

中国水稻科技发展战略

程式华* 胡培松 (中国水稻研究所, 浙江 杭州 310006; * 通讯联系人, E-mail: shcheng@mail.hz.zj.cn)

Development Strategy of Rice Science and Technology in China

CHENG Shi hua* , HU Pei song

(China National Rice Research Institute , Hangzhou 310006 , China ; * Corresponding author , E mail : shcheng@mail .hz .zj .cn)

Abstract : The characterization of modern science and technology in rice , international development trend of rice industry , and the future demands for rice due to the rapid development of national economy and society were analyzed . The history and achievements were reviewed on construction of China s innovation system in rice science and technology . Based on the development trend in modern rice science and technology and the requirements from the rice industry , the future development strategy and key projects of rice science and technology in China were suggested .

Key words : science and technology ; development strategy ; rice

摘要 : 分析了现代水稻科技与产业发展的国际趋势与特点、我国国民经济和社会发展对水稻的需求,回顾了我国水稻科技创新体系的建设历史与成效,着眼于现代水稻科技发展方向和水稻行业的需求,提出了我国水稻科技发展战略和重点课题。

关键词 : 科学技术 ; 发展战略 ; 水稻

中图分类号 : S 01 ; S511

文献标识码 : A

文章编号 : 1001-7216(2008)03-0223-04

水稻作为我国第一大粮食作物,约占粮食总产量的40%。稻米是我国人民赖以生存的主食。水稻生产不仅担负确保我国粮食安全重任,并肩负实现种粮增效、稻农增收和全面推进新农村建设的重大使命,也是新阶段我国农业和农村经济发展的中心任务之一。人口增加和耕地减少是我国的基本国情,预计到2030年,我国人口将达到16亿,我国农作物的单产需在现有的基础上提高50%以上才能满足粮食的安全供给^[1]。

进入21世纪以来,世界科技,包括水稻科技,出现了新的发展趋势^[2-3]。在充分吸收传统农业精华的基础上,分析未来10~15年我国水稻发展趋势^[3],瞄准现代水稻科学技术发展方向,坚持前瞻性、战略性、方向性、继承性和创新性的发展原则,从原创技术、共性平台技术、关键技术、重大产品和产业化示范等五个层次,全面部署现代水稻科技发展战略,对于大幅度提升我国水稻科技创新水平,实现水稻生产的“高产、优质、高效、生态、安全”的目标具有重要的战略意义。

1 水稻科技与产业发展的国际趋势与特点

目前,以追求高效高产、营养健康、安全环保、可持续发展为目标的新型现代水稻科学技术体系正在快速形成,并显示出以下趋势和特点:

一是相关科技革命深刻改变水稻的科技面貌。

现代科学技术,特别是生物技术领域中功能基因组学、生物信息学、蛋白质组学等新学科和新研究领域的快速发展,使人类对生命本质、生物进化与起源的认识不断深化,生物遗传设计、食物营养与人类健康控制等进入了一个崭新的时代。在探索水稻生长奥秘、水稻生命的本质、稻种起源等方面正在向前所未有的深度发展,由此带来了深刻的水稻科技革命,使传统水稻科技的概念、内涵和外延正在发生深刻的历史性变化。

二是水稻科技的研究领域大大拓展。现代水稻科学在不断分化和吸收新营养的基础上,相互渗透、交融,形成许多新的交叉学科和边缘学科,促进现代水稻技术研究不断拓展新的领域,分子设计、环境修复、生态保护、数字农业、精准农业、食品科学等新领域不断涌现,精彩纷呈,与传统水稻科学结合,产生了众多的新颖学科并具有深远的经济和社会意义。如生物技术的应用不断拓宽,针对抗逆、优质、高产等问题可以对水稻进行遗传设计和定向改良;在环境修复、食物营养等方面也显示出水稻科技发展极大的潜能,这些都将产生巨大的潜在商业利益和机

收稿日期:2008-03-26;修改稿收到日期:2008-04-16。

基金项目:农业部和财政部“现代水稻产业技术体系”专项基金资助项目(nycytx 001)。

第一作者简介:程式华(1958-),男,博士,研究员。

会,带来难以估量的经济效益和社会效益,并促进新的生产方式、伦理、观念和文化的产生,进而发生影响深远的社会革命。

三是水稻技术组织综合化、技术应用集成化。在解决水稻某一重大问题时,越来越需要不同学科、专业的联合协作。例如,优质高效高产多抗水稻新品种的选育,需要种质资源、遗传育种、生物技术、生理生化、植物保护、土壤肥料、生态环境、数理统计、信息技术等不同学科领域技术专家的协同合作。同时,现代水稻技术更加强调技术各环节、方面的集成应用,如水稻病虫害综合防治技术、设施农业技术、农产品加工技术、全程质量控制技术等都是技术集成应用的典型,这种趋势还在继续发展。

四是水稻科技全面数字化和信息化。信息技术特别是数字技术对水稻的科研、生产、经营、流通、管理、服务等领域的发展正在产生深刻的影响。数字水稻、精准施肥、精准施药等技术已经成为新的研究热点和发展前沿,预期将彻底改变水稻科研的组织方式和传统水稻的生产经营面貌。

五是水稻科技研究理念、手段、方法、技术和组织方式的规模化。现代水稻科技愈来愈呈现出鲜明的大学科特点,功能基因组学、生物信息学、蛋白质组学等前沿学科的发展日新月异,推动一系列新的技术领域、技术标准、技术平台、技术专利、知识产权、技术工艺和新兴产业的产生和发展,其工业化、系统化、智能化、网络化、集约化、一体化的研究和组织方式,产业化组织、社会化协作、企业化管理、规模化投入、高通量数据处理和计算等特征,带来了水稻科技传统研究方法、技术路线、组织方式的革命,使现代水稻科技不再是科技人员个人的事情,而是规模化、社会化、组织化、国家化、国际化、网络化的协作和合作行为。

六是水稻资源高效利用化和生产环境保护化。在可持续发展的理念和原则下,实现人类社会的经济发展、文明进步,提高资源的利用率,保护生态环境,保持生物多样性,既是经济与社会发展的要求,也成为现代水稻技术研发必需的约束条件和追求的目标之一。

七是水稻科技自身的产业化。现代水稻科学技术本身正在成为重要的高新技术产业。现代种业、食品制造、设施农业、生物肥料、生物农药、数字化农业信息服务、高技术旅游观光等农业新兴产业正在快速崛起,并且出现了研究、开发、产业一体化的新的经济发展模式。

2 我国国民经济和社会需求分析

进入21世纪后,人类将面临人口、资源、环境等问题,这些问题将对农业科技特别是水稻科技产生

强大的压力。虽然我国水稻已取得举世瞩目的成就,但目前也面临着新的挑战。稻米数量问题也只能说是基本解决,今后绝对不能掉以轻心。而稻米品质差、类型结构不合理、稻作生产效益低的问题尚未根本解决。水资源短缺、耕地减少、水土流失、土地沙化和环境污染严重阻遏水稻的深度发展。稻米出现结构性、区域性相对剩余,资源与市场双重制约的问题更加突出。水稻生产成本高、比较效益低、国际竞争能力弱的情况依然存在。如果没有水稻科技的跨越式发展,没有新的水稻科技革命,就不可能从根本上解决我国农业问题、农村问题和农民问题。因此,新阶段水稻可持续发展,根本出路在于新的水稻科技革命。

首先,经济发展、人口增长和耕地减少直接影响水稻的总产。目前全世界有800多万人仍然处于饥饿和寒冷之中,解决温饱问题仍然是十分严峻的挑战,并且预计到2010年发展中国家谷物缺口将从目前的1亿t增加到1.6亿t以上。在中国,为充分满足今后对稻米的需求,必须在2010年前育成一批产量比现有品种增产25%左右、品质较好的突破性新品种。因此,优异基因资源挖掘和基因克隆及突破性水稻新品种的选育将是水稻可持续发展中具战略性意义的研究内容。同时,要大力开展稻谷的精深加工研究,采用高新技术改造传统产业的模式,提高稻谷及其产品的附加值和国际竞争力。

其次,全球气候变暖和种植结构的调整有利于病虫害的发生和繁殖蔓延。除了发掘和利用抗病虫基因,通过常规育种手段或转基因技术培育抗病虫水稻新品种外,通过研究稻作生产新形势下主要病虫害发生的新特点和新问题,从稻田生态系统的整体性出发,研究、建立与特定稻作区域相适应的重大病虫害可持续控制技术体系显得非常重要。水稻重大病虫害的防控,重点是突出自然控制、生态调控,人为增强稻田生态系统的自然抗害能力,同时加强研制和引进开发低毒或无毒新型药剂,既能有效控制病虫害又能生产无公害稻米和增加农民收入。

第三,亚洲和中国水稻生产将面临严重的人力资源危机。稻农数量不断减少,平均年龄上升,而其教育和专业技术水平却没有提高。要应对稻作劳动力短缺这一长远存在的问题,需加强水稻机械化、集约化、轻简化栽培技术研究,建立标准化生产模式。同时,还应加强适应上述栽培技术发展的专用品种选育。

3 水稻科技创新体系的建立

建国以来,我国从中央到地方相继建成了一批从事水稻科研的农业大学、省级农业科学院和地区性农业科学研究所。改革开放以后,我国又相继建

成了中国水稻研究所、国家杂交水稻工程技术研究中心、国家水稻改良中心等一批国家级水稻专业研究机构。形成了包括由国家到地方,由高校、农科院、农科所等专业研究机构以及企业组成的庞大且有重复的纵横交错的水稻产业研发体系。集聚了一支包括院士、知名专家的硕大研究队伍。通过协作攻关,先后取得矮化育种、杂交稻和超级稻等国际领先的成果,强力支撑着我国水稻生产持续旺盛的发展。

3.1 初步完善了现代水稻科技创新组织体系

“九五”和“十五”前期,由国家投资建设了一批水稻研究中试基地,涵盖了资源研究、品种改良、良种良法、产品检测等各个领域。其中:

1)“国家水稻改良中心及分中心”和“国家水稻工程技术中心”重点从事水稻品种改良及其产业化,是国家水稻种质创新技术体系的应用性研究机构;

2)“水稻基因资源库”主要进行水稻种质资源的基因型鉴定,基因资源分子检测,基因定位与分离、克隆,基因功能研究,作物基因生物信息学研究等,是国家水稻种质创新技术体系的基础性研究机构;

3)“国家植物基因研究中心”、“国家转基因水稻检测和监督中心”等重点开展规模化、系统化植物基因研究,带动我国植物基因研究整体水平的提高;

4)“水稻区域技术创新中心”重点开展水稻生产技术研究,为水稻生产提供技术支撑;

5)“农业部稻米及制品质量监督检验测试中心”重点开展稻米品质检测及产后加工研究;

6)由国家及地方投资建设了一批育种和良种繁育基地。

3.2 基本形成了适应社会和经济发展的水稻科技创新体系

稻作科技发展,不仅对粮食安全起着十分重要的保障作用,而且对农业科技进步起着十分重要的领头羊作用。水稻作为禾谷类模式作物,近年来其高新技术研究突飞猛进,为开展新的农业科技革命打下了良好基础。

在生物技术方面,通过花药培养、体细胞组织培养以及组织培养与辐射诱变相结合手段,育成了一批水稻新品种,已大面积推广;通过远缘杂交与花药培养相结合技术,已将野生稻有利基因导入栽培稻,获得优异种质材料。水稻重要农艺性状基因定位研究,尤其在育性基因、抗性基因、产量性状及其他数量性状基因方面,已取得较大进展。利用分子标记辅助育种手段,育成的一些新品种已开始在生产上示范推广;利用分子标记检测杂交水稻种子真伪亦已在生产上试用。应用水稻转基因技术育成的抗除草剂转基因杂交稻、BT克螟稻等,已进入大田释放和环境评价阶段。随着基因组学、生物信息学、蛋白

质组学等研究的一系列突破,水稻分子育种技术体系已初步形成。

在信息技术方面,计算机信息技术发展迅速。信息技术已渗透到水稻研究和生产所涉及的设计、控制、管理的全过程,实现了现代信息技术与水稻产业的有效融合,各种数据库系统已用于水稻技术服务,提供水稻生长情况、病虫害预防、防治技术以及水稻生产资料市场等信息。遥感(RS)、地理信息系统(GIS)与全球定位系统(GPS)(RS、GIS和GPS简称3S系统)在水稻领域,特别是在水稻苗情监测与精准生产中也得到了广泛应用。

在水稻相关物化产品研发方面,生物农药、生物肥料和植物生长调节剂等传统化学品或制剂的替代产品研究进展显著,其中高效、安全和环境友好的新型生物药物的研发在国际上已占有一席之地。

在水稻产后加工方面,在原料处理、加工包装过程、营养和活性物质保持、质构和风味修饰等方面新技术不断涌现。如以微生物、酶和基因工程为代表的食品生物技术,以膜分离、超临界流体萃取、纳滤等为代表的新型分离等技术日趋成熟。

3.3 水稻科技创新全国大协作推动水稻科技发展

“六五”以来,国家科技攻关计划、国家科技支撑计划、863计划、973计划等国家和部门的科技计划对水稻科研给予了大力支持,初步形成了水稻遗传育种、稻作技术研究协作攻关队伍,促进了水稻的研究与科技交流。组织全国力量开展协作攻关,是创造突破性成果的组织保证。水稻育种上的两次飞跃——高产矮秆品种和杂交稻的育成,就是全国大协作的硕果;中国超级稻研究全国大协作,也已取得阶段性成果,为世界瞩目。

4 现代水稻产业体系建设与发展重点

我国的水稻科技创新体系在保障国家粮食安全中发挥了重要作用,同时,我们也应清晰地看到,目前我国水稻科技创新研究还存在上下一般粗、重点不突出、分工不合理的弊端,事关基础、公益性的研究得不到特殊的支持。此外,受目前成果评价体系的负面影响,课题组越来越小,研究课题越分越细,协作攻关越来越难,急功近利现象越来越突出,而主要体现公益效应的研究也越来越不为科技人员所重视,造成科技创新后劲严重不足,成为科技创新发展的瓶颈。鉴于此,农业部、财政部于2007年12月正式启动了国家现代农业产业技术体系建设,在首批启动试点建设的10个行业中,水稻列于其中。

4.1 现代水稻产业技术体系建设

根据对水稻不同行业的调研,明确了水稻产业技术发展的重点是解决大面积提高单产、改善品质和提高种稻效益的技术研发和示范推广。因此,水

稻产业发展的总体思路是：“稳面攻产，优化结构，推进可持续发展”。稳面攻产，就是要在稳定水稻种植面积的基础上，依靠科技实现总产提高，实现水稻增产方式的根本性转变，优化结构，就是要根据市场需求的发展趋势，优化品种结构、品质结构和季节结构，推进可持续发展，就是要提高水稻发展的质量，不单纯追求总产的提高和品质的高档化，而是追求产需基本平衡、品质不断改善的产量品质协调发展道路。

创新或引入新的机制是现代水稻产业技术体系顺利运行的保障，这些机制包括稳定支持和适度竞争的投入机制、联合攻关的协作机制、科研与产业良性结合的互动机制和业务分类分级的指导机制。要明确水稻产业技术体系中国家水稻产业技术研发中心、功能研究室和综合试验站三个层次各自的职责和任务，形成各层次和各环节的相互联系。

4.2 水稻学科发展重点

根据水稻学科发展的国内外动态，社会对水稻的需求，未来水稻学科发展的重点应该包括以下内容。

4.2.1 水稻分子生物学研究与遗传育种

1) 水稻种质资源的挖掘、利用与优异育种材料的创新。对我国丰富的水稻种质资源进行广泛研究，发掘水稻重要农艺性状的新基因，创制优异种质材料，进行基因克隆，为我国水稻育种提供基因源。

2) 水稻现代育种新技术、新方法创新。围绕我国水稻育种面临的突出问题，以高效育种技术创新为主要目标，重点开展现代高效水稻分子育种技术研究，解决育种技术瓶颈，为高产、优质、多抗水稻品种选育提供技术支持。

3) 水稻高产、优质、多抗新品种(组合)选育及产业化示范。围绕我国粮食安全问题、“三农问题”和我国水稻新品种选育面临的突出问题，与常规育种技术相结合，建立水稻高技术育种的规模化平台，选育高产、优质、抗病、抗虫、抗逆的广适性新品种，并进行产业化示范。

4.2.2 稻作技术研究及物化产品开发

1) 稻作技术研究。21世纪以来，我国农业生产正在从单纯追求数量型增长逐步向数量与质量、效益并重和以质量、效益为主转变，发展“优质、高产、高效、安全、生态”的“十字农业”势在必行。稻作技术研究，要根据新形势，围绕新要求，研究新理论，开发新技术，创新种植模式，为水稻可持续生产服务。

2) 物化产品开发。围绕生态安全与食品安全，必须加快开发水稻生物农药、生物肥料和新型植物生长调节剂，为水稻重大病虫害的科学防控及水稻

可持续发展提供技术支撑。

4.2.3 数据的交流、整合和共享

1) 数据的交流、整合和共享。目前已积累了大量与水稻育种相关的数据，包括水稻突变体信息，分子育种有关的基因定位、标记和克隆数据，应将分散的水稻生物信息进行整合，建立水稻生物信息的交流和共享平台，为水稻生物技术和遗传育种服务，并在此基础上进一步开展以应用为主的水稻生物信息学的研究。

2) 信息技术应用。国内外农业信息技术发展得很快，但由于水稻生产的特点，相对于其他主要农作物，信息技术在水稻生产上的应用相对滞后。应以内容建设为重点，信息技术为抓手，技术推广为突破口，提高稻农和农业技术人员科学种田水平，加速稻作科研成果的推广应用。

4.2.4 稻米质量标准、检验与产后加工

1) 稻米品质与质量安全标准。稻米质量标准及检验涉及水稻生产、消费、流通和加工的方方面面，是食品安全的基本点。应加强研究水稻生产、加工的质量安全关键控制点，开展稻米农药残留和污染的风险评估，进一步完善水稻技术标准体系，研发快速、微量的检测技术。

2) 稻米产后精深加工。开展稻米产后精深加工，对有效提升稻米产品的市场品位，提高我国稻米产品在国际市场的信誉度和竞争力具有重要作用。要关注稻米营养及功能特性的机制，研究稻米陈化机理和控制稻米陈化的关键因子。

4.2.5 稻米产业经济研究

水稻产业经济是水稻产业在科技、生产、流通、加工、消费、储藏、信息与咨询等各个环节所发生的经济行为。它是一个完整的经济体系与经济链，并与粮食、农业及其他产业形成一个有机的、协调与发展的产业环境，构成一条畅通无阻与充满生机和活力的链条。开展稻米产业经济研究，对水稻产业结构调整和提高水稻生产、消费、流通与加工的经济效益，用科技支撑水稻产业发展等具有积极意义。

参考文献：

- [1] 程式华，曹立勇，陈深广，等．水稻遗传育种回顾与展望//翟虎渠．科技创新成就辉煌——中国农业科学院建院50周年学术文集．北京：中国农业科学院，2007：84-91．
- [2] 路甬祥．世界科技的发展趋势．中国科技信息，2005(11B)：F003．
- [3] IRRI．Bringing Hope，Improving Lives - Strategic Plan 2007 - 2015．Manila：IRRI，2006．
- [4] 程式华，李 建．现代中国水稻．北京：金盾出版社，2007．