

21 世纪初期的农业主导技术

Leading Agricultural Technologies Early in the 21st Century

奉 公
(中国农业大学, 副教授 北京 100094)

21 世纪初期(本文指 2000 年至 2030 年这段时期), 世界农业主导技术群将发生一些新变化。研究这种变化, 对于预测农业科技发展的根本方向, 制订正确的农业科技政策, 开展新的农业科技革命, 明确农业科技的投入重点和方向, 帮助研究者选择科研课题, 明确农业科技人才培养的新方向等等, 都具有重要的意义。

一、决定 21 世纪初期农业主导技术的基本因素

主导技术是指在一定时期内能够打破原有技术体系的平衡, 从而引起其它部门的技术革新、技术革命直至产业革命的连锁反应的技术。现代农业技术之间形成了一个复杂的技术体系, 其演化发展也呈现出主导技术的更替现象。21 世纪初期, 一些新的因素将导致农业主导技术发生变化。

1. 科学技术发展的方向和水平为新的农业主导技术的产生提供了可能性。这是决定农业主导技术的基本前提。以现代生物技术、信息技术、工程技术以及新材料、新能源技术为代表的新技术革命为农业科技的发展和新的农业产业革命的发生展示了美好的前景, 为新的农业主导技术的产生创造了良好的条件。

2. 亟待解决的与农业有关的问题对 21 世纪初期的农业主导技术将产生决定性的影响。面向 21 世纪, 世界农业发展面临一些亟待解决的问题: 人口过快增长, 食物需求压力剧增, 特别是一些发展中国家的问题更为严重, 资源退化, 森林锐减, 水土流失面积扩大, 土壤退化和沙漠化; 水资源严重短缺, 淡水不足; 环境污染加剧, 生态环境恶化; 温室效应愈演愈烈, 气候异常, 自然灾害愈发频繁, 生物圈的功能受到严重破坏; 等等, 与这些问题密切相关的农业技术很可能成为农业主导技术。

3. 21 世纪初期世界农业发展趋势也将成为决定该时期农业主导技术的重要因素。这些趋势是: 第一, 可持续农业将成为世界农业发展的根本方向。农业的发展必须兼顾经济、社会、生态协调发展

的可持续发展原则。第二, 农业科技进步是解决农业所面临的问题的有效途径, 依靠科技进步将是世界各国发展农业的普遍战略。第三, 农业科技产业将迅速发展, 农业科技成果的转化加快, 农业产业结构向合理化和高层次化方向发展。第四, 农业生产领域扩大, 生产对象将由动植物产品向微生物产品, 由初级生物性产品向食品、生物化工、医药、能源产品等方向拓展, 传统的工农业界限将越来越模糊。第五, 农业经济区域化、国际化趋势进一步加强。

二、21 世纪初期的农业主导技术

21 世纪初期, 农业主导技术将呈现出群体的形式, 将是由现代生物技术、农业工程技术和农业信息技术构成的主导技术群。

1. 现代生物技术在农业科学技术中的主导地位将更加突出。20 世纪下半叶以来, 随着分子生物学的发展, 基因标记技术和基因工程技术的发展, 各种动植物基因图谱的建立以及基因重组技术的不断完善, 使得现代生物技术能够定向地改变生物的某些性状, 动植物品种改良的周期将大大缩短, 新品种培育的效率将迅速得到提高, 对动植物整体单一层次的改良将发展到分子、细胞、组织和个体等多层次的改良, 因而可能大幅度提高农产品的产量与质量和农业资源的利用率。目前, 国际上生物技术在动植物新品种的培育等方面不断取得新进展。我国已经在与农业有关的生物技术领域取得了重要的成就。21 世纪, 现代生物技术将在动植物新品种塑造、作物远缘杂交优势利用、快速无性繁殖、高科技人工种子、种苗制造产业、生物固氮、生物反应器、人体器官克隆、动物胚胎移植与胚胎分割、动植物病害基因工程诊断、单克隆抗体病害防治、生物农药等领域发挥巨大的作用。高产、优质、抗逆的“超级猪”、“超级牛”、“超级羊”、“超级鸡”、“超级鱼”等动物新品种和抗病虫、抗病毒、抗菌、抗化学制剂、抗旱、抗盐碱、抗寒、抗高温、高品质等作物品种和超级树木都将成为现实。科学家们推测, 到

2000 年,运用农业生物技术及其相关增产措施生产的粮食将占世界增产量的 5/6。

2. 农业工程技术将使农业得到全新的武装。由于材料科学技术、先进的制造技术、工程技术、控制技术、生物技术和现代农业科技的发展和综合运用,21 世纪的工程技术将主导农业科技进入综合集成的新时期,导致 21 世纪的农业科技上一个全新的台阶。

(1) 设施农业技术迅速发展。传统农业受土壤、气候等自然环境的影响和制约。借助于农业工程设施,自然的障碍得以克服。人工创造的技术高度密集的工厂化、智能化、自动化生产体系能够为农业减少甚至摆脱对于自然条件和人类劳动的依赖程度创造条件。许多过去无法种植农作物的高寒地带或者不毛之地能够变成良好的农业生产基地。许多过去只能在大田一年一季种植的植物,现在可以一年四季在植物工厂中生产。目前,许多国家都建立了大量由电脑来控制的植物工厂。在 21 世纪,智能化的设施农业将成为重要的农业生产发展方向,并且向更加宽广的领域扩展。

(2) 农业机械的发展将达到前所未有的水平。21 世纪,新型的农业机械技术将使农业劳动生产率进一步得到提高。农业机械化水平目前在各国之间差异很大,但其发展将出现一些共同趋势:农业机械向智能化方向发展,高度智能化的农用机器人的数量将迅速增加;农业领域的各种行业、各个生产环节的农机具品种更加完善地系统配套;以节水、灌溉施肥、灌溉施药为目的的滴灌、浸润灌溉等智能化、自动化灌溉机械将得到飞速发展;农业机械向功率大型化、运作高速化、工作面宽幅化、作业联合化、操作自动化方向发展。

3. 农业信息技术成为农业主导技术之一。面向 21 世纪,信息技术正在迅速渗透到农业的各个领域,将对整个农业生产、农业经济、农业科研、农业教育以及农村发展和农村文化生活产生无法估量的积极影响。

(1) 加速传统农业的信息化改造和农业管理自动化。信息技术可以应用于农业环境与控制、动植物生产、改进动物育种、农业机械、防灾减灾、农产品加工、农业经济管理等各个方面,使经验型和分散型的农业技术趋于定量化、规范化和集成化,改变农业科技和生产管理的经验性强、科学性与精确性不够的缺陷。例如,正在兴起的“精密农业”就是一种利用信息技术从多种来源获取数据以支持作物生产决策的管理策略,其根本目的就是要改善资源利用、增加利润,减少农业生产对环境的负面影响。80 年代中期以来,信息技术使农产品市场的运作也发生着革命性的变化。

(2) 建立农业数据库。农业数据库是把农业信

息经数据化处理后存储在计算机中的一类信息存在形式。农业数据库领域宽广,有农业资源、生产资料、技术、农产品市场、政策、气象等各种专题性或综合性的数据库。信息网络的发展为克服农业分散性和区域性强的弱点而使信息资源得到有效利用成为可能,能够快速方便地为不同地域的用户提供服务。目前,许多国家、国际组织、地区甚至农场都在建立各种层次的农业数据库。其中,有许多数据库已进入全球信息资源网,实现了信息资源共享。

(3) 信息技术为未来农业科技研究提供重要手段。借助于信息技术手段,系统方法、信息方法和控制方法等将在农业科研中发挥无法估量的巨大作用。信息技术为农业科研开辟了全新的领域,农业各行业均有待于开发出大量的应用软件。全球信息资源网将为农业高新技术的跨国家、远距离的研究、交流和转让创造条件。

三、农业主导技术的历史演变

1. 原始农业、传统农业和现代农业时期的主导技术。从原始农业到传统农业、现代农业、直至未来农业,其主导技术或主导技术群经历了和将经历如下演变过程:石制和木制工具技术、动植物驯化技术(距今约 1 万年至 2 000 年之间)→铁制农具技术、役畜使用技术(距今 2 000 年至 19 世纪中叶之间)→农业机械技术、农业化学技术、传统生物技术(19 世纪中叶至 20 世纪末)→现代生物技术、农业工程技术、农业信息技术(20 世纪末至 21 世纪 30 年代)。

(1) 原始农业以动植物的驯化为开端,以铁器和畜力的广泛应用为终结,时间跨越约七八千年。原始农业以“刀耕火种”为根本特征。这一时期的农业主导技术是石制和木制工具的发明制造、动植物驯化技术。

(2) 传统农业产生于奴隶制后期及其向封建制过渡时期,其根本标志是铁器农具,特别是铁犁和役畜的广泛使用。畜牧业开始出现以放牧或游牧为主的生产方式。传统农业大约经历了 2 000 年。这一时期,建立在经验基础上的农业技术开始产生。其中,铁制农具发明和制造技术以及役畜使用技术构成了扩大农业生产和形成其它农业技术的基础,是这一时期的农业主导技术。

(3) 现代农业得益于工业革命的推动和实验科学成果的应用。19 世纪中叶,一系列农业动力机械、生产工具、技术手段和科学理论开始逐步发展起来。20 世纪的前 50 年内,拖拉机、合成氨、玉米和小麦杂交品种、畜禽良种获得成功并迅速推广应用。20 世纪下半叶以来,各门自然科学和各种技术纷纷被引入农业领域,形成了一套以农业科学为基础、

以无机技术为主体的现代农业技术体系。良种、化肥和病虫害的化学防治的结合,导致了本世纪60年代中期在发展中国家“绿色革命”的兴起。现代农业的主导技术是农业机械技术(机械力和电力代替畜力,机械代替手工农具)、农业化学技术(化肥、农药技术)和传统生物技术。

2. 21 世纪初期农业主导技术与现代农业主导技术的关系。现代农业的主导技术是由农业机械技术、农业化学技术和传统生物技术构成的主导技术群,而 21 世纪初期农业主导技术是由现代生物技术、农业工程技术和农业信息技术构成的主导技术群。将这两个前后相继的主导技术群进行比较,它们存在如下一些变化:

(1) 农业化学技术将从主导技术群中退出。在 20 世纪,农业化学技术发展非常迅速,成为农业主导技术之一,为农业的发展作出了巨大的贡献。1960 年到 1990 年这 30 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。然而,农业化学制品的生产和过量使用是导致环境污染、生态环境破坏的重要原因之一。为了实现在不损害后代满足其发展要求的资源的前提下的发展,可持续发展就迫切地提上了世界各国的议事日程,成为各国的发展战略。随着这一战略的实施,人们将加快对于能够减少环境污染,减少原材料、自然资源和能源消耗的绿色技术的研究、开发;加快农业产业的绿色技术化进程,尽快缩小非绿色技术的使用范围和规模,淘汰对生态系统造成破坏性影响的“远”绿色技术。因此,尽管农业化学技术在 21 世纪仍将发挥重大的作用,但是,它将逐渐从农业主导技术群中退出而成为非主导技术。

(2) 现代生物技术取代传统生物技术而成为主导技术之一。生物技术分传统生物技术和现代生物技术两大类。前者主要是建立在细胞生物学甚至个体生物学基础上的生物技术。在 20 世纪发生的绿色革命中,一系列作物新品种的获得,主要是在经典遗传学理论的指导下,运用传统生物技术所取得的。后者主要是建立在分子生物学基础上的生物技术。未来农业从生物学的角度来看主要依靠现代生物技术的发展。同时,农业化学技术的许多功能将为现代生物技术所取代。例如,化学农药的主导地

位将被生物农药所取代。生物农药包括微生物农药、农用抗生素、基因工程农药和生物化学农药等。生物农药容易降解、选择性强,对人畜安全性高,不如化学农药对环境污染严重,对 21 世纪可持续农业的发展将作出巨大的贡献。另外,转基因抗病虫害动植物新品种的培育、生物工程疫苗的生产、生物固氮技术、生物工程动植物生长调节技术等都将某个角度和在一定的程度上减少农业对农业化学技术的依赖。

(3) 与现代农业机械技术相比较,21 世纪的农业工程技术将发生质的飞跃。一是农业机械的智能化水平将显著提高;二是智能化的设施农业将得到前所未有的发展。

(4) 农业信息技术将使未来农业产生一系列不同于现代农业的特征,使资源的利用率和劳动生产率显著提高,对环境的负面影响降低。

21 世纪初期的农业主导技术之间存在着如下相互关系:现代生物技术主要从生产对象的内因角度开发潜力,农业工程技术主要解决外因方面的问题,农业信息技术则主要从管理的角度提高资源的利用率和生产效益。这些主导技术之间相互配合、相得益彰,将带动整个农业科学技术体系发展到一个全新的水平。

参 考 文 献

[1] 郝水, 生物技术在农业增产中的作用, 载周光召、朱光亚主编, 共同走向科学——百名院士科技系列报告集, 新华出版社 1997 年 3 月第一版, 下册, 171~179

[2] [美] 莱斯特·R·布朗等著, 塑造未来的大趋势 (1996), 科学技术文献出版社, 1998 年 5 月第一版

[3] 刘荣乐, 第二次绿色革命——21 世纪的农业, 21 世纪科普教育丛书, 科学技术文献出版社, 1995 年 7 月第一版

[4] [美] J·W·罗森布拉姆著, 二十一世纪农业, 科学出版社, 1987 年

[5] 卢良恕, 21 世纪的农业和农业科学技术, 中外科技政策与管理, 1996(4), P1~7

[6] 王凯等, 经济发达国家农业发展趋势, 世界农业, 1996(3)

[7] 温思美、蒋和平, 世界农业发展的趋势, 世界农业, 1995(9)

(责任编辑 孙立明)

(上接第 56 页)

才的基地,是知识创新的重要场所和国家创新体系的重要组成部分。然而,要将这些科技人力资本和知识创新成果转变为实实在在的生产力,需要我们在产学研结合和科技成果的转化方面进行大量的探索。如上所述,清华同方所做的大量前瞻性的探索已远远超越传统高等学校与科研院所创办的高

科技企业的运营模式,如科技成果孵化器的功能定位、虚拟 R&D、内部创业、风险投资运作等。可以说,清华同方已构筑了一种新的适应于知识经济时代的将知识创新成果转变为现实的生产力的技术创新模式。

(责任编辑 孙立明)