

◆研究类◆

白及组培苗高效繁育技术研究^{*}吴巧芬¹, 夏科¹, 赵志国¹, 马晓雅², 仇硕^{1,2**}

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西植物功能物质研究与利用重点实验室, 广西桂林 541006; 2. 桂林理工大学旅游与风景园林学院, 广西桂林 541006)

摘要:为建立白及(*Bletilla striata*)组培苗高效繁育技术体系,以白及蒴果为外植体,通过设置不同培养基及不同移栽基质对白及种子无菌萌发、原球茎及丛生芽诱导、丛生芽生根及结鳞茎培养、移栽驯化以及驯化苗一年两季培育开展研究。结果表明:白及种子萌发、原球茎及丛生芽诱导最适培养基为1/2 MS+6-苄基腺嘌呤(6-BA) 1.0 mg/L+萘乙酸(NAA) 0.1 mg/L+油菜素内酯(BR) 0.01 mg/L+蔗糖 20 g/L液体培养基;丛生芽生根及结鳞茎培养最适培养基为MS+6-BA 1.0 mg/L+BR 0.02 mg/L+NAA 0.2 mg/L+激动素(KT) 0.5 mg/L+香蕉 100 g/L+蔗糖 30 g/L+琼脂 5.0 g/L+活性炭 1.0 g/L。丛生苗于3-4月移栽,最适宜的移栽基质为泥炭土、珍珠岩和蛭石(2:2:1,V:V:V)的组合物,移栽成活率为96.33%。一年两季的栽培管理并结合喷施0.02 mg/L BR能明显提高种苗质量。

关键词:白及 无菌播种 组培快繁 移栽驯化 一年两季栽培

中图分类号:S682.31 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2022)02-0181-07

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyb.20220622.010

白及(*Bletilla striata*)是兰科白及属(*Bletilla*)多年生草本植物,花紫红色或粉红色,又名白芨或紫花三叉白芨,别名白根、地螺丝、羊角七等^[1],生于海拔100-3 200 m的常绿阔叶林下、栎树林或针叶林下、路边草丛或岩石缝中,具有很高的药用价值和观赏价值^[1]。药品“白及”即来源于白及的干燥块茎,其性微寒,味苦、甘,具有收敛止血、补肺、消肿生肌之功效,外治创伤出血、烫伤和疮疖,内治吐血、肺病、咳

血、慢性胃溃疡以及肿瘤等^[2-6]。现代医学证明,白及还具有较强的抗氧化和抗衰老作用^[7],可消炎、止痒、消退色斑、消除痤疮、防止粗糙、抗冻防裂^[2],还可作糊料,制作高级香烟的烟蒂以及酿酒等^[8]。此外,白及叶态优美、花型独特、花大色艳,也可用来布置花坛和室内观赏等。

随着白及应用越来越广,市场供不应求,种苗的繁育及栽培技术尤为关键,而利用无菌播种技术快繁种苗,对于规模化种植白及具有重要意义。目前生产

收稿日期:2021-12-26

^{*} 广西重点研发计划项目(桂科 AB18294026)和广西科学院园艺植物种质创新及利用创新研究团队启动经费项目(CQZ-E-1919)资助。

【作者简介】

吴巧芬(1993-),女,硕士研究生,助理研究员,主要从事药用植物栽培研究,E-mail:2547508570@qq.com。

【**通信作者】

仇硕(1977-),男,博士,副研究员,主要从事园艺植物栽培生理和分子生物学研究,E-mail:qiushuo001@163.com。

【引用本文】

吴巧芬,夏科,赵志国,等.白及组培苗高效繁育技术研究[J].广西科学院学报,2022,38(2):181-187.

WU Q F, XIA K, ZHAO Z G, et al. Study on Efficient Propagation Technology of *Bletilla striata* Plantlets [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(2): 181-187.

中主要通过“无菌播种-原球茎及丛生芽诱导-丛生芽生根及结鳞茎-移栽驯化”的技术体系进行快繁种苗^[9,10]。然而,在丛生苗壮苗及结鳞茎过程中,经常需要4-5个月的培养,周期太长,且成本过高^[11-13]。通过优化白及组培快繁体系来缩短培养时间、提高种苗质量,有利于白及规模化生产。油菜素内酯(BR)具有高活性、广谱、无毒等特点,常被用于植物组培或栽培研究,能有效提高药用植物产量和品质,而且无残留^[14-16]。研究发现,适当浓度的BR可以促进贝母和香蕉试管苗鳞茎的生长发育^[17,18];外源喷施BR可以同时提高栽培半夏、甘草等中药材的产量和药用成分的质量^[16,19];喷施一定浓度的BR也能够促进白及幼苗假鳞茎快速生长发育^[20],然而外源BR对白及组织快繁及移栽驯化的影响目前还未见相关报道。因此,本研究在前人研究的基础上,以白及蒴果为外植体,通过研究不同基础培养基和不同生长调节剂对白及丛生芽诱导、丛生芽生根及结鳞茎影响,以及不同移栽基质对白及组培苗移栽驯化成活率的影响,并结合喷施BR,对驯化苗进行一年两季栽培管理,观察和统计白及组培苗生长情况,建立白及组培苗高效繁育与栽培技术体系,为白及规模化栽培提供理论支撑。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试白及蒴果于2017年10-11月采自广西植物研究所白及种质圃中,为自然授粉结实的成熟未开裂蒴果。

1.2 方 法

1.2.1 白及蒴果消毒

白及蒴果采回后,先用洗洁精清洗表面,再用自来水冲洗至少30 min,然后于超净台用75%酒精浸泡1 min,用无菌水冲洗1次,用0.1% HgCl₂或5% NaClO浸泡15-30 min,最后用无菌水冲洗至少5次,备用。

1.2.2 无菌播种、原球茎及丛生芽诱导

用解剖刀切开消毒后的蒴果果皮,取出种子接种至诱导培养基上。设置不同基础培养基:固体1/2 MS、液体1/2 MS、固体MS、液体MS,每组基础培养基均添加6-苄基腺嘌呤(6-BA) 1.0 mg/L、萘乙酸(NAA) 0.1 mg/L。在以上试验效果最佳的基础培养基中添加6-BA 1.0 mg/L、NAA 0.1 mg/L,设置不同浓度的BR(0 mg/L、0.01 mg/L、0.02 mg/L)。

上述培养基均加蔗糖20 g/L,pH值调至5.8,每个处理30瓶,每瓶30-35株,每个处理重复3次。播种后置于(25±2)℃培养室暗培养,待种子萌动变绿后转到光下培养至诱导出原球茎,然后继续光照培养至诱导长出2-3片叶子、高1.5-2.5 cm的丛生芽。光照培养条件:温度(25±2)℃,光照强度1500-2000 lux,光照时间12 h/d。统计丛生芽的诱导时间及生长状态。

1.2.3 丛生芽生根及结鳞茎培养

将丛生芽转接到生根及结鳞茎培养基中,培养基配方为MS+激动素(KT) 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L,设置不同浓度的6-BA(0.5 mg/L、1.0 mg/L、2.0 mg/L),筛选出最适合白及生根和结鳞茎的6-BA浓度。将最适合浓度的6-BA加入培养基MS+KT 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L中,设置不同浓度的BR(0 mg/L、0.02 mg/L、0.04 mg/L、0.08 mg/L)。上述培养基均加香蕉100 g/L,蔗糖30 g/L,琼脂5.0 g/L,活性炭1.0 g/L,pH值调至5.8,每个处理30瓶,每瓶30-35株,每个处理重复3次。培养条件:温度(25±2)℃,光照强度1500-2000 lux,光照时间12 h/d。90-120 d后统计丛生芽的结鳞茎率、鳞茎直径、培养时间及生长状态。

1.2.4 移栽驯化

2019年3-4月将结鳞茎试管苗移出培养室,带瓶炼苗15-30 d,洗净根部,晾干水分,移栽到基质中,基质类型:基质I(泥炭土:珍珠岩:蛭石=2:2:1)、基质II(黄壤土:泥炭土:蛭石:珍珠岩=4:1:1:1)、基质III(树皮:椰丝=1:1)、基质IV(黄壤土)、基质V(黄壤土:河沙=1:1)和基质VI(黄壤土:椰丝=1:1),以上基质配比均为体积比,每个处理300株,重复3次。置于塑料大棚内,夏季采用70%遮阳网遮阴。移栽驯化30 d后,统计移栽成活率。

1.2.5 移栽驯化苗一年两季栽培

从1.2.4节筛选出移栽成活率最高的基质,以2019年3-4月移栽到该基质中的组培苗为材料,2019年4-5月开始一年两季栽培试验。(1)第一季栽培管理:组培苗移栽30 d后,施1次奥绿缓释肥;培养90 d后,分别喷施0.02 mg/L、0.04 mg/L及0.08 mg/L的BR,每半个月喷一次,连续喷2次;9月上旬开始控制淋水次数,使驯化苗尽早进入休眠状态。(2)第二季栽培管理:11月上旬恢复淋水,施1次奥绿缓释肥;45 d后,分别喷施0.02 mg/L、0.04

mg/L 及 0.08 mg/L 的 BR, 每半个月喷一次, 连续喷 2 次, 同时利用红外线灯保持大棚内温度在 15℃ 以上, 补光至 12 h 以上, 光照强度 1 500–3 000 lux; 次年 2 月取消补温补光措施, 控制淋水次数, 使驯化苗再次进入休眠状态; 3 月中旬恢复正常淋水, 施 1 次奥绿缓释肥; 4 月下旬–5 月出圃下地。以一年一季常规管理为对照, 每个处理 300 株, 重复 3 次。统计鳞茎直径、株高和分蘖数。

2 结果与分析

2.1 白及种子萌发、原球茎及丛生芽诱导

白及种子经过 7–10 d 暗培养后逐渐变绿萌发, 再经过 40–75 d 光照培养, 诱导形成原球茎及丛生芽。白及原球茎及丛生芽在不同培养基上的诱导时间及生长状态见表 1。结果发现, 当 6-BA 和 NAA 分别为 1.0 mg/L、0.1 mg/L 时, 固体 1/2 MS 和 MS 对原球茎及丛生芽诱导差别不大, 但因生长密集而难分开, 转接时费时费力且会增加污染概率[图 1:(a)(b)]; 液体 1/2 MS 和 MS 对白及种子萌发无明显差别, 但与固体 1/2 MS 和 MS 相比更有利于丛生芽的生长发育, 诱导时间缩短 10–15 d, 且转接方便快捷。当基本培养基为液体 1/2 MS, 6-BA 和 NAA 分别为

1.0 mg/L 和 0.1 mg/L 时, 添加 0.01 mg/L 的 BR 能更有效促进丛生芽诱导[图 1:(c)(d)], 但当 BR 增加到 0.02 mg/L, 丛生芽长势相对较差, 叶色变淡黄。综合分析可知, 白及种子萌发、原球茎及丛生芽最适诱导培养基为 1/2 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+BR 0.01 mg/L+蔗糖 20 g/L 液体培养基, 诱导时间 50–60 d, 丛生芽生长状态好。

表 1 培养基类型及激素配比对白及原球茎及丛生芽的诱导培养

Table 1 Induction of protocorm and cluster bud of *B. striata* on different mediums and different hormone ratios

基本培养基及类型 Basic medium and type	6-BA (mg/L)	BR (mg/L)	NAA (mg/L)	诱导丛生芽时间(d) Culture time of cluster bud (d)	丛生芽状态 Status of cluster bud
Solid 1/2 MS	1.0	0	0.1	60–75	Better
Solid MS	1.0	0	0.1	60–75	Better
Liquid 1/2 MS	1.0	0	0.1	50–60	Better
Liquid MS	1.0	0	0.1	50–60	Better
Liquid 1/2 MS	1.0	0.01	0.1	50–60	Best
Liquid 1/2 MS	1.0	0.02	0.1	50–60	General

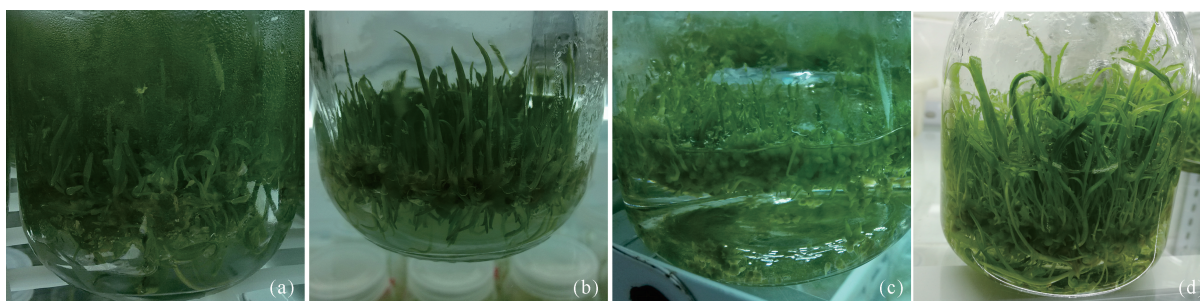


图 1 白及无菌播种
Fig. 1 Aseptic sowing of *B. striata*
(a) Aseptic sowing 60 d of *B. striata* on solid 1/2 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+sucrose 20 g/L; (b) Aseptic sowing 75 d of *B. striata* on solid 1/2 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+sucrose 20 g/L; (c) Aseptic sowing 50 d of *B. striata* on liquid 1/2 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+BR 0.01 mg/L+sucrose 20 g/L; (d) Aseptic sowing 75 d of *B. striata* on liquid 1/2 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+BR 0.01 mg/L+sucrose 20 g/L

图 1 白及无菌播种

Fig. 1 Aseptic sowing of *B. striata*

2.2 生根及结鳞茎培养基配方的筛选

白及丛生芽在不同培养基中生根及结鳞茎情况统计见表 2。以 MS 为基础培养基, 当 NAA、KT、BR 分别为 0.2 mg/L、0.5 mg/L 和 0 mg/L 时, 随着 6-BA 浓度的增加, 结鳞茎率先升后降, 6-BA 为 1.0 mg/L 时, 结鳞茎率最高, 为 81.5%, 丛生芽生长状态最好; 当 6-BA 为 2.0 mg/L 时, 结鳞茎率只有 36.5%, 直径也最小, 只有 3.4 mm, 丛生芽长势较

差, 瘦弱, 但出现很多分蘖, 叶色淡黄[图 2:(a)(b)]。当 NAA、KT、6-BA 分别为 0.2 mg/L、0.5 mg/L 和 1.0 mg/L 时, 添加 0.02–0.08 mg/L BR, 丛生芽发育均更快, 培养时间缩短; 但随着 BR 浓度的升高, 结鳞茎率降低, 生长状态也逐渐变差[图 2(c)]。综合分析可知, 白及生根和结鳞茎最适培养基为 MS+6-BA 1.0 mg/L+BR 0.02 mg/L+NAA 0.2 mg/L+KT 0.5 mg/L+香蕉 100 g/L+蔗糖 30 g/L+琼脂

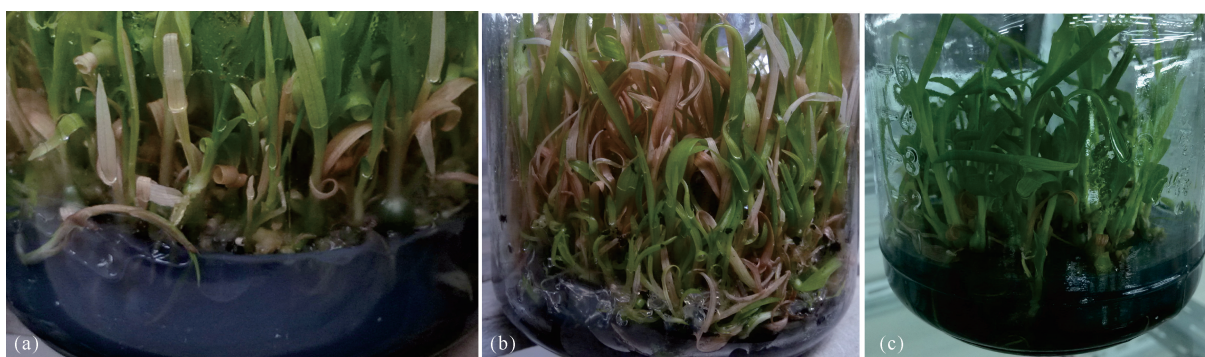
5.0 g/L+活性炭 1.0 g/L,结鳞茎率达到 95.7%,鳞茎直径为 6.3 mm,培养时间 90-110 d,丛生苗生长状态最好,苗壮,叶深绿。

表 2 白及生根及结鳞茎培养

Table 2 Rooting and bulblet formation culture of *B. striata*

6-BA (mg/L)	BR (mg/L)	NAA (mg/L)	KT (mg/L)	结鳞茎率(%) Bulb rate (%)	鳞茎直径(mm) Bulb diameter (mm)	培养时间(d) Culture time (d)	状态 Status
0.5	0	0.2	0.5	80.8±1.19b	4.3±0.12d	100-120	General
1.0	0	0.2	0.5	81.5±0.51b	4.2±0.23d	100-120	Better
2.0	0	0.2	0.5	36.5±1.01a	3.4±0.29d	100-120	Poor
1.0	0.02	0.2	0.5	95.7±1.45c	6.3±0.26a	90-110	Best
1.0	0.04	0.2	0.5	94.2±1.47c	5.3±0.35b	90-110	Better
1.0	0.08	0.2	0.5	92.1±1.50c	5.1±0.17c	90-110	General

Note: Different lowercase letters in the same column represent significant difference ($P < 0.05$)



(a) MS+6-BA 0.5 mg/L+NAA 0.2 mg/L+KT 0.5 mg/L+banana 100 g/L+ sucrose 30 g/L+ agar 5.0 g/L+ activated carbon 1.0 g/L; (b) MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L+KT 0.5 mg/L+banana 100 g/L+ sucrose 30 g/L+ agar 5.0 g/L+ activated carbon 1.0 g/L; (c) MS+6-BA 1.0 mg/L+BR 0.02 mg/L+NAA 0.2 mg/L+KT 0.5 mg/L+banana 100 g/L+ sucrose 30 g/L+ agar 5.0 g/L+ activated carbon 1.0 g/L

图 2 白及生根及结鳞茎不同培养基配方培养

Fig.2 Rooting and bulblet formation culture of *B. striata* with different medium formulas

2.3 移栽基质对白及组培苗移栽驯化的影响

白及试管苗移栽到不同基质 30 d 后统计成活率(表 3)。结果发现,泥炭土、珍珠岩和蛭石(2:2:1)的组合物移栽成活率最高,达到 96.33%,移栽驯化情况见图 3(a);其次是树皮和椰丝(1:1)的组合物达到 95.56%,移栽驯化情况见图 3(b);黄壤土、泥炭土、蛭石和珍珠岩(4:1:1:1)的组合物为 92.56%;而单独的黄壤土成活率很低,仅有 35.56%,黄壤土配河沙(1:1)和黄壤土配椰丝

(1:1)成活率分别达到 63.34%和 75.56%。

2.4 移栽驯化苗一年两季培育

白及移栽驯化苗的培育方式及生长状况见表 4。结果发现,3-4 月移栽到基质 I 的组培苗,在大棚内经一年一季(对照)常规培育管理,一个发育周期后,驯化苗鳞茎直径可以达到 1.15 cm,株高 11.6 cm,植株整体长势相对较弱,直接定植到大田中,恢复生长比较慢;而经过一年两季的栽培管理,即 12 个月左右完成两次休眠和发芽,相比于一年一季栽培管理,驯

表3 白及组培苗移栽驯化结果

Table 3 Transplanting and domestication result of tissue culture seedlings of *B. striata*

基质 Substrate	成活率(%) Survival rate (%)
Substrate I	96.33 ± 0.67d
Substrate II	92.56 ± 0.99d
Substrate III	95.56 ± 1.54d
Substrate IV	35.56 ± 0.87a
Substrate V	63.34 ± 1.16b
Substrate VI	75.56 ± 1.35c

Note: (1) Substrate I: Peat soil: Perlite: Vermiculite = 2: 2: 1, Substrate II: Yellow loam: Peat soil: Perlite: Vermiculite = 4: 1: 1: 1, Substrate III: Bark: Shredded coconut = 1: 1, Substrate IV: Yellow loam; Substrate V: Yellow loam: River sand = 1: 1 and Substrate VI: Yellow loam: Shredded coconut = 1: 1; (2) Different lowercase letters in the same column represent significant difference ($P < 0.05$)

化苗鳞茎明显变大、株高变高,分蘖数也变多,植株整体长势也相对较好。喷施 BR 0.02 mg/L 处理效果最好,鳞茎直径达到 1.64 cm,株高达到 19.6 cm,分蘖 1.66 个。



(a) Substrate I (Peat soil: Perlite: Vermiculite = 2: 2: 1); (b) Substrate III (Bark: Shredded coconut = 1: 1)

图3 不同基质白及组培苗移栽驯化情况

Fig. 3 Transplanting and domestication of tissue culture seedlings of *B. striata* with different substrates

表4 白及移栽驯化苗培育方式及生长状况

Table 4 Cultivation methods and growth status of transplanted and domesticated seedlings of *B. striata*

管理措施 Management measure	BR (mg/L)	鳞茎直径(cm) Bulb diameter (cm)	株高(cm) Plant height (cm)	分蘖数 Tiller number	苗状态 Status of seedlings
Single cropping (CK)	0	1.15 ± 0.1a	11.6 ± 0.38a	1.0 ± 0.09a	Weaker
Double cropping	0	1.36 ± 0.02b	16.4 ± 0.32b	1.14 ± 0.07a	Better
	0.02	1.64 ± 0.03c	19.6 ± 0.17c	1.66 ± 0.03b	Best
	0.04	1.42 ± 0.02b	16.8 ± 0.23b	1.58 ± 0.03b	Better
	0.08	1.29 ± 0.03ab	15.7 ± 0.46b	1.47 ± 0.04b	Better

Note: Different lowercase letters in the same column represent significant difference ($P < 0.05$)

3 讨论

白及具有较高的药用和观赏价值,建立组培苗高效繁育体系对其产业化至关重要。常规固体培养基进行白及无菌播种时,培养环节多、周期长、成本高^[9-11],而采用液体培养基进行无菌播种,具有外植体与营养物质充分接触与吸收等优势^[21],已被应用于白及无菌播种。张宇思等^[22]研究显示液体培养基中白及原球茎诱导更快、质量更好。本研究对白及无菌播种技术进行优化,构建了“白及无菌播种、原球茎及

丛生芽诱导-白及生根及结鳞茎”两步快繁体系。研究结果显示,白及丛生芽在液体培养基中的诱导时间比在固体培养基中缩短 10-15 d,该结果与张宇思等^[22]、王楷等^[23]的研究结果一致。油菜素内酯可促进植物细胞的伸长与分裂、提高光合作用,能诱导愈伤组织形成与分化,促进试管苗的生长发育^[24,25]。本研究在培养基中添加油菜素内酯,促进了丛生芽的发育,整个过程仅需 140-170 d 即可获得优质组培苗,其继代成活率达到 100%。添加油菜素内酯能有效提高白及种苗快繁的效率。

白及组培苗的移栽驯化是白及组培快繁阶段和大田生产阶段的过渡时期,而驯化苗质量影响大田移栽成活率^[26,27]。一年两季栽培管理可缩短植物生长年限,提高农作物产量^[28,29]。本研究通过控制外界条件使白及组培苗 12 个月内完成两次休眠和发芽,即完成一年两季栽培管理,该管理措施下的白及生物量显著高于一年一季栽培,其中喷施 0.02 mg/L 油菜素内酯的白及组培苗质量最优,其鳞茎直径、株高和分蘖数分别是一年一季栽培管理组培苗的 1.43 倍,1.69 倍和 1.66 倍。因此,本研究白及组培苗一年两季栽培管理不仅缩短了白及育苗周期,还提高了种苗质量。

4 结论

白及种子萌发、原球茎及丛生芽诱导最适培养基配方为 1/2 MS + 6-BA 1.0 mg/L + NAA 0.1 mg/L + BR 0.01 mg/L + 蔗糖 20 g/L;丛生芽生根及结鳞茎培养最适培养基配方为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + BR 0.02 mg/L + NAA 0.2 mg/L + KT 0.5 mg/L + 香蕉 100 g/L + 蔗糖 30 g/L + 琼脂 5.0 g/L + 活性炭 1.0 g/L。丛生苗于春季 3-4 月移栽,最适宜的移栽基质为泥炭土、珍珠岩和蛭石(2:2:1, V:V:V)的组合物,移栽成活率 96.33%。在 4-5 月上旬至 10 月下旬以及 11 月上旬至次年 4-5 月对白及驯化苗实行一年两季的栽培管理并结合喷施 0.02 mg/L 的 BR 能明显提高种苗质量。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第十八卷[M]. 北京:科学出版社,1999:50.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [3] 巩子汉,王强,段永强,等. 白及多糖对胃溃疡模型大鼠胃组织 TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 及 JNK、p38 MAPK 基因蛋白表达水平的影响[J]. 中药药理与临床,2019,35(4):90-95.
- [4] ZHANG C, GAO F, GAN S, et al. Chemical characterization and gastroprotective effect of an isolated polysaccharide fraction from *Bletilla striata* against ethanol-induced acute gastric ulcer [J]. Food and Chemical Toxicology, 2019, 131: 110539. DOI:10.1016/j.fct.2019.05.047.
- [5] 陈思思,吴蓓,谭婷,等. 白及多糖 BSP-1 的分离纯化、结构表征及抗肿瘤活性研究[J]. 中草药,2019,50(8):1921-1926.
- [6] SUN A J, LIU J Q, PANG S Q, et al. Two novel phenanthraquinones with anti-cancer activity isolated from *Bletilla striata* [J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2016, 26(9):2375-2379.
- [7] 宋志姣,汤丹,李悦,等. 小白及多糖提取、脱蛋白工艺及抗氧化性研究[J]. 天然产物研究与开发,2019,31(8):1317-1325.
- [8] 刘广斌,黄忠,黄长干,等. 天然植物白芨胶的功能及在化妆品中的应用[J]. 日用化学品科学,2005,28(8):22-24.
- [9] 李志红,徐静雅,旦真次仁,等. 白芨工厂化育苗组培快繁技术体系的构建[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):80-83.
- [10] 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(1):80-82.
- [11] 韦莹,韦坤华,黄浩,等. 白及组织培养及其无性系建立的研究[J]. 种子,2018,37(5):28-30,34.
- [12] 刘佳陇. 白芨组织培养及快速繁育体系建立[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2017.
- [13] 郭永兵,刘强,陈小野,等. 大棚内白芨直播与组培苗的驯化栽培技术[J]. 湖北农业科学,2018,57(S2):136-137.
- [14] MALÍKOVÁ J, SWACZYNOVÁ J, KOLÁŘ Z, et al. Anticancer and antiproliferative activity of natural brassinosteroids [J]. Phytochemistry, 2008, 69: 418-426.
- [15] 王岩文. 油菜素内酯(BR)及配施外源钙对设施番茄生长与产量的影响[D]. 新乡:河南科技学院,2021.
- [16] 郭臣臣. 油菜素内酯对半夏块茎膨大、珠芽形成及品质的影响[D]. 保定:河北大学,2021.
- [17] 徐强兴,李国君. 油菜素内酯对香蕉试管苗生长的影响[J]. 广东农业科学,2007(9):29-30.
- [18] 杨涛,王沛雅,张军,等. 濒危药材甘肃贝母试管小鳞茎再生的研究[J]. 中药材,2016,39(5):971-974.
- [19] 乔晶,胡峻,李妍芃,等. 油菜素内酯对甘草性状及 7 种化学成分含量的影响[J]. 中国中药杂志,2016,41(2):197-204.
- [20] 赵健,赵志国,唐凤鸾,等. 三种植物生长调节物质对白及幼苗假鳞茎生长发育的影响[J]. 广西植物,2017,37(1):96-101.
- [21] 汤兴利,李林华,周义峰,等. 白及种子液体悬浮培养原球茎的研究[J]. 安徽农业科学,2016,44(29):151-153,203.
- [22] 张宇思,姚正颖,刘金香,等. 基于原球茎液体培养的白芨快速繁殖研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):59-

- 62,331.
- [23] 王楷,李玥,张云峰,等.白芨种子的高效萌发及其无性繁殖体系的构建[J].云南师范大学学报(自然科学版),2014,34(4):71-78.
- [24] 侯雷平,李梅兰.油菜素内酯(BR)促进植物生长机理研究进展[J].植物学通报,2001,18(5):560-566.
- [25] 曹云英,许锦彪,赵华.油菜素内酯生理效应的研究进展[J].种子,2006,25(8):39-42.
- [26] 石丽敏,宋费玲,许巧贤,等.白芨组培苗移栽及苗期栽培管理技术探讨[J].上海农业科技,2020(1):94-95.
- [27] 张智慧,王丽,王家金,等.云南产白芨及组培苗质量分级标准研究[J].西南农业学报,2017,30(4):894-899.
- [28] 时丕彪,顾闽峰,蒋润枝,等.江苏沿海地区藜麦一年两季高效栽培技术[J].中国种业,2021(12):136-137.
- [29] 张国军,王晓玥,孙磊,等.北京地区温室葡萄一年两季结果栽培技术[J].中外葡萄与葡萄酒,2017(5):49-55.

Study on Efficient Propagation Technology of *Bletilla striata* Plantlets

WU Qiaofen¹, XIA Ke¹, ZHAO Zhiguo¹, MA Xiaoya², QIU Shuo^{1,2}

(1. Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. College of Tourism & Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: In order to establish an efficient propagation technology system of *B. striata* plantlets, the capsule of *B. striata* was used as the explants to study the aseptic germination of *B. striata* seeds, the induction of protocorm and cluster buds, the rooting of cluster buds, culture, domestication and transplantation of bulblets, and the cultivation of domestication seedlings in one year and two seasons by setting different media and different transplanting substrates. The results showed that the best culture medium for seed germination, protocorm and cluster buds induction of *B. striata* was liquid medium with 1/2 MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L+BR 0.01 mg/L+sucrose 20 g/L. The optimal medium for rooting bulblet culture was MS+6-BA 1.0 mg/L+BR 0.02 mg/L+NAA 0.2 mg/L+KT 0.5 mg/L+banana 100 g/L+sucrose 30 g/L+agar 5.0 g/L+activated carbon 1.0 g/L. Cluster seedlings were transplanted from March to April. The most suitable transplanting substrate was the composition of peat soil, perlite and vermiculite (2:2:1, V:V:V), and the transplanting survival rate was 96.33%. The quality of *B. striata* seedlings can significantly improve treated with double cropping cultivation mode and spraying with 0.02 mg/L BR.

Key words: *Bletilla striata*; aseptic sowing; tissue culture and rapid propagation; transplanting and domestication; double cropping cultivation mode

责任编辑:梁晓



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址:http://gxxk.ijournal.cn/gxxkxyxb/ch