

迎接新的绿色革命——兼论育种和种子工程

Seed Engineering Is the Key to the Second Green Revolution

陈启锋

(福建农业大学,教授、博士生导师 福州 350002)

一、第一次绿色革命的贡献与反省

本世纪六七十年代,世界经历了以成功选育矮秆小麦和水稻矮秆品种为标志的农业技术革新。1961年设在墨西哥的国际玉米小麦研究中心培育出矮秆小麦品种 pitic 62 等;矮秆水稻品种方面,我国广东、台湾于 1956 年首先分别育成矮脚南特、台中本地 1 号,1963 年广东又育成广场矮、珍珠矮、二九矮;1966 年设在菲律宾的国际水稻研究所培育出第一个矮秆品种 IR8。由于推广了矮秆品种及其增施化肥、农药和改善灌溉等配套措施,粮食生产取得了突破性进展。世界粮食总产量由 1950 年的 6.31 亿吨增加到 1996 年的 22.16 亿吨。墨西哥、菲律宾、印度、泰国、印尼、巴基斯坦等 10 多个国家因此实现了粮食自给,有的还能够出口。比如,墨西哥 1962 年推广矮秆小麦后,到 1969 年小麦总产增长 3 倍多,由粮食进口国成为出口国。印度 1963 年引进矮秆小麦,到 1978 年总产值增长 2.63 倍,加上大面积推广了水稻矮秆品种,实现了粮食自给。我国南方籼稻区于 1970 年已基本实现良种矮秆化,1976 年开始又大面积推广杂交水稻,促进了粮食生产的迅速增长,全国粮食总产由 1949 年的 1 亿吨提高到 1996 年的 4.9 亿吨。

这一次的世界性农业技术革命和成就,缓和了人口增长给粮食生产造成的压力,解决了缺粮和饥荒的危机,1950~1996 年世界人口增长 2.20 倍,而

粮食增长 3.51 倍,为 20 世纪人类的生存与发展作出巨大贡献,被誉为“绿色革命”。菲律宾国际水稻研究所的矮秆水稻品种被称为“奇迹稻”,而我国的杂交水稻则有“东方魔稻”之称,都以最突出的科技成果被载入史册。矮秆小麦品种选育者、美国科学家布劳格(Bolarg)因此于 1971 年获得诺贝尔奖。

同时应该指出,这一次农业技术革命也带来一些负面影响,突出表现在:其一,推广的现代品种较为单一,利用时间又偏长,造成基因型趋向狭窄,多样性、抗逆性和适应性有所削弱。不少珍贵种质资源已经或濒临消亡。其二,高产品种大幅度增施化肥,防治病害、虫害和杂草用的农药剧增。1950~1990 年世界化肥产量从 300 万吨猛增至 6 000 万吨,农药销售额扩大 28 倍。这不但严重污染环境,而且普遍引起土壤退化、肥力下降;加上有机肥减少等影响到食品质量和营养。其三,在改善灌溉条件的同时,由于技术不当,造成水资源浪费,还引起部分土壤盐渍化。总之,矮秆品种的负面效应在一定程度上加剧了生态环境的恶化,并使生产出现了徘徊状况。它是农业现代化和持续发展必须面对的新问题,因此迫切要求有新的技术革命。

二、第二次绿色革命的技术与重点

1. 第二次绿色革命的提出

进入 21 世纪之际,世界面临着人口、粮食、资源和环境等严重挑战,对农业的依赖性日益增加。

三、必须做好农机与农艺的结合工作。农机是农业生产的工具,必须符合我国的国情和农艺制度。农业机械要满足农艺不断高产的要求,要有利于节约资源,有利于土地资源利用和土壤肥力的提高,有利于农业环境的保护。未来农艺制度的发展方向必将便于机械作业、有利于实现农业机械化的方向。没有农机要素的引入,先进的农艺技术要想大规模、规范化实施是不可想象的。因此,农机与农艺要相互主动适应、相辅相成。

四、紧跟世界农业机械化高新技术发展步伐,为下个世纪打好基础,做好技术储备工作。要积极引进精准农业技术,重点开发精密播种、施肥、收获等机械化技术。

五、按照国家提出的大力发展节水农业的既定方针,建议农业部加大农业节水技术的研究工作,重点应放在农艺节水和行走式节水灌溉技术的研究上。

(责任编辑 蔡德诚)

要求进行新一轮农业技术革命的呼声日益高涨。

由于第一次绿色革命带来的消极影响,本世纪80年代曾经兴起过生态农业、有机农业、再生农业等自然农业的思潮。但实践和事实说明了这些思路难以全面贯彻。而当今可持续发展的思潮,已成为世界的热点。落实可持续发展必须以科技为基础,与新的农业科技结合,加速第二次绿色革命已成为人们的共识。1996年在罗马举行的“世界粮食安全首脑会议”,重新肯定新品种以及化肥、农药、灌溉等在农业发展中的巨大作用。会上突出了新的绿色革命,并将它作为解决世界农业发展与粮食安全的重要支柱。全球最大的国际性农业研究系统的领导机构——国际农业研究磋商小组及其下属的18个研究中心相继提出了以超高产品种、生物技术应用、农田灌溉技术、精量施肥施药与环境保护等为主导领域的第二次绿色革命。

2. 任务与技术

第二次绿色革命,需要建立现代化与可持续发展相结合的农业科技新体系:加速农业的工业化,全面提高农业生产能力和效率;在统筹兼顾经济效益、社会效益和生态效益的基础上,为人类提供更多更好的食物和可再生资源;使农民致富,建设城镇化的新农村;在积极利用现代工业化技术改造传统农业的同时,充分重视知识经济新时代的到来对农业将产生的影响,并做好必要准备以迎接新挑战。实现这项重大的跨世纪农业任务,牵涉到社会、经济、政策、技术等诸多因素。而种植业中的作物生产,显然是这场新绿色革命的主体,其技术改革需要包括以下6个主要方面。

(1)良境 作物生产与地域环境、生态条件有密切的依存关系。保持农田内外的良好生态环境是作物生产的基础条件。需要组织以现代农业为目标、以水利设施为主体的新农田建设;促使排涝与蓄水、灌溉和节水紧密结合,以扩大旱涝保收的农田面积。同时应该加固堤坝、设置防护林、防止水土流失、消除环境污染,以不断提高抗灾减灾的能力。

(2)良田 作物生产需要有肥沃土壤,以保证从土壤中获得必需和充足的水、肥、气等。我国耕地承载率日益加重、土壤品质下降,这已成为作物持续增产的严重障碍。恢复有机肥使用和土壤肥力,并以工程与生物相结合的方式改造中低产田,是当前培育良田的重点内容,也是发展作物生产的基础工程。

(3)良制 建立合理的耕作制度具有宏观调控的战略意义。当前改革的重点有两个方面。一是调整结构发展综合农业;在保证粮食产量稳定增长的基础上,促进植物、动物和微生物生产的协调发展;建立农牧、农林、农渔、农菌相结合的综合农业新体系,实现农田生物与生态的良性循环,获得经济、社

会和生态的最佳效益。二是提高复种指数:在南方稻田以发展冬种和再生稻为主;广大旱作的一年一熟、两年三熟区,以扩大间作套种为主;从长远考虑,南方稻田改制似应从双季稻多熟制向稻、经、饲多熟制发展。

(4)良种 良种是作物生长发育的内在因素,决定着生产的数量和质量,仍然是第二次绿色革命的主导技术。这点将在下面阐述。

(5)良法 推广先进的栽培技术,才有可能发挥良种的潜力和作用。我国杂交水稻的迅速推广并取得显著成效,良种良法的配套是一个重要原因;特别是结合推广“稀播育壮秧”和“少本促大穗”的栽培技术,为增产提供了必要的保证条件。栽培技术需要解决的问题极为广泛,主要的有3个方面。一是促进技术,为作物生长发育创造优良的田间环境和营养条件,包括种植季节、育苗技术、种植规格以及水肥管理等。二是抑制技术,通过栽培措施控制和消除对作物生长发育的不利因素,包括各种生物、物理和化学等灾害防除。三是低耗技术,节约作物生产过程的投入,降低成本、提高效益,特别是节水、节肥、节药、节劳等技术。

(6)良具 积极改进作物生产的农机具,不断提高劳动生产率和经济效益。农业机械化应从实际可能与需要出发,因地制宜,并逐步引进微电子、自动化等高新技术。有条件的可发展一部分设施农业,为高度集约和工厂化生产提供条件。

3. 良种是基础

新的绿色革命对新品种仍寄予厚望,育种是技术革新的核心内容。建国以来全国共培育出41种农作物的新品种、新组合5000多个,使粮食等主要作物品种在全国范围内更换了3至5次,每次更换一般增产10~30%。良种在农业增产中的作用约占1/3,随着育种科技的发展,这种贡献将扩大到40%以上。优良品种不仅表现在高产上,而且可以改善品质,在适应不良环境条件和抵抗各种灾害上发挥重要作用,降低成本、减少损失,以实现高产低耗高效等。因此,品种对农业的作用和意义怎么估价都不会过高。有的学者强调指出,人类过去是依靠植物育种养活自己,今后将继续依靠植物育种而生存下去。世界上已经展开了一场“国际种子战争”,谁掌握到最优种质、最高技术和最好品种的成果,就有可能垄断一定的种子和农产品市场。特别是生物工程的迅速发展正在酝酿着育种的更大突破,这种竞争将越来越激烈。

三、生物工程的进展推动着育种革新

1953年遗传物质DNA的双螺旋结构的发现,标志着分子生物学新时代的来临,从此生命科学不

断取得惊人的突破和发展,相继发现和提出信使核糖核酸(1960年)、细菌“乳糖操纵子”学说(1961年)、遗传密码(1966年)、DNA连接酶(1967年)、限制性内切酶(1970年)等。接着,于1972年建立了重组DNA技术;1977年成功地实现了人生长激素释放抑制因子在大肠杆菌中的表达;1983年获得第一例转基因植物等。这些成果震撼了世界,并诞生了生物工程学,创造了新型产业。生物工程及其产业开始在农业、医学、工业资源、环境保护等方面显露锋芒,给人类生活带来极其深刻的影响,其经济和社会效益的远景是难以估量的。科学界预言,21世纪将是生命科学的世纪!

在农业上,生物工程特别是其中的基因工程首先应用于育种并取得迅速进展,促进了第二次绿色革命与高新技术的紧密结合,并取得了一些重大突破,较为明显的有以下3个方面。

1. 打破物种界限

基因工程可以在分子水平上进行外源基因重组并直接转移到受体细胞中,让其整合表达和遗传,以实现基因转移,克服了常规的远缘育种受到的生殖隔离、不亲和性等障碍。新技术有利于打破物种界限,甚至打破植物与微生物、动物间界限,进行超远缘育种。比如正在进行着将稗草的抗逆性、仙人掌的抗旱性转移给水稻的研究,甚至已在草本和木本植物间实现了基因转移。英国和瑞典学者于1995年成功地将拟南芥(一种小草)中控制花发育基因LFY转移给欧洲山杨树,使其成熟开花期由10~20年缩短到1年。目前所成功培育出的抗虫害、抗病害转基因作物,多数是从苏云金杆菌Bt基因、病毒外壳蛋白质基因等转移来的。更有甚者,动物基因如萤火虫的发光蛋白基因,寒带鱼的抗冻蛋白基因,蛇、蝎的毒液基因等已转移给作物,分别获得能发光的转基因烟草,抗寒的转基因甜菜、转基因番茄,抗虫害的转基因棉花等。

2. 增强改良力度

新绿色革命期待着加大品种的改良力度和速度,以适应市场经济和持续发展对高产优质、高效低耗、抗灾稳产等需求。基因工程可以进行更远缘育种,又能够提高育种目标的准确性,并大大缩短育种时间,建立更有效的植物遗传转化系统。近半个世纪以来所进行的水稻高蛋白育种成效甚微,而现已将大豆蛋白基因成功地转移到水稻。通过基因工程,有利于揭示和解决深层次的作物特性改良问题。研究表明,某些植物也会患“贫血病”,将一种细菌的血红蛋白基因转入烟草,结果烟草生长35天后干物重增加80~100%。更为重要的是,在低耗高效、减少污染中迫切要求降低化肥、农药用量,因而提高作物品种的光合与养分效率、病害与虫害抗性,正在成为基因工程与常规技术相结合的研究重

点。至于促使品种适应低温、干旱、雨涝、土壤瘠薄和盐碱,以及温室效应、酸雨等新旧灾害,也是强化工程育种的主要内容。

3. 扩大生产领域

利用植物的次生代谢物进行大规模细胞培养,已成功地生产出紫草宁、人参皂素、茜草素、紫杉醇等。随着转基因植物技术日趋成熟,利用植物的生物反应器作用,进行贵重药品、人畜疫苗和精细化工等的生产,以具有成本低、竞争力强的吸引力,正在成为高技术及其产业的新兴的热门领域。现已成功地将干扰素、胰岛素、多肽抗体、人血清白蛋白等基因转给植物进行这些药物的生产。美国研究者获得多肽抗体转基因烟草,据估计,仅利用1%烟草面积种植这类转基因植物,所生产的药品每年即可供20多万癌症病人治疗用。美国正在通过转基因植物研制麻疹、疟疾、乙型肝炎、爱滋病等疫苗,甚至成功地获得了口服的植物疫苗。国际上已出现研制营养药物的新思路,人们终将会用吃蔬菜、水果等替代吃药打针。目前还大量进行了用于塑料、染料、涂料、洗涤、香料、润滑剂等转基因植物的研究。据美国能源部报告,通用的50种化工原料已有19种可以由植物生产,已经成功地改造了玉米淀粉结构,使其含有PHB高分子,可用于制造生物塑料。美国佐治亚州建立了一个“分子农场”,种植几千亩转基因油菜,提供用于制造肥皂等的月桂酸。截止1997年1月31日,美国已批准的各类转基因植物的田间试验达2584例。

总之,上述方面虽然仍处在起步的阶段,需要解决包括安全在内的许多问题,但前景诱人。有理由相信,以育种为主体的第二次绿色革命将促使农业向深度和广度发展。正如美国著名未来学家托夫勒所预言的:“通过基因工程及其他新技术的结合,能带动农业发展成为比世界一切大烟囱工业更先进的一个部门。以知识为基础资源的农业,可能发展成为明天在经济发展中占最大优势的部门。”

四、我国加速种子工程建设的对策

我国在新的农业技术革命中,已将种子工程作为发展农业生产的一项战略选择和重点措施,并将其列为农业科技的第一工程。面对农业科技革命的新形势,可以考虑以下对策。

1. 面向市场经济与持续发展

我国市场化程度日益提高,已达近70%。在加入世界贸易组织以后,随着国内市场与国际市场“接轨”,农产品将面临着全球性和全方位的竞争;同时,只有持续发展才能保证长期稳定的增产增收。种子工程建设应该符合以市场为导向和可持续

(下转第34页)

进制造技术基金资助下,成功地研制出可完成铣、磨、钻、镗、抛光和高能束等多种加工的多功能并联加工机械手。1994年在芝加哥国际机床博览会上,美国 Giddings & Lewis (HEXEL) 公司和英国 Geodetic 公司首次展出了称为“变异型”(VARIAX)和“六足虫”(hexapods)的数控机床和加工中心并引起轰动,同时被多家媒体称誉为“机床结构的重大革命”、“21世纪的新一代数控加工设备”。此后,美国的 Ingersoll 公司,俄罗斯 Laptic 公司,挪威 Multicraft 公司,日本丰田东芝机械、日立精机、三菱电机、大阪机工等公司,以及东北、筑波、京都和立命馆等大学,瑞士 ETZH 研究所和 Neos Robotics 公司,丹麦 Braunschweig 公司也纷纷斥巨资研制出不同结构形式的数控机床、坐标测量机和镗铣类加工中心样机。

特别值得提及的是,德、意、法、英、瑞士、瑞典和西班牙等七国在欧共体资助下,于1996年底已先后启动称之为 Manufacturing, Parallel. Thematic. Network 和 ROBOTool 三个大型跨国联合研究开发项目。据项目首席科学家、意大利机床研究所所长 Jovane 教授介绍,仅此项目的预研经费就达300万美元,目的在于开发虚拟轴机床商用样机,并用于鞋业模具制造的柔性生产线。1997年在汉诺威国际机床博览会上,参展的虚拟轴机床已多达十几台。甚至已经出现了虚拟轴机床的某些专用功能部件的生产厂家。参观了这次展览会的我国机床界人士认为,这种并联结构的机床,用复杂的软

件最大限度地简化了硬件,其高刚度、高精度、工序复合化及低价格的潜力是传统机床望尘莫及的,是对传统机床的极大挑战。可以说,虚拟轴机床正在进入实用化阶段。此外,在1997年召开的第47届 CIRP 年会上,机床设计技术委员会(MTC)已将虚拟轴机床列为1998年大会的主题报告。同时,由美国国家基金会官员动议,今后将在欧洲和北美每年各举行一次虚拟轴机床专题研讨会。

近年来,国内亦有许多单位对这种并联机构进行研究。但投资强度与国际水平相比还有相当大的差距。目前国内有几个单位已经先后研制出基于 Stewart 平台原理的演示用机构,并且有并联机器人机构学理论及控制专著问世。1998年4月9日生产工程学会、机床杂志社邀请从事并联机器人和虚拟轴机床研究的部分单位专家进行了座谈,讨论了名称问题及发展状况和应用前景。与会者建议生产工程学会应经常组织类似这样的专题研讨会,并建议把虚拟轴机床列为1999年举行的第八届全国生产工程学会的主题报告之一,还建议把虚拟轴机床作为重点开发的机床产品列入先进制造领域的产品与技术发展研究范围中,以便通过产、学、研结合推动虚拟轴机床的实用化进程。总体来看,在虚拟轴机床的研究领域,我国的技术水平与国际先进水平相差并不太大,但我国的重视程度和投资强度与国际水平相比有相当大的差距,如果这种局面不能改变,我国在这个领域将会与国际先进水平拉大差距。

(责任编辑 王宏章)

(上接第45页)

发展。新品种选育应当坚持高产优质和高效低耗的目标,并对市场多样化、快变化的需求作出更迅速的反应。当前应加大对优质和低耗新品种的选育研究的力度,应依据国内外大市场的动向强化优质育种,并选育抗灾低耗高效的新品种。

2. 常规技术与生物工程结合

我国目前在育种研究上普遍采用的仍是传统的常规技术,因此迫切需要与生物工程结合起来,以求取得新进展。生物工程应用于育种,包括细胞工程和基因工程两个主要层次,需要从实际出发选择联合攻关的有利着力点。我国在应用细胞工程新技术上已有相当基础,有的达到国际先进水平,如分子标记辅助育种的某些方面的研究已走在世界前列;基因工程研究虽然起步较晚,也取得了可喜的进展。应在上述基础上继续攻关,以取得突破性的进展。

3. 立足国情创造出自己的特色

在新的绿色革命中首先应该加大引进力度,特别是创造条件吸引研究人才,争取在较高起点上赶超世界先进水平。但若要有更大的突破,最终必须

依靠自己的创新。我们应坚持有所为、有所不为的方针,将一大批“名特稀优”种质与生物工程高技术结合起来,创造出有自己特色的新优品种和产品。

4. 加速改革,建立科技新体制

目前我国作物育种研究的力量不足又很分散,水平不高又很重复,投入不够又很浪费。只有加速改革、理顺关系,才有可能更好地适应新绿色革命的更高要求。改革的重点应是走产学研结合的道路,逐步建立由种子企业兴办育种科研的新体制。美国先锋种子公司在25个国家建立140个育种站,每年上市12~14个玉米、小麦新品种,垄断了世界上近1/3的杂交玉米种子。1994年公司的销售额共14.8亿美元,用于育种研究的经费达1.3亿美元。这个经验值得借鉴。我国应有重点地建立一些生物工程研究开发中心,打破部门和单位的界限,实行产学研一体化;集中优势人力、财力,跟踪世界生物工程研究的新进展,直接为我国发展外向型农业、食品、医药、环保、工业资源等新产业服务,争取在第二次绿色革命中有我国的独特贡献。

(删去全部38篇中文参考文献)

(责任编辑 肖庆山)