

Effects of Light Quality on the Growth and Nutrition Quality of Faba Bean Sprouts

Yijing Liu, Chisong Zhang*, Caihong Tu, Jun Feng, Feida Di, Qi Zheng

Chengdu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Chengdu Sichuan
Email: *1048385377@qq.com

Received: Nov. 2nd, 2018; accepted: Nov. 15th, 2018; published: Nov. 22nd, 2018

Abstract

The effects of light spectral energy distribution of light emitting diode (LED) on growth and nutrition quality of faba bean sprouts have been investigated, with the dark treatment used as control. The results showed that, compared with the dark treatment, light treatment not only inhibited the hypocotyl elongation of faba bean sprouts, but also decreased the fresh weight of faba bean sprouts. The contents of soluble protein, vitamin C and levodopa significantly increased under blue light treatment ($P < 0.05$). The white light treatment significantly increased the free amino acid content in faba bean sprouts, which is 1.72 g/100g. The results suggest the light treatment, especially blue light, are effective in promoting growth and nutritional quality of faba bean sprouts.

Keywords

Light Quality, Faba Bean, Sprouts, Nutrition Quality

光质对蚕豆芽苗菜生长及营养品质的影响

刘一静, 张驰松*, 涂彩虹, 冯 骏, 狄飞达, 郑 旗

成都市农林科学院, 四川 成都
Email: *1048385377@qq.com

收稿日期: 2018年11月2日; 录用日期: 2018年11月15日; 发布日期: 2018年11月22日

摘 要

以黑暗作为对照组, 采用LED灯调节光质和光量, 研究不同光质对蚕豆芽苗菜生长和营养品质的影响。

*通讯作者。

文章引用: 刘一静, 张驰松, 涂彩虹, 冯骏, 狄飞达, 郑旗. 光质对蚕豆芽苗菜生长及营养品质的影响[J]. 食品与营养科学, 2018, 7(4): 357-362. DOI: 10.12677/hjfns.2018.74044

结果表明,红光、蓝光和白光处理不仅显著抑制了蚕豆芽苗菜下胚轴的伸长,还显著减少了蚕豆芽苗菜地上部的鲜质量。蓝光条件下,蚕豆芽苗菜的可溶性蛋白质、维生素C和左旋多巴含量均显著高于对照组($P < 0.05$)。游离氨基酸含量在白光条件下达到最大为1.72 g/100g。研究表明,光质处理蚕豆芽苗菜,特别是蓝光处理,能提高芽苗菜的营养品质。

关键词

光质,蚕豆,芽苗菜,营养

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

光是植物光合作用的直接能量源,不同波长的光质(280~750 nm)可与植物内源激素等途径相互作用,影响植物的发育进程[1]。在影响芽苗菜生长的各种环境因子中,光质对植物生长发育、光合特性和代谢产物有重要影响[2],这为利用光质来调节芽苗菜的生长和营养提供了基础。

近年来,光质调配已应用于植物工厂和太空农业等领域的蔬菜作物生产中。LED的应用研究也已经成为当前芽苗菜研究的热点之一[3]。LED具有高光强、低能耗、光质纯、波长类型丰富、使用寿命长、发热量等优点,是芽苗菜生产中理想的光环境调控设施[4]。

蚕豆是我国四川地区重要的粮食和蔬菜。它不仅含有丰富的蛋白质,还含有大量的钙、维生素C、左旋多巴等[5]。发芽过程中,在水解酶的作用下,蚕豆中的大分子化学物质可转换成易于人体吸收的小分子化合物[6],同时发芽还可以降低或消除蚕豆中一些不利于营养吸收的抗营养因子,如植酸、单宁等。从而提高营养物质的消化率。

目前国内还鲜有关于不同光质对蚕豆芽苗菜生长及营养变化的相关报道,本实验主要比较光质对蚕豆芽苗菜的生长、可溶性蛋白质、游离氨基酸、维生素C和左旋多巴的含量的影响,为蚕豆芽苗菜的开发和应用提供理论参考依据。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料

供实验蚕豆品种为云南白皮蚕豆。

2.2. 实验方法

2.2.1. 培养条件

用人工清洗的方法,选择成熟、均匀、无病虫害的蚕豆种子,用0.5%的次氯酸钠溶液消毒处理后用无菌水清洗。浸种12 h后,去除漂浮的种子,沥去多余的水分,然后将种子均匀洒在底部铺有2 cm厚蛭石的培养皿中,黑暗条件下催芽2 d后置于不同波长光照下进行光质处理,共设4个处理。光照处理7天后,随机取样进行相关指标的测定。培养箱内相对湿度为80%左右,温度为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

2.2.2. 光质处理

光质处理组在培养箱(深圳市鼎鑫宜实验设备)内培养,于顶部有LED光源,每个处理设置LED植物

生长灯 2 盏,可发出红光(R)、蓝光(B)和白光(W),以黑暗(D)培养作为对照。调节电流以及光源与植株的距离,使用光量子计测量光源,使得光量均在 $30 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右。

2.3. 测定项目与方法

2.3.1. 形态生长指标

用直尺测定出催芽后生长 7 d 后蚕豆芽苗菜的下胚轴长。将生产 7 d 的芽苗菜地上部进行随机取样,用分析天平测定后放置于烘箱内, 85°C 下烘干至恒重后测定干质量,并计算含水量。其余芽苗菜地上部鲜样品放入液氮中急冻,最后储存在 -20°C 用于以后的检测。

2.3.2. 营养品质指标的测定

营养品质指标主要测定可溶性蛋白质、游离氨基酸、维生素 C 和左旋多巴。可溶性蛋白质采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定[7];游离氨基酸含量采用水合茚三酮法测定[7];维生素 C 含量的测定参考《GB 5009.86-2016》,采用荧光法测定;左旋多巴的含量采用液相色谱法测定[8]。

测量形态指标和生理生化指标时采用随机取样,形态指标测定设 10 次重复,生理生化实验重复 3 次。

2.4. 数据处理

利用 Excel 2013 对数据进行整理,SPSS22 进行方差分析,采用 Duncan 进行多重比较, $P < 0.05$ 。

3. 结果与分析

3.1. 光质对蚕豆芽苗菜生长的影响

从图 1 和表 1 可以看出,与黑暗处理相比,白光对下胚轴伸长的抑制效果最明显,其次是蓝光。蚕豆芽苗菜的含水率在各处理间无明显差异。在黑暗条件下,蚕豆芽苗菜的地上部鲜质量最高,红光条件下的蚕豆芽苗菜地上部鲜质量显著低于对照组,蓝光条件下最低。

Table 1. Effects of light quality on growth of faba bean sprouts

表 1. 不同光质对蚕豆芽苗菜生长的影响

处理(光质)	地上部鲜质量/g	含水率/%	下胚轴长/cm
红光*	0.255b	89.9a	5.54a
蓝光(B)	0.223c	89.7a	3.98b
白光(W)	0.231c	89.9a	4.22c
遮光处理(D) - 对照	0.455a	91.3a	7.51d

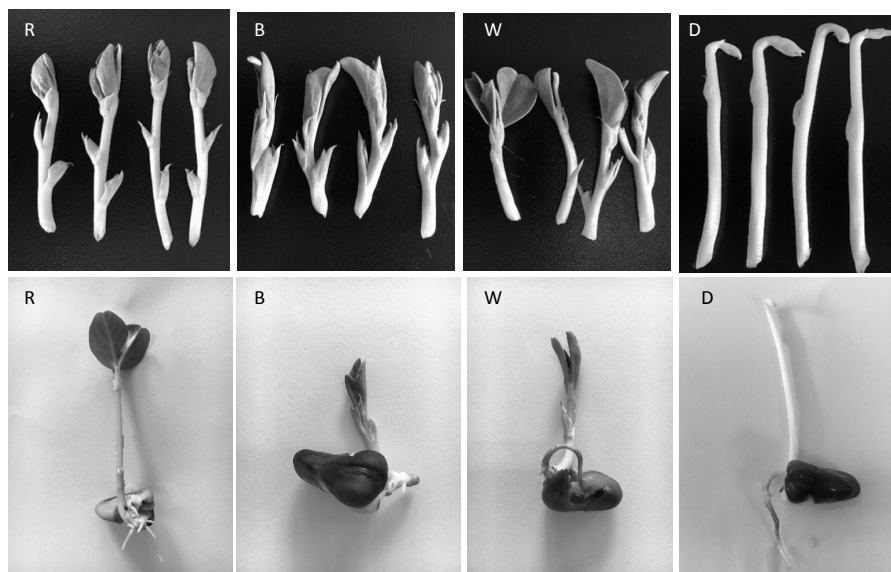
注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha = 0.05$),下表同

3.2. 不同光质对芽苗菜中可溶性蛋白质、游离氨基酸和维生素 C 含量的影响

从表 2 可以看出在蓝光和白光的处理下,蚕豆芽苗菜中可溶性蛋白质含量明显高于对照组,红光处理和对照间无明显的差异;白光处理下,蚕豆芽苗菜中游离氨基酸含量达到最大值,且显著高于对照组,其次为红光的处理,而蓝光处理下,蚕豆芽苗菜中游离氨基酸含量显著低于对照;所有光质条件处理下,蚕豆芽苗菜中的维生素 C 含量均显著高于对照,其中蓝光条件下维生素 C 含量最高。

3.3. 不同光质对芽苗菜中左旋多巴含量的影响

由表 3 可知,同蚕豆种子相比,发芽后蚕豆芽苗菜中左旋多巴含量大幅增加,同黑暗对照相比,光质处理显著提高了蚕豆芽苗菜中左旋多巴的含量。其中蓝光处理下,左旋多巴含量达到了最大值,其次为白光和红光处理。



R, 红光(658 ± 10) nm; B, 蓝光(460 ± 10) nm; W, 白光(310~750) nm; D, 遮光处理。

Figure 1. Effects of light quality on growth of faba bean sprouts

图 1. 光质对蚕豆芽苗菜生长的影响

Table 2. Effects of light quality on nutrition quality of faba bean sprouts

表 2. 光质处理对蚕豆芽苗菜营养品质的影响

处理	可溶性蛋白质/(以干基重%)	游离氨基酸/(/100 g)	维生素C (mg/100 g)
红光(R)	21.40c	1.46b	0.179c
蓝光(B)	28.08a	1.32d	0.276a
白光(W)	22.92b	1.72a	0.266b
遮光处理(D) - 对照	21.52c	1.42c	0.174d

Table 3. Effects of light quality on levodopa content of fababean sprouts

表 3. 光质处理对蚕豆芽苗菜中左旋多巴含量的影响

处理	左旋多巴含量(mg/kg)
蚕豆种子	1.9×10^2
红光(R)	1.21×10^4 b
蓝光(B)	1.31×10^4 a
白光(W)	1.29×10^4 a
遮光处理(D) - 对照	5.14×10^3 c

4. 讨论

植物幼苗对光环境变化十分敏感, 能通过光受体感知光强和光质的变化, 从而影响其生长和营养物质含量, 这些光受体通过激发信号传递途径来改变植物幼体发育的形态建成[9]。

蚕豆萌发以后, 经过短时间的生长, 其幼苗作为可食用的芽苗菜[10]。通过有选择性的使用不同光质的 LED 作为光源, 可减少生长调节剂等化学物质的使用, 符合绿色蔬菜的标准[1]。研究发现相比于黑暗处理, 红光、蓝光和白光不仅显著抑制了蚕豆芽苗菜下胚轴的生长, 还显著减少了其地上部鲜质量。这

与鲁燕舞等[11]的研究结果一致。这是因为在黑暗条件下,植物幼苗会发育成黄化体质,形态上的表现为整体呈淡黄色,顶端呈弯曲紧闭的顶钩,子叶紧闭,下胚轴生长迅速[12]。在光照条件下,蚕豆幼苗中的光受体(光敏色素 A、光敏素 B 等)可以在转录和蛋白质水平上调控幼苗的发育过程[13],主要包括抑制下胚轴的伸长,促进子叶的展开以及叶绿体的发育[14]。因此对比四组光照结果,黑暗条件下的蚕豆芽苗的下胚轴最长,且地上部鲜质量最大。

蛋白质是种子中重要的营养物质,发芽过程中其含量和成分都会发生变化[15]。本实验结果表明,蓝光能显著提高蚕豆芽苗菜中可溶性蛋白质的含量,这与邢泽南等[16]的研究结果一致。有研究表明蓝光可使植物向光性更加敏感,促进色素的累积,增加光合能力。同时蓝光也可以促进植物幼苗吸收 NO_3^- , 增加体内氮素的含量。当氮素增多时,植物可以通过光合作用合成较多的蛋白质[17]。此外同白光和红光相比,蓝光还可以通过促进 CAT 酶活性的上升和基因表达来调节活性氧代谢,减少 MDA 的累积和膜质过氧化作用,从而减少蛋白质的降解[18]。

种子萌发时,体内储存的蛋白质会被蛋白酶水解为游离氨基酸,产生的游离氨基酸再进入根芽中重新合成新的蛋白质和其他物质,白光下,蚕豆芽苗菜中的游离氨基酸含量达到了最大值,而蓝光下,则为最低值,这与张欢等[19]的研究结果一致。这是可能因为蓝光条件下,更多的游离氨基酸重新合成了新的蛋白质。

维生素是人体必需的具有多种生物活性的营养物质。相比于对照组,白光和蓝光显著提高了蚕豆芽苗菜中维生素 C 的含量,这与前人的研究结果一致。光质对植物幼体中维生素 C 含量的影响主要与其成分解酶的活性有关,植物体中参与维生素 C 合成途径的最后一步酶是半乳糖内酯脱氢酶(GAILDH),参与氧化维生素 C 的关键酶是抗坏血酸过氧化物酶(AAP)和抗坏血酸氧化酶(AAO),这三种酶都对光敏感[17]。徐茂军等[20]的研究表明,相比于黑暗,白光和蓝光能够增加 GAILDH 的活性,而红光会抑制 GAILDH 的活性。而关于光质对维生素 C 影响的具体机理还有待进一步深入的探讨。

左旋多巴是经典的抗震颤麻痹药,临床上用于治疗帕金森氏病[21]。实验结果表明,发芽能大幅度提高蚕豆中左旋多巴的含量,相比于对照组,蓝光和白光能显著增加蚕豆芽苗菜中的左旋多巴含量,而目前关于光质对左旋多巴影响的研究还太少,具体机理还需进行进一步的研究。

5. 结论

与黑暗条件下相比,蓝光可以显著提高蚕豆芽苗菜中可溶性蛋白质、维生素 C 和左旋多巴的含量;蚕豆芽苗菜中游离氨基酸的含量在白光处理下显著提升。这就说明适当的光照可以增加蚕豆芽苗菜的营养价值。新型 LED 光调控技术作为简单易行、安全高效且节能环保的的培育芽苗菜的新技术,可以有效地提高芽苗菜的产量和品质。深入研究光质、光量、光周期对不同芽苗菜生长的协同作用,了解光环境对芽苗菜产生影响的具体机理,优化芽苗菜生产过程中的参数,将对未来 LED 光调控技术的发展提供科学的依据。

参考文献

- [1] 何蔚,杨振超,蔡华,等. 光质调控蔬菜作物生长和形态研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(2): 9-18.
- [2] 崔瑾,张晓燕,鲁燕舞. LED 光调控技术在芽苗菜生产中的应用[J]. 科技导报, 2014, 32(10): 32-35.
- [3] 马超. 光环境调控对绿瓣型大豆芽苗菜生长和品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [4] Brown, C.S., Schuerger, A.C. and Sager, J.C. (1995) Growth and Photomorphogenesis of Pepper Plants under Red Light-Emitting Diodes with Supplemental Blue or Far-Red Lighting. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **120**, 808-813.
- [5] 吴海虹,宋江峰,李大婧,等. 发芽处理对蚕豆主要营养成分与抗营养因子的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(9):

110-113.

- [6] 冯玉珠, 刘晶芝, 闫峰. 芽苗类蔬菜的种类和食用价值[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(18): 5418.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [8] 赵雷. 高效液相色谱法测定左旋多巴片的有关物质[J]. 中国当代医药, 2011, 18(2): 43-44.
- [9] Ward, J.M., Cufir, C.A., Denzel, M.A., *et al.* (2005) The Dof Transcription Factor OBP3 Modulates Phytochrome and Cryptochrome Signaling in Arabidopsis. *Plant Cell*, **17**, 475-485. <https://doi.org/10.1105/tpc.104.027722>
- [10] 张余洋, 胡全凌, 李汉霞. 不同处理对豌豆和萝卜芽苗菜生长、产量及品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2): 289-293.
- [11] 鲁燕舞, 唐丽, 张晓燕, 等. 光质对香椿芽苗菜生长和营养品质的影响[J]. 营养学报, 2014, 36(2): 188-192.
- [12] Mcnellis, T.W. and Deng, X.W. (1995) Light Control of Seedling Morphogenetic Pattern. *Plant Cell*, **7**, 1749-1761. <https://doi.org/10.1105/tpc.7.11.1749>
- [13] Wang, H. and Deng, X.W. (2003) Dissecting the Phytochrome A-Dependent Signaling Network in Higher Plants. *Trends in Plant Science*, **8**, 172-178. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(03\)00049-9](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(03)00049-9)
- [14] 张汝民. 绿豆幼苗脱黄化初期质体发育生理生化机制的研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2005.
- [15] Chilomer, K., Kasproicz-Potocka, M., Gulewicz, P., *et al.* (2013) The Influence of Lupin Seed Germination on the Chemical Composition and Standardized Ileal Digestibility of Protein and Amino Acids in Pigs. *Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition*, **97**, 639-646. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01304.x>
- [16] 邢泽南, 张丹, 李薇, 等. 光质对油葵芽苗菜生长和品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(3): 47-51.
- [17] 许莉. 光质对叶用莴苣生理特性及品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 泰安市: 山东农业大学, 2007.
- [18] 王虹, 姜玉萍, 师恺, 等. 光质对黄瓜叶片衰老与抗氧化酶系统的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(3): 529-534.
- [19] 张欢, 徐志刚, 崔瑾, 等. 不同光质对萝卜芽苗菜生长和营养品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2009, 1(10): 23-27.
- [20] 徐茂军, 朱睦元, 顾青. 光诱导对发芽大豆中半乳糖酸内酯脱氢酶活性和维生素 C 合成的影响[J]. 营养学报, 2002, 24(2): 212-214.
- [21] 郑开斌, 李爱萍, 廖素凤, 等. 蚕豆不同部位左旋多巴(L-Dopa)含量研究[J]. 福建农业学报, 2012, 27(4): 333-336.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2166-613X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjfn@s@hanspub.org