

* 科技与社会 *

农业新技术革命与中国农业发展

张润志

王大生

(动物研究所 北京 100080) (中国科学院农业项目办公室 北京 100864)

摘要 文章阐述了以现代生物技术和现代信息技术为主导的农业新技术革命在现代农业中的作用,并从我国国情出发,指出了目前我国农业发展与农业新技术革命的结合点,提出建设可持续发展的高产、优质、高效农业是中国由传统农业向现代农业转变的必由之路。

关键词 农业,新技术革命,生态工程化,产业化,信息化

由 400 多位两院院士评选出来的 1996 年中国十大科技事件,第一条就是“两系法杂交水稻技术”,这充分说明了全国科学家对农业科学技术的高度认识。“两系法杂交水稻技术”的成功,不仅仅在于它的推广面积达到 1.73 亿公顷,增产粮食 2 600 亿公斤,更具有深远意义的是它代表一种力量,孕育着一场革命,这就是农业新技术革命的到来。

1 农业新技术革命的涵义及特点

纵观农业发展历史,1950 年可以作为一个里程碑。孟德尔、摩尔根的遗传学理论和李比希的植物矿质营养学说的出现,给世界农业发展带来了一次技术上的革命,即以现代育种技术和农业化学技术为代表的农业第一次技术革命。使世界粮食单产年增长速度提高了 30 倍;我国粮食单产也从 1950 年每公顷的 1 170 公斤增长到 1980 年的 3 780 公斤,平均每年每公顷增长 87 公斤。

农业新技术革命,是以现代生物技术和现代信息技术为主导,通过基因工程技术(DNA 重组)、细胞工程技术(转基因)和分子遗传技术等现代生物技术手段,改造与农业有关的动植物品种的生存需求、代谢过程、生长性状等生命系统过程,创造符合可持续发展的农业生态环境;通过以应用遥感技术、地理信息系统、全球定位系统等智能化数据库与网络技术,健全宏观农业信息系统,使农业资源、农业生产、农村经济、农业科技、农业生产资料和农产品的管理达到定量化、一体化;通过微观生物技术、宏观信息管理以及社会、经济状况的综合集成,形成现代

农业产业体系。

与第一次农业技术革命相比,新的农业技术革命有以下特点:①最活跃的领域仍是育种,即由传统育种向生物工程育种转化。达尔文杂种优势理论将得到极大的运用与发展,动物、植物、微生物等“种间杂交”优势将得到充分利用;抗病、抗虫和抵抗不良环境为目标的抗性育种具有广阔前景。②土壤施肥将由注重养分补充向注重植物营养性状的遗传学方向发展,如土壤生物工程,不仅可以大幅度提高肥料利用率、减少浪费和环境污染,还可以大幅度提高作物产量。③有利于农业可持续战略的实施,工厂化农业将大大提高农业生产率。④农业信息技术将全面进入商品化和实用化。

2 农业新技术革命与中国农业的结合点

农业的根本问题是粮食问题,解决出路是依靠科技。本世纪50年代开始的第一次农业技术革命,使世界农业高速发展,科技贡献率高达70%以上。随着新的农业技术革命高潮的到来,科技在农业发展中的贡献率还会有大幅度的提高。农业新技术革命与我国农业的结合点是品种、肥料、农药和水的发展问题。

2.1 基因工程育种

建国以来,我国主要粮食、经济作物历经了4—6次品种更换,每次品种更换都能增产10%左右。遗传育种专家庄巧生院士认为,品种改良在农业科技进步中的比重约占30%,这是其它任何技术无法比拟的。李振声院士也认为良种推广和增施肥料是我国粮食增产的两个最重要措施。目前我国已获得转基因植物100多种,如抗花叶病毒的转基因烟草已开始大面积推广,抗棉铃虫的转基因棉花也进入大面积应用示范阶段。我国在这方面的的工作取得了许多世界领先的成果,可望为农业的跳跃发展做出贡献。

2.2 特种肥料及施用技术

化肥在我国农业生产中发挥了巨大作用,1994年我国以化肥形式施用的氮(N)、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)分别达到2 062万吨、925万吨和331万吨,其中氮、磷施用量为世界第一。据朱兆良院士对施用化肥效果的分析,1981—1985年间1公斤有效成分可增产12.3公斤粮食,1986—1990年间1公斤有效成分增产8.9公斤,到1993年1公斤有效成分仅增产0.83公斤。说明施用化肥虽然可以增加作物产量,但增产效果已经下降到很低的水平,仅靠增施化肥已经不能再大幅度提高作物产量了。朱兆良院士认为,“过量施用氮肥并不一定能获得最高产量,却反而增加了氮肥的损失量;氮类营养水平过高,植株易遭病虫害危害,因而常需更多地施用农药,增加了成本,污染了环境”。土壤地理学家赵其国院士分析近30年的研究结果后认为,水田施用氮肥损失50%,旱地损失40%,因此我国每年损失的氮量相当于3 884万吨硫酸铵,价值285亿元。农业新技术革命特别是生物技术和土壤生物工程技术,为研究植物营养的遗传特性、植物养分吸收的分子机制、植物固氮的遗传机制、植物根际微生物作用的遗传改良以及植物营养性状的遗传改良提供了广阔前景。

2.3 有害生物自然控制

随着农业的快速发展,农业病、虫、草、鼠的危害成了重要制约因素之一。据估计,我国每年因病、虫、草、鼠的危害损失粮食 10%—15%,棉花 15%—20%,水果蔬菜 20%—30%,经济损失高达数百亿元之巨。1993 年,仅棉铃虫的暴发危害,在我国华北、华中棉区造成的经济损失就达 60 亿元。

长期以来,农业病、虫、草、鼠害的防治主要依靠农药,我国目前每年应用的农药以有效成分计达 20 万吨。大量施用农药,引起的环境问题、人类安全问题和有害生物再猖獗问题日益严重。著名昆虫学家张广学院士指出:“我们必须走可持续发展的道路,谋求人类与自然协调共存,走保护生物多样性,自然控制农林害虫的道路”。

所谓农业有害生物的自然控制,就是充分利用和创造不利于有害生物猖獗为害的各种因素,而达到既防治生物灾害,又对环境和人类安全不造成危害,符合农业可持续发展的各项技术的有机组合,实现自然控制农业有害生物的目的。生物技术为抗性品种的培育,天敌应用,生物性农药的研制,开辟了广阔的前景。许多转基因抗病虫品种的培育成功、数以亿计的天敌的工厂化生产、植物性和微生物农药的开发应用,预示着农业新技术革命在农业有害生物防治方面,开始大踏步地走上自然控制的道路。

2.4 节水灌溉技术

我国是一个缺水国家,人均水占有量为世界平均水平的 25%,单位土地面积平均水占有量为世界平均水平的 76%。我国每年用水总量为 5 000 亿立方米,农用水占 80%。近几十年来,我国北方地区旱情逐年加剧,农业受旱面积逐年增加,50 年代全国农业受旱面积 1 130 万公顷,80 年代达到 2 330 万公顷,90 年代达到 2 600 万公顷。农业受旱面积的增加,一方面是受全球气候变化的影响;另一方面是由于水利基本建设基础薄弱,灌溉水浪费严重。我国灌溉水的利用率仅 40%左右,而一些发达国家高达 80%。

为解决水的问题,目前仅限于推行防渗渠道、输水管道、滴灌、喷灌等单项节水技术,只能解决局部问题。水的问题,地位重要,解决难度最大,不仅需要技术,同时需要全国一盘棋,统一规划,协调解决。遥感技术、地理信息系统与全球定位信息技术的快速发展,可望为农业水资源的精确测定、合理分布与科学决策开辟新的途径。

3 我国农业新技术革命的途径

以生物技术和信息技术为核心的新技术革命,将影响到农业发展的各个层次和环节。在我国农业发展过程中,实现农业的生态工程化、产业化和信息化,是由传统农业向现代农业转变的必由之路。

3.1 农业的生态工程化

所谓农业生态工程化,即有效地运用生态系统中各种生物种充分利用空间和资源的生物群落共生原理、多种成分相互协调和促进的功能原理,以及物质和能量多层次多途径利用和转化的原理,从而建立能合理利用自然资源、保持生态稳定和持续高效功能的农业生态系统。简

言之,农业生态工程化,就是将生态工程原理应用于农业建设,它的发展必须遵循三个基本原则:第一是坚持农业生态系统的整体观;第二是维持物质和能量的正常代谢;第三是维持输入与输出的生态平衡。要实现上述目标,仅仅依靠传统农业建设是很难达到的,而农业的革命性新技术将能发挥重要作用,这是因为:①生物技术将使农作物的适宜栽培范围更加广泛,作为农业生产主体的作物品种、品系更加丰富,农业生态系统中的物质与能量转化更加高效,生物资源的再生能力更加旺盛,有利于促进农业生产的良性循环。②信息技术将使农业生态系统中的光、热、水、土、种子、化肥、农药达到最优配置,农、林、牧、副、渔与山、水、田布局更合理,农业生态系统输入与输出达到新的平衡,实现农业生态系统的最大产出。③农业革命性新技术将使分散性、地域性、变异性强的传统农业向着集约化、整体化、系统化的高产、优质、高效农业发展,使得人类对农业的可控程度进一步提高。④农业的行为更具有工程性,即农业的发展借助新技术,朝着按人类意愿设计、具有一定结构和功能的工艺系统的工程农业方向发展。

3.2 农业的产业化

实行以农村家庭联产承包责任制为主体的生产模式,使我国农业和农村经济有了飞跃发展。随着我国农业和整个社会的发展,这种组织形式已经开始渐渐发生了变化,在许多地方开始出现了产业化的经营模式,如全国农业百强县中,大部分县具有自己独特的农业产业,显示了农业产业化的生命力。同时某些地区,农村家庭联产承包责任制也出现了分散、高耗、低效的明显不足。现代化农业和市场经济的发展,迫切需要各地区因地制宜、实事求是地进行农业产业化改造。

根据我国目前农业发展的基本情况,农业产业化应着重强调以下几点:①加强引导,自然过渡。所谓加强引导,包括国家农业资金投入的引导、对各级领导干部和农民产业化意识的引导,以及农业科技为农业服务方向的引导。国家引导对路,农民意识增强,看到了产业化农业的希望,农业发展才能从一家一户小规模经营向专业化、规模化生产方向转变,向产供销有序化和企业管理化方向发展。②降低成本,提高效益。农业发展的根本问题是提高农业比较效益和自身发展能力。实现农业产业化,通过经济联合、市场联合和科技联合,可以降低因小规模经营造成的过高的资源消耗,避免因管理不善造成的低质量,增强因分散经营造成的脆弱御灾能力,克服因信息不灵造成销路不畅和盲目生产,等等。其总效果必须表现为大幅度降低成本,大幅度提高农业综合效益。③依靠科技,发展特色农业。农业新技术的发展,为发展特色农业提供了更广阔的空间,没有地区特色,农业很难得到快速的发展。正如植物细胞学家郑国倡院士所指出的,“一个(生物技术)产品就可振兴一个乡的经济,以‘生物技术兴乡’是大有希望和前途的”。

3.3 农业的信息化

在农业生产的产、供、销各个环节中,相关信息将起到越来越大的作用。农业遥感技术、全球定位技术和地理信息系统的发展,以及与农业有关的各种信息的定量化处理技术,为未来精确农业的发展奠定了基础。①生产信息化。农业生产所依靠的土壤、气候、水资源信息,决定农作物的品种选择、施肥配方、合理灌溉等;农业的旱涝、气候、病虫害鼠害信息,决定预防和治理的措施;农作物的经营管理和栽培技术信息,可用以指导各个环节的农业生产。②市场信息

化。农业商品与农业生产资料的流通渠道、市场价格、供求关系等信息,对决定农业的合理布局和发展方向有重要价值,可避免盲目发展。③科技信息化。现代科技发展日新月异,及时掌握农业科学技术的信息,是实现科技兴农的保证。

农业信息化的发展,需要建立完善的硬件与软件工程。硬件包括农业信息网的筹建与运行等,软件包括信息科技人才的培养与信息技术研制等。这些工作的进行,无疑要靠国家投入,目前在农业发达国家均有本国的信息网络并进入国际互联网络。从我国的情况考虑,一个地区、一个县建立信息工程网络,很可能效益更高,因为掌握了现代信息的人员,与当地具体实际相结合,会创造出不可估量的价值。

4 农业新技术革命与农业科学研究

邓小平同志早就指出,“科学技术是第一生产力”。加强农业科学研究,迎接农业的新技术革命,应当是摆在我国农业科技人员与农业科技管理部门面前的头等大事。

我国目前拥有 1 985 万人的专业技术队伍,在数量上居世界首位。但科技投入不足,1995 年全国科技大会确定研究与发展经费占国民生产总值的 1.5%,达到发展中国家的平均水平,而 1996 年仅 0.48%。从 1978 年到 1996 年的 18 年间,我国国民生产总值年均增长 9.9%,居世界首位,而用于科研与发展的投入却增长缓慢。研究与发展经费投入不足,直接影响了我国农业科学研究的步伐,不利于借助农业新技术革命实现农业的跳跃式发展。

国家攻关项目的设立,既要从全盘考虑,又要加强优先领域,突出重点。与生物技术、信息技术相关的农业技术领域,当为优先应用研究领域;与生物技术相关的农业理论,当为优先基础研究领域;与农业工程化、产业化相关的技术革新、完善、推广,当为优先的开发研究领域。与生态农业和农业可持续发展相关的基础、应用和开发研究,应当同时受到重视。

参考文献

- 1 周光召、朱光亚主编. 共同走向科学——百名院士科技系列报告集. 北京:新华出版社. 1997 年.
- 2 马世骏. 中国农业生态工程. 北京:科学出版社. 1987.
- 3 张润志、张广学. “九五”农业攻关与实现“四各一”目标关系. 全国 2000 年农业发展学术研讨会论文集. 中国科学技术协会学会部编. 北京:中国农业科技出版社. 1996. 4—7.