

鸢尾属植物育种研究进展

尹新彦^{1,2}, 储博彦^{1,2}, 李金霞^{1,2}, 赵玉芬^{1,2}, 张全锋^{1,2}, 贾红姗³

(1. 河北省林业科学研究院, 河北 石家庄 050061; 2. 河北省林木良种工程技术研究中心, 河北 石家庄 050061;

3. 河北农业大学 园林与旅游学院, 河北 保定 071000)

摘要: 鸢尾是园林绿化中重要的地被植物。从国内外鸢尾属植物的育种研究现状、常规杂交育种、体细胞杂交、倍性育种、辐射育种、转基因技术、分子技术等方面进行了综述, 对我国鸢尾属植物育种方向提出了展望及建议, 旨在加快我国鸢尾属植物的育种研究步伐。

关键词: 鸢尾; 杂交育种; 倍性育种; 转基因技术; 研究现状

中图分类号: S 682.1⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)08-0193-04

鸢尾属(*Iris*)为鸢尾科(Iridaceae)最大属^[1], 多年生草本植物, 有 300 余种, 大部分分布于北温带地区, 我国约 60 种、13 变种和 5 变型^[2]。鸢尾属植物花色几乎穷尽了所有颜色和可以想象到的颜色组合, 能形成良好的绿化景观^[3]。不仅可以作为造景材料用于草坪镶边、地被覆盖、水景映衬, 也可与常绿乔灌木搭配形成模纹花带, 还可以用于河道或边坡绿化, 保持水土。

DYKES(1913)和 SIMONET(1934)将鸢尾属系统的分为鳞茎类、块茎类、根茎类。根茎类鸢尾又分为饰冠鸢尾、有髯鸢尾和无髯鸢尾三大类^[4]。一般园艺种植的鸢尾都是有髯鸢尾和无髯鸢尾。无髯鸢尾分布极广, 一般不发生种间杂交, 除非种缘关系极近的种。有髯鸢尾种之间的亲缘关系则比较近, 因此, 许多种之间可进行杂交并产生新的杂交后代^[5]。

第一作者简介: 尹新彦(1971-), 女, 河北正定人, 硕士, 农业推广研究员, 现主要从事园林花卉育种与栽培等研究工作。E-mail: yinxyl2@163.com.

基金项目: 石家庄市科技支撑计划资助项目(141520862A)。

收稿日期: 2015-12-23

1 国内外研究概况

1.1 国内现状

公元 1—2 世纪《神农本草经》就有关于鸢尾和马薊的记载。北宋时期苏颂以木版画形式在其《图经本草》中对鸢尾从叶到茎进行了详细记载。1936 年, 我国最早研究鸢尾属的文章《中国之鸢尾》发表, 其作者刘瑛对国内鸢尾属 35 个种及品种进行了详细记载。

我国鸢尾属植物的育种研究是从 20 世纪 90 年代开始。刘青林等^[6]进行了鸢尾花器官离体培养, 研究了体细胞无性系受离体培养影响的变异规律。周永红等^[7]对 *I. confusa*、*I. japonica* 及其杂交种的花粉减数分裂进行了分析, 标志着我国开始从细胞学领域推动鸢尾育种工作的进行^[8]。柯立明等^[9]对鸢尾进行了系统的种间杂交试验, 发现双亲性细胞融合存在障碍, 同时还发现不同的杂交组合障碍发生的部位和程度也不一样。目前, 国内鸢尾属育种工作主要集中于常规杂交育种及其后代优株选育、花色和抗性研究等方面, 并且已开始了辐射育种及杂交后代胚培养的研究。

1.2 国外现状

公元 6 世纪, 希腊的 DIOSCORIDE 所著的《Vienna

Abstract: In recent years, urban air pollution is serious and caused frequent haze weather. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) as typical pollutant in the atmospheric particulate matter are widely concerned by scholars at home and abroad due to their carcinogenic, teratogenicity and mutagenic effects. The paper introduced the pollution characteristics, influenced factor and environmental behavior of polycyclic aromatic hydrocarbons in domestic and abroad, and made perspectives in the research field. Exploring the pollution characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in the atmosphere-vegetation-surface system had a great significance on revision and consummation of polycyclic aromatic hydrocarbons in different medium between migrating tending towards model and strengthening regional environmental protection in the future.

Keywords: atmosphere particulate matter; polycyclic aromatic hydrocarbons; pollution characteristics; environmental behavior

Codex of Dioscorides》中绘制了鸢尾花的图片。1576 年鸢尾作为观赏花卉出现在《Carolus Clusius》的文献中。1735 年瑞典的 CARLVON 建立了鸢尾属,以德国鸢尾为模式种,花色丰富。

国外进行了系统的杂交选育,也成功获得了体细胞杂种、胚培养无性系及转基因新品种。20 世纪 50 年代培育出两季花品种,花型极大,几乎全为 4 倍体,现全世界两季花品种约 500 个^[10]。SHIMIZU 等^[11]研究得到了德国鸢尾和花菖蒲的体细胞杂交种。JEKNIC 等^[12]通过导入目的抗病基因,获得了德国鸢尾的转基因抗病植株。INOUE 等^[13]将暗黄鸢尾与燕子花和玉蝉花进行了正反交,并通过胚抢救获得了暗黄鸢尾为母本的杂种无性系。

2 育种技术

2.1 常规杂交

人工授粉杂交是鸢尾新品种选育的传统方法。CHIMPHAMBA^[14]得到了野鸢尾和射干的属间杂种。毕晓颖等^[15]进行了射干与野鸢尾(蓝花)的杂交,获得了新型植物材料 F_1 代杂种,随后又从野鸢尾(黄花)×射干的 F_1 中选育出了花色红褐色的‘Chic Leopard’新品种,从野鸢尾(蓝紫色)×射干 F_1 自然结实的实生 F_2 代中选育出了堇蓝色花的‘Azure Pinwheel’品种^[16]。 F_2 代群体的花径、着花数量、花色及花葶高发生了极大的变异,这都有利于大花多花、花葶矮生和新奇花色的优株的选育^[17]。进一步研究发现以野鸢尾为母本的不亲和障碍主要发生在受精前,以射干为母本的不亲和障碍主要发生在受精后^[18]。

目前国外已经培育出上百种两季开花鸢尾的有髯鸢尾品种^[19],丰富了秋季园林的色彩。杨占辉等^[20]进行了 10 个两季花鸢尾的品种间杂交,发现两季花鸢尾品种间杂交表现出较高的亲和性,平均结实率高于两季花品种与一次花品种的杂交组合且两季花品种适宜做父本,其结实率高于其作为母本的相应反交组合。

黄苏珍等^[21]进行了鸢尾属植物的种间及种内杂交试验,发现鸢尾属种间亲和有很多障碍。马蔺与溪荪杂交表现不亲和性,溪荪×马蔺组合的最适授粉方式为提前授粉,马蔺×溪荪组合最适授粉方式为 0.1% 6-BA 处理柱头后授粉^[18]。YABUYA^[22]将 *I. ensata* 和 *I. laevigata* 分别与其双二倍体杂种进行了回交,前者获得了杂交后代。日本从野生花菖蒲中选育出 3 个品种群并展开一系列杂交工作,培育出多个新品种,其花瓣厚实、花大色艳且斑纹丰富^[23]。尹新彦等^[24]以 12 个有髯鸢尾品种,配置了 29 个杂交组合,正反交结果差异明显。黄苏珍等^[25]进行了鸢尾属的杂交育种试验,选出了“紫金”、“水晶球”等 7 个新品种。杨占辉等^[26]以喜盐鸢尾

和黄菖蒲进行种间杂交,研究发现受精后障碍是导致杂交败育的主要原因。

杨占辉等^[26]通过子房培养法于 MS+6-BA 2.0 mg/L 培养基上获得了黄菖蒲×喜盐鸢尾膨大的胚珠并发育为种子。黄苏珍等^[27]首次得到了鸢尾×德国鸢尾 DP 的杂种 GDH 同工酶酶谱,证实了 IZ2 是杂交种。刘慧春等^[28]利用离体胚培养技术成功获得了路易斯安娜鸢尾品种间杂交后代。

2.2 体细胞杂交

克服传统有性杂交不亲和的方法之一就是进行体细胞杂交^[29],可以克服远缘杂交的不亲和障碍,扩大杂交亲本范围。SHIMIZU 等^[30]首次报道了德国鸢尾的悬浮培养,又应用电激法获得了 *I. ensata* 和 *I. germanica* 的体细胞杂种^[11]。HIDA 等^[31]通过原生质体培养建立了 *I. hollandica* 的植株再生无性系。SHIMIZU 等^[11]通过原生质体融合技术得到了花菖蒲和德国鸢尾的体细胞杂种。

2.3 辐射育种

鸢尾属新收获球茎辐射诱变照射剂量为 1 Kr^[32]。LIU 等^[33]将鸢尾(*I. tectorum*)和德国鸢尾(*I. germanica*)器官培养获得的愈伤组织和芽经 γ 射线辐射,发现诱导愈伤组织和芽突变的最适辐射剂量分别为 1.0~2.0 Kr 和 4.0~8.0 Kr,并检测到过氧化物同工酶有差异存在。林兵等^[34]将‘展翅’荷兰鸢尾小种球用⁶⁰Co γ 射线 7~8 Gy 剂量辐照,在 5 Gy 和 7 Gy 处理组,各发现 1 株叶片镶有“金线”的变异。SUN 等^[35]在 150 W 超声波辅助下,仅 45 min 即从鸢尾中提取出了 5 种异黄酮,相较浸提液萃取需 18 h、索氏萃取需 6 h 有了极大的提高。

2.4 转基因技术

JEKNIC 等^[12]将悬浮培养的德国鸢尾与携带 GUS 基因编码 β -葡萄糖苷酸酶的 LBA4404(pTOK233)和潮霉素(hpt)、nptII 可选择标记基因共培养 3 d,然后对有 GUS 酶活性且抗 hpt 和 nptII 的愈伤组织进行检测,6 个月内获得了 300 多个正常的鸢尾转基因植株。GU 等^[36]应用逆转录 PCR 扩增技术,分别从马蔺叶片中检测出耐盐,耐干旱,耐寒及抗铜和铅相关的基因和组合。WU^[37]从马蔺中提取出了 VHA-c 基因,并通过转基因技术转入到烟草中。发现 VHA-c 基因是通过提高 POD 和 SOD 的活性以及减少脂质过氧化反应对隔膜的伤害来提高植物的抗盐能力的。GU 等^[36]从马蔺中提取的 II MT2a 基因有望成为运用转基因技术提高植物抗镉能力的目标基因。

2.5 倍性育种

目前在鸢尾倍性育种中主要用到的是多倍体育种,已获得了四倍体西伯利亚鸢尾和变色鸢尾的杂交种^[38]。有关倍性育种的研究主要见于 YABUYA^[39]的报道,

YABUYA^[39] 研究对燕子花和玉蝉花杂交种的双二倍体诱导过程中的花色苷的变化进行了高效液相色谱分析,并与亲本燕子花和玉蝉花进行了对比评价。1991年,YABUYA 继续对杂交种双二倍体 F1 的染色体进行了提取与研究,发现其部分染色体与亲本玉蝉花具有关联和交叉能力^[22],并于 1998 年^[40]继续与父母本回交,得到了杂交四倍体。在非整倍体研究方面,1989年,YABUYA 等^[41]进行了日本鸢尾玉蝉花非整倍体的染色体核型和联组的分析,发现 $2n=25$ 。1997 年,YABUYA 等^[42]将其与正常二倍体品种进行杂交,通过回交试验验证了非整倍性的可传递性。进一步选育出了多个非整倍体品种^[43]。

2.6 分子技术

林鸿等^[44]利用 AFLP 技术对鸢尾属植物进行了研究,发现白花紫苞鸢尾与其它样品有明显分化,可作为较理想的育种材料。毛培春等^[45]应用 ISSR 分子标记技术,发现马蔺种质材料的遗传距离与其野生分布的地理距离之间存在较密切的相关关系。周永红等^[46]通过对蝴蝶花、扁竹兰及其人工种间杂种的花粉母细胞减数分裂中期染色体的形态学、配对行为和繁育特征分析,发现二者有相似的染色体组,亲缘关系很近。HAN 等^[47]指出马蔺可作为镉污染土壤上植物修复的先锋植物,进一步研究发现其抗镉污染是由金属硫蛋白基因决定的。GU 等^[36]从马蔺中成功分离出 *MT2a* 基因,成功克隆并在拟南芥中表达进行镉处理试验,发现 *MT2a* 是提高植物抗镉能力的重要基因。FU 等^[48]从马蔺叶片中提取出了肌动蛋白基因的 RNA,通过反转录与 PT-PCR 技术克隆到 PMD18-T 载体,发现其包含 598 个碱基对,编码 199 个核苷酸。这为应用分子技术提高植物的耐盐性奠定了基础。WANG 等^[49]对黄鸢尾花色多态性进行了研究,发现紫色花朵的花青素含量明显高于黄花花朵,花青素受飞燕草苷元和糖苷的脂肪族衍生物控制。

3 育种方向及展望

我国育种工作目前主要集中在无髯鸢尾类^[50-51],有关德国鸢尾的杂交选育工作也已开展。国内对鸢尾植物没有足够重视,系统的育种工作才刚刚开始,鸢尾属很多种及品种尚处在未改良开发的状态,目前景观绿化中应用的品种大多是从国外引进。鸢尾属普遍存在着种间杂交亲和性障碍,而远缘杂交育种是获得有价值的新品种的重要途径,在创造植物新类型方面有着不可替代的作用,所以应尽快找到不亲和性的机理,从而克服这一障碍,推动我国鸢尾属育种研究的步伐。此外,国外已经成功将转基因、克隆等先进技术应用到鸢尾育种研究中,选育出了多个耐盐、耐寒、抗病、抗污染的鸢尾新品种。因此,在今后的鸢尾育种工作中,充分利用转

基因、克隆、体细胞杂交等现代育种技术,培育出具有优良特性的鸢尾新品种,是极具价值的研究方向。

参考文献

- [1] 刘国华. 几种鸢尾属 (*Iris* L.) 植物耐阴性的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [2] 赵毓棠. 鸢尾欣赏与栽培利用[M]. 北京: 金盾出版社, 2005.
- [3] 史言妍. 鸢尾属植物育种研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2010(8): 155-158.
- [4] 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.
- [5] 林鸿, 陶秋莲, 张晶晶, 等. 国际最新鸢尾分类介绍[J]. 园林科技, 2010, 26(3): 1-3.
- [6] 刘青林, 吴涤新, 田砚亭. 鸢尾体细胞无性系的建立与变异[J]. 西北植物学报, 1994, 14(4): 267-272.
- [7] 周永红, 杨瑞武, 丁春邦, 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.
- [8] PIERIK R L M. *In vitro* culture of higher plant[M]. Mattinus Nijhoff Publishers, 1987: 23-25.
- [9] 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.
- [10] The American Iris Society. The world of Irises[M]. Utah: The Publisher's Press, 1978.
- [11] 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.
- [12] JEKNIK Z, LEE S P, DAVID 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.
- [13] 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.
- [14] CHIMPHAMBA B B. Intergeneric hybridization between *Iris dichotoma* Pall. and *Belamcanda chinensis* Leman[J]. Cytologia, 1973, 38: 539-547.
- [15] 毕晓颖, 李卉, 姜琦. 野鸢尾和射干属间杂交亲和性及杂种鉴定[J]. 园艺学报, 2012, 39(5): 931-938.
- [16] 毕晓颖, 徐文姬, 李卉, 等. 鸢尾新品种 'Azure Pinwheel' 和 'Chic Leopard'[J]. 园艺学报, 2013, 40(12): 2551-2552.
- [17] 杨占辉, 高亦珂, 刘菁芸, 等. 野鸢尾和射干种间杂交 F₂ 代主要性状变异分析[J]. 中国农业大学学报, 2014, 19(1): 67-73.
- [18] 毕晓颖, 姜琦, 郑洋. 马蔺与溪荪种间杂交亲和性研究[J]. 园艺学报, 2011, 38(5): 977-984.
- [19] JOHNSTON J A, ARNOLD M L, DONOVAN L A. High hybrid fitness at seed and seedling life history stages in *Louisiana Irises*[J]. Journal of Ecology, 2003, 91: 438-446.
- [20] 杨占辉, 高亦珂, 张启翔. 两季花有髯鸢尾杂交育种研究[J]. 西北农业学报, 2013, 22(2): 164-169.
- [21] 黄苏珍, 韩玉林, 张耀钢, 等. 德国鸢尾矮生优良单株的杂交选育[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(4): 21-25.
- [22] YABUYA T. Chromosome associations and crossability with *Iris ensata* Thunb. in induced amphidiploids of *I. laevigata* Fisch. × *I. ensata*[J]. Euphytica, 1991, 55: 85-90.
- [23] MATHEW B. The *Iris*[M]. London: B. T. Batsford Ltd, 1981.
- [24] 尹新彦, 储博彦, 田银萍, 等. 有髯鸢尾杂交育种初报[J]. 园林绿化, 2012(11): 89-91.

- [25] 黄苏珍,顾嫻,韩玉林. 鸢尾属(*Iris*)植物的杂交育种[J]. 植物资源与环境, 1998(1):514-517.
- [26] 杨占辉,史言妍,高亦珂. 喜盐鸢尾和黄菖蒲种间杂交障碍[J]. 东北林业大学学报, 2014,42(1):94-97.
- [27] 黄苏珍,顾嫻,贺善安. 鸢尾属(*Iris* L)植物的杂交育种及其同工酶分析[J]. 植物资源与环境, 1996(4):38-41.
- [28] 刘慧春,朱开元,周江华. 路易斯安娜鸢尾阿卡迪的组培快繁试验[J]. 浙江农业科学, 2009(6):1095-1097.
- [29] 牟少华. 我国部分鸢尾属(*Iris*)植物系统位置研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2005.
- [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] 王路. 花卉辐射育种浅谈[J]. 中国花卉盆景, 1997(9):8.
- [33] LIU Q L, WU D X, TIAN Y T, et al. Preliminary report on induced mutation of *Iris* somaclonals [J]. Acta Horticulturae, 1995, 44:91-94.
- [34] 林兵,钟淮,黄敏玲. ⁶⁰Co 射线对荷兰鸢尾的辐照效应[J]. 核农学报, 2010, 24(1):50-54.
- [35] SUN Y S, LIU Z B, WANG J H. Ultrasound assisted extraction of isolavones from *Iris tectorum* Maxim [J]. Separation and Purification Technology, 2011, 78:49-54.
- [36] GU C S, LIU L Q, DENG Y M, et al. Validation of reference genes for RT-qPCR normalization in *Iris lactea* var. *chinensis* leaves under different experimental conditions [J]. Scientia Horticulturae, 2014, 175:144-149.
- [37] WU D. Research on tobacco transformation of vacuolar H⁺-ATPase subunit gene from *Iris lactea* [J]. Journal of Northeast Agricultural University (English Edition), 2012, 19(3):43-48.
- [38] CALLAWAY D J, CALLAWAY M B. Breeding ornamental plants [M]. Oregon, USA: Timber Press, 2000.
- [39] YABUYA T. High performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in induced amphidiploids of *Iris laevigata* Fisch. × *I. ensata* Thunb. [J]. Euphytica, 1987, 36(2):381-387.
- [40] YABUYA T, NODA T. The characterization of autoallo tetraploid hybrids between *I. ensata* Thunb. and *Iris laevigata* Fisch [J]. Euphytica, 1998, 103(3):325-328.
- [41] YABUYA T, YABUYA H, ADACHI T. Adachi euphytica karyotypes and chromosome association in aneuploid varieties of Japanese garden *Iris*, *Iris ensata* Thunb. [J]. Euphytica, 1989, 42(1-2):117-125.
- [42] YABUYA T, KIHARA S, YOSHINO H, et al. Behavior of nonbearing telosomes in Japanese garden *Iris* (*Iris ensata* Thunb.) [J]. Cytologia, 1997, 62(1):47-51.
- [43] YABUYA T, KIKUGAWA H, AIKO I, et al. Cytological studies of hybrids between aneuploid and euploid Japanese garden *Iris* (*Iris ensata* Thunb.) [J]. Cytologia, 1992, 57(2):253-257.
- [44] 林鸿,刘三峡,陶秋莲,等. 23 种鸢尾属植物种质资源的 AFLP 分析[J]. 武汉大学学报, 2012, 58(4):332-336.
- [45] 毛培春,孟林,田小霞. 马蔺种质资源遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 华北农学报, 2013, 28(6):130-135.
- [46] 周永红,伍碧华,颜济,等. *Iris japonica* × *Iris confusa* 种间杂种的细胞遗传学研究[J]. 云南植物研究, 2003, 25(4):497-502.
- [47] HAN Y L, YUAN H Y, HUANG S Z, et al. Cadmium tolerance and accumulation by two species of *Iris* [J]. Ecotoxicology, 2007, 16(8):557-563.
- [48] FU G H, YANG T, LI W. Cloning and sequence analysis of actin gene fragment from *Iris lactea* var. *chinensis* Fisch. koidz [J]. Journal of Northeast Agricultural University (English Edition), 2013, 20(3):12-16.
- [49] WANG H, CONCHOU L, BESSIERE J M, et al. Flower color polymorphism in *Iris lutescens* (Iridaceae): Biochemical analyses in light of plant insect interactions [J]. Phytochemistry, 2013, 94:123-134.
- [50] 齐春晖. 鸢尾属植物在园林中的应用[J]. 中国花卉园艺, 2003(19):26-27.
- [51] 姜琦. 鸢尾种间杂交亲和性及胚胎学研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学, 2011.

Research Progress of Breeding *Iris*

YIN Xinyan^{1,2}, CHU Boyan^{1,2}, LI Jinxia^{1,2}, ZHAO Yufen^{1,2}, ZHANG Quanfeng^{1,2}, JIA Hongshan³

(1. Hebei Academy of Forestry Science, Shijiazhuang, Hebei 050061; 2. Hebei Engineering Center for Trees Varieties, Shijiazhuang, Hebei 050061; 3. College of Landscape and Travel, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: *Iris* is an important groundcover plant in landscaping. The research progresses both at home and abroad were introduced, which consisted of breeding present situation, conventional cross-breeding, somatic hybridization, ploidy breeding, radiation breeding, Gm technology and so on. The prospect and suggestions of *Iris* breeding direction were put forward in order to speed up the *Iris* breeding process in China.

Keywords: *Iris*; cross breeding; ploidy breeding; Gm technology; research status