

农业科学技术学科发展态势分析

傅红梅、周秋菊

1 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 (Intelligent Economy)，顾名思义，就是以知识为基础，以人力资本和技术为重要推动力，高技术产品生产和服务部门为支柱，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。在知识社会中，人们学习和应用新技能的能力是吸收、应用新知识、新技术的关键，决定着个人、企业和整个国家经济的命运，训练有素的研究人员肩负着知识生产和应用的重任。

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) 信息科学技术是研究信息的产生、采集、存储、变换、传递、处理过程及广泛利用的新兴科技领域。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。目前，生物界正将研究重点由单个基因的测序转到有计划、大规模地对人类、水稻等重要生物体的全基因组图谱进行测序和诠释。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。

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”为主的传统农业向动物、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 世纪迅速向海洋领域拓展, 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 世界农业科技发展的重点

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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、旱地农业目前以成为重要的研究内容。

(4) 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, 以利国民整体素质的提高。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 积极发展农业生物技术和其它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。

(8) 发展现代农业宏观经济和管理科学, 通过农业生产关系的调整、改善, 促进农业生产力的进步。

3 农业科学技术的发展趋势

(1) 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。

(2) 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, 其它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, 从而形成许多新的科学交叉点和生长点, 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。

(3) 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。

(4) 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。

4 农业科学技术的主要新领域

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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 我国农业科学技术发展的八大重点

(1) 是实施作物良种科技行动, 促进种植业结构调整。以优质高产作物新品种选育及其产业化为重点, 加快种植业结构战略性调整; 开发节本增效技术, 发展优质高产高效种植业, 促进种植业生产和产品标准化、布局区域化、经营产业化。加强优质高产作物新品种选育技术研究, 大幅度提高育种技术水平。加速优质、高产、专用作物新品种、新组合选育。按照优化品种、品质和优化布局的原则, 加快有利于发挥区域比较优势和主要农产品基地建设的农作物新品种选育。加强良种快速繁育技术开发, 推动良种产业化, 提供符合市场需要的、丰富多样的良种。发展优质、高产、高效农业综合生产技术体系, 进一步提高土地生产率。研究开发不同区域、不同作物的优质高效生产技术, 建立适应不同生态区的生产模式, 大幅度提高我国土地生产力水平。

(2) 是兴建农业科技知识园区, 推进高科技向农业的转化。以农业科研、教学、推广机构为依托, 积极引导农业合作组织、科技龙头企业、私人企业及外商入区。科技园区应充分利用人才、技术、信息等知识资源, 做到“三高”即高素质人才、高科技、高转化率; “三集中”即集中投入、集中研究、集中开发。

(3) 是发展农业产业化经营中的科技型龙头企业和中介组织。这是农业科技成果转化的重要枢纽, 也是世界各国农业发展的共同道路。在推进农业产业化经营的过程中, 优先发展一批生物工程、农业信息、节水灌溉等辐射和渗透力强的“龙头企业”, 加大对种子、生物制剂、生物农药以及微生物肥料、饲料企业的

支持力度。同时扶持民办科技组织,发展科技咨询机构,强化国家农技推广体系。鼓励农业、工商企业与技术部门按照自愿、互利原则,采取多种形式,建立科技型企业,开发科技成果,促进科技农业化和农业科技化进程。

(4) 是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。同时保持、提高土壤肥力和有效利用水资源。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,提高土地生产率。根据农作物生长规律和生长季节,进行喷灌、滴灌、根灌、渗灌等微灌技术的普及研究,发展节水型农业。

(5) 是实施农产品加工科技行动,培育新的农村经济增长点,增加农民收入。加速农产品加工业科技进步,推动加工原料基地建设,实现生产规模化、技术装备现代化,大幅度提高资源综合利用率和农产品附加值。培育区域性支柱产业,继续建设好星火技术密集区,带动农业产业升级,大力开发农产品加工、储运技术的研究。农产品的加工处理作为农业生产的延续和深化,是农业产业链的重要环节,也是农产品不断增值和提高经济效益的重要途径。重视食品工业的开发研究和农产品保鲜、加工、储运、包装、销售和综合利用等技术环节的研究,为农业产业化经营提供技术保证。

(6) 是实施农业高技术与产业化科技行动,推进传统农业技术的改造,提高农业科技整体水平。以生物技术、信息技术为重点,加强农业高技术与开发,培育一批具有自主知识产权的农业科技企业,带动农业产业升级,大幅度提高我国农业国际竞争力。

(7) 是适度扩大农业科技引进。中国农业技术与发达国家的差距将在较长时期存在。提高农业技术水平,最有效的途径是采取“拿来主义”,快速引进最先进的技术。要有重点、有选择地引进具有超前性、突破性的农业生物技术、信息技术、优良品种、设备设施以及人才智力,通过消化、吸收、转化、创新,形成标准化、模式化的技术体系,以跨越农民低素质的障碍,缩短新技术推广应用周期。通过引进优良品种,提高品质,优化结构,增加效益;引进生物、信息技术实现农业技术体系的跃进;引进重大农业研究、推广基础设施及仪器设备,提高基本科技手段;引进国内外人才,形成对国内外科技前沿动态的识别能力、反应能力和创新能力,实现农业技术跨越式发展。

(8) 是实施人才培养科技行动,增加人力资本。目前,我国农业发展遇到一个最大障碍就是农民科技文化、市场营销、组织管理素质低,对新知识、新技术的接受能力差。我国农业劳动力数量庞大,从长远看要使所有农民都受到良好教育,成为高智能劳动力,近期必须把青年农民、未来农民的教育抓好,培养 21 世纪新型的知识化农民群体。

6 我国农业科技面临的问题及相应的战略举措

近 50 年,中国农业以世界 9%的耕地养活了 21%的人口,成为世界农业发展的佼佼者。但中国农业走过的是一条高投入、高产出、高速度和高资源/生态代价的道路,未来中国农业发展面临的主要问题是怎样摆脱农业资源不足、生态危机、农民素质和组织化程度低下,以及科技对生产的支撑力不足等因素的制约。

未来我国农业发展的四大主题和相应的战略是:食物安全与替代战略、农业生态安全与“解铃”战略、农业发展农民增收与领域拓展战略和农业科技发展跨越战略。

——食物安全与替代战略:粮食安全是食物安全的基础。按 2020 年我国有 14.3 亿人口和人均 433 公斤计,我国粮食总产应由 4.3 亿吨增加到 6.2 亿吨,单产的年均增长率要由近十年的 0.9%提高到 2.6%。在生产条件方面,到 2020 年,人均耕地面积由 1.5 亩减少到 1.2 亩,且整体质量下降。所以,这是一项目标与条件十分悬殊的硬仗,其主要制约因素是水土资源严重短缺和科技支撑力度不够。

为此,我们提出了“紧缺资源替代”的概念,即通过科技和人力资本的集约化投入,提高资源的生产率,和以非常规灌溉水及非常规粮田进行替代,也可称之为“智力资源对紧缺自然资源的替代”。

——农业生态安全与“解铃”战略:农业生态安全也是农业发展中一个不可忽视的问题。几十年,我国治理的结果就是:“治理赶不上破坏”和“局部改善整体恶化”。这里存在不少误区,如自然过程与人为过程混淆不清;种树与种草(灌)错位;人力与自然力位置失当,以及在治理上的本末倒置。生态恶化主要是由滥垦、滥牧、滥樵,由落后的农业生产方式引起的。解铃还需系铃人,必须从制止“三滥”和改

变落后的农业生产方式入手，在源头上将发展生产与改善生态结合起来，做到生产生态的共建双赢。

——农业发展农民增收与领域拓展战略：农业有其自身的发展规律，由初级农产品生产拓展到食品与农产品加工，延长生产链条；由小农生产到企业化经营；由单一生产到贸工农一体。发展中国家是吃饭农业，发达国家正向着多元化的生物质产业发展。我国开始走上这条快车道，但与发达国家间的差距还很大。如果农业总产值为 1，发达国家的农产品加工业产值为 2-4，我国只有 0.4。近些年，国际上出现一个重要动向，即在化石能源渐趋枯竭，以及对可持续发展、保护环境和循环经济的追求中，世界开始将目光聚焦到了可再生能源与材料，“生物质经济”已经浮出水面。以生物能源和化工产品生产为主的生物质产业正在兴起。它是以农林废弃生物质及利用低质地生产能源/化工植物，从事高附加值产品的生产。特别是改善农村能源消费，减缓商品能源的紧张形势，保护环境，且资源丰富，可以再生和持续。重要的还在于为发展农村经济开拓了一个新的广阔领域。

——农业科技发展跨越战略：强劲的外在需求，新的农业科技革命的内力驱动，以及较好的工作基础是我国农业科技发展的有利条件。存在的问题是科技转化能力弱、生产贡献率低、科技投入少，以及体制不顺，整体水平比发达国家晚约 15 年。

今后的 15 年，采取扬长补短，跨越式发展的战略，缩短与发达国家间的差距，整体水平达到当时的世界先进水平。跨越战略的内涵是：以生物技术和信息技术为引擎，推动农业常规技术的效率革命和全面升级，加强技术转化和基础科学研究，在全国掀起一次新的农业科技革命高潮。

DNA 双螺旋结构的发现和 DNA 重组的成功，是继进化论和细胞学说后，使人类对生命现象的认识，由宏观和细胞水平深入到分子水平，并能运用生物技术改良生物体的遗传性，以至创造新的物种。农业生物技术涉及品种培育、种植养殖、施肥灌溉、植保防疫，以及众多新领域的开拓，它不是某个单项高技术，而是农业科技领域的源头性和战略性高技术，像火车头一样地带动整个农业科技的发展。

计算机和信息技术的出现和强大功能，为农业带来了福音。农业信息化有五条主线：即对象与过程的数字化与模型化是农业信息化的基础；智能化农业专家系统使农业由经验走向科学；3S（遥感、地理信息系统、全球定位）技术的对地资源和农情实时监测预报促进农业管理的科学化；PA(PrecisionAgriculture)技术使农业由粗放到精确；网络技术使农业由闭塞到能及时获取信息服务。信息技术正在全面改造和装备农业。

育种、施肥、灌溉、植保、栽培、养殖、兽医、育林、农机、设施等常规技术支撑了农业的生产与发展，做出了重要贡献；未来 20 年，它们仍将是农业技术的主体。但是，普遍存在着资源消耗大，效率低，效益差。所以我们提出，有必要在农业生物技术和信息技术的带动下，在十大常规技术领域掀起一场效率革命，进行一次全面升级。从高投入低效率和高成本低品质的落后状态，升级到低投入高效率、低成本高品质的台阶，这将是我国农业科技发展和推进农业生产和现代化的关键一役。

此外，在加强农业基础科学研究和增强科技成果转化能力上也作出了战略性的部署。

7 我国农业科技领域基础研究的工作重点

农业和农村经济的健康发展是国民经济持续、稳定和协调发展的根本保证。我国农业正受到耕地减少、水资源不足、农业生态环境日益恶化的严重威胁。保证 21 世纪我国 16 亿人口的食物安全，任务非常艰巨。加入 WTO 后，既给我国农业发展带来了机遇，也使农产品进出口贸易面临严峻的挑战。根据国家经济和社会发展对农业领域基础研究的重大需求，针对加入 WTO 后我国农业面临的新形势，农业领域基础研究的工作重点是：瞄准世界农业科学研究发展的前沿，紧紧围绕我国农业发展的重大科学问题，重点开展农业生物基因组学与农产品品质改良、农业主要病虫害可持续控制、农业生物资源的保护和利用、农业生态环境的改善和农业资源的高效利用等方面的基础研究，进一步增强农业科技原始创新的能力。要在实现农业增产的同时，为调整农业结构、提高农业效益、增强国际竞争能力、改善农业生态环境提供科学支撑，为确保我国农业这个国民经济的基础产业稳步增长做出贡献。

“十五”后三年重点研究方向是：

- 1、重要农业动植物功能基因组学研究
- 2、重要农业动植物品质改良及其安全问题

- 3、农作物病虫害控制与农业动物重大疫病防治
- 4、农业生物资源的保护和利用
- 5、农业资源环境保护与生态系统
- 6、农作物水、养分、光能高效利用