

观赏植物离体快繁技术的研究现状与进展

王慧霞, 王永伟, 何松林*, 李高燕 (河南农业大学林学院园艺学院, 河南郑州 450002)

摘要 对观赏植物组织培养无菌培养体系的建立、诱导培养、继代培养、生根培养、移栽驯化等一系列离体快繁的程序以及培养中光温等培养条件进行了归纳和总结, 并对观赏植物组织培养中常见问题和措施进行了综述。

关键词 观赏植物; 组织培养; 研究现状; 存在问题

中图分类号 S336 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2008) 13 - 05320 - 03

近年来, 观赏植物以较高的经济利益和社会、环境效益而吸引越来越多的人涉足花卉业。花卉行业已成为当今世界上最具活力的产业之一。目前, 我国观赏植物多采用传统的播种方法和常规无性繁殖进行生产, 缺点较多, 如花卉大多为异花受粉植物, 种子繁殖容易产生性状分离, 不能保持品种优良性状, 而且生产周期长。而常规无性繁殖虽能保持母本优良性状, 但受繁殖材料及季节的影响, 繁殖系数极低, 繁殖速度慢, 而且长期无性繁殖中微劣突变容易积累, 也易感染病毒, 严重影响花卉的产量、质量, 使得花卉的商品价值大幅度下降^[1]。

植物组织培养是一项重要的生物技术, 它是指在无菌条件下, 将离体的植物器官、组织、细胞、胚胎、原生质体等, 在人工配制的培养基上给予适宜的培养条件, 进行繁殖的方法。由于是在试管内培养, 且培养的是脱离植株母体的培养物, 故也称离体培养或试管培养^[2]。目前, 植物组织培养研究已取得了令人瞩目的进展, 其研究涉及到很多重要的观赏植物, 如菊花、百合, 牡丹、山茶等。在许多观赏植物上已实现了产业化生产, 并建立了一套相对比较完善的快繁体系^[3], 取得了明显的经济和社会效益。笔者就观赏植物离体快繁的研究现状与进展进行综述。

1 观赏植物离体快速繁殖的程序

1.1 无菌培养体系的建立

无菌操作是植物组织培养的关键技术, 灭菌包括培养基、器皿、试材、工具、培养室和接种室的灭菌。根据组织培养的目的和材料不同选用不同的灭菌方法, 常用的消毒灭菌方法包括干热灭菌、湿热灭菌、射线处理、超声波、微波处理和化学药剂灭菌。培养基的灭菌常规要求在 1.1 kg/cm^2 (锅内温度 121°C) 下, 灭菌 $15 \sim 40 \text{ min}$, 灭菌时间可依灭菌液体的体积和容器体积的大小而不同。工具器皿灭菌可采用高压蒸汽灭菌法, 也可采用干热灭菌法。一般来说, 干热条件下 (140°C , 120 min) 适合大部分器械的灭菌。无菌室要定期用甲醛和高锰酸钾熏蒸, 使用前用 20% 新洁尔对室内擦洗灭菌, 用 75% 酒精喷雾, 使灰尘迅速沉降, 最后用紫外灯灭菌 20 min ^[4-7]。

除上述无菌体系外, 操作过程也可能引起污染, 所以应正确使用超净工作台, 并注意工作人员自身的消毒, 保持无菌操作过程。

1.2 植物材料(外植体)的类型与选择

组织培养过程中第

一次用于接种的植物材料, 通常称为外植体, 根据植物组织培养原理, 植物细胞都具有全能性, 在适宜的条件下能够再生成完整的植株。因此, 外植体材料几乎包括了植物的各个部位, 大致分为几大类型: 胚胎; 器官及器官原基; 组织; 细胞; 原生质体。外植体是决定植物培养成功与否的重要因素之一。不同的植物种类、同一植物的不同器官或组织以及植株年龄、季节和生理状态的不同, 其脱分化和再分化形成植物的能力不同, 通常木本植物与较大的草本植物选取茎段作为外植体。一些草本植物或缺乏明显的茎的植物, 可用叶片、叶柄、花瓣等作为外植体^[4-7]。在选取用于培养的外植体时, 应采摘具有较好品种特征且生长健壮植株的带顶芽或腋芽的幼嫩茎段或枝条作外植体^[3]。一般处于年幼阶段的实生苗比老龄的容易分化, 生长的芽比休眠芽容易分化, 顶芽比腋芽容易分化^[8]。

1.3 材料灭菌

由于组织培养是在无菌条件下进行的, 所有外植体都必须经消毒灭菌后, 才能接种到相应的培养基上进行培养。不同的外植体、不同的年龄以及不同的季节所采取的外植体, 应选择相应的消毒剂种类、消毒时间和消毒方法, 以达到最大限度杀死微生物、最小程度损伤材料的最佳效果。目前, 常用的消毒剂有酒精、双氧水、氯化汞、次氯酸钙、次氯酸钠等。一般先用流水冲洗或用洗洁精洗去材料上的尘土和部分细菌, 洗时注意不要损伤和弄掉其上幼小嫩芽, 然后放入接种室进行消毒并用无菌水冲洗^[3]。具体消毒方法中茎尖、茎、叶片的消毒步骤如下: 消毒前先用清水漂洗干净或用软毛刷将外植体上的尘埃刷除, 茸毛较多的用皂液洗涤, 然后用流动的清水洗去皂液, 洗后用吸水纸吸干表面水分; 进入无菌的接种室, 用 70% 酒精浸泡外植体 $30 \sim 60 \text{ min}$; 取出后马上用 $0.1\% \sim 0.2\%$ 氯化汞消毒 $10 \sim 15 \text{ min}$, 或用 10% 次氯酸钙饱和上清液浸泡 $10 \sim 20 \text{ min}$, 还可以用 $2\% \sim 10\%$ 次氯酸钠溶液浸泡 $6 \sim 15 \text{ min}$; 消毒后用无菌水冲洗 $3 \sim 5$ 次, 用无菌纱布或无菌滤纸吸干水分后再接种^[8]。

1.4 培养基组成与类型选择

培养基是组织培养苗生存、发育以致形成完整植株的营养物质。选用适宜的培养基是组织培养成功的关键问题之一。不同的植物种类或同一植物不同的采集部位, 其正常生长所需的营养要求不同。有的需要对培养基做一些改良, 有的要选用专用培养基。因此应根据不同的培养目的(诱导愈伤组织、不定芽, 分化, 生根), 所选用的培养基亦应有所不同。

总的来说, 植物生长发育所需的营养条件包括无机物质、有机物质及附加物。根据有无附加物可把培养基分为:

基金项目 河南省杰出青年基金(0412001900)。

作者简介 王慧霞(1975-), 女, 河南沁阳人, 硕士研究生, 研究方向: 园林植物组织培养。* 通讯作者。

收稿日期 2008-04-18

基本培养基和完全培养基。

基本培养基包括大量元素、微量元素、维生素、氨基酸、糖和水。随着植物组织培养研究的深入和完善,根据外植体不同的营养要求,基本培养基的配方已有近百种,但常用的仅一、二十种,如含盐量较高的基本培养基有 MS、LS、BL、ER;硝酸盐含量高的基本培养基有 B₅、N₆、SH;无机盐中等含量的基本培养基有 H 和 Ntsch;低盐含量基本培养基有 White、WS、HE^[4-7]。大多数植物和器官采用 MS 基本培养基^[9-10],部分植物和器官已经研究出专用型培养基,如杜鹃茎段培养的 kyte & Biggs 和 Athanasios & Read 培养基、兰属微繁殖的 Wmber 培养基、卡德兰微繁殖的 Knudon C 改良培养基等^[11]。Li-oyy 和 Meown 在 MS 培养基的基础上,针对木本植物的特点,曾开发出一种专门用于木本植物的培养基 WPM^[10]。

完全培养基是指根据不同的试验要求和目的,在基本培养基的基础上,添加一些物质如植物生长调节剂以及其他成分复杂的天然有机附加物。在培养较难培养的观赏植物或一些名贵观赏植物时,常需加一些天然提取的有机复合物,如椰乳、酵母提取液、玉米胚乳、麦芽浸出物、番茄汁、马铃薯泥、香蕉泥^[12]、水解乳蛋白、水解酪蛋白、蜂王浆、麦芽膏、黄瓜汁、苹果汁等。因此,完全培养基才能满足不同的培养阶段和目的所需的诱导、增殖、生根等一系列专门培养基。

1.5 初代培养 在上述建立的无菌条件下,将经灭菌的外植体切割成适当大小(一般以长0.5~1.0 cm为宜),接种到合适的培养基中进行初代培养。初代培养又叫诱导培养,目的是建立无菌的植物组织培养离体生长的体系,利用外植体(茎尖、茎段、叶片、花粉等)诱导出不定芽、再生芽、愈伤组织、原球茎或胚状体等。

1.6 继代培养 继代培养又叫增殖培养,根据培养目的将初代培养诱导出的数量有限的不定芽、愈伤组织、原球茎和胚状体等转接到适宜的增殖培养基上进行繁育的过程。一般通过外源激素的不同浓度和不同配比来改变增殖系数。继代培养过程中,由于培养材料的不同、培养方法和目的不同,继代时间也各不相同,如液体培养的继代时间较短,一般为一周左右继代一次,固体培养基一般2~4周继代一次。

1.7 生根培养 外植体通过大量扩繁后,形成无根芽苗,需要在生根培养基上诱导根的形成,一般认为矿物质元素浓度低时有利于生根,所以生根培养基多采用1/2 MS 或1/4 MS(指大量元素浓度),不加或仅用浓度很低的细胞分裂素,并加入适量的生长素,主要有NAA、IBA等(0.1~0.5 ng/L)。另外,加一些吸附剂(如活性炭),可促进生根;间苯三酚可能对某些植物生根有利;对少数生根困难的植物,可用液体培养(加滤纸桥),使生根过程加速^[6]。

1.8 驯化与移栽 试管苗不能立即适应移栽环境,必须有一个驯化过程,一般不定根长度达1 cm左右,且生长旺盛时,即可驯化(炼苗)。首先将生根试管苗移到温室中,除去封口材料,使嫩苗与外界接触,增强其对外界不良因素的抵抗力,此间逐渐增强光照,使苗粗壮,以利于移栽成活。一般炼苗3~5 d即可将长到一定大小(5~6片真叶或苗高4~5 cm)、生4~5条根的组织培养苗,洗掉苗上的培养基,移栽到保水、透气性好的基质或苗床土中。移栽后的组织培养苗前期

宜生长在适温、适湿的环境中,逐渐使其适应外界环境。为使幼苗正常生长,每3~5天可叶面喷施营养液一次,7~10 d给基质浇营养液一次。

2 观赏植物离体快繁植株再生途径

在观赏植物的离体快繁过程中,不同类型的外植体经过人工诱导,都能够重新开始细胞分裂与器官分化,长出芽、根、花等器官,最终形成完整植株。这种经离体培养的外植体重新形成完整植株的过程称为再生途径。不同的植物种类、不同的外植体类型,在含不同激素的培养基上和不同的培养条件下,形成完整小植株的再生途径不同。观赏植物组织培养过程中,形成完整植株的再生途径可概括为下列几种途径^[4,7,13]。

不定芽途径。将带1~2枚叶片的单芽、多芽茎段或茎尖培养的芽,接种到合适的培养基上诱导。该方法是从芽到芽的过程,遗传性状稳定,培养过程简单,适用范围广,移栽容易成活。这是花卉离体快繁最常用的方法。

器官发生型途径(愈伤组织再生)。各种类型的外植体,在适宜的离体培养条件下,脱分化产生愈伤组织,再分化形成不定芽,再用从芽到芽的方法进行扩繁。但这种分化类型在遗传上的稳定性差,可能会发生变异。

胚状体途径。植物叶片、子房、花药等外植体在含有一定量的生长素和含氮化合物的培养基上诱导出胚状体。胚状体可从外植体直接发生、愈伤组织产生、悬浮细胞产生、单位体胚胎发生等几种发生类型。胚状体发生途径具有成苗数量多、速度快、结构完整等优点,但有诱导胚状体的植物种类和品种还不多,其发生机理尚不清楚。

器官型途径。器官型途径是指在组织培养过程中,直接从离体茎、叶、花芽、鳞片等外植体上产生另一种器官,最终形成完整植株的过程,此途径只见于一些特殊的种类或特殊的用途,如秋海棠叶片培养等。

原球茎型。原球茎发生是兰科等植物离体培养中特有的植株再生途径。原球茎可以不断增殖,也可以发芽生根,形成完整的再生植株,这取决于培养条件和培养基。

绿色球状体型。绿色球状体(GGB)发生途径是在蕨类植物组织培养中出现的。GGB本身可以增殖,并可在一定条件下诱导成苗。

茎原基型(MSP)。近年来,MSP途径在菊科等一些植物中诱导成功,可能与GGB类似。徐元红等^[14]、冯莉等^[15]、韩美丽等^[16]、寻晓红等^[17]、石琰璐^[18]、陈继峰^[19]等分别以不同的植物材料证实了上述几种再生途径。

3 观赏植物离体快繁的环境条件

植物组织培养快速繁殖强烈地受培养温度、光照、相对湿度、通气状况、pH值等因子的影响,该研究主要对温度和光照条件进行综述。

3.1 温度对离体快繁的影响 试管植物细胞生长的最适温度一般在25~30℃,然而不同的品种却有相当大的差别。姚晓惠等^[20]将月季的无菌嫩茎分别置于13、17、21、25、29℃5种不同温度的光照培养箱内进行组织培养,光照时间为14 h/d,光照强度为2 000 lx,结果发现,生根阶段对温度的变化非常敏感,最适宜温度为21℃。赵伶俐等^[21]以蝴蝶兰R4品种叶片为外植体,研究表明,培养温度20℃时外植体褐化率最低。刘福平等^[22]在球根海棠组织培养中发现,在较高温度(28℃左右)下几乎所有外植体直接出芽,但生长缓慢;在

较低温度(22 左右)下绝大多数经愈伤组织出芽。王衍安等^[23]以金边墨兰无菌苗为试材,研究表明,在不同的生长调节剂下,日温28、夜温24 繁殖系数最高,日温26、夜温22 对根、茎、叶的生长和分化最为有利。

3.2 光照对组织培养的影响 光照对植物外植体的生长和增殖有明显影响,主要表现在光质、光照强度、光照时间和光照方式等方面。近年有研究表明,不同的光质在植物生长的不同时期可以起到促进或抑制作用。王爱民等^[24]研究光质对缙丝花试管苗生长发育的影响,结果表明,蓝光和红光有利于缙丝花试管苗侧芽的产生;红光有利于提高糖含量;蓝光有利于蛋白质含量的增加;红光促进叶绿素合成。焦海华等^[25]在一品红幼嫩茎段离体培养过程中发现红光、黄光、蓝光、绿光对愈伤组织的形成均有一定的促进作用;在芽的分化过程中,各色光均表现出不同程度的抑制作用,黄光的抑制作用最明显;绿光的抑制作用最弱。另有研究表明:绿色光可促进菊花试管苗的生长,红色光有利于花瓣愈伤组织的形成^[26];红光还可以促进大花蕙兰试管苗叶片生长^[27],促进杜鹃试管苗生根^[28]。

绝大多数植物组织培养的适宜光照强度在1 000~2 000 lx 之间,植物种类间的差异相对较小,最低强度在500~1 000 lx,最高强度可以达到2 000~6 000 lx^[29]。蝴蝶兰初代培养过程中1 000 和3 000 lx 光强培养可降低褐化率,2 000 lx 光强培养的外植体褐化严重^[30]。1 000 lx 能诱导根的形成,300~500 lx 可满足光周期的要求,2 000~4 000 lx 为组织培养适宜的光照强度。

光照时间的长短因植物的感光性及培养目的而异。每天大约1 000 lx 冷荧光灯照射16 h 能满足非洲菊、虎耳草属和凤梨属培养的需要,16~24 h 光照能诱导牵牛茎尖分生组织生长和形成小植株,但形态发生不受全光照的抑制,16 h 光照和长期黑暗培养均能诱导花叶芋的幼叶切块形成胚状体和小植株。大多数植物在愈伤组织和芽诱导期间保持10~12 h 的光照即可,需要较长时间光照的可以达到12~16 h,在培养期间需要较短光照的可以达到8~10 h。多数植物也能适应16 h 光照、8 h 黑暗的昼夜循环^[9]。

4 观赏植物组织培养过程中常见问题及解决措施

4.1 褐变现象 褐变是指外植体在培养过程中体内的多酚氧化酶被激活,使细胞里的酚类物质氧化成棕褐色的醌类物质,以致培养基逐渐变成褐色,培养物也随之进一步变褐而死亡。这是植物组织培养的3 大难题之一。影响褐变发生的主要因素是^[31-33]:材料类型差异,一般木本植物单宁、色素含量高的易发生褐变;材料年龄、取材部位及时间差异,一般幼龄材料、幼嫩器官和组织、春季取外植体褐变发生较轻;外植体大小及受伤害程度,外植体太小、受伤害程度深、易引起褐变;培养基中6-BA 或 KT 能促进褐变发生,而生长素类如 IAA 可减轻褐变发生;强光照、高温加重褐变。所以,选择适宜的外植体并建立最佳的培养条件是防止外植体褐变最主要的手段。控制褐变的主要方法有:一般选择幼嫩的器官和组织作外植体,并选择最佳取材时间^[34];切取外植体时尽量减少伤口面积及选择适宜的消毒剂;选择适宜的培养条件,初代培养可适当暗处理;选择适宜培养基,适当降低培养

基无机盐浓度,降低pH 值,降低细胞分裂素浓度等,可明显减轻培养物褐变;在培养基中加抗氧化剂如硫代硫酸钠等^[34],吸附剂如活性炭及螯合剂等可有效抑制褐变;缩短转瓶周期,亦是控制褐变常用且有效的方法。

4.2 玻璃化现象 有的组织培养苗在多次继代培养中,其叶和嫩梢呈水晶透明或半透明,植株矮小,失绿,叶片卷缩,发生玻璃化现象。若细胞分裂素浓度过高或细胞分裂素与生长素相对含量高,培养基中离子种类、比例不适,琼脂浓度低,温度过低或过高,光照时间过长或通气不良,易发生玻璃化现象^[9,35]。减少和避免玻璃化苗出现的方法是:选择适合的培养基,如适当降低培养基中细胞分裂素用量,提高Ca²⁺、Zn²⁺ 等离子浓度,降低N 与Cl 元素的比例,降低铵态氮浓度,适当提高培养基中蔗糖和琼脂的浓度;改善培养环境,温度光照适宜,用具滤层通气孔的塑料封口膜封口改善通气状况,可减少玻璃化苗的产生^[36]。

5 研究展望

观赏植物的离体快繁虽然已经得到了广泛的重视和应用,但在目前生产中仍然存在着一定的问题。应扩大离体快繁观赏植物的种类,特别是加强各种彩叶植物的组织培养与快速繁育;对于那些难组织培养的种类尚需要继续攻克难关,克服植株再生过程中出现的问题。尽量降低组织培养苗的污染率,提高组织培养苗生根率和移栽成活率,尽可能地降低组织培养苗的生产成本。开拓组织培养苗市场,大量快繁木本观赏植物,应用于城市绿化,美化人们的生活,这是我国观赏植物离体快繁的主要趋势。如果在组织培养过程中注意到可能产生的问题,并及时用适宜的措施去避免问题的发生或减轻某些不良现象,就可保证组织培养物的正常生长发育,并可达到所期望的培养目的。

参考文献

- [1] 陈黎. 观赏植物的组织培养繁殖技术研究综述[J]. 黄山学院学报, 2005,7(3):55-57.
- [2] 刘忠荣, 陈屏昭. 植物组织培养技术在观赏植物中的应用[J]. 昭通师范高等专科学校学报,2003,25(5):41-43.
- [3] 博术琳, 程智慧, 徐重益. 植物组织培养快繁体系与产业化[J]. 现代化农业,2002(4):4-5.
- [4] 刘青林. 花卉组织培养[M]. 北京: 中国农业出版社,2006.
- [5] 巩振辉. 花卉脱毒与快繁新技术[M]. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2005.
- [6] 王家福. 花卉组织培养与快繁技术[M]. 北京: 中国林业出版社,2006.
- [7] 熊丽, 吴丽芳. 观赏花卉的组织培养与大规模生产[M]. 北京: 化学工业出版社,2003.
- [8] 于惠敏, 路朋, 何晓光. 植物组织培养技术及常见问题和解决措施[J]. 山东教育学院学报,2005(6):101-103.
- [9] 唐道城, 梁顺祥. 观赏植物组织培养研究进展[J]. 青海大学学报: 自然科学版,2006,24(4):5-9.
- [10] 张明丽, 李青. 木本观赏植物组织培养及植株再生的研究进展[J]. 河北林业科技,2004(2):23-25.
- [11] 张红晓, 经剑颖. 木本植物组织培养技术研究进展[J]. 河南科技大学学报: 农学版,2003,23(3):66-68.
- [12] 刘宾, 蒋继志, 廖祥儒, 等. 香蕉汁对花生组织培养及抗氧化酶活性的影响[J]. 河北大学学报: 自然科学版,2006,26(6):631-635.
- [13] 邓年方, 王义强. 植物组织培养快速繁殖类型综述[J]. 江苏林业科技, 2006,33(1):41-44.
- [14] 徐元红, 朱四意. 关于伊贝母微体繁殖植株再生途径的研究[J]. 生物技术,1998,8(2):23-27.
- [15] 冯莉, 田兴山. 花毛茛植株再生途径的离体调控[J]. 河南科学,1997, 15(2):177-180.
- [16] 韩美丽, 邓九生. 赤桉下胚轴不同再生途径建立研究[J]. 广西林业科学,1997,26(4):159-163.

分别为84%、93%、91%、89%，CK为84%。这就足以证明所用穗萌抑制剂对所制种子的发芽率不但没有影响，而且可能对种子发芽率有促进作用。

表1 各试验点穗芽率与穗粒芽率考测结果 %

Table 1 The ear sprouting rate and grainsprouting rate in each test point

试验单位 与地点 Test unit and site	组合 Combination	处理 Treatment	穗芽率 Ear sprouting rate	穗粒芽率 Grain sprouting rate
天禾种业凤台种子 公司(凤台)	天协1号	乙烯利	53.25	12.90
		多效唑	18.50	5.26
		穗芽克	42.50	8.85
		脱落酸	7.50	3.35
		CK	76.50	18.15
荃银种业(合肥)	新两优6号	乙烯利	0.33	0.75
		多效唑	0.58	1.49
		穗芽克	1.15	4.80
		脱落酸	0.39	1.01
		CK	5.63	16.71
华安种业(巢湖)	皖稻153	乙烯利	5.00	1.16
		多效唑	5.00	0.39
		穗芽克	1.25	0.52
		脱落酸	0.00	0.32
		CK	1.25	0.37
舒城种子(舒城)	70优9号	乙烯利	7.5	1.26
		多效唑	6.4	0.86
		穗芽克	4.4	0.76
		脱落酸	4.4	0.76
		CK	8.3	2.08

3 讨论

(1) 研究表明，所用药剂对抑制穗上发芽都有一定的作用，但在不同试验地点，药剂表现不尽相同，其抑制效果不同。这是由于杂交组合不同，对药剂有不同反应，还是由于浴罩不同，亦或人为操作和管理条件不一致所造成，有待进一步试验。

(上接第5322页)

- [17] 寻晓红, 蒋泰文, 彭晓英, 等. 黄花蒿试管苗再生途径及多倍体诱发的研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2003, 29(2): 115-119.
- [18] 石琰, 沙广利, 黄粤. 胡萝卜高效再生和遗传转化体系的建立[J]. 青岛科技大学学报, 2005, 26(3): 197-200, 204.
- [19] 陈继峰. 黄瓜离体器官再生植株研究进展[J]. 上海农业科学, 2007, 23(1): 114-118.
- [20] 姚晓惠, 马原松, 翟兴礼. 温度对月季组织培养中根再生的影响[J]. 农业与技术, 2002, 22(5): 25-26, 28.
- [21] 赵伶俐. 蝴蝶兰培养中pH和温度对外植体褐化的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1373-1376.
- [22] 刘福平, 黄宵梅, 邹小鲁. 球根海棠组织培养[J]. 亚热带植物科学, 2000, 29(4): 51.
- [23] 王衍安, 徐瑛, 王志武. 培养条件对墨兰组培芽增殖和生长的影响[J]. 山东林业科技, 1999(2): 15-17.
- [24] 王爱民, 肖炜, 栏文雪, 等. 光质对缕丝花试管苗生长发育的影响[J]. 徐州师范大学学报: 自然科学版, 2001, 19(4): 56-58.
- [25] 焦海华, 铁军. 不同光质对一品红幼茎愈伤组织的诱导和器官分化影响的研究[J]. 内蒙古师范大学学报: 自然科学(汉文)版, 2003, 32(2): 168-170.
- [26] 何小弟, 裴建文, 黄春华. 菊花组织培养中的光质效应研究[J]. 江苏林业科技, 2002, 29(6): 26-28.

表2 各组合收获后的发芽情况 %

Table 2 The germination situation of each combination after harvesting

组合 Combination	发芽时间 Germination time	乙烯利 Eth	多效唑 MET	穗芽克 Suiyake	脱落酸 ABA	CK
天协1号	收获后	79	84	72	77	83
	11月	86	94	92	93	85
	12月	89	94	93	94	84
新两优6号	收获后	93	85	89	84	89
	11月	86	92	86	88	89
	12月	85	88	85	89	85

(2) 从几种药剂来看，综合各点表现以脱落酸处理效果为最好，但是其价格昂贵，在杂交水稻制种上无法应用。

(3) 今年试验各种药剂浓度、时间各点虽不太一致，但每点都只用一种浓度且在同一时间喷施，应进一步采用不同浓度和不同时间进行喷施，以找出喷药的最适浓度和最佳时间。

(4) 这些抑制药剂，对穗上发芽有一定的抑制作用，而随着储藏时间的推迟，种子发芽正常，有的还有促使发芽率提高的作用。

(5) 今后试验仍应在人工控制下进行，最好是在自然条件下验证后才应用于大面积制种。

参考文献

- [1] 蒋士宋. 穗萌抑制剂喷施时期实验初报[J]. 杂交水稻, 1999, 14(6): 24-24.
- [2] 周建生, 刘平. 两系杂交水稻制种高产技术[J]. 安徽农学通报, 2003, 9(2): 34-36.
- [3] 李泽炳. 杂交水稻的研究与实践[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982: 67-168.
- [4] 罗继武, 游通焰. 穗萌抑制剂在杂交稻制种田应用简报[J]. 福建农业科技, 1999(3): 20-21.
- [5] 苗建伟, 杨荣合. 穗萌抑制剂在杂交水稻繁殖制种上的应用[J]. 四川农业科技, 1994(1): 23.
- [6] 廖宇静, 周清元. 杂交稻种子萌发中淀粉酶活性研究[J]. 西南农业大学学报, 1998(4): 75-77.
- [7] 李仕贵, 黎汉云, 李兵伏, 等. 利用外源抑制剂控制水稻不育系种子穗萌的研究[J]. 四川农业大学学报, 1995(1): 30-33.
- [27] TANAKA M, TAKAMURA T, WATANABE H, et al. In vitro growth of cynlidium plantlets cultured under super bright red and blue light-emitting diodes (LEDs) [J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 1998, 73(1): 39-44.
- [28] READ P E, ECONOMOU A. Supplemental lighting in the propagation of deciduous Azaleas [J]. Proc Int Hart Prop Soc, 1982, 32: 639-645.
- [29] 周音, 张智奇, 张建军, 等. 3种抗氧化剂对茶条槭组织培养污染及褐化的影响[J]. 上海农业学报, 2007, 23(1): 5-7.
- [30] 赵伶俐, 葛红, 范崇辉, 等. 不同光照强度对蝴蝶兰培养中外植体褐化的影响[J]. 北方园艺, 2006(4): 160-161.
- [31] 黄丹莹. 江贵波植物组织培养褐变产生的因素及对策[J]. 广西轻工业, 2006(5): 31-32.
- [32] 陈惠娟. 植物组织培养中褐变的产生机理及克服措施[J]. 植物保护, 2005, 31(2): 79-82.
- [33] 马莉贞. 植物组织培养中褐变现象的研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(15): 3583-3584.
- [34] 张素勤, 邹志荣, 耿广东, 等. 非洲菊组织培养抑制褐变现象的研究[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(2): 56.
- [35] 李娅莉, 张健. 潘远智观赏植物组织培养过程中玻璃化现象与解决措施进展[J]. 四川农业大学学报, 2004, 22(3): 278-282.
- [36] 何家涛, 丁芹. 植物组织培养中常见问题及解决方法[J]. 襄樊职业技术学院学报, 2003, 2(2): 35-36, 39.