

# 不同光照条件下白芨无菌苗生长状况的比较

孔思梦<sup>1</sup> 孙玲<sup>1</sup> 万志兵<sup>1</sup> 王卫东<sup>2</sup> 吴志庄<sup>3</sup>

(1. 黄山学院 生命与环境科学学院,安徽 黄山 245041; 2. 黄山峰源生物科技有限公司,安徽 黄山 245600;  
3. 国家林业局竹子研究开发中心 杭州 310012)

**摘要:** 白芨具有重要的药用价值,不同光照条件下对白芨无菌苗生长状况比较可为选择适宜的林分种植白芨提供科学依据,同时林下种植白芨对于充分发挥林地效益也具有重要的意义. 在本研究中,通过设置8种不同的光照条件,研究白芨无菌苗在不同光照条件下的生长指标的差异. 结果显示:(1)光照较弱时,白芨茎长和根长较大,球茎小,叶绿素含量低,呈徒长状态,后续生长缓慢,直至死亡.(2)在红蓝光中,加入适当比例的黄光可促进白芨球茎的生长,D组光照条件为2(白色+1黄色),球茎最大,为5.22 mm.(3)C组光照条件为2(白+红+蓝:6:4:2),E组光照条件为2(黄+2(白+红+蓝:6:4:2)),茎(叶)长、球茎大小、鲜重、花青素含量、叶绿素含量均为最大值或次最大值,与其他组有显著性差异,综合生长指标较好.(4)F、G、H组为本试验中光照较强的处理(光照强度分别为4800、5200、6700 lx),该处理中茎长平均范围在39.62~44.61 mm之间,根长在20.63~22.99 mm之间,球茎与鲜重均为最小值或次最小值,呈矮小状. 最终结论是不同光照条件下白芨组培苗各生长指标间有显著性差异.

**关键词:** 白芨;光照条件;生长指标;光质

**中图分类号:** Q945.79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-8020(2020)02-0142-06

白芨(*Bletilla striata* Rchb. f.),别名甘根、紫兰、连及草,兰科(Orchidaceae.)白芨属多年生草本植物,地下部分为肉质的、较肥厚的根状茎或假鳞茎,花色鲜艳多样,形状奇特,主要分布于山野、山谷潮湿处,是一种优良的耐阴观花植物,主要产地为贵州、云南、湖南、湖北、浙江、江西等省<sup>[1]</sup>. 白芨具有较高的观赏和药用价值,是较安全的医药材料也是具有发展前景的生物医学材料<sup>[2]</sup>. 白芨萃取物具有较好的抑菌活性,其中二氯甲烷萃取物的抑菌活性最显著<sup>[3]</sup>. 白芨用作医药具有敛疮止血、补肺、支气管扩张等功效<sup>[4]</sup>;中药白芨提取物还可抑制肿瘤血管生成<sup>[5]</sup>;白芨也是天然化妆品的功能组分<sup>[6]</sup>. 近年来,市场对白芨的需求十分旺盛,由于市场需求不断扩大,我国大部分地区的野生白芨遭到过度采挖,导致其野生资源急剧减少,濒临灭绝,现已被列入《濒危动植物国际贸易公约》予以保护<sup>[7]</sup>. 陈娅娅等<sup>[8]</sup>对白芨生长

发育特性的研究为白芨人工规范化种植奠定了基础,但白芨的人工扩繁与栽培迫切需要进一步研究.

白芨种子非常细小,自然萌发比较困难<sup>[9]</sup>,所以多数的研究集中在组织培养方面,白芨的组培快繁技术大大缩短了白芨的繁殖周期,很大程度上满足了生产的需要. 目前的研究一般都是讨论培养基、激素及添加剂等<sup>[10-12]</sup>. 也有不少学者对白芨林下人工栽培技术要点<sup>[13-14]</sup>及种子贮藏<sup>[15]</sup>进行探究. 如刘海等<sup>[16]</sup>通过田间栽培,探明白芨在不同遮阴处理下的光合特性,蒋家顺等<sup>[17]</sup>研究不同施肥种类和施肥量对白芨林下栽培生长量的影响,都促进了白芨林下栽培与林下经济的发展.

林下经济是在农林复合经营的基础上逐渐形成的新兴产业,是现代林业发展的必然之路. 林下经济的发展有利于合理地利用光能和地力,形成

收稿日期:2020-01-10;修回日期:2020-03-26

基金项目:2018年度国家级大学生创新创业训练计划项目(201810375023);浙江省人民政府和中国林业科学研究院合作项目(2017SY02);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFYBB2017MB030);黄山学院—黄山峰源生物科技有限公司校企合作项目(HSFY2017003)

第一作者简介:孔思梦(1996—),女,安徽萧县人,硕士研究生,研究方向为森林培育学. E-mail: 2317350845@qq.com

通信作者简介:万志兵(1980—),男,安徽无为,人,教授,博士,研究方向为植物栽培和育种. E-mail: wanzb626@hsu.edu.cn

相对稳定的高产量、高效益的生态系统<sup>[18]</sup>。我国的林下药材种植在不断地发展、扩大,石斛、半夏、薄荷、金银花等药材都可以被选择,这些药材种植产量高、管理方便、药用价值显著,能够较好地促进经济发展<sup>[19]</sup>。林下经济虽不断发展,但林下药材种植仍存在一些问题。近年来多有研究者们对白芨的林下栽培技术进行探究,但是关于白芨无菌苗受光照因素影响的研究还不多,也鲜有人对白芨不同光照条件下的生长指标进行测定。本课题着重对不同光照条件对白芨无菌苗的生长差异分析,旨在探究不同光照条件对白芨生长指标的影响,可为后续选择适宜的郁闭条件林分提供参考,以实现白芨的高质量生产,满足市场需求,同时促进林下经济的发展,稳定生态效益。

## 1 材料与方法

### 1.1 白芨无菌苗观察培养

白芨(*Bletilla striata*)种子在不同光照条件下的组培环境中萌发以获得白芨无菌苗。各处理以光照条件为变量,共设置8种不同的光照梯度处理(表1)。每种光照处理下有100粒无菌种子(10粒\*10瓶)于培养瓶中培养,培养温度(24±2)℃,光照时间16h·d<sup>-1</sup>(黑暗条件除外),均在无菌培养室中的培养架上培养。定时观察白芨种子萌发及幼苗长势,记录。

### 1.2 白芨无菌苗生长指标的测定

无菌培养60d后,于2018年10月15日进行形态指标和生理指标的测定。每瓶中随机选取5株白芨苗,则每种光照条件下有50个测量样本。用水把植物根部的培养基清洗干净,用吸水纸将附着在植物表面的水分吸去,然后测定相关指标。将白芨根部与茎叶部分展开,测量最大根长与茎长;用游标卡尺测量垂直方向直径,取平均值记为该株球茎直径;用分析天平称量每株鲜重;用便携式花青素测定仪测量每株植物平均花青素含量(随机选取4个不同测量点,结果取平均值);用便携式叶绿素测定仪测量每株植物平均花青素含量(随机选取4个不同测量点,结果取平均值)。

### 1.3 数据分析

数据统计使用 Excel 2010 进行,数据处理使

用 SPSS 19.0 软件的 ANOVA 过程对各处理进行方差分析和 Duncan 法对结果进行多重比较。

表1 不同处理下的光照条件

Tab.1 Lighting conditions under different treatments

处理	光照条件	光照强度/lx
A	黑暗	0
B	2 黄色	2400
C	2(白+红+蓝:6:4:2)	1900
D	2 白色+1 黄色	3300
E	2 黄+2(白+红+蓝:6:4:2)	3800
F	2 白色+2(白+红+蓝:6:4:2)+1 黄色	4800
G	3 黄色+2 白色	5200
H	3 黄+2 白+2(白+红+蓝:6:4:2)	6700

注:光照条件中的数字表示所开对应灯管的个数。如“2 黄色”即光照条件为2个黄色灯管;“(白+红+蓝:6:4:2)”即白、红、蓝光的比例为6:4:2的1个灯管。

## 2 结果

### 2.1 光照条件对白芨无菌苗茎长、根长的影响

白芨无菌苗经60d不同光照条件处理,各处理间白芨茎长和根长的差异见表2。试验结果表明,黑暗条件下(A组),白芨无菌苗茎长最大,为83.21mm,与其他各组有极显著差异,变异系数为1.43%。F、G、H三组为本试验中光照较强的处理,而F组、G组和H组的茎长为最小或次小,平均值变化范围在39.62~44.61mm之间,F组与H组差异不显著,皆极显著低于其他各组,植株较为矮小,变异系数较其他光照条件较大,分别为1.73%、1.73%、2.09%。C组与E组差异不显著,茎长分别为80.20、80.71mm,仅小于A组茎长,变异系数分别为0.46%、0.76%,均小于1.0%。B、D组茎长皆与其他组有显著差异,变异系数分别为0.89%、0.60%,也均小于1.0%。B、D组与C、E组相比红光、蓝光比例较少,黄光比例较大。茎长的变化趋势为:A>E>C>B>D>G>F>H。

白芨无菌苗根系的生长情况是影响白芨苗移栽是否成活的关键,同时也对白芨苗后期的生长发育有很大的影响。光照条件对白芨无菌苗根长的影响有显著差异。A组根长为32.54mm,极显著高于其他各组,变异系数为2.46%。D组根长为19.27mm,显著低于其他各组,变异系数最小,为1.03%。D组与C、E、F等组相比,红光、蓝光比例较少,A组根长约为D组根长的2倍。B、C、F、G

四组之间无显著差异. E 组根长为 19.27 mm, 与其他各组有极显著差异, 变异系数最大, 为 3.84%. H 组与 C 组为显著差异, 与其他各组有显著性差异. H 组为本试验中光照最强的处理, 根长为

22.99 mm, 变异系数为 2.17%. 除 A、D、E 三组外, 其他各组的平均根长范围皆在 20.63 mm ~ 22.99 mm 之间, 变化范围较小, 根长大小较为稳定. 根长的变化趋势为: A > H > C > B > G > F > E > D.

表2 光照条件下白苾无菌苗茎长、根长

Tab.2 Stem length and root length of tissue culture seedlings of *B. striata* under light conditions

组别	茎(叶)长/mm		根长/mm	
	均值 ± 标准差	变异系数/%	均值 ± 标准差	变异系数/%
A	83.21 ± 1.19Aa	1.43	32.54 ± 0.80Aa	2.46
B	71.97 ± 0.64Cb	0.89	21.40 ± 0.48Cbc	2.24
C	80.20 ± 0.37Ba	0.46	21.75 ± 0.62BCbc	2.85
D	67.20 ± 0.40Dc	0.60	16.47 ± 0.17Ed	1.03
E	80.71 ± 0.61Ba	0.76	19.27 ± 0.74Dc	3.84
F	39.84 ± 0.69Fe	1.73	20.63 ± 0.42CDe	2.04
G	44.61 ± 0.77Ed	1.73	21.33 ± 0.35Cc	1.64
H	39.62 ± 0.83Fe	2.09	22.99 ± 0.50Bb	2.17

注: 数据为平均数 ± 标准差, 表中同列数据无相同小写字母表示差异显著 (\*  $P < 0.05$ ), 无相同大写字母表示差异极显著 (\*\*  $P < 0.01$ ).

## 2.2 光照条件对白苾无菌苗球茎大小、鲜重的影响

白苾无菌苗经 60 d 不同光照条件处理, 各处理间白苾球茎大小和鲜重的影响差异见表 3. 不同光照条件对白苾无菌苗球茎大小影响有差异. 试验结果表明, D 组下球茎直径最大为 5.22 mm, 显著高于其他各组, 变异系数为最大或次最大值, 为 2.30%. E 组与 H 组无显著差异, 球茎大小分别为 4.99、4.97 mm, 皆显著低于 D 组. E、H 组光照条件与 D 组相比, 黄光或红光、蓝光比例较大. G 组球茎直径为 4.64 mm, 与 C 组有显著性差异, 与其他各组有极显著性差异. G 组与 D 组光照条件相比黄光比例较大, G 组球茎大小极显著低于 D 组. 黑暗条件下(A 组)所获得的球茎大小为最小或次小, 为 3.69 mm, 变异系数较其他各组最

大, 为 5.15%, 与其他各组有极显著性差异. H 组是本试验中光照最强的处理, 球茎大小最小, 为 3.36 mm, 黑暗和光照过强时均不利于球茎的生长.

光照条件对白苾无菌苗鲜重大小影响有差异. D 组白苾鲜重最大, 为 0.39 g, 极显著高于其他各组, 变异系数最小为 2.56%. H 组鲜重最小, 为 0.20 g, 显著低于其他各组, 变异系数为最大或次大, D 组鲜重大小是 H 组的 1.95 倍. A 组与 E 组无显著差异, A 组光照条件为黑暗, E 组光照条件为: 2 黄 + 2(白 + 红 + 蓝): 6: 4: 2, 鲜重平均值均为 0.32 g, 变异系数均为 3.13%. B、C、F、G 四组无显著性差异, 鲜重大小依次为: 0.27、0.26、0.26、0.26 g, 变异系数分别为: 7.41%、3.85%、7.69%、3.85%, 其中 F 组变异系数最大. 除 H 组外, 各组鲜重大小平均值皆在 0.26 ~ 0.39 g 范围之内.

表3 光照条件下白苾无菌苗球茎大小、鲜重

Tab.3 Bulb size and fresh weight of tissue culture seedlings of *B. striata* under light conditions

组别	球茎直径/mm		鲜重/g	
	均值 ± 标准差	变异系数/%	均值 ± 标准差	变异系数/%
A	3.69 ± 0.19Ecd	5.15	0.32 ± 0.01Bb	3.13
B	4.11 ± 0.03Dc	0.73	0.27 ± 0.02Cbc	7.41
C	4.56 ± 0.05Cb	1.10	0.26 ± 0.01Cc	3.85
D	5.22 ± 0.12Aa	2.30	0.39 ± 0.01Aa	2.56
E	4.99 ± 0.04Ba	0.80	0.32 ± 0.01Bb	3.13
F	4.97 ± 0.12Bab	2.41	0.26 ± 0.02Ccd	7.69
G	4.64 ± 0.04Ca	0.86	0.26 ± 0.01Ced	3.85
H	3.36 ± 0.03Fd	0.89	0.20 ± 0.01Dd	5.00

注: 数据为平均数 ± 标准差, 表中同列数据无相同小写字母表示差异显著 (\*  $P < 0.05$ ), 无相同大写字母表示差异极显著 (\*\*  $P < 0.01$ ).

### 2.3 光照条件对白芫无菌苗花青素含量、叶绿素含量的影响

白芫无菌苗经 60 d 不同光照条件处理,各处理间白芫花青素含量和叶绿素含量的影响差异见表 4。试验结果表明,不同光照条件对花青素与叶绿素含量有明显的影响。黑暗条件下(A组)花青素含量最低,为 1.21,与其他各组有极显著差异,变异系数较其他各组最小,为 0.83%,说明黑暗条件下白芫无菌苗花青素含量较低,且离散程度较小。E组花青素含量为 2.54,极显著高于其他各组,是 A 组花青素含量的 2.1 倍。B、D、H 三组无显著差异,花青素含量分别为:2.13、2.05、2.17,均大于 2.0,变异系数分别为:0.94%、3.41%、1.84%,其中 D 组是变异系数最大的处理,B组为本试验中光照较弱的处理,H组为本试验中光照较大的处理。C组与 D 组无显著差异,C组花青素含量为 1.95,变异系数为 2.56%,且变异系数仅小于 D 组。G 组花青素含量为 2.36,与其他各组有极显著差异,变异系

数最小。F 组花青素含量为 1.78,极显著高于 A 组,极显著低于其他各组。花青素含量依次为:  $E > G > H > B > D > C > F > A$ 。

叶绿素是光合作用中最重要和最有效的色素,因此叶绿素含量对植物的生长发育和形态建成有重要意义。不同光照条件对白芫无菌苗叶绿素含量影响不同。白芫无菌苗在黑暗条件下(A组)生长时,叶绿素含量最低,为 15.19,与其他各组有极显著差异。H 组叶绿素含量最高,为 30.56,显著高于其他各组,是 A 组的 2.01 倍,H 组是本试验中光照最强的处理。E 组叶绿素含量为 26.08,与 C 组无显著性差异,且变异系数最小,为 0.38%。C 组叶绿素含量为 25.88,变异系数为 2.24%。F 组与 G 组无显著性差异,叶绿素含量分别为 23.82、24.52,变异系数分别为 0.71%、1.75%,分别与其他各组有极显著性差异。D 组叶绿素含量为 20.57,与其他各组有极显著性差异,变异系数较其他各组最大,为 2.97%。除 A 组和 H 组,叶绿素含量的平均范围在 20.57~25.88 之间。

表 4 光照条件下白芫无菌苗花青素含量、叶绿素含量

Tab. 4 Anthocyanin content and chlorophyll content of tissue culture seedlings of *B. striata* under light conditions

组别	花青素含量		叶绿素含量	
	均值 ± 标准差	变异系数 / %	均值 ± 标准差	变异系数 / %
A	1.21 ± 0.01Ff	0.83	15.19 ± 0.29Fe	1.91
B	2.13 ± 0.02Cc	0.94	23.02 ± 0.45Dc	1.95
C	1.95 ± 0.05Dd	2.56	25.88 ± 0.58Bbc	2.24
D	2.05 ± 0.07CDed	3.41	20.57 ± 0.61Ed	2.97
E	2.54 ± 0.04Aa	1.57	26.08 ± 0.10Bb	0.38
F	1.78 ± 0.01Ee	0.56	23.82 ± 0.17Cc	0.71
G	2.36 ± 0.01Bb	0.42	24.52 ± 0.43Cc	1.75
H	2.17 ± 0.04Cc	1.84	30.56 ± 0.67Aa	2.19

注:数据为平均数 ± 标准差,表中同列数据无相同小写字母表示差异显著(\*  $P < 0.05$ ),无相同大写字母表示差异极显著(\*\*  $P < 0.01$ )。

## 3 讨论

光合作用是植物最基本的生理活动,光因子是植物生理中重要的研究因子,不仅可以为植物光合作用提供能量,还可以为植物的形态建成提供信号,有众多研究者对白芫的光合生理进行研究。贺安娜等<sup>[20]</sup>发现白芫在 6 月份时光合速率最高,在红光下会出现徒长现象。目前白芫人工栽培理论支撑不足,随着白芫人工栽培面积的扩大,有关栽培技术的问题日益显现。本研究是以光照条件为变量,对白芫的各生长指标进行测定,进而分析其生长差异,可为白芫的林下高产栽培技术提供依据。

该试验中 A 组为黑暗条件处理,试验结果表明,黑暗条件下生长的白芫无菌苗,因茎(叶)长、根长均为最大值,球茎虽为较小值,但鲜重却不小,表现为茎干细弱,呈“徒长”状态。形成徒长的原因可能是,白芫无菌苗生长于黑暗条件下,长期光线不足,且叶绿素含量极显著低于其他各组,光合作用受到抑制,根系吸收的水分和养分就会因为能量不足而在茎部附近阻滞,无法正常运输到植物的各个部分,茎部得到过多的营养,生长速度加快,细胞超常规生长,影响白芫苗的生长发育和形态建成。在白芫苗的后续生长过程中,有机物积累少,后续生长会慢慢减缓,最终死亡。

H 组为本试验中光照较强的处理,茎长与根长

均为较小值,叶绿素含量较高,但原球茎与鲜重均为最小值,白芨的药用部位为假鳞茎<sup>[21]</sup>,所以光照较强时,易导致白芨假鳞茎生长状况不良,经济价值较低。吴明开等<sup>[22]</sup>通过对白芨光合生理生态特性的研究发现,白芨是耐阴植物,只能适应较弱的阳光照射,对光适应的生态幅较窄,人工栽培时应注意适当遮阴,保持土壤与空气湿度,这与本研究结果也是相符合的。本试验中光照较强的F、G、H组,茎(叶)长、球茎直径、鲜重均为最小值或较小值,试验表明白芨宜在适当遮阴的环境中生长,这一生长特性与文心兰、滇山茶等植物相似<sup>[23-24]</sup>。

综合各种生长指标来看,E组(2黄+2(白+红+蓝:6:4:2))、C组(2(白+红+蓝:6:4:2))的光照条件下获得的白芨苗生长状况较佳。茎(叶)长、球茎大小、鲜重、花青素含量、叶绿素含量均为最大值或次最大值,与其他组有显著性差异。本试验中,E、C组与F、G、H组相比,光照较弱,且均为含有混合红、蓝光的处理,试验表明,白芨生长需要适宜的光照条件,且红蓝光混合处理对白芨生长有一定的促进作用。闻永慧等<sup>[25]</sup>也发现红:蓝为1:1时有利于白芨无菌苗可溶性糖的积累。莴苣、烟草等植物上的研究也表明,红蓝复合光可显著促进植物生长发育,提高经济价值<sup>[26-27]</sup>。

波长对植物的生长发育有一定的影响,D组光照条件为:2白色+1黄色,D组所获得的球茎最大,为5.22g,与其他各组有极显著差异。G组光照条件为:3黄色+2白色,C组与D组相比黄色光比例较小,与F组相比,红蓝光比例较小。试验表明,在适宜的红蓝光比例中,加入适宜比例的黄光,更有利于白芨球茎的生长。Li等<sup>[28]</sup>研究得出红黄蓝比例为3:2:1的光质更加接近植物光合作用所吸收的光质,刘庆等<sup>[29]</sup>也在草莓上发现,红黄蓝光混合更有利于草莓植株的生长发育。但红黄蓝比例为多少时最有利白芨苗的生长,需要进一步研究。本试验中2白色+1黄色为最适白芨球茎生长的光照处理。

以上分析表明,白芨非常适合林下种植,但是过于郁闭的林分球茎较小,生长状态较差,因此要选择合适的郁闭条件的林分才能实现白芨的高产,本研究结果为白芨林下种植奠定了理论基础。随着我国生态环境保护意识的提高,林下经济越来越受重视,林下经济不仅能够保持和丰富森林生物多样性,还能够提高林地利用率,使林业收益增加。

说明:孙玲与孔思梦为本文同等贡献者

## 参考文献:

- [1] 陈心启,吉占和,罗毅波.中国野生兰科植物彩色图鉴[M].北京:科学出版社,1999:107.
- [2] 朱峻霄,林亚蒙,杨野,等.白芨多糖在生物医药材料领域中的应用研究进展[J].中药材,2018,41(4):1011-1014.
- [3] 吴永祥,程满怀,江海涛,等.白芨萃取物的抑菌活性及其二氯甲烷萃取物化学成分分析[J].食品与机械,2017,33(12):76-79.
- [4] 李伟平,何良艳,丁志山.白芨的应用及资源现状[J].中华中医药学刊,2012,30(1):158-160.
- [5] 冯敢生,李欣,郑传胜,等.中药白芨提取物抑制肿瘤血管生成机制的实验研究[J].中华医学杂志,2003(5):63-67.
- [6] DIAO H J, LI X, CHEN J N, et al. *Bletilla striata* polysaccharide stimulates inducible nitric oxide synthase and proinflammatory cytokine expression in macrophages[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2008, 105(2):85-89.
- [7] 杜艳艳,贾谦,仲海亮.药用濒危资源保护与可持续利用的问题及对策[J].中国中医药信息杂志,2004(5):379-381.
- [8] 陈娅娅,杨琳,吴明开.白芨生长发育特性分析[J].湖北农业科学,2013,52(7):1593-1595.
- [9] 宋晓丹,陈晓玲,尚丽,等.白芨种子试管高频萌发的应用研究[J].中国现代中药,2014,16(9):751-754.
- [10] 管常东,叶静,郑晓君,等.白芨组织快繁育苗技术研究进展[J].云南大学学报(自然科学版),2010,32(S1):416-421.
- [11] 周雨,付巧,汪意,等.不同激素对白芨种子无菌萌发生长的影响[J].种子,2019,38(2):83-85+88.
- [12] YANG S Z, TAN Z M. Advances in tissue culture technology of *Bletilla striata* [J]. Agricultural Science and Technology, 2017, 18(2):201-202.
- [13] 连细春.杉木林冠下白芨人工栽培技术研究[J].中国农业信息,2014(11):9.
- [14] 周丹,赵晓玲,隆雨薇,等.厚朴林下复合种植白芨试验效果分析[J].林业科技通讯,2017(9):68-71.
- [15] WU R Y, CHANG S Y, HSIEH T F, et al. Cryopreservation of *Bletilla formosana* seeds(Orchidaceae) by desiccation[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 157:108-112.
- [16] 刘海,罗鸣,吴明开.遮阴处理对白芨光合特性的影响[J].时珍国医国药,2017,28(9):2229-2232.
- [17] 蒋家顺,杨利华,贾平,等.不同施肥种类及施用量对林下种植白芨产量的影响试验[J].林业调查规划,2018,43(4):129-133.
- [18] 刘泽英.林下经济,又一中国特色经济形态[J].中

- 国林业 2011(23):4-10.
- [19] 和继胜. 林下药材种植问题分析与未来展望[J]. 现代园艺 2018(20):20.
- [20] 贺安娜,李胜华,朱亚. 白芨不同月份光合作用比较研究[J]. 北方园艺 2014(22):162-165.
- [21] 关璟,王春兰,肖培根,等. 地生型兰科药用植物化学成分及其药理作用研究[J]. 中国中药杂志 2005(14):1053-1061.
- [22] 吴明开,刘海,沈志君,等. 珍稀药用植物白芨光合与蒸腾生理生态及抗旱特性[J]. 生态学报 2013, 33(18):5531-5537.
- [23] 罗远华,方能炎,林榕燕,等. 遮光处理对文心兰生长发育和生理指标的影响[J]. 北方园艺 2019(1):91-97.
- [24] 希从芳,郝丽,字淑慧,等. 不同遮阴处理对滇山茶花瓣花青素苷构成的影响[J]. 园艺学报 2013, 40(10):2006-2014.
- [25] 闻永慧,孟英,李慧敏,等. LED不同光质对白芨无菌苗生长及可溶性糖含量的影响[J]. 北方园艺, 2014(15):58-62.
- [26] JISHI T, KIMURA K, MATSUDA R, et al. Effects of temporally shifted irradiation of blue and red LED light on cos lettuce growth and morphology [J]. Scientia Horticulturae 2016, 198:227-232.
- [27] 杨利云,李军营,王丽特,等. 光环境对烟草生长及物质代谢的影响研究进展[J]. 基因组学与应用生物学 2015, 34(5):1114-1128.
- [28] LI Y P, CHEN H C, JI H H, et al. Effect of LED Supplemental Illumination on the Growth of Strawberry Plants [C]//2012 Symposium on photonics and optoelectronics 2012:1-4.
- [29] 刘庆,连海峰,刘世琦,等. 不同光质 LED光源对草莓光合特性、产量及品质的影响[J]. 应用生态学报 2015, 26(6):1743-1750.

## Comparison of Growth Status of the Aseptic Seedlings of *Bletilla striata* under Different Light Conditions

KONG Simeng<sup>1</sup>, SUN Ling<sup>1</sup>, WAN Zhibing<sup>1</sup>, WANG Weidong<sup>2</sup>, WU Zhizhuang<sup>3</sup>

(1. College of Life and Environment Sciences, Huangshan University, Huangshan 245041, China; 2. Huangshan Fengyuan Biological Science and Technology Co., Ltd., Huangshan 245600, China; 3. China National Bamboo Research Center, Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** *Bletilla striata* has important medicinal value. Comparing the growth conditions of aseptic seedlings of *B. striata* under different light conditions can provide scientific basis for selecting suitable forest plantations. At the same time, planting *B. striata* under forests is also of great significance to fully utilize the benefits of forest land. In this study, eight different light conditions were set to study the difference of growth indexes of the tissue culture seedlings of *B. striata* under different light conditions, which provided a scientific basis for selecting suitable forest planting *B. striata*. The results showed that: (1) When the light was weak, the stem length and root length of *B. striata* were larger, but the protocorm size were small, and the chlorophyll content were low. They were in a long state of growth in vain, and the subsequent growth were slow until death. (2) Adding the appropriate proportion of yellow light to red and blue light can promote the growth of protocorm size of *B. striata*. Group D with the light condition 2 white + 1 yellow had the largest protocorm size of 5.22 mm. (3) Group C with the light condition of 2(white + red + blue: 6:4:2) and group E with the light condition of 2 yellow + 2(white + red + blue: 6:4:2) had the largest or sub-largest stem(leaf) length, protocorm size, fresh weight, anthocyanin content and chlorophyll content, which were significantly different from other groups, indicating the good comprehensive growth index. (4) Groups F, G and H were the treatments with strong illumination in this experiment (The light intensity is 4800, 5200, 6700x). The average length of stem length were 39.62 ~ 44.61 mm, and the root length were 20.63 ~ 22.99 mm, and the protocorm size and fresh weight were minimum or minor minimum value appeared in short form. There were significant differences among the growth indexes of tissue culture seedlings of *B. striata* under different light conditions.

**Keywords:** *Bletilla striata*; light condition; growth index; light quality

(责任编辑 李维卫)