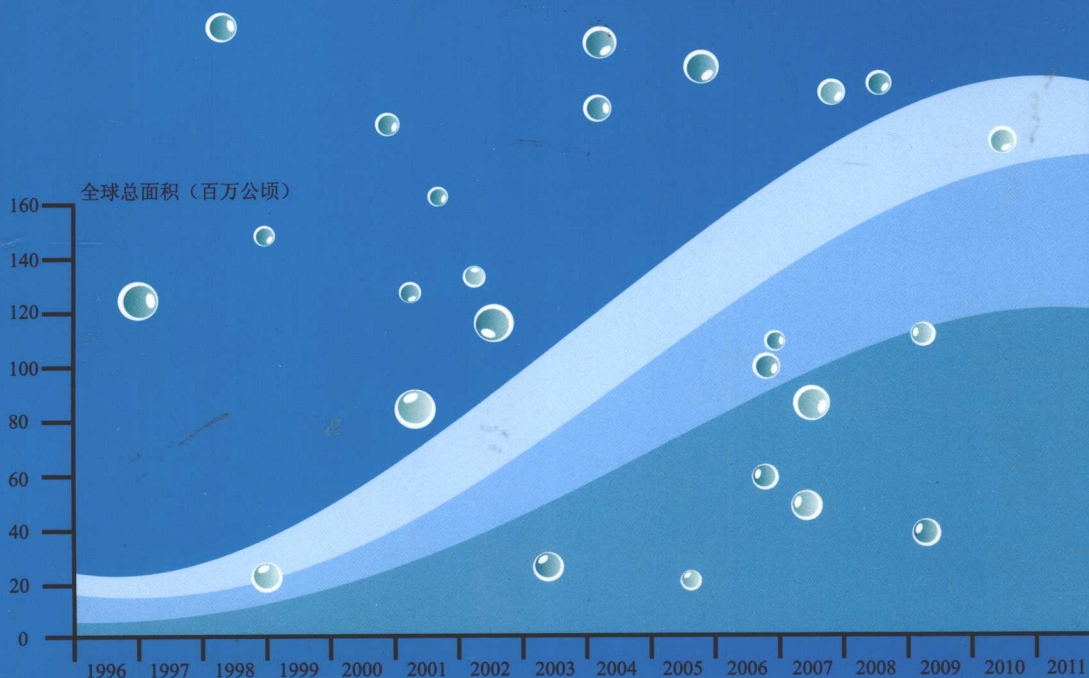


转基因 30 年实践

(第二版)

农业部农业转基因生物安全管理办公室
中国农业科学院生物技术研究所 编
中国农业生物技术学会



中国农业科学技术出版社

转基因 3 年实践

(第二版)

农业部农业转基因生物安全管理办公室
中国农业科学院生物技术研究所 编
中国农业生物技术学会

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

转基因 30 年实践 / 农业部农业转基因生物安全管理办公室,
中国农业科学院生物技术研究所, 中国农业生物技术学会编.
—2 版. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2012. 11
ISBN 978 - 7 - 5116 - 1105 - 5

I. ①转… II. ①农… ②中… ③中… III. ①转基因技术 - 研究
IV. ①Q785

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 245449 号

责任编辑 张孝安 崔改泵

责任校对 贾晓红 范 潇

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82109708(编辑室) (010)82109704(发行部)

(010)82109704(读者服务部)

传 真 (010) 82109700

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京科信印刷有限公司

开 本 889 mm × 1 194 mm 1/16

印 张 23.5

字 数 554 千字

版 次 2012 年 11 月第 2 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

定 价 128.00 元

————— 版权所有 · 翻印必究 —————

编委会

主 编：旭日千 范云六 戴景瑞 陈君石 谢华安 李 宁 刘 旭 吴孔明
喻树迅 陈剑平

副主编：林 敏 石燕泉 段武德 黄大昉 万建民 寇建平 彭于发 朱 桢
杨晓光 黄昆仑 杨汉春 郭安平

编 委（按姓氏笔画排列）：

于嘉林	马有志	马炳田	尹 全	王 丰	王友华	王汉霞	王戎疆
王旭静	王志兴	王凯辉	王坤波	王建武	王宫伟	王晓芳	王 锋
付仲文	付道林	卢长明	玉宝祥	申琦元	石德顺	任立明	任 军
任海丽	刘小侠	刘 方	刘 刚	刘守仁	刘庆友	刘旭霞	刘明军
刘金海	刘 信	刘 勇	刘昱辉	刘 钦	刘 娣	刘素恩	刘培磊
刘裕强	刘 慧	刘丽军	刘 娜	吉万全	向小丽	孙书存	孙丽萍
孙国庆	孙洪武	孙效文	师玉华	朱士恩	朱水芳	朱英国	朱 莉
朱猛进	江 玲	汤茂学	阮 航	何艺兵	何晓丹	何康来	吴珍芳
吴慎杰	宋兆强	宋成义	宋沁馨	宋贵文	宋 敏	应正宙	张大兵
张子非	张云华	张少军	张永强	张 玉	张 芊	张秀杰	张 明
张治国	张青文	张春义	张 涌	张艳丽	张 琪	张 磊	李 飞
李为民	李云河	李文滨	李世访	李付广	李宁(女)	李光鹏	李兴锋
李阳生	李 奎	李玲龙	李香菊	李桂冠	李淑君	李新海	李 聪
杨东霞	杨向东	汪其怀	汪 明	沈 平	沈亚欧	沈志成	连正兴
连 庆	陈 华	陈旭升	陈秀萍	陈 亮	陈茹梅	陈 超	陈赛华
周云龙	周国华	周晓金	宛煜嵩	幸宇云	林克剑	林拥军	林祥明
苗朝华	苟克勉	郑兆鑫	郑 里	金安江	金芑军	姚 斌	赵 军
赵炳然	赵书红	姜 平	贺 娟	郝东云	唐巧玲	夏志辉	徐海滨
涂 玮	耿军义	贾士荣	郭士伟	郭宝生	高利芬	崔文涛	常智杰
曹际娟	曹修岭	曹斌云	黄卫红	黄 俊	黄 新	黄殿成	喻大昭
彭光芒	焦改丽	童光志	童依平	董英山	董轶博	蒋思文	蒋玲曦
谢家建	谢道昕	韩 非	赖锦盛	路铁刚	蔡晶晶	裴新梧	潘光堂
黎 裕	薛中立	薛爱红	魏守辉	魏建华			

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 转基因基本概念	(3)
第二节 技术发展历史	(3)
第三节 转基因生物应用概况	(5)
一、转基因微生物	(5)
二、转基因动物	(5)
三、转基因植物	(5)
四、中国转基因作物研究及应用概况	(6)
第二章 转基因生物安全及其管理	(9)
第一节 农业转基因生物安全管理概念及内涵	(11)
第二节 转基因生物的风险分析	(11)
一、风险评估	(11)
二、风险管理	(13)
三、风险交流	(13)
第三节 农业转基因生物安全管理所需要的要素	(14)
第四节 世界主要国家农业转基因生物安全管理	(15)
一、美国转基因生物安全管理	(15)
二、欧盟转基因生物安全管理	(16)
三、国际组织农业转基因生物安全管理	(17)
四、转基因产品标识管理	(17)
第五节 国外转基因生物安全管理特点与趋势	(18)
一、法律法规体系不断完善,与保障安全维护国家权益相 适应	(19)
二、行政监督管理有效,与生物产业发展相适应	(20)
三、技术支撑体系健全,与风险分析要求相适应	(20)
四、公众广泛参与,与社会发展相适应	(22)
第六节 我国转基因生物安全管理	(22)
第三章 转基因植物研发现状	(25)
第一节 主要目标性状及目标基因	(28)

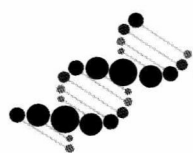
目录

一、耐除草剂	(28)
二、Bt 杀虫蛋白基因	(30)
三、EPSPS 和 Bt 的安全性分析	(30)
第二节 转基因大豆	(32)
一、研发现状	(32)
二、商业化应用	(36)
第三节 转基因玉米	(41)
一、研发现状	(42)
二、商业化应用	(47)
第四节 转基因棉花	(65)
一、研发现状	(66)
二、商业化应用	(72)
第五节 转基因油菜	(82)
一、研发现状	(83)
二、商业化应用	(87)
第六节 转基因甜菜	(91)
一、研发现状	(91)
二、商业化应用	(92)
第七节 转基因苜蓿	(93)
一、研发现状	(94)
二、商业化应用	(95)
第八节 转基因马铃薯	(95)
一、研发现状	(96)
二、商业化应用	(99)
第九节 转基因水稻	(102)
一、耐除草剂转基因水稻	(103)
二、抗虫转基因水稻	(106)
三、抗花粉过敏转基因水稻	(106)
四、金稻	(106)
第十节 转基因小麦	(107)
第十一节 转基因烟草	(108)
一、研发现状	(108)
二、商业化应用	(111)
第十二节 转基因番茄	(112)
一、研发现状	(112)
二、商业化应用	(115)
三、安全评价	(115)

第十三节 转基因番木瓜	(116)
一、研发现状	(117)
二、商业化应用	(118)
第十四节 转基因杨树	(118)
一、研发现状	(118)
二、安全评价	(120)
三、商业化应用	(120)
第十五节 其他转基因作物	(120)
一、转基因李子	(120)
二、转基因亚麻	(121)
三、转基因西葫芦	(121)
四、转基因甜瓜	(122)
五、转基因菊苣	(123)
六、转基因矮牵牛	(123)
七、转基因玫瑰	(123)
八、转基因康乃馨	(124)
九、转基因匍匐翦股颖	(126)
十、转基因甜椒	(127)
第四章 转基因动物研发现状	(129)
第一节 转基因技术	(131)
第二节 转基因牛	(133)
一、研发现状	(133)
二、安全评价	(137)
三、产业化前景及效益	(137)
第三节 转基因鸡	(138)
一、研发现状	(138)
二、产业化前景及效益	(140)
第四节 转基因羊	(141)
一、研发现状	(142)
二、产业化前景及效益	(145)
第五节 转基因猪	(145)
一、研发现状	(146)
二、产业化前景及效益	(147)
第六节 转基因蚕	(148)
一、研发现状	(149)
二、安全评价	(151)
三、产业化前景及效益	(152)

第七节 转基因鱼	(152)
一、研究现状	(152)
二、安全评价	(154)
三、产业化前景及效益	(154)
第八节 转基因鼠	(155)
第九节 其他转基因昆虫	(157)
一、转基因果蝇	(157)
二、转基因蚊子	(158)
第十节 转基因动物安全评价	(158)
一、转基因动物生物安全评价的原则	(158)
二、安全评价过程	(159)
第五章 转基因微生物研发现状	(165)
第一节 转基因微生物在工业领域中的应用	(169)
一、利用基因工程生产 α -乙酰乳酸脱羧酶	(171)
二、利用基因工程生产凝乳酶	(173)
三、利用基因工程生产乳糖酶	(173)
四、利用基因工程生产氨基酸	(175)
五、利用基因工程生产用于洗涤的酶制剂	(177)
第二节 转基因微生物在医药领域中的应用	(178)
一、利用基因工程生产胰岛素	(178)
二、利用基因工程生产干扰素	(181)
三、利用基因工程生产疫苗	(188)
第三节 转基因微生物在农业领域中的应用	(196)
一、利用基因工程生产微生物农药	(198)
二、利用基因工程生产动物饲料	(200)
三、利用基因工程生产微生物肥料	(201)
第四节 转基因微生物在能源领域中的应用	(203)
一、酿酒酵母在乙醇发酵中的应用	(204)
二、大肠杆菌的发酵乙醇代谢工程	(205)
第五节 转基因微生物在环境领域中的应用	(205)
第六节 转基因微生物的商业化应用	(206)
第七节 转基因微生物基因工程安全性评价	(206)
一、受体微生物安全性评价	(207)
二、基因操作的安全性评价	(207)
三、遗传工程体安全性评价	(207)
四、遗传工程产品安全性评价	(207)

五、释放地点安全性评价	(207)
六、试验方案安全性评价	(207)
附录	(209)
一、欧盟 27 国农业生物技术年报 (2011 年)	(211)
二、巴西农业生物技术年报 (2011 年)	(231)
三、阿根廷农业生物技术年报 (2011 年)	(237)
四、日本农业生物技术年报 (2011 年)	(248)
五、韩国农业生物技术年报 (2011 年)	(280)
六、菲律宾农业生物技术年报 (2011 年)	(298)
七、南非农业生物技术年报 (2011 年)	(318)
八、俄罗斯农业生物技术年报 (2011 年)	(339)
九、所谓“转基因事件”的剖析	(351)



第一章

概 述

第一节 转基因基本概念

“基因”为英语“gene”的音译，是 DNA（脱氧核糖核酸）分子中含有特定遗传信息的一段核苷酸序列的总称，是具有遗传效应的 DNA 片段，是控制生物性状的基本遗传单位，是生命的密码，记录和传递着遗传信息。所有的基因都是由 4 种碱基组成。

“Gene”是 1909 年由丹麦遗传学家约翰逊创造的一个名词，用以取代孟德尔所说的支配生物性状的遗传因子。“基因”这一中译名不仅与原文音韵相同，而且蕴涵着基因是“生命的基本动因”的科学内涵。

地球上的生物包括动物、植物、微生物，数量巨大，种类繁多，形态各异，生存环境和生活习性各不相同，这都是由基因控制的。“种瓜得瓜、种豆得豆”是人们对这种现象的高度概括，即物种的生物学特征和特性是由基因决定的，是可以遗传的。

转基因技术是利用现代生物技术，将人们期望的目标基因，经过人工分离、重组后，导入并整合到生物体的基因组中，从而改善生物原有的性状或赋予其新的优良性状。除了转入新的外源基因外，还可以通过转基因技术对生物体基因进行加工、敲除、屏蔽等方法改变生物体的遗传特性，获得人们希望得到的性状。这一技术的主要过程包括外源基因的克隆、表达载体的构建、遗传转化体系的建立、遗传转化体的筛选、遗传稳定性分析和回交转育等。

转基因生物是指通过转基因技术改变基因组构成的生物。转基因生物又称为“基因修饰生物”，英文是 genetically modified organism，通常用英文缩写 GMO 来表示。转基因生物还被称为基因工程生物、现代生物技术生物、遗传改良生物体、遗传工程生物体、具有新性状的生物体、改性活生物体等。

转基因食品是指以转基因生物为原料制作加工而成或鲜食的食品，按原料的来源可分为植物源转基因食品、动物源转基因食品和微生物源转基因食品。例如，用转基因大豆制成的大豆油、豆腐、酱油等豆制品，鲜食的转基因番木瓜，及利用转基因微生物所生产的奶酪等都是转基因食品。

第二节 技术发展历史

生物学经历了一个漫长的研究历程，最早人们从研究动物和植物的形态、解剖和分类开始，以后进一步研究细胞学、遗传学、微生物学、生理学、生物化学，进入细胞水平的研究。到 20 世纪中叶以来，生物学以生物大分子为研究目标，分子生物学开始形成了独立的学科。

分子生物学是针对所有生物学现象的分子基础进行研究。这一术语由 Willian Astbury 于 1945 年首次使用，主要指针对生物大分子的化学和物理结构的研究。

1871 年，Miescher 从死的白细胞核中分离出 DNA。1928 年，Griffith 发现肺炎链球菌的无毒菌株与其被杀死的有毒菌株混合，即变成致病菌株。1944 年 Avery 等发现从强致病力的 S 型肺炎链球菌中提取的 DNA 能使致病力弱的 R 型转化成 S 型。如果加入少

量 DNA 酶, 这种转化立即消失, 但加入各种蛋白水解酶则不能改变这种变化。这一著名的实验证明了引起细菌遗传改变的物质为 DNA。

随着核酸化学研究的不断发展, 1949 年 Chargaff 从不同来源的 DNA 测定出 4 种酸碱基 (胸腺嘧啶 T、胞嘧啶 C、腺嘌呤 A 和鸟嘌呤 G) 中 $(A + T) / (G + C)$ 的比值随不同来源的 DNA 而有所不同, 但鸟嘌呤的量与胞嘧啶的量总是相等, 腺嘌呤与胸腺嘧啶的量相等, 即 $G = C$ 、 $A = T$, 这个规律称为 Chargaff 规律。与此同时, Willkins 及 Franklin 用 X 射线衍射技术测定了 DNA 纤维的结构, 表明了 DNA 具有典型的螺旋结构, 并由两条以上的多核苷酸链组成。

1953 年, Watson 和 Crick 提出了 DNA 双螺旋模型。该模型表明, DNA 具有自身互补的结构, 根据碱基配对原则, DNA 中贮存的遗传信息可以精确地进行复制。这一理论奠定了现代分子生物学的基础。

Smith 于 1970 年从大肠杆菌中分离出第一个能切割 DNA 的酶, 它可以在 DNA 核苷酸序列的专一性位点上切割 DNA 分子, 这种酶被称为限制性内切酶, 以后很多种限制性酶陆续被分离出来, 目前已有数百种。

限制性内切酶的分离成功使得重组 DNA 成为可能。因为 DNA 是一个长链的生物高分子, 在研究 DNA 重组、表达质粒的构造即它的碱基序列分析之前需要将 DNA 切割成为较短的片段, 限制性内切酶这把“分子剪刀”正好可以实现这一功能。

而在此以前, 科学家已经发现了细菌中存在的 DNA 连接酶。1972 年 Berg 首次将不同的 DNA 片段连接起来, 并且将这个重组的 DNA 分子有效地插入到细菌细胞之中, 重组的 DNA 进行繁殖, 产生了重组 DNA 的克隆。Berg 是重组 DNA 或基因工程技术的创始人, 并于 1980 年获得了 Nobel 奖。

重组 DNA 技术的出现奠定了现代转基因技术的基础。转基因技术的基本原理就是在生物体中插入新的遗传物质。1973 年, 科学家在大肠杆菌中表达了一个来自沙门氏菌的基因, 从而首次在科学界引发了关于转基因安全性的深入思考。1975 年的阿西拉玛大会 (Asilomar Conference) 上, 科学家建议政府对重组 DNA 相关研究进行监管。

之后不久, Herbert Boyer 创建了全球第一个重组 DNA 技术公司——Genetech, 并于 1978 年宣布利用重组 DNA 技术创建了一个新的大肠杆菌菌系, 可用于生产人胰岛素。

1986 年, 美国加利福尼亚州奥克兰市一个叫做领先遗传科学 (Advanced Genetic Sciences) 的小型生物技术公司准备对一种保护植物免受冻害的基因工程防霜负型细菌进行田间试验, 但该试验由于反生物技术人士的阻扰而一再延期。同年, 孟山都公司取消了一项表达杀虫蛋白的基因工程微生物的田间试验。

20 世纪 80 年代后期到 90 年代初期, 包括联合国粮农组织 (FAO)、世界卫生组织 (WHO) 在内的一些国际组织开始制定关于转基因植物及其产品的安全评价规范。

80 年代后期, 在加拿大、美国开始出现小规模转基因植物田间试验。90 年代中期, 美国首次批准转基因植物大面积种植, 从而揭开了转基因植物商业化应用飞速发展的序幕。

第三节 转基因生物应用概况

转基因生物一般指插入了来源于不同物种的一段特定功能基因的生物。转基因生物包括转基因微生物、转基因动物和转基因植物,广泛应用于药物生产、医学试验和农业生产。

一、转基因微生物

细菌由于遗传结构简单,是最先在实验室里进行转基因操作的生物。转基因细菌被用于药物生产、食品工业用酶制剂生产、环境中有机污染物降解、环境中重金属富集以及燃料生产等多种用途,其中,最主要的用途是大量生产用于医药的人类蛋白。如利用转基因细菌生产用于治疗糖尿病的人胰岛素、用于治疗血友病的凝血因子及用于治疗侏儒症的人生长激素等。

二、转基因动物

转基因动物用途广泛,种类繁多,研究进展十分迅猛。转基因动物一方面可以用作实验模型以进行表型研究、药物测试等,在许多重要疾病治疗手段发掘方面发挥了至关重要的作用;同时,通过改变动物基因组构成,或插入特定 DNA,可以用于开发用于医药治疗的蛋白质。羊、猪、鼠等许多动物都被用来表达人类蛋白,如利用绵羊表达人 $\alpha 1$ 抗胰蛋白酶,以及用于器官移植的具有人组织相容性的转基因猪等。

利用转基因家畜作为生物反应器的研究始于 20 世纪 90 年代,目前发展十分迅猛,并不断开发出新的医药用途。包括人胰岛素、多种疫苗等许多药物都可以利用转基因动物进行生产。2011 年 3 月,在转基因牛的乳汁中表达有生物活性的重组人溶菌酶研究获得成功。

除了用于医药的转基因动物之外,转基因动物还被用作多种生物学研究的模型。由于果蝇生命周期短,基因组相对简单,生物学家利用转基因果蝇开展发育遗传学研究。转基因小鼠常被用于研究疾病的细胞、组织特异性反应。2010 年,科学家在实验室研究出“抗疟疾”蚊子。为防止登革热的传播,科学家将一种致死基因导入雄蚊子中,在开曼群岛上的实验表明,利用这种转基因蚊子,可以使登革热的最重要的携带者——埃及伊蚊的群体数量降低 80%。

1999 年,加拿大圭尔夫大学的科学家培育出转基因环保猪,这种转基因猪的粪便中排放的磷要比普通猪低 30% ~ 70%。此外,科学家还研究出快速生长的转基因鱼,包括快速生长转基因大马哈鱼、鲤鱼和罗非鱼等。

三、转基因植物

目前,应用最为广泛也最饱受争议的转基因生物是转基因作物。通过转基因技术,可以赋予转基因作物多种有利性状,如抗虫、耐除草剂、抗逆、改良营养成分、增加营养价值等。目前,应用最为广泛的转基因性状是耐除草剂和抗虫性,应用最多的转基因

作物则是大豆、玉米、棉花和油菜。

目前,应用的转基因作物改良目标主要是“输入性状”,但“输出性状”转基因作物正逐渐增加,如转基因油菜可以产生出更健康、加工品质更好的高月桂酸菜籽油,利用转基因大豆可以生产出更健康的高油酸大豆油等。

根据国际农业生物技术应用服务组织(International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, ISAAA)的报告,2011年,全球29个国家约有1 670万农户种植了1.6亿 hm^2 转基因作物,其中,90%的农户是发展中国家那些资源匮乏的农户,其中在中国的700万农户和印度的700万农户种植了转基因作物,其中,绝大部分为转基因抗虫棉。

全球占有转基因市场份额最大的跨国公司是美国的孟山都公司。2007年,孟山都公司研发的转基因作物在全球推广了2.46亿英亩(约0.9955亿 hm^2)。另一方面,孟山都公司最先上市产品的专利,将于2014年开始到期。而欧洲联合研究中心在2007年发布的一项报告则预测,到2015年,全球上市的转基因植物中,将有40%是在亚洲研发的。

四、中国转基因作物研究及应用概况

我国一直高度重视转基因技术的研究与应用。20世纪80年代,我国就开始进行转基因作物的研究,是国际上农业生物工程应用最早的国家之一,转基因作物育种的整体发展水平在发展中国家处于领先地位,在转基因水稻等研究领域已进入国际先进行列。

经过20多年的努力,我国在重要基因发掘、转基因新品种培育及产业化应用等方面都取得了重大成就。初步形成从基础研究、应用研究到产品开发的较为完整的技术体系,取得了一系列重大突破和创新成果。

20世纪90年代初,我国发生大面积棉铃虫灾害,一些棉区的棉花单产降幅达80%。在国家“863”计划和转基因专项的支持下,我国科学家通过不懈努力,经过人工合成Bt基因、植物表达载体的构建、植物遗传转化、转基因棉花品种选育、安全评价和品种审定等步骤研制出拥有自主知识产权的国产转基因抗虫棉。2005年以来,我国年种植国产转基因抗虫棉面积约占棉花总面积的70%。转基因抗虫棉的应用不仅有效控制了棉铃虫对棉花、玉米、大豆等作物的为害,还减少了70%~80%的农药使用,减少了农药中毒事故,保护了农田生态环境。

目前,我国已有转基因抗虫棉、耐贮藏番茄、改变花色矮牵牛花、抗病毒甜椒、抗病番木瓜、抗虫水稻、植酸酶玉米等转基因植物,以及防治禽流感等基因工程疫苗获得安全证书。

2008年7月,经国务院常务会议审议,我国启动了转基因生物新品种培育重大专项,极大地提高了我国转基因技术研发能力。“十一五”期间,我国转基因技术研发取得重要进展,获得优质抗旱等重要基因339个,筛选出具有自主知识产权和重大育种价值功能基因37个,培育出36个抗虫转基因棉花品种,转基因抗虫水稻和转基因植酸酶基因玉米于2009年获得安全证书,培育出高品质转基因奶牛。

转基因抗虫棉花方面,在继单价、双价转基因抗虫棉大面积应用产生巨大社会、经

济、生态效益的基础上,又培育出高产抗虫三系杂交棉,与常规杂交棉相比较,制种效率提高 40%、产量提高 20%、成本降低 60%、纯度可达 100%,且适宜大规模制种。已获三系抗虫杂交棉优良种质材料 300 多份,培育国家审定杂交棉品种 4 个,包括“银棉 2 号”、“银棉 8 号”等,累计推广面积超过 400 万亩(15 亩 = 1hm²,全书同),每亩减支增收 380 元人民币,共产生社会经济效益超过 15 亿元人民币。

转基因抗虫水稻方面,培育出的转 Bt 基因抗虫新品种“华恢 1 号”、“汕优 63”可节省投入成本,减小劳动强度,避免造成人体中毒、中暑风险;可大幅减少杀虫剂用量,降低农药对田间有益昆虫的影响,维持稻田生物种群的动态平衡;减少农药残留对自然生态环境的污染,减少农业面源污染的发生率。利用“华恢 1 号”共培育出育性稳定的抗虫不育系 5 个、抗虫恢复系 40 多个,配制优良抗虫杂交组合 50 多个,几乎包含了目前生产上最优良水稻杂交组合,此外,还育成一批兼抗白叶枯病和稻瘟病的转基因抗虫水稻品系。

在转基因动物方面,转基因奶牛取得突出进展,培育出具有高产奶量和高乳蛋白量,并含有具有提高免疫力、促进铁吸收、改善睡眠等特殊功能的重组人乳蛋白转基因奶牛。建立了具有自主知识产权和国际先进水平的转基因奶牛遗传转化和扩繁技术平台,获得原代转基因奶牛 60 多头,第二代转基因公牛 24 头,第三代转基因奶牛 200 多头。经农业部批准,这些高品质转基因奶牛已进入转基因生物安全评价生产性试验阶段。经中国疾病预防控制中心食品研究所等转基因生物安全评价检测机构检测,转基因奶牛具有正常的生长、繁殖及生产性能。

2010 年中央一号文件提出,要“继续实施转基因生物新品种培育科技重大专项,抓紧开发具有重要应用价值和自主知识产权的功能基因和生物新品种,在科学评估、依法管理基础上,推进转基因新品种产业化”。“十二五”期间,我国还将针对保障食物安全和发展生物育种产业的战略需要,围绕主要农作物和家畜生产,突破基因克隆与功能验证、规模化转基因、生物安全等关键技术,完善转基因生物培育和安全评价体系,获得一批具有重要应用价值和自主知识产权的功能基因,培育一批抗病虫、抗逆、优质、高产、高效的重大转基因新品种,实现新型转基因棉花、优质玉米等新品种产业化,整体提升我国生物育种水平,增强农业科技自主创新能力,促进农业增效农民增收。

