

## 【生物技术】

# 农业生物技术研究及产业的现状 和我国发展策略的几点考虑

陈章良

(北京大学蛋白质工程及植物基因工程国家重点实验室 北京 100080)

农业生物技术包括动植物及微生物基因工程技术,组织培养技术,利用分子标记或其他分子手段选育新品种等。从80年代初美国科学家获得第一株转基因植物到现在的短短10多年时间内,农业生物技术的发展日新月异,大量的转基因植物(包括大多数农作物)进入了大田试验,有不少转基因工程作物被批准进入商品化生产,成为高新技术领域中进展最快的领域之一。可以预计在未来的20年内,随着转基因工程植株在大田的释放及推广,农业生产及其方式在很大程度上将有较大的改变。我国农业生物技术研究进展也很快,目前的总体水平居亚洲之首,在世界上也是中上水平;作为世界上人口最多,最大的农业生产国,如何进一步发展农业生物技术研究、推广农业生物技术成果、关注生物技术的安全性问题以及如何在农村培养有一定农业生物技术知识的技术推广人员,是我们将要遇到的主要挑战。本文将重点分析农作物基因工程的研究状况及发展策略。

## 1 国际农业生物技术发展的现状及趋势

随着抗病毒、抗虫、抗除草剂、雄性不育、改变品质等工程植物的大量出现,并且随着许多农作物基因组项目的开展,农业生物技术逐渐在全世界范围内形成了一个研究热点。农业生物技术研究主要集中在美国、加拿大和欧洲的一些发达国家以及南美和亚洲的一些国家。从1987年到1999年1月底为止,美国共批准了4779项基因工程农作物进入大田的试验[包括批准990项和通知备案(notification)3789项];其中仅1998年一年就批准了1077项。目前美国共在20757个地点进行了8863个大田试验。其他一些批准基因工程农作物进入大田试验最多的国家还包括加拿大、法国、英国、荷兰、比利时等;而阿根廷和中国也处于转基因农作物大田试验发展较快的国家

之列,大田试验增长十分迅速。从基因工程农作物大田试验的种类上看,试验次数最多的是抗除草剂类的基因工程作物1584次(约占26.6%);其次是抗虫类的工程作物1303次(约占21.9%);品质改良、抗病毒和抗真菌类的工程植株分别为1099次(18.4%)、890次(14.9%)和371次(6.2%)。从进入大田试验的基因工程农作物品种上看,已经进行大规模大田测试的农作物有玉米(43.1%)、马铃薯(10.5%)、番茄(9.4%)、大豆(9.3%)、棉花(6.2%)、瓜类(3.6%)、油菜(3.0%)、烟草(2.9%)、甜菜(1.6%);同时,进入中型规模大田试验的农作物有南瓜、水稻、小麦、杨树、苜蓿、黄瓜等;另外,还有葡萄、草莓、生菜、甘蔗、核桃、向日葵、苹果、大麦、甘蓝、花生等48种作物品种,已在进行小规模的大田试验。据统计,到1998年底,全世界的转基因作物种植面积已达到近2.8千万公顷。除此以外,目前已有多种基因工程农作物成为商品,进入市场;到1999年1月底,美国批准进入市场的基因工程农作物包括延迟成熟和增厚果皮的西红柿,抗虫的马铃薯,抗虫和抗除草剂的棉花,抗除草剂的大豆,抗虫、抗除草剂和雄性不育的玉米,提高了月桂酸油组成成分的油菜,抗病毒的南瓜和木瓜等。值得注意的是,参与农业生物技术研究的研究有各个国家的大学,但更多的是各种公司,包括许多农用化学药品公司和农业生物技术公司都参与了研究和应用开发。

## 2 我国农业生物技术研究的发展

在国家“六五”、“七五”、“八五”攻关项目和国家科委863高技术项目以及农业部生物技术项目和国家自然科学基金等相关机构的支持下,我国约有100多个实验室进行了一系列以主要农作物、经济作物为对象的生物技术试验,主要研究覆盖抗病毒、抗虫害、

改良作物品质以及分子育种等。总的来说,我国农业生物技术研究进展是非常迅速的,1997年共有55项转基因申请,农业生物基因工程安全委员会共批准环境释放31项,中间试验10项,商品化生产4项;到1998年,申请数已达到68项,最终批准环境释放10项,中间试验39项,商品化生产2项,转基因作物的种植面积已有6.6万多公顷,使我国成为世界上转基因作物推广面积最大的国家之一。

从1986年开始,我们克隆了TMV、CMV、PVX、PVY等病毒的中国株的外壳蛋白基因并把它们转入烟草、番茄和马铃薯,获得了抗病毒的转基因植株并进入大田试验;克隆了苏云金杆菌Bt毒素基因,构建了单价和双价两种载体,分别都转入了烟草和番茄;从多种植物中克隆了与花青素代谢有关的查尔酮合酶基因,并且利用该基因获得了改变花色的转基因矮牵牛;从水稻的萌发种子中分离纯化了一种具有抗真菌特性的蛋白,并且克隆到编码该蛋白的基因,该基因已被转入烟草和水稻,目前正在检测对真菌的抗性;克隆了与果实成熟相关的ACC合酶、乙烯合成酶等基因并将它们转入了烟草和番茄,获得了耐贮存的番茄果实;我们还与澳大利亚Deakin公司合作,人工合成了一个短的杀虫肽基因,并把该基因转入烟草,获得了抗虫植株;同时,我们还从多种细菌中筛选出了一些抗菌蛋白,对它们进行了分离、纯化和鉴定,基因工程的工作正在进行。

1989年,我们实验室开始在北京果林所进行了可控制范围内小规模转基因植物种植试验(0.27公顷),转基因植物包括抗病毒的烟草和番茄,获得了一些转基因作物种植的基本数据。1990年以后,我们又相继在北京、辽宁、河南、云南、海南、江苏和广东等10多个地区进行了中小规模的转基因作物大田试验。转基因作物包括抗病毒、抗虫和品种改良过的烟草、番茄和甜椒,获得了一系列的重要的研究数据。这些年的转基因作物种植大田实验的结果表明:①这些转基因植物中的外源基因在大田中的遗传表现是比较稳定的,虽然有少量外源基因丢失的情况,但绝大多数转入的基因能够稳定的遗传,这一特点对我们今后更大规模地推广转基因作物的种植无疑是有帮助的;②外源基因在转基因植物中表达稳定,植株后代经过六、七代的分离,抗性仍然保持稳定;③由于栽种转基因作物的农民自己留种并由此而产生后代分离的情况,需要建立起必要的、相关配套的栽培措施和方法,筛选纯合子,减少不必要的麻烦和损失。

到1998年年底,我国已批准了6项转基因植物

的商品化,其中我们实验室就占3个,包括1997年批准商品化的转查尔酮合酶基因矮牵牛(改变花色)和1998年批准商品化的转基因抗黄瓜花叶病毒的甜椒以及转基因抗黄瓜花叶病毒的番茄。预计今年在我国部分地区将有部分产品进入市场。除我们实验室以外,中国农科院生物技术中心郭三堆实验室获得的转Bt毒素的抗虫棉花也在河南等地进行了较大规模的大田试验,并且也已进入商品化生产,1998年的种植面积已达6.7千公顷,今年预计达6.7万公顷。今后几年我国将有更多的转基因作物进入市场。

值得注意的是,由于国外特别是美国及欧洲一些国家转基因技术发展迅速,目前,美国孟山都公司、杜邦公司和先锋公司,欧洲的Novartis公司、AgrEvo公司以及Zeneca公司等都已经或考虑进入中国市场。孟山都公司的抗虫棉1998年在河北等地已种植约6.7万公顷,今年将有几十万公顷的面积。除了抗虫棉以外,该公司还将在河北、东北等地大田种植抗虫或抗除草剂的转基因玉米或大豆。显然,中国巨大的农业市场对这些外国公司具有极大的吸引力。

### 3 关于发展我国农业生物技术产业的思考

我国是世界上人口最多的国家,并且人口的数量每年仍是上升的趋势,而全国可耕地的面积却没有上升,因此,如何有效地利用有限的耕地提供充足的食物是我国社会未来可持续发展的重要保证;而农业生物技术给农业的增产(无论是农作物还是畜牧业)都带来了新的希望。我国有丰富的物种资源,有大量富有组织培养经验的科研人员,如何发挥我们的优势,迅速把农业生物技术广泛地应用到农业增产中,这是我们目前首先需要解决的问题。

**3.1** 我国拥有强大的传统育种科研队伍,应该立即着手理顺关系,加快改革步伐,让获得转基因农作物的实验室和掌握RFLP技术的实验室以及与传统育种学家有机地结合起来,使农业生物技术成果迅速从实验室走向推广应用。

**3.2** 目前我国参与农业生物技术研究实验室除了农业部以外,各主要综合性大学、中国科学院不少研究所也都在农业生物技术方面做了大量的工作,因此,我们应进行体制改革,理顺机制,统一调配,加强国内各研究单位之间的密切合作,提高资源有效利用率,避免项目的低效重复,面对激烈的国际竞争,我们只有充分利用我国的资源,充分利用有限的资金,进行有机的、有效的合作,才能在竞争中立于不败之地。

3.3 政府部门应提供更多的资助,支持农业生物技术的研究。众所周知,从基因的克隆到转基因植物释放进入大田需要大量的资金。目前农业生物技术研究的主要资助来源于国家 863 高技术计划,但 863 高技术计划的覆盖面相对较窄,而且对于获得的成果的推广应用没有特定的经费支持,因此,需要更多的经费支持科研成果从实验室走向应用。

3.4 要迅速开拓农业生物技术研究新的研究资源,尽管我国的资源丰富,但到目前为止,农业生物技术研究中所用的目的基因、载体等都与国际上所用的基因和载体没有太大区别,我们自己的创新东西很少,这种局面将使我国农业生物技术的发展面临知识产权方面的严重挑战,孟山都公司的抗虫棉成功地进入我国就是对我国该领域的一次强烈竞争,我们很快就会在很多其他领域遇到类似的问题。因此,如何拥有自己的专利是今后我国农业生物技术研究待解决的一个问题。我们应该鼓励科研人员利用我国丰富的资源优势,大力创新,以期走出一条适合于我国农业生物技术发展的新路;同时,我们也应积极参与并扩大与孟山都公司、杜邦公司这样的国际大公司的合作,共同研究开发新的优良品种,在竞争中合作,也在合作中竞争。

3.5 人材培养问题。改革开放以后,我国政府向国外送出了大量的留学人员,这些留学人员当中有很多人现在都已成为很有作为的科学家,回国人员也已经在我国的农业生物技术研究发展中做出了一些贡献,但是,由于农业生物技术研究领域发展极其迅速,我们要注意吸收更多的留学人员回国参加祖国建设;同时更要注意对国内科研人员的人材培养,提供舞台,让

他们充分发挥自己的聪明才智。就目前我国农业生物技术研究发展的现状看,我们特别需要大量培养既懂得分子育种又懂得大田推广应用的科研人材。

总之,通过 10 多年的努力,我国农业生物技术领域与世界水平差得尚不远,只要我们抓住机会,奋起努力,是可以迎头赶上的,但如果我们现在不重视对农业生物技术领域研究和应用的投入,我们很快就会落后于世界发达国家;如果由外国来控制我国的转基因优良农作物品种的话,那么问题就可能相当严重。因此,各级领导应重视农业生物技术的研究和应用,也希望有关部门能够有效地组织力量,争取保持我国在组织培养方面的优势,充分利用我国丰富的物种资源,进一步创新,使我国的农业生物技术能够在世界上占有一席之地,为我国的农业生产发挥更加重要的作用。

#### 参 考 文 献

- 1 农业部基因工程安全管理办公室. 1998 年农业生物基因工程安全性评价申报审批结果. 生物技术通报, 1999, 15(1): 46-50.
- 2 陈章良主编. 植物基因工程研究. 北京, 北京大学出版社, 1993, p185-268.
- 3 Liang Xiaoyou, Zhu Yuxian, Mi Jingjiu and Chen Zhangliang. Production of virus resistant and insect tolerant transgenic tobacco plants. Plant Cell Reports. 1994, 14: 141-144.
- 4 邵莉, 李毅, 潘爱华等. 查尔酮合酶基因的克隆、全序列分析及在大肠杆菌中的高效表达. 生物工程学报, 1995, 11(2): 145-149.
- 5 谢明, 陈新, 瞿礼嘉等. 一种水稻蛋白酶抑制剂新基因的克隆及其结构分析. 植物学报, 1996, 38(6): 444-450.
- 6 曹晓风, 鲁治滨, 朱玉贤等. 番茄乙烯成酶基因的 cDNA 克隆及全序列测定. 科学通报, 1993, 38(20): 1907-1910.

## Current Status of Research on Agricultural Biotechnology and the Development Strategy in China

Chen Zhangliang

(National Laboratory of Protein Engineering and Plant Genetic Engineering, Beijing University, 100080)