

# 冬春季节日光温室内栽培番茄植株群体总辐射分布规律

杨贺<sup>1,2</sup>, 须晖<sup>\*</sup>, 李天来, 山口智治, 韩亚冬, 罗新兰 (1. 沈阳农业大学园艺学院, 辽宁沈阳 110161; 2. 辽宁省设施园艺重点实验室, 辽宁沈阳 110161; 3. 日本筑波大学生命环境科学研究所, 日本筑波 305-8572)

**摘要** 对冬春日光温室内的光照时间、番茄植株群体冠层上方及不同密度番茄植株群体内部太阳辐射分布进行了较为系统的研究。结果表明, 冬季日光温室内番茄植株见光时数较少。番茄植株群体冠层上方太阳总辐射值季节间差异明显。番茄群体内部太阳辐射值同时受季节、密度、株高影响。春季太阳辐射值明显高于冬季; 同一季节植株上部太阳辐射值明显高于下部; 密度越大内部光照环境越差。日照时数、冠层上方总辐射、植株群体结构(株高和密度等)等是影响番茄植株群体光环境的主要因素。

**关键词** 日光温室; 番茄; 总辐射; 分布规律

中图分类号 Q945 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)16-04760-02

## Distributing Laws of Total Radiation in Cultured Tomato Plant Population inside Solar Greenhouse in Winter and Spring

YANG He et al (College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract** The sunlight duration, solar radiation distributing above tomato canopy and within the plant population of tomato in different densities in solar greenhouse in winter and spring were studied. The results showed that the sunlight duration in tomato plant in solar greenhouse in winter was few. The total solar radiation above tomato plant canopy differed obviously between seasons. The solar radiation within the plant population of tomato was affected by season, density and plant height simultaneity, with the solar radiation in spring being remarkably higher than that in winter and that above plant being remarkably higher than that below plant in the same season. The bigger the density was, the poorer the sunlight environment within plant population was. The sunlight duration, total solar radiation above tomato canopy and plant population structure of tomato included plant height, density etc. were the key factors affecting sunlight environment of tomato.

**Key words** Solar greenhouse; Tomato; Total radiation; Distributing laws

日光温室作为解决我国北方地区寒冷季节无法进行露地蔬菜生产问题的主要手段, 近年来得到了广泛的应用。然而, 到目前为止光照仍是温室生产的限制性因子, 在喜光性果菜的生产中体现尤为明显。

近年来人们针对温室采光设计、优化结构, 光照时空变化规律, 作物群体内部光照分布<sup>[1-6]</sup>进行了深入研究, 但对冬春季节日光温室内栽培番茄群体光照特点、冠层中总辐射分布规律的相关研究报道较少。笔者分析了冬、春季节日光温室中番茄植株群体见光时间、冠层上方及内部总辐射的分布规律, 以期对番茄栽培管理及种植方式改进提供依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 植物材料** 无限生长型番茄品种卡特琳娜。

**1.2 方法** 试验于 2005 年 11 月至 2006 年 5 月在沈阳农业大学园艺科研基地辽沈 I 型日光温室内进行。2005 年 10 月初播种, 11 月 12 日定植, 定植时植株为 5~6 片真叶。采用大小垄间作模式, 大垄行距 80 cm, 小垄行距 50 cm, 设 3 个密度处理, 植株间距分别为 40、46 和 54 cm, 每公顷种植株数分别为 38 460、33 435 和 28 485 株(3 种植密度以下分别简称为密度<sub>1</sub>、密度<sub>2</sub>和密度<sub>3</sub>), 3 次重复, 定植后采用单干整枝, 吊蔓生长定期落秧, 最高株高保持在 180 cm 左右。

## 1.3 太阳辐射数据测量

**1.3.1 测定位置。**从地面开始每隔 40 cm 取点测定总辐射值。根据植株高度, 株高未超过 160 cm 测定 4 个点, 超过 160 cm 测定 5 个点。具体测定点分别为距地面垂直距离 0、40、80、120 和 160 cm。

**1.3.2 太阳辐射数据的测定。**用日本筑波大学提供的日射计进行太阳辐射数据测定, 用 ETOOENKI 9220A CADAC2 + 9201ACADAC21 数据采集系统进行数据采集, 所有探头每 10

min 自动记录 1 次数据, 数据均由安装在 MR9301F30 中的 Cadac21 软件测出。

## 2 结果与分析

**2.1 日光温室内的光照时间** 北方地区日光温室生产, 寒冷季节需要在其外面覆盖保温材料进行夜间保温。表 1 为温室覆盖外保温覆盖材料期间的揭盖外覆盖物的时间及温室内番茄每月平均日见光时数。由表 1 可知, 从 11 月份到翌年 4 月份, 温室内番茄见光时间先减少后增加。整个冬季温室内光照时间较短, 其中 12 月份见光时间最短, 不足 6 h; 1、2 月份温室内见光时间仍较短, 分别为 6.10 和 6.92 h; 从 3 月份开始进入春季, 光照时间明显增加, 日平均光照时数接近 10 h; 4 月上旬日平均光照时数超过 11 h; 4 月中下旬开始停止覆盖外保温覆盖材料, 光照时数与外界一致, 超过 12 h。

表 1 各月份日光温室外覆盖物的揭盖时间及见光时间

	11 月份	12 月份	1 月份	2 月份	3 月份	4 月上旬
覆盖物揭时间	8:03	9:25	9:00	8:28	6:57	6:30
覆盖物盖时间	16:04	15:00	15:06	15:23	16:38	17:40
见光时数 h	8.02	5.58	6.10	6.92	9.68	11.17

**2.2 冠层上方的总辐射分配规律** 从 12 月份开始, 选取每个月份中旬典型晴天(没有云影响的晴天, 因为有时晴天的天空有一层薄薄的高层云, 影响总辐射的大小) 3~4 d 的日射计测定数据进行日光温室内冠层上方主要采光时段(10:00~14:00)的太阳辐射值统计(表 2)。

表 2 表明, 从 12 月份到翌年 5 月太阳总辐射值先减小后增大, 其中 1 月份最小, 12 月与 1 月份相近, 5 月份最大(其日平均总辐射值比 1 月份增加了 262.95%)。与 1 月份相比, 各月份日总辐射最大值增加幅度不断加大, 12 月份增加 5.49%, 2 月份增加 85.79%, 3 月份增加 132.21%, 4 月份增加 204.83%, 5 月份增加 238.58%。各月份主要采光时段总辐射值均大于 93.75 W m<sup>2</sup>, 高于番茄光合作用光补偿点 7.49

基金项目 辽宁省“十一五”重大攻关项目资助(2006215001)。

作者简介 杨贺(1982-), 女, 辽宁营口人, 硕士研究生, 研究方向: 蔬菜栽培与生理。\* 通讯作者。

收稿日期 2007-03-08

$W m^2$ 。12月、1月份全天太阳总辐射均在光合作用的光饱和点 $280 W m^2$ 之下<sup>[5]</sup>。因此冬季的光照条件仅能维持番茄光合作用,从冬末的2月份开始光照条件明显改善,中午冠层顶部太阳辐射值高于番茄光饱和点;整个春季的3~5月份,主要采光时段冠层顶部太阳总辐射值均在番茄光合作用的光饱和点之上。

表2 日光温室内番茄植株群体冠层上方太阳辐射值  $W m^2$

时间	月份					平均	
	12	1	2	3	4		5
10:00	103.16	93.75	161.79	282.92	478.22	528.24	316.32
11:00	151.89	146.23	243.40	377.57	584.98	643.71	376.83
12:00	188.62	184.34	328.99	445.62	576.89	649.75	388.33
13:00	202.44	191.90	356.54	444.39	539.46	550.98	343.80
14:00	165.15	152.18	322.05	379.70	404.62	416.23	324.92
平均	162.25	153.68	282.55	386.04	516.84	557.78	350.04

### 2.3 番茄植株群体内地面太阳总辐射的分布规律 由图1~3可知,3个密度番茄植株群体内地面太阳辐射值

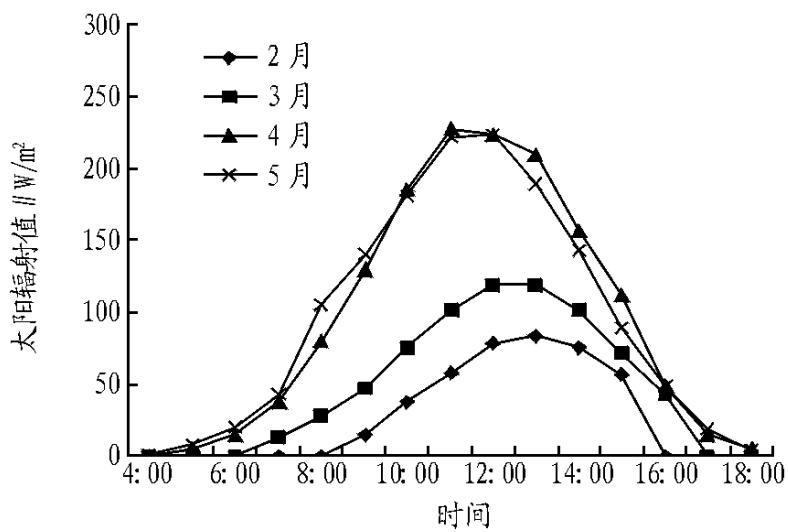


图1 各月份密度 番茄植株群体内地面太阳辐射值日变化

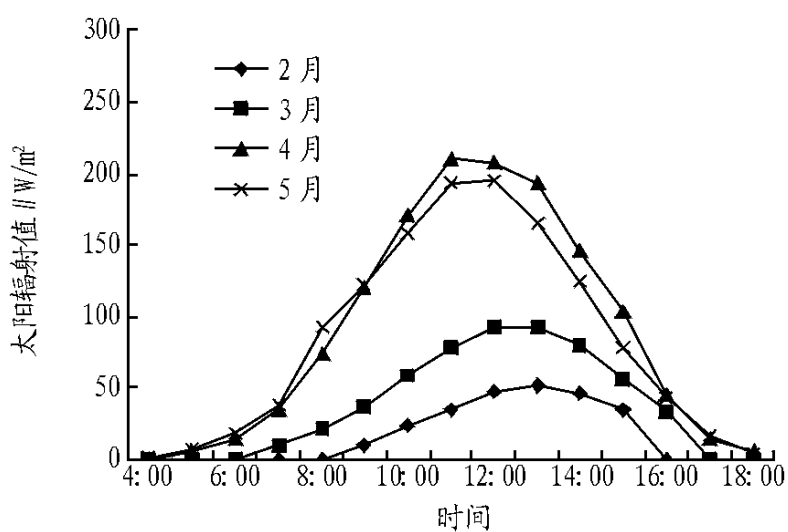


图2 各月份密度 番茄植株群体内地面太阳辐射值日变化

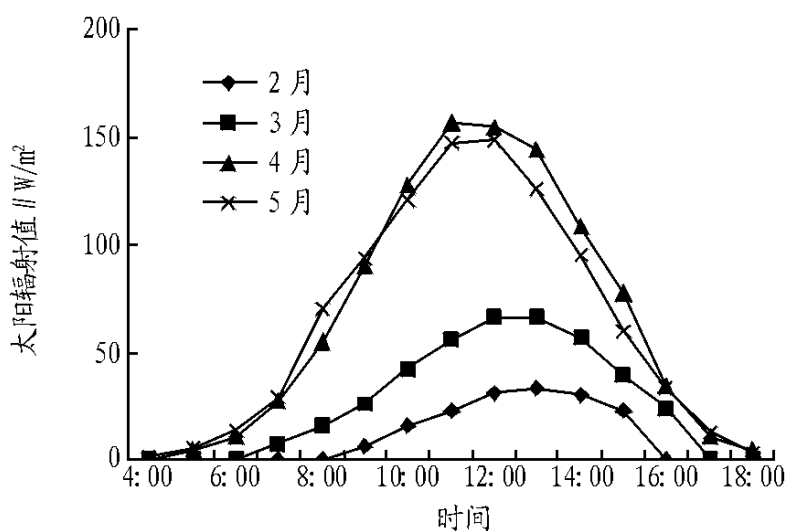


图3 各月份密度 番茄植株群体内地面太阳辐射值日变化

日变化趋势相近,仅辐射值存在差异,密度 内部光照条件最好,密度 次之,密度 最差。从2月到5月,随外界光照环境改善,番茄群体内太阳辐射逐渐改善,且越接近中午表现越明显。其中4、5月份地面太阳总辐射分布情况相近,原因是虽然5月份群体冠层上方光照条件较好,但其株高比4月份高(增加40 cm左右),增加了植株群体对光的截获,减少了到达地面的太阳辐射量,说明株高是影响群体内太阳辐射值的因素之一。因此对于高密度植株群体可以通过控制株高来改善群体内光照环境。

### 2.4 番茄植株群体内的太阳总辐射垂直分布

番茄植株主要生产部位所包括的3个叶层(从上到下依次为1、2、3层)内的太阳总辐射分布情况见表3。由表3可看出,从上到下,3个种植密度番茄植株群体内部总辐射值逐渐减少,且随外界光照环境改善群体内部总辐射值逐渐增加;同时,随密度增大,番茄植株群体内光照逐渐减弱。其中,密度 第3叶层内太阳总辐射值一直处于番茄光合作用光饱和点之下,而密度 和 从4月份开始(除4月份密度 的第3叶层总辐射值稍低于番茄光合作用的光饱和点外)整个植株群体内总辐射值均在光合作用的光饱和点之上,说明密度过大影响植株群体内的采光环境,而且越是植株下部影响越明显,从而抑制了番茄植株群体下部的光合作用。

表3 各月份不同密度番茄群体内总辐射的垂直分布  $W m^2$

密度	叶层	月份				平均
		2	3	4	5	
1	1层	269.08	367.81	503.59	566.86	426.84
	2层	237.03	286.47	384.12	495.85	350.87
	3层	141.74	207.25	304.54	390.00	260.88
	平均	215.95	287.18	397.42	484.23	346.20
2	1层	253.29	305.49	462.48	536.73	389.50
	2层	189.97	230.98	359.55	444.51	306.25
	3层	97.07	178.45	266.26	333.02	218.70
	平均	180.11	238.31	362.76	438.09	304.82
3	1层	245.55	328.16	474.10	482.63	382.61
	2层	184.24	240.56	335.54	332.00	273.08
	3层	87.32	126.76	227.60	216.72	164.60
	平均	172.37	231.83	345.75	343.78	273.43

注:每月份典型晴天11:00~13:00每隔10 min测定辐射值的平均值。

### 3 讨论

(1) 冬季日光温室内番茄植株见光时数较少,月平均日照时数每天不足7 h,该阶段日照时数为光环境的限制因子之一。从3月份开始温室内番茄植株见光时数超过10 h,4月份中下旬开始超过12 h。为了延长光照时间,在可能的范围内应尽量早揭晚盖外保温覆盖物;寒冷冬季做好温室保温、加温工作,以便在不遭受冻害情况下尽可能延长温室作物见光时间。

(2) 番茄植株群体冠层上方太阳总辐射值季节间差异明显,冬季处于光合作用补偿点和光饱和点之间,使番茄植株不能充分进行光合作用,限制了番茄植株光合产物的形成。春季主要采光时段内太阳总辐射值在番茄光合作用光饱和点之上,能满足番茄生长对光环境的需求。

(3) 番茄群体内部太阳辐射值同时受季节、植株密度、植

(下转第4832页)

(上接第4761页)

株高度影响。春季番茄群体内部太阳辐射值明显高于冬季;同一季节植株上部明显高于下部;植株群体密度越大内部光照环境越差,其中种植密度最大的密度 主要生产部位的第3叶层内总辐射值一直处于番茄光合作用光饱和点之下,限制了番茄植株群体下部光合生产;同时株高影响番茄群体内部的光分布,适当降低株高可以缓解群体内的光胁迫。

#### 4 结论

日光温室内长季节栽培番茄,植株群体光环境的主要影响因子包括日照时数、冠层上部总辐射、植株群体结构

(株高、密度等)等。在日光温室番茄生产过程中,从以上几个方面进行田间栽培管理,对改善、提高作物群体光环境将起到一定的积极作用。

#### 参考文献

- [1] 郜庆炉,梁云娟,段爱旺.日光温室内光照特点及其变化规律研究[J].农业工程学报,2003,19(3):200-204.
- [2] 贺芳芳,吴元中.玻璃温室内植物层中总辐射分布规律[J].气象,2001,27(2):25-28.
- [3] 刘克长.山东日光温室温光性能的实验研究[J].中国农业气象,1999,20(4):34-37.
- [4] 孙治强,王吉庆.黄淮改良型日光温室的设计与性能研究[J].农业工程学报,1996,12(2):41-47.
- [5] 张福漫.设施园艺学[M].北京:中国农业大学出版社,2001.
- [6] 王铁良,孟少春.单坡温室设计与建造[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2003.