

基因工程在未来农药工业中的位置

[关键词] 基因工程 农药工业 化学农药 [中图分类号] Q TQ

郑永权^{1,2} 姚建仁¹ 赵 静³ 董丰收¹
(农药化学及农药使用技术农业部重点开放实验室¹ 100094; 华中师范大学农药化学所² 430079; 北京化工大学³ 100029)

转基因生物的推出,标志着生命科学发展史上的又一次革命。正如联合国秘书长安南所说,“转基因生物的诞生是继‘绿色革命’之后的‘兰色革命’”。基因工程为21世纪粮食、环境、资源、医药、保健等重大社会与经济问题的有效解决,开辟了广阔前景。尽管目前的科学水平还不能对转基因生物尚存的一些“悬念”作出令人满意的科学解释,但转基因生物的发展势头已锐不可挡。

一、对转基因生物几个概念的认识

1. 转基因生物 (Transgenic Organisms) 是指通过基因枪等现代基因工程的技术手段,将一种或几种外源基因转移到原本不具有这些基因的生物体内,并使之有效表达,产生相应性状。由此而产生的新的生物称之为转基因生物^[1]。其中,提供外源基因的生物称之为供体生物 (Doner Organisms); 接受外源基因的生物称之为受体生物 (Recipient Organisms),对植物而言也称寄生植物 (Host Plant)。

2. 基因修饰生物 (Genetically Modified Organisms, GMOS) 是指通过应用现代生物技术对生物体本身的基因进行修饰而获得的特异性状的生物^[1]。也有人把它称为基因改良生物或遗传工程^[2]。

3. 重组 DNA 植物 (Recombinant DNA Plant) 是指一种植物的基因材料通过体外核酸技术,包括重组脱氧核糖核酸 (DNA) 向细胞或细胞器直接注入而获得的植物^[3]。

通常所说的转基因生物是一个广义的概念,可以是外源基因的导入,也可以是修饰生物体自身已有的基因或重组 DNA。即,凡是通过体外核酸技术改变遗传物质而获得的生物均可理解为转基因生物。

4. 转基因食品 (Genetically Modified Foods, GM Foods) 是指将转基因生物直接或作为原料制成的食品^[4]。在欧洲把转基因食品和迄今人们没有食用过的食品原料 (Food Ingredients) 统称之为新食品 (Novel Foods)。

二、转基因农业生物走向

现代生物技术打破了物种之间遗传物质转移交换的天然屏障,拓宽了基因来源,提供了从植物、动物、微生物中获得基因 (包括人工合成基因),并能在三者之间相互转移的技术平台。理论上的突破、技术上的创新,孕育出人们所期望的新品种。

1983 年第一批转基因植物 (烟草、马铃薯) 问世,1986 年首批转基因植物 (抗虫、抗除草剂) 被批准田间释放,1994 年首次批准转基因植物 (延熟蕃茄、抗除草剂作物等) 商品化生产。到 2000 年,全世界批准商品化生产的转基因植物品种已达 120 多种,仅美国就超过了 50 种。批准田间释放试验的转基因植物品牌在万例以上,其中美国占 3/5,居各国之首。这些含有转基因的新品系在田间试验中都表现出抗病、抗虫、抗除草剂和抗逆境的优良性状,有些还在品质营养、医疗保健、环境治理等方面显示了潜在功能^[5]。

由于抗病、抗虫、抗除草剂性状多由单基因控制,这就为转基因植物率先在植保领域应用提供了可能。据 1997 年经济合作与发展组织 (OECD) 统计,在申请田间释放试验的报告中,98.25% 为转基因植物,其中 80% 左右又为抗除草剂、抗菌、抗虫作物。根据 2000 年有关报道,申请转基因作物品牌最多的国家是美国、加拿大、法国、比利时、英国和日本,申请作物品牌最多的是玉米、油菜、马铃薯、番茄、棉花、烟草和大豆,播种面积最大的是大豆、玉米、棉花和油菜,分别为 2 580 万、1 030 万、53 万和 28 万公顷,占该作物播种面积的 36%、7%、16% 和 11%。基因表型播种面积最大的是抗除草剂作物 3 300 万公顷,以下是抗虫作物 800 万公顷、抗除草剂兼抗虫作物 300 万公顷。播种面积最大的国家是美国,3 030 万公顷,占全球转基因作物播种面积的 68.6%;阿根廷 1 000 万公顷,占 22.6%;加拿大 300 万公顷,占 6.8%;中国 50 万公顷占 1.1%;南非和澳大利亚各为 20 万公顷,分别占 0.5%。在美国转基因大豆和棉花的播种面积已超过该作物播种面积的 1/2,转基因玉米已超过 1/3。

目前世界上转基因作物的播种面积,已从 1996 年的 170 万公顷,突增到 2001 年的 5 260 万公顷,5 年内增长了 31 倍;交易额也从 1995 年的 0.75 亿美元,增长到 2000 年的 30 多亿美元,5 年内增长了 40 倍。据经济发展世界银行所属机构预测,转基因作物的交易额到 2005 年 60 亿,2010 年 200 亿美元;又据国际农业生物技术应用机构预测,2005 年达 80 亿,2010 年 280 亿美元^[6]。尽管专家预测数据存在差异,但对发展趋势的认同是毋庸置疑的。

辉煌前景的诱惑,高额利润的驱动,知识产权的争占,都促成了“基因大战”的揭幕。有远识的国家政府官员和跨国公司总裁为在新世纪抢占基因工程制高点、扩大研究成果,纷纷加大投入、引进人才。早在 1995 年美国用于生物技术的人均投入已达

71 000 美元,远高于医药的 56 000 美元和工业的 7 651 美元。各大公司也调整了投入比重,生物技术投入一般占研发经费的 20 %以上。兼并整合、调整方向已成为“基因大战”中克敌制胜的杀手锏。Syngenta 公司由 Novartis 公司农业部和 Astrazeneca 公司农化部于 2000 年合并而成,为目前世界上最大的种子子公司,已完成水稻基因的全部测序。Dupont 公司于 1999 年并购了 Pioneer Hi - Bred 和从属于 Hoechst AG 的 Horbests 农业部,已推出抗虫玉米和抗除草剂玉米、大豆、油菜等多种转基因作物。Monsanto 公

司本来就是世界上实力最强的生物技术研究中心,2000 年又与 Pharmacia Upjohn 合并,成立了 Pharmacia 公司,实现了强强联合(图 1)^[6]。兼并与收购的初潮始于 20 世纪 80 年代,1981 ~ 1985 年农业生物技术拟定的并购方案为 167 项,1991 ~ 1996 年达到 801 项。并购金额也逐年增加,1997 年为 12.37 亿美元,到了 1998 年达到 138 亿美元,进入 21 世纪后可能达到数百亿美元。由此可以窥见,如果说各大化学公司并购标志着农药工业发展的走向,那么生物技术的整合才是真正的内涵动向。

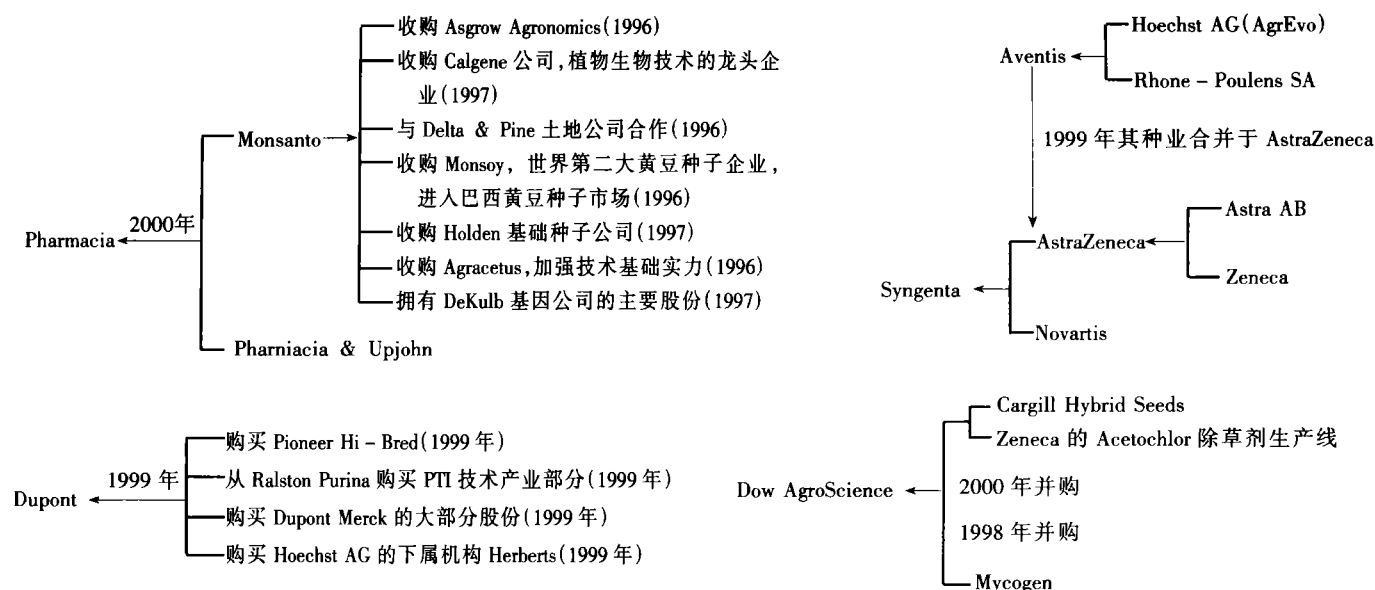


图 1 世界主要农药生物技术公司并购简况示意图

生物技术工作者和广大公众一样非常重视转基因生物及其制品的安全性。科研人员就转基因生物研究的内容、工作程序、评价方法等,向各国政府提出了申请,主动接受联合国粮农组织、世界卫生组织等机构的审查与监督,以取得国际社会的认可与支持。到目前为止,世界各国对转基因食品已进行 5 000 多次安全评价试验,其数量相当于迄今为止人们所作过的食品安全试验总数的 1/2。所有结果表明,已商品化的转基因作物和食品对人畜和环境无害。转基因食品已上市 6 年之久,品种在 4 000 以上,食用者达 2 亿人之多,还没有发现 1 例文献报道的事故^[7]。事实和实践正在解除公众对转基因生物及其制品安全的疑虑。就连由于政治、经济、宗教等原因反应最强烈的欧洲也在加紧转基因生物的研究,其中英国、法国已走在世界的前列。

回眸 20 年来基因工程的发展史,“基因大战”争夺的主要目标是抢占植物基因组研究的制高点。今天基因组学的概念已涵盖了结构基因组学 (Structural Genomics)、功能基因组学 (Functional Genomics) 和应用基因组学 (Application Genomics) 等多方面内容。它奋进的目标之一是提高抗逆能力、增加作物产量,Bt 抗虫棉就是其最成功的例子;目标之二,是储存保鲜、控制作物延熟,如不易腐烂的延熟番茄;目标之三,是提高营养、改善品质,如高含赖氨酸的大豆和富含人体必需氨基酸的玉米、菜豆

等;目标之四,是转入防病基因、免疫因子,提高保健免疫功能,如瑞士科学家培育的富含 β -胡萝卜素的“黄金水稻”和英、德、日学者合作培育的高含 β -胡萝卜素的番茄。 β -胡萝卜素在人体内可转化成维生素 A,这对因缺乏维生素 A 而导致癌症、心脏病和失明的人群是一项不医而治的拯救。抗乙肝基因已经转入番茄、避孕基因已经导入玉米,通过转移病原体抗原基因或药用基因到植物中使之表达,可在充分保障营养的同时,起到治疗和预防疾病的作用。

可以预言,在不久的将来,种植业可以不施或少施化肥,防病治虫可以不撒或少撒农药,盐碱地可以长出庄稼,热带作物可以移至寒带生长,沙漠可以变成绿洲,乃至牛肉味的马铃薯、猪肉味的大豆,将会端上你的餐桌。甚至只需吃 1 只番茄,就可以完成一项预防接种;吃 1 只馒头就可代替一剂药品,喝 1 碗玉米粥就可以有避孕功效。这也许真的应了“药疗不如食疗”、“药补不如食补”的古谚。

三、基因工程在未来农药工业中的位置

自 20 世纪 90 年代中期,化学农药呈现滑坡走势。原因是多方面的,其中不能排除基因工程对农药工业的冲击(表 1)^[8]。

表 1 转基因作物与创新农药的走势	
转基因植物开发	新农药创制
生物技术的进步,提供了基因可以在动物、植物、微生物之间转移,拓宽了基因来源,打破了界间隔离的屏障,实现了理论和技术上的双突破。	自动化电子信息技术的应用,提供了分子设计,自动合成、组合化学、微型筛选取得了一定进步。
研究经费投入占开发经费的20%左右,人均经费丰厚,吸引了大批高素质人才。	创制新农药的投入占销售额的10%左右,经费相对不足,造成人才分流。
转基因植物是在生物间的基因转移与生态环境形成自然融合,不受与环境兼容性的限制。	条件要求相对苛刻,必须具备高活性、高选择性、高安全性和高环境兼容性。
完成1个商品化转基因植物一般需要4~7年,耗资不足1亿美元。	完成1个新农药品种创制,一般需要8~10年,耗资1亿多美元。
一般害虫对转基因植物产生抗性需要6年,使用寿命可达8~10年,Bt棉就是例子。	一般害虫对连续使用的化学农药产生抗性的期限为4年,使用寿命6~7年,菊酯类杀虫剂就是如此。
转基因植物市场前景看好,引起了投资者的关注。	各大化学公司研究方向的调整,客观上造成了农药开发研究的自身萎缩。
国家政府、国际社会积极支持,政策宽松。	国家、企业支持不力,政策紧缩,形象受损。

1975~ 1995年化学农药呈现发展趋势,20年间销售额增长了2倍。从1996年开始滑坡,化学农药的销售额从1996年的292.22亿美元,下降到2000年的278.30亿美元(表2)^[9]。当然也有报道,同期内化学农药的销售额从306亿美元,下降到298.8亿美元。尽管二者报道的结果略有差异,但农药工业呈现负增长的走势完全一致。从表2可知,化学农药的销售额连续4年出现负增长,而转基因作物的交易额却急剧攀升。由于基因工程多半隶属于化学公司,通常所说的农药销售额是指化学农药与转基因生物销售额之和。从这个意义上讲,农药的销售每年仍保持1.2%的速度增长。如果以此增速推算,到2005年农药(含转基因作物)的销售额将达到323.27亿美元,2010年将达到343.24亿美元。据经济发展世界银行预测,到2005年转基因作物交易额将达到60亿美元,2010年达到200亿美元;届时化学农药的销售额将分别下降到263.37亿和143.24亿美元;同时转基因作物的交易额在农药销售额中的比率,也将升至18.55%和58.27%。换句话说,到2010年农药工业60%的份额将被基因工程占有,这显然不符合化学农药的真实走势,也不能代表基因工程在农药工业中的位置。因为化学农药虽然连续4年出现负增长,其平均增长率仅为-1.2%,但若以此增速推算,到2005和2010年化学农药的销售额仍然可达到262亿和246.65亿美元。由于转基因作物中有相当一部分的基因表型为延熟保鲜和品质改良的,真正属于抗病、抗虫的作物充其量也不过80%。换言之,在转基因作物交易额的60亿和200亿美元中,只有其中的80%(48亿和160亿美元)才会对农药工业产生影响。也就是说,到2005和2010年,农药工业(含转基因抗病、抗虫作物)的实际销售额将达到310亿和406.65亿美元,转基因作物在农药销售额中的比率也将分别为15.48%和39.35%。也许这才是基因工程在未来农药工业中的真实位置。

值得欣喜的是在化学农药市场相对疲软的同时,除草剂的销售异常兴旺,2000年的销售额高达

表 2 1996~ 2010 年化学农药与转基因作物销售动态与预测(亿美元)							
年份	化学农药		转基因作物		化学农药 + 基因作物		基因作物/ (化学农药 + 基因作物)
	金额	增长率 %	金额	增长率 %	金额	增长率 %	%
1996	292.22		2.35		294.57		0.80
1997	290.86	- 0.5	6.70	185.11	197.56	1.00	2.30
1998	289.95	- 0.3	16.40	144.78	306.35	2.95	5.66
1999	280.90	- 3.1	23.70	44.51	304.60	- 0.57	8.43
2000	278.30	- 0.9	30.00	26.58	308.30	1.21	10.78
均值		- 1.2				1.0	
2005*	263.37		60.00		323.37		18.55
2010	143.24		200.00		343.24		58.27
2005**	262.00		60.00 ×80% = 48.00		310.00		15.48
2010	246.65		200.00 ×80% = 160.00		406.65		39.35

* :化学农药和转基因作物销售额以每年增长 1.2 %推算;
 ** :化学农药的销售额每年以 - 1.2 %的增长速度推算

150 亿美元,约占化学农药销售额的50%。其中,草甘膦的销售额已从90年代的不足10亿美元,猛增到2000年的30亿美元。由于孟山都推出了抗草甘膦作物,1999年草甘膦的销售额达到24.8亿美元,占该公司农药总销售额的70%;2000年销售26.03亿美元,占67%。这一发展态势也奠定了1999年孟山都在销售额超过10亿美元的9家公司和2000年超过20亿美元的7家公司中,保持绝对增长优势。由此可见,基因工程既可以减少传统农药的用量,又可以推动新型农药工业发展,也许这是基因工程在未来农药工业中的又一位置。

在此需要特别指出,不管根据什么推算,都仅仅是预测,预测不等于实现。历史上就有教训,如1992年“世界环境与发展大会”曾经预测,到2000年生物农药的产量将占农药总产量的60%。事实上到2001年生物农药的销售额只占农药总销售额的0.52%。由于农业生态条件千变万化,有害生物受诸多因素的制约,具有长期性、突发性和复杂性的特点,加之转基因植物未必能控制整个生育期的病虫害(例如Bt棉对第二代棉铃虫防治效果甚佳,几乎达到了100%,而对三、四代棉铃虫防效逐渐降低,仍需化学农药防治),何况病、虫、草等有害生物本身就具有对其转基因抗性植物产生反抗性的自卫能力,尤其是转基因抗除草剂作物的大面积推广应用,势必造成同一种除草剂的反复大量使用,更容易诱发抗性的发展,甚至有可能导致“超级”抗性生物的出现。因此,有人称基因工程为“悬念工程”。外源基因的导入,可能产生人们期望的优良性状,也可能有意外效果的发生。如,转基因水稻虽然降低了谷蛋白的产生,却提高了醇溶谷蛋白的积累;转基因“黄金水稻”虽然提高了β-胡萝卜素的含量,却产生了大量叶黄素;转基因大豆虽然提高了赖氨酸的水平,却造成了产油量的降低。根据目前的科学技术水平,尚不能提供转基因生物对环境和人类“长远安全性”的证据,这种“悬念之谜”并未破解。例如:转基因生物是否会演化为有害生物?是否会引发新的环境问题?是否会出现不可预见的不利性状?这些疑虑的存在,也影响到转基因生物和转基因食品的发展。

至此,可以预见:在今后10年内转基因作物的

农业

农业科技园带动农业结构调整和农民增收的运行模式*

〔关键词〕 农业科技园 农业结构调整 农民增收 运行模式 〔中图分类号〕 S2

孙炜琳 蒋和平

(中国农业科学院农业经济研究所 北京 100081)

农业科技园是农业生产力和科学技术水平发展到一定阶段的产物,是农业经营机制的重要创新,是农业高新技术转化为现实生产力的平台。它以市场为导向、以科技为依托,突出地方特色,有效地带动了农业结构调整和农民增收。在农业科技园的建设和发展过程中,由于各地经济发展水平、农业生态类型、科技水平等的差异,各地采用了不同的运行模式。从理论分析和实践经验的角度出发,对这些模式进行分析,做出归纳和总结,必将有助于促进我国农业结构调整和农民增收;对于推动我国农业发展、解决我国的“三农”问题也具有重要的现实意义。

一、新兴模式及其主要特点

所谓新兴模式是指由政府、园区与科研教学单位、龙头企业、农户五方结合,带动农业与农村经济发展的模式。这种模式主要通过兴办与发展现代农业示范区的方式,调整农业生产布局,大力发展农业支柱产业与主导产品,不断创新管理机制,使农业经济效益、社会效益与生态效益同步增长。

1998年新兴县被国家科技部批准为“全国农业持续高效技术与示范项目区”,通过开发与应用高新技术、创新管理机制,在示范区建立了初具规模的六大农业商品基地(商品粮、肉鸡、肉猪、水

*2001年国家社会科学基金资助项目

推出与应用将继续扩展,基因工程在农药工业中的位置日见显要;估计到2010年转基因作物的交易额在农药(含转基因作物)销售额中可能达到30%左右。目前全球气候变暖、种植结构改变、转型栽培技术应用、优质品种扩大,使得病虫适生环境更趋复杂,更有利于病虫种群的繁衍增长,综合防治的形势依然严峻;特别是对突发性和侵入型病虫的防治,只有化学农药才能奏效。这就构成了转基因作物不可能绝对替代化学农药、化学农药依旧维持在小幅度范围内波动的基本走势。化学农药仍将是21世纪最方便、最廉价、最有效的植物保护神,70%左右的农药市场将依然由创新化学农药所主宰。

参考文献

- [1] 有关转基因食品的争论. <http://www.nerc-poultry.com/zcfg/004.htm>
- [2] Joint FAO/WHO food standard programme, consideration of proposed draft guideline for the conduct of safety assessment of foods derived from plants obtained through modern biotechnology at step 6, Chiba, Japan, 25-29 March 2001

产、水果、蔬菜),培植龙头企业,带动农业产业化发展;同时,充分利用高新技术,实现了资源可持续利用与经济高效、生产力提高与生态环境改善的有机统一,形成了立体生产、多元发展、综合经营、以养促种、种养结合、产加销一体化的农业发展新格局。

新兴模式主要有以下特点。

1. 落实示范区建设组织机构。示范区建设项目涉及多学科、多部门,为保证项目的顺利实施,在组织形式上,成立了示范区项目协调领导小组,负责项目总体规划、组织协调、资金配套、宏观指导及重大决策。同时组建由多学科专家组成的专家组,负责示范项目设计、咨询和实施指导,从技术上保障示范区的研究与示范项目按时、保质、保量地完成。

2. 在政府资金上给予倾斜、扶持,确立建设重点,制定指导措施。一是政策配套。在示范区建设中,政府坚持政策倾斜、资金扶持、措施优惠,对示范区项目实行优先安排、优先立项,简化程序,减免有关收费,解决“三通一平”。二是资金扶持。新兴县政府加大对示范区的资金投入,采取多渠道、多形式、多层次筹措资金,累计投入资金2.4亿元,有效地推动了示范区的建设。三是确立示范区建设的重点和指导措施,突出以资源环境的培育利用,制度的创新和关键技术的引进、消化、吸收和创新为重点,着重解决结构调整和农民增收的核心问题。

3. 大力培植龙头企业,实施农业产业化经营。示范区瞄准21世纪农业发展趋势,按照“技术优先、

[3] Joint FAO/WHO food standard programme, consideration of proposed draft guideline for the conduct of safety assessment of foods derived from plants obtained through modern biotechnology at step 4, Chiba, Japan, 25-29 March 2001

[4] Joint FAO/WHO food standards programme, Matters referred to the task force by other codex committees matters arising from the 47th session of the executive committee, new work proposals at step 1 of the procedure. Annex2. Chiba, Japan, 25-29 March 2001

[5] 彭于发,等. 转基因植物安全管理的现状分析与对策建议. 中国农业科学, 2001(34,增刊): 70-73

[6] 朱祯. 农业生物技术产业化发展状况及趋势. 中国农业科学, 2001(34,增刊): 61-67

[7] 刘石. 生物技术——我们明天的共同事业, 中国农业科学, 2001(34,增刊): 74-75

[8] 姚建仁,等. 生物工程对农药工业的挑战, 科技导报, 1999(7): 21-24

[9] 吴霞,张一宾. 2000年世界农药市场概况及2001年世界农药市场展望, 世界农药, 2001, 23(5): 1-7

(责任编辑 邱夜明)