

植物转基因育种概述

李志翔 (云南师范大学生命科学学院 云南昆明 650092)

为了培育高产、优质、抗逆性强的作物新品种,需将一种植物的优良遗传性状转移到另一种植物体中。若采用传统的杂交育种法进行随机筛选或通过组织培养、理化诱变、细胞融合等方法定向筛选优良性状培育新品种,其盲目性较大,筛选效率低,又有明显的种属界限而产生一定的生殖障碍,成功率不高。目前发展起来的植物基因工程技术则能有效地解决上述难题。通过特定目的基因的定向转移,其遗传变异频率比自发突变高出 $10^3 \sim 10^4$ 倍,选择效率高,大大地避免了盲目性;又由于基因来源广泛,打破了种属界限,可以克服杂交育种过程中的生殖障碍,成功率提高。因此,植物基因工程技术已成为作物遗传育种的有效新途径,倍受重视。通过基因工程技术定向转移基因后获得的植物,称为转基因植物。

自 1983 年世界上首次成功获得第一株转基因植物以来,植物基因工程技术已广泛应用于作物品质改良、抗病性、抗虫性、抗病毒性、抗除草剂、杂种优势的利用等方面。迄今,全世界至少有 300 多种基因(性状)用于转化植物、微生物和动物。许多转基因产品已陆续投放全球市场,经济效益显著。

1 抗病毒转基因植物

植物病毒病是我国农业生产上最主要的病害之一,对我国的粮食作物、经济作物及果树蔬菜均造成严重危害,经济损失巨大,但迄今缺少有效的化学防治方法。目前人们已经可以通过植物基因工程技术,获得抗病毒转基因植物,以控制植物病毒的危害。其原理是:

一是利用植物生物技术,将病毒外壳蛋白基因或卫星 RNA 基因转入到植物基因组中,并获得转基因植株。这些植株叶片细胞中就会有病毒外壳蛋白或卫星 RNA 的表达和积累,就能够抑制相应的侵染病毒的 RNA 复制,从而可以减弱病毒病的症状或推迟病毒病发生时间,即具有一定的抗病毒能力。二是将病毒的反义 RNA 的相应 DNA 序列重组到植物的基因组里,使其合成反义的 RNA。当植物被相应的病毒感染时,病毒的 mRNA 就可能与植物细胞中合成、积累的病毒反义 RNA 结合而无法反向复制和转录,从而

控制病毒对植物的危害。

1.1 抗烟草花叶病毒的转基因植物

烟草花叶病毒(TMV)是一种 RNA 病毒,由单链 RNA 及外壳蛋白组成。研究证明,TMV 侵染植物后,其外壳蛋白具有抑制新侵染相应病毒释放 mRNA 的作用。目前已成功地将 TMV 外壳蛋白基因转入到烟草细胞中,表达了病毒蛋白并对该病毒产生了抗性。

1.2 抗黄瓜花叶病毒转基因植物

黄瓜花叶病毒(CMV)对农作物危害极为严重,可侵染十多种植物。目前人们已成功地将 CMV 的卫星 RNA 基因转入到烟草、辣椒、甜瓜、番茄和矮牵牛等植物中,在植物体内合成、累积的卫星 RNA,可以抑制相应的病毒 RNA 的复制,能显著减轻病毒的危害。

此外,人们还培育出了抗苜蓿花叶病毒(AMV)、抗烟草环斑病毒(TobRV)的转基因植物;抗病毒效应都非常显著。

2 抗虫转基因植物

农业生产上传统的防治害虫方法,主要是化学药剂防治,有较好的效果,但污染环境。另外,人们利用苏云金芽孢杆菌(Bt)毒蛋白制剂对害虫进行生物防治,有一定的效果,但不稳定。现在人们采用植物基因工程技术将抗虫基因转到作物中,获得抗虫的转基因植物,抗虫效果显著。目前转移的抗虫基因主要是从苏云金芽孢杆菌中分离出来的毒蛋白基因,这些毒蛋白具有很强的杀虫专一性,对部分有益昆虫、动物及人类没有毒害作用。其次是蛋白酶抑制剂基因,其杀虫谱比较广泛。

2.1 转 Bt 毒蛋白基因植物

Bt 毒蛋白是 Bt 在形成芽孢时产生的一种蛋白质,可特异性地杀死鳞翅目昆虫。这是因为它在昆虫消化道内的碱性条件下,降解成为活性多肽并造成昆虫消化道损伤,从而导致昆虫死亡。人们已经克隆了编码这些毒蛋白的基因,用基因重组技术构建后,转入到作物细胞基因组中,迄今已获得了抗虫的转基因烟草、转基因棉花、转基因水稻等作物新品种。然而 Bt 毒蛋白杀虫谱较窄,而 Bt 以色列变种毒蛋白则具有抗同翅目昆虫的作用。最近,德国科学家还分离出

了抗鞘翅目昆虫 Bt 变株,从而扩展了毒蛋白基因的应用范围。我国的转基因抗虫棉的研究和开发进展迅速,是继美国之后具有自主知识产权的第二个国家,已审定 10 多个品种,累计推广种植面积达数百万公顷,大大减少了化学农药使用量和农药中毒事故及环境污染,产生了良好的社会效应、经济效应和生态效应,同时还带动了抗虫转基因水稻、玉米、杨树等生物技术产品的研究和开发。

2.2 转蛋白酶抑制剂基因植物

近些年来,人们还从植物体内分离出了一种防御害虫危害的蛋白酶抑制剂——豇豆胰蛋白酶抑制剂(CpTI)的基因,其表达产物被昆虫吞食后,CpTI 就会抑制昆虫的消化酶,使其不能分解植物蛋白,从而影响昆虫对作物的消化吸收,最终导致其死亡。目前,CpTI 蛋白基因已被成功地转入烟草,并使转化植株获得了抗鳞翅目、鞘翅目害虫的能力,几乎对所有的害虫都有效,而对人、畜无害。国内育种工作者将经过改造的 CpTI 蛋白基因导入三系杂交稻恢复系,表现出对水稻害虫的明显抗性。因此,CpTI 比 Bt 毒蛋白的杀虫谱要广,更有应用价值。目前应用较多、抗虫能力较好的植物蛋白酶抑制剂基因还有水稻疏基蛋白酶抑制剂基因和马铃薯蛋白酶抑制剂基因等。

3 抗真菌、细菌转基因植物

真菌、细菌引起的植物病害,对农作物的产量、品质的危害是非常严重的。人们已开始从化学防治植物病害转向了抗病基因工程的研究。目前已从植物材料中克隆到越来越多的优良抗病基因,如玉米抗圆斑病基因、番茄抗叶霉病基因、水稻抗白叶枯病基因等。其中,水稻抗白叶枯病的基因 Xa-21 已成功地转入水稻栽培品种中,配制了数十个抗白叶枯病杂交水稻新组合,抗性良好,正在全国推广。真菌细胞壁中的几丁质可被几丁质酶所降解。美国科学家已从灵杆菌中分离出几丁质酶基因并转入了烟草、番茄、马铃薯和莴苣中,并表达了抗真菌感染的能力。国内育种工作者将近源野生簇毛麦的抗白粉病基因导入优质小麦品种中,育成了抗白粉病的小麦新品种扬麦 10 号、扬麦 11 号,已推广数十万公顷。

4 抗除草剂转基因植物

在现代化农业生产中,应用化学除草剂除草是极其重要的。然而,除草剂伤害农作物的现象时有发生。因此,在继续推广使用除草剂时,人们就希望农作物能具有抗除草剂的能力。现在利用植物基因工程技术,培育出了抗除草剂的转基因植物。

抗除草剂转基因植物的作用机制可以概括为以下几个方面:能编码分解除草剂的酶;抑制植物对除草剂的吸收;抑制除草剂对敏感的靶酶的破坏或扩增

会被除草剂破坏的酶。

4.1 抗草甘膦的转基因作物

草甘膦是一种广谱除草剂,已得到广泛的应用,但易伤害农作物。目前,已采用基因工程技术将抗草甘膦基因转入到烟草中,转化植株获得了抗草甘膦的能力。

4.2 抗膦丝菌素转基因植物

膦丝菌素(PPT)是一种非选择性的除草剂,是植物谷氨酰胺合成酶(GS)的抑制剂。PPT 通过抑制 GS 的酶活性,引起植物体内氨的迅速积累,发生氨中毒,导致植物死亡。现在已从一种链霉菌中分离得到抗二丙膦(含有 PPT 的三肽)的 bar 基因,该基因编码的产物 PAT,在转基因烟草、棉花、马铃薯和番茄的细胞内得到了表达,PAT 通过对 PPT 和抗二丙膦的乙酰化,而使其失去了抑制 GS 活性的能力,使得转基因植物都获得了对除草剂 PPT 的抗性,而且抗性都能遗传给下一代。

5 耐储藏转基因番茄

番茄是世界上最主要的蔬菜之一,栽培面积大,产量高,营养丰富,但在番茄果实采收后,在运输和储藏过程中损失很严重,在一些国家,损失率高达 40%~60%。1984 年,美国利用植物基因工程技术在世界上首次培育成耐储藏的转基因番茄,其货架期长达 152 d,年销售量达 3~5 亿美元。这种耐储藏番茄是利用番茄果皮细胞壁中分解果胶的多聚半乳糖醛酸酶的基因的反义基因而育成的。该转基因番茄品种果实成熟缓慢,果实中的营养成分、品质、风味与基因转化之前的品种是一样的,而果实硬度增大,软化缓慢,耐储藏,加工性能好。在国内,华中农业大学叶志彪等人利用番茄果实成熟酶基因,即乙烯形成酶基因进行了基因的克隆、反向亚克隆和遗传转化工作,育成了乙烯形成酶反义转基因番茄品系。由于这些反义基因降低了乙烯形成酶蛋白的生成量,酶的活性降低,导致促进果实成熟的乙烯释放量大大减少,从而达到了延缓番茄果实成熟的目的。研究人员再将转基因番茄品系与普通的番茄栽培优良品种杂交,便选出了耐储藏、产量高、品质好的杂种一代转基因番茄品种。它是我国第一个被批准进行商品化生产的转基因植物,安全性好,在室温(15℃~35℃)下储藏 56 d,好果率达 70%以上。

6 雄性不育的植物

植物雄性不育及杂种优势利用,已成为世界上粮食作物和经济作物提高产量、改良品质的一条重要途径。雄性不育植株在杂交育种上有着十分重要的位置,水稻专家袁隆平院士正是利用野败型雄性不育系,建立了水稻三系育种体系,大力发展杂交水稻,创

果实发育的来源

谢国富 (广东省汕头市潮阳实验学校 515100)

花开花落,似水流年,这原本是自然现象。花的盛开是一种美丽,凋谢也是一种美丽,只有凋谢了,新的生命才能诞生。那么传粉和受精后,花的哪些结构可能会凋谢?凋谢后变化最大的结构是什么?

当你品尝着形形色色营养丰富、香甜可口的果实时,可曾想过,你所食用的是植物的哪一部分发育而成的?

当传粉受精以后,花的花萼、花瓣和雄蕊等各部分逐渐枯萎脱落时,在雌蕊基部的子房中却正在“怀着”植物的下一代,随着“胎儿”一天天的发育长大,子房里的细胞不断分裂和增大体积,形成了果皮部分,包在子房里的胚珠发育着成为种子。因此,果实就是由果皮和种子共同构成的。

科学实验证明,雌蕊受粉以后,在胚珠发育成种子的过程中,发育着的种子里合成了大量的生长素,在这些生长素的作用下,子房发育成果实。是否所有的果实均是由子房发育而成呢?为什么教材中表述的是“一定浓度的生长素或其类似物能促进果实的发育”?

1 双受精和种子、果实的发育

被子植物具有独特的双受精现象,即 2 个精子分

别与卵细胞和极核结合,形成受精卵和受精极核。植物经开花、传粉和受精后,花的各部分都发生一系列的变化。现将受精后花或花序发育成果实和种子的过程综合如下。

2 果实的类型

平时所吃的苹果、香蕉、草莓、桔子、番茄等都是植物的果实。植物的果实种类繁多、千变万化,从不同方面可以划分出不同的类型。

2.1 分类的依据

果实的果皮由子房发育而成的,称为真果。除子房外,还有其他部分参加果皮组成的,如花被、花托以至花序轴,这类果实称为假果,如苹果、梨、石榴、瓜类、凤梨等。另外,根据果实是由单花或花序形成来划分,可分为单果、聚合果和复果三类。一朵花中如果只有一枚雌蕊,以后只形成一个果实的,称为单果,如花生、桃;如果一朵花中有许多离生雌蕊,以后每一雌蕊形成一个小果,相聚在同一花托之上,称为聚合果,如莲、草莓、悬钩子、玉兰等。如果果实是由整个花序发育而来的,花序也参与果实的组成部分,就称为聚花果,或称花序果,也称复果,如桑葚、凤梨、无花果、菠

造了世界奇迹。随着植物雄性不育研究的不断深入,研究技术也不断改进,产生可遗传的不育性状的技术方法很多,主要有:植物基因工程技术、远缘杂交核置换技术、组织培养技术、体细胞杂交(细胞融合)、体细胞诱变、辐射诱变技术等。目前,人们利用植物基因工程技术已经创造了一批不育系,其中最典型的例子是在油菜和烟草上的应用。研究工作者从一种芽孢杆菌中分离出一种 RNA 酶基因,该基因编码的酶可降解高等植物细胞内的 RNA,从而阻止蛋白质的生物合成,破坏细胞的生理功能。将 RNA 酶基因与一个只在花粉发育过程中绒毡层时期才能打开的启动子 TA29 连接构建重组子,通过 Ti 质粒和根癌农杆菌的方法转入油菜和烟草形成转基因植株后,转化植株在花粉发育过程中绒毡层时期 RNA 酶基因表达,其产物可降解花粉中的 RNA,导致花粉败育而成为雄性不育株。

利用植物基因工程技术创造雄性不育植株的另外一种方法是所谓的反义技术,即根据编码正常蛋白质的基因程序,设计与之相对应的能转录出反义 RNA 链的反义 DNA,将其转入植物细胞中后所产生的反义 RNA 链,就会根据碱基互补配对原理与 mRNA 链结合成双链,从而使正常的 mRNA 无法和核糖体结合,导致蛋白质生物合成受阻,而最终成为雄性不育株。国内外已在拟南芥、油菜、玉米等植物上创造出相应的雄性不育系,并得到了广泛的应用。

参考文献:

- [1] 利容千.生物工程概论[M].上海:华东师范大学出版社,2006.
- [2] 王联结.生物工程概论[M].北京:中国轻工业出版社,2002.
- [3] 刘中敏,林兴兵等.现代应用生物技术[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [4] 刘佳佳,曹福祥.生物技术原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2004.