

·科学论坛·

21世纪我国农业科学技术发展趋势与展望

卢良恕*

(中国农业科学院,北京100081)

[摘要] 展望了世纪之交我国社会经济与农村发展的新形势,探讨了21世纪农业科学的特点和发展趋势,阐述了21世纪农业科学技术的发展趋势、发展重点、主要新领域和战略思路。

[关键词] 21世纪,知识经济,现代农业,农业科学技术,新的农业科技革命

改革开放以来,我国的农业取得了举世瞩目的重大成就。展望未来,要使我国的农业和农村经济在下一个世纪全面发展和振兴,在2030年能够解决16亿人的吃饭问题和基本实现农业现代化,就必须花大力气全面实施“科教兴农”战略,切实把科技进步放在农业和农村经济发展的关键地位,大力推进我国新的农业科技革命,在科研攻关、科技成果转化、农民素质提高和科技体制改革方面取得突破性进展,实现农业科技的跨越式发展,用科技的强大动力把我国的农业和农村经济全面推向21世纪。

1 21世纪农业科学的特点和发展趋势

1.1 知识经济已形成气候,人类即将全面进入知识社会

知识经济(knowledge economy),就是以知识为基础,以人力资本和技术为重要推动力,以高技术产品生产和服务部门为支柱,以强大的科学系统为坚强后盾的新型经济形态。90年代,美国经济学家罗默指出,在计算经济增长时,必须把知识直接放到生产体系中考虑,也就是说,必须要把知识列入生产函数中计算。根据这种理论,对知识生产的投资不仅能增加知识的积累,还能增加其他经济要素的生产能力。知识与劳动力、资本、材料、能源等其他经济要素的最主要的区别在于,它是真正可以“重复使用”的,其价值不会削弱,具有报酬递增的特征。二次大战后,一些资源存量和增量不多的国家,其经济能够持续快速增长,正是因为知识、技术和人力资本所起

的重要作用。在“经合组织”的主要成员国里,知识经济已占国内总产值的50%左右。知识经济的兴起与快速发展,也是对邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”思想的最好佐证。实践证明,哪个国家知识生产的水平高、速度和扩散快、效益好、运用水平高、效果好、抢先占领制高点,哪个国家的整体实力就强,在国际竞争中就会处于领先地位。知识爆炸时代的到来也对人们获取和掌握知识的手段、途径及能力提出了更高的要求。

1.2 信息技术和生物技术将成为21世纪的两个支柱产业

(1)人类将在21世纪全面进入信息时代。信息将成为知识社会中最重要资源和竞争要素,信息产业则无疑将会成为下世纪全球经济中最具活力、最宏大的产业。

(2)生物技术的突破是从50年代DNA双螺旋结构的发现开始的。21世纪生物技术的快速发展将会导致农业和医学研究的重大突破,并在众多相关领域引发新一轮的革命。

1.3 科学技术是推动农业现代化建设的强大动力

21世纪科学技术尤其是生物技术的迅猛发展将会导致农业出现第三次革命,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更多学科的交融,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,促进新兴产业的形成与发展。

(1)面向21世纪农业科学的交融、更新、拓展与

* 中国工程院院士。
本文于1999年7月27日收到

创新以研究和掌握植物、动物和微生物生长发育规律为主体的农业科学,通过与现代生物学尤其是生物技术的交融,在人工塑造新物种、构建栽培与养殖环境、开辟食品和资源利用新领域等方面,将取得重大突破,并形成一批新的生物技术产业群,从而带来一场新的农业产业革命。生物技术的新发展表明,农业通过运用生命科学的新成就,定向设计构建具有特定性状的新物种,打破生物的种、属、科、目、纲,乃至动植物与微生物之间不可交配的界限,已经不是人类的一种空想,按照人们意愿塑造更多的新物种和新品种将成为现实。也就是说,实现生物之间的“大跨度交融”,引起新的产业革命,产生新的领域,导致人类生活方式和社会结构向更高更合理的层次方向发展。

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。农业科学通过与生物科学的交融、更新和拓展,从理论、方法、技术手段上加速更新我国传统的农业科学及基础学科(如遗传学、育种学、土壤肥科学、作物栽培学、畜禽饲养等);发展已经形成的交叉学科(如农业生物学、农业物理学、农业气象学、农业工程学等);促进农业新的分支边缘学科体系的构建(如农业生物工程学、农业能源学、农业环境学、农业信息学、核农学、太空农学等),从而在学科分化和综合的基础上,从整体水平、学科结构、应用领域方面把我国农业科学推向一个新的发展阶段。

发展生物技术产业,除合理开发和利用现有农业生物资源外,还可以利用生物技术开辟新的生物资源,更好地为人类服务。近年来,以高科技开发微生物资源及其产业化发展迅速,这将促使以动、植物“二维结构”为传统的农业向动物、植物、微生物三者并重的“三维结构”的现代农业转变。从发展前景看,这不仅可以有效地实现“人畜分粮”,推动畜牧业的大发展,为解决我国的粮食问题和改善居民的膳食结构提供一条新的思路 and 对策,还可在利用微生物保护生态环境方面起到积极的作用。通过工厂化微生物工程的发展,将形成非绿色植物的、不污染环境的新型农业及其产业,研究开发可更新纤维素、工农业废气、废液、废渣,建立单细胞蛋白工业及海藻生物技术产业等。生命科学、农业科学与众多的现代科学交融,在深度与广度上拓展农业科学、创新农业科学,使农业科学出现崭新的面貌——新的学科基础、新的内涵、新的知识体系、新的管理形式和新的产业化目标。

生命科学的发展与创新,将促进农业由传统的资源依附型向现代智能依附型的发达产业转变,将加速陆地农业和农业科学的发展,并在21世纪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”,并相应发展海洋农业科学,使“绿色革命”与“蓝色革命”互相交融。同时,伴随着航天事业的发展,具有一定规模的太空农业和太空农业科学可望诞生。陆地、海洋、太空三大农业系统互相交融和促进,将构成21世纪农业和农业科技进步的系统格局。

(2)21世纪农业科学技术的发展趋势:(i)农业科技将向深度和广度发展,科学研究的重大突破将使农业生产和科学技术产生质的飞跃,出现革命性变化。21世纪农业科技将在探索作物、畜禽、鱼虾等动植物和微生物生命活动奥秘,挖掘生产潜力等方面取得重大突破,从而使高产、优质、高效目标达到一个新的水平。(ii)现代农业科学在学科分化、分工与更新的同时,将走向新的综合与联合。现代农业科学技术与传统农业科学技术相比,具有智能化、物化、产业化和企业化等4个显著的特征。农业科技在形成自己完整体系的同时,其他众多门类的自然科学与社会科学、技术科学与经济科学不断向农业科学渗透、交融,从而形成许多新的学科交叉点和生长点,拓宽了农业的领域,大大推动了农业科学技术的发展,这一技术在21世纪将会进一步强化。(iii)生物技术等高新技术研究的更大进展和更新、更广泛的应用,不仅使现代农业科学技术飞速发展,而且使农业成为生物技术最有应用价值和前景的产业。(iv)自然科学与社会科学、技术科学与经济科学联系更为紧密,农业管理科学必将得到进一步发展,使人们在21世纪更好地掌握农业自然规律和经济规律,有力地促进农业发展战略决策、体制、机制和政策完善,以及农业科学技术水平的提高,推动农业和农村经济的全面发展。

(3)21世纪世界农业科技发展的重点:(i)充分利用生物的遗传潜力,重视资源与环境问题。种质资源是农业的物质基础,目前各国都在重视生物多样性,强化种质资源的搜索、保存、评价和利用工作。(ii)保持和提高土壤肥力。重点是通过土壤培肥和科学施肥,改善土壤物理化学性质,创造作物生产的最佳条件,提高土地生产力。(iii)保护和有效利用水资源。水资源不足和农业需水量增加的双重压力,使如何提高水资源利用率的工作倍受重视,灌溉农业、节水农业和雨养农业、旱地农业目前已成为

重要的研究内容。(iv) 食物安全、人类营养和健康。为确保人类粮食与食物的需求与总供给的基本平衡,迫切需要建立和完善一套有效的粮食与食物保障体系,改善人们的膳食结构,提高营养水平,以国民整体素质的提高。(v) 提高科学种植与养殖水平,加强农业生产各个环节的规范化、标准化,由粗放经营向集约经营,增强防御自然灾害能力,提高动植物综合生产力。(vi) 改进农产品加工、贮运技术,大力发展农产品保鲜、加工、贮运、包装、销售和综合利用等技术,为农业产业化经营提供技术保证。(vii) 积极发展农业生物技术和其他高新技术在农业上的应用,开辟提高农业生产力的高效的新途径和新技术。(viii) 发展现代农业宏观经济学和管理科学,通过农业生产关系的调整、改善,促进农业生产力的进步。

(4) 21世纪农业科学技术的主要新领域:(i) 新物种塑造。主要运用生物技术、核技术、光电技术和农业常规育种技术结合,综合不同的优良性状,按人类需要有选择地定向塑造新的物种和类型,丰富生物多样性,提高生物抗逆性,并充分利用固氮微生物和藻类,丰富和充实作物营养综合体系内涵。(ii) 新快速繁育技术应用。即利用植物细胞的全能性,通过无性繁殖途径,发展人工种子制造产业;利用胚胎移植和分割技术,发展动物胚胎生产、贮存、运输与利用的新兴产业;利用动物的生长激素基因转移技术,加快畜禽性别鉴定技术,进行定向繁育和饲养等,21世纪都将进一步实现产业化。(iii) 新农业工厂构建。随着现代农业科学技术、计算机技术和材料科学等的发展和综合运用,21世纪农业工厂化生产将有长足发展,将实现人工创造环境、全过程自动化养殖,建立起技术高度密集的工厂化、自动化生产体系。(iv) 新人造食品和饲料生产。开发单细胞蛋白资源,生产高蛋白饲料与食品,利用微生物发酵处理秸秆生产饲料,开发植物叶片资源,生产可用作饲料和食品添加剂的营养价值高、可消化率高的叶蛋白,利用生物技术培育新菌种,加快氨基酸发酵的利用,大规模生产不同用途的氨基酸等,将成为21世纪的农业新产业。(v) 新能源开发。面对能源短缺与危机,21世纪利用生物量发展新能源产业将成为可能。种植开发“绿色能源”,除薪炭林外,重点利用多年生和一年生植物及藻类,生产酒精和石油代用品。(vi) 新的空间领域拓展。像对待地力一样提高“海力”,促进水产养殖、增殖向集约化、农牧化方向发展,营造“海洋农场”、“海洋牧场”、“海洋林

场”,实现蓝色革命。而航天科学与农业科技相结合,将促进太空农业的发展。近年来,我国把水稻、番茄的种子送入太空,出现了显著变异,如稻穗变长、籽粒变大、抗逆性增强等,这有助于加速品种选育进程,丰富资源。在21世纪将形成新的产业和新的增长点。

(5) 面向21世纪我国农业科技发展的战略思路“九五”期间我国农业科技工作要坚持经济建设必须依靠科技进步,科学技术必须为经济建设服务,努力攀登农业科学技术高峰方针;坚持基础、应用、推广等科技工作相互衔接、协调发展的方针;坚持继续深化农业科技体制改革,促进农业科技与农村经济密切结合的方针;坚持联合国家和部门的专业技术力量,充分发挥各自优势的方针;坚持“有所为,有所不为”的原则和集中力量联合攻关办大事的方针。

我国农业科技发展的总体思路是突出重点,突出应用,突出技术创新,突出力量集成,突出经济和社会效益,突出发展与改革的结合。主要任务有:(i) 加速成果转化,综合配套推广成熟的先进适用技术,努力提高普及率、覆盖面和规模效益,提高农业综合生产力;(ii) 集中力量,突出重点,攻克一批已有一定基础、近期即可见成效的关键性生产技术;(iii) 大力发展高产优质低耗高效农业,针对农业、农村经济发展中的重大难题和发展战略研究组织重点科技攻关;(iv) 加强基础性研究,为发展现代农业提供技术储备;(v) 加强高新技术研究及其应用和加快产业化进程;(vi) 加强农副产品综合加工技术研究,提高农副产品科技含量和附加值;(vii) 提高乡镇企业的技术和管理水平,提高其经济效益;(viii) 统筹规划、合理布局,在加速农村经济技术进步的同时,为农村第三产业发展提供技术支撑,促进农村剩余劳动力的转移;(ix) 积极引进消化吸收国外先进农业科学技术,尽快提高我国农业技术水平,增强消化吸收能力。

今后几年,科技体制改革要重点围绕加速农业科技进步、大力发展高新技术产业、加强基础研究三大主题,优化资源配置,有效集成科技力量。

2 21世纪必将迎来一场新的农业科技革命

2.1 以“新的农业科技革命”为契机,迎接跨世纪的历史机遇

江泽民主席高瞻远瞩地指出要“进行一次新的农业科技革命”,从科技角度来看,就是以现代技术,特别是高新技术改造或替代传统的农业技术体系。

可以预言,21世纪农业将出现第3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”。

新的农业科技革命是一个巨大的、复杂的、开放的系统工程,其总目标是在2000年以前使科技对我国农业增产的贡献率达到50%;要为未来养活好16亿人口和工业发展提供科学支撑和农产品保障;要为中国可持续农业发展做好科技储备。在具体实施时,要注意处理好高新技术与传统技术的关系;单项关键技术的突破与多项高新技术的组合集成的关系;农业基础研究与应用开发研究的关系。人才是新的农业科技革命推行的关键,要在不断提高劳动者素质的基础上建立一支门类比较齐全、高水平、高素质的科技人才队伍,当务之急是要建立一支业务精、肯奉献的学科带头人、科技管理专家和农技推广的人才队伍,使各种新技术、新方法、新成果能尽快落到实处。同时,要为科研单位进入经济建设主战场,科技人员发挥才干和有用武之地提供条件,为农业单位开展科技革命创造良好的条件。

2.2 以“新的农业科技革命”为导向,建设粮食安全与食物保障体系

中国的粮食安全与食物保障体系和优质蛋白质供给状况,是关系到中华民族乃至整个世界生存发展的重大问题,由于我国的粮食与食物的供给与需求压力在较长一段时期内难以缓解,同时在较短时期内还要基本解决人民食物中优质蛋白质的供给问题,因此,当前迫切需要建立粮食与食物有效保障体系,以支持整个国民经济和社会的持续发展。目前,世界主要产粮国都在调整粮食和农业政策,国际粮食市场趋紧,粮价有可能继续上扬,这就要求中国必须进一步抓好粮食生产,保持本国粮食的持续发展。目前看来,今后我国面临的粮食安全与食物保障的主要问题有:(i)粮食与食物的需求压力持续增加,供给能力难以适应。一方面人口继续增加,人民购买力不断提高,对食物的消费需求日益增长;另一方面,耕地和其他主要农业资源人均占有量不断减少,提高单位资源生产力的难度增加。(ii)受国家经济实力和市场发育不完善所限,保障粮食和食物稳定增长有较大难度。粮食和食物的持续增长需要更加有效的投入和保护,特别是农业基础设施和生态环

境建设任务十分繁重,还要加速建设和完善市场体系,这一切的实现也非易事。(iii)我国人民的温饱问题已经解决,人均热量已可满足需要。今后一段时期内,膳食结构改善重点是解决优质蛋白质供给问题,特别是广大农村居民优质蛋白质的摄入问题。据1992年全国第三次营养调查,我国农村每个标准人的每日摄入蛋白质仅64.3克,比城市少10.8克,只占营养供给量标准的86%,在农村居民摄入的蛋白质中,来自豆类和动物性食物的优质蛋白质比重仅占17.2%,而城市居民则达到37.3%。由于热量和蛋白质摄入量不足,农村儿童的身高和体重显著低于城市儿童,这势必影响城乡协调发展和整个民族素质的提高。

因此,为确保粮食与食物的总量平衡和结构优化,尽快改善优质蛋白质供给状况,迫切需要建立和完善一套有效的粮食与食物保障体系,制定和完善国家的粮食与食物保障政策和宏观调控措施。

2.3 以“新的农业科技革命”为动力,加快建设现代农业

(1)以提高农业生产力为主线,加快农业现代化建设步伐。今后在相当长的一段时期内,解决庞大人口对农产品数量和质量日益增长的需求同落后的农业生产力矛盾的根本出路在于紧紧依靠科技进步,大幅度提高土地生产率、资源产出率和农业劳动生产率,加速传统农业向现代农业的转变,最终实现农业现代化。为此,应把加速实现农业现代化作为一个总体战略来考虑农业发展的全局,要尽快制定我国农业现代化建设的全面长远规划。同时,应把高产优质高效农业纳入到农业现代化体系之中,使两个方面结合起来,以利于资源、环境和现代生产要素的配置和优化。

(2)以农民为主体,建设发达的现代农业基础产业。农业问题的实质是农民问题,要振兴农业和农村经济,首先必须处理好农民问题。因此要制定惠农、护农政策,近期内要从调整国民经济布局和工农关系着手,把工农发展速度调整至2:1或3:1,把工农产品价格剪刀差降下来,把城乡居民收入差距拉大的局面扭转过来,并加强工业反哺农业、工农互助和城乡结合,为农民发展商品生产提供有利的市场和宏观环境,使农民真正得到实惠。从世界农业发展进程来看,农业已经成为广泛应用现代科学和管理技术的专业化、社会化、集约化产业,实现了高产值、高效率、高效益。因此,我们要从“现代基础产业”的高度来重新认识农业并改造传统农业,按“现

代基础产业”的要求大力发展支柱产业,带动农民实现“产加销、贸工农”一体化,把农业建设成为科学化农业、工业化农业、集约化农业、市场化农业和社会化农业。

在“九五”期间至2010年,首先要以商品粮基地为重点以适度规模经营为依托,建设专业化、一体化、现代化的粮食产业体系,确保粮食和食物安全,要确立现代食物的新观念,实施种植业“三元结构”工程,促进食物供需的基本平衡;其次,要以农产品加工业为突破口,向农业产后领域拓展和延伸,发展高质量、高档次、高附加值的农产品,以大幅度提高比较效益和市场竞争能力;第三,要因地制宜地积极推进农业产业化经营,把千家万户的小生产与大市场连接起来,把农村的各种生产要素组合起来,形成生产、加工、销售有机结合和相互促进的机制,推进农业向专业化、商品化和现代化转变,形成上规模、上水平的产业群、产业链,实现农产品的深度开发和多次增值,提高农业的综合经济效益,增加农民的收入。

(3)以乡镇企业为强大支柱,以小城镇为城乡经济联系的重要桥梁,走农村工业化、城市化带动农业现代化的路子。实践证明:小城镇是城乡经济联系的重要桥梁,乡镇企业的有效载体,农村剩余劳动力转移的巨大“蓄水池”,物质文明建设与精神文明建设的新型社区和中心,是推动农业现代化建设的坚实基础。针对农村工业化的发展也遇到了一些新问题、新情况,在乡镇企业发展和县、镇、村建设过程中,要重视农业基础设施建设,提倡科学规划,合理规划住宅建设,实事求是,量力而行,防止和克服虚

夸、不讲效益、缺乏长远规划和占用耕地较多等问题。

(4)以保护农业自然资源和环境为基础,加强林业建设,建立现代农业可持续发展的支撑体系。要把经济、社会、技术发展同农业自然资源与环境保护密切结合起来,确立农业持续发展的战略概念,使农业的发展走上优化结构、资源节约型、生产集约化经营、控制人口、保护生态环境、发展现代集约持续农业的道路,这是中国国情的必然选择。

在农业的可持续发展进程中,尤其要注意林业建设的战略地位和重要作用。随着现代化进程的加快和人类文明的不断进步,整个社会、经济,尤其是农业和农村经济的持续发展对林业的依赖已日趋强烈,从某种意义上讲,林业的持续发展已成为国民经济持续发展的必要条件。

(5)以改进政府宏观管理为依托,为农业现代化建设和农业可持续发展创造有利的条件。国家应改进宏观调控措施,抓紧制定《国家农业资金投入法》,规范政府投资行为,使国家对农业基础设施建设和农用工业的投资比重尽快恢复到原有水平,并要不断有新的提高。近期内应把农业科技投资占农业总产值的比重由目前的0.2%提高至0.5%,下世纪初叶达到1%以上,同时实行让利于民的政策,让农民尽快富裕起来,逐步成为农业现代化建设的投资主体。要提高广大农民的文化科学素质,加强农村经营管理,把管理对农业现代化建设的作用放在战略高度来考虑,管理是一门科学,管理出水平,管理出效益。

THE DEVELOPMENTAL TREND AND PROSPECTS OF AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY IN 21ST CENTURY

Lu Liangshu

(Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081)

Abstract The paper looks forward to the new situations of China's social economic and agricultural developments at the turn of the next century, discusses characteristics and developmental trends of agricultural sciences in the 21st century. The author points out that scientific technology is the motive force for the construction of agricultural modernization in the coming knowledge society, the trend, emphasis, main new areas and strategical thought for the development of agricultural sciences and technology in the next century are also studied and described.

Key words 21st century, knowledge economy, modern agriculture, agricultural science and technology, a new revolution in agricultural science and technology