



杨梦平. 不同光质 LED 光源对马铃薯组培苗光合色素含量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2022(6):27-30.

不同光质 LED 光源对马铃薯组培苗光合色素含量的影响

杨梦平

(黑龙江省农业科学院 克山分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161600)

摘要:为提高马铃薯组培苗品质,本试验以兴佳 2 号、克新 13 为试材,以白色荧光灯为对照,采用 LED 光源,研究红光、蓝光、红蓝组合光(5:5)对马铃薯组培苗叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素和总叶绿素含量的影响。结果表明:蓝光光照培养和红蓝组合光(5:5)培养均能提高马铃薯叶绿素 a、类胡萝卜素和总叶绿素含量,其中蓝光处理提高效果更为明显;红光处理会降低马铃薯叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素和总叶绿素含量;红蓝组合光(5:5)、蓝光和红光均能降低马铃薯叶绿素 b 含量,其中红光处理降低幅度最大,其次是蓝光处理。研究表明蓝光与红蓝组合光光照培养更有利于马铃薯组培苗光合色素的合成。

关键词:LED 光源;马铃薯组培苗;光合色素含量

光作为影响植物生长发育的重要环境因子之一,对植物的生长发育、形态建成、光合作用、物质代谢及基因表达等均有调控作用,光也是调节植物整个生命周期的环境信号^[1]。光调节的植物发育过程包括发芽、茎的生长、根叶的发育、光合色素的合成、植物向光性、分枝及花的诱导等^[2]。

大量研究表明,不同光质的光源能调节不同类型叶绿素和蛋白质等物质的形成,以及光系统之间的电子传递^[3]。不同光质可以调控植物叶片生长、气孔运动、叶绿体结构、光合色素、光合碳同化等,其中红光和蓝光对植物生长起到主要作用^[4-5]。Anna 等^[6]研究发现蓝光处理能促进风信子愈伤组织中叶绿素的生成,而红光则使其叶绿素含量降低。张亚如等^[7]报道红蓝组合光可促进桉树叶叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素和叶绿素 a+b 的合成;张悦^[8]研究表明红蓝组合光 3:3 处理下,莴苣总叶绿素含量和类胡萝卜素含量最高,红光含量高和添加绿光有利于提高莴苣叶绿素含量;由上述研究可知,单色红、蓝光及红蓝组合光对植物光合色素的影响有一定的规律,但也因物种和品种不同存在一定的差异。

马铃薯采用块茎繁殖,块茎极易感染携带病

毒,从而导致马铃薯种薯发生退化,进而降低马铃薯产量及商品性。20 世纪 50 年代以来,脱毒试管苗技术兴起,培育马铃薯脱毒组培苗有效缓解了病毒对其产量和品质的影响。目前马铃薯组培苗生产快繁中,通常使用的白色荧光灯照明,存在光能利用率低、散热量大、能耗高等缺点。而 LED 光源光质则具有耗能少、波长固定、纯度高与低发热等优点,近年来其不同光质对植物生长发育、物质代谢和形态建成的影响研究已成为热点。本试验以兴佳 2 号和克新 13 马铃薯为供试材料,分别用红光、蓝光、红蓝组合光光照处理,以荧光灯为对照,观察其对马铃薯试管苗生长发育的影响以及对马铃薯各种光合色素含量的影响,以期培养马铃薯优质组培苗提供新方法和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以兴佳 2 号、克新 13 马铃薯试管苗为供试材料,基础苗由国家马铃薯种质资源试管苗库提供。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 选取植株与根系健康、无污染,植株为 5 cm 以上的脱毒试管苗,在无菌条件下切成单节茎段,转接到盛有 50 mL 经过高压灭菌的固体 MS 培养基的玻璃方瓶中进行培养。培养温度为 20~25 ℃,每天光照 16 h,光照强度 2 000 lx。待试管苗长至单株约 4~5 个茎节时,在同样条件下进行扩繁,为试验提供足够的、来源一致的基础苗。

收稿日期:2022-02-28

基金项目:科技部、财政部、国家科技资源共享服务平台项目“国家作物种质资源库马铃薯分库运行服务”(NCGRC-2021-44);农业农村部物种保护项目“马铃薯种质资源的收集、鉴定、编目、繁殖与入库(圃)保存”(19210136)。

作者简介:杨梦平(1991—),女,硕士,研究实习员,从事马铃薯种质资源保存与利用研究。E-mail:396162469@qq.com。

将组培苗置于光照培养室培养,分为 4 组,每组 10 瓶,每瓶 20 株苗,分别置于红光、蓝光、红蓝混合光(5:5)和白色荧光灯下光照 28 d,观察其对试管苗生长发育的影响。

表 1 不同 LED 光质控制

光处理	光质	比例/%	峰值波长/nm
红光	红	100	625
蓝光	蓝	100	475
红蓝混合光(5:5)	红+蓝	50+50	625+475
荧光(CK)	白	100	720

1.2.2 测定项目及方法 叶绿素采用乙醇丙酮法测定。取处理下的试管苗叶片,称取 0.2 g,剪成 2 mm 大小,加入丙酮:乙醇为1:1的混合液中,放在黑暗的条件下浸提,直到叶片完全变白为止,定容至 25 mL。

用分光光度计分别测定在 663, 645 和 470 nm波长处的吸光值,参照邹琦^[9]测量法计算叶绿素 a(Chl a),叶绿素 b(Chl b)和类胡萝卜素(Car)等的含量。

计算公式:

$$\begin{aligned}\text{Chl a} &= (11.75A_{663} - 2.350A_{645}) \times V / 1\,000 \\ \text{Chl b} &= (18.61A_{645} - 3.960A_{663}) \times V / 1\,000 \\ \text{Car} &= (1\,000A_{470} - 2.270\text{Chl a} - 81.4\text{Chl b}) / \\ &\quad 227 \times V / 1\,000\end{aligned}$$

1.2.3 数据分析 采用 SPSS 17.0 和 Excel 2003 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同光质 LED 光源对马铃薯叶绿素 a 含量的影响

从表 2 可以看出,不同光照处理对不同品种叶绿素 a 含量的影响极显著($P<0.01$)。克新 13 叶绿素 a 含量极显著高于兴佳 2 号。

兴佳 2 号的叶绿素 a 含量以蓝光处理最高,达到 0.432 6 mg·g⁻¹,蓝光处理和红蓝组合光(5:5)处理差异不显著,但是极显著高于荧光灯处理和红光处理,荧光灯处理又极显著高于红光处理。说明红光处理会降低兴佳 2 号的叶绿素 a 含量,蓝光和红蓝组合光(5:5)处理会提高兴佳 2 号的叶绿素 a 含量,其中蓝光提高效果较明显。

克新 13 叶绿素 a 含量以蓝光处理最高,其含量极显著高于红光处理,显著高于荧光灯处理,与红蓝组合光(5:5)处理差异不显著,荧光灯处理与

红光处理之间差异不显著。说明红光处理有降低克新 13 号叶绿素 a 含量的效果,但影响不大,蓝光和红蓝组合光(5:5)处理会提高克新 13 的叶绿素 a 含量,其中蓝光提高效果较明显。

表 2 不同处理下马铃薯的叶绿素 a 含量比较

处理	叶绿素 a 含量/(mg·g ⁻¹)	
	兴佳 2 号	克新 13
蓝光	0.4326 aA	0.4569 aA
红蓝组合光(5:5)	0.4128 aA	0.3988 abAB
白色荧光	0.3141 bB	0.3654 bAB
红光	0.2118 cC	0.3486 bB
平均值	0.3428 bB	0.3924 aA

注:平均值一行中的不同大小写字母表示品种间存在差异显著性($P<0.01$ 或 $P<0.05$);其余数据中大小写字母均表示同一品种内不同处理间存在差异显著性($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。下同。

2.2 不同光质 LED 光源对马铃薯叶绿素 b 含量的影响

从表 3 可以看出,不同光照处理对不同品种叶绿素 b 含量影响极显著($P<0.01$)。克新 13 叶绿素 b 含量极显著高于兴佳 2 号。

兴佳 2 号荧光处理下马铃薯叶绿素 b 含量最高,达到 0.091 7 mg·g⁻¹,荧光处理和红蓝组合光(5:5)处理叶绿素 b 含量差异不显著,显著高于蓝光处理,极显著高于红光处理。说明红光、蓝光、红蓝组合光(5:5)均有降低兴佳 2 号叶绿素 b 含量的效果,其中红光降低效果最明显。

克新 13 荧光处理叶绿素 b 含量最高,其含量极显著高于红光处理,与红蓝组合光(5:5)处理、蓝光处理差异不显著,说明红光、蓝光、红蓝组合光(5:5)均有降低克新 13 叶绿素 b 含量的效果,其中红光降低效果最明显。

表 3 不同处理下马铃薯叶绿素 b 含量比较

处理	叶绿素 b 含量/(mg·g ⁻¹)	
	兴佳 2 号	克新 13
蓝光	0.0654 bcAB	0.1024 aA
红蓝组合光(5:5)	0.0815 abAB	0.1134 abAB
白色荧光	0.0917 aA	0.1310 aA
红光	0.0448 cB	0.0862 bB
平均值	0.0734 bB	0.1082 aA

2.3 不同光质 LED 光源对马铃薯类胡萝卜素含量的影响

从表 4 可以看出,不同光照处理下不同品种

马铃薯的类胡萝卜素含量差异不显著($P>0.05$)。克新 13 类胡萝卜素含量高于兴佳 2 号。

兴佳 2 号类胡萝卜素含量以蓝光处理最高,蓝光处理和红蓝组合光(5:5)处理差异不显著,但是极显著高于荧光灯处理和红光处理,荧光灯处理又极显著高于红光处理。说明蓝光和红蓝组合光(5:5)均有提高兴佳 2 号类胡萝卜素含量的效果,蓝光影响最大,红光处理会降低兴佳 2 号类胡萝卜素含量。

克新 13 类胡萝卜素含量以蓝光处理最高,其含量显著高于红光处理,与荧光灯处理、红蓝组合光(5:5)处理差异不显著。蓝光和红蓝组合光(5:5)均有提高克新 13 类胡萝卜素含量的效果,但影响不大,红光处理会降低克新 13 类胡萝卜素含量。

表 4 不同处理下马铃薯类胡萝卜素含量比较

处理	类胡萝卜素含量/(mg·g ⁻¹)	
	兴佳 2 号	克新 13
蓝光	0.1597 aA	0.1516 aA
红蓝组合光(5:5)	0.1415 aAB	0.1371 abA
白色荧光	0.1173 bB	0.1287 abA
红光	0.0825 cC	0.1264 bA
平均值	0.1252 aA	0.1360 aA

2.4 不同光质 LED 光源对马铃薯总叶绿素含量的影响

从表 5 可以看出,不同品种在不同光照处理下对马铃薯总叶绿素含量平均值的影响极显著($P<0.01$)。克新 13 总叶绿素含量极显著高于兴佳 2 号。

蓝光处理下兴佳 2 号叶片总叶绿素含量最高,蓝光处理和红蓝组合光(5:5)处理马铃薯总叶绿素含量差异不显著,但是极显著高于荧光灯处理和红光处理,荧光灯处理总叶绿素含量又显著高于红光处理。说明蓝光和红蓝组合(5:5)光均对兴佳 2 号总叶绿素的合成有促进作用,蓝光处理促进效果略大,但差异不显著,红光处理对兴佳 2 号总叶绿素的合成有抑制作用。

克新 13 在蓝光处理下总叶绿素含量最高,其含量极显著高于红光处理,显著高于红蓝组合光(5:5)处理,与荧光灯处理差异不显著。说明蓝光有提高克新 13 总叶绿素含量的作用,红光处理会

降低克新 13 总叶绿素含量。

表 5 不同处理下马铃薯总叶绿素含量比较

处理	总叶绿素含量/(mg·g ⁻¹)	
	兴佳 2 号	克新 13
蓝光	0.4980 aA	0.5593 aA
红蓝组合光(5:5)	0.4943 abAB	0.4850 bAB
白色荧光	0.4158 bBC	0.4964 abAB
红光	0.2566 cC	0.4620 bB
平均值	0.4100 bB	0.5007aA

3 讨论

光合色素是植物进行光合作用的物质基础,其含量直接影响光合效率。许多研究发现经过不同光质处理之后,植物光合色素含量随着光质的变化而变化。Saebo 等^[10]研究发现蓝光处理下的桦树叶组织中叶绿素含量最高,显著高于红光和自然光,几乎是红光下叶组织叶绿素含量的二倍。陈颖等^[11]研究表明,不同比例光质对红掌叶片叶绿素含量的影响不同,50%红光+50%蓝光处理的红掌叶片叶绿素 a、叶绿素 a+叶绿素 b 含量及叶绿素 a/b 相对最大。另有研究发现红光或红光较多的条件下叶绿素 a/b 比较低,而在蓝光或蓝光较多的条件下叶绿素 a/b 的值最高^[12-14]。张现征等^[15]研究表明红蓝光比例为 1:1 时番茄叶片叶绿素含量相对最高,而红蓝光比例为 5:1 时叶绿素含量相对最低。

本试验研究表明,蓝光能促进兴佳 2 号和克新 13 叶绿素 a 和类胡萝卜素的合成,红光相对较多的情况下,叶绿素 a 和类胡萝卜素含量就会减少,这与前人的研究结果基本一致,存在部分差异的原因可能是试验所选色光混比不一致,也有可能是不同作物对不同光质的反应不同。

综合评价,蓝光光照培养对马铃薯试管苗光合色素的促进作用明显,因此,使用蓝光光照培养促进马铃薯光合色素合成是完全可行的。但由于马铃薯的品种不同,蓝光培养的具体效果也会存在不同程度的差异。所以,该试验方法和结果仅供参考,具体使用不同光源时,为避免上述原因带来的差异,最好针对特定马铃薯品种研究相应光照培养,进行预备试验加以检验。而红蓝组合光是否会取得更好的效果还应做进一步的试验研

究。本试验结果显示红蓝组合光(5:5)对马铃薯光合色素合成的促进效果没有蓝光光照处理明显,但其他比例红蓝组合光使用效果如何,有待研究。

4 结论

本试验研究了不同光质 LED 光源对马铃薯兴佳 2 号和克新 13 光合特性的影响。结果表明,蓝光光照培养和红蓝组合光(5:5)培养能提高马铃薯叶绿素 a、类胡萝卜素和总叶绿素含量,其中蓝光处理提高效果更加明显;红光光照培养会降低马铃薯叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素和总叶绿素含量;红蓝组合光(5:5)、蓝光和红光均能降低马铃薯叶绿素 b 含量,其中红光处理降低幅度最大,其次是蓝光。

参考文献:

[1] 张欢,徐志刚,崔瑾,等.不同光谱能量分布对菊花试管苗增值及生根的影响[J].园艺学报,2010,37(10):1629-1636.

[2] 廖祥儒,张蕾,徐景智,等.光在植物生长发育中的作用[J].河北大学学报,2001,21(3):341-346.

[3] 潘瑞炽,植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2001,206-207.

[4] 于海业,孔丽娟,刘爽,等.植物生产的光环境因子调控应用综述[J].农机化研究,2018,40(8):1-9.

[5] 郑洁,胡美君,郭延平.光质对植物光合作用的调控及其机

理[J].应用生态学报,2008(7):1619-1624.

[6] ANNA B,ALICJA K. Effect of light quality on somatic embryogenesis in *Hacinthus orientalis* L. [J]. Biological Bulletin,2001,38(1):104-107.

[7] 张亚如,陈光彩,叶春海,等. LED 红蓝光质对桉树组培苗生长及生理特性的影响[J]. 贵州农业科学,2021,49(4):97-104.

[8] 张悦.不同光质、光照强度及光周期对苦苣生长特性及营养品质的影响[D]. 武汉:华中农业大学,2021.

[9] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000:51-52.

[10] SAEBO A,KREKIING T,APPELGREN M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets *in vitro* [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture,1995,41(2):177-185.

[11] 陈颖,王政,纪思羽,等. LED 光源不同光质比例对红掌试管苗生长的影响[J]. 江西农业大学学报,2013,35(2):375-380.

[12] 唐永康,郭双生,艾为党,等.不同比例红蓝 LED 光照对油菜生长发育的影响[J]. 航天医学与医学工程,2010,23(3):207-212.

[13] 刘晓英,徐志刚,常涛涛,等.不同光质 LED 弱光对樱桃番茄植株形态和光合性能的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(4):645-651.

[14] 段奇珍,曲梅.不同 LED 光源对黄瓜幼苗质量的影响[J]. 北方园艺,2010(15):125-128.

[15] 张现征,王丹,董飞,等.不同比例红蓝光对番茄幼苗生长发育及光合特性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(14):136-138.

Effects of LED Light Source with Different Light Quality on Photosynthetic Pigment Content of Potato Tissue Culture Seedlings

YANG Meng-ping

(Keshan Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161600, China)

Abstract: In order to improve the quality of potato tissue culture seedlings, this experiment took Xingjia 2 and Kexin 13 as test materials, fluorescent lamp as control and LED light source to study the effects of red light, blue light and red-blue combined light(5:5) on the contents of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoid and total chlorophyll in potato tissue culture seedlings. The results showed that the contents of chlorophyll a, carotenoid and total chlorophyll in potato were increased by blue light and red blue combined light(5:5), and the effect of blue light treatment was more obvious. The contents of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoid and total chlorophyll were decreased in red light culture. Red and blue light(5:5), blue light and red light all reduced potato chlorophyll b content, and red light treatment had the largest reduction, followed by blue light treatment. Therefore, the combination of blue light and red blue light was more conducive to the synthesis of photosynthetic pigments in potato tissue culture seedlings.

Keywords: LED light source; potato tissue culture seedling; photosynthetic pigment content