

鸢尾属植物育种研究进展

史言妍,高亦珂

(北京林业大学 园林学院,北京 100083)

摘要:对近年来国内外有髯类鸢尾和无髯类鸢尾育种研究的进展和成果进行了综述。针对我国鸢尾属植物育种现状提出了见解并作出了展望,旨在推动我国鸢尾育种研究的进程。

关键词:鸢尾;常规杂交育种;倍性育种;体细胞杂交;杂种鉴定

中图分类号:Q949.71+8.28

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)08-0155-04

鸢尾属(*Iris* spp.)是鸢尾科(Iridaceae)中最大的一个属,是世界著名的宿根花卉之一。目前,世界鸢尾属植物约有300余种,大多分布于北温带地区。我国约有60个种,13个变种和5个变型。该属植物观赏性高,生态幅广,很多种类具有极强的抗逆能力,园林应用广泛。

鸢尾属植物按地下茎可以简单的被分为球根鸢尾和非球根鸢尾。球根鸢尾分为西班牙鸢尾、网脉鸢尾、西西里鸢尾3类;非球根鸢尾即根茎类鸢尾分为有髯鸢尾、无髯鸢尾和饰冠鸢尾三大类^[1]。

有髯鸢尾因其垂瓣上具髯毛而得名,常按植株或花葶的高矮分为高生、中生及矮生等几类;无髯鸢尾分为西伯利亚系、加利福尼亚系、路易斯安娜鸢尾系、花菖蒲系和拟鸢尾系。

饰冠鸢尾的垂瓣上具有鸡冠状、流苏状或锯齿状的突起,产于中国、日本和北美。

1 鸢尾属植物育种研究概况

1.1 有髯类鸢尾的育种研究

有髯鸢尾统称为德国鸢尾(*Iris germanica*),是一个几乎不育的杂种群,主要亲本是黄褐鸢尾(*I. variegata*)和香根鸢尾(*I. pallida*)^[2]。

有髯鸢尾的育种工作在国外开始的很早。1840年,M. iemon发布了100余个有髯鸢尾品种,品种基本上都是二倍体,通过持续的杂交,到

1940年,大部分品种都是四倍体。20世纪初,有髯鸢尾从英国引种到美国,经过大规模的品种间杂交选育,有髯鸢尾的品种在花色、花型上得到了极大的丰富^[2-3]。20世纪50年代开始出现两季花品种,20世纪70年代末登记注册的两季花鸢尾品种约500余个^[4]。

目前,有髯类鸢尾的育种目标主要集中于花色(纯红色,二花色等)、花期(单次花期长,二次开花稳定等)、抗病性等方面。

1.2 无髯类鸢尾的育种研究

西伯利亚鸢尾系起源于中欧及亚洲的湿地。此系因染色体差异而被划分为2个亚系,即Subseries Sibiricae(2n=28)和Subseries Chrysographes(2n=40),亚系间的杂交成功率极低。

18世纪末~19世纪初,研究者对西伯利亚鸢尾的兴趣由收集转移到获得新的种质及优良的自然杂种,具有开张花型、宽大垂瓣的‘White swirl’就是其中的一个,后来被用作育种的常用优良亲本^[5],1960年后大多品种都受到了它的影响^[6]。直至20世纪30年代,Isabella Preston才对西伯利亚鸢尾进行首次人工杂交。从此研究者将西伯利亚鸢尾与其它种鸢尾进行了大量的杂交,目前已获得的杂种有:西伯利亚鸢尾与溪荪(*I. sanguinea*)的杂种,四倍体西伯利亚鸢尾和变色鸢尾(*I. versicolor*)的杂种。

加利福尼亚鸢尾系的大多数品种是道格拉斯鸢尾(*I. douglasiana*)、无名鸢尾(*I. innominata*)、美丛鸢尾(*I. tenax*)、穆恩鸢尾(*I. munzii*)的种间杂种。此系内的鸢尾有40条染色体(2n=40),较容易与西伯利亚鸢尾种系中的Subseries Chrysographes(2n=40)进行种间杂交,目前,已得到了一些它们之间的杂交种,杂种花色丰富,观赏性高^[7]。

收稿日期:2010-04-14

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD13B07)

第一作者简介:史言妍(1985-),女,黑龙江省哈尔滨市人,在读硕士,从事园林植物遗传育种研究。E-mail:prunusdavidiana@yahoo.com.cn.

通讯作者:高亦珂(1966-),女,黑龙江省哈尔滨市人,博士,副教授,从事园林植物遗传育种及园林植物应用设计。E-mail:gaoyken@yahoo.com.cn.

路易斯安娜鸢尾系包括六角果鸢尾(*I. hexagona*)、高大鸢尾(*I. giganteaerulea*)、短茎鸢尾(*I. brevicaulis*)、暗黄鸢尾(*I. fulva*)和内耳森鸢尾(*I. nelsonii*)。1910年, Dykes 通过对暗黄鸢尾与短茎鸢尾的杂交得到了一些杂种, 20 世纪 50 年代陆续增加了一些新的品种。Jokeph K. Mertzweiller 在 20 世纪 60 年代用化学方法得到了四倍体, 并于 1973 年登录了第 1 个四倍体品种。用四倍体做亲本相继得到了大量品质优良、花色丰富的品种^[7]。2006 年, Inoue 等^[8]将暗黄鸢尾与燕子花(*I. leavigata*)和玉蝉花(*I. ensata*)分别正反交, 最终通过胚拯救获得了暗黄鸢尾(4x)×燕子花的杂种苗。

花菖蒲系包括玉蝉花、燕子花等原种以及玉蝉花经过长期栽培及杂交选育衍生出的品种群。1978 年, Yabuya 等^[9]将燕子花与溪荪杂交, 杂种败育, 并没有获得杂种, 2 a 后, 他将燕子花与玉蝉花杂交, 找到杂种败育的原因是胚乳败育导致的胚败育^[10]。1985 年, Yabuya^[11]用燕子花与玉蝉花做亲本获得了双二倍体, 双二倍体具有高的花粉活性和种子活力, 在玉蝉花的育种中起到了很大的作用。1999 年, Shimizu 等^[12]用体细胞杂交法获得了燕子花与德国鸢尾的杂种。

拟鸢尾系的现代品种大都来自鲜黄鸢尾(*I. crocea*)和东方鸢尾(*I. orientalis*)的种间杂交。20 世纪下半叶出现了蓝色、棕色和白色品种, 接着又增加了紫色、橘色和近黑色品种。从事鸢尾育种工作的育种家较少, 发展也较慢。

2 鸢尾育种方法

2.1 常规杂交育种

常规杂交育种是鸢尾属植物育种的一种主要手段, 通过常规杂交已得到了数以万计的品种。鸢尾属植物的染色体数变化较大, 最少的有 $2n=14$ (*I. tenuifolia*)^[13], 最多的可达 $2n=108$ (*I. versicolor*)^[14]。近些年来各国的研究者对一些尚未进行核型分析的种进行了研究, 目前, 已经深入到群体间的核型变异^[15-19]。

鸢尾属植物种间杂交亲和性低。1994 年, Carney 等^[20]研究了暗黄鸢尾和六角果鸢尾的种内杂交、种间杂交以及混合花粉在杂种中的花粉管生长状况, 指出胚败育是造成结实率低的原因。1978 年, Yabuya 等^[9]将溪荪和燕子花正反交, 子房膨大后观察胚的生长情况, 指出杂种败育是由胚乳的退化进而导致胚退化造成的。1980 年,

Yabuya 等^[10]在杂种败育前通过胚培养得到了黄菖蒲(*I. pseudacorus*)×玉蝉花的 F_1 , 表明胚培养可以作为提高种间杂种可能性的一种有效手段。

我国的鸢尾属植物育种工作尚处于起步阶段。黄苏珍等^[21-22]以 5 个种 8 个品种和 1 个杂种后代为材料, 做了种内和种间的 21 个杂交组合, 其中种内杂交成功率较高, 平均结实率为 64%, 但种间杂交的成功率很低, 亚属内的种间杂交的平均结实率为 2.1%, 而亚属间的种间杂交平均结实率仅为 0.92%。王文元等^[23]做了 8 个种间杂交组合, 人工授粉后子房均是先膨大后萎缩, 没有得到种子。种间杂交亲和性低严重阻碍了我国鸢尾属植物的育种进程, 为了克服这一障碍, 柯立明等^[24]探讨了鸢尾种间杂交不亲和的原因, 发现种间不亲和的障碍存在于精细胞与卵细胞融合之前, 主要有 3 种: 花粉管在柱头上的异常行为, 柱头乳突细胞和花粉管的胼胝反应, 以及胚囊的解体。周永红等^[25]对鸢尾进行了组织学和细胞遗传学方面的研究, 使我国的鸢尾属植物育种工作开始深入到了细胞水平。

2.2 倍性育种

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, 在鸢尾育种中主要用到的是多倍体育种。多倍体育种可以克服远缘杂交障碍, 诱导的多倍体也可以作为不同倍性间或种间杂交的遗传桥梁。1985 年, Yabuya 等^[11]用秋水仙素加倍燕子花×玉蝉花的杂种胚, 得到了可育的双二倍体。双二倍体再与父母本回交, 得到了同源异源四倍体。1998 年, Yabuya 等^[26]将同源异源四倍体回交, 并没有获得可育的种子。如何克服花菖蒲与同源异源四倍体间的杂交障碍仍需要进一步研究。

非整倍体育种方面, Yabuya 等^[27]针对日本鸢尾中存在很多非整倍体的现象, 通过核型分析认为, 正常二倍体的染色体结构分化有时导致三体的产生, 并且这些三体具有良好的观赏性状, 在长期的育种工作中不断被选择, 并与其它品种杂交, 进而育出了各种非整倍体品种。Yabuya 等^[28]将一个非整倍体品种 Ochibagoromo($2n=25$)与一个正常二倍体品种 Shishinden($2n=24$)进行杂交, 通过回交试验证明了这种非整倍性的可传递性。他们发现不同倍性的品种之间存在变异, 并指出染色体结构的变异是由于易位造成的。

2.3 体细胞杂交

体细胞杂交又称原生质体融合,通过人工方法诱导不同属、种甚至科间植物的原生质体融合,进而离体培养,获得再生杂种植株。这种方法可以克服远缘杂交不亲和的障碍,扩大杂交亲本范围。鸢尾属植物的体细胞杂交育种开始较晚,Shimizu 等^[29]于 1996 年以德国鸢尾 G1 为试材,建立了原生质体培养的植株再生体系。1997 年他又首次报道了德国鸢尾的悬浮培养技术^[30]。1999 年,Hida^[31]等建立了荷兰鸢尾(*I. hollandica*)原生质体培养的植株再生体系。为体细胞杂交做了技术上的准备。1999 年,Shimizu 等^[32]首次通过原生质体融合技术得到了花菖蒲和德国鸢尾之间的体细胞杂种,并用 RAPD 分析得到了证明。随后 Tsukatani 等^[33]又对杂种进行了全面的鉴定。

2.4 分子育种

鸢尾属植物的分子育种尚处于起步阶段,报道不多。1999 年,Jeknic 等^[34]把编码葡萄糖醛糖苷酶的 GUS 基因、*hpt* 以及 *npt II* 等选择标记基因转到德国鸢尾的悬浮培养细胞,首次把农杆菌介导的基因转化技术引入鸢尾的育种中来。近年来,Yabuya 等^[35]也开始进行一系列花色素基因克隆方面的工作,以期更有目的性和确定性的进行鸢尾花色育种。

3 鸢尾的杂种鉴定

鸢尾属植物常用的杂种鉴定方法为形态学鉴定、染色体鉴定和分子鉴定。

形态学鉴定简单直观,能够通过杂种幼苗期与亲本幼苗期的形态差异进行早期鉴定,减少繁杂的工作量。但形态学鉴定易受栽培技术和环境因素的影响,以及受鉴定者观测经验的制约,结果不够准确,且无法达到标准化。

染色体鉴定在两亲本染色体倍数或者条数上有差异的情况下是一个比较有效的杂种鉴定方法,可以通过两亲本与杂种的核型分析确定是否为杂种。缺点是在两个亲本染色体倍数与条数一致的情况下,难以明确的鉴别出是否是杂种。

分子鉴定的结果则相对准确,在鸢尾属育种中,目前已采用的是 RAPD 法^[9,32]。SSR, AFLP 法也是很有效的分子鉴定方法,可以在以后的鸢尾杂种鉴定中应用。

此外,Yabuya 等^[8]利用 GISH 原位杂交法对路易斯安娜鸢尾和日本鸢尾的杂种进行了鉴定。

4 我国鸢尾属植物育种现状及展望

我国的鸢尾属植物种质资源丰富,生态幅广,很多野生资源已经被用于国外的鸢尾育种中^[7]:溪荪、金脉鸢尾、西藏鸢尾、长葶鸢尾、黄花鸢尾、云南鸢尾等已用于西伯利亚鸢尾种系育种中;燕子花、花菖蒲、山鸢尾已经作为水生鸢尾育种的优良亲本;蝴蝶花、扁竹兰、扇形鸢尾等也已经被国外的育种家利用^[36]。遗憾的是,国内这些资源基本处于引种栽培阶段,鸢尾属植物育种工作刚刚起步,所以,利用我国的资源优势,培育出有特色的品种已是当务之急。

鸢尾育种中存在着种间杂交亲和性低的障碍,国内还没有获得无髯类鸢尾的种间杂种。而远缘杂交育种在创造植物新类型和获得有价值的新品种方面意义重大,因此,应尽快找出亲和性低的机理以克服这一障碍,培育出具有优良特性的鸢尾品种。

我国鸢尾属的育种方法相对落后,基本停留在常规杂交育种阶段。应运用倍性育种、体细胞杂交、分子育种、诱变育种等现代生物技术手段,加速育种进程,缩短育种周期,培育出观赏性和抗性俱佳的新品种,从而推动我国鸢尾属植物育种工作的发展,并最终与国际接轨。

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[M]. 北京:科学出版社,1985.
- [2] Nicholas M. The tall bearded iris[M]. London: The Camelot Press Limited,1956.
- [3] Cave N L. The iris[M]. London: Bowering Press,1959.
- [4] The American Iris Society. The world of irises[M]. Utah: The Publisher's Press,1978.
- [5] McEwen C. Siberian irises[M]. San Francisco: The Society for Siberian Irises,1981.
- [6] Callaway D J, Callaway M B. Breeding ornamental plants[M]. Oregon, USA: Timber Press,2000.
- [7] Graeme G. Irisflower of the rainbow[M]. Australia: Kangaroo Press,1997.
- [8] Inoue K, Kato K, Nobukuni A, et al. Characterization of tetraploid plants regenerated via protoplast culture of *Iris fulva* and their crossability with Japanese irises[J]. *Scientia Horticulturae*,2006,110:334-339.
- [9] Yabuya T, Yamagata H. Embryological and Cytological Studies on Seed Development after Reciprocal Crosses between *Iris sanguinea* Hornem. and *I. leavigata* Fisch[J]. *Japan J. Breed*,1978,28(3):211-224.
- [10] Yabuya T, Yamagata H. Elucidation of Seed Failure and Breeding of F₁ Hybrid in Reciprocal Crosses between *Iris*

- ensata* Thunb. and *I. laevigata* Fisch[J]. Japan. J. Breed, 1980,30(2):139-150.
- [11] Yabuya T. Amphidiploids between *Iris laevigata* Fisch. and *I. ensata* Thunb. Induced through in vitro Culture of Embryos Treated with Colchicine[J]. Japan. J. Breed, 1985,35:136-144.
- [12] Shimizu K, Miyabe Y, Nagaike H, et al. Production of somatic hybrid plants between *Iris ensata* Thunb. and *I. germanica* L[J]. Euphytica, 1999,107(2):105-113.
- [13] 郭冰冰. 中国西北三种鸢尾属植物的花卉生物学研究[D]. 北京:北京林业大学, 2007.
- [14] Ellis J R. Chromosomes and the genus *Iris*. A guide to species Irises[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- [15] Mitic B. Karyological analysis of some populations of the species *Iris pallida*, *I. illyrica* and *I. pseudopallida* (Iridaceae)[J]. Acta Botanica Creatica, 1991,50:91-98.
- [16] Malakhova L A, Markova G A. Chromosome numbers in flowering plants of the Tomsk region[J]. Botanicheskii Zhurnal, 1994,79(7):134-135.
- [17] Perez E, Pastor J. Contribution to the karyological study of the family Iridaceae in western Andalucia[J]. Lagasclia, 1994,17(2):257-272.
- [18] Pazy B. Flora Palaestina: chromosome numbers[J]. Israel Journal of Plant Sciences, 2000,48(1):7-32.
- [19] Karihalo V, Karihalo J L, Koul A K. Structural heterozygosity in *Iris variegata* L. [J]. Caryologia, 1993,46(1):77-85.
- [20] Carney S E, Cruzan M B, Arnold M L. Reproductive interactions between hybridizing irises: an analyses of pollen-tube growth and fertilization success[J]. American Journal of Botany, 1994,81(9):1169-1175.
- [21] 黄苏珍, 顾姻, 贺善安. 鸢尾属植物的杂交育种及其同工酶分析[J]. 植物资源与环境, 1996,5(4):38-41.
- [22] 黄苏珍, 顾姻, 韩玉林. 鸢尾属植物的杂交育种[J]. 植物资源与环境, 1998,7(1):35-39.
- [23] 王文元. 鸢尾花粉形态和杂交育种研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学, 2007.
- [24] 柯立明, 杨秀莲. 鸢尾种间杂交不亲和性原因的研究[J]. 林业科技开发, 2003,17(1):21-23.
- [25] 周永红, 伍碧华, 颜济, 等. *Iris japonica* × *Iris confuse* 种间杂种的细胞遗传学研究[J]. 云南植物研究, 2003,25(4):497-502.
- [26] Yabuya T, Noda T. The characterization of autoallotetraploid hybrids between *I. ensata* Thunb. and *Iris laevigata* Fisch[J]. Euphytica, 1998,103(3):325-328.
- [27] Yabuya T, Kikugawa H, Aiko I, et al. Cytological studies of hybrids between aneuploid and eu-diploid Japanese garden iris (*Iris ensata* Thunb.) [J]. Cytologia, 1992,57(2):253-257.
- [28] Yabuya T, Kihara S, Yoshino H, et al. Behavior of NOR-bearing telosomes in Japanese garden iris (*Iris ensata* Thunb.) [J]. Cytologia, 1997,62(1):47-51.
- [29] Shimizu K, Yabuya T, Adachi T. Plant regeneration from protoplasts of *Iris germanica* L. [J]. Euphytica, 1996,89(2):223-227.
- [30] Shimizu K, Nagaike H, Yabuya T, et al. Plant regeneration from suspension culture of *Iris germanica* [J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 1997,50(1):27-31.
- [31] Hida A, Shimizu K, Nagata R, et al. Plant regeneration from protoplasts of *Iris hollandica* Hort [J]. Euphytica, 1999,105:99-102.
- [32] Shimizu K, Miyabe Y, Nagaike H, et al. Production of somatic hybrid plants between *Iris ensata* Thunb. and *I. germanica* L. [J]. Euphytica, 1999,107(2):105-113.
- [33] Tsukatani N, Aii J, Miyabe Y, et al. Identification of somatic hybrids between *Iris ensata* Thunb. and *I. germanica* L. by designing species-specific primers of ITS regions of nuclear rDNA [J]. Cytologia, 2002,67(4):361-366.
- [34] Jeknic Z, Lee S P, Davis J, et al. Genetic transformation of *Iris germanica* mediated by *Agrobacterium tumefaciens* [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1999,124(6):575-580.
- [35] Yabuya T, Yamaguchi M, Imayama T, et al. Anthocyanin 5-O-glucosyltransferase in flowers of *Iris ensata* [J]. Plant Science, 2002,162(5):779-784.
- [36] 郭晋燕, 张金政, 孙国峰, 等. 根茎类鸢尾园艺学研究进展[J]. 园艺学报, 2006,33(5):1149-1156.

Study Advances on Breeding of *Iris* spp.

SHI Yan-yan, GAO Yi-ke

(Landscape Architectural College of Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: The article summarized the research results and advances of *Iris* spp. breeding at home and abroad in recent years though two aspects: bearded irises and beardless irises. This paper presented some views about the issues of iris breeding and prospects the future breeding, in order to promote the breeding study of *Iris* spp. in China.

Key words: iris; traditional cross breeding; ploidy breeding; somatic cell hybridization; hybrid identification