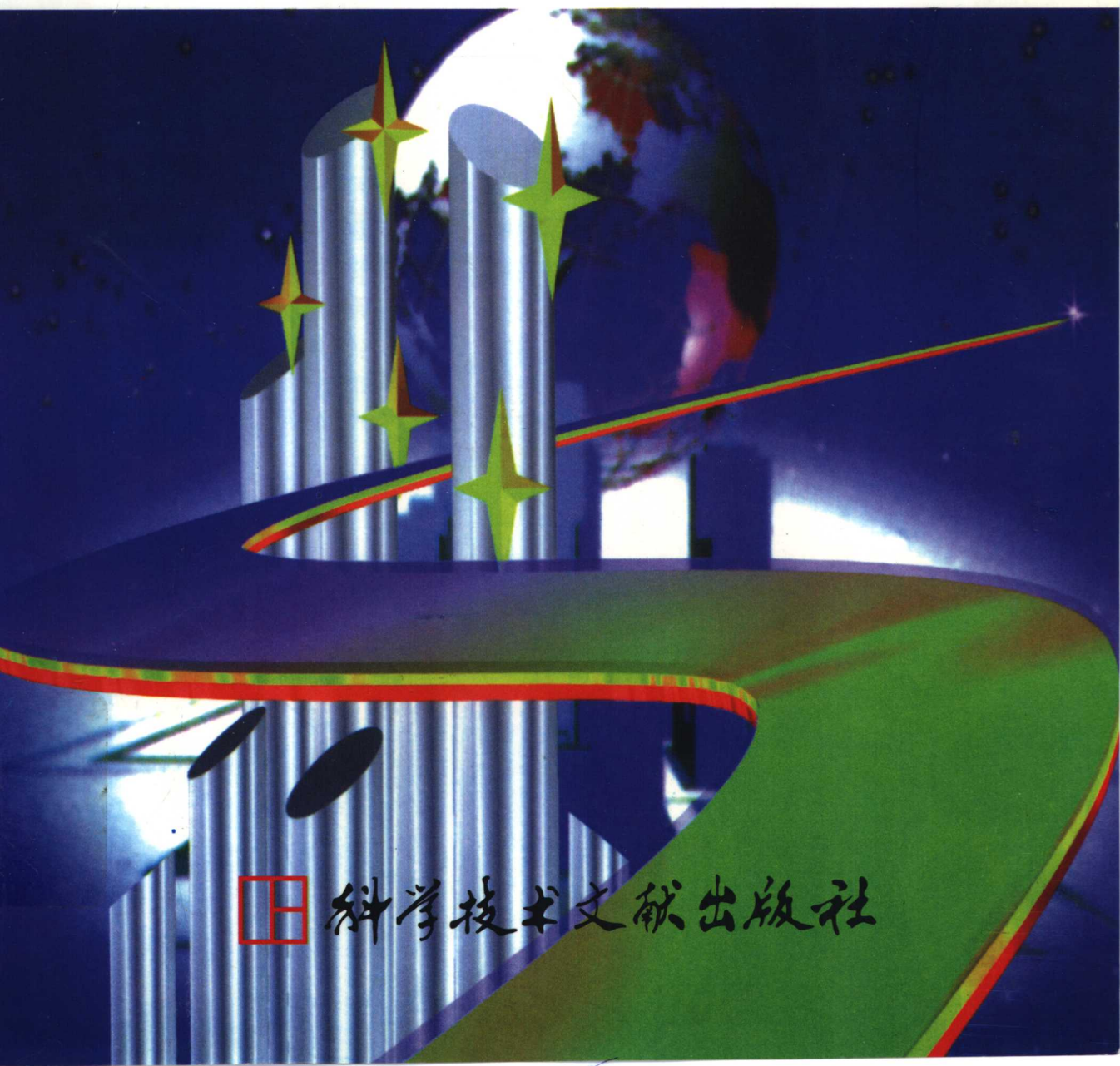


中国农村科技中青年优秀人才论

农业技术革命与中国农业现代化

主编 王晓方 申茂向



科学技术文献出版社

中国农村科技中青年优秀人才论

农业技术革命与中国农业现代化

主编 王晓方 申茂向

RBB32/08

 科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国农村科技中青年优秀人才论农业技术革命与中国农业现代化/王晓方,申茂向主编. -北京:科学技术文献出版社,1998

ISBN 7-5023-2978-1

I. 中… II. 王… III. 农业技术 - 农业现代化 - 中青年 - 中国

出 版 者: 科学技术文献出版社

地 址: 北京市复兴路 15 号(公主坟)中国科学技术信息研究所大楼 B 段/
100038

社办公室电话: (010)68515544 - 2950

编辑部电话: (010)68515544 - 2935, (010)68515037

发行部电话: (010)68515544 - 2831(或 2835), (010)68514035

门市部电话: (010)68515544 - 2172

传 真: (010)68514035

E-mail: stdph@istic. ac. cn

发 行 者: 新华书店北京发行所

印 刷 者: 北京金特印刷厂

版 (印) 次: 1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 16 开

字 数: 703 千

印 张: 27.5

印 数: 1 - 1000 册

定 价: 50.00 元

©版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

目 录

新农业技术革命对我国农业科技重大变革与推进	喻树迅(1)
生物技术与农业——现状与展望	刘德虎(6)
精确农业及其在我国的应用前景	金继运(12)
生物技术将引发作物育种科技革命	马有志(18)
浅谈中国国情下的农业新技术革命	李立会(22)
论新的农业科技革命	吴孔明(27)
加强可持续水域农业技术研究迎接我国粮食与水资源面临的挑战	宋祥甫(32)
中国烟草发展与烟草农业新技术革命	刘洪祥(37)
海水养殖业的持续发展与新技术革命	王清印(44)
国际上“第二次绿色革命”动向及对我国的启示	孙其信(52)
从我国人口资源现状看农业科技革命的必要性	张爱民(57)
基因组学与我国猪遗传育种新技术革命	李 奎(62)
论“蓝色国土”开发的新技术革命	赵振山(68)
我国农业新技术革命的背景与发展策略探讨	谢从华(73)
论农业新技术革命及其对植物遗传育种的影响	翟虎渠(78)
从植物分子育种学科的兴起谈育种技术的革命	张天真(85)
先进的科学技术与现代的经营体系相结合,促进果蔬产业化发展	陈维信(90)
植物病害生物防治技术与我国设施农业发展	陈 捷(96)
水稻超高产育种——农业新技术革命的序曲	陈温福(102)
21 世纪农业新技术展望	张玉龙(108)
应用胚胎工程技术,加快建设我国草食家畜产业化工程的建议	李跃民(113)
新的农业科技革命与 21 世纪我国节水农业的发展	康绍忠(120)
试谈我国农药领域的新技术革命和发展策略	张 兴(127)
论葡萄酒生产系统——兼论水平分科的必要性	李 华(135)
试论我国面向 21 世纪的渔业新技术革命	关瑞章(142)
海洋渔业的持续发展与新技术革命	金显仕(148)
信息化与农业信息系统	马才学(153)
论作物遗传改良与农业新技术革命	张献龙(160)
论农业机械新技术革命	洪添胜(164)
论农业新技术革命	依艳丽(169)
农业的持续发展依赖于生物多样性	张雅林(174)
干旱农业流域水资源可持续开发利用模式——以新疆为例	邓志强(179)
论农业新技术革命	张学军(186)
论新技术革命与我国林业发展的关系	张建国(193)

我论林业新技术革命·····	王贵禧(199)
加速信息化,促进林业科技的全面发展·····	张守攻(205)
新技术革命与生物质能源·····	蒋剑春(211)
我论林业新技术革命·····	储富祥(216)
论信息化与林业新技术革命·····	张旭(219)
在新的林业科技革命中加速林业生物技术产业的形成和发展·····	祖元刚(224)
浅谈农业气象与农业新技术革命·····	孙涵(229)
北方草地和农牧交错带“生态长城”建设之我见·····	刘公社(234)
西北干旱区节水高效生态农业与持续发展·····	周广胜(240)
我论农业新技术革命·····	张润志(247)
从病虫害防治技术的发展看农业新技术革命的内涵·····	康乐(254)
我论农业新技术革命·····	成升魁(260)
我对农业科技革命的理解·····	吴普特(266)
农业产业化与新技术革命·····	上官周平(270)
生物科学与农业新技术革命·····	杨大荣(275)
农业生物工程研究、产业现状及我国发展的策略·····	陈章良(281)
21世纪的中国农业发展前景展望·····	朱玉贤(287)
农业新技术革命与农业水资源的高效利用·····	胡和平(295)
以生物技术为核心的农业新技术革命的特征和阶段目标·····	何光源 刘曼西(299)
农业新技术革命是推动农业产业化的动力·····	王喆之(305)
试论农业新技术革命·····	蔡润(311)
论农业新技术革命·····	周志疆(315)
试论农业新技术革命的特征和内容·····	陆锡康(318)
加速科技体制改革,促进农业新技术革命·····	张镜(323)
新的农业科技革命与我国棉花育种·····	马峙英(329)
我论农业新技术革命·····	刘大群(333)
新技术革命将推动21世纪农业的持续发展·····	孙毅(337)
我论农业新技术革命·····	刘德璞(341)
黑龙江省农业发展的前景和对策·····	祖伟 魏湜 衣春生(345)
转换科研运行机制 加速农业科技革命进程·····	肖志敏(352)
迎接新技术革命挑战 加快农业产业化进程·····	江连洲(357)
农业科研走向市场的实践与思考·····	严少华(360)
我论蚕丝业新技术革命·····	朱良均(364)
浅谈农技推广服务产业化与农业新技术革命·····	杨惠成(368)
论农业新技术革命·····	陈光宇(372)
论农业新科技革命·····	杜立新(375)
农业产业化的高新技术体系选择与构建·····	王秋杰(382)
现代生物技术是农业新技术革命的主要突破口·····	郑新民(390)
面向21世纪中国农业发展的可行性途径探讨·····	陈大清(395)
试论社会主义市场经济与农业科技革命·····	蒋国芳(402)

我论农业新技术革命·····	葛长荣(407)
浅论畜牧业新技术革命·····	高玉鹏(412)
我论农业新技术革命·····	王玉炯(418)
为农业可持续发展服务是农机科研工作的宗旨·····	李树君(424)
农业机械化与农业新技术革命·····	陈伯爽(430)

新农业技术革命对我国农业科技 重大变革与推进

喻树迅

中国农业科学院棉花研究所

科学技术的巨大进步,导致社会生产力的迅速提高,在即将来临的世纪之交,科学技术作为增加综合国力的主导因素,将会直接影响甚至决定一个国家在世界竞争中的地位和作用。未来世界综合国力的竞争实质上是科技水平的竞争,归根于人才的竞争,谁拥有一支高素质的科技队伍,谁就能驾驭 21 世纪高科技农业的飞速发展,占据领先地位。

一、科学技术的发展对农业生产的巨大推动作用

世界农业生产是由传统农业向现代农业转变,现代科学技术注入活力,使其产生突变。如从本世纪初到 50 年代,世界粮食亩产由 62 公斤提高到 67 公斤,平均年增长 0.1 公斤,粮食总产的增加主要通过扩大耕地来实现,此阶段农业生产率低,速度慢,科技水平不高,上世纪后半叶达尔文杂种优势理论,和摩尔根遗传学理论,德国化学家李比希的矿物质营养学说,有力推动了现代育种方法和种子产业和化肥工业的发展。本世纪 30 年代缪勒开创的有机合成农药及农药工业,这些科技的发展促进了农业生产的发展,使粮食总产大幅度提高,其增产部分科学技术占极大的比重。如 1950 年到 1980 年世界单产由 67 公斤提高到 153 公斤,我国从 78 公斤增至 252 公斤,年均增长 2.8 公斤到 5.8 公斤。这一时期农业的高速发展主要得益于科技水平的贡献。

50 年代以来科学技术又取得了重大突破,给农业注入新的活力。1953 年发现遗传物质——脱氧核糖核酸的双螺旋结构,1973 年 DNA 重组技术的诞生,80 年代细胞工程、基因工程、发酵工程和酶工程等生物技术开始在农业上应用。在 90 年代对农业产生了广泛又深刻的影响。随着新材料、新能源以至信息技术在农业上的应用,生物技术的突破进展,“超级稻”、“超级猪”、“抗虫棉”、“抗腐烂番茄”已不断出现应用于生产,可以预示 21 世纪高新技术的不断出现将掀起一场新的农业科技革命,将农业生产带入一个崭新的领域。

新的农业科技革命要以农业现代化为目标,以技术产业化为突破口,以提高研究开发能力为核心,大幅度地加速农业技术的创新、组装、转化,把农业和农村经济发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。衡量这场革命的效果及其成功与否,最重要是看其对农业科技水平提高的速度及其对农业生产力发展水平的影响和贡献。

二、21 世纪农业科技发展的趋势与涵义

“进行一次新的农业科技革命”，从科技角度来看，很大程度上就是以现代科学技术，特别是高新技术改造或替代传统的农业技术体系。因此，高新技术的研究、开发和应用在新的科技革命中必然要占有重要的地位，尤其是生物技术、信息技术应起先锋和主导作用。可以预言，21 世纪农业将出现第三次革命，其特点和内涵是：在深入揭示生物生命奥秘的基础上，通过农业科学与生命科学等多学科的交融，从深度与广度上大大推进农业科学的更新与拓展，并以技术创新为先导，带动农业和农村经济的全面发展。“将来农业问题的出路，最终要由生物工程来解决，要靠尖端技术”。小平同志这一精辟的论断，为我国农业新科技革命指明了方向，也说明农业是现代生物技术应用最广阔、最活跃、最富有挑战性的领域。下世纪生物技术将为农业科技研究开拓如下新领域：①新物种塑造；②新快速繁育技术应用；③新农业工厂构建；④新人造食品和饲料生产；⑤新能源开发；⑥新空间领域（海洋、太空）的拓展等。并有如下发展趋势：

1. 农业科技将成为强大的科技支撑和驱动力。不断探索作物、畜禽、鱼虾等动植物和微生物生命活动奥秘，挖掘增产潜力方面取得重大突破，促进农业增产、增收，使高产、优质、低耗、高效目标在新的水平上达到统一。

2. 农业学科在分化、分工的同时不断走向联合。逐步形成完整的体系，多学科相互渗透、交融，形成新的科技交叉点和生长点，拓宽了农业的领域，大大推动农业科技向深层次发展。

3. 生物技术等高新技术研究的突破进展将在农业领域广泛应用并使农业科技产生革命，形成 21 世纪农业革命的主导趋势。

4. 信息技术、电子计算机、遥感技术、航天技术等相关技术对农业的渗透，从而推动农业科学技术达到一个新的水平。

三、农业新科技革命是形成农业科技产业的催化剂

我国农业现代化速度慢的主要原因是科技产业化低，因而影响了科技因素的贡献率、科技成果的转化率。美国农民仅占从业人数的 2%，但有 17% 近 20000 万人，以大大小小的公司形式提供农业科技产品，支撑着仅占 2% 的农民。农业科技产业是美国现代化农业的重要组成部分，是发达国家科技成果转化率达到 70% 以上的主要因素。如果将前者比作“地方部队”，后者可称得上是最具战斗力的“野战军”。

我国农业科技成果推广一直以计划经济模式形成的推广体系，从国家到地方县、乡形成多级推广站，对农业科技成果推广起到了重要的作用。但随着改革开放市场经济体制的冲击，原有的体制已不适应，形成网破人散的局面。因此当前应借十五大改革开放的东风，形成农业高新技术产业来促进科技成果转化和农业现代化，积极参与国际竞争。农业科技产业化以形成促进农业现代化的新潮流。

如目前世界上的化肥和农药品种繁多，针对性和质量效率俱佳。1960 到 1990 年 30 多年间，世界化肥生产量增长了 4.5 倍，农药销售额增长了 28 倍。世界粮食产量的 40%，约 8 亿吨得益于化肥和农药。世界十大农药公司内部的年科研经费达 15 亿元以上，他们拥有强大的科技力量和先进的技术。美国先锋种子公司的杂交玉米种子占有美国市场的 42%，世界玉米种植面积的 22% 种的是该公司的种子，1993 年的销售额达 10 亿美元以上。泰国正大集团以

种子业起步,已发展成为以养殖业为主体的强大农牧业产业,在我国投资额达 170 亿元,曾占有我国公司科技市场的 30% 以上。美国孟山都公司正以高新技术产品 Bt 抗虫棉等占领我国市场,这些充分说明在新形势下,农业科技产业化对农业现代化的巨大作用。在改革开放的形势下,我国科技产业正在形成如天津黄瓜所、中国农科院蔬菜所、哈兽医所、兰州兽药所、湖南辣椒所已形成科技产业,中国农科院棉花所正以高科技产品转基因抗虫棉为主体组建有限公司形成产业化。通过国家政策引导,新农业科技革命对产业化起到催化剂作用。

四、农业新技术革命促进农业工业化形成

我国农业改造形成工业化的进程中,已根据我国的特点和特色逐步形成各具特点的工业化。在经济发达地区形成农产品产供销,贸工农一体化。如以色列是个面积只有 1.4 万平方公里,一半以上国土都是沙漠,人均水资源只有 300 立方米,自然资源十分贫乏的国家,却创造了世界一流的农业。其根本原因就是依靠科技,发展高效农业,并瞄准国际市场,大抓出口创汇。在农业科研上,他们十分注意与市场的紧密结合,重视应用研究和科技开发,而且具有很强的针对性,比如根据本国的资源特点,在生物技术、喷滴灌技术、微咸水利用技术、设施农业技术等方面的研究与利用上独具特色。

以色列农业重视经济上的高效益,重视资源利用上的节约型,重视生产经营上的集约化,着重发展高产高效的罗非鱼、鲶鱼和鳗鱼、番茄、西瓜、花卉等动植物的种养,以节约用水,提高水资源利用率为目标,大力发展设施节水灌溉。目前以色列的灌溉农业已成为世界上的特色农业。

荷兰也是个土地十分珍贵的国家,因此十分注重科学有序地利用国土,先后通过了 4 个土地开发法案,具体规定土地开发的法律程序和监督机制,有效保证了荷兰国土开发的合理性和有序性。目前荷兰国土利用是相对合理的,耕地占 26%,草地占 34.5%,花卉园艺占 3.6%,工业用地仅为 1.3%,住宅用地 5.6%,湖泊河流占 9.1%,森林面积 8.8%。

荷兰农业之所以能经过几十年时间,在 60 年代末一跃成为世界第三大农业出口国,主要是走专业化、机械化发展的高效农业之路。地少种粮食经济上不合算,他们就集中力量发展价值相对较高的蔬菜和鲜花等高效种植业。从自然条件上看,荷兰并不适合花卉栽培,但该国依靠科学技术发展玻璃温室栽培,成为“世界的庭院”。目前荷兰已建成 1.1 亿平方米的温室,专门用于种植蔬菜和鲜花。由于实现了专业化集约生产,花卉品种不断增多,质量不断提高。竞争力不断增强,荷兰鲜花在世界鲜花市场的占有率已达 60% 以上。共有 7000 多农户从事花卉栽培,培育出 9700 多种品种,每天向世界出口 1700 多万枝鲜花和 170 万株盆花,每年获得 112.5 亿美元的收益,成为该国的主要支柱产业,因此所创造的产值占荷兰农业总产值的 35%。

世界各国都在积极探索适合本国国情的农业发展道路,并积累了一些成功经验。我国人多地少,自然资源相对紧缺,尤其是东南沿海地区更显突出,在农业现代化建设中借鉴以色列、荷兰等国的成功经验是值得重视的。我们应抓住农业新技术革命的机会,形成高科技产业,促进农业工业化的形成。

五、深化科技体制改革,引入竞争机制是加快 农业新技术革命的关键

我国农业科技体制从 50 年代一直沿用前苏联模式,早已不适应当前市场经济体制。存在着管理分散、机构重叠、课题重复、科技与经济脱节、科研开发与推广三个层次相互脱节,产前、产中、产后三个环节科技要素分配不合理,以及科技发展保障体系不健全,科技评估指标体系不健全等严重阻碍农业科技发展等问题。根据这些问题,体制改革的重点应是:优化结构,分流人才,转变机制。科研机构应改革多年沿用以行政区划设置的格局,克服上下一般粗、分工不明确的局面。如作物遗传育种,从中央单位到县乡农科所都搞育种,浪费人力财力,应建立以生态区为基础,科研、教学、推广、生产相结合,分工明确,垂直领导,条块管理的运行机制。使产前、产中、产后研究得以合理配制。国家、省、地区研究分工明确。国家研究结构重点解决重大理论、全面性、综合性、关键性技术难题。通过国家级重点实验室、中试基地、改良中心集聚一流的人才和设备,提高研究与开发实力。省、地研究机构重点以应用研究、开发研究和推广为主。同时应组建一支高素质的开发与推广队伍,及早形成高科技产业。

在运行机制方面,应引入竞争机制,建立开放、流动、竞争、有序的科技工作运行机制。在课题安排选择上应遵行“公开、公正、公平”的原则进行竞争,公开招标,择选立项。鼓励通过新项目形成高科技产业的良性循环。

六、发展软科学研究和现代化管理,促进农业生产力的进步

农业科学软科学涉及自然科学和社会科学的若干领域,是一个多学科多层次的知识处理和再生的创造力,应用农业科技现代化为目标对农业进行宏观研究为政府决策服务。同时加强农业生产的管理,将我国目前以农民为细胞的形式,组成规模化生产,形成专业化、区域化、管理企业化。扩大公司、农户、家庭农场,以降低生产成本,提高农产品的竞争力。

七、科技人才对农业科技发展的的重要性

农业科技的发展关键在于一批有创造性的科技人才。达尔文的杂种优势和摩尔根遗传学理论,产生了新的育种方法,培育出各类作物杂交种,提高农作物产量。李比希的植物矿物质营养学说推动了蓬勃发展的化肥工业。我国水稻杂交之父袁隆平使水稻三系配套,大幅度提高水稻产量,这些都说明农业科技的发展离不开一批优秀的人才。建设一支高素质的科技队伍对推动 21 世纪农业科技发展有非常重要的意义。

当前世界范围内的经济竞争,综合国力竞争,在很大程度上也是民族素质、人才的竞争。邓小平同志早在 1985 年 5 月就指出:“我们国家,国力的强弱,经济发展后劲的大小,越来越取决于劳动者的素质,取决于知识分子的数量和质量。”联合国教科文组织 1994 年 2 月公布的《世界科学报告》公布了每一千个国民中科学家和工程师人数,日本 4.7 人、美国 3.8 人、东欧 2.1 人、欧共体 1.9 人,亚洲新兴工业国 1.0 人,拉丁美洲 0.5 人,中国 0.4 人,这不能不叫人震惊,我国科技人才仅优于非洲。

农业新技术革命从以往单一技术突破到多项技术综合组装,只要我们很好地把握这一机会,在下一世纪我国农业技术有可能跃居先进水平。

New Agricultural Technological Revolution Bringing about Significant Change and Advance in Agricultural Science and Technology

Yu Shuxun

Cotton Research Institute, CAAS, Anyang, Henan

Abstract At the turn of this century science and technology will become the major factors contributing to the increase of the overall national strength and determining the role one country plays in the world-wide competition. In the later half of last century the theory of genetics and the mineral nutrient system led to great progress of the seed industry and fertilizer industry, giving a forceful impetus to the development of agricultural production. The 21st century will see new agricultural technological revolution based on the tremendous breakthroughs in biotechnology, promoting the agricultural industrialization and resulting in rearrangement of scientific forces, readjustment of tasks, strategical reorganization and effecting far reaching changes. With advances made beyond the limitation of single discipline of science there will appear multidisciplinary teamwork making great breakthroughs in various branches of science, ushering in new technological revolution and considerably furthering the social development.

生物技术与农业——现状与展望

刘德虎

中国农业科学院生物技术研究中心

摘 要

近年来,分子生物学技术的发展非常迅速,通过基因工程途径,人们已相继获得了一大批抗虫、抗病毒的转基因作物。此外,在抗细菌及真菌、抗逆和品质改良等研究工作方面也取得了可喜进展。但本世纪的生物技术主要还是科研阶段的工作,产业建设还在初创阶段,到下个世纪,生物技术将进入大规模的产业化阶段,将会对农业做出更大贡献。

一、我国农业生产存在的问题

我国是一个拥有 12 亿人口的农业大国,耕地面积仅占世界的 7%,但必须养活占世界约 1/5 以上的人口。到下个世纪初,我国的人口将达 16 亿,粮食供给任务更加艰巨,因此,不断提高粮食产量和改善作物品质是摆在全中国人民面前的一个亟待解决的问题。

目前我国的农业生产力水平与发达国家相比,还具有相当大的差距,这除了人为因素外,病虫害和各种自然灾害也是制约农业生产发展的一个重要因素,每年因此而造成的损失约占农作物总收获量的 30%,损失达数千亿元人民币。

传统的品种培育和病虫害防治方法,在改善作物品质、抵御病虫害和各种自然灾害过程中曾发挥了巨大作用,但其中存在的问题也不容忽视。例如,由于大量地使用化学杀虫剂,在杀死害虫的同时,也杀死了许多有益昆虫及害虫的天敌,造成对生态平衡的破坏;其次,化学杀虫剂对人、畜健康也有严重危害,其在自然界中的残留对人类生存环境的影响将是长期的;另外,由于长期使用农药,害虫已逐步对其产生抗药性,目前已经出现了几百种对杀虫剂有耐受性的害虫,有些甚至到了无药可治的程度。在病害防治过程中,也遇到了同样难题,而且对于绝大多数严重危害农作物的真菌、病毒和细菌病害,如稻瘟病、小麦黄矮病和全蚀病、马铃薯病毒病和马铃薯细菌性青枯病等,目前尚无切实有效的防治措施。培育抗病、抗虫品种是一种最为经济和有效的途径,但由于自然条件下可供利用的抗源的匮乏,使常规育种的作用受到了很大限制。

近年来,随着分子生物学技术的迅速发展,国外一些发达国家的科学家们利用基因工程方法,将外源基因导入农作物,在提高农作物的抗虫、抗病、抗逆和品质改良方面做了大量研究工作。我国科学家也在抗虫、抗病毒和抗细菌等基因工程研究方面进行了许多有益的探讨,并取得了许多可喜的成就,为进一步深入开展此类研究奠定了基础。

二、国内外研究概况和发展趋势

现代生物技术是 70 年代初在重组 DNA 技术、细胞培养技术以及生物反应技术等深入发展的基础上产生的一门新兴学科。一般认为生物技术包括细胞工程、基因工程、酶工程和发酵工程等四个方面。近十几年来,基因工程在改善作物抗性中应用的研究越来越受到重视,尽管一些研究尚处于初级阶段,但已取得了一些令人鼓舞的成果,并在农业生产中展示了其广阔的应用前景。

(一)抗虫基因工程

在植物抗虫基因工程中使用最广的是苏云金杆菌(*Bacillus thuringiensis*)毒蛋白基因。1987 年,比利时植物遗传系统公司的科学家首次将 Bt 毒蛋白基因导入植物中表达,获得的转基因烟草可以有效地抵抗一龄烟草夜蛾(*Manduca sexta*)幼虫的侵害。此后,已有十多个实验室或公司将不同株系苏云金杆菌的不同类型的 Bt 毒蛋白基因导入棉花、番茄、玉米、马铃薯和水稻等植物,均获得了不同程度的抗虫性。由于 Bt 毒蛋白基因来自原核生物,其翻译密码子与真核生物不完全相同,因此,影响了 Bt 毒蛋白基因在植物体内的高效表达。美国孟山都公司的研究人员在不改变氨基酸序列的前提下,对 Bt 毒蛋白基因进行修饰,改变了 21% 的核苷酸序列,消除了不利于高效表达的因素,在 CaMV 35S 启动子的控制下,人工合成全长的 Bt 毒蛋白基因在转基因棉花植株中获得了高效表达,表达量从原来的占可溶性蛋白的 0.001% 提高到 0.05%~0.1%,比原来增加了 50~100 倍,抗虫能力也大大增强。中国农业科学院生物技术研究中心郭三堆研究员领导的研究小组也已完成类似的基因改造工作,并将人工改造后的 Bt 毒蛋白基因导入我国主栽棉花品种泗棉三号、晋棉七号和中棉 12 号等中,得到了高抗棉铃虫危害的转基因工程棉,其部分研究现居世界领先水平。

蛋白酶抑制剂基因是仅次于 Bt 毒蛋白而广泛使用的第二种抗虫基因。迄今为止,在植物中发现有三类蛋白酶抑制剂,它们是丝氨酸蛋白酶抑制剂、巯基蛋白酶抑制剂和金属蛋白酶抑制剂。与抗虫关系最为密切的是丝氨酸蛋白酶抑制剂,因为大多数昆虫(如大部分鳞翅目、直翅目、双翅目、膜翅目以及某些鞘翅目昆虫)所利用的正是丝氨酸蛋白酶,尤其是类胰蛋白酶。大部分鞘翅目,尤其是谷仓害虫,利用的是巯基蛋白酶。目前已有多种植物的蛋白酶抑制剂基因被克隆,并得到一批转蛋白酶抑制剂基因工程植株,转基因植株表现出较好的抗虫效果,其中有些基因有良好的应用前景。令人瞩目的是豇豆蛋白酶抑制剂基因、马铃薯蛋白酶抑制剂 II 基因和水稻巯基蛋白酶抑制剂基因。

与 Bt 毒蛋白基因相比,蛋白酶抑制剂基因具有抗虫谱比较广泛的优点,例如豇豆蛋白酶抑制剂对几个目的昆虫均有毒性作用。蛋白酶抑制剂基因抗虫的问题在于,要达到理想的抗虫效果,在转基因作物中要求的表达量远远高于 Bt 毒蛋白基因植物所需的表达量,这就给抗虫基因工程带来一定的困难,因此,研究利用不同的调控机制,提高蛋白酶抑制剂的表达水平,将是今后亟待解决的问题。

除了上述提到的两种抗虫基因外,淀粉酶抑制剂基因、植物外源凝集素基因、几丁质酶基因、核糖体失活蛋白基因、豌豆脂肪氧化酶基因、昆虫保幼激素基因以及昆虫毒素基因如非洲蝎和蜘蛛神经毒素也在进行抗虫基因工程方面的研究。多价抗虫转基因植物的研究将有利于避免和延缓害虫产生的抗性,此外,蚜虫和螨类以及线虫也是严重危害农作物的害虫,针对这

类害虫的基因工程以及不断分离新的抗虫基因将是人们面临的新课题。

(二)抗病基因工程

1. 抗病毒基因工程。植物病毒是一类必须依赖于植物才能生存的专性寄生物,是地球上已知的最简单的生命形态之一。由于其在组成上(主要成分是核酸和蛋白质外壳)与细胞内的一些生物大分子相似,因此,在使用化学方法防治植物病毒病害上存在着很大的困难,实际上,迄今为止除了使用抗病品种之外,还没有其它更加有效的防治方法。

1986年,美国 Beachy 研究小组首次将烟草花叶病毒(TMV)外壳蛋白基因(CP)导入烟草,培育出抗 TMV 的烟草植株,开创了抗病毒育种的新途径。此后,人们又相继获得了黄瓜花叶病毒(CMV)、苜蓿花叶病毒(ALMV)、马铃薯 Y 病毒(PVY)、马铃薯 X 病毒(PVX)、烟草线条病毒(TSV)、烟草脆裂病毒(TRV)和水稻条纹叶枯病毒(RSV)等病毒的外壳蛋白转基因植物,均表现出一定程度的病毒抗性。Nelson 等对转 TMV 外壳蛋白基因的重组番茄进行田间试验,结果对照 100% 出现病状,果实减产 26%~35%,而转基因番茄发病率仅为 5%,产量几乎不受影响;同时他们还发现,表达 TMV U1 株系外壳蛋白基因的重组番茄能交叉保护 TMV mPV230 的 3 个强株系的侵染,这些结果都显示出外壳蛋白途径在农业生产中防治病毒的潜在作用。第一批转基因烟草经历了温室和田间试验后,已在 1995 年前后开始应用于大田生产。

除了转外壳蛋白基因这一有效途径外,近年来还开创出了多种抗病毒基因工程的新方法。1986年,Baulcombe 等成功地将 CMV 的卫星 RNA 导入烟草,获得的表达全长卫星 RNA 的工程烟草植株,对该病毒或相关病毒的复制和症状表现有抑制效果。1990年,Golemboski 等将 TMV U1 株系的复制酶基因(54KD 蛋白)导入烟草,获得了对 TMV 侵染具有免疫抗性的工程植株,引起了人们对表达病毒复制酶基因的极大兴趣,但这种重组植物的病毒抗性太专一,影响了它在农业生产中的实际应用。

以上抗性基因来源于植物病毒自身基因组,但抗病毒基因也可以来自其它途径,例如病毒复制抑制因子、核糖体失活蛋白、致病相关蛋白和核酸酶等,其中致病相关蛋白已获得了重组植物,只是抗病效果不够理想。此外,在同一植物上可能有一种或几种病毒病,转单一基因途径不可能解决所有问题,因此,构建抗多种病毒侵染的多价转基因植物将能够在农业生产中发挥巨大作用。另外,在不断寻找新的抗病毒基因的同时,对转基因植物的抗病毒机制进行深入的研究也是人们面临的新课题。

2. 抗细菌、真菌病基因工程。植物病原细菌、真菌具有细胞结构,且侵染致病机制比较复杂,这就给用生物技术防治这两大类病害带来了困难。自 80 年代从美国借古比天蚕(*Hyalophora cecropia*)蚕蛹中发现 Cecropin, Attacin 和 Lysozyme 等抗菌肽以来,抗细菌病植物基因工程主要集中在利用这些抗菌肽或抗菌蛋白及其类似物上。Cecropins 是一类分子量约 4KD,具有强碱性,对热较稳定的抗菌肽,其对革兰氏阳性和阴性菌具有广谱抗菌作用,对真菌和动物细胞没有伤害作用。在这类天然抗菌肽中,Cecropin B 是抗菌活性最强的一种,已被应用到多种作物的基因工程研究中。Jaynes 等合成的 Cecropin B 的类似物 Shiva 1 在氨基酸序列上同 Cecropin B 只有 45% 的同源性,但其抗菌活性与 Cecropin 相同。在国外,已有许多将抗菌肽基因(Cecropin、Lysozyme、Shiva 1 和 SB-37)导入烟草和马铃薯中的报道。

在我国,抗菌肽基因工程研究工作虽起步较晚,但进步较快。中国农业科学院生物技术研究中心贾士荣研究员和中国科学院生物工程中心屈贤铭研究员等以 Cecropin B 为蓝本,通过

对已报道的 12 种抗菌肽的结构和功能进行了研究,应用计算机模拟,设计合成了 Shiva 2A、ABP 和 WHD 等三种具有强抗菌活性的抗菌肽,并将其导入我国的马铃薯主栽品种中,获得了比起始品种对青枯病抗性明显提高了的转基因株系。

与抗细菌基因工程相比,抗真菌基因工程的研究进展比较缓慢,迄今为止,还没有理想的高效广谱抗真菌基因。目前的抗真菌病基因主要克隆自植物,Johal 利用转座子标签法从玉米中克隆了抗玉米大斑病(*Helminthosporium turcicum*),Keen 等已克隆出番茄的无毒基因 *avr9* 及其相应番茄抗性基因 *cf9*。抗性基因及无毒基因的克隆对理解植物的抗性机制有重要意义。由于主效基因特异性强,易被病原不同的生理小种所克服,故其在实际应用中受到了很大限制。另外,植物在受到病原菌侵染时,会诱导产生各类 SAR(系统获得性抗性)基因的表达,其产物包括几丁质酶、葡聚糖酶、过氧化物酶、渗透素和致病相关蛋白等。Brogile 等将菜豆液胞几丁质酶基因转入烟草和油菜,结果使立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)引起的出苗后猝倒病症状减轻。Caffney 等将烟草的 PR1a 基因导入烟草,增强了转基因植株对烟草霜霉病菌和烟草黑茎病菌的耐受能力。将几丁质酶基因和葡聚糖酶基因导入植物,以获得抗真菌转基因的研究更多。虽然已有许多抗真菌基因被克隆并应用到抗真菌病基因工程的研究中,但迄今为止,尚未见到实用的有关报道。因此,寻找新的更加有效的抗菌基因以及多种抗菌基因的协同作用将是今后研究的重点之一。

(三) 品种改良基因工程

禾谷和豆类作物的食用部分主要是种子,而马铃薯的食用部分是块茎,甘薯的则为块根,这些食用部分的蛋白质含量有很大差异。一般而言,豆类种子的蛋白质含量达 20%~40%,禾谷类种子在 10%左右,块茎和块根类的蛋白质含量则更低。这些蛋白质中大部分是贮存蛋白,一般都缺乏一种或几种必需氨基酸。因此,农作物食用品质的改善既包括提高食用部分的蛋白质含量,也包括增加贮存蛋白中的某些必需氨基酸的含量和改善某些蛋白质的某些理化特性。

为了提高马铃薯块茎中的蛋白质含量,美国路易斯安那州立大学和秘鲁国际马铃薯研究中心的一个研究小组首先在细菌中成功地表达了编码高含量必需氨基酸的基因 HEAAE-I。这种工程蛋白的分子量为 13Da,必需氨基酸含量达 80%。随后,他们将该基因导入马铃薯中表达,结果发现块茎中的必需氨基酸含量并没有明显增加。究其原因,可能是因为表达水平太低或是工程蛋白不稳定,表达后被迅速降解了。在上述研究基础上,该研究小组对 HEAAE-I 进行了改造,重新设计合成了基因 HEAAE-II,并在烟草中表达发现,烟草叶片中的必需氨基酸含量比对照增加了 150%。在改善果实风味研究方面,美国威斯康星大学的研究人员分离和克隆了一种甜蛋白基因,将其导入番茄后大大改善了果实的风味。

虽然有关作物品质改良基因工程研究的还不多,但它的应用前景令人鼓舞,因为与粮农有关的植物蛋白质基因工程不仅可以满足人们的迫切需要,又能获得良好的经济效益,它的研究和发展今后应得到充分重视。

(四) 抗逆基因工程

抗逆基因的分离、克隆和转化一直是国内外科学家研究的热点,目前抗逆基因工程的研究主要集中在逆境条件下才能表达的某些基因的研究,如渗透蛋白。另一方面则是在抗逆代谢过程中某些酶的研究。目前已分离出大量与抗逆代谢相关的基因,如与抗(耐)盐有关的脯氨

酸合成酶基因,抗冻抗寒相关基因如鱼抗冻蛋白(AFP)基因、拟南芥叶绿体 3-磷酸甘油酰基转移酶基因及一些植物去饱和基因,还克隆了一些与抗旱有关的基因如茧蜜糖合成酶基因等。

我国在抗逆基因工程研究方面已取得了一定的进展,经过“七五”、“八五”十年的跟踪研究和创新,抗盐基因工程研究进展较为明显,克隆了脯氨酸合成酶(proA)、山菠菜碱脱氢酶(BAHD)、磷酸甘露醇脱氢酶(mtID)及磷酸山梨醇脱氢酶(gutD)等耐盐相关基因,通过转化山菠菜 BADH 基因,获得了耐 1% NaCl 的苜蓿,耐 0.8% NaCl 的草莓及耐 2% NaCl 的烟草,现正准备进行田间试验。但是我国在抗逆基因的分离、克隆和转化方面的研究起步比较晚,与抗虫、抗病基因工程相比是一个薄弱环节,尤其是在分离新的基因方面的研究与发达国家差距较大。由于生物的抗逆过程是十分复杂的生理生化过程,代谢途径具有多样性和复杂性的特点,涉及到的酶很多,都是多基因控制的,仅解决代谢途径中的某个酶或某个逆境胁迫蛋白,对改善植物的抗逆能力作用甚微。目前国际上着眼于抗逆代谢途径简单、清楚、综合抗性优良和抗逆类型广的基因的分离与克隆,这无疑也是我们今后要努力和主攻的目标。

三、展 望

生物技术在农业生产中的应用前景是十分乐观的。首先,在国际上发展生物技术的“热度”没有冷却,仍是你追我赶,竞争激烈。这是因为它是一种带有革命性的、战略作用的高新技术,不会很快被别的技术所取代。其次,在国内,发展生物技术及产业得到政府、科技界和产业界的普遍重视。比如,从组织管理方面,国家科委于 1983 年设立了中国生物工程开发中心,农业部、卫生部、国家医药管理局、中国科学院等部门都设立了相应的生物技术领导小组或生物技术专业委员会,许多省市也设立了自己协调管理机构,并将生物技术与产业选定为本地区的科技和经济发展的重点领域,予以重点支持。在我国建立的 52 个国家级高新技术产业开发区里,都将生物技术产业作为其中需要加速发展的高新技术产业之一。国家科委已编制了生物技术领域的国家“九五”至 2010 年的领域协调计划指南,以便加强对该领域的支持和管理。

展望生物技术与产业对农业生产和社会发展所作的贡献,将会不断增加。可以这么说,20 世纪的生物技术主要还是科研阶段的工作,产业建设还在初创阶段;21 世纪的生物技术将进入广泛的大规模产业化阶段,是它对人类社会做贡献的时期。基因工程途径培育的高产优质抗逆动植物新品种,将与细胞工程技术培育的新品种不断推向农业生产。此外,以基因工程培育的动植物来大量生产药物、疫苗或其它生理活性物质这种过去认为是“天方夜谭”的事,也将成为现实。

要实现这些宏伟目标,我们现在就要注意解决好以下几个方面的问题:第一,加强基础研究工作。在过去十几年中,我们习惯于运用基因操作技术,以我国的生物资源为材料,克隆国外已有的基因,这对于追赶世界先进水平起到了一定的作用。但我们不能仅停留于此,必须基础研究与基因工程研究并重。只有这样,我们的研究才有后劲,否则会永远停留在别人后面。第二,要解决好基因工程与其它农业常规育种的关系。在现阶段,基因工程途径获得的材料在绝大多数情况下,只是一种新的种质资源,而不是生产上可以立即使用的新品种。与其它常规育种结合,可加快育种步伐,使其尽快转化为生产力。第三,要建立安全的基因工程试验法规,前几年由于基因工程产物野外试验法规不健全,重组植物很容易进入大田试验,这为我国在这方面的研究赶上世界先进水平开了绿灯,但基因工程技术在带来明显经济效益的同时,亦有可能带来一些潜在的问题。我们今后一定要加强这方面的管理和监督,建立相关的法规和条例,

避免特定的基因工程生物体在非受控条件下可能带来的生态破坏。

参考文献

1. 徐庆毅,我国生物技术发展的回顾与展望,生物工程进展,1996,16(1):1~5
2. 周兆澜等,植物抗虫基因工程研究进展,生物工程进展,1994,14(4):18~24
3. 莽克强,植物基因工程进展,生物工程进展,1993,13(5):1~8
4. 李雄彪等,与粮农相关的植物蛋白质工程,生物工程进展,1993,13(1):1~5
5. 陈少裕等,生物技术与林木遗传改良——现状与前景,生物工程进展,1993,13(1):35~38
6. 翟文学等,植物抗病基因的克隆与分子育种,生物工程进展,1996,16(1):17~21
7. 刘进元等,植物抗病基因工程的研究进展,生物工程进展,1994,14(2):31~34
8. 贾士荣等,马铃薯抗菌肽基因工程,中国农业科技出版社,1996

Biotechnology in Agriculture: Highlights and Tendency

Liu Dehu

Biotechnology Research Center(CAAS)

Abstract Biotechnology have been developing very rapidly in recent years. Advances in genetic engineering are enabling crops to resist the infection caused by some pests and plant viruses. Progress has also been made in the fields of stress resistance, plant bacterial disease resistance and crop quality improvements, in this century biotechnology are still used mainly for the purpose of research, which will make contributions to the agricultural production in a larger scale next century.