

生态温室太阳能辅助加温系统试验

刘文合, 徐占洋

(沈阳农业大学 水利学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:以太阳能集热器为辅助加温方式, 采用了对比试验的方法, 研究了太阳能辅助加温系统对生态温室气温和地温的影响。经连续试验, 应用该系统加温区域平均气温较非加温区域高 1°C , 平均地温高 4.2°C 。结果表明: 生态温室太阳能辅助加温系统具有明显增加地温的效果, 且散热管埋深越深抵抗不良天气因素能力越强, 具有长期蓄热的能力。

关键词:生态温室; 太阳能辅助加温; 试验

中图分类号:TK 512⁺.4; S 162.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)24-0043-06

生态温室是一种集合太阳能辅助加温、燃池辅助加温、雨水回收利用、沼气综合利用等多位一体的新型现代化温室。生态温室注重生态循环与资源相互充分利用, 其以最小的能源补充而达到最佳的自身平衡与修复效果为目的。生态温室一般不再把加温作为必须的设施, 而只在气温比较寒冷的地区或遇到突发性寒流或连阴等不利气候条件时才进行辅助加温^[1-2]。利用传统方式加热温室内空气来提高温室内的气温, 不仅大量消耗煤、油、天然气等常规能源, 而且容易造成温室内的气温过高而地温仍偏低的情况, 不满足喜温作物对地温的要求^[3]。因此, 使用太阳能加热温室内的地温已成为生态温室最主要的辅助加温手段。

在前人的基础上, 课题组设计出一种生态温室太阳

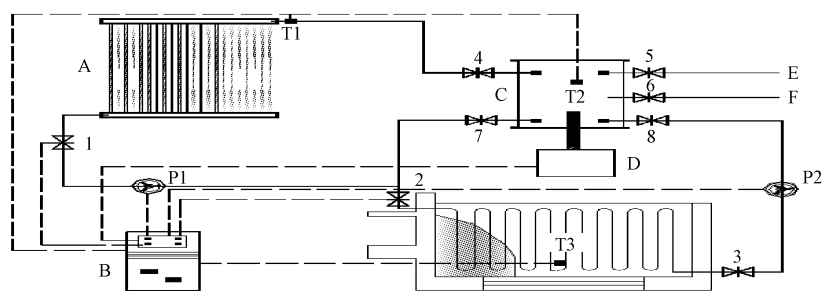
能辅助加温系统, 它是以水作为载热和蓄热介质, 白天利用太阳能集热器加热水, 热水经管道储存到保温水箱内, 夜间经由管道将保温水箱内的热水循环至地下管道, 散热至土壤中, 以提高温室内地温^[4-10]。现分别在晴天、阴天和雪天的情况下进行了该系统加温效果试验, 以期地为地中热交换管的传热机理研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 生态温室太阳能辅助加温系统组成和工作原理

生态温室太阳能辅助加温系统包括太阳能集热器、容积为 1 t 的铁皮保温水箱、聚氯乙烯(PVC)散热管、自动控制器和循环水泵(2 台)等部件组成(图 1)。

首先打开阀门 6, 向保温水箱内充水, 待水箱充满水



注: A. 太阳能集热器; B. 控制系统; C. 水箱; D. 加热系统; E. 水循环系统; F. 供水系统。

Note: A. Solar collector; B. Control system; C. Tank; D. Heating system; E. Water cycle system; F. Water supply system.

图 1 太阳能辅助加温系统示意图^[11]

Fig. 1 Diagram of solar assistant heating system^[11]

第一作者简介:刘文合(1971-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事水土工程建筑等研究工作。E-mail: wenhel@126.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2008BADA6B05); 沈阳农业大学博士后基金资助项目(74741)。

收稿日期:2014-07-14



图 2 地温采集仪

Fig. 2 Ground temperature acquisition instrument

后, 关闭阀门 6, 开启阀门 4、1、7, 启动上循环水泵, 将保温水箱内的水循环至太阳能集热器, 白天时段, 太阳能集热器接受太阳辐射, 将冷水加热至一定温度后储存在保温水箱内, 夜间时段, 关闭上循环水泵, 关闭阀门 4、1,

开启阀门 2、8,启动下循环水泵,将保温水箱内的水循环至地下管道内,地下管道在热水循环时将热量传递给土壤,从而提高土壤温度。

1.2 试验地概况

试验在位于北纬 $41^{\circ}46'$ 、东经 $123^{\circ}27'$ 、海拔 44.7 m 的沈阳农业大学水利学院综合试验基地的温室中进行。温室长 50 m,跨度 7.5 m,脊高 3.5 m,后墙高 2.2 m,温室坐北朝南,朝向南偏西 5° 。温室覆盖材料为聚乙烯薄膜,上有保温被。温室内部使用塑料透明隔板将温室平均分隔 4 个独立区块,选择中间 2 个面积、光照度和散热度耗损相等的区块作为试验区和对比区。

1.3 试验仪器

试验采用 JTNT-C 型号 32 路多通道地温采集仪



图 3 室内环境监测仪

Fig. 3 Monitor the indoor environment

如图 5 所示,在试验区布置 5 个地温测量点,对比区布置 1 个地温测量点,①、②号地温测量点分别布置 5 个地温探头,分别埋深 50、100、200、400、500 mm;③、④、⑤号地温测量点分别布置 5 个地温探头,分别埋深 50、200、400、600、800 mm;⑥号地温测量点布置 6 个地温探

(图 2)和 JTR11A 室内环境监测仪(图 3)检测温室内地温和室内环境参数,数据采集间隔 10 min,全天 24 h 不间断采集。

1.4 试验方法

试验所在温室每天 8:30 揭帘,16:00 闭帘。由图 4 可以看出,沈阳地区冬季晴天条件下每天 7:30 左右日照辐射值迅速升高,16:00 左右迅速下降,因此每天 7:30 开启上循环水泵,16:00 关闭上循环水泵开启下循环水泵,次日 7:30 关闭下循环水泵。将试验区平均分割 2 个区块,东面区块散热管埋深 400 mm,西面区块散热管埋深 800 mm,散热管间距 200 mm。该研究采集了为期 2 个月的 2 个区域的地温和室内的气温、湿度、照度和太阳辐射值等数据,比较辅助加温效果。

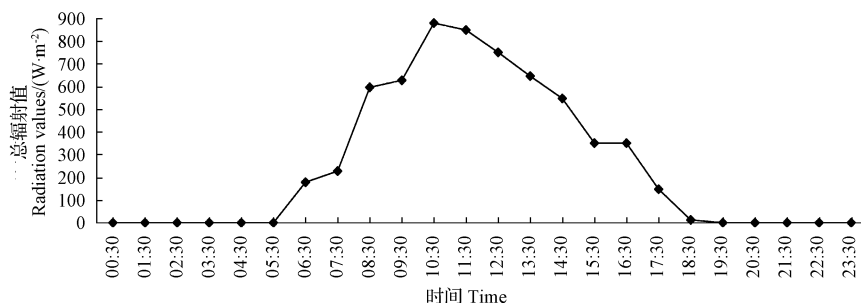


图 4 沈阳地区冬季晴天条件下日照总辐射值随时间变化规律

Fig. 4 Variation law of sunshine total radiation value with time under the condition of winter field in Shenyang area

头,埋深 50、100、200、400、600、800 mm;在保温水箱内布置 1 个温度测量探头。具体探头埋设方式如图 6 所示。在⑤、⑥号地温测量点处布置室内环境监测仪,仪器距离地面 500 mm。

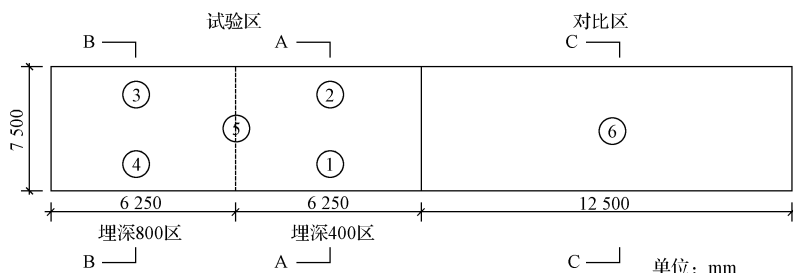


图 5 试验布置平面图

Fig. 5 The test plan

2 结果与分析

在 2013 年 12 月至 2014 年 2 月时间段内对该系统进行了连续的试验,由于试验是在完全动态的情况下进行的,在不同的室外温度环境和太阳辐射情况下,每天测量的数据也不同,但是总体趋势是不变的。为验证不同天气条件下该系统的加温效果,现挑选 2014 年 1 月

3—8 日连续 6 d 的测量数据作为代表,针对加温区和对比区的气温、地温变化,加温区地下散热管埋深 400 mm 和 800 mm 区域内各个土层温度变化,保温水箱内水温变化,分别进行研究。

2.1 试验区与对比区内气温变化规律

由图 7 可以看出,试验区与对比区内室内温度变化

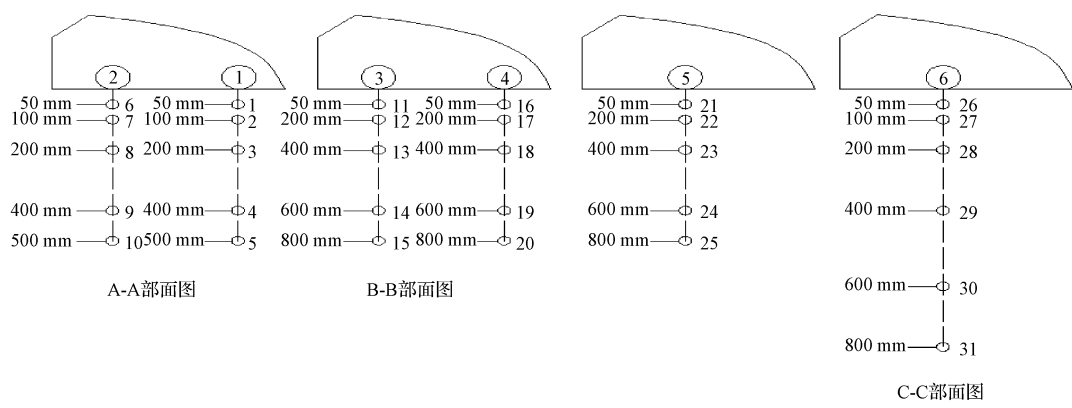


图 6 试验布置剖面图
Fig. 6 Test arrangement section

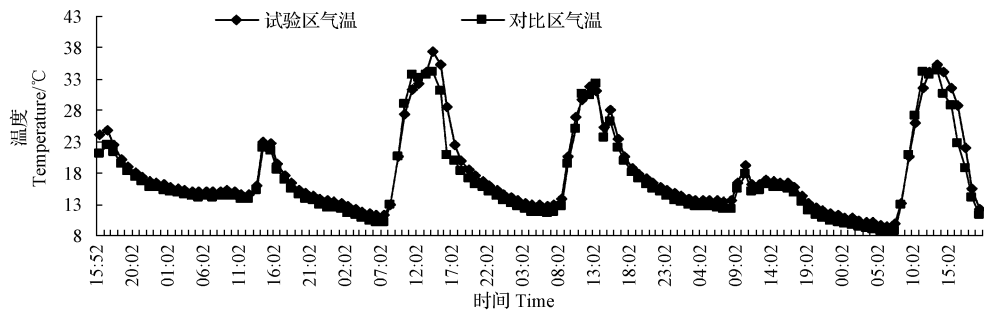


图 7 试验区与对比区内气温变化规律
Fig. 7 Change rule of test and contrast in the temperature

趋势相同且随天气的变化明显,在白天时段试验区与对比区内的气温几乎相同,夜间时段试验区内气温对比区内气温稍高。经试验测得 6 d 内试验区的最高气温为 37.5℃,最低气温为 8.3℃,平均气温为 17.4℃;6 d 内对比区的最高气温为 34.4℃,最低气温为 8.3℃,平均气温为 16.4℃。试验区较对比区平均气温高 1℃。

表 1 2014 年 1 月 3—8 日沈阳地区天气情况

Table 1 Weather situation of every day in January 3—8 of 2014 in Shenyang area

日期 Date /年-月-日	天气 Weather	风向 Wind direction	最低气温 The lowest temperature/℃	最高气温 The highest temperature/℃
2014-01-03	晴	东北风 3~4 级	-16	-1
2014-01-04	多云转中雪	东南风微风级	-10	-2
2014-01-05	晴	东北风 3~4 级	-13	-3
2014-01-06	多云转晴	新南风 5~6 级	-11	2
2014-01-07	阵雪转多云	北风 5~6 级	-16	-3
2014-01-08	晴	北风 5~6 级	-21	-9

2.2 试验区各个土层地温变化规律

由图 8、9 可以看出,50 mm、100 mm 和 200 mm 深处的地温变化趋势大体相同,且日变化幅度较大,受天气影响明显;400 mm 和 800 mm 深处的地温变化趋势较平缓,且变化规律大体相同,在每天 16:00 左右地温开始迅速上升,在 23:00 左右达到每天的高峰值,然后缓慢下

降,至次日 16:00 左右降至每天的最低值;从 400 mm 地温趋势线上可以看出 400 mm 处的地温无论是在晴天还是阴雪天气下均有缓慢上升的趋势。以上数据表明,浅层土壤受天气影响较大,深层土壤受天气的影响较小;土壤作为储存热量的载体,可以将热量快速的收集起来并缓慢的释放出去;该系统具有长期蓄热能力,可以抵御阴雪天等不良天气因素的影响。

2.3 对比区各个土层地温变化规律

由图 10 可以看出,50 mm 和 200 mm 深处地温受天气因素影响较大,日变化幅度较大;400 mm 深处地温变化幅度微小,800 mm 深处地温几乎没有变化。以上数据说明在无加温措施的地块内,深层土壤地温几乎不受天气情况的影响,无论温室内的气温如何变化,深层土壤均保持恒定的温度。

2.4 不同散热管埋深各个土层地温对比变化规律

由图 11 可以看出,在晴天条件下,400 mm 埋深散热管区地温要高于 800 mm 埋深散热管区地温,在阴雪天条件下,800 mm 埋深散热管区地温要高于 400 mm 埋深散热管区地温;经试验测得 6 d 内 400 mm 埋深散热管区 400 mm 平均地温为 19.8℃,800 mm 埋深散热管区 400 mm 平均地温为 19.6℃。以上数据说明经过长期的加热,散热管埋深 400 mm 与 800 mm 区域内 400 mm 深

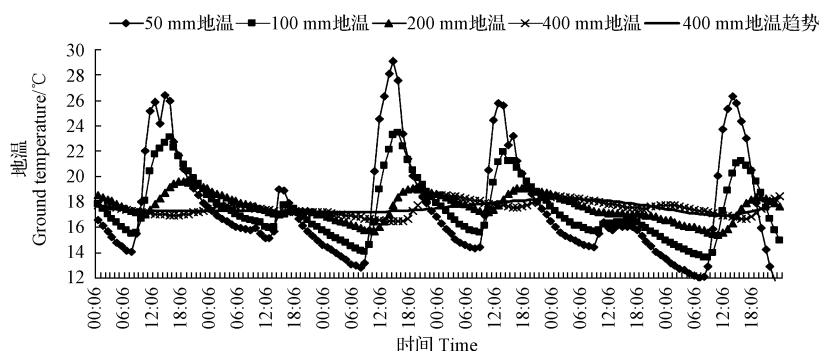


图8 地下散热管埋深 400 mm 区域内各个土层地温变化规律

Fig. 8 Change rule of various soil discharge pipe buried depth 400 mm area of each soil ground temperature

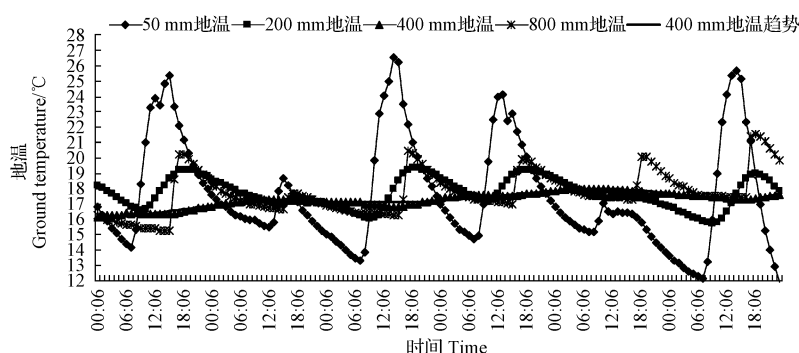


图9 地下散热管埋深 800 mm 区域内各个土层地温变化规律

Fig. 9 Change rule of various soil discharge pipe buried depth 800 mm area of each soil ground temperature

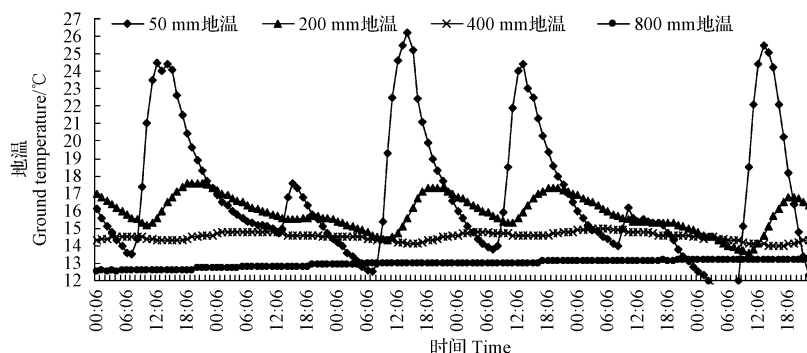


图10 对比区内各个土层地温变化规律

Fig. 10 Change rule of contrast area of each soil ground temperature

处的地温相差不大,但是在阴雪天条件下散热管埋深 800 mm 区域 400 mm 处地温要高于散热管埋深 400 mm 区域 400 mm 处地温,说明了散热管埋深越深,抵抗不良天气因素影响越强。

2.5 试验区与对比区各个土层地温变化规律

由图 12 可以看出,试验区与对比区 200 mm 处地温变化趋势大体相同,但是试验区地温要远高于对比区地温,经试验测得试验区 200 mm 处 6 d 内平均地温为 20.7℃,对比区 200 mm 处 6 d 内平均地温 17.2℃,试验区较对比区 200 mm 处地温平均高出 3.5℃;试验区

400 mm 处地温受加温的影响显示出上下起伏的曲线,对比区 400 mm 处地温变化不大,经试验测得试验区 400 mm 处 6 d 内平均地温为 19.9℃,对比区 400 mm 处 6 d 内平均地温为 15.7℃,试验区较对比区 400 mm 处地温平均高出 4.2℃。以上数据说明该系统具有良好的加温效果。

2.6 保温水箱内水温变化规律

由图 13 可以看出,水箱的水温受天气影响较大,在晴天条件下,水箱平均水温为 24.7℃,在阴雪天条件下水箱平均水温为 18.8℃。

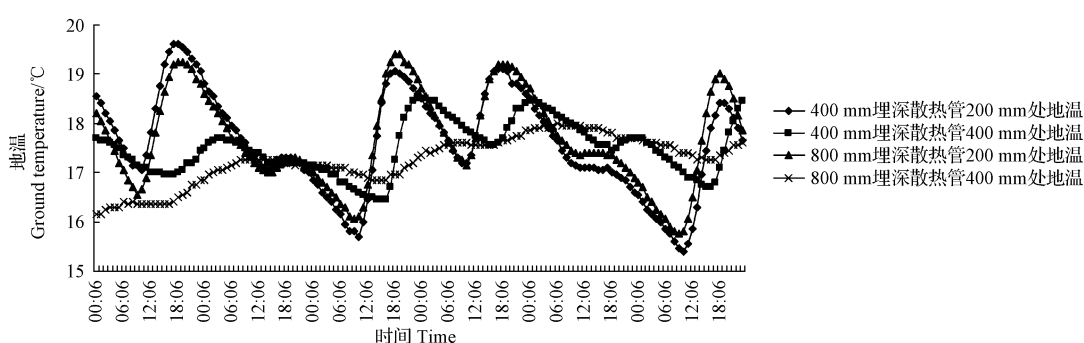


图 11 不同散热管埋深各个土层地温变化规律比较

Fig. 11 Comparison of change rule of different discharge pipe embedded depth of each soil ground temperature

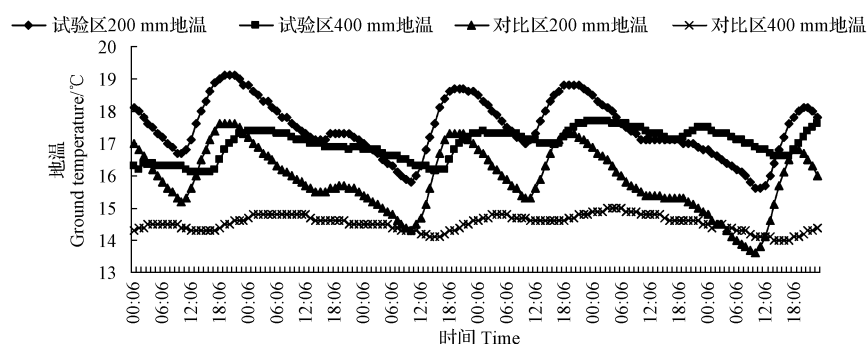


图 12 试验区与对比区各个土层地温变化规律

Fig. 12 Change rule of experimental zone and contrast area of each soil ground temperature

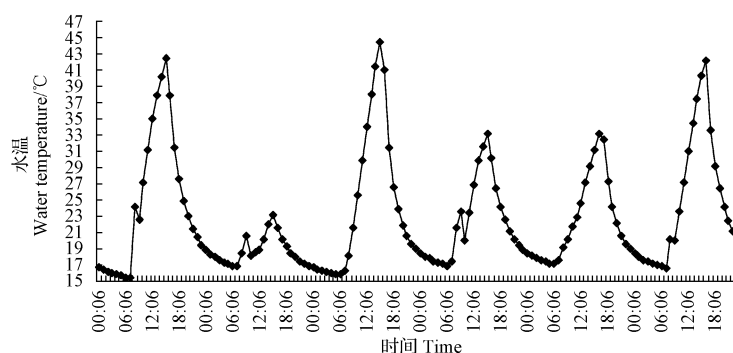


图 13 保温水箱内水温变化规律

Fig. 13 Change rule of heat preservation water tank water temperature

3 结论与讨论

该试验结果表明,利用生态温室太阳能辅助加温系统可使温室平均气温增加 1°C , 200 mm 处地温平均增加 3.5°C , 400 mm 处地温平均增加 4.2°C , 表明了该系统增温效果是可行的, 并达到了“低气温高地温”的设计效果。从长期的试验数据上可看出,生态温室太阳能辅助加温系统具有长期蓄热的潜力,且散热管埋深越深,抵抗不良天气因素能力越强,可满足温室内作物在连阴天或极寒天气时对地温的需求。生态温室太阳能辅助加温系统初期投资较大,日常维修保养复杂等缺点,需进一步改进和完善。

参考文献

- [1] 周长吉,王莉,冯广和,等. 现代温室工程[M]. 北京:化学工业出版社,2009.
- [2] 周长吉,杨振生. 准确统一“日光温室”定义的商榷[J]. 农业工程学报,2002,23(5):560-563.
- [3] 北京农业大学. 蔬菜栽培学—保护地栽培[M]. 北京:农业出版社,1990:146-154.
- [4] 白义奎,迟道才,王铁良,等. 日光温室燃池—地中热交换系统加热效应的初步研究[J]. 农业工程学报,2006,22(10):178-181.
- [5] 王新坤,李红. 我国温室的研究现状与发展趋势[J]. 排灌机械学报,2010,28(2):179-184.
- [6] Mears D R, Roberts W J, Simpkins J C. New concept in greenhouse heating[M]. ASAE paper NO. NA,1965:74-112.

大棚再生茄子间作荠菜高效栽培技术

祝海燕, 李宗珍

(潍坊科技学院 贾思懿农学院, 山东 寿光 262700)

中图分类号:S 641.1 文献标识码:B 文章编号:1001-0009(2014)24-0048-02

荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)属十字花科荠菜属一二年生草本植物,是人们最喜爱的野菜之一,以鲜绿嫩叶供食用,气味清香、鲜美,营养丰富。荠菜除含有丰富的维生素C和胡萝卜素外,还含有较多的矿质元素,其中钙含量为蔬菜最高,并含有钾、镁、磷、锰、锌、铜等多种元素。另外荠菜含有的荠菜酸,有利尿、止血、清热及明目等功效。

荠菜性喜冷凉,人工栽培主要有春播和秋播,春播生产时间较短,秋播一次播种可多次采收,采收时间较长,因此生产上以秋季栽培为主。并且荠菜植株矮小,生长周期短,对土壤养分消耗较少,很适合与茄果类蔬菜进行间套作栽培,以充分利用土地及光热资源,提高经济效益。

第一作者简介:祝海燕(1978-),女,硕士,讲师,研究方向为蔬菜学。E-mail:zhuhaiyan1978@126.com.

收稿日期:2014-09-15

1 茄子再生栽培

1.1 茄子平茬

大棚春茄子到7月上中旬以后,由于高温干旱、茄子一般生长不良,产量降低,品质变差,并且此时露地栽培的茄子大量上市,经济效益变差。在寿光菜农一般此时即对茄子老株进行修剪平茬促进茄子再生。平茬的方法一般是在门茄分支上部10 cm处将枝条剪断,留下“Y”形分叉。修剪时使剪口为斜面,剪完后用50%多菌灵可湿性粉剂100 g,农用链霉素100 g,疫霜灵100 g,加0.1%高锰酸钾溶液调成糊状涂抹伤口,以防病菌侵入。另外平茬最好在晴天上午进行,不要在阴雨天进行修剪。剪下的枝条及棚室内的枯枝落叶、杂草,要及时清理干净,带出棚外集中处理,以降低棚室内的病虫草传染源。

1.2 肥水管理

为促进茄子根系生长及蘖芽的萌发,平茬后立即浇水,结合浇水每667 m²追施复合肥50 kg(15-15-15)或者

[7] 山本雄二郎. 地中—空气热交换的应用例[J]. (日)农业气象, 1966(22): 77-79.

[8] 河野德義. 水蓄热型太阳能温室的热特性[J]. (日)农业气象, 1986, 6(1): 61-67.

[9] 刘胜勇, 张杰, 张百良, 等. 太阳能蓄热系统提高温室地温的试验研

究[J]. 太阳能学报, 2003, 24(4): 461-465.

[10] 马承伟. 塑料大棚地下热交换系统的研究[J]. 农业工程学报, 1985(1): 54-64.

[11] 张莹, 刘文合, 于威, 等. 东北型日光温室太阳能辅助加温系统试验研究[J]. 水电能源科学, 2010, 3(3): 158-160.

The Experimental Study on the Ecological Greenhouse Solar Assisted Heating System

LIU Wen-he, XU Zhan-yang

(College of Water Conservancy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: In solar collector for auxiliary heating mode, adopt the method of the contrast test, the solar assisted heat within the system of ecological greenhouse temperature and the influence of ground temperature were studied. Through continuous test, the application of the system average temperature heating area was relatively high cold area 1°C, the average ground temperature was 4.2°C. The results showed that the ecological greenhouse solar assisted heating system had an obvious increase effect of ground temperature, and the deeper the radiator pipe buried depth, the stronger ability to resist bad weather factors, it had the ability of heat storage for a long time.

Keywords: ecological greenhouse; solar assisted heating; experiment