

尹 娟. 不同光质对茄子幼苗形态建成、光合特性及酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(23): 121–123.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.23.031

不同光质对茄子幼苗形态建成、 光合特性及酶活性的影响

尹 娟

(信阳农林学院, 河南信阳 464000)

摘要:利用发光二极管(LED)为光源,研究白光、红光、蓝光、红蓝光、紫光处理对茄子幼苗形态建成、光合特效和酶活性的影响。结果表明,红蓝光对茄子幼苗茎粗、地上部干质量、地下部干质量、叶片光合速率影响相对最大,显著高于对照白光($P < 0.05$);红光处理的茄子株高相对最高,根冠比相对最大;紫光使茄子幼苗的株高、茎粗、地上部干质量、地下部干质量及光合速率较白光处理有极显著降低($P < 0.01$);不同处理的茄子幼苗根冠比差异明显,红光处理的茄子幼苗根冠比相对最大;红蓝光处理的茄子幼苗蒸腾速率相对最大,较白光提高 11.1%;蓝光处理的茄子幼苗能够极显著提高其气孔导度($P < 0.01$),较白光提高 25.2%;红光、蓝光、红蓝光、紫光处理的茄子幼苗胞间 CO_2 浓度均极显著低于白光($P < 0.01$);红光对中性转化酶(NI)、酸性转化酶(AI)活性的影响明显,红蓝光处理的茄子叶片蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶活性相对最高,较白光分别提高 70.3%、14.5%。

关键词:光质;茄子幼苗;形态建成;光合特效;酶活;白光;红蓝光

中图分类号: S641.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)23-0121-03

植物能够感受外界各种信号刺激,并产生相应的生理生化反应。光作为一种环境信号,在植物生命周期中能够影响植物的开花、休眠、落叶、地下储藏器官的形成等^[1],调控植物的向光性、光合特性、生长代谢、碳水化合物积累、基因表达等。近年来,随着科学技术的不断发展进步,发光二极管(LED)作为光源得到快速发展,并以其廉价、节能、高效的特点逐步代替寿命短、光照弱、耗能大的普通光源。另外,LED光源还因具有体积小、寿命长、发光效率高、单色光、冷光源、光谱能够精量调制等优点^[2],而得到愈来愈多从事现代农业科研工作的学者们的关注和应用。LED光源的应用不仅能够大大缩小作物生产占用的土地面积,而且可以大幅提高作物整体产量,研究不同光质对作物形态建成和生长发育的影响是顺应时代的发展需要。本研究以茄子为试验材料,在人工气候室内用LED为光源进行白光、红光、蓝光、红蓝光及紫光处理,研究不同光质对茄子幼苗形态建成、光合特效及碳代谢所需的中性转化酶、酸性转化酶、蔗糖磷酸合成酶、蔗糖合成酶活性的影响,以期为保护地茄子在LED光源调控下进行高产、高效栽培及科学研究提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

LED设备,由深圳纯英达集团有限公司生产;布利塔茄子种子,市购。

1.2 试验方法

试验于2015年5月1日进行,以LED为光源,设置红光

(655.7 nm, R)、蓝光(456.2 nm, B)、紫光(417.1 nm, P)、红:蓝为4:1的组合光(RB)、白光(对照, W)5种光质。将茄子种子进行浸种、催芽,选择发芽整齐一致的种子播于装有2份草炭、1份蛭石的50孔穴盘中,霍格兰营养液浇灌,2 d/次;茄子幼苗2叶1心时,将其统一放置于不同LED光质下照射8 h/d,白天温度28~30℃、夜间15~17℃,光照度280 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,空气湿度60%,每处理2穴盘100株;茄子6片真叶时测定相关指标。

1.3 测定内容与方法

每处理选取长势一致、有代表性的茄子幼苗5株,用游标卡尺测定株高(茄子基部到生长点)和子叶位置茎粗。将茄子幼苗从基部剪断,置于烘箱内105℃杀青30 min,70℃烘至恒质量,分别测定地上部和地下部干质量,计算根冠比。晴天上午10:00—11:00,用CIRAS-I型光合仪测定茄子幼苗倒3叶光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度(C_i)。采用Nielsen等的方法测定中性转化酶(NI)、酸性转化酶(AI)、蔗糖合成酶(SS)、蔗糖磷酸合成酶(SPS)的活性^[3-4]。

1.4 数据统计分析

采用Excel 2007软件处理数据和绘图,采用DPS 6.05软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同光质对茄子幼苗形态指标的影响

由表1可知,光质对茄子幼苗的形态建成有明显影响;红蓝光对茄子幼苗茎粗、地上部干质量、地下部干质量影响相对最大,显著高于其他处理($P < 0.05$),说明红蓝光有利于培育健壮的茄子幼苗;红光处理的茄子幼苗株高相对最高,根冠比相对最大;紫光使茄子幼苗的株高、茎粗、地上部干质量、地下

收稿日期:2016-06-29

作者简介:尹娟(1979—),女,河南信阳人,硕士,讲师,主要从事园林园艺植物栽培生理研究。E-mail:395330893@qq.com。

部干质量较对照白光处理有极显著降低 ($P < 0.01$); 不同光质处理的茄子幼苗根冠比差异明显, 红光处理的根冠比相对最大, 红蓝光组合次之, 白光处理相对最小。

表 1 不同光质对茄子幼苗形态指标的影响					
处理	茎粗 (mm)	株高 (cm)	地上部干 质量(g)	地下部干 质量(g)	根冠比
白光	2.37bB	8.47cB	0.39bB	0.100bB	0.19dC
红光	2.42bAB	12.27aA	0.28cC	0.051dD	0.35aA
蓝光	2.20cC	10.81bA	0.35bB	0.083cBC	0.26cB
红蓝光	2.56aA	8.63cB	0.46aA	0.140aA	0.30bAB
紫光	1.89dD	6.19dC	0.23dD	0.081cC	0.25bB

注: 同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示处理间差异极显著 ($P < 0.01$)。下表同。

2.2 不同光质对茄子叶片光合特性的影响

由表 2 可知, 不同光质处理的茄子幼苗光合速率、蒸腾速

表 2 不同光质对茄子幼苗叶片光合特性的影响				
处理	光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	蒸腾速率 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	气孔导度 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	胞间 CO_2 浓度 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)
白光	10.95bB	2.97bB	204.1cC	493.3aA
红光	10.35cC	2.75cC	221.5bB	470.4bB
蓝光	9.77dD	3.30aA	255.6aA	403.9dD
红蓝光	11.51aA	3.32aA	228.3bB	432.5cC
紫光	6.13eE	2.56dD	188.9dD	471.1bB

2.3 不同光质对茄子叶片中性转化酶、酸性转化酶活性的影响

由图 1、图 2 可见, 红光对茄子幼苗叶片 NI、AI 活性有明显影响, 紫光次之, 均明显高于白光处理; 蓝光处理的茄子幼苗 AI 活性明显低于白光处理, 较白光处理降低 7.4%, 说明蓝光不利于 AI 活性的提高; 红蓝光、蓝光处理的 NI 活性分别较白光处理降低 15.1%、4.0%, 说明这 2 种光处理不利于茄子叶片 NI 活性的提高。

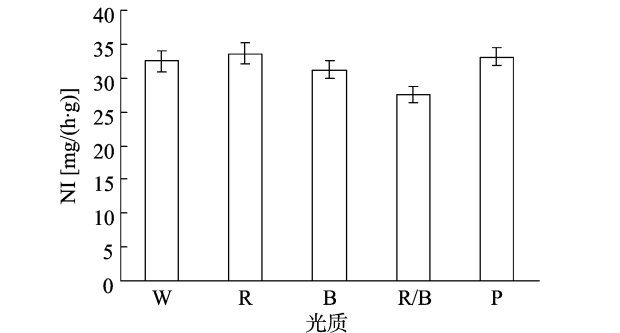


图1 不同光质对茄子叶片中性转化酶(NI)活性的影响

2.4 不同光质对茄子幼苗叶片蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶的影响

由图 3、图 4 可见, 红蓝光处理的茄子叶片蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶活性相对最高, 较白光分别提高 70.3%、14.5%, 说明红蓝光处理有利于这 2 种酶活性的提高; 紫光、红光、蓝光处理的叶片蔗糖合成酶的活性均高于白光处理, 较白光处理分别提高 48.6%、40.5%、32.4%; 蓝光、红光、紫光处理的叶片蔗糖磷酸合成酶活性均低于白光处理, 较白光处理分别降低 6%、6.7%、24.7%, 说明这 3 种光处理对蔗糖磷

率、气孔导度、胞间 CO_2 浓度差异明显; 红蓝光处理的茄子幼苗叶片光合速率相对最大, 为 $11.51 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 其次为白光、红光; 紫光处理的茄子幼苗叶片光合速率相对最低, 为 $6.13 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 极显著低于白光处理 ($P < 0.01$), 说明紫光不利于茄子幼苗光合产物的积累; 红蓝光处理的茄子幼苗叶片蒸腾速率相对最大, 较白光处理提高 11.1%, 差异极显著 ($P < 0.01$), 其次是蓝光处理, 与红蓝光处理相比差异不显著 ($P > 0.05$); 红光、紫光处理的茄子幼苗叶片蒸腾速率极显著低于白光处理 ($P < 0.01$); 蓝光处理的茄子幼苗叶片气孔导度有极显著提高 ($P < 0.01$), 较白光处理提高 25.2%, 而红光和红蓝光处理差异不显著, 均极显著高于对照 ($P < 0.01$); 紫光处理的茄子幼苗叶片气孔导度低于白光处理; 红光、蓝光、红蓝光、紫光处理的茄子幼苗叶片胞间 CO_2 浓度均极显著低于白光处理 ($P < 0.01$)。

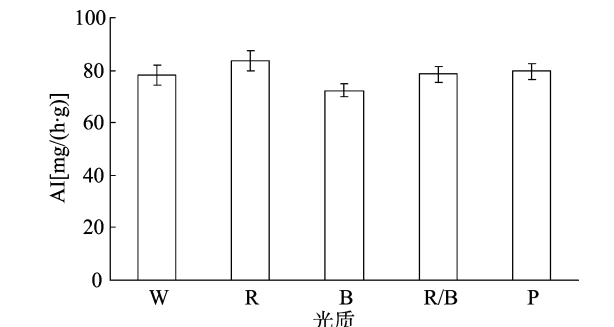


图2 不同光质对茄子叶片酸性转化酶(AI)活性的影响

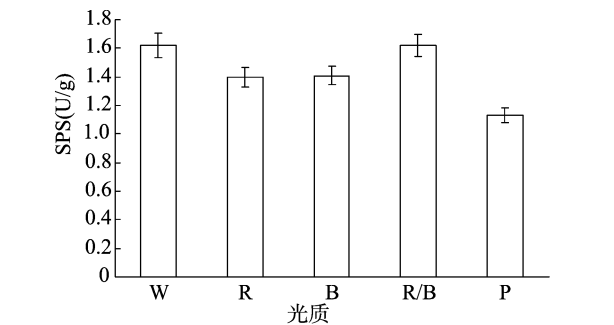


图3 不同光质对茄子叶片蔗糖磷酸合成酶(SPS)活性的影响

酸合成酶活性有抑制作用。

3 结论与讨论

植物的形态建成离不开光, 光对植物生长发育的影响除光周期、光强、光照时间外, 还受到光质的影响^[5], 波长 400 ~ 700 nm 范围内的光对植物光合的影响相对最大^[6]。本试验

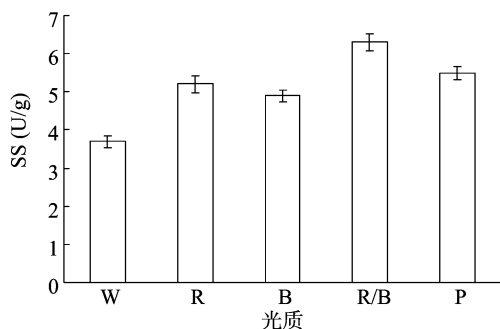


图4 不同光质对茄子叶片蔗糖合成酶(SS)活性的影响

结果表明,红蓝光对茄子幼苗茎粗、地上部干质量、地下部干质量影响相对最大,显著高于对照白光($P < 0.05$),这与宋亚英等的研究结论^[7]较为一致;红光处理的茄子株高相对最高,根冠比相对最大,红光对茄子茎的伸长有促进作用,这与Brown等研究红光对辣椒生长影响时得出的结果^[8]不一致,与蒲高斌等的研究结果^[9]类似,这可能是不同作物对光的反应不同所致。史密斯认为,在有效光辐射范围内,光质对植株茎的影响与其自身波长呈正相关,波长越长越有利于植株茎的伸长,反之抑制茎的伸长^[10]。本试验结果表明,与白光相比,紫光极显著降低茄子幼苗的株高、茎粗、地上部干质量及地下部干质量($P < 0.01$),说明紫光对植株形态建成有抑制作用,与史密斯论述的观点^[10]一致。

光合作用是能量转化和有机物形成的过程,而光合速率是叶片光合性能高低的重要指标之一。谢景等认为,增加蓝光照射,能有效提高黄瓜幼苗叶片的净光合速率^[11]。李承志等研究指出,增加红光或蓝光照射,萝卜和白菜的光合速率及产量明显高于对照^[12]。崔慧茹研究发现,红光下彩椒叶片的光合速率相对最大,蓝光和红蓝组合光下其气孔导度和蒸腾速率显著高于白光,而胞间 CO_2 浓度白光处理相对最大^[13]。本试验结果表明,红蓝光处理的茄子幼苗叶片光合速率相对最大,其次为白光和红光,紫光相对最低,且极显著低于白光处理($P < 0.01$),这可能跟叶绿素对光波最强的2个吸收区有关,一个在波长 640 ~ 660 nm 的红光部分,另一个在波长 430 ~ 450 nm 的蓝紫光部分。光合速率和蒸腾速率的比值反映植物生长与水分利用之间的关系^[14],比值越大说明水分利用率越高,反之越小。蓝光处理的茄子幼苗叶片光合速率和蒸腾速率的比值相对最大,说明蓝光照射下的茄子叶片水分利用率相对最高。蓝光处理的茄子幼苗叶片气孔导度相对最大,这可能与蓝光能够调控气孔开启有关^[15],而其胞间 CO_2 浓度相对最低,光合速率极显著低于对照($P < 0.01$),这可能是与光质能够影响光合细胞的结构有关^[16]。

红光对中性转化酶(NI)、酸性转化酶(AI)的影响较为明显,红光能够增加茄子幼苗叶片的淀粉积累,这与史宏志等的研究结果^[17]一致。李德全等研究认为,蓝光提高植物体内吡哆乙酸氧化酶的活性而抑制植物生长^[18]。本试验结果表明,蓝光处理的茄子幼苗 AI 活性极显著低于白光处理($P < 0.01$),较白光处理降低 7.4%,抑制了茄子幼苗的生长;红蓝光处理的茄子叶片蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶的活性相对最高,较白光处理分别提高 70.3%、14.5%,红蓝光有利于碳

水化物的积累及光合产物的输出^[19],加快了茄子植株的生长,与崔瑛等的研究结果^[20]一致。

参考文献:

- [1] 郭春晓,田素波,郑成淑,等. 光周期途径植物开花决定关键基因 *FT* [J]. 基因组学与应用生物学,2009,28(3):613-618.
- [2] 杨其长. LED 在设施园艺产业的应用现状与发展趋势 [C]// 纪念中国农业工程学会成立三十周年暨中国农业工程学会 2009 年学术年会. 中国农业工程学会,2009.
- [3] Nielsen T H, Skiarbek H C, harlsen P. Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper (*Capsicum annuum*) plants [J]. Physiologia Plantarum,1991,82(2):311-319.
- [4] 宁宇,邓惠惠,李清明,等. 红蓝光质对芹菜碳氮代谢及其关键酶活性的影响 [J]. 植物生理学报,2015,51(1):112-118.
- [5] 杨其长,魏灵玲,刘文科,等. 植物工厂系统与实践 [M]. 北京:化学工业出版社,2012.
- [6] 郭银生. 光环境调控对水稻幼苗和黑豆芽苗菜生长发育的影响 [D]. 南京:南京农业大学,2011.
- [7] 宋亚英,陆生海. 温室人工补光技术及光源特性与应用研究 [J]. 农村实用工程技术·温室园艺,2005(1):28-29.
- [8] Brown C S, Schuerger A C, Sager J C. Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red lighting [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1995, 120(5):808-813.
- [9] 蒲高斌,刘世琦,刘磊,等. 不同光质对番茄幼苗生长和生理特性的影响 [J]. 园艺学报,2005,32(3):420-425.
- [10] 史密斯 K C. 光生物学 [M]. 沈恂,译. 北京:科学出版社,1984.
- [11] 谢景,刘厚诚,宋世威,等. 不同光质 LED 灯对黄瓜幼苗生长的影响 [J]. 长江蔬菜(学术版),2012(6):23-25.
- [12] 李承志,廉世勋,张华京,等. 光合仿生农膜的作物栽培试验 [J]. 湖南农业科学,2001(5):22-23.
- [13] 崔慧茹. 光质对彩色甜椒生理特性及品质的影响 [D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [14] 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 [J]. 园艺学报,2001,28(增刊1):603-608.
- [15] 李雯琳,郁继华,张国斌,等. LED 光源不同光质对叶用莴苣幼苗叶片气体参数和叶绿素荧光参数的影响 [J]. 甘肃农业大学学报,2010,45(1):47-51.
- [16] Eskins K, Duysen M, Dybas L, et al. Light quality effects on corn chloroplast development [J]. Plant Physiology, 1985, 77(1):29-34.
- [17] 史宏志,韩锦峰,张国显,等. 单色蓝光和红光对烟苗叶片生长和碳氮代谢的影响 [J]. 河南农业大学学报,1998,32(3):258-262.
- [18] 李德全,赵会杰,高辉远. 植物生理学 [M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1999:168-169.
- [19] 张欢,徐志刚,崔瑾,等. 光质对番茄和莴苣幼苗生长及叶绿体超微结构的影响 [J]. 应用生态学报,2010,21(4):959-965.
- [20] 崔瑛,马志虎,徐志刚,等. 不同光质补光对黄瓜、辣椒和番茄幼苗生化及生理特性的影响 [J]. 园艺学报,2009,36(5):663-670.