

# 反光幕对日光温室光照分布和番茄形态特征的影响

孔 云, 孟利云

(北京农学院植物科技系, 102206)

**摘要:** 在日光温室内, 以不挂反光幕区域为对照, 调查了反光幕处理后室内光照强度的时空分布和番茄植株形态。结果表明: 温室张挂反光幕后, 室内北部光照强度日变化趋势基本没有改变, 但中午光照强度明显增加, 南北光照强度差异减小, 垂直光照梯度增加。增光幅度受离反光幕距离、离地面的高度、天气状况和番茄植株冠层的影响。靠近反光幕的番茄植株形态特征也发生了明显的改变, 如株高减小、茎节间变短; 朝南的叶片数减少, 叶片明显变厚, 小叶面积减小; 果实纵、横径明显增大, 但番茄植株茎粗和节间数没有明显的变化。

**关键词:** 反光幕; 日光温室; 光照强度; 番茄; 形态特征

**中图分类号:** S626.541.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2004)05-0010-02

近 20 多年来, 我国保护地面积急剧增加。其中, 具有中国特色的日光温室, 在北方果菜类反季节栽培中, 一直起着非常重要的作用, 极大满足了广大人民生活需求, 增加了各地农民的经济收入。但是, 日光温室也存在一些亟待解决的问题, 例如温室内南北光照分布不均, 室内作物长势不整齐, 北边作物由于光照弱, 呈徒长态势, 使其冠层内光照更加恶化。大量试验证明, 张挂反光幕可以增加日光温室内部光照强度, 提高作物的产量<sup>[1~8]</sup>。但是, 反光幕对温室(包括作物冠层)内光照强度的时空变化和作物的一些形态特征的影响, 尚缺乏深入细致的调查。为此, 我们针对上述问题进行了系统的调查研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验场所与设计

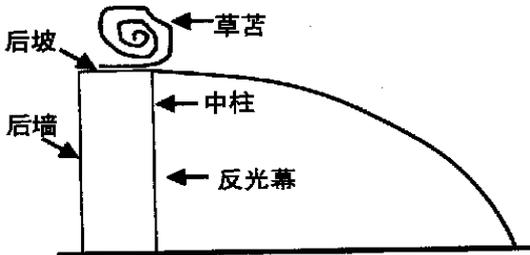


图 1 试验温室结构剖面示意图

试验于 2003 年 3~5 月在北京农学院蔬菜试验站内日光温室里进行, 该温室东西延长, 长 38 m(米), 宽 6.25 m(米), 脊高 2.55 m(米), 后坡仰角为 0°, 后坡投影长度 1.25 m(米), 中间有立柱(如图 1)。温室内于 3 月份定植番茄。供试反光幕为北京华盾塑料公司提供, 幅宽 0.98 m(米), 厚度 0.045 mm(毫米)。

缓苗后, 开始在温室东半部张挂反光幕, 西半部不挂反光幕作为对照。反光幕于中柱离地 80 cm(厘米)高处垂直悬挂, 选择典型晴天和阴天测量比较温室内反光幕区和对照区的光照强度日变化、南北水平分布和番茄冠层内外的光强垂直分布, 分别计算增光率。并在番茄第 1 穗果膨大期间, 观测比较两区内番茄植株群体和个体的形态特征。

### 1.2 观测项目与方法

**1.2.1 光照强度日变化的观测** 在温室内离中柱 1 m(米)远处, 离地 1.2 m(米)高处, 分别在 8:00、10:00、12:00、14:00 和 16:00 测量光照强度, 反光幕区和对照区各测 3 点, 作为 3 个重复; 为消除时间的影响, 每点采用往返两次观测, 取两次观测的平均值为当时的观测值。将每个测点 5 个时间的观测值平均, 计算该点的日平均光照强度。光照强度采用北京师范大学光电仪器厂生产的 ST-92 型照度计测量, 后面光强测量仪器全部相同。

**1.2.2 光照强度的南北水平分布观测** 反光幕区和对照区在温室内 1.2 m(米)高处, 分别向南距离温室中柱 0、1、2、3 m(米)处测定光照强度的日变化, 计算各点的日平均光照强度和增光率。

**1.2.3 光照强度的垂直分布的观测** 反光幕区和对照区分别在离温室中柱 0.5 m(米)处, 于番茄定植行内(冠内)和定植行间(冠外), 测定离地面 0、30、60、90、120 cm(厘米)高处的光照强度日变化, 计算各点的日平均光照强度和增光率。

**1.2.4 番茄群体叶片方位分布频率的观测** 反光幕区和对照区分别在温室内离中柱 0 m~1 m(米)、1 m~2 m(米)、2 m~3 m(米)范围内, 随机选取 6 株番茄, 观察离地面 60 cm(厘米)高处以上和以下范围内所有叶片方位分布频率。在温室水平面上, 以每个番茄植株的茎为中心, 等分划定东西南北 4 个象限, 统计分布在每个象限的叶片数占所有叶片数的百分比, 即叶片方位分布频率<sup>[9]</sup>。

**1.2.5 番茄群体南北株高整齐度的观测** 反光幕区和对照区分别在温室内离中柱 0 m~1 m(米)、1 m~2 m(米)、2 m~3 m(米)、3 m~4 m(米)范围内, 分别随机选取 6 株番茄, 测定株高, 并计算平均值。株高采用钢卷尺测量主茎上子叶节位到顶端生长点的长度。

**1.2.6 单个番茄植株形态特征的观测** 反光幕区和对照区分别在温室内离中柱 0 m~1 m(米)处, 随机选取 6 株番茄, 观测株高、茎粗、节间数、节间长、叶片厚度、小叶面积和第 1 穗果中最大果的纵横径。茎粗在主茎上第 1 片真叶和子叶之间测量粗度。叶片厚度采用 10 片功能叶厚度的平均值。茎粗、叶片厚度和果实纵横径采用游标卡尺测量。小叶面积采用打孔称重法测量。节间长通过株高和节间数计算得出。

## 2 结果与分析

### 2.1 反光幕对日光温室光照强度的影响

收稿日期: 2004-03-12

2.1.1 日变化 观察可以看出,不论晴天还是阴天,与对照相比,反光幕基本没有改变温室内光照强度的日变化趋势。但是,张挂反光幕后,晴天温室内距中柱1m(米)远处10:00~12:00前后光照强度明显增加,早晚增加较少;阴天也是中午光照增加较多,但增幅不如晴天。

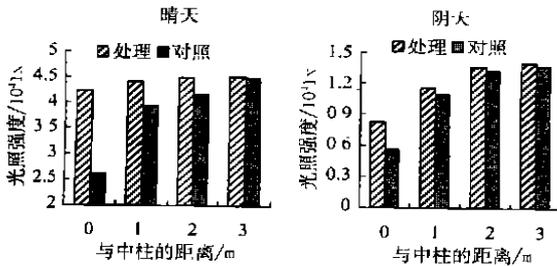


图2 反光幕对日光温室光照强度南北水平分布的影响

2.1.2 南北水平分布 如图2与对照一样,温室内张挂反光幕区的光照强度仍然呈北低南高的分布状态。但是,由于近反光幕处(即温室北部)的光照强度大幅度增加,光照强度南北水平梯度比对照明显减小,尤其是晴天更为明显。至于反光幕的增光效果,与离中柱(反光幕)的距离相关,距离越远,增光效果越差,距离越近,效果越好,晴天和阴天都是如此。

2.1.3 垂直分布 可以看出,无论冠层内外,张挂反光幕区域的光照强度垂直分布与对照基本类似,都呈下低上高的趋势。但是,反光幕区域的光照强度垂直梯度要大于对照区域。这是由于随着离地面高度的增加,反光幕的增光量呈增大的趋势,晴天这种趋势尤其明显。另外可以看出反光幕的增光量也受到作物冠层的影响。晴天冠层内上部的增光量和冠层外相差不大,但下部要小于冠层外;阴天冠层内的增光量要明显小于冠层外。

## 2.2 反光幕对日光温室番茄表现形态特征的影响

2.2.1 植株群体形态特征 在温室内离中柱1m~3m(米)范围内,反光幕和对照区番茄冠层偏南叶片和偏北叶片所占比例相差不大。但是离中柱0m~1m(米)范围内,对照区番茄冠层叶片偏南分布较多,植株呈向南倾伏状;而张挂反光幕的区域则反之,番茄冠层偏北叶片所占比例较大,植株呈向北倾伏状。这与前面的结果——温室内离反光幕越近,增光量越大是一致的。再看不同高度番茄冠层叶片分布方位情况,可以发现,离地60cm(厘米)高度以上,反光幕区域偏南叶片所占比例比对照区大大减少,偏北叶相差不大;离地60cm(厘米)高度以下,反光幕区番茄冠层偏北叶片比例比对照区大,偏南叶片比例比对照区少。

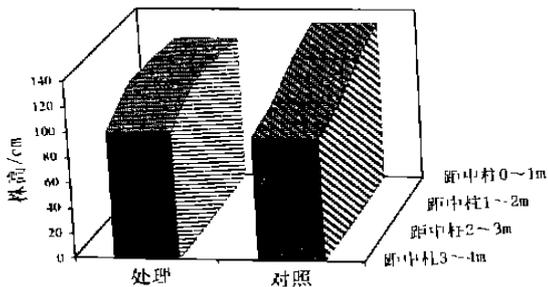


图3 反光幕对日光温室番茄群体南北株高整齐度的影响  
如图3所示,对照区温室内番茄植株群体的株高呈明显

的北高南低的分布。而张挂反光幕的区内则有所改变,温室北部靠近反光幕的番茄植株群体的株高比对照区明显减小,远离反光幕的株高与对照区基本一致,从而使南北株高差异减小。这显然与反光幕增强了温室内北部光照强度有关。

## 反光幕对日光温室番茄植株形态特征的影响表

	株高 /cm	茎粗 /cm	节间数 /节	节间长 /cm	叶片厚度 /cm	小叶面积 /cm <sup>2</sup>	果实横径 /cm	果实纵径 /cm
处理	110.0 **	0.805	16.7	6.61 **	0.060 **	13.12 *	5.45 *	4.42 *
对照	122.7	0.824	16.0	7.69	0.048	24.24	4.62	3.78

差异显著性比较采用t测验法,\*表示差异显著,\*\*表示差异极显著。

2.2.2 单个植株形态特征的影响 从表中可以看出,温室内张挂反光幕后,与对照相比,靠近中柱的番茄植株的多数形态特征发生了改变。其中,株高、节间长度极显著减小,叶片厚度极显著增加;小叶面积显著减小,果实直径显著增加;而茎粗、节间数改变不明显。

## 3 结论与讨论

温室张挂反光幕后,室内北部光照强度日变化趋势基本没有改变,但中午光照强度明显增加,室内光照强度南北差异减小,垂直梯度增加。反光幕的增光效果受离反光幕的距离、离地面的高度、天气状况和作物冠层等几个因素的影响。离反光幕距离越近,增光效果越好,越远效果越差。而离地面的高度、天气状况和作物冠层这三个因素对反光幕增光效果的影响相对复杂。这可能与本试验中反光幕没有从上到下布满中柱,而且只有垂直地面悬挂这一个角度有关。那么,反光幕的张挂面积和角度,对其增光效果会产生怎样的影响?今后在这一方面仍需做进一步探讨。

温室张挂反光幕后,室内近反光幕处的番茄植株的一些形态发生了明显改变,这与温室北部光照明显增强和番茄的喜光性有着必然的联系。例如植株节间变短、株高减小、小叶面积减小,叶片明显变厚,而茎粗和节间数没有明显的改变,说明反光幕使温室北部番茄植株由于弱光造成的徒长趋势得到缓解。从番茄植株群体来看,温室内植株北高南低的差异减小,叶片方位由朝南向其它方向甚至朝北分布,这与反光幕改善了温室内南北光照分布不均的状况是密切相关的。

### 参考文献:

- [1] 蔡德存等. 聚酯镀膜反光幕改善日光温室光照度的试验初报. 1994, 15(1): 45, 41.
- [2] 吴继忠. 蔬菜温室垂直挂反光膜增效显著[J]. 中国农业气象, 1995, 18(5): 36~37.
- [3] 王冰亚. 节能型日光温室张挂反光幕栽培茄子试验[J]. 中国蔬菜, 1996(1): 34~35.
- [4] 孔吉萍等. 日光温室张挂反光膜栽培西红柿试验研究[J]. 新疆农业科学, 1997(2): 91~92.
- [5] 郭海江. 日光温室挂反光幕对番茄影响[J]. 北方园艺, 1997, 119: 70.
- [6] 马鹏, 杨小利. 日光温室张挂反光银膜效应分析[J]. 甘肃农业, 2000(5): 28~49.
- [7] 孙梅丽, 高文武等. 温室张挂反光膜增效技术[J]. 吉林蔬菜, 2000, 9~10.
- [8] 王静, 崔庆法等. 不同温室光环境及补光研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 86~89.
- [9] 张亚红等. 日光温室黄瓜群体结构参数及群体内辐射分布分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 172~176.