

# 不同光质对番茄幼苗生长和生理特性的影响

蒲高斌<sup>1</sup> 刘世琦<sup>1\*</sup> 刘磊<sup>1</sup> 任丽华<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山东农业大学园艺学院, 泰安 271018; <sup>2</sup>济宁市农业科学研究院, 济宁 272400)

**摘要:** 就不同光质 (蓝光、绿光、黄光、红光及白光) 对番茄幼苗生长和生理特性的影响做了探究。结果表明, 红光处理的幼苗干物质积累多, 叶面积扩展快, 叶绿素含量、光合速率、可溶性糖及总糖含量均最高, 叶绿素 a/b 比值及总氮含量最低。蓝光处理幼苗的茎粗、叶面积、根系活力、光合速率均显著高于对照 (白光)。壮苗指数以蓝光或红光处理的较好, 说明在苗期照射红光或蓝光可促进番茄幼苗的生长, 有利于培育壮苗。蓝光处理幼苗花期提早, 产量显著提高。

**关键词:** 番茄; 幼苗; 光质; 生长发育; 生理特性

**中图分类号:** S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 03-0420-06

## Effects of Different Light Qualities on Growth and Physiological Characteristics of Tomato Seedlings

Pu Gaobin<sup>1</sup>, Liu Shiqi<sup>1\*</sup>, Liu Lei<sup>1</sup>, and Ren Lihua<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Horticultural College of Shandong Agricultural University, Taian 271018, China; <sup>2</sup>The Jining Academy of Agricultural Science, Jining 272400, China)

**Abstract:** Effects of different light qualities (blue light, green light, yellow light, red light and white light) on the growth and physiological characteristics of tomato seedlings were studied. The results showed that under red light the dry matter accumulation, leaf area, chlorophyll content, photosynthetic rate, soluble sugar content and total sugar content were all maximal while the chlorophyll a/b ratio and total nitrogen content were lowest compared with the other treatments. The stem diameter, leaf area, root activity and photosynthetic rate of tomato seedlings with blue light were higher than that of white light. The healthy index of the seedling treated by blue light was maximal, and the red light treatment was the second. It is concluded that blue light or red light treatment could accelerate the growth of tomato seedlings, and benefit the breeding of healthy seedling. The blooming was early and the yield was improved obviously by blue light treatment.

**Key words:** Tomato; Seedling; Light quality; Growth; Physiological characteristics

在中国北方地区的番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 设施栽培中, 其育苗正值低温弱光的冬季, 一些防寒保温措施更降低了光照强度, 缩短了照光时数, 从而限制了幼苗的健壮生长。已有研究表明, 光质对植物的生长发育<sup>[1]</sup>、光合特性<sup>[2]</sup>、产量、品质、抗逆和衰老<sup>[3]</sup>等方面均有较大影响。光质对番茄幼苗影响的研究较少, 并多集中于形态指标的调查。本试验旨在探明不同光质对番茄幼苗株高、茎粗、叶面积等生长量以及叶绿素含量、根系活力、光合速率等生理指标的影响, 以期找出适于番茄幼苗健壮生长的最佳光谱, 为光质的选择提供必要依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 光质选择及处理条件

光源均由复旦大学光电物理研究所提供, 功率 40 W, 可发出蓝光、红光、黄光、绿光及白光, 以

收稿日期: 2004 - 11 - 17; 修回日期: 2005 - 01 - 08

\*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: liulucky99@yahoo.com.cn)

白光为对照。不同光的光谱采用美国产 Unispec<sup>TM</sup> 光谱分析系统测定, 各光源发射光谱见图 1。调节光源与幼苗的距离, 使光强均为  $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。光照培养架为钢架结构, 光源设于顶部, 高度可调, 培养架内层用镀铝反光膜, 外层为黑色遮光材料。

试验于 2004 年在山东农业大学玻璃温室进行, 以‘宝粉’番茄为试材。种子催芽后于 2004 年 3 月 5 日播种, 采用营养钵 ( $8 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ ) 育苗, 育苗基质为蛭石 + 草炭 + 腐熟鸡粪 ( $2:1:1$ )。待长至一叶一心时置于不同波长光照下培养。每处理 150 株, 3 次重复。培养条件: 温度白天  $24 \sim 28$ , 夜间  $15 \sim 18$ , 光照  $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。处理 20 d 取样测定。

### 1.2 不同处理幼苗的田间试验

将不同光质下生长的幼苗于 2004 年 4 月 14 日定植于日光温室。株行距为  $70 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ , 小区面积  $10 \text{ m}^2$ , 随机排列, 3 次重复。自然坐果, 其余田间管理按常规进行。调查初花期, 并统计第 1、第 2 穗果实质量及单株总质量, 计算小区产量。

### 1.3 测定项目与方法

形态指标为 10 株平均数, 随机取样。植株叶面积采用叶面积仪 LF3000A 测定; 壮苗指数按张振贤等的方法 (壮苗指数 = 茎粗 / 株高  $\times$  全株干质量) 计算<sup>[4]</sup>; 叶绿素用 80% 丙酮提取测定; 根系活力用 TTC 法测定; 甲烯蓝法测定根系活跃吸收面积和根系总吸收面积; 糖含量用蒽酮比色法; 含氮量用凯氏定氮法; 光合速率、蒸腾速率和气孔导度选在晴天上午用 CIRAS-1 型光合仪测定, 光强为  $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{CO}_2$  浓度  $340 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 番茄第 1 花序开花时统计初花期。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同光质对幼苗生长的影响

幼苗叶面积和茎粗是两个较为稳定的重要形态指标, 在一定程度上代表着幼苗同化产物的累积量<sup>[5]</sup>。Moe 等对黄瓜的研究指出, 增加蓝光照射可降低株高, 而增加红光照射则使光合产物较多的转运到叶片<sup>[6]</sup>。表 1 结果说明, 不同光质处理的番茄幼苗茎粗差异显著, 依次为蓝光 > 红光 > 白光 > 黄光 > 绿光。绿光或黄光处理株高显著高于对照 (白光), 叶面积和全株干质量则显著低于对照, 幼苗徒长明显, 长势较弱。蓝光和红光对茎的伸长均有明显抑制作用, 分别比对照缩短 21.6% 和 7.4%,

表 1 光质对番茄幼苗生长的影响

Table 1 Effect of light quality on the growth of tomato seedlings

光质 Light qualities	株高 Plant height(cm)	茎粗 Stem diameter(cm)	单株叶面积 Leaf area( $\text{cm}^2$ )	单株干质量 Dry mass(mg)	壮苗指数 Healthy index
白光 White	8.63cB	0.18bAB	30.99bA	46.59bcB	0.99cB
蓝光 Blue	6.77cC	0.22aA	39.27aA	54.72bA	1.76aA
绿光 Green	11.59aA	0.10dC	19.48dB	30.47dC	0.27dD
黄光 Yellow	9.68bB	0.15cB	27.17cB	40.38cB	0.63dC
红光 Red	7.99dC	0.20aA	42.24aA	60.18aA	1.51bAB

注: a, b, c, d 分别表示  $P=0.05$  水平下的差异显著性; A, B, C, D 分别表示  $P=0.01$  水平下的差异显著性。下同。

Note: a, b, c and d indicate significance of difference under  $P=0.05$  level; A, B, C and D indicate significance of difference under  $P=0.01$  level. The same below.

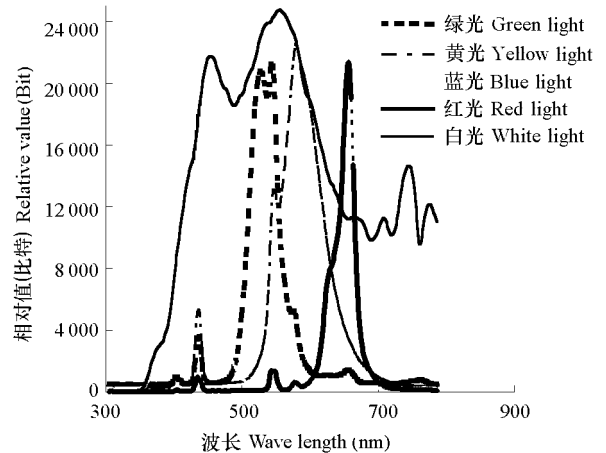


图 1 不同光质的光谱图

Fig 1 Spectrum figures of different light qualities

达极显著水平。蓝光下生长的番茄幼苗叶面积和全株干质量分别比对照增加 26.7%和 17.5%，但与红光处理差异不显著。就壮苗指数看，蓝光和红光均极显著高于对照，幼苗质量优良。

## 2.2 不同光质对幼苗叶绿素含量的影响

本试验中，叶绿素 a、b 及叶绿素总量均以红光处理为最高，绿光最低；叶绿素 a/b 比值以白光处理为最高，红光最低（表 2）。刘振业等<sup>[5]</sup>指出，在光饱和点以下，叶片叶绿素含量和光合速率呈正相关，而叶绿素 a/b 比值和光合速率呈负相关。可见，红光条件下较高的叶绿素含量和较低的叶绿素 a/b 比值可能是提高幼苗光合速率的重要因素。

## 2.3 不同光质下幼苗糖、氮含量

植物的氮代谢包括初级氮同化、光呼吸产生的氮再同化和循环氮的再同化<sup>[7]</sup>。邓江明等<sup>[8]</sup>对水稻幼苗的研究表明，蓝光促进水稻黄化幼苗吸收  $\text{NO}_3^-$ ，并促进硝酸还原酶的诱导；红光对初级氮同化的过程表现出抑制作用。由表 3 可以看出，可溶性糖和总糖含量均以红光处理为最高，各处理总糖含量依次为：红光 > 蓝光 > 白光 > 黄光 > 绿光；蛋白氮和总氮含量的变化趋势与糖含量相反，以绿光处理为最高，红光处理最低。表明红光有利于碳水化合物的形成与积累，绿光有利于含氮化合物的形成与积累。绿光下较低的 C/N 比可能是徒长的原因之一。

表 3 不同光质下番茄幼苗糖、氮含量

Table 3 The carbohydrate and nitrogen contents in tomato seedlings grown under different light qualities (%)

光质 Light qualities	可溶性糖 Soluble sugar	总糖 Total sugar	蛋白氮 Albumen nitrogen	非蛋白氮 Non-albumen nitrogen	总氮 Total nitrogen	糖/氮 C/N
白光 White	2.20aA	3.80cAB	2.59bB	3.53cA	6.12bB	0.62cAB
蓝光 Blue	1.69bB	4.09bA	2.75abA	3.53cA	6.28bB	0.65bA
绿光 Green	1.29dC	3.21cB	3.04aA	3.86aA	6.90aA	0.47cC
黄光 Yellow	1.43cBC	3.45dB	2.88aA	3.83aA	6.71aA	0.51dB
红光 Red	2.34aA	4.16aA	2.38bcB	3.64bA	6.02cB	0.69aA

## 2.4 不同光质对幼苗光合特性的影响

表 4 表明，不同光质处理的番茄幼苗光合速率差异极显著，以红光和蓝光处理较高，分别高出对照 40.14%和 26.29%；绿光和黄光处理均显著低于对照，其中绿光处理最低，仅为红光处理的 38.40%。蒸腾速率和气孔导度的变化规律与光合速率相似，依次为红光 > 蓝光 > 白光 > 黄光 > 绿光。说明红光和蓝光处理的番茄幼苗水分代谢比较旺盛，从侧面反映出番茄幼苗光合速率升高的原因。

水分利用效率取决于光合速率和蒸腾速率的比值，它反映了植物叶片气体代谢、植物生长与水分利用之间的关系<sup>[9]</sup>。表 4 说明，红光处理的气孔导度显著高于其它处理，而水分利用效率却最低，可见部分气孔关闭有利于提高叶片的水分利用效率。然而气孔导度减小使  $\text{CO}_2$  进入叶片的阻力增大，光合速率下降。光合速率除受气孔限制外，非气孔因素（如酶活性等）也起着重要作用<sup>[10]</sup>。蓝光处理下植株光合速率和水分利用效率较高，表明蓝光处理可优化光合速率与蒸腾速率的关系，合理分配光合产物。

表 2 光质对幼苗叶片叶绿素含量的影响

Table 2 Effect of light quality on the chlorophyll content in seedling leaf

光质 Light qualities	叶绿素 a Chl a (mg · g <sup>-1</sup> FM)	叶绿素 b Chl b (mg · g <sup>-1</sup> FM)	Chl (a + b) (mg · g <sup>-1</sup> FM)	Chl a/b
白光 White	0.96bA	0.31bB	1.27abA	3.05aA
蓝光 Blue	0.91cB	0.34bB	1.24bA	2.71cB
绿光 Green	0.67dD	0.23dC	0.90dB	2.92bA
黄光 Yellow	0.81dC	0.30dB	1.10cB	2.68dB
红光 Red	0.99aA	0.40aA	1.40aA	2.49cC

表 4 光质对番茄幼苗光合特性的影响

Table 4 The effect of different light quality on photosynthetic characteristics of tomato seedling

光质 Light qualities	光合速率 Photosynthetic rate (μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-2</sup> )	蒸腾速率 Evaporating rate (H <sub>2</sub> O mmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-2</sup> )	气孔导度 Stomatal conductance (H <sub>2</sub> O mmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-2</sup> )	水分利用效率 Water using efficiency (μmol · mmol <sup>-1</sup> )
白光 White	5.63cB	1.22dB	60.26cC	4.61cAB
蓝光 Blue	7.11bA	1.51bAB	80.12bB	4.71aA
绿光 Green	3.03dD	0.68cC	40.17eE	4.45dC
黄光 Yellow	4.67dC	1.00dB	50.76dD	4.67bA
红光 Red	7.89aA	1.86aA	91.54aA	4.24dD

2.5 不同光质对幼苗根系活力的影响

图 2表明，根系活力以蓝光处理为最高，绿光最低。红光处理低于对照，但差异不显著。番茄幼苗根系的总吸收面积、活跃吸收面积的变化与根系活力的变化趋势相似，即蓝光 >白光 >红光 >黄光 >绿光，吸收面积大是根系活力较高的原因之一。与对照相比，红光下生长的幼苗全株干质量较高，而根系的吸收面积较小，说明光合产物较多的分配到地上部。蓝光处理的幼苗根系活力高，茎较粗，植株健壮，光合产物分配更有利于幼苗健壮生长。

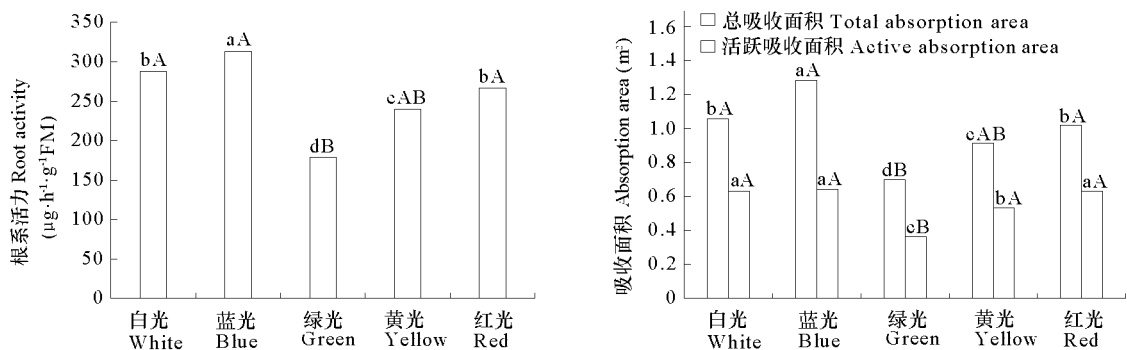


图 2 光质对番茄幼苗根系活力和吸收面积的影响

Fig 2 Effect of light quality on root activity and absorption area of tomato

2.6 不同光质育苗对番茄生长及果实发育的影响

定植初期（6月 13日前）番茄植株生长迅速（表 5），各处理间差异显著。红光处理的生长量较大，株高、单株叶面积均显著高于白光和蓝光处理。定植后，绿光和黄光处理的徒长幼苗因叶面积小、光合速率低，致使生长势弱于其他处理。第 3 穗果出现后，各处理间的差异逐渐减小，但绿光和黄光处理的番茄植株生长量始终低于对照，且以绿光处理为最低。

表 5 不同光质育苗对番茄生长发育的影响

Table 5 Effect of breeding seedlings in different light qualities on the growth and development of tomato

项目 Item	光质 Light qualities	日期 Date (Month - Day)	04 - 14	05 - 04	05 - 24	06 - 13	07 - 03	07 - 23	08 - 12
株高 Plant height (cm)	蓝光 B lue		7. 52eD	11. 33eC	20. 81dB	46. 44dB	67. 13bcA	82. 74aA	82. 51aA
	绿光 Green		11. 64aA	14. 27aA	19. 82eB	45. 72eB	56. 55eB	73. 40dB	77. 35cA
	黄光 Yellow		9. 77bB	13. 05dB	21. 66cAB	50. 13bcA	60. 41dB	77. 66cB	80. 19bcA
	红光 Red		8. 05dC	13. 14cB	23. 52bA	54. 36aA	67. 27bA	80. 12bA	80. 73bA
	白光 White		8. 71cC	13. 82bA	24. 16aA	52. 61bA	68. 49aA	81. 54abA	82. 85aA
茎粗 Stem diameter (mm)	蓝光 B lue		2. 33aA	6. 81aA	11. 48aA	18. 64aA	20. 15aA	21. 38aA	24. 87aA
	绿光 Green		1. 12eB	3. 261eD	6. 91eB	14. 35eB	15. 72dB	17. 63dB	20. 51dA
	黄光 Yellow		1. 61dB	4. 554dC	7. 2dB	15. 93dB	17. 49cAB	18. 94cAB	22. 05cA
	红光 Red		2. 16bA	5. 423bcB	10. 3bA	17. 84bA	19. 84aA	20. 71abA	24. 19abA
	白光 White		2. 05bcA	5. 47bB	9. 7cAB	17. 22bcA	19. 53abA	20. 60bA	24. 91aA
叶面积 Leaf area (dm²)	蓝光 B lue		0. 44bcB	2. 21bAB	14bA	34. 18abA	52. 56bA	61. 42abA	62. 43aaA
	绿光 Green		0. 19eD	1. 04eD	8. 9cB	24. 56dB	45. 81dB	52. 38dA	54. 64cAB
	黄光 Yellow		0. 29dC	1. 55dC	11. 4dB	30. 21cAB	48. 37cAB	57. 11cA	60. 20aA
	红光 Red		0. 51aA	2. 62aA	15. 7aA	37. 85aA	53. 15aA	61. 84aA	63. 46aA
	白光 White		0. 45bB	2. 11cB	13. 8bcAB	33. 40bA	52. 60abA	60. 53bA	62. 38abA

幼苗的生长状况直接影响花期、花数及坐果数。物候期调查（表 6）表明，相同苗龄的幼苗，蓝光处理初花期最早，为 2004 年 4 月 21 日，比白光和红光处理分别提早 3 d 和 5 d。在蓝光和红光条件下培育的番茄幼苗，定植后植株均有较高的光合速率（本文未列出），但红光处理第 1、2 穗果总质量显著低于对照，而蓝光处理则显著高于对照。原因可能是红光培育的植株光合产物较多的分配到叶片，限制了果实的发育。单株及小区产量也以蓝光处理最高，说明蓝光处理可以增加产量，特别是植株的前期产量。

表 6 不同光质育苗对番茄花期及产量的影响

Table 6 Effects of breeding seedlings in different light qualities on bloom ing date and yield of tomato fruit

光质 Light qualities	初花期 Bloom ing date	第 1、2 穗果质量 Fruit mass of the first and second spica (g)	平均单株产量 Average fruit mass of plant (kg)	产量 Plot yield (kg · m <sup>-2</sup> )
白光 White	2004 - 04 - 24	852.88bB	1.63bB	4.895abA
蓝光 Blue	2004 - 04 - 21	1 004.44aA	1.85aA	5.551aA
绿光 Green	2004 - 04 - 25	609.21eD	1.26eC	3.784dB
黄光 Yellow	2004 - 04 - 25	702.17dC	1.43dC	4.292cAB
红光 Red	2004 - 04 - 26	830.06cB	1.61bcB	4.830bA

### 3 讨论

上述结果表明,红光处理的番茄幼苗营养生长旺盛,干物质积累多,叶面积扩展快,这与马光恕等<sup>[1]</sup>、傅明华等<sup>[11]</sup>在番茄、茄子及黄瓜等作物上的结论相似。

在抑制茎的伸长方面,蓝光与红光都有显著效果。其作用机理可能是:红光通过降低植物体内 GA 的含量,从而抑制节间伸长和植株高度;蓝紫光能提高 IAA 氧化酶的活性,降低 IAA 的水平,进而抑制植物的伸长生长<sup>[12]</sup>。

红光处理的叶片与其它处理相比,有较低的 Chl. a/b 比值,而生长在蓝光下的叶片其 Chl. 含量低于白光或红光下的含量,但 Chl. a/b 比值较高,这与大多数的研究报道相一致,即蓝光培养的植株一般具有阳生植物的特性,而红光培养的植株与阴生植物相似<sup>[13]</sup>。

光质对高等植物的碳水化合物和蛋白质代谢有调节作用,在蓝光下生长的植物蛋白质含量较高,而在红光下生长的植物通常碳水化合物含量较高<sup>[14]</sup>。本试验中红光处理的番茄幼苗碳水化合物含量、C/N 比均最高。黄光、绿光、蓝光处理的总氮含量较高,但黄光和绿光处理的光合速率极低,蓝光处理有较高的光合速率,其 C/N 比仍显著高于对照;而黄光、绿光处理较低的 C/N 比使幼苗严重徒长。

较高的光合速率是幼苗营养生长旺盛的重要原因之一。李承志等<sup>[15]</sup>的研究表明,增加蓝光或红光照射,提高了白菜、萝卜的叶绿素含量,光合速率及产量明显高于对照。在本试验中,红光处理提高了叶绿素含量,增加了气孔导度及蒸腾速率,光合速率显著高于其它处理。蓝光处理的叶绿素含量虽略低于对照,但光合速率仍显著高于对照,原因可能是蓝光促进叶片气孔开放(表 4),增加了胞间 CO<sub>2</sub> 浓度。光合作用受诸多因素的影响,叶绿素含量的高低并不能完全反映光合性能的强弱。

蓝光处理可提前花期 2~3 d,并显著提高第 1、2 穗果的产量,可作为培育番茄幼苗的补光光质。

综上所述,通过光质调控技术培育番茄壮苗是可行的,值得进一步研究应用。

### 参考文献:

- 1 马光恕,廉 华,闫明伟. 不同覆盖材料对大棚内番茄生长发育的影响. 吉林农业科学, 2002, 27 (4): 41~43  
Ma G S, L H, Yan M W. Effect of different mulching material on growth of tomato in plastic tunnel. Journal of Jilin Agriculture Sciences, 2002, 27 (4): 41~43 (in Chinese)
- 2 刘立侠. 光质对人参叶绿体结构和光合生理性状的影响. 植物学报, 1993, 25 (8): 588~592  
Liu L X. Effect of different light quality on chloroplast structure and photosynthetic characteristics of panax. Acta Botanica Sinica, 1993, 25 (8): 588~592 (in Chinese)
- 3 Voskresenskaya N P, Nechayeva E P, Vlasova M P. The significance of blue light and kinetin for restoration of the photosynthetic apparatus in aging narley leaves. Fizid Rast, 1968, 15: 890
- 4 张振贤,王培伦,刘世琦,于贤昌. 蔬菜生理. 北京: 中国农业科技出版社, 1993. 38~39  
Zhang Z X, Wang P L, Liu S Q, Yu X C. Vegetable physiology. Beijing: China Agriculture Sciencetech Press, 1993. 38~39 (in Chinese)
- 5 刘振业,刘贞琦. 光合作用的遗传与育种. 贵阳: 贵州人民出版社, 1984. 45~52  
Liu Z Y, Liu Z Q. Heredity of photosynthesis and breeding. Guiyang: Guizhou People Press, 1984. 45~52 (in Chinese)
- 6 Moe R, Morgan L, Grindal G. Growth and plant morphology of *Cucum is sativus* and fuchsia hybrid are influenced by light quality during the

- photoperiod and by temperature alternations *Acta Hort*, 2002, 580: 229 ~ 234
- 7 Lam H M, Coschigano K T, Oliveira I C. The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants *Annu Rev. Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1996, 47: 569 ~ 593
- 8 邓江明, 宾金华, 潘瑞炽. 光质对水稻幼苗初级氮同化的影响. *植物学报*, 2000, 42 (3): 234 ~ 238  
Deng J M, Bin J H, Pan R C. Effect of light quality on the primary nitrogen assimilation of rice seedlings *Acta Botanica Sinica*, 2000, 42 (3): 234 ~ 238 (in Chinese)
- 9 杨洪强, 接玉玲. 果树根系对地上部的调控及其与水分利用效率的关系. *园艺学报*, 2001, 28 (增刊): 603 ~ 608  
Yang H Q, Jie Y L. The Relationship between remote control of root to canopy and water use efficiency in fruit tree *Acta Horticulturae Sinica*, 2001, 28 (supplement): 603 ~ 608 (in Chinese)
- 10 Tayler G E, Gunderson J. Physiological site of ethylene effects on carbon dioxide assimilation in *Glycine max* L. Merr *Plant Physiol*, 1987, 86: 85 ~ 92
- 11 傅明华, 汪羞德, 顾仲兰, 廖兆熊, 朱爱凤. 多功能转光塑料薄膜应用效应研究. *农业工程学报*, 2000, 16 (6): 81 ~ 85  
Fu M H, Wang X D, Gu Z L, Liao Z X, Zhu A F. Effect of multifunctional plastic film transferring violet ray to red light applied in field *Transactions of the CSAE*, 2000, 16 (6): 81 ~ 85 (in Chinese)
- 12 李韶山, 潘瑞炽. 植物的蓝光效应. *植物生理学通讯*, 1993, 29 (4): 248 ~ 252  
Li S S, Pan R C. Blue light effect of plant *Plant Physiology Communications*, 1993, 29 (4): 248 ~ 252 (in Chinese)
- 13 储钟稀, 童哲, 冯丽洁, 张群, 温晓刚, 宋森田, 朱孝凤. 不同光质对黄瓜叶片光合特性的影响. *植物学报*, 1999, 41 (8): 867 ~ 870  
Chu Z X, Tong Z, Feng L J, Zhang Q, Wen X G, Song S T, Zhu X F. Effect of different light quality on photosynthetic characteristics of cucumber leaves *Acta Botanica Sinica*, 1999, 41 (8): 867 ~ 870 (in Chinese)
- 14 Kowalik W. Blue light effects on respiration *Annu Rev. Plant Physiol*, 1982, 33: 51 ~ 72
- 15 李承志, 廉世勋, 张华京, 石鹏途, 杨焕栋. 光合仿生农膜的作物栽培试验. *湖南农业科学*, 2001, 5: 22 ~ 23  
Li C Z, Lian S X, Zhang H J, Shi P T, Yang H D. Cultivated test of crop in bionic film for photosynthesis *Journal of Hunan Agriculture Sciences*, 2001, 5: 22 ~ 23 (in Chinese)

## 新书推荐

## 《中国蔬菜品种志》

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编, 已于 2002 年 9 月出版发行。全书分上、下卷, 1 ~ 6 章为上卷, 包括根菜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、绿叶菜类及葱蒜类, 计 2263 个品种, 1347 页; 7 ~ 12 章为下卷, 包括瓜类、茄果类、豆类、薯芋类、水生蔬菜类和多年生蔬菜类, 计 2550 个品种, 1177 页。入志的品种中, 地方品种占 90% 以上, 少量在全国栽培时间较长、种植面积较大的一代杂种也选入其中。本书较全面系统而又有重点地反映了中国丰富的蔬菜品种资源概貌、研究成果及育种水平, 可供蔬菜科研、教学、生产及种子公司、农业行政单位的人员参考。本书出版后受到读者普遍好评, 现尚有少量存书, 特以优惠价格 490 元 (上、下卷) 提供给读者 (原价 980 元)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。

## 《中国蔬菜实用新技术大全》

《中国蔬菜实用新技术大全》由北京科学技术出版社出版, 分南方蔬菜卷 (120 万字) 和北方蔬菜卷 (170 万字), 每卷均有白菜类、根菜类、甘蓝类、芥菜类、茄果类、豆类、瓜类、葱蒜类、绿叶菜类、薯芋类、水生蔬菜类、多年生蔬菜类、野生蔬菜类、芽苗菜类、食用菌、设施栽培、蔬菜产品及种子质量标准等 17 章, 每章包括优良品种、栽培技术、采收、贮藏、运输及加工等内容 (南方卷和北方卷各有侧重)。定价: 南方卷 198 元, 北方卷 228 元。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。