

花卉品质改良研究进展

贾彩红, 张建斌, 金志强, 徐碧玉

(中国热带农业科学院 生物技术研究所 热带作物生物技术国家重点实验室, 中国海南 海口 571101)

摘要: 综述了近年来国内外花卉品质改良研究进展。常规育种虽然是花卉品种改良的主要方法, 但有其局限性。现在日益成熟的生物技术为花卉品种改良提供了新的方法, 分子育种已在植物的花色、花型、花期、花香、花卉保鲜、抗性等方面取得了一定的成果。

关键词: 花卉; 常规育种; 分子育种

中图分类号: Q75

文献标识码: A

文章编号: 1007-7847(2005)S1-0027-04

Advance in Flower's Characters

JIA Cai-hong, ZHANG Jian-bin, JIN Zhi-qiang, XU Bi-yu

(State Key Laboratory of Tropical Crops Biotechnology, Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology,
Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, Hainan, China)

Abstract: Advances of research in flower's characters in the world in recent years were reviewed. Cross breeding and selection are still the main processes to breed new ornamental cultivars, but they have limitations. With the progress in biotechnology, some new breeding methods have become the focus of the ornamental plant breeding, and made progress on exciting achievements improvement, which include colour, shape, fragrance, vase life and resistance and so on.

Key words: flower; cross breeding; molecular breeding

(Life Science Research, 2005, 9(4): 027 ~ 030)

随着改革开放的发展和人们生活水平的提高, 花卉作为一类以观赏性为主的植物在人们的生活中越来越显示其重要性, 这使花卉市场的需求不断增长, 竞争也日趋激烈, 人们迫切需要更多更好的花卉新品种来代替原有品种, 因此花卉品质改良日益受到人们的关注。花卉品质改良的方法包括传统育种和分子育种。

1 常规育种

常规育种包括引种、选择育种和杂交育种。在

生物多样性的利用和丰富种质资源方面, 选择育种与杂交育种在目前仍是取得花卉新品种的重要途径。

在花卉的常规育种方面, 通过选择育种获得了很多新的品种, 例如武汉市园林科研所等单位对天然授粉的荷花进行单株选择, 选育出 37 个荷花品种, 此外, 牡丹、山茶、玫瑰、竹类、荷花、菊花、兰花等一些品种都是通过单纯选种培育而成的。通过有性杂交育种, 在培育花色、花型、香味、改变花期、提高花卉适应性和抵抗病虫害能力方面取得了可喜的进展。例如我国在 1990 年利用中国

收稿日期: 2005-11-08; 修回日期: 2005-12-04

作者简介: 贾彩红 (1976-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事花卉品质改良方面的研究, E-mail: Jiach9@163.com; 徐碧玉 (1962-), 女, 副研究员, 硕士生导师, 通讯作者, 主要从事花卉品质改良方面的研究, Tel: +86-0898-66960172, E-mail: biyuxu@126.com.

野生蔷薇与现代月季杂交获得了具有良好耐寒性、抗逆性的刺玫月季品种群。牡丹栽培品种同野生的黄牡丹进行杂交,其杂种均有较强的抗病性;上海植物园用花型大、色彩多,但花期晚的普通秋菊,同花型小,花色单调,但花期早的“五九菊”杂交,杂交后代综合了双方的优点,使大批早菊新品种成功地培育出来^[1]。当前世界各地广泛栽培的百合、郁金香、牡丹、月季的大部分品种都是通过有性杂交途径培育而成的。

虽然传统育种技术对花卉业的发展做出了巨大贡献,但传统育种有其局限性,如培育时间长,耗费人力物力大,受亲本材料的限制大,在自然条件下,植物变异频率较低,选择育种缺少足够的原料;近缘杂交对于杂合程度较高的群体,可以提高基因的重组率,但难以打破某些基因之间的连锁,改变生物的某一性状难度较大;远缘杂交由于种间或属间存在生殖隔离,杂交不亲和现象难以打破^[2,3]。因此,随着生物技术的发展,分子育种在花卉的品种改良中起着重要的作用。

2 分子育种

近年来,随着生物技术的发展,分子育种技术成为花卉育种研究的热点。分子育种主要是利用基因工程的方法来培育新的品种,已在花色、花型、株型、生长发育、香味、花的大小、花的质感、采后保鲜、环保性等方面取得了重要进展^[4-6]。

2.1 花色改良

花色基因工程是花卉基因工程中研究得比较深入的一个领域。花的颜色是一种复杂性状,它主要由三大类色素决定,即类黄酮(Flavonoids)、类胡萝卜素(carotenoids)及甜菜色素(betalains),这三大类色素的合成涉及到多个代谢步骤、多种酶的催化,因而与之相关的基因也较多,其作用机理十分复杂。花的颜色还受到色素浓度、多种色素的共同成色作用,某些色素与重金属离子(Fe、Mo等)螯合作用、液泡液的pH值等因素的影响。近十多年来,人们已从玉米、矮牵牛、金鱼草等一批植物上分离出了许多与花色调控密切相关的基因;另外,还从矮牵牛中确定了花瓣细胞内调pH值的6个基因(Ph1-Ph6),其中pH6已被克隆^[7-10]。

目前,利用基因工程改变花色已有很多成功的例子报道,例如:包满珠等将调节基因Cl和Le转入矮牵牛后,部分转基因植株的花冠筒由白色变为粉色^[7]。Ben-Meir等将正义和反义的查尔酮合

成酶基因转入矮牵牛、菊花和康乃馨中,使花瓣的颜色变为白色^[11]。Fukui将从矮牵牛中克隆的F3'5'H(flavonoid 3'5'-hydroxylase)转入紫罗兰色的康乃馨中,转基因植株的花瓣颜色变为白色^[12]。目前大家关注的蓝色玫瑰基因工程已经取得了一定成效。日本三得利公司利用移植的基因和三色紫罗兰中的蓝色色素合成培植出了世界上第一株蓝色玫瑰,虽然培育出的“蓝玫瑰”偏向紫色,但是说明人们一直关注的蓝色玫瑰基因工程取得了可喜的成果^[13]。在进行发光花卉的研究中,湖北大学经过一年多的研究,研制出一种新型的荧光促进剂,它能使花卉在整个花期内“自然”发出荧光^[14]。同时各国科学家在对花瓣条纹、彩斑等方面的研究也取得了很大进展。

2.2 花形改良

通过基因工程技术对植物形态和结构的修饰将对花卉业发展带来巨大推动作用。花器官的分化主要由花器官特异基因(organidentitygene)控制,也受温度和光照的影响,这些花器官特异基因多属于同源异型基因(homeogene),可分为4大类:A控制第1、2轮,即萼片和花瓣;B控制第2、3轮,即花瓣和雄蕊;C控制第3、4轮,即雄蕊和心皮;D控制胎座和胚珠^[15]。这些同源异型基因编码的转录因子作用于靶基因启动子中CarG序列,从而调节靶基因的表达,主要是在植物从营养生长向生殖生长转变、花序分生组织向花分生组织过渡及花器官发育中起开关作用,从而决定花器官的性状^[16]。在花形改良中,通过改变同源异型基因的表达方式,可以有目的的改变花型,如花大小和性状^[17,18],也可以通过在新的植物中抑制AG类基因的活性获得重瓣花^[19]。利用基因工程改变花形的报道也很多,报道较多的是*ipt*基因和*rol*基因,例如Machackova和Sergeeva将*ipt*基因转入马铃薯,转基因马铃薯与对照相比茎节变短、叶面积减小、顶端优势减弱和生根数量减少^[20]。在一些转*rol*基因的植物中,发现其特性有很多改变,包括茎和根的顶端优势减弱,茎节间减小,花型改变,开花时间推迟等现象^[21,22]。这一系列进展为人类利用基因工程手段修饰花卉的形态打下了良好的基础。

2.3 花期改良

花发育的分子遗传学研究表明,植物开花由植物内部的各种开花相关基因调控,与环境因素以及植物自身的生长状况有关,环境因子作为一种信号,可诱导相关基因的表达。调控花形成的基因主要是花分生组织特异基因(flower-meristem-specific

genes)、器官特异基因和开花时间决定基因^[23,24]。目前利用拟南芥已分离到多种影响开花时间的突变体。一些基因促进开花,另一些抑制开花,其中促进开花的基因包括: *CONSTANS(CO)*、*FCA*、*ELF3*等,抑制开花的如 *EMF1*^[25]。通过控制基因 *API* 的超表达导致转基因烟草的花期明显提前。将 *LEF* 基因与 *CaMW35S* 启动子构建成表达载体转化菊花,跟正常植物相比,转基因植株中,有3株分别提早65、67、70 d天开花,2株分别推迟78、90 d开花^[25]。杨树正常开花需要8~10年,将拟南芥 *LEF* 基因转入杨树中,6~8月就可开花。将 *API* 基因用农杆菌转化矮牵牛,转基因植株表现出持续不断开花的特性^[26]。这些结果说明通过导入开花时间基因,有可能调控花卉的开花时间。

2.4 花卉保鲜基因工程

花卉保鲜一般是指鲜切花的瓶插寿命。鲜切花从采收到销售等一系列过程,需要很长时间,因此,在切花售出以前,就已失去其商业价值。所以,切花保鲜在鲜切花产业中显得很重要,尤其是乙烯敏感型(ethylenesensitivity)的花卉,如香石竹、月季等。因此利用基因工程技术,改变乙烯的合成途径,对乙烯敏感型鲜切花的瓶插寿命改良是一个有效的方法。

乙烯合成中最重要的两个酶是 *ACC* 合成酶(1-aminocyclopropane-1-carboxylatesynthase)和 *ACC* 氧化酶(1-aminocyclopropane-1-carboxylateoxidase)。通过导入反义 *ACC* 合成酶基因及反义 *ACC* 氧化酶基因可阻止乙烯生化合成,延长花期和鲜切花寿命。将反义或正义 *ACC* 氧化酶基因转入康乃馨中,转基因切花花瓣寿命显著增加^[27,28]。何小玲等^[8]将一个香石竹的乙烯合成酶基因 *CARN363*反向导入香石竹中,获得了衰老延缓的香石竹。郑丽等^[29]利用农杆菌介导的方法将异戊烯基转移酶基因(*ipt*)转化切花菊,获得了叶片延缓衰老的转基因植株。目前月季、百合、天竺葵、龙胆等已成功建立了与耐贮性有关的转化体系^[30]。

2.5 花香改良

花香是花卉品质的重要标志之一。产生花香的物质通常有萜类、醇类等,由于这些有机化合物结构和合成过程很复杂,因此有关花香基因调控方面研究进展缓慢,还处于起步阶段。一些调节花香的基因已经克隆,例如: *IEMT*(*SAM*: (iso) eugenol-o-methyltransferase)、*BEAT*(acetyl CoA: benzylalcohol acetyl transferase)、*SAMT*

(*S*-adenosyl-methionine: Salicylic acid carboxyl methyltransferase) 和 *LIS*(Linalool synthase)^[31]等,这些调节植物花挥发物的重要基因都已克隆。Lavy将 *lis* 基因转入康乃馨中,但是转基因植物在香味上并没有得到改变^[32]。

2.6 抗性改良

花卉抗性改良是现代花卉育种的又一个热点,利用基因工程技术进行花卉抗性改良主要包括抗虫性、抗病性和抗冻性。

2.6.1 抗虫性

转基因抗虫育种应用最广泛的是 *Bt* 基因,该基因能够产生 δ 内毒素,对鳞翅目幼虫有毒害作用,而达到抗虫目的。英国科学家从雪花莲中克隆出了雪花莲凝集素基因,它对稻飞虱、叶蝉、蚜虫等害虫有毒性作用,表现出良好的杀伤力,现该基因已作为抗虫基因在其他植物上转化。傅荣昭等^[33]将兔防御素 *NP-1* 基因导入菊花,获得了抗卡那霉素植株,但对其病害的抗性未见报道。

2.6.2 抗病性

在抗病育种中,主要是将一些编码病毒外壳蛋白基因导入花卉中。烟草花叶病毒外壳蛋白基因的导入可以增强植物对烟草花叶病毒、黄瓜花叶病毒和苜蓿花叶病毒的抗性。一些植物抗病基因已被克隆, Lorito 报道几丁质酶和葡聚糖酶能抵御病菌,在植物体内它的过量表达可能使植物产生抵御真菌^[34]。我国的花卉工作者也成功地获得了提纯的香石竹叶脉斑驳病毒外壳蛋白基因 cDNA,并测定了序列,初步确定了该基因,为利用生物技术培育香石竹奠定了基础。

2.6.3 抗冻性

花卉抗冻性研究也有一些报道。1987年, Davies 等^[35]将抗冻蛋白 *AFP* 基因整合在 *Ti* 质粒上,用叶盘法转化郁金香,获得有一定抗冻力的转基因植株。另外有报道研究转录因子 *CBF1* 基因能够作为 *COR* 蛋白(低温调节蛋白)表达的开关,诱导一系列 *CRO* 蛋白的表达,使未经过低温驯化的植株就有很高的抗冻力,国内一些研究机构已着手将 *CBF1* 基因导入重要的经济作物和名贵花卉^[36]。澳大利亚的研究人员将黄斑病毒的外壳蛋白(*CP*)基因导入香石竹,获得抗病的转基因植株^[37]。我国的花卉工作者也成功地获得了提纯的香石竹叶脉斑驳病毒外壳蛋白基因 cDNA,并测定了序列,初步确定了该基因,为利用生物技术培育香石竹奠定了基础^[38]。如果将这些基因导入不耐寒花卉

中,就有可能培育出理想的耐寒品种。

其次,花卉其他抗性基因工程如抗病菌、抗旱、抗盐碱、抗除草剂等方面的研究也取得了一定进展。

3 前景及存在的问题

近 20 年来,随着生物技术的发展,花卉业得到了长足发展,通过科研人员的努力,一些主要的商品花卉已经建立了转化体系。而且利用基因工程技术在改善花卉的色、香、型等品质方面取得了很大的进展,但距离大规模品质改良还很遥远。目前利用基因工程手段对花卉品质进行改良还有很多问题存在。例如:转基因花卉仅在有限的实验室成为常规技术,并且只限于几个品种。许多重要性状的基因还未分离出来,使培育新品种受到限制;尤其是有关花香的基因,由于其合成途径复杂,合成机制不清楚,使其在花香方面的研究很慢;受体系统转化频率低,整合性状不稳定,有可能影响其它代谢;花卉基因工程育种与传统育种的结合尚不够紧密;转基因花卉的生物安全性缺乏系统的评价等。但是我们相信,随着生物技术的发展,对这些问题将会有很大的改进,基因工程对花卉品质改良所具有的巨大潜力将得到更好的发挥。

参考文献 (References):

- [1] 陈兴娟. 无机阻燃剂的表面处理技术[J]. 化学工程师, 2001, (4): 22-23.
- [2] 欧育湘. 实用阻燃技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [3] 周素蓉. 有机硅在无卤阻燃 EVA 中的应用[J]. 塑料工业, 2000, 28(1): 32-36.
- [4] 吴金坤. 有机硅在无卤阻燃化技术中的应用[J]. 化工新型材料, 1997, 17(2): 7-11.
- [5] MENG F J. Molecular Biology of Plant Flower Development [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 2000.
- [6] 何生根. 切花品质的生理生化基础[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(1): 66-70.
- [7] 包满珠. 植物花青素基因的克隆及应用[J]. 园艺学报, 1997, 24(3): 279-284.
- [8] 何小玲, 王金发. 观赏花卉的品质基因及基因工程问题[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(6): 462-466.
- [9] 傅荣昭, 马江生, 曹光诚, 等. 观赏植物色香基因工程研究进展[J]. 园艺学报, 1995, 22(4): 381-385.
- [10] 郑志亮. 花卉作物的花色基因[J]. 北方园艺, 1994, (3): 37-38.
- [11] BEN-MEIR H, ZUKER A, WEISS D, *et al.* Molecular control of floral pigmentation: Anthocyanins[A]. VAINSTEIN A. Breeding for Ornamentals: Classical and Molecular Approaches[C]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. 253-272.
- [12] FUKUI Y, TANAKA N, KUSUMI T, *et al.* A rationale for the shift in colour towards blue in transgenic carnation flowers expressing the flavonoid 3'-5'-hydroxylase gene[J]. Phytochemistry, 2003, 63: 15-23.
- [13] 见闻. 世界上第一株蓝玫瑰育成[J]. 北京农业, 2004, (10): 39.
- [14] 丰绪钦. 夜光花卉在湖北大学培育成功[J]. 技术与市场, 2004, (3): 10.
- [15] XU Z H. Plant development and reproduction: advances and perspectives[J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(9): 909-920.
- [16] 魏文辉, 宋运淳, 覃瑞. 植物同源异型基因及同源异型盒基因的研究进展[J]. 生物化学与生物物理进展, 2000, 27(2): 136-139.
- [17] 翟礼嘉, 顾红雅, 胡莘, 等. 现代生物技术导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998. 241-286.
- [18] 华志明. 花发育的基因调控与花性状的改造[J]. 生物技术通报, 1998, 1: 16-20.
- [19] 吴乃虎, 刁丰秋. 植物转录因子与发育调控[J]. 科学通报, 1998, 43(20): 2133-2188.
- [20] MACHACKOVA I, SERGEEVA L, ONDREJ M, *et al.* Growth pattern, tuber formation and hormonal balance in vitro potato plants carrying ipt gene[J]. Plant Growth Regul, 1997, 21: 27-36.
- [21] TEPFER D. Transformation of several species of higher plants by Agrobacterium rhizogenes: Sexual transmission of the transformed genotype and phenotype[J]. Cell, 1984, 37: 959-967.
- [22] CHRISTEY M C. Transgenic crop plants using Agrobacterium rhizogenes mediated transformation[A]. DORAN P M. Hairy roots: culture and applications[C]. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1997, 99-111.
- [23] 雍伟东, 谭克辉, 许智宏, 等. 高等植物开花时间决定的基因调控研究[J]. 科学通报, 2000, 45(5): 455-466.
- [24] 安利忻, 李毅, 刘荣维, 等. 高等植物开花的基因调控[J]. 高技术通讯, 1998, 8(9): 59-62.
- [25] SHAO H L, LI J H, ZHENG X Q, *et al.* Cloning of the LFY cDNA from Arabidopsis thaliana and its transformation to Chrasanthemum morifolium[J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(3): 268-271.
- [26] AN L X, LIU R W, CHEN Z L, *et al.* Studies on hybrida transformed with flower-meristem-identity gene AP1[J]. Acta Botanica Sinica, 2001, 43(1): 63-66.
- [27] SAVIN K W, BAUNIDETTE S C, GRAHAM M W, *et al.* Antisense ACC oxidase RNA delays carnation petal senescence[J]. Hort Science, 1995, 30: 970-972.
- [28] KOSUGI Y, WAKI K, IWAZAKI Y, *et al.* Senescence and gene expression of transgenic non-ethylene-producing carnation flowers[J]. J Jpn Soc Hort Sci, 2002, 71: 638-642.
- [29] 郑丽, 李名扬, 裴炎, 等. 根癌农杆菌介导 ipt 基因对切花菊的遗传转化[J]. 农业生物技术学报, 2005, 13(1): 26-31.
- [30] 张石宝, 胡虹, 李树云. 花卉基因工程研究进展 II: 花型、花期、货价期[J]. 云南植物研究, 2002, 24(1): 94-102.
- [31] DUDAREVA N. Molecular control of floral fragrance[A]. VAINSTEIN A. Breeding for ornamentals: classical and molecular approaches[C]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. 295-309.
- [32] LAVY M, ZUKER A, LEWINSOHN E, *et al.* Linalool and linalool oxide production in transgenic carnation flowers expressing the Clarkia breweri linalool synthase gene[J]. Mol Breed, 2002, 9: 103-111.
- [33] 傅荣昭, 刘敏, 梁红键, 等. 通过根癌农杆菌介导法获得菊花转基因植株[J]. 植物生理学报, 1998, 24(1): 72-76.
- [34] LORITO M, del SORBO G, SCALA F. Molecular approaches for increasing plant resistance to biotic and abiotic stresses[A]. VAINSTEIN A. Breeding for Ornamentals: Classical and Molecular Approaches[C]. Dordrecht: Kluwe Academic Publishers, 2002. 197-218.
- [35] 尹明安, 崔鸿文, 樊代明, 等. 抗冻蛋白及其在植物抗冻基因工程中的应用[J]. 西北植物学报, 2001, 21(1): 8-13.
- [36] 黄永芬, 蒋清胤, 付桂荣, 等. 美洲拟蝶抗冻蛋白基因(afp)导入番茄的研究[J]. 生物化学杂志, 1997, 13(4): 418-422.
- [37] 彭镇华, 尤传楷. 澳大利亚 94 国家花展和园林绿化考察[J]. 中国园林, 1995, 11(2): 56-57.
- [38] 高俊平, 姜伟贤, 孙世菊. 中国花卉科技信息全书[M]. 大连: 大连出版社, 1998.