

• 生物技术

生物技术在花椰菜遗传育种中的应用

古瑜^{1,2}, 孙德岭¹, 宋文芹²

(1. 天津科润蔬菜研究所, 天津 300382; 2. 南开大学生命科学学院, 天津 300071)

摘要: 阐述了组织培养、基因工程技术和分子标记技术在花椰菜育种中的应用现状, 对今后生物技术在花椰菜育种中应用的发展方向进行了讨论。

关键词: 花椰菜; 生物技术; 育种

中图分类号: S188; S635.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6500(2007)01-0014-06

Biotechnology Application in Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) Genetics Breeding

GU Yu^{1,2}, SUN De-ling¹, SONG Wen-qin²

(1. Tianjin Kernel Vegetable Research Institute, Tianjin 300382, China; 2. Life Science College of Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: In this paper, three major biotechnologies including tissue culture, gene engineering and molecular markers were explained. And its development direction in the future was discussed.

Key words: cauliflower; biotechnology; breeding

花椰菜 (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) 是十字花科芸薹属甘蓝种的变种, 花椰菜起源于地中海至北海沿岸, 起初由野生甘蓝进化而来, 由于生长习性的演变和阶段性的变异, 经不同环境条件、不同目标的选择和培育而形成的变种。以花球为食用器官, 是我国主要的蔬菜之一。花椰菜在我国栽培历史较短, 19 世纪中叶传入我国南方, 20 世纪 50 年代以前只是零星栽培, 多以农家常规品种为主, 品种单调、退化问题严重、产量低、品质较差。从 70 年代开始引进了一些国外花椰菜品种, 如: 耶尔福、法国菜花、荷兰雪球、瑞士雪球等, 在一定程度上缓解了花椰菜品种短缺的问题。进入 90 年代, 随着我国蔬菜产业的发展, 花椰菜种植面积也进入快速增长时期, 对优良品种的需求量也急剧增加。为了解决优良品种覆盖率较低的问题, 科技工作者在花椰菜育种、种质资源收集及种质创新等方面取得优异成绩, 培育出许多优良品种。从 20 世纪 70 年代开始发展起来的现代生物技术给动植物品种改良带来了一场革命, 使育种技术从依靠作物形态特征的宏观水平提高到微观的细胞、基因水平, 以植物组织(细胞)培养技术、基因工程技术、分子标记技术为主体的现代生物技术

已成为作物品种改良的先导技术。因此, 应用生物技术提高花椰菜育种速度和水平、创造新型的种质资源、提高花椰菜品质, 在生产实践中具有重要意义。

1 组织培养在花椰菜育种上的应用

1.1 原生质体融合技术

通过远缘杂交将近缘植物的优良性状导入栽培作物, 已经成为作物遗传改良的重要途径。但有些远缘杂交存在不能结实、生长势弱等缺点, 原生质体融合能很好解决这个问题。半个多世纪以来, 国内外通过原生质体融合已经获得了大量芸薹属植物与近缘植物的属间杂种。惠志明^[1]等利用原生质体非对称融合技术获得了含有 *ogura* 雄性不育胞质的花椰菜再生植株。Hansen 和 Earle^[2]利用含有一对显性抗黑腐病基因的 *Brassica napus* 植株, 使用体细胞杂交技术, 将抗性基因导入另一 *Brassica oleracea* 植株中, 得到后代具有高抗黑腐病, 可育的 *Brassica oleracea* 植株。Kao 等^[3]使用青花菜下胚轴原生质体与携带有 *ogura* 不育基因的线粒体和 *ctr* 叶绿体的 *Brassica napus* 叶肉原生质

收稿日期: 2006-11-05; 修订日期: 2007-02-08

作者简介: 古瑜(1971—), 女, 广东梅州人, 副研究员, 博士, 主要从事植物细胞和分子遗传学研究。

体进行体细胞杂交,得到的再生植株带有 *ogura* 不育基因的线粒体,染色体数为 $2n=56$ 。该研究认为,用体细胞杂交技术可以得到芸苔属的杂交种,并可以为研究胞质雄性不育机理提供有用的材料。Yarrow 等^[4]利用原生质体融合将 Polima 油菜 CMS 性状成功转入到青花菜品种中。Christey 等^[5]用含黑芥 CMS 的青花菜叶肉原生质体与抗除草剂阿特拉津的芜菁下胚轴原生质体融合获得了 4 株既表现 CMS 又抗阿特拉津的表型与青花菜相似的植株;Conner 等^[6]利用此特性不育株系作母本,把阿特拉津抗性作为遗传标记进行杂种种子生产以提高制种效率。Zhou 等^[7]在油菜与青花菜原生质体融合后的再生植株中得到了抗黑腐病植株,抗病植株与青花菜回交 2-4 代或自交 1-2 代后,进行了抗病性鉴定,RAPD 分析找到 5 个与抗病基因连锁的标记,它们都属于同一连锁群。

1.2 小孢子培养

以小孢子或花药为外植体组织培养获得单倍体个体,无论花粉来源于纯合体还是杂合体,经加倍后即纯化,得到双单倍体(DH)系。可直接用于育种,大大缩短杂交后代的选择和纯化的过程,提高育种效率,缩短育种周期。DH 系遗传特性稳定。随机排列的孢子,用于早期筛选优良性状,对杂合亲本能快速纯合。对多基因控制的特异性状筛选能一步到位,加快育种进程,可对多个性状同时选择。小孢子培养对多位点隐性基因及多个隐性性状的纯合具有明显优势,适合于远缘杂交育种。

目前,该项技术已陆续在芸薹属的大白菜、不结球白菜、结球甘蓝、芥蓝、孢子甘蓝、羽衣甘蓝、大头菜、叶芥和芜菁甘蓝等蔬菜育种上获得成功。花椰菜小孢子培养相对于白菜等十字花科蔬菜起步较晚,小孢子培养技术还不成熟。张晓芬等^[8]以 12 种花椰菜基因型为试材,进行游离小孢子培养技术研究,只有基因型 C1 成功地诱导出了胚状体并获得再生植株。研究认为花椰菜小孢子培养对基因型依赖性较大。该研究初步建立了花椰菜小孢子培养与再生体系,成功获得了花椰菜小孢子培养再生植株。顾宏辉等^[9]以 2 个冬性花椰菜 F_1 杂交种为供体材料,研究了不同热击温度与时间组合、更新培养液和冷击预处理对花椰菜小孢子培养胚发频率的影响,得到的最佳热击组合能显著提高出胚产量;更换培养液和冷击预处理能明显提高胚体质量,减少愈伤状胚的形成。

1.3 诱发与筛选遗传变异

在组织培养条件下,无论有无诱变剂存在,都有较高的突变率。Leroy 等^[10,11]利用花椰菜下胚轴进行组织培养,用 ISSR 方法检测愈伤组织形成过程,细胞增殖过程以及成苗后的再生植株在不同阶段的植株间多态性。研究发现:组织培养诱导的再生植株具有遗传多态性。证明组织培养可诱发与筛选遗传变异。因此,这种较高的突变率使再生植株中存在着丰富的遗传变异,为我们提供了得到新种质的可能。

2 基因工程技术在花椰菜育种上的应用

2.1 获得抗虫植株

Ding 等^[12]利用农杆菌介导,从当地甘薯中分离得到的抗虫基因转入花椰菜中,得到抗虫转基因花椰菜。华学军等^[13]利用土壤根癌农杆菌的介导,将 *Bt* 基因导入 14 d 苗龄的花椰菜下胚轴和子叶柄中,得到转基因植株。蔡荣旗等^[14]通过根癌农杆菌 LBA4044 菌株的介导,将 *Bt* 杀虫基因导入花椰菜下胚轴,得到了转化的愈伤组织及再生植株。徐淑平等^[15]以花椰菜“杂交 75d”父、母本的无菌苗下胚轴切段为受体材料,用根癌农杆菌介导的遗传转化法将 *Bt* 基因和豇豆胰蛋白酶抑制基因导入花椰菜的下胚轴切段细胞,获得了转基因植株。植株移至大田能正常生长、开花、结籽。Volodymyr 等^[16]使用花椰菜叶肉原生质体作为载体,使不同的基因转入植物细胞,以得到不同新农艺性状和经济性状的种质材料。吕玲玲等^[17]通过根癌农杆菌 *Agrobacterium tumefaciens* 介导,将豇豆胰蛋白酶抑制剂基因(*CpTI*)导入花椰菜无菌苗的下胚轴和子叶中,得到转基因植物。转基因植株叶片的离体饲虫初步试验结果表明,对鳞翅目害虫菜青虫的生长发育有一定的抑制作用。

2.2 转基因雄性不育植株

黄科^[18]等将反义 *CYP86MF* 基因(花粉发育相关基因)通过农杆菌的介导转入青花菜子叶下胚轴,得到花器官发育不良的和花粉不发育的再生植株。转基因不育株通过人工授粉可以正常结实,证明不育株雌蕊是正常发育的,因此,不育性来自于 *CYP86MF* 基因。

Bhalla 和 Smith^[19]将反义 *Bcp1* 基因(花粉特

异基因)与花粉发育特异启动子 Lat52 一同通过农杆菌介导导入花椰菜,得到 50%花粉败育的再生植株。

2.3 延迟成熟,获得耐贮藏花球

Henzi 等^[20]获得了转 ACC 氧化酶反义基因的青花菜,通过测定,花蕾乙烯的合成明显减少,具有延迟成熟的特性。

3 分子标记技术在花椰菜育种上的应用

3.1 标记辅助育种

在作物的遗传改良中,利用连锁标记进行选择,可以大大加速目标基因的转移和利用;提高回交育种的效率;较早淘汰不利相关性状;设计和培育理想品种。此外,作物品种资源的 DNA 指纹分析可以在种质资源本身的评价、归类和利用,品种的纯度鉴定和品种知识产权保护,特定 DNA 片段(或染色体)的追踪,杂种优势预测,寻找有重要价值的农艺基因,分析育种系谱的亲缘关系,制作品种分子身份证等方面发挥作用。Bornet 等^[21]使用 ISSR 分子标记法,鉴定不同的花椰菜栽培品种。黄聪丽等^[22]应用 RAPD 分析方法,分别对 3 组花椰菜自交不亲和系和自交系的基因组 DNA 进行差异分析,得到与花椰菜自交不亲和性相关的差异片段,作为筛选自交不亲和系的标记。宋丽娜等^[23]用 RAPD 和 ISSR 分子标记技术,分别对 5 组花椰菜自交不亲和系和对应的自交亲和系的基因组进行指纹差异分析。结果表明,花椰菜自交不亲和系与自交系基因组 DNA 之间存在差异,扩增出的差异片段与花椰菜自交不亲和性相关,并可作为自交不亲和系和自交亲和系育种筛选的分子标记。张峰等^[26]利用 AFLP 技术在 1 对花椰菜抗、感黑腐病的近等基因系中筛选到 4 个与抗黑腐病性状、1 个与感黑腐病性状连锁的 DNA 分子标记,对其中 1 个 400 bp 的抗病标记进行 Southern 杂交检测,结果表明,该标记与甘蓝黑腐病抗性基因紧密连锁。李凌等^[27]利用 cDNA-AFLP 技术对花椰菜黄花(A023)和白花(A123)一对近等基因系的 mRNA 进行了分析,得到白花品系和黄花品系特有的 2 个标记:W260 和 Y310。孙德岭等^[28]利用 AFLP 技术对花椰菜、青花菜、紫花菜、黄花菜自交系的遗传亲缘关系进行了研究。结果表明:花椰菜、青花菜、紫花菜、黄花菜明显分为四大类群;青花菜与紫花

菜亲缘关系较近,花椰菜与其它花菜亲缘关系较远,黄花菜居中。Muhammet 等^[29]设计了 43 个 SSR 引物,共评价了 54 个甘蓝、花椰菜、青花菜三个不同类群的栽培种,并计算每品种的遗传相似性,制作了系统发育树。

3.2 基因定位

目前,花椰菜自交不亲和系的利用是 F_1 杂种利用的最有效手段。表现型的整齐一致通过杂种一代而获得。自交不亲和性在十字花科作物中普遍存在。近年来,自交不亲和性的研究已成为一个热点。自交不亲和性是指抑制植物自身花粉的萌发或花粉管的生长,是植物在长期进化过程中形成的在受精前选择有利花粉的策略。芸薹属自交不亲和性,受控于一个具有多等位基因的单一遗传位点 S,它的花粉表型由产生花粉的植株即孢子体基因型决定,因此称为孢子体 SI (Sporophytic SI, SSI)。现在已发现了 50 个 S 基因。

花椰菜食用部分为花球,花球的形成、形态等对其品质有相当大的影响。因此,花球的形成、进化和花球的发育模式都是科学家们关心的问题。Kempin 等^[30]从拟南芥中分离得到两个与花的分生组织活性有关的 CAULIFLOWER 和 APETALA1 基因,研究表明:其功能为转录因子。同时对花椰菜栽培种中该基因的同源基因研究发现:花椰菜中其同源基因是无功能的。这暗示了花椰菜肉质花序形态的形成机理与该基因密切相关。Purugganan 等^[31]研究了野生型和栽培型花椰菜中 CAULIFLOWER 基因的多态性,发现在栽培型花椰菜中该基因的第 5 个外显子有一个等位基因位点发生了无意突变,此无意突变也存在于花序结构上产生变异的羽衣甘蓝和椰菜中。这些结果表明:此无意突变是在驯化早期被育种者选择得到的。

Smith 等^[32,33]以 BoCAL 和 BoAPI 两个隐性等位基因在特殊位点上的分离为切入点,研究了花球的起源和进化过程,得到花球发育的遗传模式,认为 BoCAL-a 等位基因与离散花序的形态之间存在很强的相关性,并提出以 SSR 分子标记对花球形态品质进行检测的方法,为提高品质育种提供可行的方法。

此外,花球的食用品质与蔬菜细胞壁中果胶物质的含量有关,Femenia 等^[34]利用单克隆抗体 JIM5 和 JIM7 分别直接识别果胶多糖的低甲基酯化作用和高甲基酯化作用(即果胶多糖抗原决定

部), 该方法使花椰菜的食用品质可以识别。

在花椰菜生产中, 不结球或提早散球的现象常常发生, 对产量和品质的影响很大。赵升等^[25]对外源 *BoCAL* 基因对花椰菜花球形态发生的调节及遗传的研究发现: 不结球与 *BoCAL* 基因的突变有关, 而早散球与 *BoCAL* 基因的时空表达有关, 可以利用 *BoCAL* 基因调控花球发育的性状。一方面, 在甘蓝、青花菜等芸薹属蔬菜作物中导入该基因的反义基因, 通过抑制其内源的 *BoCAL* 基因表达来创造新型的种质。另一方面, 控制 *BoCAL* 基因的突变程度和表达水平, 可控制花球的发生时间和发育速度。

杨加付等^[36]采用包括基因型×环境互作效应的遗传模型, 对花椰菜营养品质性状进行了遗传研究。结果表明, 可溶性固形物含量、蛋白质含量、总糖含量和 Vc 含量等各营养品质性状除了主要受遗传主效应控制外, 还明显受到基因型×环境互作效应的影响, 狭义遗传率均较高, 其中以普通狭义遗传率为主。

3.3 遗传图谱的构建

迄今为止, 已经用分子标记构建遗传图谱的植物达 30 多种, 包括各种重要的农作物, 另外还有 30 多种植物的图谱正在建立之中, 有些植物的连锁图已趋饱和。饱和的连锁图为基因的精细定位和物理图谱的构建奠定了基础。目前, 天津科润蔬菜研究所利用 AFLP 和 NBS profiling 技术, 以花椰菜自交系“AD 白花”与高代自交不亲和系“C-8”杂交一代自交产生的 F₂ 分离群体为材料, 构建了第一个花椰菜遗传连锁图谱。该图谱由 234 个 AFLP 标记和 21 个 NBS 标记构成了 9 个连锁群, 总图距为 668.4 cM, 标记间平均距离为 2.9 cM。每个连锁群包含的位点数从 12 到 47 个, 相邻两标记之间的距离范围是 0~14.9 cM。NBS 标记分布在 8 个连锁群中。

4 展望

现代植物育种是以组织培养、分子克隆和分子标记三大生物技术同育种实践紧密渗透为特征的。组织培养技术已日趋成熟, 成为花椰菜常规育种的重要辅助手段。基因工程除在抗除草剂、抗病、抗虫等方面发挥巨大的作用外, 在创造新的雄性不育材料、充分利用杂种优势方面亦展现出诱

人的前景。

双子叶植物拟南芥基因组序列测定于 2000 年完成。拟南芥与花椰菜享有很高的基因组同源性, 因此可以充分利用对拟南芥基因组的研究中所积累和开发的基因和生物信息资源, 开展对花椰菜功能基因组研究, 可能大规模地发掘与重要农艺性状有关的功能基因及其调控序列, 极大地推动花椰菜的遗传改良。

目前, 花椰菜遗传连锁图已经构建成功, 但这只是一个框架图, 还需进一步增加标记的密度、得到饱和的连锁图谱, 为建立精细的物理图谱、克隆重要的农艺性状的基因提供可操作的平台。此外, 进一步利用已构建的遗传连锁图和分子标记技术可以进行以下几个工作:

(1) 辅助回交育种: 回交育种中需要解决的问题之一是连锁累赘。利用分子标记可能检测到在目的基因两侧各发生了一次交换的个体, 因而可以仅经过 2~3 次回交, 便可达到常规回交育种中回交 10 次也达不到的目的。

(2) 全基因组选择: 借助于饱和的分子标记连锁图, 可以对各预选单株的整个基因组组成进行分析。在此基础上选择出不仅具有多个目标性状, 且遗传基础最为理想的个体。

(3) 杂种优势分析和预测: 杂种优势来源于 DNA 的杂合性, 分子标记第一次提供了准确判断杂交组合 DNA 杂合性的手段, 从而也第一次有可能从 DNA 水平预测杂种优势。利用分子标记, 还可人工培育出在 DNA 序列的重要片段可能高度杂合的亲本, 从而配制出超优势 F₁ 的组合。

在任何育种过程中, 最耗时费力的阶段就是评价表现型了。最新发展起来的分子标记的技术将会在育种过程中改变这种状况。尽管它不能直接选育某些数量性状或把由基因编码的 DNA 序列介入到新的品种中, 但这些技术可用来研究植物发育的基本机制。有关花椰菜育种性状的遗传学知识将成为育种者在应用他们的育种材料时最有价值的信息。分子生物学和遗传学的进展已使人们可以在分子和细胞水平上研究十分复杂的生命现象。分子标记和相关技术在育种上的应用就是可以洞悉控制农艺性状的遗传机制。这些信息的获得可以应用到常规育种上。随着这些技术的改进, 分子标记及其相关技术可以做到快速筛选育种群体, 加快整个选择程序。

在国内外广泛引种的基础上,利用花粉花药培养、细胞融合、基因工程等生物技术,创新和丰富育种材料,建立遗传多样性的优良种质资源库,为开展专用型品种选育和满足不同市场需求的花椰菜品种选育奠定基础。在育种目标上应注重花椰菜新类型、新花色的选育,为“菜篮子工程”提供新品种。目前,花椰菜杂交育种,主要是通过选育自交不亲和系来实现,但繁殖亲本费工、成本较高且自交多代后退化问题严重,而且杂交种的纯度很难达到 100%。采用雄性不育系的方法配制杂种一代,能很好的解决上述问题,该方法已在大白菜、萝卜、甘蓝、油菜等十字花科蔬菜成功的应用。但在花椰菜上雄性不育系育种研究尚处起步阶段,今后随着研究的深入,花椰菜雄性不育新品种也将应用于生产。目前花椰菜育种目标多偏重于丰产性、抗病性及外观形状的选育,而对风味、营养品质、耐储运、适应性等重视不够。随着人们生活水平的提高,特别是我国加入 WTO 后,对蔬菜品质将越来越受到重视,同时为了适应农业种植结构调整和提高我国蔬菜在国际市场的竞争力,应加强优质、出口型花椰菜品种选育工作。

参考文献:

- [1]惠志明,刘凡,简元才,等.原生质体非对称融合法获得花椰菜与 ogura CMS 甘蓝型油菜种间杂种 [J]. 中国农业科学,2005,38(11):2372.
- [2]Hansen L N, Earle E D. Transfer of resistance to *Xanthomonas campestris* pv *campestris* into *Brassica oleracea* L. by protoplast fusion [J]. *Theor Appl Genet*, 1995, 91(8): 1293—1300.
- [3]Kao H M, Keller W A, Gleddie S, et al. Synthesis of *Brassica oleracea*/*Brassica napus* somatic hybrid plants with novel organelle DNA compositions [J]. *Theor Appl Genet*, 1992, 83(3): 313—320.
- [4]Stephen A Y, Laurie A B, Richard P et al. The transfer of "Poli-ma" cytoplasmic male sterility from oilseed rape (*Brassica napus*) to broccoli (*B. oleracea*) by protoplast fusion [J]. *Plant cell report*, 1990, 9(4): 185—188.
- [5]Christey M C, Makaroff C A, Earle E D. Atrazine-resistant cytoplasmic male-sterile-nigra broccoli obtained by protoplast fusion between cytoplasmic male-sterile *Brassica oleracea* and atrazine-resistant *Brassica campestris* [J]. *Theor Appl Genet*, 1991, 83(2): 201—208.
- [6]Conner A J, Christey M C. A seed treatment for eliminating non-hybrid plants when using atrazine resistance as a genetic marker for hybrid seed production [J]. *Annals of Botany*, 1997, 80: 561—564.
- [7]Zhou Z, Weeden N F, Dickson M H. The expression of a resistant gene to black rot in progeny of the protoplast fusion broccoli (*B. oleracea*) [J]. *Plant Cell Report*, 1997, 19: 109—110.
- [8]张晓芬,王晓武,张延国,等.花椰菜.游离小孢子培养再生植株研究 [J]. *中国蔬菜*, 2005(1): 16—17.
- [9]顾宏辉,唐桂香,张国庆,等.冬性花椰菜的小孢子胚诱导和植株再生研究 [J]. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2004, 30(1): 34—38.
- [10]Leroy X J, Leon K., Charles G, et al. Cauliflower somatic embryogenesis and analysis of regenerant stability by ISSRs [J]. *Plant Cell Reports*, 2000, 19: 1102—1107.
- [11]Leroy X J, Leon K, Chaumeil P, et al. Detection of in vitro culture-induced instability through inter-simple sequence repeat analysis [J]. *Theor Appl Genet*, 2001, 102: 885—891.
- [12]Ding L, Hu C, Wang P J. Development of insect-resistant transgenic cauliflower plants expressing the trypsin inhibitor gene isolated from local sweet potato [J]. *Plant Cell Reports*, 1998, 17: 854—860.
- [13]华学军. 苏芸金杆菌杀虫基因在花椰菜愈伤组织的整合与表达 [J]. *中国农业科学*, 1992, 25(4): 82—87.
- [14]蔡荣旗,孙德岭,赵前程,等.根瘤农杆菌介导 Bt 杀虫基因对花椰菜的转化初报 [J]. *天津农业科学*, 2000, 6(4): 9—12.
- [15]徐淑平,卫志明,黄建秋,等.根瘤农杆菌介导 Bt 基因和 CpTI 基因对花椰菜的转化 [J]. *植物生理与分子生物学报*, 2002, 28(3): 193—199.
- [16]Radchuk V V, Ryschka U, Schumann C, et al. Genetic transformation of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) by direct DNA uptake into mesophyll protoplasts [J]. *Physiologia Plantarum*, 2002, 114: 429—438.
- [17]吕玲玲,雷建军,宋明,等.豇豆胰蛋白酶抑制剂基因转化花椰菜的研究 [J]. *华南农业大学学报*, 2004, 25(3): 78—82.
- [18]Huang Ke, Cao Jia-shu, Yu Xiao-lin, et al. Plant Male Sterility Induced by Anti-Gene CYP86MF in *Brassica oleracea* var. *italica* [J]. *Agricultural Sciences in China*, 2005, 4(11): 806—810.
- [19]Bhalla P L, Smith N. Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation of cauliflower, *Brassica oleracea* var. *botrytis* [J]. *Molecular breeding*, 1998, 4(6): 531—541.
- [20]Henzi M X, Christey M C, McNeil D L, et al. Agrobacterium rhizogenes-mediated transformation of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) with an antisense 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase gene [J]. *Plant Science*, 1999, 143(1): 55—6221.
- [21]Botstein D, White R L, Skolnick M, et al. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms [J]. *Am J Hum Genes*, 1980, 32: 314.
- [22]Saiki R K, Scharf S, Faloona F, et al. Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia [J]. *Science*, 1985, 230: 1350.
- [23]Bornet B, Muller C, Paulus F, Branchard M. Highly informative nature of inter simple sequence repeat (ISSR) sequences amplified using tri- and tetra-nucleotide primers from DNA of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) [J]. *Genome*, 2002, 45(5): 890—896.
- [24]黄聪丽,李传勇,潘爱民,等.花椰菜自交不亲和性的 RAPD 分析 [J]. *福建农业学报*, 2001, 16(4): 58—61.
- [25]宋丽娜,张赛群,张丽芳,等.花椰菜自交不亲和性的分子标记研究 [J]. *厦门大学学报(自然科学版)*, 2005, 44(1): 140—143.
- [26]张峰,宋文芹,李凌,等.花椰菜甘蓝黑腐病近等基因系 AFLP

- 银染性状连锁分子标记[J].南开大学学报(自然科学版), 1999, 32(3): 177—181.
- [27]李凌, 宋文芹, 毛英伟, 等.用 cDNA-AFLP 银染技术研究与花椰菜花色相关的基因[J].南开大学学报(自然科学版), 2000, 33(4): 33—36.
- [28]孙德岭, 赵前程, 宋文芹, 等.花椰菜类蔬菜自交系基因组间亲缘关系的 AFLP 分析[J].园艺学报, 2002, 29(1): 72—74.
- [29] Tonguc M, Griffiths P D. Genetic relationships of *Brassica* vegetables determined using database derived simple sequence repeats[J]. Euphytica, 2004, 137: 193—201.
- [30] Kempin S A, Savidge B, Yanofsky M F. Molecular basis of the cauliflower phenotype in *Arabidopsis* [J]. Science, 1995, 27(267): 522—525.
- [31] Purugganan M D, Boyles A L, Suddith J I. Variation and selection at the CAULIFLOWER floral homeotic gene accompanying the evolution of domesticated *Brassica oleracea* [J]. Genetics, 2000, 155(2): 855—62.
- [32] Thorup-Kristensen K, Riki van den Boogaard. Temporal and spatial root development of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) [J]. Plant and Soil, 1998, 201: 37—47.
- [33] Smith L B, Graham J K. The distribution of BoCAL—a alleles in *Brassica oleracea* is consistent with a genetic model for curd development and domestication of the cauliflower [J]. Molecular Breeding, 2000(6): 603—613.
- [34] Femenia A, Carosi P, Roberts K, et al. Tissue-related changes in methyl-esterification of pectic polysaccharides in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) stems [J]. Planta, 1998, 205: 438—444.
- [35] 赵升, 曹文广, 刘平林, 等. 外源 BoCAL 基因对花椰菜花球形态发生的调节及其遗传 [J]. 实验生物学报, 2003, 36(4): 259—263.
- [36] 杨加付, 饶立兵, 顾宏辉. 花椰菜营养品质性状的遗传效应分析 [J]. 浙江农业科学, 2005(4): 252—254.

2008 全国特产食品产业论坛暨专家、企业家联谊大会

时间地点: 2008 年 1 月 20 日报到, 21~22 日开会 吉林省宾馆

大会主题: 交流激发创新, 合作促进发展

大会内容:

特产食品产业论坛——邀请业内知名专家、企业家, 就特产食品的市场与产品研发进行专题演讲。

专家、企业家联谊会——与会专家和企业家, 就特产食品科研成果转化、专业人才培养、特产食品加工生产与市场开发进行互动交流, 增进友谊, 建立产、学、研交流合作机制。

成果推介会——推介科研单位、大专院校的科研、教学成果, 特产食品加工新工艺、新设备、新产品、企业管理与市场营销新模式。

会后组织参观考察。

编发《特产食品开发文集》3000 册, 定向发送到全国业内企业、政府部门、科研单位、大专院校。大会向全国征集特产食品产品研发与市场开发专业论文, 内容范围: 六米(粳米、籼米、爆裂玉米、鲜食玉米、小米、高粱米), 三麦(燕麦、荞麦、大麦), 六豆(红小豆、绿豆、芸豆、花腰豆、蚕豆、菜豆), 薯类(马铃薯、红薯、木薯、山药、魔芋), 三椒(辣椒、胡椒、花椒), 三辣(葱、蒜、姜), 特色畜禽产品(鸭、鹅、羊、兔), 特色果蔬(胡萝卜、番茄、猕猴桃), 森林食品药材(林蛙、浆果干果、山野菜、药食用菌、人参、鹿、蜂、蚕、竹笋、茶、矿泉水、森林药材)。

投稿要求: 数据准确, 实用性强, 8000 字以内, 发表时间不超过一年。

参会人员范围: 全国各省农科院主管院长、农特产品(食品)加工研究所所长; 农业大专院校主管校长、食品学院院长; 农产品加工企业总经理、研发(营销)部经理。

参会须知

一、会议费(含会务费、资料费), 1 月 1 日前交款 800 元/人, 1 月 1 日后交款 1000 元/人。大会统一安排食宿, 就餐免费, 住宿费自理。参会代表参加成果推介会免展位费。

二、大会印制 B5 规格彩色邀请函 6000 份, 定向邮寄到全国业内企业、机构, 邀请函广告 5500 元。《特产食品开发文集》彩色内页 1500 元/页, 黑白内页 1000 元/页。

三、大会诚征承办单位、相关赞助, 详情来电咨询。

主办单位: 教育部食品科学与工程专业教学指导委员会 中国特产食品网 吉林省农特产品加工协会
大会组委会秘书处:

电话: 0431—87835764 88820646 传真: 0431—87835765

联系人: 赵玉敏 刘长顺 E-mail: ntcpgj@126.com

地址: 长春市西安大路 5333 号吉大军需科技学院一楼吉林省农特产品加工协会 邮编: 130062