

# 我国植物分子育种的研究进展

Progress in Molecular Breeding in Plant in China

黄群策

(湘潭师范学院生物系, 副教授 湘潭 411201)

国内外植物育种的历史已经证实,新的育种方法的采用和新的育种途径的探索成功将会提高植物育种的效果,给植物育种带来一场深刻的革命。1994年5月28日至31日在湖南长沙召开了第三届全国植物分子育种学术讨论会,这标志着我国70年代初首创的植物分子育种新途径的探索已经发展到一个新的历史阶段,由此将会给我国植物育种带来新的活力,为物种间和属间甚至科间远缘遗传物质的导入和交换,进而为快速培育高产、多抗和优质的新品种提供有效的育种途径。可望产生出巨大的社会效益和经济效益。

## 一、植物分子育种的简史

分子生物学的深入研究促进了植物基因工程技术的兴起,带动了植物分子育种新途径的探索。植物基因工程是一项比较复杂的高新技术,需要投入专门的高级科技人才、现代化的仪器设备和大量的资金,因而只有少数实力雄厚的重点实验室才能开展植物基因工程的研究工作。我国分子生物学家周光宇教授根据国内外分子生物学的研究成果,于1974年首次明确提出假说,认为在植物远缘杂交后代的细胞中存在着异源DNA的杂交片段,这种杂交片段将会使其产生新的遗传性变异。随后,开创了将外源DNA直接导入受体植物细胞,进而获得新的遗传性变异后代,由此培育植物新品种的育种途径,即植物分子育种的新途径。周光宇等在1978年首先开展了在棉花授粉后通过花粉管通道法直接导入异源DNA的探索性试验,将海岛棉的DNA导入陆地棉细胞中,由此引起陆地棉发生性状变异,进而成功地筛选出抗枯萎病的转基因陆地棉新品种“3118”和“湘棉12号”等。随后,陈善葆(1986年,1987年)、陈启锋(1987年)、段晓岚(1987年)、季慧强(1988年)、朱秀英(1988年)和万文举(1990年)等采用浸渍吸收和离体培养等导入法,先后开始了将外源DNA直接导入水稻细胞的试验研究,

选育出一大批水稻新种质和新品种,由此促进了植物分子育种的进一步发展。

1988年5月来自全国49个单位的78位代表参加了在山东召开的第一届全国分子育种学术讨论会。当时,全国有16个省(市)的30个实验室在稻、麦、棉、大豆、花生、蔬菜和果木等方面开展了植物分子育种的研究,培育出一大批转基因新品系和新种质,进一步改进了外源DNA的导入技术。1991年12月全国100个单位的169位代表参加了在上海召开的第二届全国植物分子育种学术讨论会。这时,外源DNA的导入技术更加完善,育种家们借助于这一新的育种途径在许多作物中获得了广泛的变异类型。1994年5月来自全国的180位代表参加了在长沙召开的第三届全国植物分子育种学术讨论会,这标志着我国植物分子育种的研究已经达到了一定的深度和广度,将外源DNA(基因)导入受体植物细胞的方法作为一项适合我国国情的高新技术已经显示出其优越性。

## 二、植物分子育种的研究进展

### 1. 植物分子育种的特点

我国育种学家对水稻、小麦、大麦、棉花、高粱、大豆、马铃薯、蚕豆等作物长达20年的探索后掌握了植物分子育种如下一些特点:

第一,操作简单。基因工程技术自50年代初使用以来,在作物育种中的应用进展缓慢,主要原因是难以找到理想的目的基因,因为作物的主要经济性状一般是数量性状,这些性状受微效多基因控制,难于识别和分离。此外,在通过基因工程改造作物的过程中很难找到合适的基因载体。我国的植物分子育种以异源DNA片段有可能在受体植物细胞内形成部分杂交片段的假说为基础,通过适当的导入方法很容易将供体的总DNA导入受体细胞内,由此引起受体发生遗传性变异,为育种家提供丰富的遗传变异资源,因而是简单易行的育种新途径。

第二,变异范围广。周光宇、陈启锋和黄骏麒等认为,异源DNA导入受体细胞后,由于供体与受体的异源遗传物质的相互作用,其中包括DNA片段的插入、整合、调控和启动等,会引起受体产生多种多样的遗传性变异。受体所产生的遗传性变异涉及到作物的各类质量性状和数量性状,其中包括植株的形态变异、生长发育速度、生理生化特性、抗病虫能力、产量构成潜力和品质改良以及抗逆性等等。从受体的变异性状来看,一般在 $D_1$ 代出现变异性状,少数在 $D_2$ 代和 $D_3$ 代才出现变异性状。变异性状包括供体所特有的性状和双亲均没有的新性状。这些新性状在后代中能稳定遗传或继续发生性状分离。所以,通过DNA直接导入法能获得广泛的变异后代,为新品种的选育提供了丰富的物质基础。

第三,后代稳定快。通过远缘杂交所获得的杂种后代群体会发生“疯狂分离”,随后还需要经过8~10个世代的严格筛选才有可能培育出稳定的新品系。通过异源DNA直接导入法所获得的转基因植株后代群体一般只经过4~5个世代就能选育出带有远缘优良性状的新品系,由此可以缩短育种时间,提高育种效果。

## 2. 植物分子育种的研究对象不断扩大

自从周光宇等在70年代末将海岛棉的DNA导入陆地棉细胞内的探索性试验获得成功以来,我国植物分子育种的研究对象不断扩大。目前育种家们所利用的受体作物包括主要的大田粮油作物如水稻、大麦、小麦、马铃薯、大豆、蚕豆和花生等等,也包括蔬菜(如白菜、茄子、黄瓜和甜瓜等)和树木(如杨树)。育种家们所采用的供体涉及到品种间供体、种间、属间和科间等远缘供体。有的育种家甚至利用动物的总DNA对受体作物进行特殊处理,以获得优良的变异后代。从供体DNA的种类来看,有的利用总DNA的直接导入来获得转基因后代,有的向受体中直接导入含有目的基因的质粒载体而引起受体发生遗传性变异,还有的向受体细胞导入多种混合的异源DNA来获得广泛的变异类型。

## 3. 供体DNA的导入方法多种多样

目前我国植物分子育种的技术不断完善,受体植物接受外源DNA的部位因材料而异,供体DNA向受体的导入方法多种多样。受体接受外源DNA的部位有种子、幼苗、植株和生殖器官等等。供体DNA进入受体细胞的主要方法有4种:

第一,滴注引进法。利用特定仪器将外源DNA滴进受体细胞内或者采用微量注射器将外源DNA注入受体细胞内,其中包括花粉管通道法和穗颈注射法等。

第二,浸渍吸收法。将受体的种子、种芽、秧苗和幼穗等浸入含有外源DNA的溶液中,以期外源DNA能进入受体细胞内。

第三,离体培养法。根据组织培养技术,对受体的花粉粒和种胚细胞进行特殊培养,即在诱导培养基和分化培养基中加入适量的外源DNA,由此诱导外源DNA进入受体细胞内。

第四,射击穿入法。利用基因枪和电击法等将外源DNA直接导入受体细胞内。

## 4. 选育的作物新品种

据统计,在水稻、棉花、大豆、黄瓜和烟草等作物上通过异源DNA的直接导入之后,已经培育出一大批在生产上表现出一定增产潜力的新品种和新品系。

在水稻方面,由福建农业大学选育的金糯3号在试种过程中表现为米质优良,每公顷产量超过6000公斤。由广西农业科学院选育的桂 $D_1$ 号为迟熟糯稻,在广西南部可以早晚兼用,表现为高产、优质和抗逆性强,比受体亲本增产稻谷25.8%。由吉林通化市农业科学研究所筛选的“通31”和“通35”表现为抗病高产。每公顷稻谷产量可达9750~10500公斤。由中国农业科学院选育的829042表现为早熟矮秆、耐旱性强、抗病抗倒伏。由广东省农业科学院选育的黑粳品种米质优良,蛋白质含量高达13.75%。由湖南农业大学选育的遗传工程稻GER $_1$ 在试种过程中表现为分蘖力强、穗大粒多、结实率高、米质优良和田间抗性强,具有很大的增产潜力。在棉花方面所选育的新品种包括3118、4118、3049(江苏省农业科学院)、湘棉12号(湖南农业大学)和6072(河南省农业科学院),这些新品种在生产上已经创造出比较大的经济效益。除此之外, $D_{6704}$ (大豆)、长津(黄瓜)和金烟6号(烟草)等新品种在试种过程中也表现出一定的优点,具有比较大的增产潜力。

## 5. 基础性研究

近年来我国学者在进行转基因植物新品种的选育过程中对外源DNA直接导入受体细胞的有关技术问题进行了一些基础性研究。在DNA的提取技术(陈璋等,1990年;周光宇,1993年)、使用外源DNA的适宜浓度(朱秀英等,1988年;周光宇,1993年)、外源DNA的导入方法(周光宇,1993年;黄承彦等,1990年;季慧强等,1988年)、外源DNA导入的增效剂(张福泉等,1991年)、DNA溶液的防霉剂(赖来展,1991年)和对导入后代进行筛选的技术(陈启锋等,1991年)等方面进行了大量的探索性研究,由此积累了大量的研究资料和经验。

# 三、急待解决的问题

## 1. 外源DNA进入受体细胞及其效应

利用外源DNA直接导入农作物的细胞内,从而引起农作物发生遗传性变异,进而选育出新品种

的植物分子育种途径已被大量的研究结果所肯定,越来越多的育种家对这一育种新途径的探索发生了兴趣,但是,外源 DNA 是如何穿过植物细胞壁和细胞膜之后进入受体细胞,以及进入受体细胞之后如何进一步影响和改变受体的某些遗传特性则是值得进一步探索的理论问题。

## 2. 提高 DNA 直接导入的效果

关于外源 DNA 直接导入受体细胞的技术问题仍然有必要作进一步的探索。据研究,DNA 转化植株的诱导频率一般为 1~10%(周光宇,1993 年),最高可以达到 41.3%(段晓岚等,1985 年)。今后需要根据不同供体的特点,找出各种供体最适宜的 DNA 浓度;根据不同受体的特点,找出各受体最佳导入的生长发育状态,由此可望进一步提高 DNA 直接导入的效果。

## 3. 制订出完善的育种程序

随着我国植物分子育种的发展,迫切需要根据各作物特性和育种目标制订出完善的育种程序,其中包括供体选择、受体状态、外源 DNA 的导入方法、对分离后代的选择、对杂种群体的鉴定和对新品种推广应用的程序等方面,由此使这一新的育种

途径规范化。

## 4. 开展全国性科研大协作

植物分子育种是具有中国特色的有效的新育种途径,其育种技术和理论问题的研究正朝着更深层次和更广泛的范围发展,因而迫切需要开展全国性科研大协作,使各单位取长补短、协同攻关,以便更快地取得新的研究成果。全国性科研大协作的基本内容包括供体 DNA 资源、受体材料、转基因的中间材料、转基因的新品种和新种质的相互交换;各种 DNA 直接导入受体的技术和方法的相互交流;相互培训科研骨干人才和互派访问学者等等。

## 5. 培育早熟、多抗、优质、高产新品种

植物育种新途径的探索是为了更有效地培育出能满足生产需要和社会需求的新品种。通过植物分子育种途径,虽已培育出具有一定实用价值的 7 个水稻新品种,5 个棉花新品种,大豆、黄瓜和烟草各一个新品种(陈启锋等,1993 年),但是,还远远不能满足社会需求和生产需要。我国今后植物分子育种的目标之一就是根据农作物育种的现状,有效地培育出早熟、多抗、优质和高产的新品种,将我国植物育种提高到一个新水平。(责任编辑 刘先曙)

# 科技动态

## 及早开展特高压输电的前期科研

朱鸣海

(东北输变电设备公司)

我国电力系统于 80 年代初出现 500 千伏,预计 21 世纪第一个年代将出现兆伏级。以三峡水电站为枢纽形成全国统一大电网应是 21 世纪的大工程,交流特高压输电将扮演重要的角色。交流特高压输电在经济技术上有许多优点。一回 1 200 千伏输送 10 000 兆瓦的输电线可以代替 6 回 500 千伏线路;线路走廊节约用地;材料和劳动力的投资指标优于较低电压级;比直接输电方式灵活,允许中途分支抽取电能;限制系统短路流等。

特高压输电的研究大约需 15 年时间,为赶上 21 世纪第一个年代的需要,必须从现在起开展交流特高压输电和输变电设备的前期科研工作。

特高压输电前期科研大致应包括下列内容:

1. 输电方式和电压等级 要根据我国的能源开发的长远发展规划来论证;要研究交流特高压和直流输电的优缺点和应用范围,以及互相补充问题;在额定电压 500 千伏之上,结合国际上已出现的兆伏级电压来选择电压等级。

2. 绝缘问题 要及早确定特高电压等级的操作和雷电绝缘水平及绝缘配合方案,以利据此而研究各种电器的绝缘结构。

3. 环境问题 要研究特高压对生态的影响,以及电场强度对人、动物和植物在生理学方面产生的影响。这

些研究成果将会影响场强取值、铁塔的高度设计。

4. 线路和铁塔结构 和电线电缆、金具和绝缘子的前期研究工作互相配合,提出对线路和铁塔的技术参数和结构要求。

5. 变电站的结构形式和接线方式 要提出对变电站设备的主要技术参数要求,供制造部门作为开展设备前期科研的根据;制造部门对特高压输变电设备的前期研究成果,如可能的技术参数、外形尺寸和价格估算,再反馈给变电站结构研究单位,进一步进行变电站主接线、绝缘结构形式、占地面积和造价的比较,选择最佳方案。

6. 输变电设备 特高压设备的前期科研包括线路设备、变压器数设备、开关站设备。上述设备又可分为气体绝缘型和空气绝缘型。继电保护和测量可能不同于 500 千伏系统,也应适时进行研究。

7. 科研基地 科研基地是特高压科研的必要条件。特高压设备从科研到成果应用大概需 5~7 年时间,而特高压科研基地的建设周期也较长,至少还应提前于科研五年开始建设,最重要的科研基地包括特高电压绝缘式验场、强电流试验站、长期带电考核试验场。其中特高压绝缘试验场还要考虑制造厂出厂试验的需要。这些试验室应在国内有数的几家高电压强电流试验基地的基础上进行技术改造后建立。

特高压输变电设备的开发本应以特高压输电工程为依托,希望国家和电力部门抓紧落实特高压输电工程项目,但为了避免重蹈 500 千伏无前期科研的弊端,为了保证特高压设备的高可靠性,特高压的前期科研应提前于工程项目立项前若干年即着手进行。