

弱光对不同类型番茄干物质积累及矿质营养分配的影响

杨延杰¹, 李天来¹, 林 多², 范文丽¹, 韩 凌¹

(1. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁省设施园艺重点实验室, 辽宁 沈阳 110161; 2. 莱阳农学院 园艺系, 山东 莱阳 265200)

摘要: 在日光温室内研究了弱光对不同类型番茄干物质积累及矿质营养分配的影响。结果表明: 中度以上弱光胁迫严重影响植株干物质的积累和分配, 同时严重抑制植株对 Mg、K 的吸收和积累, 而对 N、P、Ca 的积累影响较小, 弱光下应合理增施镁肥和钾肥。番茄在弱光环境下, 矿质元素在不同器官内的变化幅度不同, N 在叶片中积累量的增长幅度最大, K 在根系中积累量的增长幅度最大。野生型番茄品系在弱光环境下的干物质积累量下降幅度小于黄化型品系。

关键词: 弱光; 番茄; 干物质; 矿质营养

中图分类号: S641.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)03-0121-04

Effects of Low Light on Dry Matter and Macronutrient Accumulation in Different Type Tomato

YANG Yan-jie¹, LI Tian-lai¹, LIN Duo², FAN Wen-li¹, HAN Ling¹

(1. Horticultural College, Shenyang Agricultural University, Liaoning Province Key Laboratory of Greenhouse Horticulture, Shenyang 110161, China; 2. Horticulture Department, Laiyang Agricultural College, Laiyang 265200, China)

Abstract: The effects of low light on dry matter accumulation and macronutrient allocation in tomato were studied in this paper. The results showed that the dry matter accumulation in plant was seriously decreased in light density lower than 50% control condition. The absorption of magnesium and potassium by tomato plant was restrained by low light density, only little restrained at nitrogen, phosphorus and calcium. Enhancing application magnesium and potassium fertilizers for the improvement of tomato growth and development in low light density condition was important. The accumulation change of macronutrient were different in root, stem, and leaf. Nitrogen increment rate was the most in leaf, and potassium was in root. The decrease of dry matter accumulation was smaller in wild type line than etiolated type line.

Key words: Low light; Tomato; Dry matter; Macronutrient

弱光是设施果菜生产的主要环境限制因素之一, 光照度从多方面影响作物的正常生长发育。一般情况下, 随着光照度的增强, 作物不仅光合作用增强, 而且对矿质养分的需求量也增加。相反, 随着光照度减弱, 作物不仅光合作用下降, 而且对矿质营养的需求和积累也减少。这对于要求光照较强的番茄来说更是如此。然而, 有关弱光对番茄光合作用和矿质营养吸收影响的研究虽有一些报道, 但光照度

影响番茄对矿质营养需求和积累方面的研究却多侧重于 N、P、K 的积累总量的变化, 而对于植株不同器官吸收和积累 N、P、K、Ca、Mg 量以及这些无机营养与植株干物质积累的关系方面的研究较少, 且结果差异较大^[1~3], 尚需进一步研究。本研究通过在不同光照度下耐弱光番茄品系与不耐弱光品系的干物质积累和矿质元素在各器官内的分配规律的比较, 以期明确弱光下番茄的矿质营养需求特性, 进而为

收稿日期: 2005-11-12

基金项目: 国家 863 计划项目(2001AA247011); 国家“十五”科技攻关项目(2001BA5031306); 沈阳农业大学青年教师科研基金资助项目

作者简介: 杨延杰(1972-), 男, 吉林桦甸人, 博士, 副教授, 主要从事设施环境控制与蔬菜生理等研究工作; 李天来为通讯作者。

调节弱光对番茄生长发育的影响提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验于 2003 年春季在沈阳农业大学园艺科研基地辽沈 I 型日光温室内进行。以生长势较强的栽培番茄品系(野生型, W)和生长势较弱的栽培番茄品系(黄化突变体, Y)为试材。2003 年 1 月 21 日播种, 3 月 27 日植株长至 5 片真叶时定植。定植前施用腐熟粪肥 $75\ 000\ \text{kg}/\text{hm}^2$, 尿素 $300\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、磷酸二铵 $300\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、硫酸钾 $450\ \text{kg}/\text{hm}^2$, 垄栽, 行距 55 cm, 株距 35 cm, 单干整枝。除弱光处理外, 常规方法栽培管理。

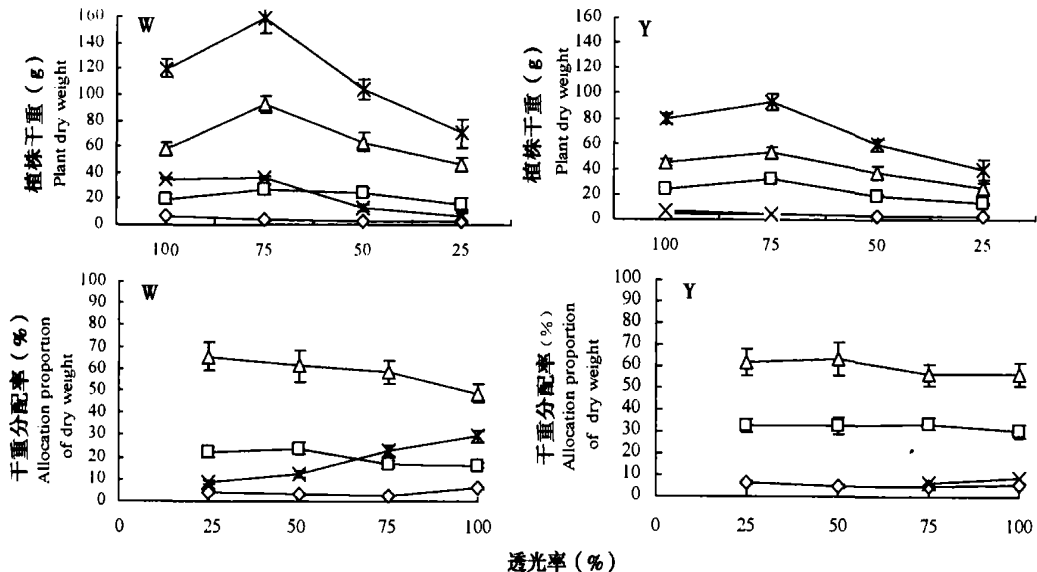
1.2 试验设计

试验采用随机区组设计, 番茄定植缓苗 7 d 后, 用不同透光率的遮光材料对温室内栽培番茄进行弱

光处理, 使处理内的光照度分别为自然光强的 75% (轻度弱光)、50% (中度弱光) 和 25% (重度弱光), 以温室内自然光强为对照, 3 次重复, 每处理 18 株。试验期间的晴朗天气, 设施内自然光强为 $950\sim 1120\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$, 处理光强分别为 $710\sim 874$ (75% 光强)、 $465.5\sim 621$ (50% 光强) 和 $245\sim 270\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ (25% 光强)。

1.3 试验方法

番茄于弱光处理 21 d 后 (04-23) 取样。将植株迅速分解为根、茎、叶和果实, $105\ ^\circ\text{C}$ 杀酶 15 min 后, 在 $70\ ^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重, 分别称量干物重后, 粉碎物过网孔直径为 0.28 mm 的土壤筛, 置于干燥器内储存, 备分析用。采用水杨酸钠-次氯酸钠比色法测定 N 含量^[4], 采用钒钼黄比色法测定 P 含量^[5], 采用 TAS-986 原子吸收分光光度计测定 K, Ca, Mg 的含量。



W. 野生型番茄品系 Wild type line; Y. 黄化型番茄品系 Aetioloated type line, 下同

图 1 不同光照强度对番茄植株干物质积累的影响

Fig. 1 Effects of different light intensity on dry matter accumulation in tomato plant

2 结果与分析

2.1 弱光对番茄干物质积累的影响

弱光对番茄植株的干物质积累有明显的影响(图 1)。番茄在轻度遮光(75% 透光率)环境下, 干物质积累量最大, 野生型番茄品系 W 的干物质积累量增加幅度(25.7%)大于黄化型品系 Y (14.1%); 叶片等营养器官内的干物质积累量增加幅度较大, 果实中的干物质分配比率与未进行弱光的处理相近, 是因为处理的光强 $710\sim 874\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$; 在番茄生长最适宜光强范围内; 其植株田间表现叶面积增大, 茎秆相对细弱, 果实产量

也略有下降, 是因为植株内部光照强度下降因而比对照差。而中度遮光(50% 透光率)和重度遮光(25% 透光率)处理的光照强度明显低于番茄生长的适宜光强, 处理后番茄的营养体和果实干物质积累量均下降, 植株生长势明显弱于对照, 产量下降, 黄化番茄的花授粉受精不良, 落果严重。这说明, 在光照较强的夏季, 设施内轻度遮光对番茄植株的干物质积累和产量有促进作用; 而透光率低于自然光照度的 50% (光量子通量密度为 $465.5\sim 621\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$) 时, 番茄植株的干物质积累就受到严重影响, 造成生长发育不良, 耐弱光性较差的黄化番茄品系影响更大, 难于在此弱光环境下栽培。

表 1 弱光对番茄植株 N, P, K, Ca, Mg 积累的影响

Tab.1 Effects of low light intensity on N, P, K, Ca, Mg accumulation in tomato plant

项目 Item		透光率(%) Relative light intensity			
		25	50	75	100
N 含量	W (mg/ 株)	263. 39	648. 75	662. 66	741. 65
	比 ck 减少(%)	64. 49	12. 53	10. 65	
Nitrogen	Y(mg/ 株)	70. 07	73. 67	108. 52	98. 33
	content 比 ck 减少(%)	28. 74	25. 08	- 10. 36	
P 含量	W(mg/ 株)	23. 01	47. 99	46. 93	70. 25
	比 ck 减少(%)	67. 25	31. 68	33. 20	
Phosphorus	Y(mg/ 株)	2. 79	3. 65	3. 99	4. 72
	content 比 ck 减少(%)	40. 96	22. 70	15. 55	
K 含量	W(mg/ 株)	224. 85	540. 89	602. 89	868. 99
	比 ck 减少(%)	74. 13	37. 76	30. 62	
Potassium	Y(mg/ 株)	52. 70	65. 50	114. 00	105. 42
	content 比 ck 减少(%)	50. 01	37. 87	- 8. 14	
Ca 含量	W (mg/ 株)	125. 40	234. 00	267. 60	402. 30
	Calcium 比 ck 减少(%)	68. 84	41. 83	33. 47	
	Y (mg/ 株)	53. 00	65. 50	94. 00	98. 50
	content 比 ck 减少(%)	46. 19	33. 50	4. 57	
Mg 含量	W (mg/ 株)	89. 08	179. 83	227. 70	352. 09
	比 ck 减少(%)	74. 70	48. 93	35. 33	
M agnesium	Y(mg/ 株)	19. 92	21. 10	45. 70	44. 33
	content 比 ck 减少(%)	55. 06	52. 41	- 3. 09	

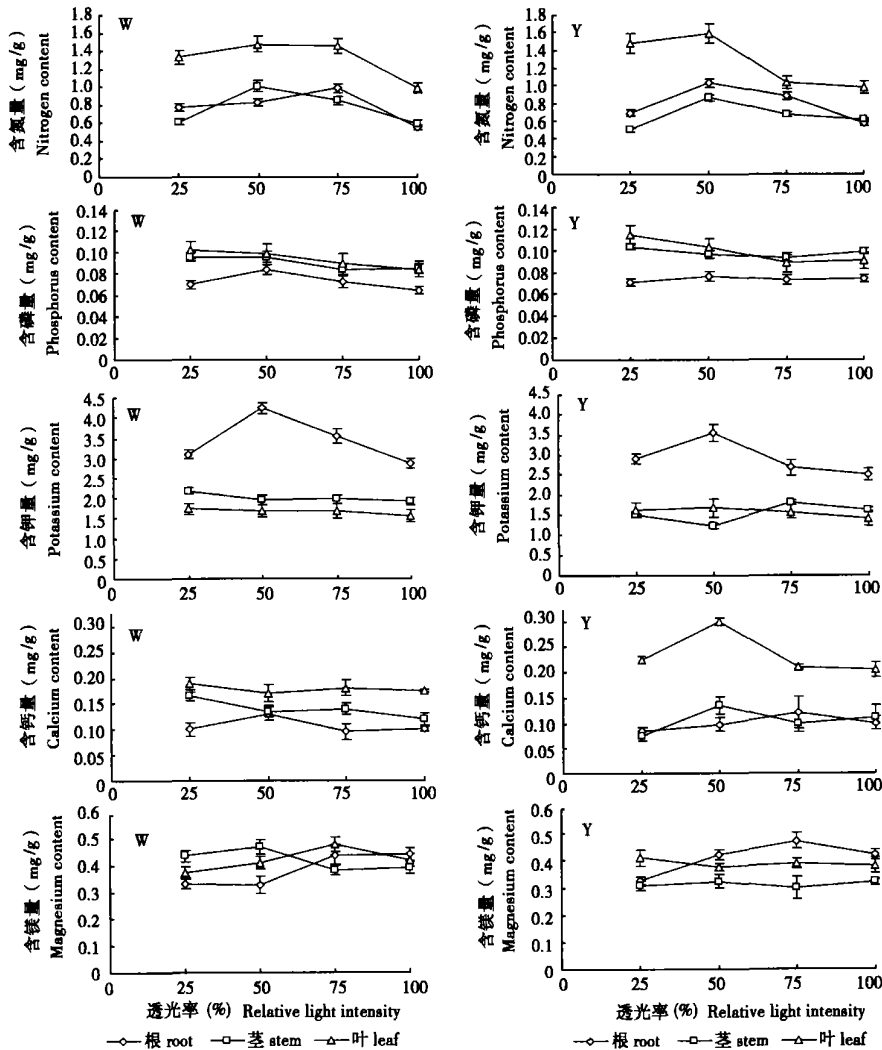


图 2 弱光对番茄中 N, P, K, Ca, Mg 积累和分配的影响

Fig. 2 Effect of low light intensity on accumulation and allocation of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in tomato plant

2.2 弱光对番茄植株矿质元素积累的影响

不同遮光处理 21 d 后, 番茄矿质元素积累量出现明显的差异(表 1)。轻度遮光处理(75%透光率)对植株矿质元素积累量无明显影响, 由于在适宜光照强度范围内, 黄化品系番茄 Y 在此条件下对 N, K, Mg 的吸收甚至增加。中度遮光处理(50%透光率)对矿质元素吸收影响较大。重度遮光处理(25%透光率)对矿质元素吸收影响最大。与对照相比, 25%透光率下植株矿质元素积累量下降幅度为野生型番茄品系 W 64.49%~74.70%, 黄化型品系 Y 28.74%~55.06%。弱光对不同矿质元素吸收积累量的影响幅度不同, 对 Mg 的影响最大, 其次为 K, Ca, P, 对 N 的影响最小。说明番茄营养生长期弱光环境下为满足植株生长, 根系优先吸收细胞构成有关的营养, 而对金属离子是吸收受到限制。相对弱光下植株生长量的降低, 植株内的 N 含量过高, 应适当控制, 避免过量造成浪费和导致植株徒长。

2.3 弱光对矿质元素在番茄各器官内分配的影响

番茄在弱光环境下生长 21 d 后, 对各器官内的矿质元素积累量(以干重计)的分析结果表明(图 2), N 和 Ca 在叶片中积累量最大, 各器官含量均增加, 重度弱光下含量有下降趋势, 但品系 W 的茎 Ca 含量升高; K 在根系中的积累量最大, 中度以下弱光时 K 含量随光强程度增加而增加, 中度以上弱光时, 含量下降; P 在各个器官内的积累量变化幅度相近, 在根系中积累量最少; Mg 在轻度弱光下叶片含量升高, 根和茎中含量稳定, 中度以上弱光时, 叶片中 Mg 含量降低, 茎中含量升高(W)或保持稳定(Y), 根系含量下降。在正常光照环境下, 野生番茄品系 W 与黄化番茄品系 Y 各个器官的 N, Ca 含量相差较小, 而野生番茄品系的 P 含量低于黄化番茄品系, K 含量高于黄化番茄品系, 但野生番茄品系经弱光处理后矿质元素在各器官内的提高幅度大于黄化番茄品系。

3 结论与讨论

试验结果表明, 轻度遮光条件下(75%光强, $710 \sim 874 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)对番茄的干物质积累抑制作用较小, 光强低于正常光照的 50% ($465.5 \sim 621 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)时影响加重, 其中以对干物质向果实内的分配积累量影响最为严重; 光强降低对番茄植株矿质元素吸收和积累量也有较大的影响, 春季栽培番茄光强低于 $621 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (50%光强)时严

重抑制了植株对 Mg, K 的吸收和积累, 而对 N, P, Ca 的吸收积累影响较小。因此弱光环境下为使植株健壮, 应优化原有的标准施肥体系, 按植株对矿质元素的需求比例来合理施用肥料, 合理增施镁肥和钾肥, 弱光下植株根系生长量小, 吸收面积和吸收能力降低, 可考虑叶面喷施。番茄在弱光环境下, 矿质元素在不同器官内积累量的变化幅度不同, P 在各个器官内的积累量相近, N 和 Ca 在叶片中积累量的增长幅度最大, K 在根系中积累量的增长最大, Mg 含量在两品种间表现出差异。在弱光环境下, 耐弱光的野生番茄品系 W, 矿质元素积累量比不耐弱光的黄化番茄品系 Y 的减少幅度大, 这主要是由于弱光逆境造成植株干物质积累减少幅度大于营养元素吸收量减少幅度, 从而使单位干重植株体内的营养元素含量上升的缘故。这与 Shaheen 和 Gizaway 的结果基本一致^[2, 6]。因此, 不能仅仅通过植株体内矿质元素的吸收和积累量来判断番茄的耐弱光性强弱, 还应考虑到与产量相关的其他生长发育指标。至于植株体各器官内积累的矿质元素是否有效地参与了植株体正常的生理代谢, 还是以贮藏形态在细胞液泡中代偿性积累来影响植株的生长发育还需进一步研究。

参考文献:

- [1] Dijk S J, Van de. Differences between genotypes of tomato in foliar contents of total phosphorus, total nitrogen and nitrate nitrogen under low light intensity and low night temperatures [J]. J Agri Sci, 1986, 34: 49–55.
- [2] El-Gizawy A M, Comaa H M. Effect of different shading levels on tomato plants. 1. Growth, flowering and chemical composition [J]. Acta Horticulture, 1992, 323: 341–347.
- [3] Masuda M, Shimada Y. Diurnal changes in mineral concentrations of xylem exudates in tomato plants and their concentrations as affected by sunlight intensity and plant ages [J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1993, 61(4): 839–845.
- [4] 张佳程. 水杨酸钠—次氯酸钠比色法测定总凯氏氮的研究 [J]. 中国农业科学, 1999, 1: 85–88.
- [5] 严昶升. 土壤肥力研究法 [M]. 北京: 农业出版社, 1988.
- [6] Shaheen A M, Helal R M. Seedling production of some vegetables under plastic houses at different levels of light intensities [J]. Egyptian Journal of Horticulture, 1996, 22(2): 175–192.