河南农业科学,2016,45(7):76-81,92
Journal of Henan Agricultural Sciences
doi:10.15933/j.cnki.1004-3268.2016.07.015

防虫网覆盖对大棚内小气候、秋番茄生长和病虫害的影响

王广印,王胜楠,陈碧华,沈　军
(河南科技学院 园艺园林学院,河南 新乡 453003)

摘要:为了防治大棚秋番茄黄化曲叶病毒病,采用网棚(放风口覆盖防虫网)与对照棚(放风口无覆盖物)栽培方法,研究防虫网覆盖对大棚内小气候、秋番茄生长及病虫害的影响。结果表明,在秋番茄生长期间,覆网棚内的气温、地温、空气湿度都较对照棚升高,其中7、8月份测定日覆网棚内最高气温比对照棚高3.3 ℃、2.0 ℃,但光照强度和风速均较对照棚降低。与对照棚相比,覆网棚内秋番茄株高和叶片数有所增加,但茎粗和前期坐果率有所降低。覆盖防虫网能有效减少棚内烟粉虱数量,使番茄黄化曲叶病毒病发病率和病情指数分别降低88.61%和95.16%,但番茄芝麻斑病发病率和病情指数分别增加14.94%和146.86%,单株生理卷叶数平均增加33.33%。由此可见,覆盖防虫网能有效防治番茄黄化曲叶病毒病,但棚内小气候的改变不利于番茄前期坐果,且导致芝麻斑病和生理卷叶的发生加重。

关键词:大棚;防虫网;秋番茄;小气候;番茄黄化曲叶病毒病;番茄芝麻斑病
中图分类号:S436.412.1;S626.4　**文献标志码**:A　**文章编号**:1004-3268(2016)07-0076-07

Effects of Insect-Proof Screens on Microclimate in Greenhouse, Growth and Pests of Autumn Tomato

WANG Guangyin, WANG Shengnan, CHEN Bihua, SHEN Jun
(College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

Abstract: In order to control autumn tomato yellow leaf curl virus in greenhouse, autumn tomato was cultivated both in a greenhouse with insect-proof screens and in a control greenhouse without screens, to study the effect of insect-proof screens on microclimate in greenhouse, growth and diseases and insect pests of autumn tomato. The results showed that during the growth period of autumn tomato, the greenhouse with insect-proof screens had higher air temperature, soil temperature and air humidity inside than the control greenhouse, while its light intensity and wind speed were lower. The highest temperatures in the greenhouse with insect-proof screens were 3.3 ℃ and 2.0 ℃ higher respectively than those in the control greenhouse in July and August. A comparison to the control greenhouse suggested that the greenhouse with insect-proof screens increased the plant height and leaf number of autumn tomato, but decreased the stem diameter and early stage fruit-setting rate. Insect-proof screens could effectively reduce the amount of *Bemisia tabaci* in the greenhouse, thereby decreasing the incidence rate and disease index of tomato yellow leaf curl virus by 88.61% and 95.16% respectively, but increased the incidence rate and disease index of tomato *Helminthosporium* fruit rot by 14.94% and 146.86% respectively, and increased physiological leaf curl of single plant by 33.33%. Insect-proof screens could effectively control tomato yellow leaf curl virus, but the change of microclimate inside was advantageous to early stage fruit-setting of

收稿日期:2015-12-28
基金项目:河南省大宗蔬菜产业技术体系建设项目(S2010-01-G04);河南省科技攻关重点项目(112102110023)
作者简介:王广印(1962-),男,陕西蒲城人,教授,本科,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。
E-mail:wangguangyin@hist.edu.cn

tomato and made tomato *Helminthosporium* fruit rot and physiological leaf curl more serious.

Key words: greenhouse; insect-proof screens; autumn tomato; microclimate; tomato yellow leaf curl virus; tomato *Helminthosporium* fruit rot

当前，无公害蔬菜是设施蔬菜产业发展的必然选择，其中防虫网覆盖栽培是一项无公害蔬菜生产的有效“绿色植保技术”[1]。防虫网覆盖可有效防虫[2-4]、防病毒病[5]，并能缓和暴雨冲刷和改善覆网棚内蔬菜生长环境，生产出无农药或少农药污染的蔬菜，是农产品无公害生产的重要措施之一[6]。防虫网覆盖技术在美国、日本等发达国家已经应用多年，1995 年我国才开始引进推广[7]。

番茄黄化曲叶病毒病主要由烟粉虱传播[8-9]，已经成为番茄生产中的一种毁灭性病害[10-16]。董慧等[17]研究表明，由于防虫网孔径小阻隔了烟粉虱等害虫与蔬菜的接触，从而也避免了许多媒介昆虫对蔬菜病毒病的传播[18-20]，同时采用银色防虫网还对蚜虫有趋避作用，可大大减轻蚜虫的危害。

前人试验研究表明，防虫网覆盖栽培对豇豆[21]、不结球白菜[17]、小白菜[22]、西瓜[23]、黄瓜[24]和番茄[19,25]等蔬菜害虫防效明显，并能增加产量。李军等[26]研究表明，遮阳防虫网白天具有明显的降温增湿、减弱光照强度和减弱风速的作用。已有研究表明，防虫网覆盖栽培对越冬大棚番茄[27]和越夏大棚番茄[28]病虫害有很好的防效，但防虫网覆盖对秋番茄生长及病虫害的影响研究甚少。为此，采用网棚栽培秋番茄，研究防虫网覆盖栽培对大棚内小气候、秋番茄生长及病虫害的影响，以便为大棚秋番茄生产提供参考依据。

1　材料和方法

1.1　试验材料

秋番茄品种祥瑞的种子由台湾安特农业公司提供。防虫网为孔径 0.25 mm 的银白色防虫网。

1.2　试验方法

1.2.1　防虫网设置　试验于 2014 年 7—10 月在新乡市牧野区朱庄屯村的竹木水泥预制混合结构大棚内进行。分别设覆网棚和空白对照棚各 1 栋，规格、大小一致，南北走向，长 70 m，宽 17 m，设有 3 道放风口。在覆网棚两侧底窗通风处覆盖宽 1.5 m 的银白色防虫网，棚顶端（中部）通风口处覆盖宽 1 m 的银白色防虫网，棚的出入口处覆盖宽 1.5 m 的银白色防虫网，对照棚放风口无任何覆盖物。2 个试验棚内分别悬挂 40 张 24 cm×20 cm 黄板。于 2 个试验棚中部按要求分别设置小气候测定设备与仪器。秋番茄于 6 月 20 日穴盘育苗，7 月 10 日定植。

1.2.2　试验调查、测量与统计　分别于 7 月 17 日和 8 月 19 日全天 24 h 测定 2 个试验棚内气温、地表及不同深度地温、空气湿度、风速和光照强度。7 月 15 日起定期测量秋番茄的株高、茎粗、叶片数，并统计前 3 层花序坐果情况。适期分别调查与统计试验棚内烟粉虱、番茄黄化曲叶病毒病、番茄芝麻斑病及番茄生理卷叶发生情况。

番茄黄化曲叶病毒病分级标准参考文献[29]；参照季佐军等[30]的方法，将芝麻斑病按严重程度分为 0、1、3、5、7、9 共 6 个等级。根据调查结果计算发病率及病情指数。病情指数 = ∑(各级植株数 × 病级数)/(调查总株数 × 最高病级数) ×100。

1.3　统计分析方法

数据分析采用 Excel 和 DPS 软件，方差分析采用邓肯氏新复极差法（DMRT）。

2　结果与分析

2.1　覆网对大棚内气象因子的影响

2.1.1　覆网对大棚内气温的影响　由图 1 可以看出，7 月 17 日测定，覆网棚内平均气温、最高气温、最低气温分别比对照棚高 0.8 ℃、3.3 ℃、0.1 ℃。8 月 19 日测定，覆网棚内平均气温、最高气温、最低气温分别比对照棚高 0.4 ℃、2.0 ℃、0.1 ℃。从 24 h 变化来看，与对照棚相比，覆网棚的气温在白天变化幅度较大，夜间变化幅度较小，且最高气温升高明显。另外由图 1 可见，试验棚内 7 月份的气温明显高于 8 月份。

2.1.2　覆网对大棚内地温的影响　由表 1 可以看出，覆网提高了棚内地温。7 月 17 日测定，覆网棚内 0、5、10、15 cm 深处的最高地温分别高于对照棚 2.5 ℃、3.5 ℃、1.0 ℃、0.5 ℃，平均地温分别高于对照棚 0.9 ℃、1.1 ℃、0.9 ℃、0.6 ℃。8 月 19 日测定，覆网棚内 0、5、10、15 cm 深处的最高地温分别高于对照棚 1.5 ℃、0.5 ℃、0.5 ℃、0 ℃，平均地温分别高于对照棚 0.5 ℃、0.6 ℃、0.2 ℃、0.2 ℃。2 次测定相比，覆网棚和对照棚 7 月份比 8 月份的地温偏高。

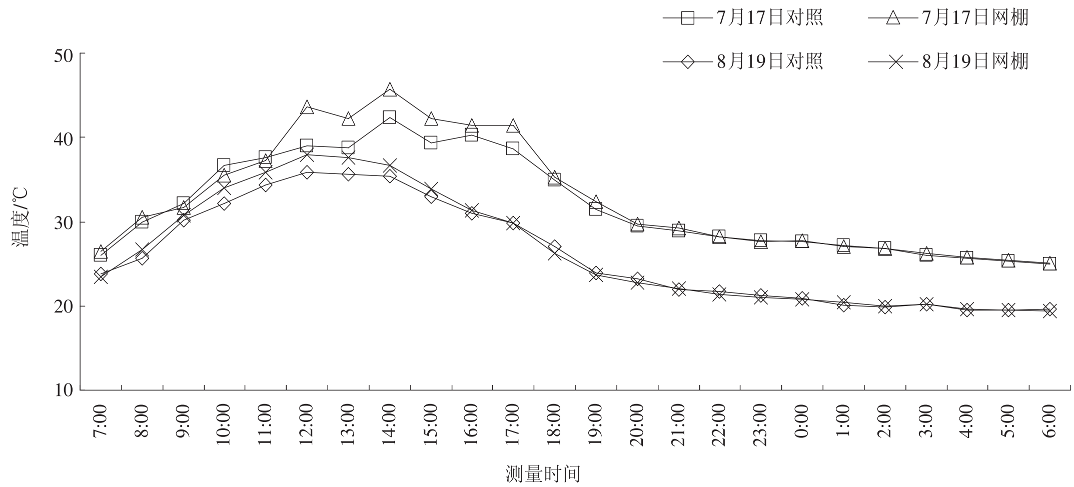

图 1　覆网对大棚内气温的影响

表 1　覆网对大棚内地温的影响

测量时间	7 月 17 日地温/℃								8 月 19 日地温/℃							
	网棚				对照				网棚				对照			
	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm
7:00	30.0	28.5	28.5	29.0	27.0	27.5	28.0	28.5	25.0	23.5	24.5	25.5	23.5	23.0	24.0	23.5
8:00	31.5	28.5	28.5	29.0	28.0	28.0	28.0	28.5	25.0	24.0	24.0	25.5	24.5	24.0	23.5	25.0
9:00	32.5	29.0	28.0	29.0	31.5	29.0	28.5	28.5	26.5	24.5	24.5	25.0	26.5	24.5	24.5	25.0
10:00	36.0	32.0	30.0	29.0	36.0	30.0	29.0	29.0	29.0	25.5	25.0	25.5	28.0	25.5	25.0	25.5
11:00	38.0	33.5	31.0	30.0	38.5	32.5	30.0	29.5	31.0	26.5	25.5	25.5	30.0	27.0	25.5	25.5
12:00	42.0	35.5	32.0	30.5	40.5	33.5	30.5	29.5	32.5	27.5	26.5	26.0	32.0	27.0	26.0	25.5
13:00	42.5	37.5	33.0	31.0	41.0	35.5	32.5	30.5	35.0	30.0	27.0	26.0	32.5	29.0	27.0	26.0
14:00	46.0	39.0	34.0	31.5	43.5	36.0	33.0	30.0	34.0	29.5	27.5	26.5	33.5	30.0	27.5	26.5
15:00	44.0	40.5	35.0	32.0	42.8	37.0	34.0	32.0	33.0	30.5	28.5	27.0	32.5	30.0	28.0	27.0
16:00	41.5	40.0	36.0	33.0	41.0	37.0	34.5	32.5	31.0	30.0	28.5	27.5	31.0	29.5	28.0	27.5
17:00	41.5	39.5	36.0	33.5	40.0	36.5	34.5	32.5	29.5	29.5	28.0	27.5	29.5	29.0	28.0	27.5
18:00	36.5	37.0	35.5	33.5	36.5	35.5	35.0	33.0	27.5	30.0	28.5	27.5	27.5	28.0	28.0	27.5
19:00	33.5	35.0	35.0	33.5	33.0	33.5	33.5	32.5	26.5	28.0	27.5	27.5	26.0	27.5	27.5	27.5
20:00	31.5	33.0	33.5	33.0	31.0	32.5	32.5	32.0	25.5	27.5	27.0	27.5	25.0	26.5	27.0	27.0
21:00	30.5	32.0	33.0	32.5	30.0	31.5	32.0	32.0	24.5	26.5	27.0	27.0	24.0	26.0	27.0	27.0
22:00	30.0	31.0	32.0	32.0	29.5	30.5	30.5	31.5	24.0	26.0	26.5	27.0	24.0	25.0	26.0	26.5
23:00	29.0	30.0	31.5	32.0	28.5	30.0	31.0	31.0	23.5	25.5	26.5	27.0	23.5	25.0	26.0	26.5
0:00	28.0	29.5	31.0	31.5	28.0	29.5	30.5	31.0	24.5	25.5	26.0	26.5	23.5	24.5	26.0	26.5
1:00	28.5	29.0	30.5	31.0	28.0	29.0	30.0	30.5	23.5	24.0	25.0	26.0	23.0	24.5	26.0	26.0
2:00	28.0	29.0	30.0	31.0	27.5	29.5	29.5	30.0	22.0	24.0	24.5	25.5	22.0	23.0	24.5	25.5
3:00	28.0	29.0	30.0	30.5	28.0	29.5	29.5	30.0	22.5	24.5	25.0	26.0	22.5	23.5	25.0	26.0
4:00	27.5	28.5	30.0	30.5	27.5	28.5	29.0	30.0	22.5	24.5	25.5	26.0	22.0	23.5	25.0	25.5
5:00	27.5	28.5	29.5	30.0	27.0	28.0	29.0	30.0	22.5	24.5	24.0	25.5	22.0	23.0	24.0	25.5
6:00	27.0	28.0	29.0	29.5	26.5	27.0	28.0	29.0	22.0	24.0	25.0	25.5	22.0	23.0	24.5	25.5

2.1.3　*覆网对大棚内光照强度的影响*　由图 2 可以看出,覆网棚内光照强度低于对照棚,7、8 月份测定时平均光照强度分别降低 21.81% 和 15.48%,最高光照强度分别降低 18.99% 和 18.60%。覆网棚和对照棚 7 月份的最高光照强度出现在 11:00,而 8 月份的最高光照强度出现在 12:00。

2.1.4　*覆网对大棚内空气湿度的影响*　由图 3 可以看出,覆网棚的空气湿度高于对照棚,7、8 月份测定日空气湿度分别高 4.18% 和 6.78%。从 24 h 变化来看,白天覆网棚与对照棚的空气湿度差较大,夜间较小。另外由图 3 可见, 8 月份棚内空气湿度明显高于 7 月份。

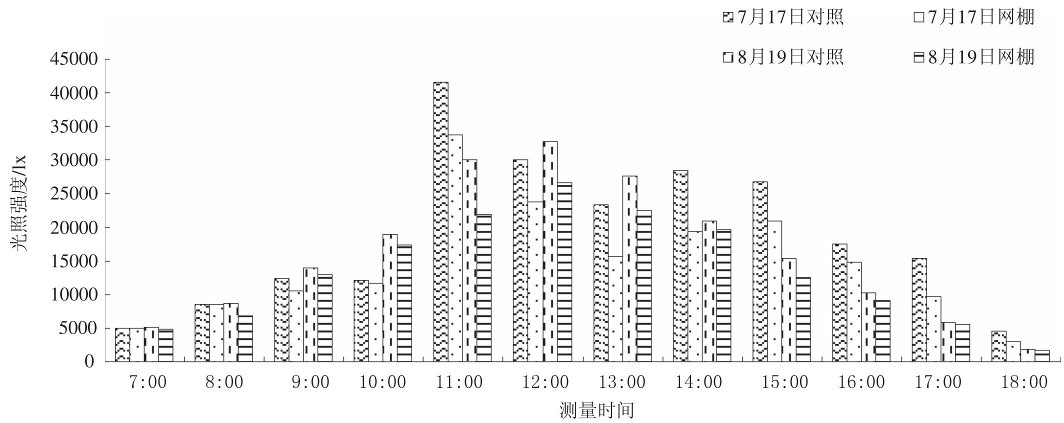

图 2　覆网对大棚内光照强度的影响

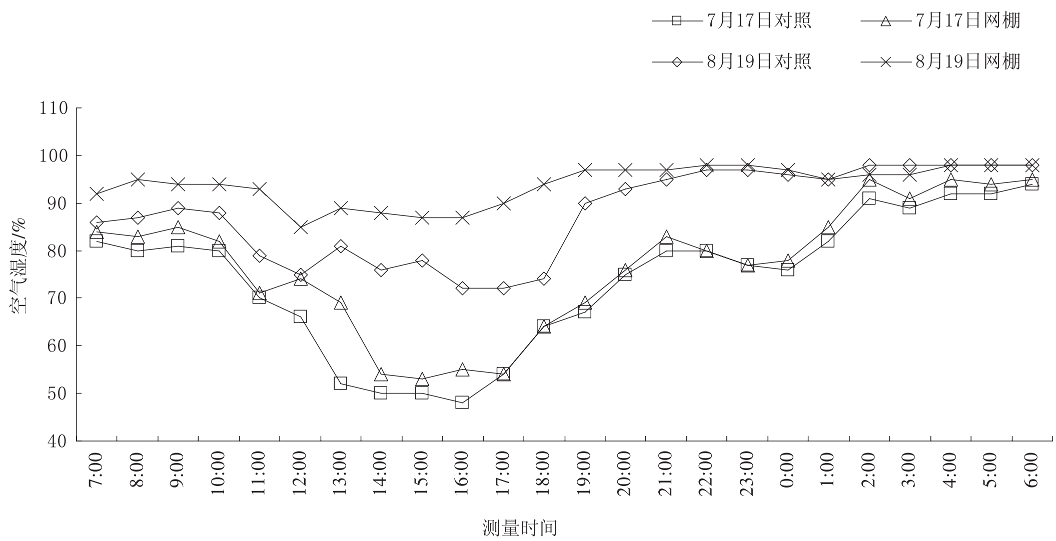

图 3　覆网对大棚内空气湿度的影响

2.1.5　覆网对大棚内风速的影响　由图 4 可以看出，覆网棚的风速低于对照棚，7、8 月份两测定日风速分别降低 49.42% 和 81.56%，最大风速分别降低 25% 和 50%。同时，7 月份测定日风速比 8 月份风速变化幅度大。

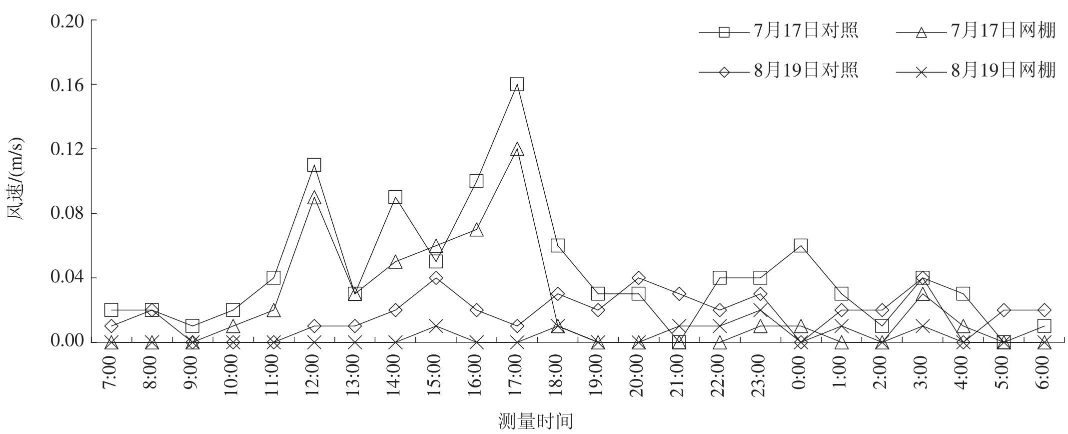

图 4　覆网对大棚内风速的影响

2.2　覆网对大棚秋番茄生长和坐果的影响

2.2.1　覆网对大棚秋番茄生长的影响　由表 2 可以看出，随着时间的推移，秋番茄株高不断增加，各测定日期覆网棚内秋番茄株高均高于对照棚，平均增高 6.98%。随着时间的推移，秋番茄茎粗也增加，但覆网棚番茄茎粗均小于对照棚，平均降低 8.16%。覆盖防虫网对大棚秋番茄叶片数影响不大，随着时间的推移，秋番茄叶片数增加，覆网棚比

对照棚叶片数平均增加 8.41%。

表 2 覆网对大棚秋番茄生长的影响

测量日期/（月－日）	株高/cm		茎粗/cm		叶片数/片	
	网棚	对照	网棚	对照	网棚	对照
07－15	13.34	12.96	0.476 5	0.482 4	4.10	4.10
07－30	47.31	44.61	0.926 9	1.003 2	11.56	10.42
08－14	96.73	90.32	1.098 6	1.178 5	18.05	17.21
08－29	139.52	129.65	1.148 0	1.283 6	23.13	20.70

2.2.2 *覆网对大棚秋番茄坐果的影响* 由图 5 可以看出，覆盖防虫网对大棚秋番茄坐果率有明显影响。覆网棚内第一、第二、第三花序坐果率均低于对照棚，坐果率平均降低 10.34%。但随着花序节位的升高，覆网棚和对照棚秋番茄坐果率均不断提高，这可能与气温和地温逐渐降低有关。

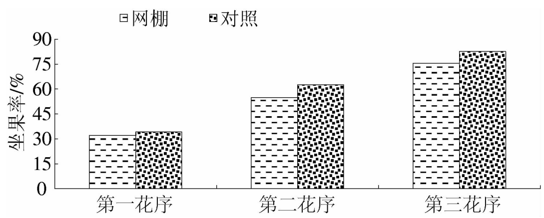

图 5 覆网对大棚秋番茄坐果的影响

2.3 覆网对大棚秋番茄病虫害的影响

2.3.1 *覆网对大棚秋番茄黄化曲叶病毒病和芝麻斑病的影响* 由表 3 可以看出，覆盖防虫网显著降低了棚内番茄黄化曲叶病毒病的发生。与对照棚相比，覆网棚秋番茄黄化曲叶病毒病发病率下降 88.61%，而病情指数降低 95.16%。覆盖防虫网对大棚秋番茄芝麻斑病发生也有较大影响。与对照棚相比，覆网棚内秋番茄芝麻斑病发病率上升了 14.94%，病情指数增加了 146.86%。

表 3 覆网对大棚秋番茄黄化曲叶病毒病和芝麻斑病的影响

病害种类	发病率/%		病情指数	
	网棚	对照	网棚	对照
黄化曲叶病毒病	9.0^{b}	79.0^{a}	1.5^{b}	31.0^{a}
芝麻斑病	100.0^{a}	87.0^{b}	86.4^{a}	35.0^{b}

注：横向不同小写字母表示处理与对照间差异达 0.05 显著水平。

2.3.2 *覆网对大棚烟粉虱迁飞的影响* 由图 6 可以看出，覆盖防虫网明显降低大棚内烟粉虱的数量。

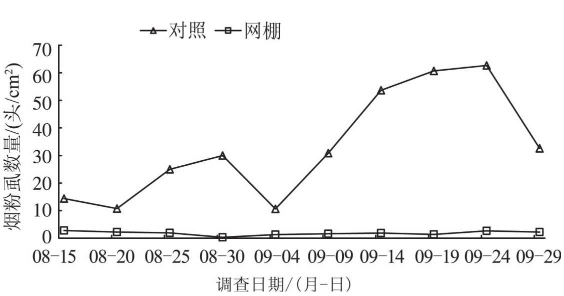

图 6 覆网对大棚内烟粉虱数量的影响

与对照棚相比，覆网棚黄板诱集的烟粉虱头数降低 94.50%。在所统计的时期内，覆网棚内烟粉虱数量的变化幅度较小，而对照棚内烟粉虱数量变化幅度较大。

2.3.3 *覆网对大棚秋番茄生理卷叶的影响* 由图 7 可以看出，在各调查期，覆盖防虫网均增加了大棚秋番茄的生理卷叶数，且随着时间的推移，大棚秋番茄卷叶数呈直线增加。覆网棚与对照棚相比，单株卷叶数平均增加 33.33%。

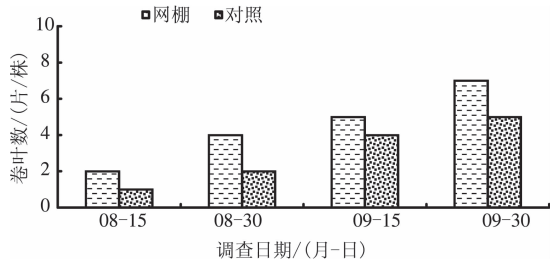

图 7 覆网对大棚秋番茄生理卷叶的影响

3 结论与讨论

本研究结果表明，覆盖防虫网能有效减少棚内烟粉虱数量，达到防治秋番茄黄化曲叶病毒病的效果，但棚内小气候的改变，不利于秋番茄前期坐果，并且导致芝麻斑病和生理卷叶的发生加重。

3.1 覆网对大棚内小气候的影响

有研究表明，防虫网覆盖栽培有利于改变温度、湿度、光照强度等环境因子[31]，覆盖孔径 0.38 mm 防虫网的大棚内空气相对湿度最多上升11.2%[32]。本试验结果表明，覆盖防虫网增高了网棚内的气温、地温和空气湿度，特别是最高气温与最高地温增幅较大，降低了网棚内的光照强度和风速，这与前人的研究结果相一致。

3.2 覆网对大棚秋番茄生长及坐果的影响

许如意等[33]研究表明，防虫网覆盖栽培显著促进了植株的生长。本试验结果表明，覆盖防虫网可使大棚秋番茄的株高和叶片数增加，但茎粗有所减小，似乎表现出一定的徒长现象，这与覆网棚前期气温、地温高，特别是夜温高等有关。

有研究表明，在 30 ℃以上的高温条件下，70%的空气相对湿度有利于光合作用的增强[34]，而较高的光合作用强度有利于番茄向花器官中供应充足的光合产物，从而保证正常的开花坐果[35]。本试验中，覆网棚前期温度偏高，加之白天空气相对湿度低于 70%，不利于授粉、受精及坐果，因此覆网棚内的秋番茄前期坐果率较低。

3.3 覆网对大棚秋番茄病虫害的影响

覆网明显阻隔了烟粉虱的迁入,从而降低了秋番茄黄化曲叶病毒病的发生。许方程等[19]研究表明,孔径 0.27 mm 的防虫网覆盖隔离烟粉虱的效果明显,且可明显降低番茄黄化曲叶病毒病的病株率。本试验表明,覆网棚的烟粉虱数量明显少于对照棚,且覆网棚番茄黄化曲叶病毒病发病率和病情指数分别降低 88.61% 和 95.16% ,这与前人的研究结果一致。

番茄芝麻斑病是番茄生产过程中危害最严重的叶茎部真菌性病害之一,对番茄的产量与品质造成极大的影响[36]。番茄芝麻斑病在温度 5 ~ 20 ℃、空气相对湿度 80% 以上时易发病,但不一定造成大流行[37]。本试验结果表明,覆网棚内的温度和空气湿度明显高于对照棚,可能更有利于番茄芝麻斑病的发生。结合 2014 年当地秋季 8、9 月份的气候情况,认为该病的发生和流行与棚内高温、高湿、通风不良等有密切的关系。

番茄生长过程中,生理卷叶现象十分普遍,影响叶片正常的光合作用,从而严重影响番茄产量和品质的提高[38]。有研究表明,当外界气温超过 30 ℃时,会影响番茄的生长速度;若温度持续超过 35 ℃,会加快叶片的蒸腾速度,使得叶片蒸腾速度大于根系的水分转运速度,极易造成植株处于缺水状态,叶片气孔被迫关闭,叶片表面脱水性向上卷曲[39]。本试验中,覆网棚和对照棚都有生理卷叶现象发生,但覆网棚内的卷叶更为严重,这可能与覆网棚内前期气温和地温持续较高有关。

参考文献:

[1] 黄保宏,林桂坤,王学辉,等. 防虫网对设施蔬菜害虫控害作用研究[J]. 植物保护,2013,39(6):164-169.

[2] 吴桂福,丁建娣,浦晓东,等. 蔬菜防虫网的功能、设计与应用技术[J]. 农技服务,2011,28(10):1446-1447.

[3] 尚小宁. 防虫网技术在蔬菜种植中的应用[J]. 现代农业科技,2009(22):186,188.

[4] 孙艳军,徐刚,李德翠,等. 新型防虫网室环境因子的变化及对小白菜产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2009(6):203-205.

[5] 王鸿岳. 厚皮甜瓜秋季无土栽培病毒病防治研究[J]. 中国西瓜甜瓜,2002(4):6-7.

[6] 胡奇,王宝海. 防虫网覆盖小白菜无公害优质高效栽培技术[J]. 中国瓜菜,2008,21(6):51-52.

[7] 孔祥义,许如意,李劲松,等. 防虫网覆盖技术应用研究进展[J]. 中国植保导刊,2007,27(8):12-14.

[8] 周雪平,崔晓峰,陶小荣. 双生病毒——一类值得重视的植物病毒[J]. 植物病理学报,2003,33(6):487-492.

[9] Caciagli P, Bosco D, Al-Bitar L. Relationships of the Sardinian isolate of tomato yellow leaf curl geminivirus with its whitefly vector *Bemisia tabaci* Gen. [J]. European Journal of Plant Pathology, 1995, 101:163-170.

[10] 宋建军,刘红宵,仇燕,等. 番茄黄化曲叶病毒病的发生分布及防治对策[J]. 北方园艺,2010(7):147-150.

[11] 林俊凤,刘天英. 番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治[J]. 中国瓜菜,2011,24(5):58-60.

[12] 郝永娟,王万立,金凤媚,等. 天津市番茄黄化曲叶病毒病的发生与防治[J]. 天津农业科学,2010,16(2):48-50.

[13] 黄狮,纠敏,李萌,等. 河南省番茄黄化曲叶病毒的分子鉴定及序列分析[J]. 河南农业科学,2014,43(7):85-89.

[14] 王梦扬,王勇,代永青,等. 保护地番茄黄化曲叶病毒病的发生及其防控技术[J]. 现代农业科技,2015(11):155,157.

[15] 李志勇,谢夏青,李兴红,等. 邯郸、保定番茄黄化曲叶病毒检测及其 DNA - A 全序列分析[J]. 华北农学报,2011,26(3):64-67.

[16] 赵统敏,余文贵,周益军,等. 江苏省番茄黄化曲叶病毒病(TYLCD)的发生与诊断初报[J]. 江苏农业学报,2007,23(6):654-655.

[17] 董慧,颜志明,嵇怡,等. 不同目数防虫网覆盖对不结球白菜生长及防虫效果的影响[J]. 长江蔬菜,2013(20):63-65.

[18] 叶利勇,陶月良,杨加付,等. 小拱棚防虫网覆盖栽培对温州芜菁病毒病的防效[J]. 中国蔬菜,2002(2):36-37.

[19] 许方程,林辉,罗利敏,等. 50 目防虫网全程覆盖防控番茄黄化曲叶病毒病试验初报[J]. 中国蔬菜,2010(8):61-64.

[20] 叶利勇,陶月良,杨加付,等. 防虫网覆盖栽培的小气候效应及对盘菜生长和病毒病发病的影响[J]. 浙江农业科学,2004(2):83-84.

[21] 许如意,袁廷庆,吴乾兴,等. 不同目数防虫网覆盖对豇豆生长的影响[J]. 中国瓜菜,2011,24(5):40-43.

[22] 张淑霞,李东芃,江志训,等. 防虫网在夏季小白菜生产中的应用研究[J]. 蔬菜,2015(10):4-5.

[23] 廖华俊,孙树坤,张其安,等. 防虫网在西瓜生产上的应用研究[J]. 安徽农学通报,2000,6(1):55-57.

[24] 杨秀玲. 防虫网覆盖技术在黄瓜上的试验及推广应用[J]. 北方园艺,2010(8):43.

[25] 马艳蓉,高艳明. 大棚防虫网覆盖栽培番茄试验[J]. 北方园艺,2004(6):19.

[26] 李军,施建萍. 遮阳防虫网的小气候效应及对鸡毛菜的影响[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2004,26(3):356-359.

(下转第 92 页)

B,HB)的酶环化反应[J].中国科学(B 辑化学),2005,35(6):455-458.

[10] 杨亚滨,谭宁华,许文彦,等.中药太子参中环肽 A 和 B 含量测定的 HPLC 方法研究[J].云南中医学院学报,2009,32(6):33-36.

[11] 刘训红,陈彬,王玉玺.太子参多糖抗应激和免疫增强作用的实验研究[J].江苏中医,2000,21(10):51-52.

[12] 蔡巧燕,林珊,肖桂清,等.太子参内生真菌体外抗肿瘤、抗氧化活性研究[J].福建中医药大学学报,2011,21(6):41-43,46.

[13] 赵丹,周涛,江维克,等.太子参药材的快速分子鉴定[J].中国中药杂志,2014,39(19):3689-3694.

[14] 肖承鸿,周涛,江维克,等.栽培太子参的遗传多样性与质量分析[J].中草药,2014,45(9):1319-1325.

[15] Martin W,Brinkmann H,Savonna C,*et al*. Evidence for a chimeric nature of nuclear genomes: Eubacterial origin of eukaryotic glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase genes[J]. Proc Natl Acad Sci USA,1993,90(18):8692-8696.

[16] Petersen J,Brinkmann H,Cerff R. Origin,evolution,and metabolic role of a novel glycolytic GAPDH enzyme recruited by land plant plastids[J]. J Mol Evol,2003,57(1):16-26.

[17] Hu R,Fan C,Li H,*et al*. Evaluation of putative reference genes for gene expression normalization in soybean by quantitative real-time RT-PCR[J]. BMC Mol Biol,2009,10(1):93.

[18] Die J V,Roman B,Nadal S,*et al*. Evaluation of candidate reference genes for expression studies in *Pisum sativum* under different experimental conditions[J]. Planta,2010,232(1):145-153.

(上接第 81 页)

[27] 吴永汉,张纯胄,许方程,等.防虫网对越冬大棚番茄烟粉虱的隔离效果试验[J].温州农业科技,2007(4):39-41.

[28] 叶林,赵霞,张光弟,等.不同遮光处理对大棚越夏硬果番茄筋腐病发生及其产量的影响[J].西北农业学报,2013,22(9):130-135.

[29] 田兆丰,卢向阳,厚凌宇,等.番茄黄化曲叶病毒病抗性材料的筛选鉴定[J].科技导报,2014,32(12):31-35.

[30] 季佐军,葛慧佳,许向阳.番茄芝麻斑病苗期抗性鉴定方法及抗病种质资源筛选[J].东北农业大学学报,2009,40(11):23-27.

[31] 邢后银,周黎丽,柏广利,等.防虫网覆盖下气象因子的变化及相关分析[J].长江蔬菜,2007(2):41-42.

[32] 褚剑峰,吴田铲,沈飞,等.不同目数防虫网对大棚内温湿度的影响[J].长江蔬菜,2013(16):44-46.

[33] 许如意,李劲松,袁廷庆,等.不同颜色防虫网覆盖栽培对豇豆生长发育的影响[J].热带农业科学,2011,31(8):46-50.

[34] 薛义霞,李亚灵,温祥珍.空气湿度对高温下番茄光合作用及坐果率的影响[J].园艺学报,2010,37(3):397-404.

[35] 毛胜利,杜永臣,王孝宣.番茄耐热育种研究进展[J].园艺学报,2001,28(增刊):655-660.

[36] 陆发德,蒋亚军.番茄芝麻斑病的发病原因与防治对策[J].农家之友(理论版),2008(4):32-33.

[37] 徐东,宋志业,赵永超,等.番茄芝麻斑病的发生规律与综合防治[J].吉林蔬菜,2008(1):42-43.

[38] 李钦存,孟岚梅.番茄卷叶病的防治[J].植物医生,2001,14(2):23-24.

[39] 牟愔,王友海,杨文志.番茄卷叶的发生原因及防治措施[J].现代农业科技,2014(15):159-161.