

# 双大棚多层覆盖保温效果及对西瓜生长的影响

林红梅<sup>1</sup>, 孙兴祥<sup>2</sup>

(1. 东台市种子管理站 江苏东台 224200; 2. 盐城市蔬菜研究所 江苏盐城 224002)

**摘要:** 为了更好地指导江苏沿海地区早春大棚西瓜生产, 利用 ZQZ-C II 型自动气象站 (PT1000 温度传感器), 连续测定不同覆盖层数大棚内温度, 探讨了双大棚多层覆盖保温增温效果及对西瓜生长的影响。结果表明, “单层大棚+地膜”方式覆盖平均增加气温 5℃左右, 最低气温增加 2℃左右, 平均增加地温 7℃; “双层大棚+地膜”方式覆盖平均增加气温 7℃左右, 最低气温增加 4℃左右, 平均增加地温 10℃; “双层大棚+小棚+地膜”方式覆盖平均增加气温 12℃左右, 最低气温增加 8℃左右, 平均增加地温 14℃。2月下旬至3月上旬移栽西瓜, 建议采用“双层大棚+小棚+地膜”方式; 3月中旬移栽西瓜, 建议采用“双层大棚+地膜”方式; 4月上旬移栽西瓜, 建议采用“单层大棚+地膜”方式。综合种植效益比较, 2月下旬至3月上旬移栽, 西瓜种植效益最高。

**关键词:** 西瓜; 双大棚多层覆盖; 温度; 生长

## Effects of two-layer plastic shed on heat preservation of greenhouse and the growth of watermelon

LIN Hongmei<sup>1</sup>, SUN Xingxiang<sup>2</sup>

(1. Dongtai Institute of Vegetable Sciences, Dongtai 224200, Jiangsu, China; 2. Yancheng Institute of Vegetable Sciences, Yancheng 224002, Jiangsu, China)

**Abstract:** In order to reveal the heat preservation effect of two-layer plastic shed and its influence on the growth of watermelon, two-layer plastic sheds were set up and the temperature inside was continuously tested by ZQZ-C II automatic weather station (temperature sensor PT1000). Our results showed that, on average, for pattern ‘Single greenhouses + mulch’, the air temperature increased about 5℃, the minimum air temperature increased about 2℃ and the ground temperature increased about 7℃; for pattern ‘Double greenhouses + mulch’, the air temperature increased about 12℃, the minimum air temperature increased about 8℃ and the ground temperature increased about 14℃; for pattern ‘Double greenhouses + shed + mulch’, the air temperature increased about 12℃, the minimum air temperature increased about 8℃ and the ground temperature increased about 14℃. Combined with the growth of watermelon, we propose that pattern ‘Double greenhouses + shed + mulch’ is recommended for watermelon transplanted in late February and early March, pattern ‘Double greenhouses + mulch’ is recommended in the middle of March and pattern ‘Single greenhouses + mulch’ is recommended in the early April.

**Key words:** Watermelon; Two-layer plastic shed; Temperature; Growth

江苏沿海地区是重要的保护地西瓜产地, 为了争早发和抵御低温冻害, 早春栽培都采用多层大棚覆盖栽培, 笔者自 2011 年起, 开展了不同棚架构型温度变化规律及其对西瓜种植影响的试验, 得出了 6 m 宽大棚是早春大棚西瓜栽培的最佳棚型之一<sup>[1-2]</sup>。因此, 在 6 m 宽大棚的基础上, 进一步开展了双大棚多层覆盖保温效果及其对西瓜生长发育影响的试验, 以期更好地为早春大棚西瓜栽培提供技术指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2014 年在东台市农业科学研究所试验基地上进行, 采用 6 m 宽统一规格的钢架大棚, 试验分二个阶段: 第一阶段, 双大棚多层覆盖保温效果试验; 第二阶段, 双大棚多层覆盖对西瓜生长影响试验。具体如下:

1.1.1 多层覆盖保温效果试验 设 4 个处理, 处理

收稿日期: 2016-02-15; 修回日期: 2016-04-14

基金项目: 国家西甜瓜产业技术体系专项资金 (CARS-26-29)

作者简介: 林红梅, 女, 高级农艺师, 主要从事农业生产技术与推广。E-mail: dtkslhm@163.com

1:2+1+1方式(双层大棚+小棚+地膜);处理2:2+0+1方式(双层大棚+地膜);处理3:1+0+1方式(单层大棚+地膜);处理4(CK):1+0+0(单层大棚)。

1.1.2 多层覆盖对西瓜生长影响试验 设4个处理,处理Ⅰ:2+1+1方式(双层大棚+小棚+地膜);处理Ⅱ:2+0+1方式(双层大棚+地膜);处理Ⅲ:1+1+1方式(单层大棚+小棚+地膜);处理Ⅳ:1+0+1方式(单层大棚+地膜)。

## 1.2 大棚搭建

试验前10~15 d,选择长45 m、宽6 m统一标准的钢架大棚4个,其中2个大棚的棚顶下方20~30 cm处再建一层内大棚,形成双层大棚,选择其中一个双大棚内两畦上再搭建2个小拱棚。每层棚上均覆盖薄膜,薄膜规格为:外棚膜8  $\mu\text{m}$ 、内棚膜4  $\mu\text{m}$ ,小棚3  $\mu\text{m}$ ,外棚围裙膜2  $\mu\text{m}$ ,地膜0.8  $\mu\text{m}$ 。

## 1.3 温度测定

试验采用了ZQZ-CⅡ型自动气象站(PT1000温度传感器),连续地测定小棚内+(20~25) cm处气温,-10 cm处地温。

## 1.4 栽培管理

西瓜品种‘8424’,每667  $\text{m}^2$ 栽培密度667株,其它生产管理参考当地早春大棚西瓜管理方式<sup>[3-4]</sup>。种苗由东台市粒粒丰种苗公司分期育苗,苗龄达2叶1心时移栽到大棚中,处理Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ移栽时间分别为3月3日、3月13日、3月22日、4月6日。各处理西瓜移栽后5 d全封闭大棚,增温促进活棵发苗。

## 1.5 数据采集与分析

1.5.1 多层大棚覆盖温度效果测定方法 采集3月4—20日全封闭的温度,其中2+1+1方式,因西瓜已移栽,在3月12日后,白天正常揭棚通风,平均温度略有下降。

1.5.2 西瓜生育进程观测方法 4月10日观测西瓜苗生长发育情况,采收期按不同处理收获小区实际产量,每处理选择10个典型西瓜进行品质分析。

1.5.3 温度数据和西瓜数据汇总方法 采用Excel 2003软件,温度数据相关回归分析采用DPS 7.05软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 双大棚多层覆盖各时刻温度比较

从图1、2可知,3月4—20日,大棚全覆盖情况下,棚内气温和地温随着覆盖层数的增加而增加。不同覆盖层数之间温度差异较不同棚架结构之间温度差异明显。

2.1.1 一天内各时刻气温比较 大棚全封闭条件下,不管单层大棚还是双层大棚,棚内温差都很明显,达20  $^{\circ}\text{C}$ 以上。棚内最低气温在6:00左右,最高气温在13:00左右,白天受光照等的影响,最高温度达24.9  $^{\circ}\text{C}$ (1+0+1方式)~32.3  $^{\circ}\text{C}$ (2+1+1方式),最低温度达6.2  $^{\circ}\text{C}$ (1+0+0方式)~12.5  $^{\circ}\text{C}$ (2+1+1方式),平均温度在13.7  $^{\circ}\text{C}$ (1+0+1方式)~20.6  $^{\circ}\text{C}$ (2+1+1方式)。1+0+1方式白天气温较1+0+0方式(CK)低1  $^{\circ}\text{C}$ 左右,夜间气温则较1+0+0方式(CK)略高0.4  $^{\circ}\text{C}$ 左右,主要是由于白天1+0+0方式(无地膜)地面的蒸发增加了棚内气温(图1)。

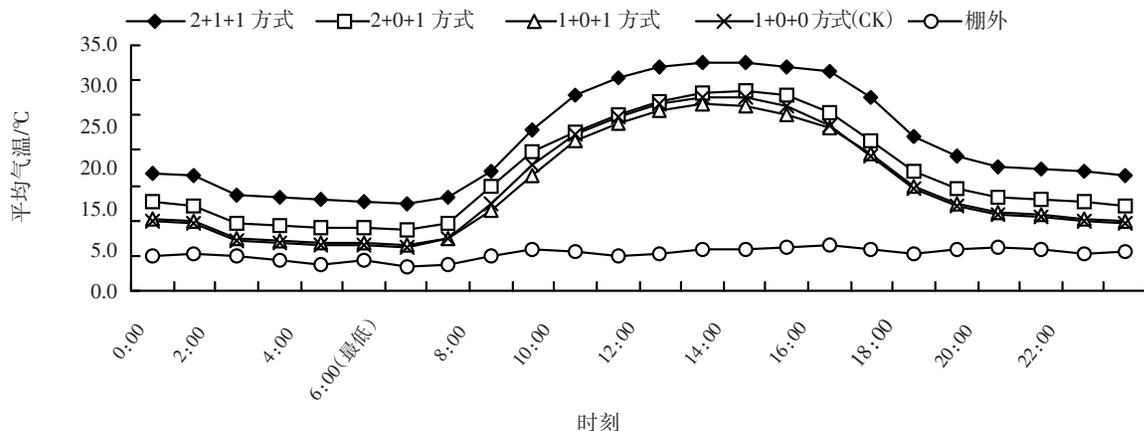


图1 不同覆盖层数平均增温效果比较(3月4—20日)

2.1.2 一天内各时刻地温比较 大棚内地温的温差不如棚内气温的变化剧烈,地温的变化和外界地温的变化呈正相关,最低地温在8:00左右,最高地

温在16:00左右。大棚不同覆盖层数最高地温达19.0  $^{\circ}\text{C}$ (1+0+0方式)~26.7  $^{\circ}\text{C}$ (2+1+1方式),最低地温达12.2  $^{\circ}\text{C}$ (1+0+0方式)~19.3  $^{\circ}\text{C}$ (2+1+1方式),平

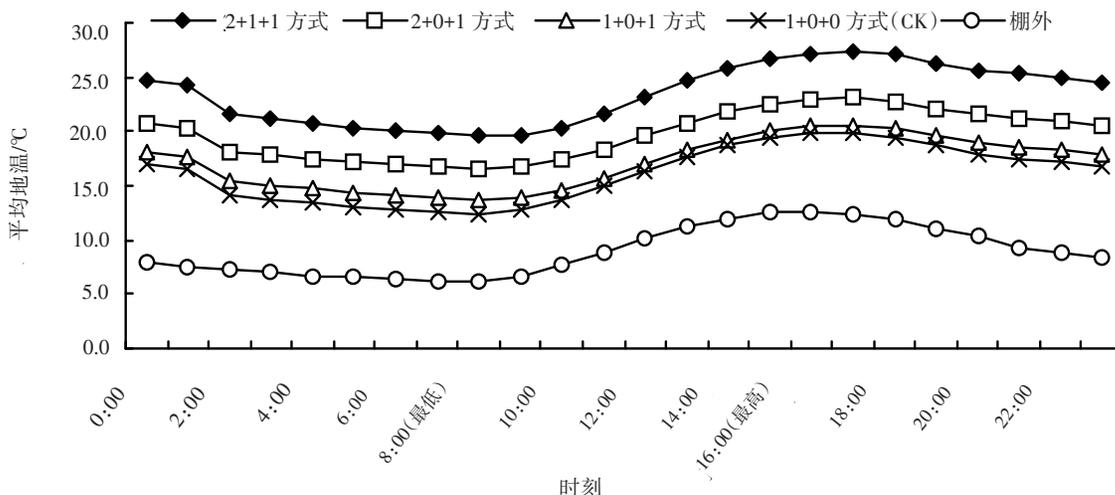


图2 不同覆盖层数平均地温比较(3月4—20日)

均地温为 15.3 °C(1+0+1 方式)~22.7 °C(2+1+1 方式),地膜的覆盖增加地温 1 °C左右(图 2)。

2.2 双大棚多层覆盖保温增温效果比较

2.2.1 大棚多层覆盖平均气温比较 测定结果表 1 表明,3月4—20日,在大棚全覆盖情况下,2+1+1 方式平均气温为 20.6 °C,较 2+0+1 方式(减少一层小棚)平均增温 4.6 °C,较 1+0+1 方式(减少一层大棚一层小棚)平均增温 6.9 °C,较棚外增加 11.8 °C; 2+0+1 方式较 1+0+1 方式(减少一层大棚)平均增温 2.3 °C,较棚外增加 7.2 °C; 1+0+1 方式,较棚外增加 4.9 °C。

表 1 多层覆盖平均气温比较(3月4—20日)

处理	覆盖层数	平均气温/°C	较棚外增温/°C	较处理4增温/°C	较处理3增温/°C	较处理2增温/°C
1	2+1+1 方式	20.6	11.8	6.8	6.9	4.6
2	2+0+1 方式	16.0	7.2	2.2	2.3	
3	1+0+1 方式	13.7	4.9	-0.1		
4	1+0+0 方式	13.8	5.0			
5	棚外	8.8				

2.2.2 双大棚多层覆盖最低气温比较 由表 2 可知:2+1+1 方式平均最低气温为 12.5 °C,较 2+0+1 方式(减少一层小棚)平均增温 3.9 °C,较 1+0+1 方式(减少一层大棚一层小棚)平均增温 5.9 °C,较棚

表 2 多层覆盖最低气温比较(3月4—20日)

处理	覆盖层数	平均最低气温/°C	较棚外增温/°C	较处理4增温/°C	较处理3增温/°C	较处理2增温/°C
1	2+1+1 方式	12.5	7.8	6.3	5.9	3.9
2	2+0+1 方式	8.6	3.9	2.4	2.0	
3	1+0+1 方式	6.6	1.9	0.4		
4	1+0+0 方式	6.2	1.5			
5	棚外	4.7				

外增加 7.8 °C;2+0+1 方式平均最低气温为 8.6 °C,较 1+0+1 方式(减少一层大棚)平均增温 2.0 °C,较棚外增加 3.9 °C; 1+0+1 方式平均最低气温为 6.6 °C,较 1+0+0(减少一层地膜)平均最低温度增加 0.4 °C,较棚外增加 1.9 °C。

2.2.3 双大棚多层覆盖地温比较 由表 1、3 知:3月4—20日,早春大棚不同层次覆盖,平均地温均较平均气温提高 2 °C以上。2+1+1 方式平均地温为 22.7 °C,较 2+0+1 方式(减少一层小棚)增加 3.9 °C,较 1+0+1(减少一层大棚一层小棚)方式增加 6.5 °C,较棚外增加 13.9 °C;2+0+1 方式较 1+0+1 方式(减少一层大棚)增加 2.6 °C,较棚外增加 10.0 °C; 1+0+1 方式较 1+0+0 方式增加 0.9 °C,较棚外增加 7.4 °C。

表 3 多层覆盖平均地温比较(3月4—20日)

处理	覆盖层数	平均地温/°C	较棚外增温/°C	较处理4增温/°C	较处理3增温/°C	较处理2增温/°C
1	2+1+1 方式	22.7	13.9	7.4	6.5	3.9
2	2+0+1 方式	18.8	10.0	3.5	2.6	
3	1+0+1 方式	16.2	7.4	0.9		
4	1+0+0 方式	15.3	6.5			
5	棚外	8.8				

2.3 双大棚多层覆盖西瓜适宜移栽时期分析

2.3.1 多层覆盖最低温度与棚外最低温度相关回归分析 图 1、2 及表 1、2、3 对每天同时刻内外温度相关计算初步分析表明:白天,棚内温度上升快,至 13:00 左右达最大值,然后逐步下降,夜间棚内温度随棚外温度下降而降低,棚内最低气温出现时间一般在 6:00 左右,对该时刻棚内外温度关系进行相关回归分析,得出回归方程分别为:

2+1+1 方式:  $y=1.064x+7.519$   $F=66.57 > F_{0.01}(1, 15) = 8.68$   $r=0.903 > r_{0.01}(15)=0.605$  5 回归方程极显著, 相关系数极显著。

2+0+1 方式:  $y=1.388x+2.118$   $F=103.36 > F_{0.01}(1, 15) = 8.68$   $r=0.934 > r_{0.01}(15)=0.605$  5 回归方程极显著, 相关系数极显著。

1+0+1 方式:  $y=1.275x+0.654$   $F=99.30 > F_{0.01}(1, 15) = 8.68$   $r=0.932 > r_{0.01}(15)=0.605$  5 回归方程极显著, 相关系数极显著。

2.3.2 不同覆盖层数西瓜移栽适期统计分析 根据西瓜安全移栽期温度 20~25 ℃, 不得低于 10 ℃的

要求<sup>[3-4]</sup>和表 4 中东台地区 2 月至 3 月温度统计情况(温度数据来源于东台气象站 2014 年气象资料)<sup>[5]</sup>, 通过上述回归方程, 分析得出 2+1+1 方式最佳移栽期为 2 月 20 日—3 月 10 日, 即外界最低温度基本高于 2.33 ℃。2+0+1 方式最佳移栽期为 3 月 10 日—3 月 20 日, 即外界最低温度基本高于 5.89 ℃。1+0+1 方式安全移栽期为 4 月 5 日后, 即外界最低温度基本高于 7.33 ℃。其中, 3 月 20 日后气温已逐步回升, 也可采用单棚覆盖, 但为防止倒春寒和早春霜冻, 必须采用 1+0+1 方式, 即在大棚内再加一层小棚。

表 4 不同覆盖层数符合移栽最低温度条件的时间

处理	覆盖层数	棚外最低温度/℃	符合温度条件的时间	
1	2+1+1	> 2.33	2月上中旬(3 d)	2月下旬至3月上旬(12 d)
2	2+0+1	> 5.89	2月下旬至3月上旬(3 d)	3月中下旬(13 d)
3	1+0+1	> 7.33	3月中下旬(9 d)	3月下旬(7 d)

2.4 双大棚多层覆盖西瓜生育进程

从表 5 可见, 移栽至收获期总时间以 1+0+1 方式最短, 只有 59 d, 其次是 2+0+1 方式为 66 d~67 d, 2+1+1 方式生育期最长, 为 72 d。田间观测结果表

明, 2+1+1 方式坐果节位不一致, 早期授粉坐果率不高, 田间长势较不齐整。2+0+1 方式, 田间长势最旺, 叶片肥大。

表 5 不同覆盖层数生育进程及田间长势观测比较

处理	覆盖层数	移栽期	伸蔓期	授粉期	观测期(4月14日)		收获期	移栽至收获天数/d
					叶片数量	茎粗度/cm		
I	2+1+1	03-03	03-16	04-01	22		05-14	72
II	2+0+1	03-13	03-30	04-14	18	0.65	05-19	67
III	1+1+1	03-22	04-07	04-18	10	0.70	05-27	66
IV	1+0+1	04-06	04-16	04-25	5	0.61	06-04	59

2.5 多层覆盖对西瓜产量、品质和效益的影响

2.5.1 对产量的影响 2+1+1 方式产量最低, 667 m<sup>2</sup> 产量只有 2 179.28 kg, 比 1+0+1 模式减产达 22.13%; 667 m<sup>2</sup> 产量最高的是 1+1+1 方式, 为 3 052.00 kg, 较 1+0+1 方式增产 9.06%。

2.5.2 对品质的影响 2+0+1 方式, 边部可溶性固形物含量较高, 肉质脆, 口感最好, 中、边差小;

2+1+1 方式, 中心可溶性固形物含量高, 口感好, 边部较低, 中边差大; 1+0+1 方式, 中心可溶性固形物含量较低, 口感一般; 1+1+1 方式, 口感最差, 边部可溶性固形物含量很低。

2.5.3 对效益的影响 按 2014 年不同覆盖方式西瓜的市场价格计算, 667 m<sup>2</sup> 产值以 2+1+1 方式最高, 为 10 896 元; 2+0+1 方式其次, 为 10 199 元; 1+1+1 方

表 6 多层覆盖西瓜产量、品质和效益比较

处理	覆盖方式	品质					667 m <sup>2</sup> 产量/kg	较处理 IV ±/%	每 kg 同期上市价格/元	667 m <sup>2</sup> 产值/元	667 m <sup>2</sup> 总成本/元	667 m <sup>2</sup> 纯收益/元	667 m <sup>2</sup> 增收/元
		单瓜质量/kg	皮厚/cm	ω(可溶性固形物)/%									
				中心	边部	中边差							
I	2+1+1	3.29	0.98	12.86	7.08	5.88	2 179.28	-22.13	5.00	10 896.00	3 147.56	7 749.00	2 221
II	2+0+1	4.44	1.15	12.17	7.68	4.49	2 833.06	+1.24	3.60	10 199.00	3 067.56	7 131.00	1 604
III	1+1+1	4.28	0.85	11.02	7.49	3.53	3 052.00	+9.06	3.00	9 033.00	2 947.56	6 085.00	557
IV	1+0+1	4.45	0.95	11.38	5.33	5.89	2 798.48		3.00	8 395.00	2 867.56	5 528.00	

式产量虽最高,但价格较低,667 m<sup>2</sup>产值只有 9 033 元;1+0+1 方式总产值最低,只有 8 395 元。667 m<sup>2</sup>纯收益,2+1+1 方式最高,其次是 2+0+1 方式,第 3 是 1+1+1 方式,最低是 1+0+1 方式,只有 5 528 元。

### 3 讨论和结论

本次试验采用 ZQZ-C II 型自动气象站(PT1000 温度传感器)测定棚内气温和地温,分析研究数据来自于每天 24 h 内正点数据和每分钟数据记录,数据的采集方法与常规的温度计测定和人工观测方法比较<sup>[5-6]</sup>,更具有实时性和连续性,更加准确可靠。试验温度数据是在基本全封闭的条件下测定的,较在正常通风<sup>[5-7]</sup>的条件下测定的平均温度差距增大,“单层大棚+地膜”方式覆盖平均增加气温 5 ℃左右,最低气温增加 2 ℃左右,平均增加地温 7 ℃;“双层大棚+地膜”方式覆盖平均增加气温 7 ℃左右,最低气温增加 4 ℃左右,平均增加地温 10 ℃;“双层大棚+小棚+地膜”方式覆盖平均增加气温 12 ℃左右,最低气温增加 8 ℃左右,平均增加地温 14 ℃。

本次试验创新开展了棚内外最低温度相关回归分析,得出了双大棚不同覆盖层数的最适移栽期。在 2 月下旬至 3 月上旬移栽西瓜适宜用“双层大棚+小棚+地膜”方式;3 月中下旬移栽适宜用“双层大棚+小棚”方式;“单层大棚+小棚+地膜”方式 3 月下旬可以移栽;“单层大棚+地膜”方式必须在 4 月 5 日后,无倒春寒和早春霜冻方可移栽。下一

步,将开展棚内外高低温预警指标研究,以更好地指导瓜农抗灾减灾。

在江苏沿海地区,早春大棚覆盖,种植‘8424’中果型西瓜,以 2 月中下旬的“双层大棚+小棚+地膜”方式效益最高,5 月上中旬即可收获,西瓜品质好,糖度高,当年纯收益可达 7 749.00 元,较 4 月初“单棚+地膜”方式覆盖种植增收 2 221.00 元,可以显著提高农民收入。在早春西瓜移栽后,要根据天气变化加强覆盖防冻,尤其是 5:00—7:00,生产者应高度重视<sup>[8]</sup>。当地瓜农也可根据茬口布局安排和不同覆盖层数保温增温效果,选择合适的移栽期。

### 参考文献

- [1] 孙兴祥,林红梅. 沿海不同棚架构型温度变化规律及西瓜种植研究[J]. 长江蔬菜(学术版),2012(2): 38-40.
- [2] 林红梅,孙兴祥. 早春沿海不同棚型结构温度变化特征[J]. 中国园艺文摘,2014(10): 16-18.
- [3] 羊杏平,徐锦华. 无公害西瓜甜瓜标准化生产[M]. 北京: 中国农业出版社,2006.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局. 无公害农产品早春西瓜大棚栽培技术规程: DB32/T675-2004.
- [5] 王军,孙兴祥,尤春,等. 西瓜不同棚型结构及覆盖方式温度变化和效益比较试验小结[J]. 中国瓜菜,2011,24(6): 26-27.
- [6] 王军,孙兴祥,曹坚,等. 大棚多层覆盖小气候效应研究初报[J]. 江苏农业科学,2002(1): 47-48.
- [7] 杨丽中,朱晓虎,束正勇,等. 东台西瓜大棚内外温度关系及高低温预警指标研究[J]. 气象,2012(2): 228-233.
- [8] 杜军志,张会梅,杨绒会. 环境条件对西瓜生长发育的影响[J]. 中国西瓜甜瓜,2004(5): 15-17.
- [9] 何文华. 保护地二氧化碳施肥技术[J]. 上海蔬菜,2014(2): 69-70.
- [10] 马德华,庞金安,霍振荣,等. 高温对黄瓜幼苗膜质过氧化作用的影响[J]. 西北植物学报,2000,20(1): 141-144.
- [11] 何晓明,林毓娥,陈清华,等. 高温对黄瓜幼苗生长、脯氨酸含量 SOD 酶活性的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2002,20(1): 30-33.
- [12] 孟令波,李淑敏. 高温胁迫对黄瓜生理、生化过程的影响[J]. 哈尔滨学院学报,2003,24(10): 121-125.
- [13] 李建建,郁继华,常雅君,等. 高温胁迫对黄瓜幼苗叶片质膜透性及保护酶活性的影响[J]. 长江蔬菜,2007(9): 59-61.
- [14] 王玉静,崔世茂,方浩,等. CO<sub>2</sub> 加富、高温处理对温室嫁接黄瓜幼苗质膜透性和保护酶活性的影响[J]. 华北农学报,2012,27(1): 159-163.
- [15] 潘璐,刘杰才,李晓静,等. 高温和加富 CO<sub>2</sub> 温室中黄瓜 Rubisco 活化酶与光合作用的关系[J]. 园艺学报,2014,41(8): 1591-1600.
- [16] 马俊. 日光温室黄瓜肥水气一体化施用技术的研究[D]. 北京: 中国农业科学院,2012.
- [17] 刘祖祺,张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京: 中国农业出版社,1994.
- [18] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版社,2000.
- [19] 孟令波,秦智伟,刘宏宇. 高温对黄瓜不同品种产量及形态指标的影响[J]. 北方园艺,2004(3): 52-53.
- [20] 王全智,冯英娜,蔡善亚,等. 苗期 CO<sub>2</sub> 加富对设施甜瓜生长发育特性的影响[J]. 北方园艺 2015(15): 40-42.

(上接第 17 页)