

大跨度双膜双拱塑料大棚夏季降温能力测试研究

魏 鑫, 李建设, 高艳明

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:为探索新型热镀锌大跨度双膜双拱结构塑料大棚环境优势,针对夏季对降温效果的需求,以 10 m 跨单膜大棚为对照,对 5 个跨度分别为 20、16、12、10、8 m 的双膜塑料大棚运用 ZWSN-C-A 无线多功能采集器进行了环境测试分析。结果表明:8、16、20 m 跨度塑料大棚可降低空气温度 1.15、0.94、0.59 °C;同时可降低土壤温度 2.98、2.32、3.08 °C。12 m 跨度塑料大棚相较于其它 4 个跨度空气湿度值小,为 28.08%,其余 5 个大棚湿度无明显差异,均在 47%左右。对照大棚光照强度明显强于双膜大棚,但 10、16 m 跨度塑料大棚的透光率较其它跨度大,平均比 8 m 跨度高 2.36、2.08 klx。10、12、16 m 跨度大棚可保持较高二氧化碳浓度。综合以上 5 个环境因子,16 m 跨度塑料大棚除了能保持较高光照强度和二氧化碳浓度外,在降温、保湿方面具有较大优势,在夏季较其余 5 个大棚更具有推广性。

关键词:塑料大棚;不同跨度;夏季降温;环境测试

中图分类号:S 626.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)10-0045-07

设施农业是将工程技术、信息技术、生物、环境等融为一体的一种现代农业生产方式。具备农机与信息化融合的特点,可有效增强农业生产力,显著提高产量、资源利用率和劳动利用率。保障农产品的有效供给并促进农村经济发展和农民增收^[1-4]。近年来,对于大跨度塑料大棚的发展,李胜利等^[5-6]研究发现跨度在 20~30 m 同时采用三膜覆盖的塑料大棚在早春栽培时保温效果更佳,还可延长生产季节。除此之外,陈丹等^[7]在夏季对单栋、三连栋、六连栋塑料大棚内小气候进行了分析,发现单栋塑料大棚昼夜温差较大并能提高棚内光照强度。

试验采用卡槽式热镀锌轻简骨架结构大棚为研究对象,该结构代替传统手工焊接喷漆的钢管骨架材料,有效避免了传统施工过程中造成的温室结构参数不规范、骨架材料焊制不标准,温室建造速度慢,骨架材料生锈,稳定性差、保温蓄热能力差,大风导致膜与骨架连接处损坏等问题,使温室标准化建造水平得到大幅提升。

同时该结构可抵抗干旱风沙区强风,适应在宁夏中部干旱带春夏季风沙大的环境^[8]。且跨度大利于机械化作业,为现代农业奠定基础。

双膜覆盖相较传统单膜大棚室内环境更稳定,冬季保温效果好,大棚建造费用较日光温室低,经济效益高^[9]。

试验采用基于 Zigbee Pro 协议上的 ZigWSN 系统,利用 ZWSN-C-A 多功能采集器对数据进行实时上传并实现互联网上实时下载,实现对大棚内环境指标实时监控,为智能农业奠定基础。通过重点测试大棚内夏季、冬季环境指标变化,研究该结构大棚能否实现夏季降温、冬季安全生产、是否具有替代日光温室实现园艺作物周年生产的潜力等问题。在夏季,过高的环境温度成为制约植物生长的主要因素。了解塑料大棚内气温变化特征对指导棚内气温调控和栽培管理具有重要意义^[10-13]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验温室 以 12 m 跨度塑料大棚剖面图(图 1、2)为例对大棚结构进行简要介绍,其余大棚参数见表 1。

表 1 不同跨度塑料大棚参数

Table 1 Parameter of plastic greenhouse with different span

跨度 Span/m	8	10	12	16	20	对照 (CK)
高度 Height/m	3.6	4.2	4.5	5.0	6.2	4.2

第一作者简介:魏鑫(1991-),女,甘肃兰州人,硕士研究生,研究方向为蔬菜栽培与生理。E-mail:471722064@qq.com.

责任作者:高艳明(1963-),女,宁夏石嘴山人,硕士,教授,现主要从事设施蔬菜无土栽培与营养施肥等研究工作。E-mail:myangao@163.com.

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项重大资助项目(201203002)。

收稿日期:2016-02-15

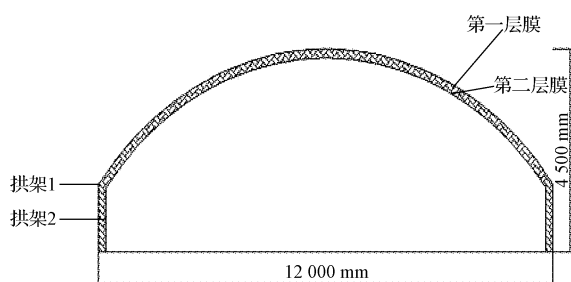


图1 12 m 跨度塑料大棚剖面图

Fig. 1 Sectional drawing of 12 meters span plastic greenhouse



图2 12 m 跨度塑料大棚

Fig. 2 drawing of 12 meters span plastic greenhouse

1.1.2 试验仪器 采用北京紫藤连线科技有限公司 ZWSN-C-A 型多功能无线数据采集器,采集器搭载 ZigWSN 系统平台,可实现数据实时上传和下载,对环境进行实时监控。

1.2 试验方法

试验于 2015 年 5 月 18 日至 8 月 10 日在吴忠市孙家滩农业综合开发区内进行。试验主要讨论在夏季以 20、16、12、10、8 m 5 个不同跨度双膜覆盖塑料大棚为处理,并以 10 m 跨度单膜大棚为对照,每 10 min 记录 1 次数据,研究其温度差异并进行环境综合评价。

1.3 项目测定

通过测定塑料大棚内空气温度、湿度、土壤 10 cm 处温度,光照强度及二氧化碳浓度,分析不同跨度塑料大棚内各指标最高值、平均值、典型晴天阴天差异,绘制典型晴天、阴天变化差异及月变化折线图^[14-16],得到夏季空气温度、土壤温度较低、环境综合性能良好的较优跨度塑料大棚。

2 结果与分析

2.1 不同跨度塑料大棚空气温度对比

夏季高温对植物生长不利,通过不同跨度、不同层数薄膜覆盖大棚的空气温度差异对比得到温度较低的大棚。从图 3、4 可以看出,空气温度日变化呈单峰型,14:00—16:00 达到最大值。典型高温晴天条件下,

16 m 跨度双膜塑料大棚的日均值最低,为 33.29 °C,较最高的 10 m 跨度大棚低 0.97 °C、较对照大棚低 0.19 °C;8、20 m 跨度塑料大棚日平均值同样较低,分别为 33.39、33.37 °C。可见大、小跨度大棚较对照均有一定降温能力,但由于对照大棚采用单膜覆盖,温度日变化较大,夜晚温度较低拉低其整体温度均值,导致与其它大棚温度差异不明显。阴天条件下,8、16 m 跨度塑料大棚内空气温度均值较低,分别为 26.87、26.86 °C,与最高 12 m 跨度相比低 1.3、1.2 °C,与对照相比低 0.43、0.44 °C。由图 5、6 可知,对比最高空气温度月均值,得到 20 m 跨度最低,平均为 40.00 °C,较最高 12 m 跨度 42.74 °C 低 2.74 °C,较对照低 1.28 °C,16、8 m 跨度大棚同样有较低的最高温,分别为 41.04、40.18 °C;最终对比 3 个月温度变化均值,8、16、20 m 表现出良好降温能力,月均值分别为 27.20、27.41、27.76 °C,较最高 10 m 跨度的 28.35 °C 分别低 1.15、0.94、0.59 °C。对照大棚月均值同样较低,为 27.34 °C,是由于昼夜温差较大在月均值变化中表现空气温度较低。综上,8、16、20 m 跨度双膜塑料大棚较对照表现出更好的降温能力,可起到夏季降温作用。12、10 m 跨度大棚降温能力较差。

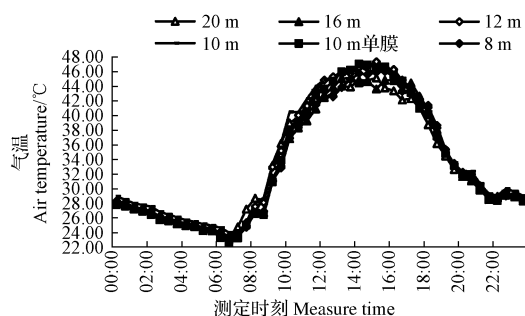
图3 不同跨度塑料大棚空气温度日变化
(典型高温晴天 7 月 28 日)

Fig. 3 Change in each day of air temperature with different span plastic greenhouse (sunny of 28th July)

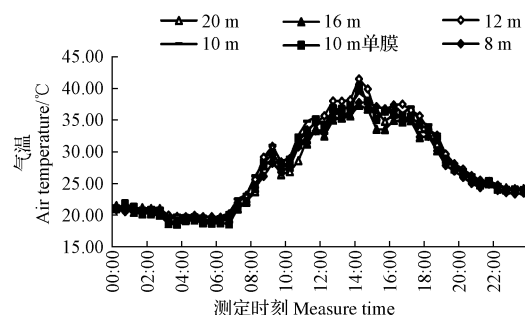
图4 不同跨度塑料大棚空气温度日变化
(典型阴天 7 月 2 日)

Fig. 4 Change in each day of air temperature with different span plastic greenhouse (cloudy of 2nd July)

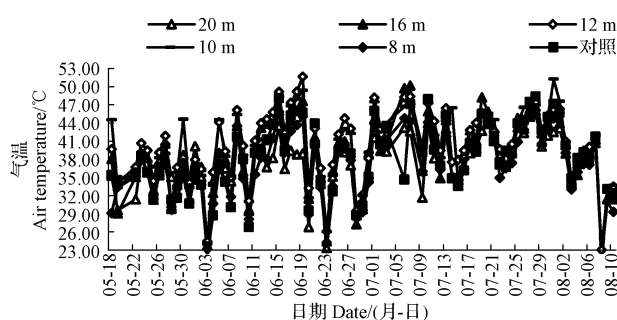


图5 不同跨度塑料大棚最高
空气温度月变化

Fig. 5 Monthly change of maximum air temperature with different span plastic greenhouse

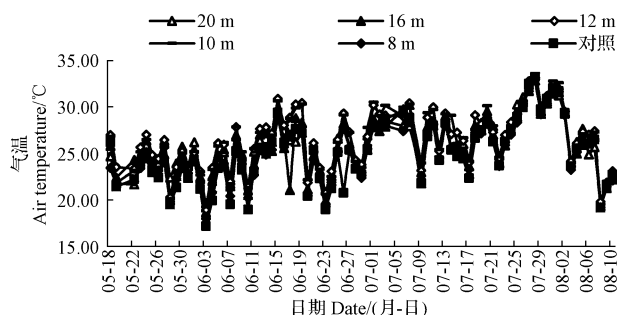


图6 不同跨度塑料大棚空气温度月变化

Fig. 6 Monthly change of air temperature with different span plastic greenhouse

2.2 不同跨度塑料大棚土壤温度对比

地温高低直接影响作物的生长状况,夏季常出现的过高地温会导致植株矮小、萎蔫,甚至死亡。从图7可知,在典型高温晴天条件下,16 m 跨度塑料大棚土温最低,为 30.48 °C,相较于最高土温 10 m 跨度平均降低 3.13 °C,较对照低 2.95 °C; 8 m 跨度土温也较低,为 30.63 °C;同时得到对照土壤温度除与同跨度双膜相比低 0.18 °C 外,明显高于其余跨度双膜大棚。由于土壤温度变化滞后于空气温度,土温较高也能间接反映大棚在白天的空气温度较高,但因为土温高低不完全由于空气温度变化影响,因此土温并不作为判断空气温度的直接依据。由图8可知,在阴天条件下,20 m 跨度平均温度表现较为优异,为 25.65 °C,较温度最高 12 m 跨度的 29.08 °C 降低 3.43 °C,较对照低 2.57 °C。20、16、8 m 跨度最高温均值较低,但 16 m 跨度最高温均值最低,为 29.44 °C,比 10 m 跨度双膜的 34.82 °C 低 5.38 °C,20 m 跨度最高温平均值比 16 m 跨度高 0.83 °C,8 m 最高温均值较 16 m 跨度高 1.25 °C、较对照低 5.08 °C,同样有良好的降温效果;对照最高温均值高于其它各双膜大棚,由此印证了单膜较双膜温度变化差异大,易出现较

高土壤温度。由图9、10可知,对比各跨度大棚3个月来地温均值,20 m 跨度最低,平均为 27.28 °C,较对照低 3.08 °C; 16、8 m 跨度降温能力较好,平均为 28.04、27.38 °C,比 10 m 跨度大棚各低 1.88、1.98 °C,较对照低 1.29、1.39 °C;对照土温月均值除低于同跨度大棚外均高于各双膜大棚。因此 8、16、20 m 跨度大棚在降低土壤温度上同样具有较强能力。

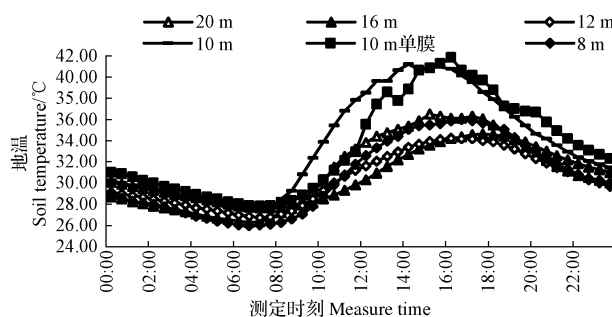


图7 不同跨度塑料大棚土壤温度日变化
(典型高温晴天7月28日)

Fig. 7 Change in each day of soil temperature with different span plastic greenhouse (sunny of 28th July)

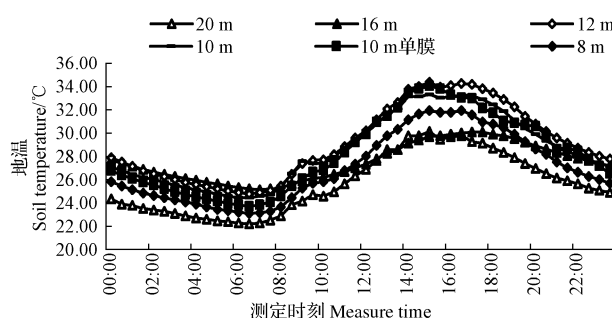


图8 不同跨度塑料大棚土壤温度日变化
(典型阴天7月2日)

Fig. 8 Change in each day of soil temperature with different span plastic greenhouse (cloudy of 2nd July)

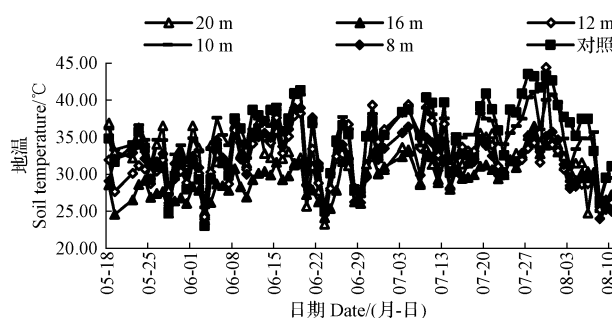


图9 不同跨度塑料大棚最高土壤温度月变化

Fig. 9 Monthly change of maximum soil temperature with different span plastic greenhouse

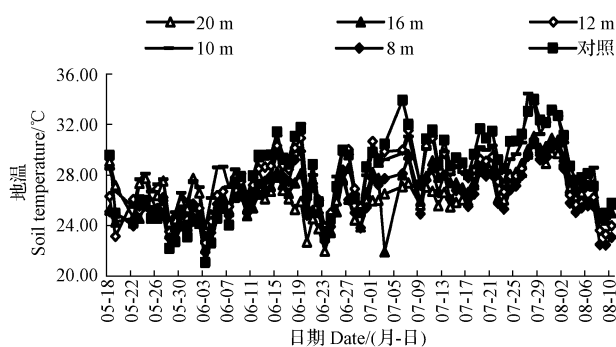


图 10 不同跨度塑料大棚土壤温度月变化

Fig. 10 Monthly change of soil temperature with different span plastic greenhouse

2.3 不同跨度塑料大棚空气湿度对比

由图 11、12 可知,湿度随气温升高而逐渐降低,在 16:00 达最小值。夏季棚内湿度基本在 46% 左右。在典型高温晴天下,20 m 跨度塑料大棚湿度较大,均值为 34.76%,较小的为 10 m 跨度塑料大棚,均值为 31.49%,该结果符合温度越低湿度越大的结论。对照湿度均值为 33.12%,较同跨度双膜高 1.63%,较最大 20 m 跨度低 1.64%,并无明显差异。在阴天条件下 20 m 跨度湿度同样较大,均值为 32.81%,较小的为 12 m 跨度塑料大棚均值为 31.05%。阴天对照湿度均低于其它各大棚,较最高 20 m 跨度大棚低 3.76%,说明阴天对照湿度与双膜大棚相比要高。由图 13 可知,对比不同跨度大棚 3 个月湿度均值变化发现,12 m 跨度塑料大棚湿度最小,均值为 28.08%,和其余 5 个大棚湿度变化形成较大差异,比最高湿度的 8 m 跨度塑料大棚相比低近 19%,其余 5 个跨度间空气湿度差异不大,均在 46% 左右,最大湿度为 8 m 跨度大棚,均值为 47.01%。

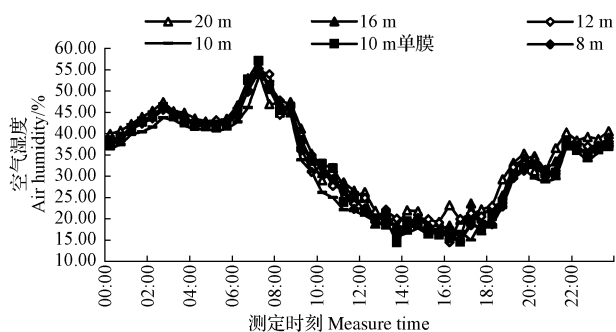


图 11 不同跨度塑料大棚空气湿度日变化
(典型高温晴天 7 月 28 日)

Fig. 11 Change in each day of air humidity with different span plastic greenhouse (sunny of 28th July)

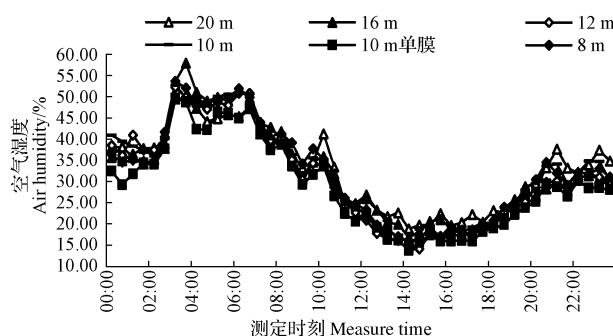


图 12 不同跨度塑料大棚空气湿度日变化
(典型阴天 7 月 2 日)

Fig. 12 Change in each day of air humidity with different span plastic greenhouse (cloudy of 2nd July)

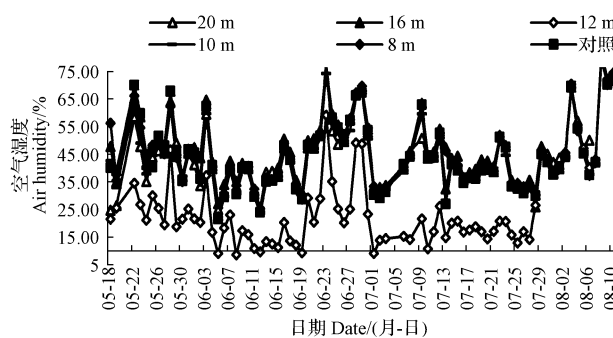


图 13 不同跨度塑料大棚空气湿度月变化

Fig. 13 Monthly change of air humidity with different span plastic greenhouse

2.4 不同跨度塑料大棚光照强度对比

由图 14、15 可知,棚内光照强度随着环境太阳辐射增强而升高,呈现单峰值变化,在 13:00 左右达到最大值。不论晴天还是阴天,对照大棚光照强度强于各双膜大棚。晴天条件下,对照光强最大,为 32.84 klx,除此之外,10、16 m 跨度塑料大棚内光照强度较大,分别为 25.23、23.98 klx,其余 3 个跨度光照强度较小,最小为 12 m 跨度,均值为 18.57 klx。同时对比阴、晴天数据发现,8、20 m 跨度棚内光照强度均小于 16 m 大棚,表明跨度过小或过大都会使得棚内太阳辐射减小,降低了棚内光照强度。由图 16 可知,从光照强度月变化来看,8、20 m 跨度大棚平均光照强度最小,分别为 9.51、9.84 klx;10、16 m 跨度平均光强较大,分别为 11.87、11.59 klx;12 m 跨度平均光照强度为 9.35 klx,得到跨度大小不完全和光照强度成比例关系,由于该试验重点旨在得到空气温度较低的跨度,对光照强度和跨度之间关系不再赘述,即通过对比得到 10、16 m 跨度塑料大棚内光照强度较大,透光率好。

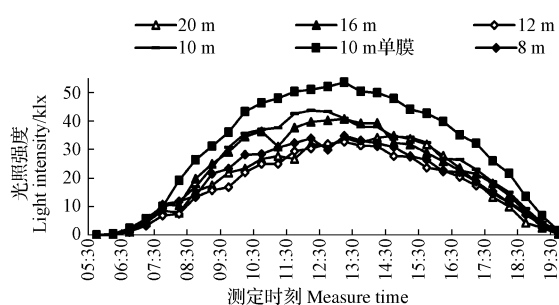


图 14 不同跨度塑料大棚光照强度日变化
(典型高温晴天 7 月 28 日)

Fig. 14 Change in each day of light intensity with different span plastic greenhouse(sunny of 28th July)

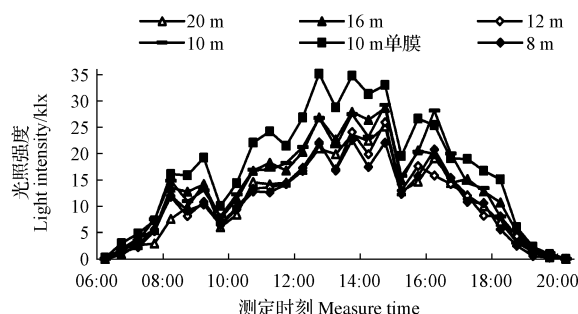


图 15 不同跨度塑料大棚光照强度日变化
(典型阴天 7 月 2 日)

Fig. 15 Change in each day of light intensity with different span plastic greenhouse(cloudy of 2nd July)

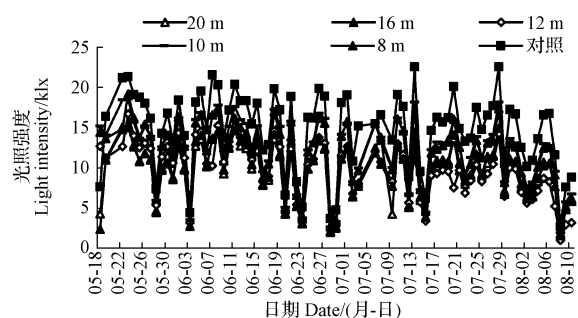


图 16 不同跨度塑料大棚光照强度月变化

Fig. 16 Monthly change of light intensity with different span plastic greenhouse

2.5 不同跨度塑料大棚二氧化碳含量对比

二氧化碳是植物进行光合作用原料之一,其含量多少直接影响作物光合水平,从而影响作物品质。设施内二氧化碳含量夜间伴随植物呼吸作用使棚内二氧化碳含量较高,随着白天太阳升起植物进行光合作用消耗二氧化碳使棚内其含量降低,此时随着二氧化碳含量降低,该因子可能成为限制光合作用的重要因素。

从图 17、18 中可知,阴天二氧化碳含量较晴天高,这是由于植物阴天光合作用较小消耗二氧化碳量少于

晴天。不论晴天还是阴天,10、12、16 m 跨度二氧化碳含量均高于 8、20 m 跨度;16 m 跨度在维持较高浓度二氧化碳含量上表现更为突出,平均达到 $593.26 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 8、20 m 跨度含量较低,为 481.74 、 $461.78 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。对照大棚晴天二氧化碳含量高于各双膜,可能由于对照大棚晴天温度过高导致光合作用减弱消耗二氧化碳量减少,但在阴天对照低于 12、16 m 跨度、高于 8、20 m 跨度大棚。由图 19 可以看出,16 m 跨度二氧化碳含量月变化最

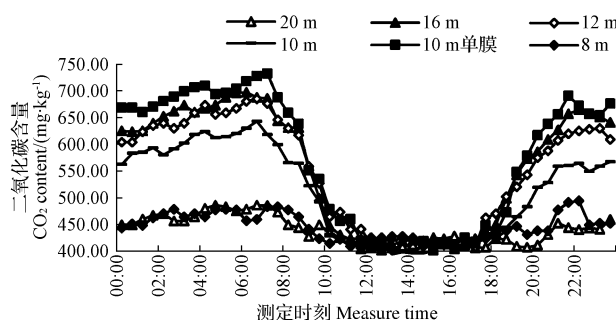


图 17 不同跨度塑料大棚二氧化碳含量日变化
(典型高温晴天 7 月 28 日)

Fig. 17 Change in each day of CO₂ content with different span plastic greenhouse(sunny of 28th July)

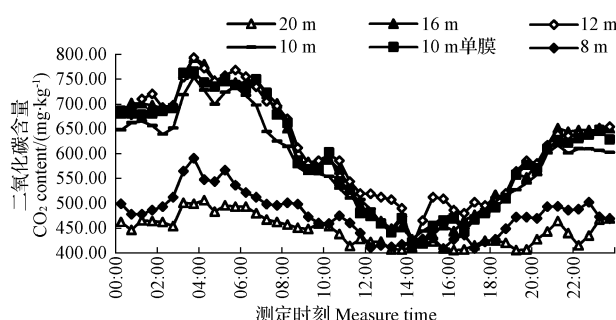


图 18 不同跨度塑料大棚二氧化碳含量日变化
(典型阴天 7 月 2 日)

Fig. 18 Change in each day of CO₂ content with different span plastic greenhouse(cloudy of 2nd July)

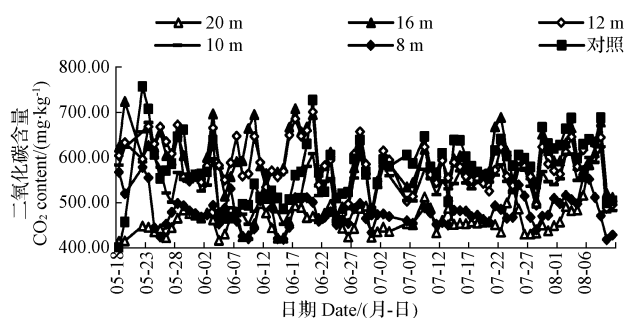


图 19 不同跨度塑料大棚二氧化碳含量月变化

Fig. 19 Monthly change of CO₂ content with different span plastic greenhouse

小值为 $467.38 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比 20 m 跨度含量 $415.12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 高约 $53 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比 8 m 跨度含量 $418.68 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 高约 $49 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比对照大棚高了 $66.34 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 可见跨度超过 16 m 或低于 10 m 后或采用单膜覆盖不利于棚内维持较高二氧化碳含量, 在单考虑二氧化碳浓度方面选择大棚时不宜选择较大或较小跨度, 且宜采用双膜覆盖。

3 结论

通过对不同跨度单双膜大棚的 5 个环境因子进行对比分析, 发现在降低空气温度方面小跨度的塑料大棚表现较为突出, 8、16、20 m 跨度塑料大棚较最高温 10 m 跨度大棚的 28.35°C 降低空气温度 1.15 、 0.94 、 0.59°C ; 虽然对照大棚平均温度低于各双膜大棚, 但在对比最高温均值时, 发现对照大棚均高于 8、16、20 m, 这是由于单膜昼夜温差较双膜大, 最低温度拉低了单膜大棚温度均值。在降低土壤温度方面大跨度、小跨度均表现出较大优势, 8、16、20 m 跨度塑料大棚土壤温度较对照的 30.36°C 平均降低 2.98 、 2.32 、 3.08°C ; 地温变化不如空气温度变化灵敏, 对照大棚最高地温较双膜高, 间接反映单膜大棚降温效果差于双膜。对比空气湿度差异发现, 12 m 跨度相较于其它 5 个大棚空气湿度值最小, 为 28.08% , 其余 5 个大棚湿度差异不大, 均在 46% 左右; 夏季高温空气湿度不宜过小, 8、16 m 跨度的 47.01% 、 46.82% 湿度更为适宜。对比 6 个大棚光照强度发现, 对照大棚明显高于各双膜大棚; 10、16 m 跨度塑料大棚的透光率较其它最大, 平均比 8 m 跨度高 2.36 、 2.08 klx 。可保持较高二氧化碳浓度跨度的有 10、12、16 m 双膜大棚。

综合以上 5 个环境因子对不同跨度大棚进行分析, 跨度过小、过大不利于采光和棚内二氧化碳浓度积累; 单膜覆盖虽然可带来较大光照强度, 但是棚内温度变化较大, 夏季易形成高温。考虑夏季高温天气要求大棚具有一定降低空气温度、土壤温度能力来看, 16 m 跨度双膜塑料大棚在降温、保湿方面具有一定优势, 同时有良好的采光和维持高浓度二氧化碳的能力, 更值得推广。

Study on the Cooling Capacity With Large Span Double Film Arch of Plastic Greenhouse in Summer

WEI Xin, LI Jianshe, GAO Yanming

(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: In order to explore the environmental advantages of a new type large span double film arch of plastic greenhouse with hot dip galvanized steel, the requirements of the cooling effect in summer were analyzed. With 10 m span single film plastic greenhouse as the control, 16 m, 12 m, 10 m, 8 m, 20 m as test objects, ZWSN-C-A were used to measure the environment performance. The results showed that 8 m, 16 m, 20 m large span plastic greenhouse had less air temperature 1.15°C , 0.94°C , 0.59°C , which reduced soil temperature 2.98°C , 2.32°C , 3.08°C . 12 m large span greenhouse compared to other four span of air humidity is minimum, for about 28.08% . Remaining other five greenhouse

参考文献

- [1] 李中华, 王国占, 齐飞. 我国设施农业发展现状及发展思路[J]. 中国农机化, 2012(1): 7-10.
- [2] 潘永地, 姚益平, 林建忠. 南方双层塑料大棚智能增温器的研制及试验[J]. 农业工程学报, 2013(8): 203-211.
- [3] 肖林刚, 邹志荣, 吴乐天, 等. 寒冷干旱地区日光温室的结构优化设计[J]. 农学学报, 2014, 4(5): 52-55.
- [4] 张雪艳, 高艳明, 叶林. 浅析宁夏设施园艺发展现状问题与对策[J]. 农业科学研究, 2011, 32(1): 54-57.
- [5] 李胜利, 孙志强. 巨型塑料大棚的发展与问题探讨[C]. 设施园艺研究新进展-2009 中国. 寿光国际设施园艺高层学术论坛论文集, 2009: 163-167.
- [6] 李胜利, 孙治强. 巨型塑料大棚温度性能研究[J]. 中国农业气象, 2008, 29(1): 58-61.
- [7] 陈丹, 范万新, 梁平, 等. 夏季不同结构塑料大棚的小气候特征[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008(11): 184-190.
- [8] 黄利, 李建设, 高艳明. 宁夏非耕地温室建设现状及对策研究[J]. 北方园艺, 2013(13): 45-50.
- [9] 赵宝福, 姚慧滨, 毛亚辉, 等. 双膜双拱节能型日光温室在天津的建设[J]. 天津农林科技, 2011(5): 6-10.
- [10] GAO J X, DU H Q. Design of greenhouse surveillance system based on embedded web server technology[J]. Procedia Engineering, 2011(23): 374-379.
- [11] HU H G, XU L H, GOODMAN E D, et al. NSGA-II-based nonlinear PID controller tuning of greenhouse climate for reducing costs and improving performances[J]. Neural Comput and Applic, 2014(24): 927-936.
- [12] PRAKASH O, KUMAR A. Performance evaluation of greenhouse dryer with opaque north wall[J]. Heat Mass Transfer, 2014, 50: 493-500.
- [13] ZHANG Z H, QIAN S Q. Immune algorithm with dynamic environments and its application to greenhouse control[J]. Optim Eng, 2010(11): 125-144.
- [14] 王鹏, 李卫欣, 孙永涛, 等. 连栋塑料温室光温环境特征分析[J]. 北方园艺, 2005(1): 18-19.
- [15] 高艳明, 汪洋, 黄利, 等. 宁夏非耕地沙漠新建日光温室性能分析[J]. 北方园艺, 2014(22): 44-47.
- [16] 高艳明, 汪洋, 李建设. 宁夏地区 PC 耐力板日光温室建造与性能初探[J]. 北方园艺, 2015(5): 45-48.

远红外电热膜在辣椒育苗上的应用效果研究

苗锦山¹, 王树勇², 高静³

(1. 潍坊科技学院 园艺科学与技术研究所, 山东 寿光 262700; 2. 昌乐县乔官镇农业综合服务中心, 山东 昌乐 262408;

3. 龙口市新嘉街道农业综合服务中心, 山东 龙口 265711)

摘要:以辣椒为试材,在温室低温逆境下,研究了远红外电热膜辐射加温在冬春茬辣椒育苗上的应用效果。结果表明:采用远红外电热膜辐射加温处理,辣椒种子发芽势和发芽率显著提高,叶片光合速率和根系活力增加,植株长势和根系发育显著优于对照,有利于壮苗培育。加温方式比较,远红外电热膜覆土 2 cm 加温效果优于直接加温处理。采用远红外电热膜辐射加温技术可缩短辣椒苗龄 15 d,经济、生态和社会效益显著。

关键词:远红外电热膜;低温逆境;辣椒;苗龄

中图分类号:S 641.304⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)10-0051-03

辣椒是我国种植面积仅次于大白菜的第二大蔬菜作物,近年来保护地反季节栽培呈不断增加趋势,栽培效益较佳。但辣椒属喜温作物,生长发育适温为 20~30℃。低于 15℃时生长发育受阻,持续低于 12℃时可能遭受冷害,对其器官发育造成不良影响。

徐冉等^[1]研究表明,低温下辣椒的根系总长度均呈下降趋势,根系直径则会呈先升后降的趋势。低温可减小辣椒叶面积,低温时间越长,减大幅度越大。王丽萍等^[2]对低温逆境下辣椒植株生长特性研究表明,低温弱光对辣椒的株高、茎粗、叶面积、根系都有减少作用,从而造成减产。我国北方保护地冬春茬或早春茬辣椒多在 12 月中下旬至翌年 2 月前播种,整个苗期均处于一年中极寒天气。辣椒出苗后,如遇持续低温条件,辣椒的抵抗力减弱,吸收矿质元素和水分的能力随之减弱,极易诱发生理病害或花芽分化不良,最终导致落花落果^[3]。因此,冬春茬或早春茬辣椒低温下壮苗培育是生

产上亟待解决的重要问题。

红外辐射材料是指在一定红外波段范围内具有较高辐射强度的材料,系近年来发展起来的一种新型光热转换功能材料的添料,可将其制成电热膜发热元件。以该元件和碳纤维为基材制成远红外电热膜可产生 8 000~15 000 nm 远红外线,类似太阳辐射,该波段光对人类的生存与万物的生长极为重要,被科学家称为“生命光波”,可与生物体内的水分子产生有效“共振”,同时具备渗透性能和温控效应,可有效促进植物生长;另外,远红外电热膜还具有使用年限长、发热速度快(一般几分钟可热)等优点,因而研究和利用远红外电热膜育苗技术具有较好的生产应用价值。现以“中寿 12 号”辣椒为试材,研究了利用远红外电热膜辐射加温技术对辣椒苗期生长发育的影响,以期对辣椒壮苗培育和高效栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试辣椒品种为“中寿 12 号”,由潍坊科技学院园艺科学与技术研究所提供;远红外电热膜由广东暖丰科技有限公司提供,规格为 10.6 m×30.0 cm,功率 400 W。

第一作者简介:苗锦山(1972-),男,博士,副教授,现主要从事蔬菜育种与生物技术等研究工作。E-mail:lnmjs@163.com.

基金项目:国家星火科技支撑计划资助项目(2011GA740072);潍坊科技学院自然科学重大专项资助项目(W13K002)。

收稿日期:2016-02-14

of humidity that have no obvious difference, which were about 47%. Light intensity of the control greenhouse was significantly stronger than the double film shed, but the transmittance of 10 m, 16 m span plastic greenhouse was more larger than other three ones, which were more 2.36 klx, 2.08 klx than 8 m greenhouse. Maintaining a high carbon dioxide concentration was 10 m, 12 m, 16 m double film greenhouse. Integrated above five environmental factors, 16 m span plastic greenhouse had the higher light intensity and carbon dioxide concentration, in addition to in the cooling, moisture had a greater advantage in the summer to compare with the rest of the five greenhouses, which was more promotional.

Keywords: plastic greenhouse; different span; cooling capacity; test of environment