

沙漠豆繁殖及育种的研究进展

李继爱¹, 杨恒¹, 马万里², 赵惠恩¹

(1. 北京林业大学 园林学院, 北京 100083; 2. 国家林业局 林产工业规划设计院, 北京 100010)

摘要:对近年来国内外有关沙漠豆繁殖及育种研究的进展和成果进行了归纳总结。针对沙漠豆的繁殖及育种存在的问题提出了见解并展望了未来的发展趋势,旨在推动我国引种沙漠豆,并进行繁殖及育种的研究进程。

关键词:沙漠豆;繁殖技术;育种

中图分类号:S682.1⁺9

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)08-0142-04

澳大利亚地域广阔,自然条件也千差万别,在这块神奇的大陆上生长着许多当地所特有的珍稀奇特植物。沙漠豆(*Swainsona formosa*)就是其中最著名的一种,它是澳大利亚南澳大利亚州最具代表性的花卉,在1961年11月23日,成为南澳大利亚州的市花。

沙漠豆是豆科植物的一员,属于蝶形花亚科,分属于*Swainsona*属;沙漠豆茎具淡红色柔毛,有匍匐爬地的特性,茎长可达2 m。茎上主要节间上生有柔软的灰绿色叶片,叶为奇数羽状复叶。茎的节间处都可抽生花茎,一般是6~8个花簇生于短直的花茎上。它的花大而奇丽,通常长为9 cm,下垂。单花一般包括5个部分:龙骨瓣、黑斑、旗瓣、2个翼瓣。我国只有苦马豆(*Swainsona salsula*)1种与其同属。

沙漠豆在澳大利亚分布很广,一般分布在年降水量为125~250 mm的地区,尤其在南澳大利亚州比其它任何花卉分布得都更为广泛。它极耐干旱,是一种典型的沙漠植物,因此人们称之为沙漠豆。作为一种沙漠植物,它的适应性极强,很容易栽培。当地人认为沙漠豆花色鲜艳,花形别致,是澳大利亚内陆植物中最引人注目和独具特色的一种,因此在澳洲很受欢迎,近年来作为商品花卉在日本也受到越来越多的关注。引种沙漠豆不论在生态方面还是经济方面都具有一定潜力,沙漠

豆在国内的研究尚未见报道,现对近年来国外有关沙漠豆繁殖及育种的研究进行了归纳总结,希望能够在我国引种沙漠豆,并进行繁殖及育种的研究进程中起到一点作用。

1 沙漠豆的繁殖

沙漠豆的繁殖方式主要包括有性繁殖(种子)、无性繁殖(扦插)、离体繁殖(组织培养)和嫁接繁殖,其中种子繁殖是目前最有效的繁殖方式。

1.1 种子繁殖

沙漠豆的种子有很厚实的外皮,十分坚硬,不易发芽,播种前用砂纸、挫刀打磨种子,并用刀刻出缺口以利种子发芽,这被认为是最有效的方法。还有一种方法是将种子浸于温水(切忌开水)中催芽,这适于大量播种时使用。刻伤过的种子可以先育苗等长出根来再进行移栽,也可以直接种在盆里或地里。沙漠豆的根系是直根系,不喜欢被损伤和多次移栽,因此适合种在它将来生长的地方。如果是盆栽的话,在移栽时一定要带土,不要伤了沙漠豆的根系。

1.2 扦插繁殖

沙漠豆的扦插繁殖较快。切下来的营养枝插在珍珠岩的基质中,控制温度,及时浇水,枝条会在14~28 d内生根。在扦插之前将插条的切口蘸一定生长剂促进不定根的生成。据报道,用IBA+NAA(1 000+1 000)mg·L⁻¹混合液对插条进行前期处理,可以使根系增加170%。在生根后,应该把植株移栽到合适的容器中^[1]。随着植株越来越趋于成熟和花芽分化开始,选取合适的插条也越来越困难,这是由于在成年植株上只有花芽。剪切可以从茎秆上第一个花芽的下面进行,但是这种方法在每个茎最多取3根插条才是合理的。成年植株可以从地表往上回剪5~

收稿日期:2011-04-17

基金项目:国家林业局948资助项目(2009-4-14)

第一作者简介:李继爱(1986-),男,辽宁省庄河市人,硕士,从事园林植物遗传育种研究。E-mail:419202065@qq.com。

通讯作者:赵惠恩(1969-),男,河南省汝南市人,博士,副教授,从事园林植物遗传育种,绿地系统生态恢复和建筑绿化研究。

10 cm来刺激不定芽的萌发,这样可以产生新的插条^[2]。

1.3 离体繁殖

早期从沙漠豆幼苗取部分组织进行组培繁殖,此法只有一部分取得成功^[3-5]。然而,成熟组织的应用很困难。主枝和侧枝上的叶腋芽受顶端可以变成花芽的芽的影响,一旦一个叶腋芽开始形成一个花芽,这个主茎上的下面节间都会如此,直到生长停止为止。花芽不适合作为外植体,这是因为一般不能产生不定芽^[6]。成熟植株的节间片段的生根率是很低的,每个平均可以生 2~3 个芽^[4]。研究表明通过切取单独再生的节间段的长根可以达到增殖的效果,运用这项技术在沙漠豆成熟植株上可以取得 5 倍的增殖率。节间片段(10~20 cm)可在 MS + 0.1 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 6-BA + 20~30 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖的培养基上培养 28。根系长到 50 mm 长时可以进一步分离成 10 mm 的节间段。生根可以在微植体大约 20 mm 长时在试管内进行,处理是加入 0.1% IBA 和 0.1% NAA^[7]。用沙漠豆的花药、未成熟胚、小孢子、子房切片等做组培大部分不成功^[8-9]。虽然再生组织已证明了具有再生的能力,但是过度的组织培养和有差异的幼芽不能在继代后存活下来的困难依然存在。体细胞胚由在暗培养的秧苗的子叶诱导而来,虽然他们最后不能长成独立的植株^[10],然而,最近有报道称体细胞胚可以由从成年植株上取下的腋芽诱导,并且能够发展成克隆体,表现跟母本相同的特质^[11]。

在微繁殖时会出现,低幼芽增殖率、有失去向上生长习惯的趋势和叶片在主干上螺旋排列的问题。在组培中出现的问题是玻璃化和过多愈伤组织产生。玻璃化是一种生理的混乱,会导致幼芽玻璃质,出现半透明的现象,同时使节间变短和叶片变厚。这种情况可以通过高浓度凝胶和低浓度的细胞分裂素减少,同时需要半透性的封口膜来保证培养瓶的气体和水分的交换。组织产生甚至在缺少生长素的情况下大量产生,被认为在培养中内在的生长素水平太高^[7,12]。Jusaitis^[7]发现从成年植株上采集材料扦插或组培得到的植株具有偏向性(主芽长到一定角度突然垂直生长)和叶子二列排列。通过打桩控制偏向生长的植株向上生长使之重新适应也不会导致垂直生长,当达到桩子的顶端时植株立即会偏向生长。研究发现这些特性不会随着重复的传代培养而被克服,同时这种情况也是商品化生产不想要的结果,因为这样

会破坏成年植株的株型和增加处理和生产的费用。对于切花生产来说,挺拔、水平芽生长最少的垂直生长的植株是理想的,而对于具有吸引力的盆栽花卉来说,直立、矮小、紧凑、有比例合适的侧枝的植株是合适的。沙漠豆无性繁殖导致的另一个问题是无性繁殖的植株的根系结构差。种子萌发的沙漠豆植株拥有强壮的主根系统,可以把植株稳固的固定住。生根的插条一般有较弱的根系,根系较少,与种子萌发的幼苗相比大部分集中在插条的基部,导致劣质苗和低根冠比。

1.4 嫁接繁殖

嫁接已经广泛用于繁殖沙漠豆,它可以减少根系病的危害和繁殖理想的株型。这项技术已经发展了多年。早期用作砧木的植物是 *Clianthus puniceus*,但是后来研究发现 *Swainsona galegifolia* 和鱼鳔槐(*Colutea arborescens*)更适合作砧木^[13]。最近研究发现 *Swainsona canescens* 和 *Sutherlandia frutescens* 也可以用于作沙漠豆的嫁接砧木,*Swainsona* 属的其它种也被研究作砧木的潜力^[14-15]。在这些砧木中,*Swainsona greyana* 比 *Swainsona canescens* 拥有更高的存活率,可能是因为它较强的抗洪水和抗旱性。但是,嫁接耗时长、费用高,所以很少用于商品生产^[16]。

2 沙漠豆的育种

2.1 常规杂交育种

常规杂交育种是沙漠豆育种过程中的一种主要手段,通过常规杂交已得到了数以百计的品种。很多沙漠豆的育种计划关注于花色和株型,试图培育出适合苗圃和花卉贸易的品种。育种试验已经揭示了沙漠豆的很多遗传特性。沙漠豆的育种系统为了取得基因杂合鼓励远缘杂交^[17-18]。研究表明强制的近亲杂交会导致一般活力衰退和其它的害处(近交衰退),这也表明杂合性在一个育种计划中需要保持。近交衰退的影响在沙漠豆生命周期的早期(萌发、幼苗存活和强壮度、第一朵花的时间)尤其明显。不过,研究者已经发现自交系的部分杂交能够成功恢复杂种优势^[19]。从 1990~1997 年 Dr Jusaitis 和 Schmrll 对沙漠豆进行了 8 代选育的研究^[1]。他们的育种计划着眼于培育适合盆栽和切花生产的品种。对于沙漠豆作为切花的特殊选育标准包括花茎的长度和粗度、提前开花、每个节间开花一致性和少数枝的直立性等。高于 1 m、一个挺拔主干有 10~15 朵花的植株是符合当今市场需求的。盆栽植株的选育标

准则与切花不同,盆栽要求几个产生花芽的节间在植株上的位置较低,并且开花早。这些植株有单一直立的主干和二、三个侧枝,株高在300~350 mm,甚至每一个茎上都有花分布。漂亮的花色(白色、粉色、红色)和其它花卉特性(宽的、亮的突起和丰满、规整的头状花序),以及抗病性(根腐病和白粉病)、没有突变组成了沙漠豆盆栽和切花品系选育的基本准则。非理想的花卉特质包括发育不全的花、花梗下垂、花梗尖端和雄蕊突出、花扭曲甚至花在茎或梗上不规则排列。在温室栽培情况下,沙漠豆开花的最短时间是72 d,开花的最低节点是在第5节点上。早期育种试验中的最低节点位置是平均在第23个节点上,但是到第8代时,节点平均位置降低到第8节点。花茎长度60~260 mm(23株最好植株的平均长度是189 mm),在育种试验中最长达到270 mm。Dr Greg Kirby的试验表明在17株最好的植株的平均花茎长度是190 mm,最好的一株将近250 mm^[20]。使用赤霉素和生长素前体来使茎长增加到目前为止还相对不成功^[21]。

现在商品生产中的所有颜色种类的基因信息存在沙漠豆的野生种群中。在沙漠豆的野生种群中大部分植株的花朵是著名的红黑色。与此同时,单独的淡红色、粉色、甚至白色都被在野生种群中发现,尽管频率不高。相似的是,凸起的颜色在地里的个别植株上偶尔会发现沙漠豆凸起的颜色变化包括黑色、红色、白色和粉色。通过反复的选择与杂交,把不同颜色的变种的基因组合起来,选育适合市场要求的理想品种。澳大利亚的Black Hill Flora Centre培育出了很多颜色的沙漠豆品种,从传统的红黑色到纯白色都有。在维多利亚的Bushcrafts国家苗圃,一系列不同颜色包括一种3种颜色的栽培品种的沙漠豆,也可用作嫁接植物^[16]。

2.2 倍性育种

倍性育种是植物育种手段之一。倍性育种包括多倍体育种、单倍体育种和非整倍体育种。目前,在沙漠豆育种中有所研究的是单倍体育种。Sudharsan^[22]等使用花粉粒通过体细胞胚胎发生的选育研究,第一次获得了沙漠豆的单倍体植株。他们将花粉粒接种到添加了1~10 mg·L⁻¹ 2,4-D和60~80 g·L⁻¹蔗糖的MS培养基上,诱导出了愈伤组织。然后将淡绿色的愈伤组织转移到MS基本培养基上诱导胚胎。在MS基本培养基上连

续继代2次后,大量绿色的球形胚从愈伤组织上产生。15 d以后,这些球形胚发展为体细胞胚胎。体细胞胚胎连续在MS基本培养基上繁殖,当它在MS基本培养基上垂直生长时,成熟的体细胞胚萌发成苗。该方法可以用于大规模生产无菌单倍体植株。

3 沙漠豆繁殖及育种的未来发展趋势及问题

在过去的15 a中,研究人员对沙漠豆进行了大量的研究,使人们对沙漠豆的生物学特性有了深入的了解,同时也成功育成了一些品种。现在人们已经知道如何在温室中更好地栽培沙漠豆,如何育种,如何防治大部分的病虫害,怎样处理切花等。人们希望沙漠豆能够成为一种具有商业开发价值的花卉,但还没有真正实现。

如何高效繁殖沙漠豆可能还是最大的挑战。虽然沙漠豆用种子繁殖很容易,但是后代经常在生长和开花特性方面突变,无法保持母本的优良性状,这对于大量生产和市场化来说是不理想的。传统的无性繁殖方式是通过使用插条进行繁殖,或通过快繁,但是两种技术都存在内在问题。插条易生根但是不能大量生产,因为沙漠豆的生长习性不能够提供充足的扦插材料。试验中对沙漠豆的幼苗进行缩剪来刺激枝条的生长,一个生长季中产生少于7个枝条,繁殖率对于大规模生产来说是不实际的^[1-2]。

到目前为止,沙漠豆的离体快繁系统的广泛研究没有产生可靠的、商品化的生产程序。虽然用幼苗和成年植株取得过有限的成功,但是枝条繁殖率太低,组培苗易于玻璃化和产生过多的愈伤组织。两种无性繁殖方法另一个显著缺陷是在后代中存在倾斜表现性和叶序对生的现象。体细胞胚胎技术可能是减少或消除斜倾向性的一种方式,同时可以增加微繁殖的产量,值得在未来深入研究^[11]。由于没有适合的无性繁殖技术,下一步最好的选择就是育成与原型相近的种系,使后代表现最小的突变。发展这种品系应该是可行的,但可能需要一些时间来覆盖所有想要的变种和类型。

参考文献:

- [1] Jusaitis M, Schmerl C. Development of Sturt's desert pea for flowering-pot and cut-flower production[C]. Black Hill Flora Centre, Botanic Gardens of Adelaide, South Australia, 1993.

- [2] Williams R R, Taji A M. Stock plant management for *Clianthus cutting production*[J]. *Acta Horticulturae*, 1992, 314:317-322.
- [3] McIntyre, Whitehorne. Tissue culture in the propagation of Australian plants[J]. *Combined Proceedings International Plant Propagators' Society*, 1974, 24:262-265.
- [4] Taji, Williams. *in vitro* propagation of *Clianthus formosus* (Sturt's desert pea) an Australian native legume[J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 1989, 16:61-66.
- [5] Matthews P B. Propagation of Sturt's desert pea (*Swainsona Formosa*) using tissue culture[D]. South Australia: University of Adelaide, 1991, 61.
- [6] Williams R R, Taji A M. Propagation of Sturt's desert pea[J]. *Australian Horticulture*, 1987, 85(11):47-53.
- [7] Jusaitis M. Micropropagation of adult *Swainsona formosa*. (Leguminosae, Papilionoideae, Galegeae)[J]. *in vitro Cellular Developmental Biology-Plant*, 1997, 33:213-220.
- [8] Tade E. Anther and ovule culture of *Clianthus formosus*[D]. Armidale, Australia: University of New England, 1992.
- [9] Olde D A. Towards haploid plant production of Sturt's desert pea (*Swainsona Formosa*) using *in vitro* pollen culture techniques [D]. Armidale, Australia: University of New England, 1994.
- [10] Tapingkae T. Light quality and quantity; their effects on *in vitro* growth and development of three Australian native plants[D]. Armidale, New South Wales; University of New England, 1998.
- [11] Sudharsan, AboEl-Nil. Somatic embryogenesis of Sturt's Desert pea (*Swainsona formosa*) [J]. *Current Science*, 2002, 83:1074-1076.
- [12] Nugroho. Hyperhydricity of *in vitro* cultured Sturt's desert pea (*Swainsona Formosa*) and techniques for its minimization[D]. South Australia: University of Adelaide, 1995.
- [13] Coutts J. *Clianthus dampieri*, All. Cunn[J]. *The Gardeners' Chronicle*, 1937, 101:286.
- [14] Kirby G. Sturt peas-an update[J]. *Society for growing Australian Plants Journal*, 1995, 12:363-365.
- [15] Kirby G. Sturt Peas: Propagation and Breeding Strategies for Different Markets[J]. *Combined Proceedings International Plant Propagators' Society*, 1996, 46:56-58.
- [16] Anon. New colors for grafted Sturt's desert pea[J]. *Australia Horticulture*, 1999, 97(4):67.
- [17] Jusaitis M. Floral Development and Breeding System of *Swainsona Formosa* (Leguminosae) [J]. *Hortscience*, 1994, 29(2):117-119.
- [18] Klein. The reproductive ecology of Sturt's desert pea[D]. South Australia: Flinders University, 1990.
- [19] Hossain, Kirby. Studies on inbreeding in Sturt's desert pea[C]// *Proceeding of the 5th Australian Wildflower Conference*. Melbourne, Victoria: Rural Industries Research and Development Corporation, 1999.
- [20] Kirby. Sturt's desert pea as a cut flower crop[D]. *Fourth National Workshop for Australia Native Flowers*. University of Western Australia, 1996.
- [21] Smith. *Swainsona formosa*: increasing peduncle length for the cut flower market[D]. South Australia: Flinders University, 1998.
- [22] Sudharsan C, Jibi Manuel S, Al-Sabah L. Haploid Plant Production from Pollen Grains of Sturt's Desert Pea via Somatic Embryogenesis[J]. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 2008, 3(1):44-47.

Study Advances on Multiplication and Breeding of *Swainsona formosa*

LI Ji-ai¹, YANG Heng¹, MA Wan-li², ZHAO Hui-en¹

(1. Landscape Architecture College of Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. Planning and Design Institute of Forest Products Industry, State Forestry Administration, Beijing 100010)

Abstract: *Swainsona formosa* (Sturt's desert pea or glory pea) is a native Australian legume used for ornamental purposes and in the cut flower industry. The article summarized the research results and advances of multiplication and breeding about *Swainsona formosa* at home and abroad in recent years. The paper presented some problems about *Swainsona formosa*'s in multiplication and breeding, put forward views on the future development trend of prospects to promote the development of *Swainsona formosa* in China.

Key words: *Swainsona formosa*; multiplication technology; breeding