

农业科学的发展趋势和我国的战略与对策^{*}

牛德水 姚庆筱

(中国科学院自然与社会协调发展局 北京 100864)

摘要 农业科学与现代生物学尤其是生物技术的相互交融,正在为农业带来一场新的变命并对 21 世纪农业的发展产生重要影响。文章着重评述了农业科学的发展趋势和研究热点以及我国农业科学的现状并简要阐述了应采取的战略对策。

关键词 农业科学,发展趋势,战略,对策

以研究和掌握有生命的植物、动物和微生物生长发育规律为主体的农业科学,在本世纪中叶经历了“绿色革命”的浪潮及杂种优势利用的普及化之后,通过与现代生物学尤其是生物技术的相互交融,正在为农业带来一场新的变革。此外,农业生物学基础研究的重要突破、持续农业新概念的出现以及各类特色农业的兴起,都将对 21 世纪农业的发展产生重要影响。我们应当抓住机遇,迎接新世纪的挑战,在战略部署和配套对策上应采取有力措施,把我国农业推向一个新的发展阶段。

1 农业科学的发展趋势和研究热点

1.1 现代高新技术与传统生产技术相结合,为农业发展注入新的活力

近几十年来,生命科学特别是分子生物学、分子遗传学的飞速发展,以及相应的一套统称为“重组 DNA”技术的建立,并结合细胞工程技术,使得生物学家有可能将这些理论与技术运用于动植物的育种,培育出以前常规育种方法难以得到的动植物新品种。从第一株转基因植物问世到现在 10 年左右的时间,人们已经获得近 60 种转基因植物,其中包括烟草、番茄、马铃薯、矮牵牛、棉花、芹菜、大豆、水稻、小麦和玉米等。生物技术已经成为育种过程中的一个重要环节,生物技术与常规育种技术的紧密结合,是这个领域的重要发展趋势。21 世纪初叶,人们将不仅能更加充分地利用现有种质资源,还可以通过基因重组创造新的类型,极大地丰富生物的种质资源,培育出新的品种,以满足人们日益增长的需要。

(1) 科学家们已经将病毒外壳蛋白基因及卫星 RNA 基因转入烟草、番茄等植物中,在大田试验中表现出一定程度的抗病毒特性。同时也成功地把苏云金杆菌基因转移到棉花、珠番茄

^{*} 收稿日期:1996 年 3 月 7 日

和马铃薯等植物中,创造出抗棉铃虫和抗玉米钻心虫等十几种作物新品种,减少杀虫剂农药用量达60%。这项技术的成功,将在一定程度上减少杀虫剂农药的使用,从而降低农业生产的成本,并且可以减少由于大量使用农药而造成的环境污染。为了适应农业集约化经营的需要,人们也已获得了抗特定除草剂的转基因油菜、大豆、棉花、烟草等;转雄性不育基因的油菜已经进入大田试验阶段;高蛋白、耐贮藏特性,抗寒、抗热、抗旱、抗盐碱等高抗基因工程方面也有了很大的发展。

据报道,转基因植物的产品如番茄酱、菜籽油及豆制品等在英国已批准上市销售。美国也已批准转基因番茄上市。从而这一广泛争论的转基因植物的安全性问题已开始得到解决。据估计,2025年前后,世界上大多数转基因作物将大规模走向生产,并形成可观的种子市场。

(2)1982年,Palmiter 研究小组把生长素基因转移到小鼠受精卵原核,获得了超级鼠以来,科学家利用不同方法至少已将16种基因导入不同受体,获得兔、猪、羊和鱼等转基因动物。从商业角度考虑,人们估计获得“瘦肉型猪”、“快速生长转基因鱼”、“抗猪瘟病猪”等广泛应用的成熟技术,还需5—10年不懈努力。但是,目前人们已经可以有效地将优良品种牧畜的胚胎进行分离和移植,从而迅速地扩大优良种群。同时,人工授精技术已在多种主要家畜上获得应用。

80年代,世界各国利用冷冻胚胎移植产下的犍牛达7—10万头。与此相关的胚胎性别鉴定,卵母细胞体外培养和胚胎克隆工程技术发展前景十分喜人。家畜胚胎克隆是80年代后期发展起来的一项具有重要应用前景的生物技术,应用这项技术,国外已相继取得绵羊、牛和猪胚胎克隆成功。我国学者于1990年成功地获得世界上首批第一代山羊胚胎克隆羔羊。到2000年,胚胎产业化、商业化的速度将会进一步加快。

利用基因工程技术研制成功的牛干扰素、幼畜(猪)腹泻疫苗、口蹄病疫苗、狂犬病疫苗等兽医药产品和疫苗,也将很快实现商品化生产。

(3)生物技术在解决饲料用粮、能源等问题中有着举足轻重的作用。畜牧业过分依赖粮食,其发展将受到很大限制。通过农副产品比如作物秸秆发酵,可以提供优质的饲料。我国年产5.7亿吨作物秸秆,比如将其中20%进行微生物发酵,就可以获得相当于400亿公斤粮食的饲料,接近目前饲料粮用量的一半。我国年产饼粕约2000万吨,糠麸5000万吨,糟渣2000万吨,如将其中一部分以及藻类和木薯用来发酵处理,不仅可以解决部分精饲料供应不足的问题,还可生产数量可观的乙醇和沼气。

(4)植物细胞工程是生物技术重要组成部分。利用植物细胞的全能性,通过快速繁殖技术可以在短时间内生产大量的试管苗,如毛白杨、珠美海棠、三倍体无籽西瓜、葡萄以及多种花卉等。利用快速繁殖加上相应的监测技术,可以繁殖供应无毒苗。这是防治农作物(包括经济林木)病害的有效途径之一。目前,我国马铃薯、香蕉无毒苗生产和供应,已经步入产业化轨道,桉树、毛白杨、泡桐等林木快繁技术已接近成熟。

1.2 农业科学与其它现代科学的交叉是新的发展趋势

(1)雄性不育现象的发现和利用,是基础性研究长期积累的结果。60年代以来,雄性不育在水稻、小麦、高粱、谷子、大豆、油菜和大白菜等作物上都已发现和应用。目前,已发现100多种能在生产上应用的雄性不育植物。雄性不育理论的研究与应用,有力地促进了作物新品种的培育,提高了农作物的产量和质量。在我国,1970年发现了“野败”,迎来了水稻育种的灿烂曙

光。由此育成的籼型杂交水稻,创造了世界育种史上的奇迹。自1976年以来,累计种植三系杂交水稻达1.7亿余公顷,增产稻谷2600亿公斤。随着这项技术被引进到有关国家,已在更大范围内发挥着作用。杂交水稻取得了举世瞩目的成就,并被誉为“第二次绿色革命”。

针对三系杂交水稻的美中不足,如米质较差,优良恢复系不好选配等问题。我国科学家们在努力选配优质稻组合的同时,已发现并培育成功了二系法杂交水稻,一般可增产15%左右。这一独特的创造,领先世界水平,使水稻生产跨入了一个新的发展阶段。

(2)农作物病虫害可以给作物造成10—30%的损失,严重时使得颗粒无收。近些年来,随着病虫害问题的日益严重和复杂化,对害虫的研究投入了更大的力量,出现了各学科的交叉和互相渗透,进一步把宏观与微观不同层次的研究结合起来。同时,对害虫、天敌和植物之间关系的研究,发现昆虫和寄生植物之间,不是单纯的为害和受害的关系,而存在着植物抗逆的一方面。这一方面的研究和发现为寻找控制害虫新途径和新方法提供了基础。如利用植物的“超补偿能力”防治害虫,不是要求把害虫斩尽杀绝,一个不剩,而是允许保持一定的虫口密度,以不造成明显减产为度。这种原则不仅可以减低防治成本,减少环境污染,如果控制适度还可以带来增产效果。

在对生态学如昆虫变态、生殖、滞育、飞翔、迁移等生命活动规律研究的基础上,提出区域性害虫生态控制的新概念;性诱剂的应用,包括性诱剂和病毒的联用;以及新型的无公害农药的开发应用等,无不得益于基础研究。

在农牧区鼠害防治方面,鼠情监测和预报的发展,一方面归功于长期定位研究的积累,另一方面则借助于先进的计算机和有关软件技术。利用不育和遗传防治技术是目前鼠害防治技术发展的一个重要方向。美国农业部丹佛动物危害控制中心在这个方面有很好的工作。在防治策略上已放弃单一的大面积化学防治方法,更着重长期持续地压低害鼠害兔的种群数量。

(3)远缘杂交与染色体工程育种在创造特异种质资源方面显示了强大的优势。美国的棉花“PD”系统种质是通过远缘杂交(中棉-瑟伯氏棉-陆地棉三元杂种)建立起来的,已经成为美国优质育种的主要种质资源。远缘杂交与染色体工程育种结合组织培养技术可快速稳定特异性状,以及利用分子生物学方法进行快速鉴定分子标记,在杂种早代就能鉴定带远缘目标基因(如抗性基因)的微小异源染色体片段,大大加快了育种速度。我国科学家在棉花远缘杂交的研究中,就是综合利用了有性杂交、激素处理、幼胚培养、染色体加倍、多代回交以及异地鉴定等技术,创造了系列优异种质材料和优良品系,并可望在本世纪末的最后几年,在理论和应用方面取得突破性进展。

长穗偃麦草是小麦远缘杂交育种的优良野生亲本材料,用它与普通小麦杂交,已经选育出许多高产、优质、抗病新品种,如小偃6号、小偃107等。相关的核质杂种优势理论正在深入地开展研究。核质杂种优势的研究,对于小麦改良有着重要意义,因为核质杂种优势一旦表现出来就不需要年年制种而又能稳定地保持下去。我国在远缘杂交、染色体工程以及核质杂种优势等方面的整体研究水平处于世界领先地位。

(4)把物理学和化学的成果引入农作物育种领域,产生了物理和化学诱变技术,并得到了广泛的应用。在这个领域,目前又有新的发展。把离子束技术引入育种领域,出现了离子束生物工程育种技术。利用离子注入进行基因位点损伤,诱发遗传变异,利用离子刻蚀进行细胞加工,介导外源基因。利用这一技术育成的新品(菌)种,已在农业生产中推广应用,创造了明显的

经济效益。随着生命科学与其它基础学科的交叉,这类创新性研究和应用也会越来越多。

1.3 持续农业和各类特色农业的兴起是农业科技进步的又一显著特点

(1)“绿色革命”与“蓝色革命”正在相互交融。在生物技术与常规技术相结合促进农业科技发展的同时,人们将加速向海洋领域拓展,出现大规模的海洋农(牧)场,实现“海洋农牧化”。人类解决所面临的人口、资源、环境问题,出路之一是重返海洋。利用现代科学技术手段,研究海洋、开发海洋、保护海洋、发展海洋产业,现在人们称之为蓝色产业。

随着世界人口的增长和技术的发展,海洋捕捞业日益发达。因此,早在 80 年代初,一些营养和商业价值高的鱼类产品就开始明显减少,1990—1992 年,全世界年捕鱼量仅为 8 000 万吨,比 1989 年减少 7%。在减少和控制捕捞恢复海洋特别是近海渔业资源的同时,人们已把注意力转向人工养殖和近海特种资源的人工增殖。日本最为发达,真鲷、牙鲆、对虾、梭子蟹、扇贝、牡蛎、鲍鱼和紫菜等养殖早已著称于世,科研生产都达到了相当高的水平。西、北欧和北美诸国基础研究较为深入,而用于生产者种类较少,生产规模一般较小,产量不大。值得注意的是,近年来国外十分重视高新技术(细胞工程、基因工程)在增养殖生产及科研中的应用,对养殖中繁殖发育、营养、生产、疾病及其环境条件间相互关系研究较为深入。在我国,同发达国家相比较,水产养殖产量主要来自淡水。随着产量压力的不断增加,使得内陆河流湖泊水环境资源受到破坏。将来的方向是发展集约化养殖,把淡水资源用作饮水和环境,同时加速向海洋的战略转移。我国有 1.8 万公里海岸线,浅海中生物生产力相当于每平方米每年 2 000 大卡,两公顷海面相当于 1 公顷良田。经过努力可以从海洋中得到数千万吨水产品,成为大规模食品生产基地。

(2)现代化、高效率和高技术农业离不开“设施农业”。随着耕地面积进一步减少,如何发展适合中国国情的设施农业将对进一步提高单位土地的产出,发展“两高一优”农业起到重大作用。发达国家的肉牛、奶牛、猪、鸡等广泛采用现代化工厂化养殖方式,未来规格化“全进全出”全自动化程度将得到发展。今后随着智能化程度提高,温室蔬菜、花卉等作物无土栽培将走向群体化、大型化。

和“设施农业”相关的是“白色农业”。所谓白色农业,主要是指不污染环境的微生物工厂化农业。人们不仅可以从中获得大量的食用菌类,还可以生产大量的无公害生物农药及生长激素,也可以直接生产人们所必需的蛋白质。

(3)80 年代中期,美国学者针对“生态农业”的局限性,首先提出了“持续农业”的新概念。与生态农业不同,持续农业在强调对资源环境保护的同时,不反对化学能的投入。即不仅采取农业生产的现代化措施(良种、农药、化肥、灌溉),而且注意农业生产的经济性、社会性,即经济效益与环境保护并重,侧重于生态、经济、社会的综合效益。我国人多地少,在农业生产满足需求的同时,也必须考虑到对自然资源的合理利用和生态环境保护。

2 我国农业科学的现状和战略对策

2.1 我国农业科学的现状分析

建国以来,我国农业科学不断取得进步。品种资源研究和良种选育技术水平不断提高。我国学者利用远缘杂交、染色体工程、基因工程等技术与常规育种相结合,实现外源基因转移,拓

宽种质资源,培育丰富的农作物新品种,为我国乃至世界农业增产作出了突出贡献。特别是水稻杂种优势利用,随着“三系配套”技术走向世界,“二系法”研究的初步成功,以及“一系法”的积极探索研究,我国在这一领域的整体优势和领先水平,已为世界所公认。

我国农业生物技术研究始于70年代。20多年来,在生物技术基础理论、试验技术和应用推广方面都有了明显的进展,取得了一系列重要成果,有不少产品和技术已走向市场,同时也大大缩短了与发达国家的差距。我国在脱毒快速繁殖技术、花药培养、染色体工程育种技术和单倍体育种应用方面一直处于国际领先水平。植物基因工程方面,我们已基本上能够自己分离侵染蔬菜、烟草及其它经济作物的病毒外壳蛋白基因,获得了一批转基因抗病毒植株。但由于这些新技术发展历史较短,我国目前的水平基本上属于跟踪发展阶段,所采用的技术路线和方法,基本上与国外相同,未能有新的重大突破。

从整体上来看,我国农业科学研究和应用,同发达国家尚存在一定差距,在一些重要领域存在很大差距。比如作物、畜禽良种覆盖率,在我国分别只有60—80%和30—60%,而发达国家已接近100%。在高技术方面的差距还很明显。但在一些局部,比如杂种优势利用、远缘杂交及染色体工程育种、单倍体育种及其应用等则均居世界领先水平。

2.2 战略与对策

(1)要加强基础性研究,为农业的发展提供科技贮备。高新农业应用科技来源于农业基础理论的研究,否则应用科技就成了无源之水,无本之木。以杂种优势的利用为例,如果没有遗传学的基本理论指导,没有杂交高粱等杂种优势利用的实践经验,也就没有1970年野败材料的发现和对其系统研究,也就没有三系杂交稻的成功。因此,我们应当稳定并精心组织一批精干的科技人员,对涉及农、林、畜牧、兽医、水产等领域科学技术重大理论课题和前沿领域进行攻关,特别是在品种选育的新理论与新方法、基因工程、病虫害防治机理以及作物近缘种保护生物学、生物肥料、温室和大棚中的生态调控等方面的研究上,力争有所创新和突破。

应当看到,我国农业生物技术的基础研究相当薄弱,基本上处于跟踪研究状态,缺乏新的思路和观念。在越来越激烈的国际竞争面前和强调知识产权的今天,缺乏创新的生物技术产品是被淘汰的。我们在选择动植物基因工程课题时,要尽量避免相同水平上的简单重复,力争在理论和关键技术上有所突破,为开发增加后劲。

在海淡水增殖养殖方面,我国海带养殖近期产量不断提高,已高达300多万吨,而栽培方法仍是50、60年代的成果。80年代提出了新的方法,可以免去长达4个月的低温育苗,但还没有广泛应用。对虾养殖的问题就更加突出,流行性虾病形成毁灭性灾害,造成上百亿元的经济损失。必须加强病原及病理学研究,加强监测技术和防治药物的研制与开发,加快研究生态综合防治措施,以求尽快改变目前这种几乎是束手无策的被动局面。

(2)加快高新技术特别是生物技术在农业生产上的应用,提高农业生产的现代化水平。通过高新技术产业化,直接把科技转化为经济优势、市场优势,同时提高国际竞争能力,保持我国农业高新技术在某些领域的先进水平,缩小与先进国家的差距。科学技术与其他商品不同,科学技术必须有超前性,既要重视选择当前一般先进实用的技术项目,又要抓住具有世界先进水平,能影响未来农业发展方向的重大项目的推广,这样才能带动我国农业的大发展。

(3)增加农业科技的投入。农业的发展一靠政策,二靠科技,三靠投入。农业科技大多是属于周期长、社会效益显著而直接经济效益低微的特殊科技领域。我国是发展中国家,不可能在

投资总量上同发达国家甚至中等发达国家攀比,如韩国 1994 年消耗 200 亿美元开始实施“生物技术 2000 计划”。但是,我国农业科技长期投入不足,已严重地影响科研水平的提高和成果转化。80 年代世界平均农业科技投入占农业总产量的 1%,而我国为 0.17—0.27%,是世界上农业科技投入最低的国家之一。如国家自然科学基金中,用来支持农业基础研究的才不足 7%。据统计,我国基础性研究经费分配情况是:自然科学占 57%,工程技术科学占 27.2%,医学科学占 10%,农业科学只占 5%,这和我们这个农业大国的地位极不相称。从实际研究状况看,如有一个农业大省,农业科技进步奖 1987 年申报 108 项,1989 年为 76 项,1991 年降低到 36 项,1992 年竟降低到 33 项。5 年间,成果申报数减少了 2/3,其潜在危机是显而易见的。尽管这种现象的存在原因可能是多方面的,但不能不说科技投入不足是一个重要原因。由于农业科技投入不足,也造成农业科技队伍不稳定,成果推广人员严重不足。我国每万名农业人口中农业科技推广人员仅有 5 人左右,一些发达国家达到 30—40 人。因此,应当制定相应的政策,采取切实可行的措施增加农业科技投入。就研究与开发这部分来说,不仅应当包括课题费,而且应含部分设备费和研究人员的津贴,以利于科研和科技成果推广队伍的稳定以及青年科技人才的成长。

* 简讯 *

我院信息网络联通

本刊讯 我院实现了以北京为中心,联通我院机构所在地的全国 24 个城市的信息互通网络。同时,在 1996 年度院工作会议期间,建立了会议网点,与会者可现场查询全院信息。

我院“百所联网工程”于 1995 年 7 月正式立项,由院计划局和计算机与通信应用系统总体部共同负责实施。目前开通了分布在全国 24 个城市的 27 个主干网节点,院机关、12 个分院、102 个所的电子信息联网,实现了电子邮件、管理信息、科技信息的“信息三通”,并与国际 Internet 互连。

中国科学院网由主干网和区域网组成。现已建成的区域网有:北京中关村地区网(NCFC),上海、武汉、南京、合肥等分院;正在建设的区域网有沈阳、兰州、成都等分院。科学院网的“网络管理中心”设在中关村院计算机网络信息中心。

目前已实现的网络应用有:管理信息系统、多媒体电子邮件系统、国际电子邮件、科学数据库检索系统、文献情报检索系统、所情和院情检索系统、多媒体新闻检索系统。

(木易)