

# 兰科植物种子萌发研究进展

郑晓君, 叶 静, 管常东, 马海英

(云南大学 生命科学学院, 云南 昆明 650091)

**摘 要:**综述了兰科植物种子萌发的不同方法, 包括共生萌发与非共生萌发技术, 并对兰科植物种子萌发研究进行了展望。

**关键词:**种子萌发; 兰科; 共生萌发; 组织培养

**中图分类号:** S 682.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)19-0206-04

兰科(Orchidaceae)植物属多年生单子叶植物, 是被子植物中仅次于菊科与豆科的第三大科, 大多数都是虫媒植物。兰科植物俗称兰花, 多为珍稀濒危植物, 是生物多样性保护中倍受高度关注的类群<sup>[1]</sup>。兰花具有极高的欣赏价值和经济价值。有些种类如天麻、白芨等则具有极高的药用价值。

兰科种子细小如粉, 数量极多, 但由于兰科植物微小的种子本身无法储存养分, 自然条件下, 其种子萌发阶段完全依靠菌根真菌为其提供养分, 萌发率极低<sup>[2]</sup>。兰科植物的栽培方法一般为分株繁殖, 通常3~4 a才能进行1次, 且生长慢, 难以满足市场需要。此外, 兰科植物培育新品种的杂交育种也必须通过播种育苗实现。因此种子萌发是其繁育过程的关键所在。现对兰科植物种子萌发的不同方法, 包括共生萌发与非共生萌发技术等综述, 并对兰科植物种子萌发研究进行展望。

## 1 种子萌发研究进展

兰花种子数量很大, 开展种子快速繁殖幼苗是一条切实可行的途径。目前, 研究较多的是种子的共生萌发和非共生萌发。

### 1.1 共生萌发研究进展

共生萌发是指在真菌侵染的条件下兰科种子萌发的过程。兰科植物的种子非常细小, 不含胚乳和子叶, 只有微小的胚, 储存在胚中的营养成分无法提供种子萌发所必需的有机养分; 有些兰科植物的种子则没有乙醛酸循环体和各种酶系, 不能利用自身的营养物质; 另外, 兰科植物种子萌发所需的维生素及其它生长因子也必须从外界获得<sup>[3]</sup>。兰科植物成年植株对共生真菌的依赖程度有所不同, 一般来说, 地生类兰科植物较附生类

依赖程度更高<sup>[1]</sup>。

1.1.1 真菌对兰科植物种子萌发的促进作用 19世纪人们就发现兰科植物根中存在着真菌, 之后, 兰科植物的菌根关系得到证实, 并进行了广泛、系统的研究。1903年Bernard首次报道了真菌和兰花种子萌发的关系, 随后它又用纯化的真菌感染种子, 结果发现种子萌发良好且形成了幼苗, 进一步证实了真菌促进种子萌发的作用。同时它也指出, 在自然条件下, 只有被适合的真菌侵染后, 兰花种子才能成功的萌发。1988年, 徐锦堂等<sup>[4]</sup>从天麻产区种子发芽的原球茎中分离出12种对该种子萌发的有效菌株, 说明供给天麻种子萌发营养的真菌不是专一的。其中较优良的1株菌, 经鉴定为紫萁小菇(*Mycena osmundicola*)。天麻种子伴播该菌, 发芽率在20%以上。该研究发现, 蜜环菌对种子萌发有显著抑制作用。从种子萌发到原球茎生长, 并分化生长出营养繁殖茎的整个阶段, 都需要消化侵入的紫萁小菇等萌发菌获得营养。1991年, 郭顺星、徐锦堂<sup>[5]</sup>使用从细叶石斛(*Dendrobium hancockii*)及见血清(*Lipris nervosa*)原球茎中分离到微囊菌属(*Microascus*)和毛壳菌属(*Chaetomium*)的真菌, 以及紫萁小菇对种子拌菌播种。罗河石斛种子发芽率达20%左右, 铁皮石斛种子发芽率达64%, 而无菌播种无一粒种子萌发。该试验证明, 从兰科植物原球茎中分离的3种真菌对促进石斛种子萌发有显著效果。1999年, 范黎等<sup>[6]</sup>通过天麻种子与石斛小菇的共生试验表明, 石斛小菇能与天麻共生, 促进天麻种子发芽并形成原球茎, 进一步证实了天麻种子可与一种以上的真菌共生。1996年, 范黎、郭顺星等<sup>[7]</sup>研究发现, 用分离自墨兰菌根的兰小菇培养染菌树叶后, 伴播天麻等12种兰科药用植物和花卉的种子, 培养到62 d时测定其发芽率, 结果表明该真菌对天麻、报春石斛(*D. primulinum*)、长苏石斛(*D. brymerianum*)、鼓槌石斛(*D. chrysotoxum*)、密花石斛这5种植物种子萌发的促进作用是非常显著的。但兰小菇对墨兰种子没有促进作用, 这表明从成年兰根中分离的真菌, 虽然能与其共生, 但

**第一作者简介:** 郑晓君(1988-), 女, 在读本科, 研究方向为生物技术。

**通讯作者:** 马海英(1971-), 女, 博士, 讲师, 研究方向为结构植物学与植物发育生物学。E-mail: mahy@ynu.edu.cn

**收稿日期:** 2010-06-30

对种子萌发不一定有作用。

1.1.2 真菌入侵种子后的超微结构变化 1989年,郭顺星等<sup>[8]</sup>进一步研究表明,大麻种子消化入侵的紫萁小菇菌丝过程中,细胞发生超微结构的变化。紫萁小菇侵入种胚后,染菌胚细胞的细胞器逐渐消失,其细胞质产生囊状体起消化菌丝的作用,菌丝脱壁或失去细胞质。对铁皮石斛种子接菌萌发中细胞超微结构的变化进行观察,菌丝由胚柄侵入种胚,染菌的胚细胞器消失;菌丝被胚细胞质包围并加厚,菌丝逐渐被分解作为胚萌发的营养物质,邻近染菌细胞的未染菌胚细胞代谢功能旺盛,细胞器数量增多,体积变大,如线粒体槽库增多,内质网腔变大,液泡吞噬功能加强,与执行营养物质的合成和运输等重要功能相适应<sup>[9]</sup>。范黎等<sup>[9]</sup>使用石斛小菇伴播大麻种子萌发试验中观察到,石斛小菇菌丝与种子接触后,主要自柄状细胞侵入原胚,进一步穿过皮层细胞壁侵入皮层细胞,在皮层细胞中扩展并形成线圈状的菌丝结,胚细胞中出现菌丝结是兰花真菌共生体形成的最初标志,此时种子开始萌发。郭顺星等<sup>[9]</sup>对白芫种子染菌萌发过程中细胞超微结构变化的研究发现,真菌从侧壁加厚的种皮细胞间穿过到达种胚,自胚柄处侵入胚细胞,分布在胚柄端的几层胚细胞中。被真菌侵染的胚细胞,细胞质及细胞器逐渐消失,质膜内陷产生的囊状体包围并消化菌丝。

1.1.3 真菌促进种子萌发的机制 在种子萌发的早期阶段,胚中缺乏养分,侵入的真菌向它提供营养成分和其它代谢产物。入侵的真菌不但能提供种子发芽所需的营养,而且由于真菌含有抗生素类物质,可保护种子免遭杂菌污染,从而创造种子萌发及其生长的良好环境。真菌侵入兰科种子后,把胚和基质连接起来,形成一个共生系统,菌丝在此系统起着传递营养的重要作用。此外,菌根本身会分泌一些可以促进种子萌发的次生代谢物。吴静萍等<sup>[10]</sup>的试验结果显示,从福建密花石斛根中分离得到的菌根菌不分泌维生素B<sub>6</sub>,但是分泌维生素B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>。B<sub>6</sub>为植物体本身不能合成,但对兰花的种子发芽和苗的生长具有良好的促进作用。B<sub>2</sub>和B<sub>12</sub>虽为植物本身能合成,但作为辅酶,它们一样有利于苗的正常生长。密花石斛菌根菌—镰孢菌体内含有且向外分泌赤霉素类的植物激素。适当浓度的赤霉素能促进石斛根的生长。菌根真菌还能为兰科植物提供VB<sub>1</sub>、VB<sub>6</sub>、氨基酸等多种物质<sup>[11]</sup>。另外,有些种子和兰苗明显缺乏某些酶功能,多数菌根真菌能产生胞外酶,可以帮助它们克服缺陷,完成完整的代谢过程。

## 1.2 非共生萌发研究进展

非共生萌发是指在人工培养基上不需要任何真菌侵染就可以使兰花种子萌发,它能够在短期内获得大量幼小植株,是现阶段经济有效的快速繁殖方法之一<sup>[12]</sup>。

自20世纪70年代以来,我国有关兰花种子萌发的报道逐渐增多。研究者在培养基的选择、外源激素、有机添加物对种子萌发及组培苗生长、生根等的影响等方面进行了研究。

1.2.1 兰科植物种子的采集与保存 兰花蒴果内胚的成熟度与非共生萌发的萌发率密切相关<sup>[13]</sup>,蒴果的采收宜在种子成熟但果荚未开裂前进行。但某些种类的未成熟或接近成熟的种子甚至比成熟种子更容易萌发<sup>[14,16]</sup>。温度和种子含水量是影响种子寿命的主要因素,干燥种子可采用-18℃贮存,新鲜则宜采用4~5℃贮存,但贮存时间不宜过长,会影响种子的萌发率。5℃条件下对种子贮藏最为有利,贮藏60d后种子萌发率才开始缓慢下降,贮藏5个月时种子萌发率仍达50%左右<sup>[17]</sup>。有研究表明,*Cypripedium macranthos* var. *rebutense*的种子在播种前置于4℃的黑暗环境中,有助于打破种子休眠,提高萌发率<sup>[18]</sup>。

1.2.2 兰科植物种子的消毒与预处理 现使用较多的种子消毒与预处理方法为:首先使用自来水或洗衣粉清洗蒴果,再使用75%乙醇、0.1%的升汞溶液、或3%的双氧水,或5%的安替福民溶液先后进行消毒,也可用0.5%次氯酸钠溶液消毒。消毒时间视实际的试验情况而定,可做预试验判断。消毒后用无菌水洗净,再使用无菌滤纸擦干<sup>[12,19,20]</sup>。在无菌操作条件下切开果实,将种子取出均匀洒在种子萌发培养基表面。陈超等<sup>[21]</sup>通过试验发现,大浓度种子密度,既发挥了种子的群体效应,萌发较为迅速,也可使种子单个分散均匀,营养相对充足,种子长势明显,同时还减少了转接次数。相比之下,小浓度由于密度较小,群体效应减弱,种子萌发迟缓。种子稀释浓度以 $3 \times 10^8$ 粒/mL为最好。段金玉等<sup>[22]</sup>通过对兰属10种植物种子萌发试验发现,有的种子只需剪破种皮,而另一些种子则用氢氧化钠处理后萌发最快、萌发率最高。说明抑制种子萌发的主要原因可能是一些能溶于氢氧化钠的抑制萌发的物质的存在。这种对处理的不同反应可能反映了它们萌发困难的原因是不一样的。田梅生等<sup>[23]</sup>用剪刀将四季兰种皮剪破后,种子的萌发率比对照提高3倍左右。

1.2.3 非共生萌发的培养基 根据文献,将部分已报道的兰科植物种子非共生萌发培养基配方整理成表(见表1)。目前比较常用的基本培养基有MS、改良MS、Nisitch、N6、RE等。种子萌发培养基中一般不需加激素种子就能萌发,但有些品种在加入低浓度的6-BA、NAA等生长激素时,能提高萌发率,并加快萌发速度和生长速度。多数研究认为,促使兰科植物种子萌发不需要很高浓度的无机盐<sup>[24-28]</sup>。目前关于种子萌发培养基的最适培养基筛选的试验不多,也没有统一的或普遍适用的培养基配方。一般在使用上述基本培养基的基础上,加

2.0%~3.0%蔗糖,0.6%~0.9%的琼脂,pH 5.2~5.8(有些试验并未明确指出pH)。最适培养基往往因品种而异。课题组在白芫种子萌发试验中发现,白芫种子在pH 7.2~7.4的培养基萌发状况良好,且培养基不易液化。组织培养中常用的有机添加物有椰子汁<sup>[29-30]</sup>、香蕉汁<sup>[31-32]</sup>、土豆汁(泥)<sup>[32-33]</sup>等,可有效促进种子萌发。丘亮伟等<sup>[32]</sup>认为,各种添加物对培养基pH值的影响较大,同时,过多的复合物会增加原球茎褐化程度。因此有机添加物的种类与浓度应通过预试验确定。通常培养基中还会加入活性炭<sup>[29-31,34]</sup>,一般认为,活性炭能吸附酚类物质,使多酚氧化酶与过氧化物酶失活,从而有效地防止褐变,同时活性炭对在高压灭菌时培养基成分降解产生的抑制性物质也产生吸附作用<sup>[35]</sup>。

表1 部分兰科植物种子非共生萌发培养基配方

植物名称	培养基及激素配比
湿唇兰 ( <i>Hypochilus parishii</i> (Rehb. f.) Pfitz)	1/2MS+6-BA 0.5+NAA 0.05+1.5 g/L 活性炭+50 g/L 香蕉汁 <sup>[30]</sup> KC+NAA 0.1 或 KC+KT 1.0+NAA 0.1 <sup>[24]</sup>
卡德丽亚兰( <i>Cattleya</i> )	
西藏虎头兰 ( <i>Cymbidium tracyanum</i> L. Caster.)	MS+100 mL/L 土豆 <sup>[33]</sup>
蕙兰( <i>Cymbidium f. aberi</i> )	改良MS+NAA 0.5 <sup>[25]</sup>
花叶开唇兰 ( <i>Anoetochilus roxburghii</i> )	用1/4MS+NAA 0.11~0.15+蔗糖 30 g/L <sup>[26]</sup>
多花指甲兰 ( <i>Aerides rosea</i> ex Lindl.)	MS+NAA 5.0+BA 1.0+活性炭 0.6+ 椰肉 3.0 g/L <sup>[29]</sup>
带叶兜兰 ( <i>Paphiopedilum hirsutissimum</i> Pfitz)	RE(Arditti 1982) <sup>[36]</sup>
冬凤兰( <i>Cymbidium dayanum</i> )	MS+BA 0.5+NAA 0.1+CM(椰子汁)100 mL/L+活性炭 2 g/L+蔗糖 25 g/L 或花 宝1号+BA 0.5+NAA 0.1+CM(椰子汁) 100 mL/L+活性炭 2 g/L+蔗糖 25 g/L+ LH(水解乳蛋白)1 g/L <sup>[30]</sup>
春兰( <i>Cymbidium goeringii</i> )	1/2MS+6-BA 0.15+琼脂 4.5 g/L+蔗糖 30 g/L+活性炭 0.1 g/L <sup>[34]</sup>
流苏石斛( <i>D. fimbriatum</i> )	KC+BA 2.0+NAA 0.2 <sup>[37]</sup>
报春石斛( <i>D. primulinum</i> )	KC+NAA 0.5 <sup>[37]</sup>
蝴蝶兰( <i>Phalaenopsis</i> )	MS+香蕉泥 100 g/L+马铃薯 50 g/L+ NAA 0.5 <sup>[32]</sup>
安诺兰( <i>Anota hainanensis</i> )	MS+6-BA 0.1 <sup>[27]</sup>
墨兰( <i>Cymbidium sinense</i> )	MS+15%椰子汁或KC+15%椰子汁 <sup>[38]</sup>
竹叶兰 ( <i>Arundina graminifolia</i> Hochr.)	1/2MS+椰子乳 100 mL/L <sup>[28]</sup>
香草兰( <i>Vanilla</i> spp.)	VW+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.1 mg/L <sup>[39]</sup>
沼兰( <i>Malaxis monophylla</i> )	KC+NAA 4.5+6-BA 10+8%香蕉泥+ 3%土豆泥 <sup>[40]</sup>

注:表内激素的单位均为mg/L。

1.2.4 培养条件 通常种子萌发采用暗培养<sup>[23,36]</sup>或光照强度1 000~1 500 lx左右,光照时间10~12或16 h/d较宜<sup>[24,29-30]</sup>。文慧婷等<sup>[39]</sup>通过试验发现,香草兰种子在暗培养条件下比光培养的萌发要快,而姚丽娟等<sup>[41]</sup>进行的蝴蝶兰无菌播种试验发现,蝴蝶兰种子萌发并不需要黑暗条件,但是王瑞霞等<sup>[40]</sup>对沼兰的研究表明,沼兰种

子的萌发率与光照条件呈微弱的负相关关系,在光照(光暗周期12 h/12 h,光照强度20 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>)和完全黑暗条件下,沼兰种子均可萌发,而且萌发率均可达到较高水平,同时光照能够有效促进圆球茎的诱导。

培养温度为25℃左右<sup>[20,23,29-33,36]</sup>。个别品种对温度有特殊要求,如香草兰种子萌发的适宜温度范围为32~36℃,而25~28℃条件下种子萌发率较低<sup>[39]</sup>。

2 展望

兰科植物由于其极高的经济与观赏价值而受到广泛的关注与研究。兰科植物的工业化生产一直是亟待解决的问题,而兰科植物种子萌发又是解决这个问题的关键。近20 a来,大量国内外的学者对兰科植物种子萌发进行了研究。目前认为共生萌发以及组织培养(非共生萌发)都是行之有效的方法,大量研究证明通过这2种方法可使多数具有药用以及观赏价值的兰科植物种子萌发。

兰科植物根内分离的共生菌与促进其种子萌发的真菌是否是同一种菌目前仍是待解决的问题。兰科植物种子的共生萌发多采用染菌树叶伴播种子的方法,并且用于共生萌发的真菌需要筛选,需要的时间较长,但是一旦确定最适菌种后,可大规模生产。通过共生萌发而成的苗在其后的移栽过程中成活率较高。近5 a来,国内关于兰科植物共生萌发的研究较少。如果能确定一套简单有效的萌发体系,就能实现兰科植物的大规模繁殖。

兰科种子非共生萌发操作简便,能够在短时间内获得大量幼小植株。但目前非共生萌发研究的种类有限,并且没有统一的体系。从目前的研究来看,附生兰及其杂种后代的种子萌发力强,这类种子无菌萌发技术已基本成熟。但地生兰在没有真菌的培养基上很难萌发或完全不能萌发,有的即使萌发也非常缓慢,需要几个月或1 a多才能发育为原球茎。如何改进培养基配方、添加物和其它成分以及培养方式来进一步提高萌发率,仍是今后要进一步研究的课题<sup>[12]</sup>。

针对以上2种萌发方法的不足,现在也有人提出了原地共生萌发法。兰科植物种子原地共生萌发技术是指将兰科植物种子装在特制的袋子中,埋于兰科植株原生境中,一段时间后,通过种子袋观察种子是否萌发,并检验是否有真菌侵染<sup>[42]</sup>。目前兰科植物种子原地共生萌发技术已成为国际上开展兰科植物保育,维持兰科植物正常居群常用的一项行之有效的技术,但该技术在我国尚未得到广泛开展<sup>[43]</sup>。

参考文献

[1] 张玉武,杨红萍,陈波等.中国兰科植物研究进展概述[J].贵州科学,2009,27(4):78-85.  
[2] 董芳.几种兰科植物菌根真菌的筛选及种子萌发条件的研究[D].北

京: 北京林业大学, 2008.

[3] 何伟, 杨晓红, 戴木兰, 等. 兰科菌根共生效应研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(17): 7206-7207, 7226.

[4] 郭顺星, 徐锦堂. 供给天麻种子萌发营养的真菌—紫萁小菇[J]. 真菌学报, 1989, 8(3): 221-226.

[5] 郭顺星, 徐锦堂. 真菌在罗河石斛和铁皮石斛种子萌发中的作用[J]. 中国医学科学院学报, 1997, 13(1): 46-49.

[6] 范黎, 郭顺星, 徐锦堂. 天麻种子萌发过程中与其共生真菌石斛小菇间的相互作用[J]. 菌物系统, 1999, 18(2): 219-225.

[7] 范黎, 郭顺星, 曹文岑, 等. 墨兰共生真菌一新种的分离、培养、鉴定及其生物活性[J]. 真菌学报, 1996, 15(4): 251-255.

[8] 郭顺星, 徐锦堂. 天麻消化紫萁小菇及蜜环菌过程中细胞超微结构变化的研究[J]. 真菌学报, 1990, 9(3): 218-255.

[9] 郭顺星, 徐锦堂. 白芨种子染菌萌发过程中细胞超微结构变化的研究[J]. 植物学报, 1990, 32(8): 594-598.

[10] 吴静萍, 钱吉, 郑师章. 兰花菌根分泌物成分的初步分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): 845-848.

[11] 陈瑞蕊, 林先贵, 施亚琴. 兰科菌根的研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(1): 97-101.

[12] 朱泉, 田甜, 杨澍, 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.

[13] 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.

[14] Anditti J, Michaud J D, Oliva A P. Seed germination of North American orchids[J]. Botanical Gazette, 1984, 145(4): 495-501.

[15] Sagawa Y, Valmayor H L. Embryo culture of orchid [J]. Long Beach CA: Proc 5 th World Orchid Conf, 1966.

[16] 陈尚平, 汤久顺, 何小弟. 蝴蝶兰类原球茎分化苗生根培养基的筛选[J]. 江苏农业科学, 2008(4): 154-155.

[17] 赵仁全, 罗光琼, 张秀月, 等. 贮藏温度对白芨种子寿命的影响[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(4): 104-105.

[18] Hanako S, Yasunori K. Micropropagation of *Cypripedium macranthos* var. *rebunense* through protocorm-like bodies derived from mature seeds[J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2004, 78: 273-276.

[19] 田甜, 朱泉, 何卫星, 等. 国兰组织培养研究进展[J]. 广东农业科学, 2009(8): 105-109.

[20] 黄磊, 贺波蓉, 郑立明, 等. 春兰种子非共生萌发的研究[J]. 种子, 2003(6): 40-41.

[21] 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.

[22] 段金玉, 谢亚红. 在无菌条件下, 激素和种子处理对兰属十种植物种子萌发的影响[J]. 云南植物研究, 1982, 4(2): 197-201.

[23] 田梅生, 王伏雄. 四季兰种子离体萌发及器官建成的研究[J]. 植物学

报, 1985, 27(5): 455-459.

[24] 丁兰, 王丽, 李淮, 等. 卡德丽亚兰种子非共生萌发及萌发过程中原球茎发育的细胞学研究[J]. 广西植物, 2007, 27(6): 909-912.

[25] 孙崇波, 刘玖, 施季森, 等. 蕙兰种子无菌萌发及植株再生[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(4): 231-235.

[26] 周伟香. 花叶开唇兰种子非共生萌发的研究[J]. 中草药, 2007(4): 610-613.

[27] 潘学峰, 翁宝实, 王小精. 安诺兰无菌播种组培快繁技术研究[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(4): 27-29.

[28] 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.

[29] 周丽. 多花指甲兰非共生萌发技术研究[J]. 北方园艺, 2009(5): 194-196.

[30] 罗远华, 冷青云, 莫饶, 等. 冬凤兰非共生萌发和低温离体保存[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(19): 8068-8069, 8119.

[31] 方中明, 吴坤林, 陈之林, 等. 湿唇兰的无菌播种和快速繁殖[J]. 植物生理通讯, 2008, 44(3): 529-530.

[32] 丘亮伟, 王建, 肖丽红, 等. 蝴蝶兰无菌播种及快繁技术研究[J]. 广西农业科学, 2009, 40(12): 1523-1525.

[33] 王莲辉, 姜运力, 余金勇, 等. 西藏虎头兰的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理通讯, 2009, 45(1): 51-52.

[34] 钟雨薇. 春兰无菌播种技术研究[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(20): 87-88.

[35] 刘根林, 梁珍海, 朱军. 活性炭在植物组织培养中的作用概述[J]. 江苏林业科技, 2001, 28(5): 46-48.

[36] 曾宋君, 陈之林, 段俊, 等. 带叶兜兰的无菌播种和离体快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(2): 247.

[37] 余乐, 兰芹英, 王晓静, 等. 3种石斛兰种子非共生萌发和离体保存[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(8): 27-28, 69.

[38] 鲁雪华, 郭文杰, 林勇. 墨兰的无菌播种和植株再生[J]. 亚热带植物科学, 1999, 28(1): 34-37.

[39] 文慧婷, 张翠玲, 吴刚. 香草兰的组织培养试验[J]. 广东农业科学, 2008(11): 35-36.

[40] 王瑞霞, 何明高, 宋松泉. 培养基与光照对沼兰种子非共生萌发的影响[J]. 植物生态学报, 2010, 34(4): 438-443.

[41] 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.

[42] Rasmussen H N, Whigham D F. Seed ecology of dust seeds in situ: a new study technique and its application in terrestrial orchids. [J]. American Journal of Botany, 1993, 80(12): 1374-1378.

[43] 柯海丽, 宋希强, 谭志琼, 等. 兰科植物种子原地共生萌发技术及其应用前景[J]. 林业科学, 2007, 43(5): 125-129.

# Review on Recent Progress of Orchid Seeds Germination

ZHENG Xiao-jun, YE Jing, GUAN Chang-dong, MA Hai-ying

(College of Life Science, Yunnan University, Kunming, Yunnan 650000)

**Abstract:** Orchid seeds germination was always a key problem in the breeding of *Orchidaceae*. This paper summarized the different technology of seed germination, including the and the asymbiotic culture. Some existent problems and recommendations in seed germination of orchid were also put forward.

**Key words:** *Orchidaceae*; seed germination; symbiotic germination; symbiotic culture