

程晓奕, 张鑫, 崔晟榕, 等. 光质和光照度对三七种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(9): 136–139.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.031

光质和光照度对三七种子萌发和幼苗生长的影响

程晓奕, 张鑫, 崔晟榕, 刘欣妍, 刘海娇, 孙萌, 杨小玉, 张子龙
(北京中医药大学中药学院, 北京 100102)

摘要:通过覆盖 4 种不同颜色(无色、蓝色、绿色、红色)的塑料膜控制光质,以无色(自然光照)为对照;通过不同层数(0、1、3、5 层)纱布控制光照度,以黑色膜(黑暗条件)、无遮盖(自然光照)为对照,检测种子萌发率、幼苗株高等各项指标。结果表明,绿光最有利于种子萌发,对三七种苗生长有利,自然光也有利于三七种苗生长。红光有利于叶绿素的合成和可溶性糖的积累。5 层纱布最利于三七种子萌发,3 层纱布叶绿素含量最高,1 层纱布的三七生长形态好,可溶性糖含量最高。说明绿光且 5 层纱布(透光率为 10.22%)的条件最适合三七种子萌发;对于三七幼苗生长,以红光、黑色膜(黑暗条件、透光率为 1.62%)为佳。

关键词:三七;光质;光强;生长形态;生理指标

中图分类号: S567.23+6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)09-0136-04

三七[*Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen]为五加科人参属植物,享有“金不换”“南国神草”等美誉,具有散瘀止血、消肿定痛之功效,是我国名贵的中药材。三七作为一种第 3 世纪古热带的残遗植物,可能是现存人参属植物中最原始的代表^[1],主要分布在我国云南省东南部的文山、蒙自和广西壮族自治区西部的田东、田阳、靖西等地。种子萌发是种子植物实现种群更新和物种延续的关键环节,然而由于三七生态适应性差,地理分布窄,种子寿命短,加上对三七种子的贮藏特性、条件、发育和后熟期生理变化规律不完全清楚,给种植生产和科学研究带来诸多困难。同时,三七从幼苗到成熟生产周期较长,容易受到病害的影响,培育出优质、健壮的种苗是控制其病害的有效措施,种苗的质量也最终关系到三七的产量。

光照是影响种子萌发和幼苗生长的重要环境因素,在不同光质和光照度条件下,不同植物种子萌发和幼苗生长行为表现出多种形态学可塑性,如红光、绿光可显著促进鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb.)幼苗地上茎的生长,而蓝光有抑制作用;但蓝光和红光有利于叶绿素含量的增加,且最有利于叶绿素 a 含量的增加^[2]。光照条件下龙葵(*Solanum nigrum*)种子的萌发率约为黑暗条件下的 5 倍,但强光下种子萌发受到抑制^[3]。本试验以光照为影响因子,研究了在不同光质和光照度条件下,三七种子萌发和幼苗生长的特性,以期在生产优质三七种苗提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间及地点

三七种子萌发试验于 2016 年 2 月 5—24 日进行;三七幼苗生长试验于 2016 年 2 月 25 日至 4 月 20 日进行;试验地点为北京中医药大学。

1.2 供试材料

供试三七种子由文山三七研究院栽培研究所提供;石英砂购自北京化工厂;模拟光源为 NEWPROBE 所产 LED 日光灯管。

收稿日期:2016-11-17

基金项目:北京市共建课题(编号:1000062520421);北京中医药大学校级科研课题(编号:2016-JYB-JSMS-011)。

作者简介:程晓奕(1995—),女,研究方向为中药制药。E-mail:1175759281@qq.com。

通信作者:张子龙,博士,副研究员,研究方向中药资源与生态、中药材规范化生产与质量控制。Tel:(010)84738334;E-mail:zhangzilong76@163.com。

[11]李湘,张岚,李超,等.太子参繁殖与栽培技术研究进展[J].现代农业科技,2016(4):63–64.

[12]肖承鸿,江维克,周涛,等.贵州太子参新品种“施太 1 号”的选育及推广[J].中国中药杂志,2016,41(13):2381–2385.

[13]马雪梅,吴朝峰.太子参组培苗规范化种植生产技术规程[J].广东农业科学,2011,38(22):23–25.

[14]曾丽娜.高质量太子参栽培技术及其连作障碍自毒机制的研究[D].福州:福建农林大学,2013.

[15]张国辉,王龙,任永权,等.药用植物太子参 3 种病害的病原鉴定与病害分析[J].江苏农业科学,2016,44(7):177–179.

[16]张秀丽,赵岩,张燕娣,等.不同海拔高度对人参总皂苷含量的影响[J].中国现代中药,2011,13(10):14–16,29.

[17]王寅秀,赵岩,陈文学,等.海拔高度对人参多糖量的影响[J].中草药,2011,42(4):796–798.

[18]李竹英,毛绍春,李聪.不同海拔高度牛蒡根营养成分分析[J].中国蔬菜,2008(1):22–24.

[19]李明世,郝玉蓉,张治国.海拔高度对当归产量和挥发油主要成分的影响[J].西北植物学报,1985,5(2):155–160.

[20]闫亮,秦民坚,贺定翔,等.太子参多糖及皂苷的积累动态研究[J].现代中药研究与实践,2005,19(6):10–13.

[21]李志英.缩短天麻栽培周期的研究[D].武汉:华中农业大学,2007.

[22]余昌俊,王绍柏,曹斌.利用海拔温差调控种植天麻的研究[J].中国农学通报,2008,24(9):48–53.

1.3 试验方法

用细铁丝弯折成长×宽×高 30 cm×15 cm×15 cm 的长方体铁架作为三七培养棚,然后覆盖不同颜色农膜和不同层数的纱布控制光质与光照度。参考匡双便等的研究^[4-5],膜颜色设置为无色、红色、绿色、蓝色 4 种,纱布层数设置为 0、1、3、5 层 4 种,共 16 组,不同处理透光率见表 1。以未加纱布的黑色塑料膜组(透光率 1.62%)和自然光照组(透光率 100%)为光照度对照,以自然光照组(透光率 100%)为光质对照。

表 1 不同颜色农膜纱布层数处理下的透光率

纱布层数	透光率(%)			
	无膜	红膜	绿膜	蓝膜
0	32.77	13.27	36.99	16.68
1	19.60	11.69	24.74	15.26
3	32.52	10.85	16.62	6.07
5	22.43	6.46	8.75	3.23

三七种子采收后去掉外层红色果皮,用 3% 次氯酸钠溶液表面消毒 5 min,蒸馏水反复冲洗后与湿河沙混合均匀,阴凉处保存作后熟处理。将石英砂和培养皿分别放入灭菌锅中高温灭菌 2 h,石英砂按照 60 g/皿放好备用。立春时选取大小一致健康饱满的三七种子播于灭菌的培养皿(直径 $\varphi = 90$ mm)中,每皿 25 粒,盖上盖子。每 3 皿作为 1 组放入 1 种条件的培养棚中,作为 3 次重复。自播种日起,每日光照 12 h,08:00 记录萌发种子数量,及时补充水分,连续观察记录发芽数 20 d。然后打开培养皿盖子,继续进行幼苗生长试验,40 d 后将幼苗从石英砂中取出并测量相应指标。

1.4 测定指标及方法

培养棚内透光率用 Tes-1399 型照度计采集。将培养 40 d 后的幼苗从培养皿中取出,蒸馏水洗净,测量株高、主根长、侧根数、最大侧根长,用数显游标卡尺测量基径,电子天平测量鲜质量。从中随机挑选幼苗取下特定质量叶片,剪碎后用 80% 丙酮浸提法测量叶片叶绿素含量^[6]。其余幼苗放入烘箱中 105 ℃ 杀青 1 h,80 ℃ 烘干至恒质量。用电子天平称量干质量。可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[7]测定。

1.5 统计分析

试验数据利用 Excel 2010 及 SPSS 22.0 软件进行统计分析并制图。

2 结果与分析

2.1 萌发率

2.1.1 光质对三七种子萌发的影响 三七种子在无色、红色、绿色和蓝色的塑料膜下,发芽率分别为 40.4%、41.2%、58.0%、46.8%。4 组处理组间差异均不显著($F = 1.536, P > 0.05$),无统计学意义。由图 1 可知,绿光对种子的萌发有促进作用,但总体看,光质对三七种子的萌发过程影响并不显著。

2.1.2 光照度对三七种子萌发的影响 如图 2 所示,三七种子在 0(透明)、1、3、5 层纱布和黑色膜(光照度为 27.6 lx)条件下,发芽率分别为 35.3%、36.0%、58.5%、58.9% 和 72.0%。5 组处理随着遮阴程度的增强,萌发率逐渐增高,其中黑色膜覆盖的对照组三七种子萌发率最高,且光照度对萌发率造成的影响有显著性差异($F = 5.644, P < 0.01$)。

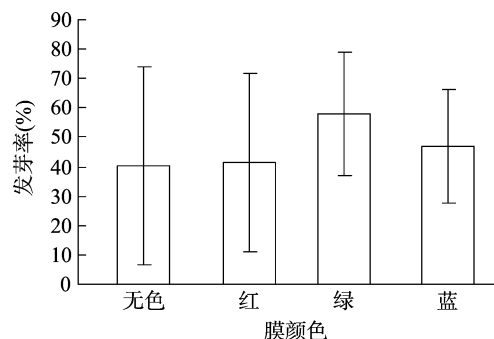
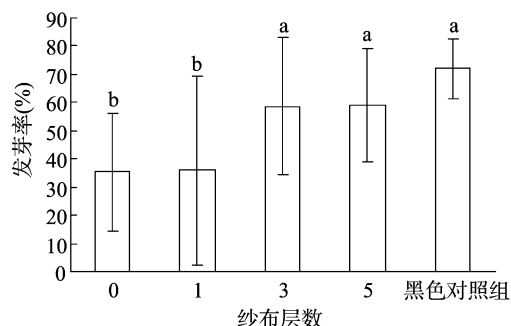


图1 不同光质对三七种子萌发的影响



柱上不同小写字母表示不同处理间差异显著($P \leq 0.05$);无膜组全部死亡,故没有数据。下同

图2 不同光照度对三七种子萌发的影响

2.2 生长形态

2.2.1 光质对三七幼苗植株形态指标的影响 本试验中对三七幼苗植株形态的影响选取了 7 个判断指标,分别为鲜质量、干质量、主根长、侧根数、最大侧根长、株高和基径。如表 2 所示,光照度对三七幼苗植株的影响体现在主根长、最大侧根长、侧根数和株高上。自然光照组主根长与其余 3 组比较,差异显著($F = 6.394, P < 0.01$),并呈现最大值($0.930 0 \pm 0.625 8$)cm,其余 3 种颜色光对其均有抑制作用;最大侧根长测量结果与主根长类似,3 种颜色光均明显抑制侧根生长($F = 3.545, P < 0.05$);光质对侧根数有显著影响($F = 5.520, P < 0.01$)并表现为抑制作用,由于红、蓝膜 2 组与自然光照组侧根数无显著差异,而绿色膜下生长的三七幼苗侧根数明显少于自然光照组,表明绿光明显抑制侧根的数量;对株高而言,光质的影响显著($F = 6.205, P < 0.01$),且红光、绿光、蓝光均有促进作用,其中红膜、绿膜组与自然光照组相比株高差异显著。因此,红光和绿光对株高的促进作用更明显。

2.2.2 光照度对三七幼苗植株形态指标的影响 从表 3 可知,光照度可显著影响三七幼苗的鲜质量、株高和基径,而对其他指标的影响并无统计学意义。随光照度的减弱,三七幼苗的鲜质量呈增加—降低—再增加的趋势且影响显著($F = 3.536, P < 0.05$),除黑暗处理组外,5 层纱布组与 0、3 层纱布组均有显著差异;幼苗株高也随光照度减弱呈增加—降低—再增加的趋势($F = 16.491, P < 0.01$),并在 5 层纱布时达到最大值(5.284 cm),显著大于其余遮光处理;与前者相反,基径随光照度减弱呈现减小的趋势($F = 4.916, P < 0.01$),0 层纱布组与其余组基径比较有显著差异。

2.3 生理指标

2.3.1 光质对三七幼苗叶片叶绿素含量的影响 如图 3 所

表 2 不同光质对三七幼苗植株形态指标的影响(平均值±标准差)

膜颜色	鲜质量(mg)	干质量(mg)	主根长(cm)	侧根数(个)	最大侧根长(cm)	株高(cm)	基径(cm)
白	96.4±32.5c	20.8±6.8a	0.930 0±0.628 5a	3.11±2.331a	0.539 2±0.489 8a	3.601±1.628b	1.051±0.213 8b
红	117.2±48.9b	20.5±9.0a	0.545 9±0.610 8b	2.28±3.211ab	0.337 9±0.470 8b	5.124±1.537a	1.107±0.307 2ab
绿	141.5±57.8a	19.4±5.4ab	0.590 7±0.638 7b	1.26±1.590b	0.275 1±0.336 3b	5.126±1.910a	1.198±0.272 4a
蓝	121.2±49.6b	17.2±6.6b	0.480 0±0.628 4b	2.06±2.925ab	0.329 6±0.513 7b	4.016±1.630b	1.160±0.268 6ab
F 值	2.091	1.826	6.394 **	5.520 **	3.545 *	6.205 **	1.472

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P\leq 0.05$)。*、**表示差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。无膜组全部死亡故没有数据。下同。

表 3 不同光照度对三七幼苗植株形态指标的影响

纱布层数	鲜质量(mg)	干质量(mg)	主根长(cm)	侧根数(个)	最大侧根长(cm)	株高(cm)	基径(cm)
0	113±56.2c	18.4±7.6	0.761 6±0.770 5ab	3.06±3.511b	0.487 1±0.613 8ab	3.819±1.692b	1.266±0.207b
1	122±49.0bc	22.4±8.7	0.757 7±0.602 7ab	3.03±3.327b	0.491 0±0.488 2ab	4.606±1.812a	1.180±0.295bc
3	103±38.9c	20.1±7.0	0.573 0±0.591 1ab	1.91±2.165bc	0.323 0±0.378 4b	3.539±1.584b	1.103±0.233c
5	134±52.3ab	17.6±5.5	0.522 2±0.623 1b	1.45±1.869c	0.274 5±0.411 2b	5.284±1.582a	1.073±0.290c
黑色对照组	150±53.9a	19.3±9.2	0.851 4±0.796 6a	4.43±4.533a	0.621 4±0.652 1a	4.958±1.764a	1.474±0.268a
F 值	3.536 *	1.819	0.811	1.025	0.776	16.491 **	4.916 **

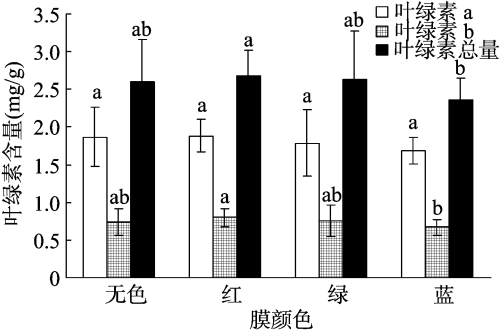


图3 不同光质对三七幼苗叶片叶绿素含量的影响

示,不同光质对三七幼苗叶片叶绿素 a 的含量无明显影响,而对叶绿素 b 含量影响显著($F=2.991, P<0.05$),并且对于叶绿素 b 含量和叶绿素总量而言,红膜组与蓝膜组间存在显著差异,且红膜组含量最高,蓝膜组含量最低。

2.3.2 光照度对三七幼苗叶片叶绿素含量的影响 光照度对三七幼苗叶片叶绿素 a 含量($F=3.932, P<0.05$)、叶绿素 b 含量($F=2.814, P<0.05$)及叶绿素总量($F=3.619, P<0.05$)均影响显著。如图 4 所示,叶绿素 a 含量和叶绿素总量在 4 种光照度之间均无明显差异,但均低于黑色对照组,其中 0、1 层纱布组与黑色对照组差异显著;5 层纱布组叶绿素 b 含量与黑色对照组差异不显著,且两者均高于其他 4 组,其中黑

色对照组含量明显高于 0、1、3 层纱布组,5 层纱布组含量明显高于 0 层纱布组。

2.3.3 光质对三七幼苗叶片可溶性糖含量的影响 可溶性糖(单糖和寡聚糖)是光合作用的重要产物。如图 5 所示,蓝膜、绿膜与无色膜、红膜组之间三七幼苗叶片可溶性糖含量无显著性差异,但蓝膜组与绿膜组之间可溶性糖含量差异显著,且蓝膜组可溶性糖含量最低,绿膜组可溶性糖含量最高。

2.3.4 光照度对三七幼苗叶片可溶性糖含量的影响 由图 6 可以看出,随着遮阴程度的增加,可溶性糖含量大体呈下降趋势,1 层纱布组可溶性糖含量最高,与 0、3 层组差异不显著,但显著高于 5 层及黑色对照组;对照组可溶性糖含量最低,且与其他组有显著差异。

3 讨论与结论

3.1 讨论

3.1.1 光质对三七种子萌发和幼苗生长的影响 根据试验所得,4 组中无色膜组三七发芽率(40.4%)为最低,绿膜组三七发芽率(58.0%)最高。由于无色膜组与绿膜组透光率较接近,因此推测出绿光与自然光相比,能够促进三七种子的萌发,且为促进三七种子萌发的最适光质。

光质对植物的生长发育至关重要,它作为一种触发信号影响植物的生长。不同光质被植物体内不同的光受体(光敏

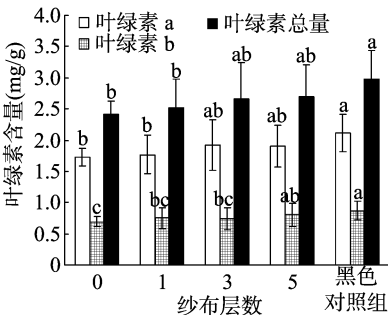


图4 不同光强对三七幼苗叶片叶绿素含量的影响

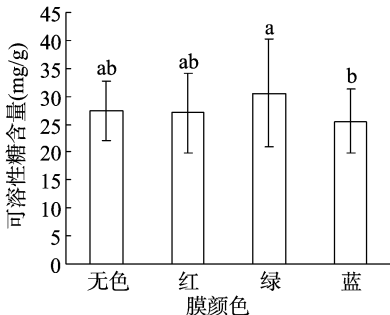


图5 不同光质对三七幼苗叶片可溶性糖含量的影响

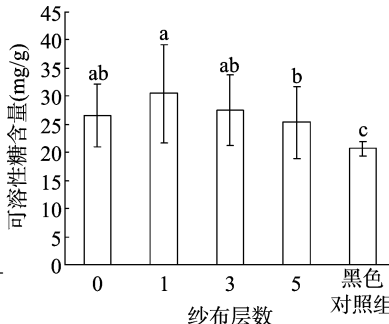


图6 不同光强对三七幼苗叶片可溶性糖含量的影响

素、隐花色素、紫外光受体等)感知,进而触发不同光受体影响三七幼苗的生长发育^[8]。在本试验中,白膜组的主根长及最大侧根长最长,侧根数最多,且不同膜对其影响显著。除此之外,红膜组和绿膜组的株高较高,不同膜对其影响极显著。本试验结果证明,自然光照最适合三七主根和侧根生长,其他颜色光均有一定的抑制作用;红光和绿光有利于三七株高的增长。

三七茎、叶中叶绿素含量的变化范围为 2.12 ~ 4.48 mg/g^[6]。研究表明,远红光在促进叶绿素前体(ALA)、原叶绿酯合成的同时,也促进叶绿素的积累^[9]。对大多数作物而言,红光有利于提高叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量,蓝光下叶片中叶绿素较低,但蓝光处理能提高叶片中叶绿素 a/叶绿素 b 的值,而红光能提高叶片叶绿素 b/叶绿素 a 的值。本试验数据印证了“红光有利于叶绿素的积累,蓝光不利于叶绿素的积累”的观点。

前人的研究认为,光质对高等植物的碳水化合物和蛋白质代谢有调节作用,通常在红光下生长的作物碳水化合物含量较高,而在蓝光下生长的作物蛋白质含量较高^[10]。而乔传英等用不同光质处理库拉索芦荟组培芦荟苗后发现,红光和蓝光照下芦荟叶片中可溶性糖、可溶性蛋白含量与对照组相比均有所下降,但蓝光条件下下降程度更大^[11]。本试验结果说明绿光有利于可溶性糖在叶片中积累,而蓝光条件下叶片可溶性糖含量低于自然光照条件且为最低值。

3.1.2 光照度对三七种子萌发和幼苗生长的影响 三七种子的萌发率对三七产量和大规模种植效率至关重要。本试验中,光照度越小,三七萌发率越高,且差异显著,使用 5 层纱布遮阴时,三七种子萌发率最高。由此表明,适当遮阴可以促进三七种子萌发。

三七幼苗的生长形态对三七产量和品质均有重要影响。三七是一种典型的阴性 C₃ 植物,在光照度受限制时,通过增加株高和叶片光合作用的面积可获得更多光能。本试验结果证实,不同光照度对三七幼苗生长影响显著,即三七的鲜质量和株高随光照度的降低呈增大趋势,三七基径随着光照度的降低呈逐渐减小趋势,虽然遮阴会限制一些形态指标的增长,但与全光照环境相比,合理遮阴有利于三七幼苗的形态生长。此外,1 层纱布组三七的干质量、主根长、侧根数和最大侧根数值最大,鲜质量和株高仅次于 5 层纱布组,略反常于总体趋势。Kare 等的研究结果显示,强光下土壤水分可能成为影响幼苗生长的限制因子,将更多的光合产物分配到地下以发育出更发达的根系,以利于幼苗对水分和营养的吸收;而弱光下,幼苗生物量分配向地上转移^[12]。在本试验中,可能由于纱布层数不同造成水分蒸发速率不同,1 层纱布条件下水分蒸发较快,加之较为适宜的光照,二者共同作用,结果反映该条件对三七生长形态的优势作用,但关于此点还须深入研究。

叶绿素含量与植物光合作用有关,直接影响植株光合作用过程中的光能利用。本试验中,光照度对叶绿素 b 含量影响显著,证明在光照度较弱的情况下,光合色素含量尤其叶绿素 b 的含量将会增加,能有效吸收阴生环境下漫射光中的蓝紫光 and 橙光,增强叶片捕获光的能力^[13]。同时,红光条件下三七叶片叶绿素含量最高,利于光合作用。

3.1.3 其他因素对三七种子萌发和幼苗生长的影响 本试验共设置 2 组对照即黑色膜和无膜的对照,且按时定期浇与

其他组等量的去离子水,结果无膜对照组三七种子全部死亡。此结果表明,塑料膜是本试验中三七种子萌发和幼苗生长的重要条件之一。对于其进行原因分析:第一,塑料膜能一定程度地阻断外界空气流通,无膜组的三七种子暴露在空气中细菌过多,发霉死掉;第二,考虑到塑料膜也可以阻碍水分的蒸发,在膜内小环境的空气湿度稳定,而无膜组的基质更易于水分散失,水分不充足也对本组全部死亡有一定影响。

以往对于三七萌发和生长的研究大多为采用文山当地土样,小规模做试验。由于三七有自毒作用,并且导致连作障碍,连作三七土壤对其幼苗的生理和生长具有抑制作用^[14]。因此,想要开发扩大三七产区,增加优质种质资源,还须要进一步努力。同时,这次试验也是以纱布层数为控制条件,透光率为控制标准,模拟了没有条件保证精准的透光率的大规模生产,提供了宝贵的具有参考价值的试验数据,为后续三七种苗培育条件的优化和革新提供了可靠依据。

3.2 结论

综上所述,不同的光照度和光质对三七种子萌发和幼苗生长有综合的影响。绿光且 5 层纱布(透光率为 10.22%)的条件最适合三七种子萌发;对于三七幼苗生长,以红光、黑色膜(黑暗条件、透光率为 1.62%)为佳。生产实际中应因地、因时制宜,根据具体情况作具体分析。

参考文献:

- [1] 郑光植,杨崇仁. 三七生物学及其应用[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [2] 张寒,钟军,熊兴耀. 不同光质对鱼腥草幼苗生长及生理特性的影响[J]. 湖南农业科学,2013(5):23-26.
- [3] Yang C J, Wei S H, Zhou Q X, et al. Effects of illumination and seed-soaking reagent on seed germination of *Solanum nigrum* [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(5): 1248-1252.
- [4] 匡双便,徐祥增,杨生超,等. 不同光质和透光率对三七种苗生长的影响[J]. 南方农业学报,2014,45(11):1935-1942.
- [5] 王朝梁,崔秀明. 光照与三七病害的关系[J]. 云南农业技术, 2000,5:16-17.
- [6] 杨晶晶,曲媛,崔秀明. 三七地上部分中叶绿素和类胡萝卜素的含量测定[J]. 特产研究,2014(2):63-66.
- [7] 马琴国,王引权,赵勇. 蒽酮-硫酸比色法测定党参中可溶性糖含量的研究[J]. 甘肃中医学院学报,2009,26(6):46-48.
- [8] 胡阳,江莎,李洁,等. 光强和光质对植物生长发育的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2009,30(4):296-303.
- [9] 童哲,赵玉锦,王台,等. 植物的光受体和光控发育研究[J]. 植物学报,2000,42(2):111.
- [10] 时向东,蔡恒,焦枫,等. 光质对作物生长发育影响研究进展[J]. 中国农学通报,2008,24(6):226-230.
- [11] 乔传英,王红星,乔琳. 不同光质处理对库拉索芦荟有效成分的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(8):3388-3389.
- [12] Kare L M, Raison R J, Anatolys P. Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes [J]. Global Change Biology, 2006, 12(1):84-96.
- [13] 薛云申. 光照强度对叶片叶绿素含量的影响[J]. 生物学教学, 2001,26(10):24.
- [14] 游佩进. 连作三七土壤中自毒物质的研究[D]. 北京:北京中医药大学,2009.