

不同碳源对白及种子萌发和幼苗生长的影响

李青凤^{1,2,3}, 桂阳^{2,3}, 陈娅娅^{2,3}, 张丽娜^{2,3}, 朱国胜^{1,2}, 白志川¹

(1. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 北碚 400700; 2. 贵州省现代中药材研究所, 贵州 贵阳 550006;

3. 贵州省农业生物技术重点实验室, 贵州 贵阳 550006)

摘要:以白及种子为试材, 利用 3 种碳源(葡萄糖、蔗糖、可溶性淀粉)和 2 种用量(30、60 g/L)采用多因素随机区组试验设计进行组织培养, 分析不同碳源对白及种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明:可溶性淀粉和葡萄糖可以促进种子膨大变绿, 用量不存在显著差异;而蔗糖能显著提高幼苗的株高、叶长、叶宽、鲜重和根长;最初播种可选择可溶性淀粉作为碳源(用量为 30 g/L), 适合幼苗生长的最佳碳源为蔗糖;该研究筛选出适合白及种子萌发和幼苗生长的最佳碳源及用量, 为缩短育苗时间奠定了基础。

关键词:白及;碳源;种子萌发特性;幼苗生长

中图分类号:S 682.31 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)16-0150-05

白及(*Bletilla striata*)属兰科白及属植物, 为多年生草本花卉, 具有较高的观赏价值;其干燥假鳞茎为我国民间传统中药材^[1-2], 具有极高的药用价值, 其味苦、甘、涩, 性凉, 归肺、胃、肝经。具有收敛止血、消肿生肌, 主治肺胃出血、外伤出血、痈肿疮疡、皮肤皲裂、水火烫伤等功效^[3]。白及较高的观赏价值和极高的药用价值, 使市场需求量不断增长, 据不完全统计, 目前白及市场需求量已达到 4 000 t 以上, 其中药厂使用量约为 2 000 t(其中葵花药业月需求 80 t, 年需求 1 000 t;江中制药需求 30 t);每月出口韩国、台湾和香港 50 t, 主要用于化妆品生产;全国医院药房等每月 50 t。长期以来白及中药材主要以野生为主, 随着需求量的增加, 导致野生白及被过度采挖;同时, 由于自然生境的破坏也加剧了野生白及资源的减少, 野生白及已濒临灭绝^[4], 已被中国列为重点保护的野生药用植物之一^[5]。白及的可持续利用已引起人们的关注, 但白及种子自然萌发率低, 目前主

要以分株方式进行繁殖, 繁殖率低、繁殖速度慢^[6-7];白及每个蒴果具有数万粒种子, 采用种子进行组培快繁, 可短期内获得大量种苗, 是解决白及种苗问题的必由之路。目前, 国内外对兰科植物的离体培养虽做了很多报道, 但专门针对白及离体培养的报道大多是单因子试验^[8-11], 培养的周期较长, 成本较高。为了筛选出适合白及种子萌发和幼苗生长的最佳碳源及用量, 缩短离体培养周期, 降低成本, 该试验采用不同用量的蔗糖、葡萄糖和可溶性淀粉进行随机区组设计, 探讨其对种子萌发及幼苗生长发育的影响, 筛选出离体培养不同阶段最适碳源及其用量, 以提高白及种苗繁殖效率, 降低成本, 推进白及种苗工厂化高效生产, 为彻底解决白及种苗问题奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试白及蒴果采自于贵州省农业科学院的种质资源圃, 均为开花授粉后 20 周左右未开裂的蒴果, 4℃冷藏 3 个月备用。

1.2 试验方法

1.2.1 播种前种子质量的检测 选择成熟饱满的蒴果, 将各蒴果种子取出混合均匀, 取适量种子加入 1.5 mL 离心管中至 0.25 mL, 加入 1% TTC 溶液 1 mL, 30℃避光放置 48 h。染色 48 h 后, 用胶头滴管吹吸使种子混匀, 吸取种子转移至载玻片上, 用滤纸吸去染液, 体式显微镜下统计种子具胚率和种子活力, 每个样品重复 3 次^[12]。有活力种子胚将被染为橙色或者红色, 无活力种子胚不着色。

1.2.2 培养基的配制 以 MS 为基本培养基, 添加活性炭 0.2 g/L、琼脂 7.0 g/L、pH 5.8、碳源(蔗糖、葡萄糖、

第一作者简介:李青凤(1988-), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 研究方向为药用植物资源和生理。E-mail:liqingfeng453003@yeah.net.

责任作者:朱国胜(1971-), 男, 安徽泾县人, 博士, 副研究员, 现主要从事药用植物益生菌及食药两用真菌等研究工作。E-mail:zgshah@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2009BAI74B02);贵州省优秀青年科技人才培养对象专项资金资助项目[黔科合人字(2011)35号];贵州省科技计划资助项目[黔科合院所创能(2010)4002];中央补助地方科技基础条件专项基金资助项目[黔科条中补地(2010)4002];贵州省农业科学院博士科研启动资助项目(黔农科院人才启动项目[2009]006号);贵州省农业科学院专项资助项目(黔农科院院专项[2010]037号)。

收稿日期:2014-04-25

可溶性淀粉)添加量(30、60 g/L),共 6 个处理。处理 1 的碳源为蔗糖,用量为 30 g/L;处理 2 的碳源为蔗糖,用量为 60 g/L;处理 3 的碳源为葡萄糖,用量为 30 g/L;处理 4 的碳源为葡萄糖,用量为 60 g/L;处理 5 的碳源为可溶性淀粉,用量为 30 g/L;处理 6 的碳源为可溶性淀粉,用量为 60 g/L;每种处理重复 30 瓶。每次观察随机取 3 瓶,每瓶观察 6 个视野,在 OLYMPUS SZX-16 体式显微镜下观察,并用 Canon G12 数码相机拍照保存图片资料。该试验采用组培瓶规格为容量 240 mL,高 90 mm,直径 68 mm,口径 62 mm,培养基的添加量均为 30 mL。

表 1 随机区组试验设计

Table 1 The table of randomized block design

处理 Treatment	蔗糖 Sucrose /g · L ⁻¹	葡萄糖 Glucose /g · L ⁻¹	可溶性淀粉 Soluble starch /g · L ⁻¹	基本培养基 Basic medium	活性炭 Activated carbon /g · L ⁻¹	琼脂 Agar /g · L ⁻¹
1	30	0	0	MS	0.2	7.0
2	60	0	0	MS	0.2	7.0
3	0	30	0	MS	0.2	7.0
4	0	60	0	MS	0.2	7.0
5	0	0	30	MS	0.2	7.0
6	0	0	60	MS	0.2	7.0

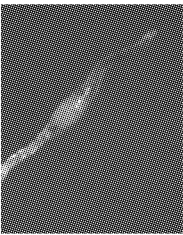


图 1 阶段 0
(种胚未变化)



图 2 阶段 1
(种胚膨大而尚未突破种胚)

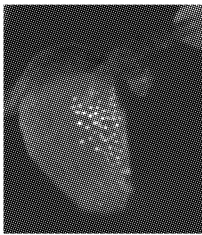


图 3 阶段 2
(种胚膨大突破种皮)

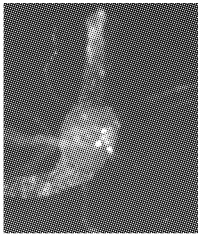


图 4 阶段 3
(种胚形成假根)

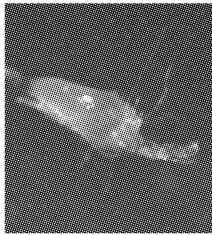


图 5 阶段 4
(芽体形成)

1.3 项目测定

1.3.1 白及形态指标的测定 鲜重直接用千分之一天平对清洗干净并擦干的植株材料进行称重。

1.3.2 总根长的测定 将白及植株上长出的各种根进行测量,取其总值作为总根长,分别在 10、20、30 d 后统计其各个阶段的萌发率,并在 60 d 测量其株高、根长、叶长等形态指标。培养条件为(23±2)℃,每天光照时间 12 h,光照强度 2 000 lx 左右,湿度 50%。

1.2.3 种子无菌播种 将蒴果在流水下冲洗干净,用卫生纸吸干水分,置超净工作台上用 75%酒精浸泡的棉球擦表皮 2 次,然后用 0.1%升汞浸泡 10 min,依次用无菌水反复冲洗 5 次,用已灭菌的滤纸吸干表面的水分,在无菌条件下,用解剖刀切开蒴果,将种子均匀地播种到培养基表面。

1.2.4 种子萌发率的统计方法 根据种子萌发过程中形态大小及结构分化的时间顺序将白及种子萌发划分为 5 个阶段^[12-13]:种胚未变化(阶段 0)、种胚膨大而尚未突破种胚(阶段 1)、种胚膨大突破种皮(阶段 2)、种胚形成假根(阶段 3)、芽体形成(阶段 4),其中阶段 0 为种子未萌发,阶段 1、2、3、4 为种子已萌发。第 N 阶段的萌发率(%)=该阶段的萌发种子数/该视野内具胚总种子数×100%(在调查过程中未将无胚种子记录在内);相对萌发率^[14](%)=发芽种子总数/(统计种子总数×播种前种子活力指数)×100%;萌发生长指数 Growth Index (GI)=(N₀+2N₁+3N₂+4N₃+5N₄)/(N₀+N₁+N₂+N₃+N₄),其中,N₀ 是未萌发种子数,N₁ 是第 1 萌发阶段种子数,以此类推^[15]。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 17.0 进行统计分析,Excel 作图。

2 结果与分析

2.1 播种后 10 d 种子萌发情况调查

由表 2 可知,播种 10 d 后,各个阶段的萌发率均存在差异。其中在第 1、2 阶段中,葡萄糖的萌发率均为最高,但在第 4 阶段中,可溶性淀粉的萌发率较高。

表 2 播种后 10 d 种子萌发情况

Table 2 Seed germination of *Bletilla striata* after sowing 10 days

处理 Treatment	第 1 阶段萌发率 GR of I / %	第 2 阶段萌发率 GR of II / %	第 3 阶段萌发率 GR of III / %	第 4 阶段萌发率 GR of IV / %	相对萌发率 GR / %	萌发生长指数 GI
1	6.21a	6.80ab	2.67a	3.06a	16.88a	1.3006a
2	9.47a	8.17ab	0.00a	0.00a	17.64a	1.2580a
3	70.56b	21.85c	0.00a	0.00a	92.41c	2.2185b
4	76.76b	11.18abc	1.14a	0.00a	89.08c	2.0253b
5	12.99a	1.19a	31.54b	21.82b	67.55b	2.9728c
6	76.25b	17.16bc	0.00a	0.00a	93.45c	2.1067b

注:GR 为 germination rate 缩写,下同。

在 6 个处理中,可溶性淀粉和葡萄糖的相对萌发率均高于蔗糖,并且可溶性淀粉的相对生长指数也为最高。相对萌发率揭示的是已萌发种子数量的多少,而萌发生长指数揭示的是种子生长速度。由表 2 可知,可溶性淀粉无论在萌发速度和生长速度中均优于其它处理。而且在观察过程中发现,可溶性淀粉更容易促进种子形成假根,在一定程度上促进了种子的萌发和生长。

表 3 播种后 20 d 种子萌发情况

Table 3 Seed germination of *Bletilla striata* after sowing 20 days

处理 Treatment	第 1 阶段萌发率 GR of I/ %	第 2 阶段萌发率 GR of II/ %	第 3 阶段萌发率 GR of III/ %	第 4 阶段萌发率 GR of IV/ %	相对萌发率 GR/ %	萌发生长指数 GI
1	7.22a	0.00a	14.44a	19.51ab	41.15a	2.2853a
2	50.05b	4.80b	23.10a	9.21ab	87.16a	2.6579ab
3	0.00a	0.00a	65.80c	26.65b	92.45b	4.0398c
4	39.58b	6.27c	26.07a	19.97ab	91.81b	3.1011b
5	18.63a	1.56ab	19.21a	60.60c	100.00c	4.2178c
6	47.54b	7.18c	44.24b	1.04a	100.00c	2.9878b

在各个处理中,可溶性淀粉和葡萄糖的相对萌发率均高于蔗糖,并且可溶性淀粉的相对生长指数也为最高。这与第 1 次观察的结果相似,证明了可溶性淀粉的利用率是最高的。

2.3 播种后 30 d 种子萌发情况调查

由表 4 可知,播种 30 d 后,各个阶段的萌发率均存

表 4 播种后 30 d 种子萌发情况

Table 4 Seed germination of *Bletilla striata* after sowing 30 days

处理 Treatment	第 1 阶段萌发率 GR of I/ %	第 2 阶段萌发率 GR of II/ %	第 3 阶段萌发率 GR of III/ %	第 4 阶段萌发率 GR of IV/ %	相对萌发率 GR/ %	萌发生长指数 GI
1	27.24b	5.72ab	56.37c	4.69a	94.02ab	3.4094b
2	9.26a	3.56ab	12.05b	72.95c	89.49a	4.4060c
3	0.00a	0.00a	0.00a	100.00d	100.00b	5.0000d
4	40.44bc	6.98abc	5.78ab	40.31b	93.50ab	3.4271b
5	3.03a	0.00a	0.00a	95.05d	98.08ab	4.9090d
6	57.19c	10.44bc	4.25a	20.31a	93.00ab	2.7207a

在 6 个处理中,可溶性淀粉和葡萄糖的相对萌发率均高于蔗糖,并且葡萄糖的生长指数略高于可溶性淀粉,没有存在显著差异。这与第 1、2 次观察的结果相似,证明了可溶性淀粉的利用率是最高的。

2.4 不同碳源对白及种子相对萌发率的影响

由图 6 可知,每种处理的萌发状态均是呈直线上升的趋势,达到萌发高峰的时间基本一致,30 g/L 葡萄糖用量的萌发率在播种 10 d 后达到最高,30 g/L 和 60 g/L

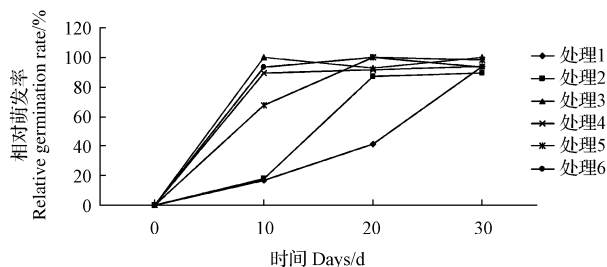


图 6 不同处理对相对萌发率的影响

Fig. 6 Effect of different treatments on relative germination rate

2.2 播种后 20 d 种子萌发情况调查

由表 3 可知,播种 20 d 后,各个阶段的萌发率均存在差异。在第 1 阶段中,蔗糖的萌发率为最高;第 2 阶段中,可溶性淀粉的萌发率最高;第 3 阶段中,葡萄糖的萌发率最高,但在第 4 阶段中,可溶性淀粉的萌发率较高。虽然每个萌发阶段中的萌发率最高的处理均不相同,但同时也可以看出,在播种 20 d 后达到萌发活跃期。

在差异。在第 1、2 阶段中,可溶性淀粉的萌发率为最高;第 3、4 阶段中,蔗糖的萌发率最高。虽然每个萌发阶段中的萌发率最高的处理均不相同,但同时也可以看出,播种 30 d 后蔗糖的萌发率迅速上升。间接证明了蔗糖在萌发初期的优势并非明显。

可溶性淀粉用量的萌发率在播种 20 d 后达到最高,其它处理均是在播种后 30 d 达到最高萌发率,由此可以看出,在前期的萌发中,虽然 3 种碳源都有其发挥作用的特定时间段。总体而言,葡萄糖和可溶性淀粉能更快、更早、更容易被白及的种子吸收,从而尽早的萌发、长根、长叶。

2.5 不同碳源对白及种子萌发生长指数的影响

由图 7 可知,30 g/L 可溶性淀粉在播种后 10 d 和

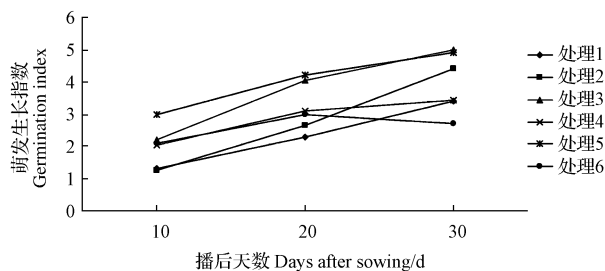


图 7 不同处理对萌发生长指数的影响

Fig. 7 Effect of different treatments on germination index

20 d的调查,其萌发生长指数均为最高值;在播种30 d后,30 g/L 葡萄糖的萌发生长指数达到最高;除了60 g/L可溶性淀粉的用量,其它处理均为直线上升的趋势;在前期的萌发中,葡萄糖和可溶性淀粉更易被白及的种子吸收,从而尽早的萌发、长根、长叶。这与相对萌发率的结果是一样的。

2.6 播种后 60 d 白及幼苗形态测定

由表 5 可知,从碳源用量的因素来看,不同用量的蔗糖和可溶性淀粉在鲜重和总根长这 2 个指标中存在

表 5

播种 60 d 后形态指标测定

Table 5

The morphological index after sowing 60 days

处理号 Treatment	株高 Plant height/cm	叶长 Leaf length/cm	叶宽 Leaf width/cm	$\Sigma(\text{叶长} \times \text{叶宽} \times \text{片数})$ $\Sigma(\text{length} \times \text{width} \times \text{number})/\text{cm}^2$	鲜重 Fresh weight/g	总根长 Root length/cm
1	0.60ab	1.18b	0.24ab	0.3023a	0.012ab	1.2833c
2	0.76b	1.15b	0.53c	1.5104a	0.0505c	0.7567b
3	0.42a	0.80ab	0.26b	1.0864a	0.0095a	0.3567a
4	0.44a	0.82ab	0.24ab	0.2951a	0.0098a	0.2333a
5	0.76b	0.67a	0.13a	0.3193a	0.009a	0.3933a
6	0.54a	0.73ab	0.16ab	0.2324a	0.0295b	0.9900b

3 讨论与结论

兰花种子在自然条件下发芽率很低,影响其萌发的因素有种皮的机械阻力和透水透气性差、种胚发育不全、储存的营养物质过少以及可能存在的抑制物质等^[16-17]。在南非生长的一些种类的兰科植物,种子内可以检测到蔗糖的存在^[32]。而在外界没有足够碳源的时候,兰科植物的种子一般很难萌发^[28],这也间接说明了碳源对兰科植物种子的重要性。蔗糖是光合作用的主要产物,有研究发现,许多陆生兰科植物在种子萌发过程中需要吸收蔗糖、葡萄糖等可溶性糖,其它种类需要外源性糖出现之后,种子才能发芽^[29]。

传统的培养基的配制都是以蔗糖作为碳源,相关文献报道称,无菌播种 2 周左右,种子吸水膨大,并逐渐转变为浅绿色原球茎^[19-23],但从该试验的结果可以看出,在葡萄糖为碳源的培养基上,白及种子在播种后 10 d 内,其萌发率到达最高,但在播种 30 d 后,可溶性淀粉的相对萌发率和萌发生长指数均达到最高,因此种子萌发的最佳碳源为可溶性淀粉和葡萄糖;种子能在最短的时间内吸收到足够萌发的碳源,直接可以缩短种子的萌发期,为工厂化育苗节约了时间和空间成本,从而间接的控制了经济成本。虽然对兰科植物组织培养方面相关报道很多,但大都集中在激素的选择^[13]、有机物的添加^[16,18,20,23-24]和活性炭的加入^[25-26]等方面,很少提及碳源对种子萌发的影响,因此,不同的碳源作为考虑因素可以成为该试验的创新之处。

该试验结果表明,30 g/L 和 60 g/L 用量均无明显差异,所以在节约组培成本的前提下,可以采用 30 g/L 的用量。据相关研究表明,在过高的可溶性糖浓度反而

会抑制兰科种子萌发^[28],而在该研究中,60 g/L 可溶性淀粉的用量达到了抑制状态,与上述结论相似。朱泉等^[27]只对兰科植物种子的采集和保存等进行了研究进展的探讨,唯独没有提到碳源及用量对兰科植物非共生萌发的影响,更突出了该试验的创新之处。

有研究^[29-31]发现,在种子未被真菌侵染之前,是以淀粉粒的形式贮存在皮层细胞内,但是这些淀粉粒在被侵染之后立即消失。种子在培养过程中,属非共生培养,所以在皮层组织内,将葡萄糖、蔗糖之类的转化为淀粉粒形式贮存起来。而淀粉粒是以葡萄糖分子聚合而成的,可溶性淀粉也是以多个葡萄糖分子聚合而成的,所以可溶性淀粉是最容易吸收利用的一种碳源。

在成熟的种子中,大多数种类都是以葡萄糖或者可溶性糖的形式贮存营养,但在南非的一些种类中,却是以蔗糖的形式贮存营养^[32]。不同种类种子,贮存营养的细胞也有所不同,有的贮存在表皮细胞,有的贮存在中央细胞中^[33]。而该试验在种子萌发阶段,可溶性淀粉的利用率是最高的,但在幼苗生长阶段,蔗糖对株高、总根长、叶长、叶宽和鲜重均有显著影响,在不同阶段,种子吸收能力有所不同,所以蔗糖对株高、总根长和鲜重的促进作用原理,有必要进行更深层次的分析 and 探讨。

该试验的不足之处是未将多种碳源的混合使用涉及到试验中来,因为葡萄糖是最简单也最容易吸收的糖,而且葡萄糖在播种 10 d 后,其萌发率是最高的,也可能可溶性淀粉和葡萄糖的混合使用,既能缩短种子萌发时间,也能促进种子生长,这一结论有待进一步的论证。

参考文献

- [1] 余朝秀,李枝林,王玉英.野生白及组织快繁技术研究[J].西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(5):601-604.

- [2] 王晓敏,吴明开,罗晓青.珍稀药用兰科植物白及的研究现状与展望[J].贵州农业科学,2011(3):42-45.
- [3] 国家药典委员会.中国药典[M].1卷.北京:人民卫生出版社,2005.
- [4] 张寿文,李晓婷.白及快速繁殖的研究概况[J].中国野生植物资源,2004,9(11):36-38.
- [5] 彭丽丽,刘祥东,刘华,等.白及的组培快繁[J].中国野生植物资源,2004,23(5):63-65.
- [6] 李嵘,王喆.白及的研究概述及其资源利用对策[J].中草药,2006,37(11):1751-1755.
- [7] 石晶,罗毅波,宋希强.我国白芨市场调查与分析[J].中国园艺文摘,2010(8):48-50.
- [8] 陶刚,朱英,刘作易,等.野生黄花白芨的组织快繁及分子鉴定[J].种子,2008,27(8):22-25.
- [9] 付志惠,张建霞,李洪林,等.白及种子萌发与快速繁殖技术的研究[J].武汉植物学研究,2006,24(1):80-82.
- [10] 张建霞,付志惠,李洪林,等.白芨胚发育与种子萌发的关系[J].亚热带植物科学,2005,34(4):32-35.
- [11] 张燕,黎斌,李思锋.不同培养基上白芨的种子萌发与幼苗形态发生[J].西北植物学报,2009,29(8):1584-1589.
- [12] Miyoshi K, Mii M. Enhancement of seed germination of *Calanthe in-sularis*[J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1981, 50: 332-333.
- [13] Yamazaki J, Miyoshi K. *In vitro* asymbiotic germination of immature seed and formation of protocorm by *Cephalanthera falcata* (Orchidaceae)[J]. Annals of Botany, 2006, 98(6): 1197-1206.
- [14] 蓝家旺,桂阳,张丽娜,等.独蒜兰种子自然萌发特性分析[J].湖北农业科学,2013,52(9):2077-2082.
- [15] Diez J M. Hierarchical patterns of symbiotic orchid germination linked to adult proximity and environmental gradients[J]. Journal of Ecology, 2007 (95): 159-170.
- [16] 丁峰.蝴蝶兰无菌播种快繁技术[J].江苏农业科学,2005(4):79-80.
- [17] 朝阳,蒋慧萍,满若君.蝴蝶兰花梗离体培养及叶片诱导类原球茎研究[J].江苏农业科学,2008(3):147-150.
- [18] 陈之林,曾宋君,段俊.独角石斛的离体繁殖[J].植物生理学通讯,2004,40(3):342.
- [19] 陈超,王桂兰,乔永旭,等.蝴蝶兰无菌播种方法的比较研究[J].北方园艺,2006(1):35-36.
- [20] 姚丽娟,徐晓薇,林绍生,等.蝴蝶兰无菌播种技术[J].北方园艺,2004(4):82-83.
- [21] 徐程,詹忠根,张铭.中国兰的组织培养[J].植物生理学通讯,2002,38(2):171-174.
- [22] 刘晓青,陈尚平,李倩中.蝴蝶兰无菌播种育苗技术[J].江苏农业科学,2005(5):86,108.
- [23] 陈之林,曾宋君,温铁龙,等.竹叶兰的无菌播种和试管成苗[J].植物生理学通讯,2006,42(1):66.
- [24] 曾宋君,陈之林,吴坤林,等.兜兰无菌播种和组织培养研究进展[J].园艺学报,2007,34(3):793-796.
- [25] 伍建榕,韩素芬,朱有勇,等.地生兰组培快繁技术研究[J].北方园艺,2008(5):202-205.
- [26] 杨玲,葛红,黄绵佳,等.热激处理对蝴蝶兰组培褐变的影响[J].园艺学报,2008,35(1):143-146.
- [27] 朱泉,田甜,崔瑾,等.兰科植物种子的非共生萌发研究进展[J].江苏农业科学,2009(4):205-208.
- [28] Rasmussen H N. Terrestrial orchids from seed to mycotrophic plant [M]. Cambridge University Press, 1995: 61-65, 113-117.
- [29] Burgeff H. *Samenkeimung der Orchideen*. Jena: Gustav Fischer, 1936.
- [30] Borris H, Jeschke E M, Bartsch G. Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Ultrastruktur der Orchideen-Mykorrhiza. *Biologische Rundschau*, 1971(9): 177-80.
- [31] Dangeard M M, Armand L. Observations de biologie cellulaire (Mycorrhizes *Ophrys aranifera*) *Revue de Mycologie* [J]. Toulouse, 1898, 20: 13-8.
- [32] Manning J C, van Staden J. The development and mobilization of seed reserves in some African orchids [J]. Australian Journal of Botany, 1987, 35: 343-53.
- [33] Rasemussen H N, Andersen T F, Johansen B. Temperature sensitivity of *in vitro* germination and development of *Dactylorhiza majalis* (Orchidaceae) with and without a mycorrhizal fungus [J]. Plant, Cell and Environment, 1990a, 13: 171-177.

The Effect of Different Carbon and Dosage on Seed Germination Characteristics and Growth of Seedling for *Bletilla striata*

LI Qing-feng^{1,2,3}, GUI Yang^{2,3}, CHEN Ya-ya^{2,3}, ZHANG Li-na^{2,3}, ZHU Guo-sheng^{1,2}, Bai Zhi-chuan¹

(1. College of Horticulture and Landscape, Southwest University, Beipei, Chongqing 400700; 2. Institute of Morden Chinese Medicinal Materials, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang, Guizhou 550006; 3. Guizhou Key Laboratory of Agricultural Biotechnology, Guiyang, Guizhou 550006)

Abstract: Taking the seeds of *Bletilla striata* as materials, three carbon sources (glucose, sucrose and soluble starch) and two levels (30 g/L and 60 g/L) were chosen for randomized block design. Statistics analysis of seed germination and seedling growth were used to select appropriate carbon sources. The results showed that glucose and soluble starch promoted the embryo enlargement and greening, and no significance between two factors. Sucrose significantly increased the plant height, length and width of leaves, fresh weight, and root length. Soluble starch (30 g/L) was used for seed germination as best source, and sucrose as best source for seedling growth. The findings suggested that appropriate carbon source was very useful for seed germination and seedling growth of *Bletilla striata*.

Key words: *Bletilla striata*; carbon source; seed germination characteristics; seedling growth