading on relative humidity in plastic tunnel

对大棚内地表温度的影响。由图 4 可以看出,从 6:00 开始,2 个试验大棚内地表温度开始升高,至 13:00,遮阳网覆盖大棚地表最高温达 41.30 °C,对照棚为 50.0 °C,遮阳网覆盖棚最高地表温度比对照大棚低 8.70 °C。从白天平均地表温度看,遮阳网覆盖棚为 28.05 °C,对照棚为 33.63 °C,遮阳网覆盖棚比对照棚低 5.58 °C。从全天平均地表温度看,遮阳网覆盖棚为 31.31 °C,对照棚为 33.63 °C,遮阳网覆盖棚比对照棚低

2.32 °C。可见,不论是白天还是夜间,都是遮阳网覆盖棚内的地表温度低于对照棚。

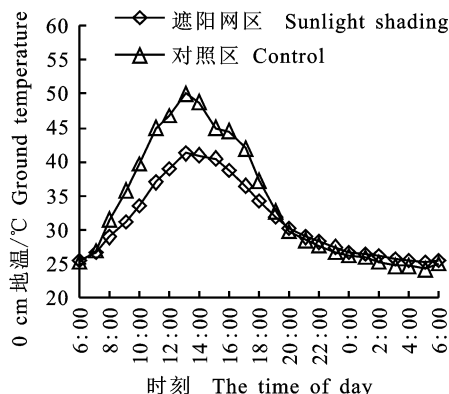


图 4 遮阳网覆盖对大棚内地表温度的影响  
Fig. 4 Effects of sunlight shading on ground temperature in plastic tunnel

对大棚内地温的影响。由图 5 可以看出,从 6:00 开始,试验大棚内土壤 5、10、15、20 cm 深度处地温均开始升高,5、10、15 cm 处达到最高地温的时间是 16:00,仅 20 cm 深度处出现在 17:00。从日最高地温和日平均地温的比较看,从 5~20 cm 深处,均随着土壤深度的增加,地温呈逐渐下降趋势。当日测定结果统计表明,遮阳网覆盖棚土壤 5、10、15、20 cm 不同深度地温比对照棚分别降低 0.76 °C、1.09 °C、0.88 °C、1.16 °C。可见,土壤 5、10、15、20 cm 不同深度地温均是遮阳网覆盖大棚低于对照大棚。

2.1.2 对大棚秋番茄植株生长的影响 由表 1 可以看出,3 次测定结果显示,遮阳网覆盖棚与对照棚的番茄株高、茎粗和叶片数均有差异。随着生长期的增长,遮阳网覆盖大棚和对照大棚番茄均是植株长高,茎加粗,叶片数增多,但遮阳网覆盖大棚番茄的株高、茎粗和叶片数都要大于对照大棚。说明,覆盖遮阳网促进了大棚内番茄的茁壮生长。

2.1.3 对大棚秋番茄第 1 穗果实生长与产量的影响 由表 2 可以看出,遮阳网覆盖大棚内的番茄植株第 1 果穗的平均结果数比对照大棚稍多,单果质量增加。从第 1 果穗单株产量来看,遮阳网覆盖的第 1 果穗单株产量比对照大棚提高 23.31%。说明,覆盖遮阳网不仅使大棚内番茄植株生长良好,而且还明显提高了第 1 果穗的产量。

2.1.4 对大棚内秋番茄茎基腐病的影响 由图 6 可以看出,对照大棚内番茄秧苗的日发病率明

显高于覆盖遮阳网大棚,发病高峰期在定植后的第 4~10 天。统计表明,未覆盖遮阳网的大棚秋番茄茎基腐病总发病率为 9.50%,覆盖遮阳网的秋番茄苗总发病率为 3.39%,覆盖遮阳网的大棚总发病率比未覆盖遮阳网的降低 64.32%。

### 2.2 穴盘基质育苗对大棚秋番茄生长、结果及茎基腐病的影响

2.2.1 对大棚秋番茄生长的影响 由表 3 可以

看出,随着生长期的增长,穴盘基质育苗的生长势比有土育苗的生长势增强,在株高和茎粗方面略显优势。

2.2.2 对大棚秋番茄第 1 穗果实生长与产量的影响 由表 4 可以看出,与有土育苗相比,穴盘基质育苗第 1 果穗的果实个数、果实膨大速度及单果质量有所增加,但第 1 果穗果实产量仅提高 8.5%。

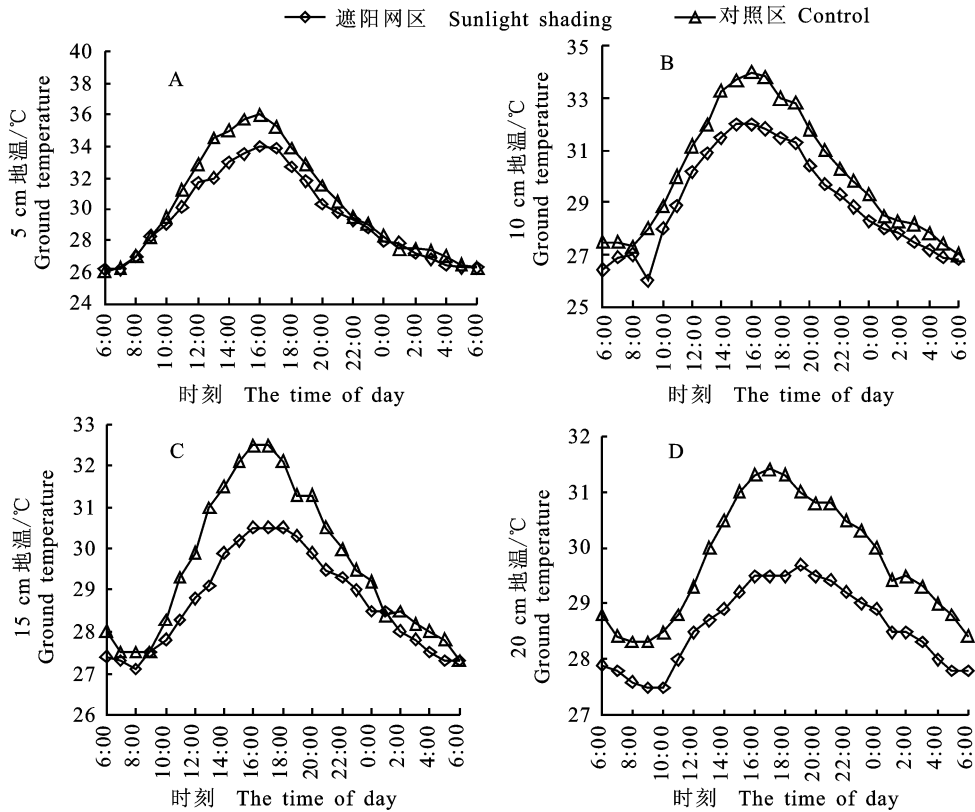


图 5 遮阳网覆盖对大棚内不同土壤深度地温的影响

Fig. 5 Effects of sunlight shading on temperature change at different depths of soil during a day in plastic tunnel

表 1 遮阳网覆盖下秋番茄植株生长

Table 1 The growth of autumn tomato plant under sunlight shading

处理 Treatment	株高/cm Plant height			茎粗/mm Stem diameter			叶片数 Leaf number		
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd
覆盖大棚 Sunlight shading	15.9 a	32.2 a	64.5 a	3.85 a	7.81 a	9.40 a	3.9 a	6.5 a	10.5 a
对照棚 Control	13.4 a	25.6 a	53.3 b	3.57 a	7.40 a	8.90 b	3.8 a	6.1 a	10.1 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column represented significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2.3 对大棚秋番茄茎基腐病的影响 由图 7 可以看出,穴盘基质育苗与有土育苗在定植后第 2 天即开始发生茎基腐病,定植后 10 d 为发病高峰期。调查结果显示,穴盘基质育苗栽植区的秋

番茄总发病率平均为 7.35%,有土育苗的总发病率平均为 14.12%,穴盘基质育苗处理的总发病率比有土育苗的总发病率降低 47.95%。

表 2 遮阳网覆盖对大棚秋番茄第 1 穗果实生长与产量的影响

Table 2 Effect of sunlight shading on growth and yield of tomato fruits of the first panicle at autumn tomato fruits

处理 Treatment	纵径/cm Vertical diameter			横径/cm Transverse diameter			果实数 Number of fruits	单果质量/g Single fruit mass	第 1 穗产量/g Yield of the first panicle fruit
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd			
覆盖大棚 Sunlight shading	3.42 a	4.60 a	5.22 a	3.70 a	5.10 a	5.80 a	3.6 a	118.77 a	427.57 a
对照棚 Control	3.34 a	4.49 a	5.06 a	3.45 a	4.91 a	5.51 b	3.2 a	108.36 b	346.75 b

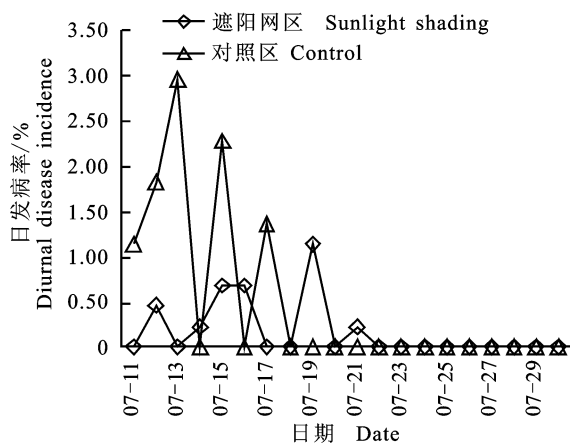


图 6 遮阳网覆盖对大棚秋番茄茎基腐病的影响

Fig. 6 Effects of sunlight shading on tomato stem *Fusarium* rot

2.3 药肥和菌肥浇灌根区对大棚秋番茄生长、结果及茎基腐病的影响

2.3.1 对大棚秋番茄生长的影响 由表 5 可以看出,“968”、“可立克”和对照区番茄的株高、茎粗和叶片数均有所差异。随着生长期的增长,处理和对照区番茄均植株长高,茎加粗,叶片数增多;但对照处理区的植株相对生长势较弱,株高且茎细,似有徒长现象;而“可立克”处理区的植株相对比较壮实,表现为植株稍矮且茎粗,叶片数稍多。

2.3.2 对大棚秋番茄第 1 穗果实生长与产量的影响 由表 6 可以看出,与对照相比,“968”和“可立克”处理的番茄第 1 穗果实的结果数多于对照,特别是果实单果质量显著增加,且“可立克”处理的第 1 穗产量比对照提高 40.84%,“968”处理也提高 11.46%。

表 3 穴盘基质育苗大棚秋番茄生长状况

Table 3 The growth of autumn tomato using plug substrate seedlings in plastic tunnel

处理 Treatment	株高/cm Plant height			茎粗/mm Stem diameter			叶片数 Leaf number		
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd
穴盘基质育苗 Plug substrate seedling	16.6 a	37.4 a	70.4 a	4.55 a	7.77 a	9.46 a	4.5 a	7.9 a	12.3 a
有土育苗 Soil-grown seedling	18.0 a	34.9 a	63.6 b	4.57 a	7.34 a	8.96 b	4.2 a	7.3 a	11.6 a

表 4 穴盘基质育苗秋番茄第 1 穗果实生长与产量

Table 4 The growth and first panicle fruit yield of tomato using plug substrate seedlings

处理 Treatment	纵径/cm Vertical diameter			横径/cm Transverse diameter			果实数 Number of fruits	单果质量/g Single fruit mass	第 1 穗产量/g Yield of the first panicle fruit
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd			
穴盘基质育苗 Plug substrate seedling	3.63 a	4.55 a	4.92 a	4.12 a	5.36 a	5.86 a	3.7 a	102.96 a	380.95 a
有土育苗 Soil-grown seedling	3.45 a	4.30 a	4.71 a	4.03 a	5.33 a	5.78 a	3.5 a	101.80 a	351.21 b

表 5 药肥和菌肥浇灌根区秋番茄生长

Table 5 The growth of autumn tomato irrigated with medical fertilizer and bacterial fertilizer around root in plastic tunnel

处理 Treatment	株高/cm Plant height			茎粗/mm Stem diameter			叶片数 Leaf number		
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd
可立克 Corek	13.6 b	27.3 b	55.7 b	4.82 a	7.51 a	9.72 a	4.8 a	7.0 a	12.2 a
968	17.3 a	35.8 a	68.00 a	4.25 a	7.40 ab	9.07 ab	4.2 a	6.9 a	11.6 ab
对照 Control	19.3 a	36.3 a	71.4 a	3.53 b	6.80 a	8.93 b	3.3 a	6.0 b	11.2 b

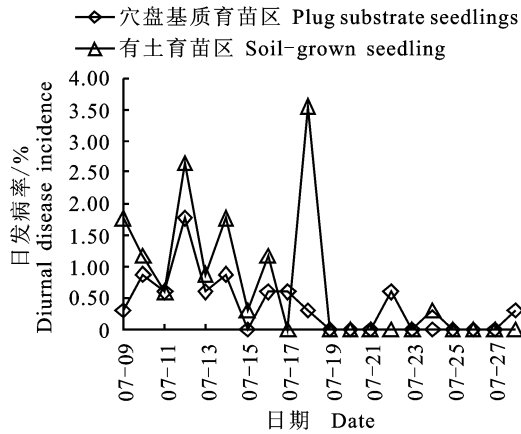


图7 穴盘基质育苗对大棚秋番茄茎基腐病的影响  
Fig. 7 Effects of plug substrate seedlings on tomato *Fusarium* stem rot in plastic tunnel

2.3.3 对大棚秋番茄茎基腐病的影响 由图8可以看出,“968”冲施肥处理使得番茄植株茎基腐病总发病率最高达13.53%,而对照仅为2.16%，“可立克”药肥喷灌根区处理则总发病率为0。可见,“可立克”药肥防病效果明显,而“968”冲施肥有提高发病率的作用。

2.4 春番茄秸秆还田对大棚秋番茄生长、结果及茎基腐病的影响

2.4.1 对大棚秋番茄生长的影响 由表7可见,采用春番茄秸秆还田处理使得大棚秋番茄前期生长势明显减弱,番茄株高、茎粗和叶片数都明显低于对照。这说明春番茄秸秆还田对大棚秋番茄前期生长有抑制作用。

2.4.2 对大棚秋番茄第1穗果实生长和产量的影响 由表8可见,随着大棚秋番茄生长期的增长,春番茄秸秆还田区大棚秋番茄第1穗果实不断膨大,处理与对照区的果实纵横径差距逐渐缩小,但秸秆还田处理区的秋番茄第1果穗单果质量和第1果穗产量还是明显小于对照区。说明,春番茄秸秆还田使大棚秋番茄前期第1穗果实单果质量和第1穗果实产量下降。

2.4.3 对大棚秋番茄茎基腐病的影响 由图9可见,春番茄秸秆还田区茎基腐病总发病率明显高于对照区,说明,春番茄秸秆还田处理有利于大棚秋番茄茎基腐病的发生。

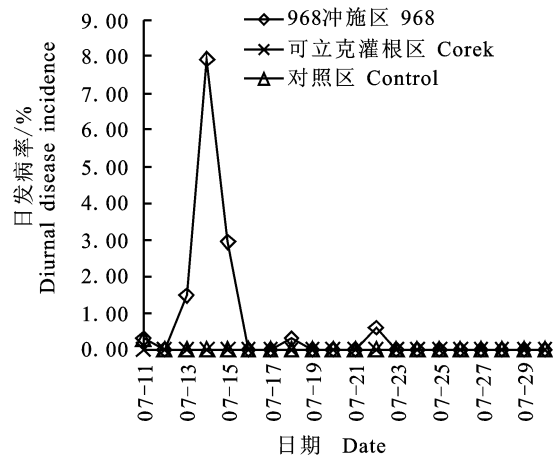


图8 药肥和菌肥浇灌根区处理对大棚秋番茄茎基腐病的影响  
Fig. 8 Effects of root-irrigation with medical or bacterial fertilizer on tomato stem base *Fusarium* in plastic tunnel

表6 药肥和菌肥浇灌根下番茄第1穗果实生长与产量

Table 6 The growth and yield of autumn tomato first panicle irrigated with medical fertilizer and bacterial fertilizer around root

处理 Treatment	纵径/cm Longitudinal diameter			横径/cm Transverse diameter			果实数 Number of fruits	单果质量/g Single fruit mass	第1果穗产量/g Yield of the first panicle fruit
	第1次 1st	第2次 2nd	第3次 3rd	第1次 1st	第2次 2nd	第3次 3rd			
可立克 Corek	3.42 a	4.64 a	5.23 a	3.94 a	5.50 a	6.22 a	4.1 a	131.52 a	539.23 a
968	3.54 a	4.70 a	5.23 a	3.95 a	5.22 ab	5.80 ab	3.7 a	115.02 b	425.57 b
对照 Control	3.55 a	4.69 a	5.20 a	3.80 a	5.09 a	5.70 b	3.6 a	106.35 c	382.86 c

表7 春番茄秸秆还田处理下秋番茄生长状况

Table 7 The growth of autumn tomato under spring tomato straw returning to field

处理 Treatment	株高/cm Plant height			茎粗/mm Stem diameter			叶片数 Leaf number		
	第1次 1st	第2次 2nd	第3次 3rd	第1次 1st	第2次 2nd	第3次 3rd	第1次 1st	第2次 2nd	第3次 3rd
春番茄秸秆还田 Spring tomato straw returning to field	11.9 b	23.5 b	54.0 b	3.90 a	6.82 b	8.44 b	3.0 b	6.0 b	11.0 b
对照 Control	20.1 a	39.0 a	75.3 a	4.27 a	7.60 a	9.20 a	4.4 a	7.7 a	12.4 a

表 8 春番茄秸秆还田处理下秋番茄第 1 穗果实生长与产量

Table 8 The growth and yield of tomato fruit at first panicle under spring tomato straw returning to field

处理 Treatment	纵径/cm Vertical diameter			横径/cm Transverse diameter			果实数 Number of fruits	单果质量/g Single fruit mass	第 1 果穗产量/g Yield of the first panicle fruit
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd			
	春番茄秸秆还田 Spring tomato straw returning to field	2.88 b	3.96 a	4.52 a	3.20 b	4.53 a			
对照 Control	3.44 a	4.29 a	4.68 a	3.99 a	5.08 a	5.53 a	4.0 a	93.36 a	373.44 a

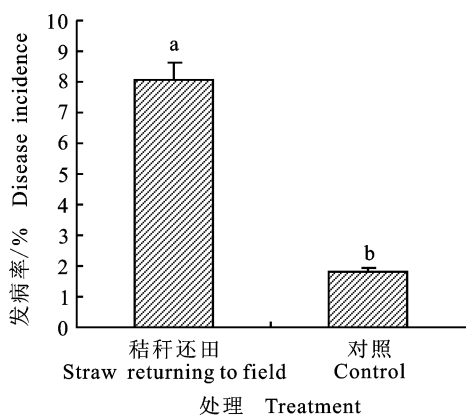


图 9 春番茄秸秆还田处理对大棚秋番茄茎基腐病的影响

Fig. 9 Effects of spring tomato straw returning to field on tomato *Fusarium* stem rot in plastic tunnel

2.5 棉隆处理土壤对大棚秋番茄植株生长、结果及茎基腐病的影响

2.5.1 对大棚秋番茄植株生长的影响 由表 9 可见,“棉隆+生物菌”处理的番茄株高、茎粗和叶片数与对照差异不明显,而棉隆处理的番茄植株

的株高、茎粗和叶片数明显低于对照。这说明,棉隆处理对大棚秋番茄的生长有抑制作用。

2.5.2 对大棚秋番茄第 1 穗果实生长与产量的影响 由表 10 可以看出,与对照相比,棉隆处理土壤的大棚秋番茄第 1 穗果实膨大受到抑制,不仅膨大速度慢,而且果实单果质量也明显降低。而“棉隆+生物菌”处理使果实膨大不受影响,甚至还有促进作用。从第 1 果穗结果数量、单果质量和产量来看,棉隆处理土壤对大棚秋番茄第 1 穗果实生长起到抑制作用,而“棉隆+生物菌”处理的第 1 果穗产量明显高于对照和棉隆处理。可见,棉隆处理土壤后,配施生物菌肥对大棚秋番茄第 1 穗果实生长起到促进作用。

2.5.3 对大棚秋番茄茎基腐病的影响 由图 10 可以看出,与对照相比,棉隆处理土壤并未降低番茄茎基腐病的发病率,但“棉隆+生物菌”处理则显著降低番茄茎基腐病的发病率,比对照降低发病率达 79.62%,显示出配施生物菌肥的防病作用。可见,棉隆处理土壤对大棚秋番茄茎基腐病无防治作用,但配施生物菌肥后防病效果显著提高。

表 9 棉隆处理下秋番茄植株生长

Table 9 The growth of autumn tomato in plastic tunnel under dazomet treatment

处理 Treatment	株高/cm Plant height			茎粗/mm Stem diameter			叶片数 Leaf number		
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd
	棉隆 Dazomet	17.8 a	24.3 b	38.8 b	4.22 b	4.91 b	6.36 b	4.7 b	7.0 b
棉隆+生物菌 Dazomet and Bio-bacteria	18.4 a	28.2 ab	45.8 ab	5.15 a	5.96 a	7.28 a	5.3 a	7.3 a	10.5 a
对照 Control	18.3 a	31.1 a	47.7 a	5.15 a	6.15 a	7.26 a	5.8 a	7.9 a	10.8 a

表 10 棉隆处理下大棚秋番茄第 1 穗果实生长与产量

Table 10 The growth and yield of tomato fruit at first panicle under dazomet treatment

处理 Treatment	纵径/cm Longitudinal diameter			横径/cm Transverse diameter			果实数 Number of fruits	单果质量/g Single fruit mass	第 1 果穗产量/g Yield of the first panicle fruit
	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd	第 1 次 1st	第 2 次 2nd	第 3 次 3rd			
	棉隆 Dazomet	2.92 a	3.19 b	3.64 b	2.87 a	3.53 b			
棉隆+生物菌 Dazomet and Bio-bacteria	2.93 a	4.14 a	4.54 a	3.18 a	4.79 a	5.30 a	3.8 a	134.00 a	509.2 a
对照 Control	2.73 a	3.7 ab	4.48 a	2.92 a	4.48 a	5.13 a	3.5 a	130.67 a	457.4 b



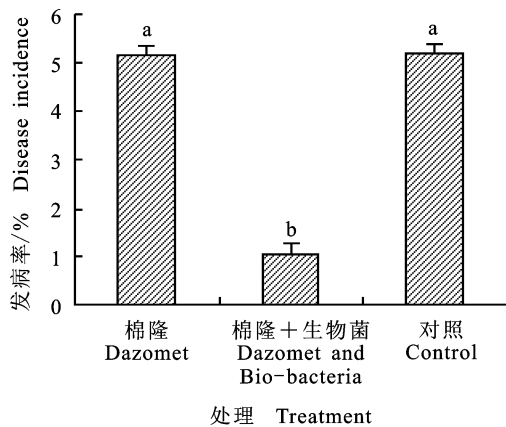


图 10 棉隆处理土壤对大棚秋番茄茎基腐病的影响  
Fig. 10 Effects of dazomet treatment on tomato *Fusarium* stem rot in plastic tunnel

### 3 讨论与结论

#### 3.1 遮阳网覆盖大棚的降温防病效果

闫秋艳等<sup>[11]</sup>试验表明,遮阳网覆盖使设施环境温度降低 $2\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,而对照未覆盖处理番茄幼苗的株高、茎粗、叶面积、生物量等均显著低于遮阳网覆盖处理。刘玉梅等<sup>[32]</sup>研究表明,随着遮光率的降低,白色遮阳网和传统黑色遮阳网覆盖处理番茄幼苗的株高、茎粗、叶面积、干质量、壮苗指数、光合色素含量、根系活力和叶片厚度均比对照增加。

本研究结果表明,大棚秋番茄定植前后覆盖遮阳网的大棚遮阳效果显著,白天气温略高于对照,夜间气温稍有下降,空气相对湿度略有增加。特别是遮阳网覆盖大棚内白天地表温度平均降低 $5.58\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,平均地温降低约 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。遮阳网覆盖大棚内小气候的改善也促进了番茄植株的茁壮生长,降低番茄秧苗茎基腐病发病率达 $64.32\%$ ,使第1穗果实产量比对照棚提高了 $23.31\%$ 。同时,试验结果反映强光、高地温是大棚秋番茄茎基腐病发生的诱因。

本试验遮阳网覆盖处理降低气温效果稍差,可能与其采用大棚内覆盖遮阳网的方式有关<sup>[10]</sup>。本试验结果与闫秋艳等<sup>[8,11]</sup>和刘玉梅等<sup>[32]</sup>的结果基本一致。

#### 3.2 大棚秋番茄穴盘基质育苗的防病效果

大棚秋番茄传统育苗是采用有土平畦育苗方式,在起苗、运苗、定植等过程中伤根伤叶严重,易导致病原菌的侵入<sup>[7]</sup>。育苗移栽缓苗前后是病菌侵染的重要时期<sup>[4]</sup>,而由于穴盘基质育苗保护了

根系的完整性,定植后缓苗快,比有土育苗的植株生长旺盛<sup>[12]</sup>。

本研究结果表明,采用穴盘基质育苗,大棚秋番茄秧苗生长与结果稍有一定的优势,尤其是大棚秋番茄茎基腐病发病率比对照降低 $47.95\%$ ,防病效果明显。

#### 3.3 药肥与菌肥处理番茄根区的促长防病效果

药剂灌根是防治病虫害的有效措施之一<sup>[18-20]</sup>。本试验采用“可立克”药肥喷株灌根处理大棚秋番茄苗,促进了秋番茄的生长与结果,使第1果穗产量提高 $40.84\%$ ,且茎基腐病发病率为0,防病效果显著。而“968”处理虽然也对秋番茄生长与结果有一定的促进作用,但定植后立即冲施“968”肥会加重茎基腐病的发生,死苗率增加。可见,大棚秋番茄秧苗定植后高温条件下不宜随即施用“968”冲施肥。

“968”冲施肥是一种生物菌肥,夏季高温下,在大棚秋番茄秧苗定植后立即冲施可能会引起根茎的损伤,而导致茎基腐病的加重。另外,也可能与“968”冲施肥的施用浓度偏大有关。

#### 3.4 番茄秸秆还田的防病效果

蔬菜秸秆还田研究报道较少<sup>[33-34]</sup>。秸秆还田的效应也有正反两个方面。范乃忠<sup>[21]</sup>研究表明,“秸秆还田+深耕”改善了小麦的生物学性状,增加了小麦株高、茎粗、穗长、每 $667\text{ m}^2$ 穗数、穗粒数和粒质量及产量。徐金强等<sup>[33]</sup>研究表明,大蒜秸秆还田可优化温室番茄连作土壤微生物环境,减轻根结线虫的发生。李鑫等<sup>[35]</sup>研究表明,秸秆还田能明显增加设施土壤中固氮菌、钾细菌、有机磷细菌的数量,并随施用年限的增加而增加,亦能减少土壤中无机磷细菌的数量。而穆长安等<sup>[36]</sup>报道,秸秆还田使小麦纹枯病、小麦全蚀病、小麦赤霉病、蜗牛和二点委夜蛾等的危害加重。据张明怡<sup>[37]</sup>报道,秸秆还田后,秸秆中某些病菌难以移出大田而未被消灭,从而增加了病菌的数量,使病害率增加。张悦等<sup>[23]</sup>也认为,秸秆还田方式、数量、深度、年限、种植品种等的不同,对病虫害的影响程度也不相同。一般秸秆浅层还田会加重病虫害发生,秸秆深耕还田可降低病虫害发生。

本研究结果表明,春番茄秸秆还田对秋番茄前期生长有抑制作用,使秋番茄第1穗结果和产量下降,这与范乃忠<sup>[21]</sup>、高青海等<sup>[24]</sup>、毛丽萍等<sup>[25]</sup>的研究结果相反。而对秋番茄茎基腐病的发生有利,与穆长安等<sup>[36]</sup>、张明怡<sup>[37]</sup>、张悦等<sup>[23]</sup>

的研究报道相似,这可能与秸秆还田提高了地温<sup>[25]</sup>、孔隙度增加<sup>[35,38]</sup>有关。因为高温是秋番茄茎基腐病发生的主要原因<sup>[2,4,39]</sup>。因此,从对大棚秋番茄前期生长和防病的角度看,春番茄秸秆还田不宜在本茬大棚秋番茄临种植前采用。

### 3.5 棉隆处理大棚土壤的防病效果

本研究结果表明,棉隆处理大棚土壤抑制了大棚秋番茄前期的生长,使秋番茄第 1 穗果实膨大受到抑制,果实单果质量也明显降低,且对茎基腐病无抑制作用;但“棉隆+生物菌”处理的第 1 果穗产量明显高于对照和棉隆处理,且明显降低了茎基腐病的发病率。

棉隆具有杀菌作用,但棉隆单独处理土壤对番茄茎基腐病菌似乎没有起到抑制作用。这可能与处理时的耕作、闷地等操作提高了土温有关。

棉隆单独处理土壤的作用有限,但把生物菌肥配施到棉隆处理过的土壤中,可对比照区降低茎基腐病的发病率 79.62%,说明土壤中的生物菌对病害起到抑制作用,似乎把棉隆与生物菌联合应用效果更明显。这与庞超等<sup>[40]</sup>、聂海珍等<sup>[41]</sup>、刘超等<sup>[42]</sup>的研究结果基本一致。高苇等<sup>[43]</sup>研究表明,经过棉隆和生物菌肥协同处理后,对芹菜根腐病防效高达 95.14%,说明棉隆对芹菜根腐病具有显著的防治效果,与生物有机肥协同应用,可以维持土壤微生物结构,对土传病害的可持续控制具有重要的意义。

“激抗菌-968”微生物肥料含黄链霉菌 2 亿/g,菌肥的应用效果主要是黄链霉菌起到一定的作用。王友平等<sup>[44]</sup>研究表明,细黄链霉菌菌剂用量为 30 kg/hm<sup>2</sup> 时,可有效促进番茄生长,显著改善番茄果实的营养品质。而郭建军等<sup>[45]</sup>研究显示,细黄链霉菌可明显促进油菜根系的生长发育,菌剂的使用对提高油菜产量具有显著作用。李堆淑<sup>[46]</sup>的研究也显示,细黄链霉菌对黄芩根腐病菌的抗病性也比较显著。

#### 参考文献 Reference:

[1] 任爱芝,赵培宝,李 营,等.保护地番茄茎基腐病拮抗真菌的分离与筛选[J].安徽农业科学,2009,37(1):213-214.  
REN A ZH,ZHAO P B,LI Y,*et al.* Isolating and screening of antagonistic fungi against root-stem rotten diseases of tomato in green house[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*,2009,37(1):213-214.

[2] 孙丰宝.日光温室秋冬茬番茄腐霉茎基腐病的发生与防治[J].农业科技通讯,2006(12):33.  
SUN F B. Occurrence and control of *Pythium stalk rot* in

autumn and winter in solar greenhouse[J]. *Agricultural Science and Technology Communication*,2006(12):33.

[3] 王学梅,崔静英,于 蓉,等.日光温室秋冬茬番茄茎基腐病的发生规律及防治技术[J].北方园艺,2010(2):64-66.  
WANG X M,CUI J Y,YU R,*et al.* Occurrence regularity and control techniques of basal stem rot of tomato in autumn-winter greenhouse [J]. *Northern Horticulture*,2010(2):64-66.

[4] 罗丹娜.樱桃番茄腐霉茎基腐病的综合防治[J].吉林蔬菜,2010(6):50.  
LUO D N. Comprehensive prevention and control of cherry tomato rot stem base rot disease [J]. *Jilin Vegetable*,2010(6):50.

[5] 王振学,刘计刚.番茄茎基腐病的诊断与防治[J].农业知识,2009(22):35-36.  
WANG ZH X,LIU J G. Diagnosis and control of tomato stem base rot disease [J]. *Agricultural Knowledge*,2009(22):35-36.

[6] 邢光耀.几种药剂混配对番茄茎基腐病的防治试验[J].长江蔬菜,2013(14):61-62.  
XING G Y. Control of tomato root rot by mixture of several chemicals[J]. *Changjiang Vegetable*,2013(14):61-62.

[7] 张建文,许永峰,陈秀蓉.张掖市番茄茎基腐病田间发病规律及防治方法研究[J].植物保护,2007,33(2):123-127.  
ZHANG J W,XU Y F,CHEN X R. Study on the occurrence regularity and control methods of tomato stalk rot in Zhangye[J]. *Plant Protection*,2007,33(2):123-127.

[8] 闫秋艳,刘厚诚,陈日远,等.不同颜色遮阳网对番茄幼苗生长的影响[J].广东农业科学,2010(2):48-50.  
YAN Q Y,LIU H CH,CHEN R Y,*et al.* Effects of different shade shading nets on the growth of tomato seedlings [J]. *Guangdong Agricultural Science*,2010(2):48-50.

[9] 刘 星,常 义,张 征.蔬菜遮阳网覆盖的作用、方式和栽培技术[J].长江蔬菜,2017(19):39-40.  
LIU X,CHANG Y,ZHANG ZH. Functions, methods and cultivation techniques of vegetable sunshade net covering [J]. *Changjiang Vegetable*,2017(19):39-40.

[10] 汪 波,刘 建,李 波,等.夏季遮阳网覆盖对塑料薄膜大棚小气候的影响[J].江苏农业科学,2015,43(1):479-483.  
WANG B,LIU J,LI B,*et al.* Effect of summer shading net on microclimate in plastic film greenhouse [J]. *Jiangsu Agricultural Science*,2015,43(1):479-483.

[11] 闫秋艳,刘厚诚,宋世威,等.遮阳网覆盖对茄子幼苗生长的影响[J].农业工程技术(温室园艺),2010(1):22-23.  
YAN Q Y,LIU H CH,SONG SH W,*et al.* Effect of shading net coverage on the growth of eggplant seedlings[J]. *Agricultural Engineering Technology (Greenhouse Gardening)*,2010(1):22-23.

[12] 王广印,陈碧华,沈 军,等.新乡市郊区大棚秋番茄穴盘育苗关键技术[J].农业科技通讯,2014(11):207-209.  
WANG G Y,CHEN B H,SHEN J,*et al.* Key techniques of plug seedlings for autumn tomato in greenhouse in Xinxiang suburb[J]. *Agricultural Science and Technology Communication*,2014(11):207-209.

- [13] 魏 民. 日光温室秋茬番茄穴盘育苗技术[J]. 上海蔬菜, 2011(2):49.  
WEI M. Seedling cultivation technique of tomato acupoint in autumn stubble of solar greenhouse[J]. *Shanghai Vegetables*, 2011(2):49.
- [14] 刘 美, 王秀峰, 谷端银, 等. 育苗基质添加腐植酸促进番茄穴盘苗生长改善生理特性[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(6):1636-1644.  
LIU M, WANG X F, GU D Y, *et al.* Addition of humic acid in substrate increases growth and physiological properties of tomato plug seedlings [J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilize*, 2016, 22(6):1636-1644.
- [15] 毛天丰, 柴忠雪. 番茄基质穴盘育苗与营养钵育苗比较试验[J]. 上海蔬菜, 2012(1):50.  
MAO T F, CHAI ZH X. Comparison experiment of tomato substrate plug seedling and nutrition bowl seedling raising [J]. *Shanghai Vegetable*, 2012(1):50.
- [16] 苗锦山. 复合微生物菌剂灌根对设施栽培辣椒生长的影响[J]. 蔬菜, 2017(3):16-18.  
MIAO J SH. Effect of compound microbial inoculum on pepper growth in protected cultivation [J]. *Vegetables*, 2017(3):16-18.
- [17] 季雪婧, 杨 瑞, 姜 荣, 等. 甘蓝废弃叶发酵液灌根对番茄产量和品质的影响[J]. 农学学报, 2015, 5(10):75-78.  
JI X J, YANG R, JIANG R, *et al.* Effect of root fermented broth of *Brassica oleracea* on tomato yield and quality[J]. *The Journal of Agronomy*, 2015, 5(10):75-78.
- [18] 赵筱萌, 薛 伟, 汤 洁. 菌肥灌根对草地早熟禾的生长与抗病诱导作用初探[J]. 草业科学, 2010, 27(12):124-128.  
ZHAO X M, XUE W, TANG J. Effect of bacterial manure pouring root on growth and induced disease resistance of *Poa pratensis* [J]. *Pratacultural Science*, 2010, 27(12):124-128.
- [19] 王 飞, 姚明华, 尹延旭, 等. 药剂灌根法防治茄子青枯病田间药效试验[J]. 吉林农业, 2015(22):66.  
WANG F, YAO M H, YIN Y X, *et al.* Field experiment of controlling root bacterial wilt by eggplant root irrigation [J]. *Jilin Agricultures*, 2015(22):66.
- [20] 林 雪, 杨伍群, 张胜菊, 等. 药剂撒施与灌根结合防治番茄根结线虫病的效果[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(7):70-72, 84.  
LIN X, YANG W Q, ZHANG SH J, *et al.* Effect of combined spraying and root irrigation on tomato root knot nematode disease [J]. *China Plant Protection*, 2015, 35(7):70-72, 84.
- [21] 范乃忠. “深耕深松+秸秆还田”对耕层土壤理化性状的影响[J]. 农业工程技术(综合版), 2016(3):23-24.  
FAN N ZH. Effects of “deep tillage and deep tillage and straw returning” on soil physical and chemical properties of plough layer[J]. *Agricultural Engineering Technology (Comprehensive Edition)*, 2016(3):23-24.
- [22] 郭 炜, 于洪久, 于春生, 等. 秸秆还田技术的研究现状及展望[J]. 黑龙江农业科学, 2017(7):109-111.  
GUO W, YU H J, YU CH SH, *et al.* Research status and prospect of straw returning technology [J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2017(7):109-111.
- [23] 张 悦, 濮小勇. 浅析秸秆还田对水稻病虫害发生的影响[J]. 上海农业科技, 2015(4):119, 66.  
ZHANG Y, PU X Y. Effects of straw returning on rice diseases and insect pests[J]. *Shanghai Agricultural Science and Technology*, 2015(4):119, 66.
- [24] 高青海, 陆晓民, 贾双双. 不同作物秸秆还田对设施黄瓜生长及光合特性的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(10):2065-2070.  
GAO Q H, LU X M, JIA SH SH. Effects of different crop straw returning on growth and photosynthesis characteristic of cucumber [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2013, 33(10):2065-2070.
- [25] 毛丽萍, 郭 尚, 冯志威, 等. 秸秆还田对日光温室黄瓜生产的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(12):372-375.  
MAO L P, GUO SH, FENG ZH W, *et al.* Effects of returning straw to soil on cultivating of cucumber in greenhouse [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(12):372-375.
- [26] 刘 娟, 田永强, 高丽红. 夏季填闲作物及秸秆还田对日光温室黄瓜连作土壤养分和微生物的影响[J]. 中国蔬菜, 2011(8):12-16.  
LIU J, TIAN Y Q, GAO L H. Effects of summer catch crop and straw returning on cucumber soil nutrients and microorganism in solar energy greenhouse [J]. *China Vegetables*, 2011(8):12-16.
- [27] 赵小翠, 刘朋朋, 王 倩, 等. 夏季种植甜玉米及秸秆还田对设施番茄土壤微生物区系的影响[J]. 中国蔬菜, 2011(Z1):45-50.  
ZHAO X C, LIU P P, WANG Q, *et al.* Effects of summer catch sweet corn and straw amended on soil microbial community of greenhouse tomato [J]. *China Vegetables*, 2011(Z1):45-50.
- [28] 刘春艳, 王万立, 霍建飞, 等. 98%棉隆微粒剂防治黄瓜根结线虫田间药效试验[J]. 北方园艺, 2011(23):128-130.  
LIU CH Y, WANG W L, HUO J F, *et al.* Field efficacy of dazomet 98% MG on cucumber root-knot nematode [J]. *Northern Horticulture*, 2011(23):128-130.
- [29] 王会芳, 王三勇, 符美英, 等. 棉隆对番茄根结线虫病的防治效果[J]. 热带生物学报, 2014, 5(3):249-252.  
WANG H F, WANG S Y, FU M Y, *et al.* Effect of chemical dazomet on controlling of tomato root-knot nematodes [J]. *Journal of Tropical Biology*, 2014, 5(3):249-252.
- [30] 张 超, 卜东欣, 张 鑫, 等. 棉隆对辣椒疫霉病的防效及对土壤微生物群落的影响[J]. 植物保护学报, 2015, 42(5):834-840.  
ZHANG CH, BO D X, ZHANG X, *et al.* Effects of dazomet oil *Phytophthora capsici* and microbial communities in the field trials [J]. *Journal of Plant Protection*, 2015, 42(5):834-840.
- [31] 向礼波, 汪 华, 严 顺. 98%棉隆微粒剂对生姜根结线虫和茎腐病防治效果评价[J]. 湖北植保, 2016(6):29, 38-39.  
XIANG L B, WANG H, YAN SH. Control effect of 98% dazomet on root knot nematode and stem rot of ginger [J].

- Hubei Plant Protection*, 2016(6):29,38-39.
- [32] 刘玉梅,白龙强,慕英,等. 新型白色遮阳网对番茄育苗环境及幼苗生长的影响[J]. *中国蔬菜*, 2016(10):44-51.  
LIU Y M, BAI L Q, MU Y, *et al.* Effect of new type white sunshade nets on seedling environment and growth of tomato seedlings[J]. *Chinese Vegetables*, 2016(10):44-51.
- [33] 徐金强,刘素慧,刘庆涛,等. 大蒜秸秆还田对温室番茄连作土壤微生物及根结线虫病的影响[J]. *江苏农业科学*, 2017,45(7):91-93,97.  
XU J Q, LIU S H, LIU Q T, *et al.* Effects of garlic straw returning on soil microorganisms and root knot nematode disease of tomato continuous cropping in greenhouse[J]. *Jiangsu Agricultural Science*, 2017,45(7):91-93,97.
- [34] 孙丽英,丁卓,张锡玉. 蔬菜秸秆还田节肥增效又生态[J]. *长江蔬菜*, 2017(17):66-67.  
SUN L Y, DING ZH, ZHANG X Y. Increasing efficiency and ecology of vegetable straw returning to field fertilizer[J]. *Journal Changjiang Vegetables*, 2017(17):66-67.
- [35] 李鑫,池景良,王志学,等. 秸秆还田对设施土壤微生物种群数量的影响[J]. *农业科学研究*, 2013,34(4):84-86.  
LI X, CHI J L, WANG ZH X, *et al.* The impacts of straw returning on the population of soil microorganism in greenhouse[J]. *Journal of Agricultural Sciences*, 2013,34(4):84-86.
- [36] 穆长安,李志. 秸秆还田对黄淮地区农作物病虫害的影响及防治对策[J]. *安徽农业科学*, 2016,44(11):179-180,189.  
MU CH A, LI ZH. Effects of returning crop stalks to the field on the crop diseases and pests in Huang-Huai area and its control measures[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2016,44(11):179-180,189.
- [37] 张明怡. 秸秆还田技术对土壤环境的影响研究进展[J]. *黑龙江农业科学*, 2009(3):135-137.  
ZHANG M Y. Research progress on the effect of straw re-application to soil environment [J]. *Heilongjiang Agricultural Science*, 2009(3):135-137.
- [38] 任德国,李建侠,闫文娟,等. 玉米秸秆还田对大蒜生长及土壤理化性状的影响[J]. *山东农业科学*, 2010(4):83-84.  
REN D G, LI J X, YAN W J, *et al.* Effects of maize straw returning on growth and soil physical and chemical properties of garlic [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2010(4):83-84.
- [39] 张艳秋,刘伟,胡方可. 大棚番茄腐霉茎基腐病的重发原因及防治对策[J]. *中国果菜*, 2007(4):41-42.  
ZHANG Y Q, LIU W, HU F K. Causes and control measures of root rot of *Pythium* in tomato in greenhouse[J]. *Chinese Fruit and Vegetable*, 2007(4):41-42.
- [40] 庞超,焦敏. “棉隆+活性菌”防治甜瓜根结线虫效果好[J]. *新农业*, 2015(2):11-13.  
PANG CH, JIAO M. The effect of “dazomet and active bacteria” on melon root knot nematode is good[J]. *New Agriculture*, 2015(2):11-13.
- [41] 聂海珍,孙漫红,李世东,等. 棉隆与淡紫拟青霉联合防治番茄根结线虫病的效果评价[J]. *植物保护学报*, 2016,43(4):689-696.  
NIE H ZH, SUN M H, LI SH D, *et al.* Integrated control of root-knot nematode disease of tomato by dazomet and *Paecilomyces filacinus*[J]. *Journal of Plant Protection*, 2016,43(4):689-696.
- [42] 刘超,相立,王森,等. 土壤熏蒸剂棉隆加海藻菌肥对苹果连作土微生物及平邑甜茶生长的影响[J]. *园艺学报*, 2016,43(10):1995-2002.  
LIU CH, XIANG L, WANG S, *et al.* Effects of dazomet fumigation and seaweed biologic fertilizer on the *Malus hupehensis* seedlings and soil microbial quantity under replant conditions [J]. *Journal of Horticulture*, 2016,43(10):1995-2002.
- [43] 高苇,王勇,张春祥,等. 棉隆与生物有机肥协同防治芹菜根腐病及其对根际土壤微生物数量的影响[J]. *中国农学通报*, 2018,34(2):65-68.  
GAO W, WANG Y, ZHANG CH X, *et al.* Synergetic effect of dazomet and biological fertilizer on celery root rot and soil rhizosphere microorganisms[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2018,34(2):65-68.
- [44] 王友平,朱金英,张书良,等. 细黄链霉菌(AMCC400001)在温室番茄上的应用效果研究[J]. *长江蔬菜*, 2016(44):64-67.  
WANG Y P, ZHU J Y, ZHANG SH L, *et al.* Application effects of *Streptomyces microflavus* (AMCC 400001) on tomato in greenhouse [J]. *Changjiang Vegetables*, 2016(44):64-67.
- [45] 郭建军,张永江,丁方军,等. 细黄链霉菌(AMCC400001)对油菜促生作用研究[J]. *长江蔬菜*, 2013(24):58-61.  
GUO J J, ZHANG Y J, DING F J, *et al.* Growth-promoting effects of *Streptomyces microflavus* (AMCC 400001) on *Brassica napus*[J]. *Changjiang Vegetables*, 2013(24):58-61.
- [46] 李堆淑. 细黄链霉菌对黄芩抗根腐病的诱导反应[J]. *贵州农业科学*, 2016,44(2):89-92.  
LI D SH. Induced reaction of *Streptomyces microflavus* to *Fusarium solani* in *Scutellaria baicalensis* [J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2016,44(2):89-92.

## Control Technology of *Fusarium* Stem Rot in Autumn Tomato in Plastic Tunnel

WANG Guangyin, GUO Weili, CHEN Bihua and XUE Xiaoqing

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

**Abstract** Through field experiments in plastic tunnel, the effective methods to control stem *Fusarium* rot in autumn tomato were explored, including sunshade net, plug seedling with stroma, root irrigated with pesticide fertilizer and bacterial manure, and soil treatment. The results showed that the sun-shading rate of autumn tomato in the plastic tunnel reduced by 49.89% compared with control. Average of ground temperature and average soil temperature were reduced by 5.58 °C and 1 °C, respectively. This improved microclimate in the plastic tunnel, promoted growth of tomato plants, reduced incidence of tomato stem base rot by 64.32%, and increased yield of fruit of the first panicle by 23.30% compared with control. By plug seedling with stroma, incidence of stem base rot of autumn tomato in plastic tunnel can be reduced by 47.95% than that of control. Tomato seedlings irrigated with “Corek” fertilizer around root promoted growth of tomato plants and fruits, increased yield of fruits of the first panicle by 40.84% and decreased incidence of stem base rot by zero. However, application of bio-fertilizer “968” increased occurrence of tomato stem base rot. Application of straw incorporation of spring tomato had an inhibition to growth of plastic-covered autumn tomato in the early stage, reduced yield and fruiting, and increased occurrence of tomato stem base rot. Dazomet treatment inhibited growth of autumn tomato, fruit expansion of the first panicle and the individual fruit mass however, failed to inhibit stem base rot of tomato. Fruit yield of the first panicle of autumn tomato through treatment with “dazomet plus biological bacterial” was significantly higher than that of control and dazomet treatment, which reducing incidence of stem base rot reduced by 79.62%. Altogether, application of sunshade net inside plastic tunnel, plug seedling with stroma, root irrigated with biological fertilizer “corek” and soil treated with “dazomet plus biological bacteria” were effective to prevent stem base rot of autumn tomato in plastic tunnel.

**Key words** Plastic tunnel; Autumn tomato; Tomato stem base rot; Control technique

**Received** 2018-05-03

**Returned** 2018-09-01

**Foundation item** Henan Provincial Construction Project for Bulk Vegetable Industry Technology System (No. S2010-03-G04); the Key Project of Science and Technology of Henan Province (No. 112102110023).

**First author** WANG Guangyin, male, professor, master supervisor. Research area: vegetable cultivation, physiology and ecology. E-mail: wangguangyin@hist.edu.cn

(责任编辑:史亚歌 **Responsible editor:SHI Yage**)