



2008-2009

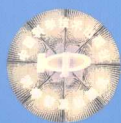
农业科学学科发展报告

(基础农学)

Report on Advances in Basic Agronomy

中国科学技术协会 主编

中国农学会 编著



中国科学技术出版社



2008-2009

农业科学学科发展报告

(基础农学)

REPORT ON ADVANCES IN BASIC AGRONOMY

中国科学技术协会 主编

中国农学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2008—2009 农业科学学科发展报告(基础农学)/中国科学技术协会主编;中国农学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2009.4

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4949-2

I. 2… II. ①中… ②中… III. 农业科学—研究报告—中国—2008—2009 IV. S

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018541 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:10.5 字数:250 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:32.00 元

ISBN 978-7-5046-4949-2/S·535

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2008—2009 农业科学学科发展报告(基础农学)

REPORT ON ADVANCES IN BASIC AGRONOMY

首席科学家 戴景瑞 信乃詮
主持人 陈 阜 邹瑞苍 刘 旭
学科牵头人 (按专题排序)
刘 旭 刘庆昌 苏 震 王志敏 陈 阜
梅旭荣

参加人员 (按姓氏笔画排序)
王 璞 王全辉 王述民 卢新雄 刘荣乐
刘荣志 刘恩科 孙宝利 孙忠富 严昌荣
何 浩 吴萍萍 张 宇 张卫建 张宗文
张英华 张海林 张晴雯 李立会 李莲芳
李焕春 杨世琦 杨晓光 陈继康 周宪龙
周顺利 娄希祉 骆小平 倪中福 徐文英
曹永生 章元明 龚道枝 曾希柏 解超杰
赖锦盛 潘学标 黎 裕

学术秘书 周宪龙

序

当今世界,科技发展突飞猛进,创新创造日新月异,科技竞争在综合国力竞争中的地位更加突出。党的十七大将提高自主创新能力、建设创新型国家摆在了非常突出的位置,强调这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。近年来,随着对“科学技术是第一生产力”认识的不断深化,我国科学技术呈现日益发展繁荣局面,战略需求引领学科快速发展,基础学科呈现较快发展态势,科技创新提升国家创新能力,成果应用促进国民经济建设,交流合作增添学科发展活力。集成学术资源,及时总结、报告自然科学相关学科的最新研究进展,对科技工作者及时了解和准确把握相关学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、渗透与融合,推动多学科协调发展,适应学科交叉的世界趋势,提升原始创新能力,建设创新型国家具有非常重要的意义。

中国科协自2006年开始启动学科发展研究及发布活动,圆满完成了两个年度的学科发展研究系列报告编辑出版工作。2008年又组织中国化学会等28个全国学会分别对化学、空间科学、地质学、地理学、地球物理学、昆虫学、心理学、环境科学技术、资源科学、实验动物学、机械工程、农业工程、仪器科学与技术、电子信息、航空科学技术、兵器科学技术、冶金工程技术、化学工程、土木工程、纺织科学技术、食品科学技术、农业科学、林业科学、水产学、中医学、中西医结合医学、药学和生物医学工程共28个学科的发展状况进行了研究,完成了中国科协学科发展研究系列报告(2008—2009)和《学科发展报告综合卷(2008—2009)》。

这套由29卷、800余万字构成的学科发展研究系列报告(2008—2009),回顾总结了所涉及学科近两年来国内外科学前沿发展情况、技术进步及应用情况,科技队伍建设与人才培养情况,以及学科发展平台建设情况。这些学科近两年产生了一批重要的科学与技术成果:以“嫦娥一号”探月卫星成功发射并圆满完成预定探测任务、“神舟七号”载人飞船成功发射为代表的一系列重大科技成果,表明我国的自主创新能力又有较大提高,在科研实践中培养、锻炼了一批

高层次科技领军人才,专业技术人才队伍规模不断壮大且结构更为合理,科技支撑条件逐步得到改善,学科发展的平台建设取得了显著的进步。该系列报告由相关学科领域的首席科学家牵头,集中了本学科广大专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出了学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的有关全国学会和科学家、科技专家研究智慧的结晶,也是这些专家学者学术风范和科学责任的体现。

纵观国际国内形势,我国仍处于重要战略发展机遇期。科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命,科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。增强自主创新能力,积极为勇攀科技高峰作出新贡献;普及科学技术,积极为提高全民族素质作出新贡献;加强决策咨询,积极为推进决策科学化、民主化作出新贡献;发扬优良传统,积极为社会主义核心价值体系建设作出新贡献,是党和国家对广大科技工作者的殷切希望。我由衷地希望中国科协及其所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

Handwritten signature in black ink, reading 'Miao Jue' (苗决).

2009年3月

前 言

当今世界,新科技革命迅猛发展,不断引发新的创新浪潮,科技成果转化和产业化更新换代的周期越来越短,科学技术作为第一生产力的地位和作用越来越突出。新的科技革命既给我们带来发展机遇,也使我们面临严峻的挑战。我们要把握发展的主动权,就必须紧紧掌握世界科技发展趋势,抓住机遇,迎接挑战,加速科技发展,提高我国经济的国际竞争力。

中国科协从2002年开始编制的年度《学科发展蓝皮书》,在贯彻落实科技兴国和可持续发展战略、体现学术交流主渠道等方面发挥了重要作用。在新的历史背景下,为贯彻落实全国科技大会和《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》精神,中国科协组织开展学科发展研究意义重大。这是实践“三个代表”重要思想和科学发展观的重要举措,也是促进学科发展和原始创新能力提高,提升我国科技自主创新水平,建设创新型国家的必然抉择。

根据中国科协《关于开展2008年学科发展研究及发布活动的通知》(科协学发[2008]87号),中国农学会申请承担了基础农学学科发展研究课题。农学领域比较宽泛,按照国家标准(GB/T 13745—92),农学学科包括农业史、农业基础学科、农艺学、园艺学、土壤学、植物保护学、农业工程以及农学其他学科等多个学科。我会在2006—2007基础农学学科发展研究的基础上,紧密围绕该学科发展的需求,突出关键问题,集思广益、探索创新,结合学科发展特点和科协的总体部署和要求,明确了目标,提出了研究思路,并结合当前学科发展现状,围绕基础农学,针对学科交叉、融合与渗透的实际,提出了作物种质资源学、作物遗传学、作物生态学、农业资源学、农业环境学、农业生物信息学、作物生理学等分支学科作为专题研究,分别论述了学科发展现状、进展和趋势,并与国外同类学科比较,最后对学科发展趋势和研究方向提出了建议。

按照中国科协统一部署和要求,我会成立了以戴景瑞院士信乃诠研究员为首席科学家,陈阜、邹瑞苍、刘旭为主持人,近40位专家组成的基础农学发展研究课题组,针对七个基础农学分克学科开展学科发展研究。课题组专家充分认识开展基础农学学科发展研究的意义,动手快,工作实,克服时间紧、任务重的困难,较好地完成了任务。

在课题研究过程中,得到了中国科协学会学术部以及中国农业大学、中国农业科学院等单位的大力支持,课题组专家倾注了大量心血,在此一并致以衷心的感谢。

限于时间和水平,本报告对某些问题的研究和探索还有待进一步深化,敬请读者不吝赐教。

中国农学会
2008年12月

目 录

序	韩启德
前言	中国农学会

综合报告

基础农学学科发展	(3)
一、引言	(3)
二、学科发展现状	(4)
三、学科国内外比较分析	(21)
四、学科展望与对策	(26)

专题报告

作物种质资源学	(37)
作物遗传学	(50)
农业生物信息学	(60)
作物生理学	(71)
作物生态学	(88)
农业资源学	(101)
农业环境学	(121)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Basic Agronomy	(141)
----------------------------------	-------

Reports on Special Topics

Advances in Crop Germplasm Resources	(153)
Advances in Crop Genetics	(153)
Advances in Agro-bioinformatics	(154)
Advances in Crop Physiology	(154)
Advances in Crop Ecology	(155)
Advances in Agriculture Resources	(156)
Advances in Agricultural Environmentology	(158)

综合报告

基础农学学科发展

一、引言

以研究农作物生长、发育规律及其资源环境关系与调控途径为主体的基础农学学科,既是生物学的一个分支,也与资源环境学等密切关联,涵盖的内容非常广泛。本报告在《农业科学学科发展报告(基础农学)(2006—2007)》基础上,重点进行了作物种质资源学、作物遗传学、农业生物信息学、作物生理学、作物生态学、农业资源学、农业环境学7个分支学科的专题研究。

进入21世纪以来,以生物技术和信息技术为先导的现代农业发展迅速,基础研究和原始创新越来越受到重视,理论创新、技术创新不断深化。基础研究是为农业发展提供科学的理论依据,虽然在短期内无法得到经济回报,但一旦突破,将会引发农业技术革命和产业革命;强化基础研究和注重原始性创新,是世界各国农业科技当前普遍重视的领域。围绕人口、资源、环境和可持续发展的战略需求,生物技术、信息技术、材料技术等高技术不断向农业科技领域渗透和融合,衍生发展出以动植物分子育种、转基因技术、数字农业、高效节水农业、新型食品加工、现代装备等为代表的农业高技术领域,它们已深刻改变着现代农业的面貌,为保障粮食安全、生态安全和提高资源利用率提供了可靠支撑,另一方面为人类健康与生活质量、经济社会与自然的和谐发展提供可靠保障。总体看,农业科学的基础研究近年来呈现的发展趋势是:基础生物学研究发展为农业科学研究注入了强大活力,基础农学学科与基因组学、分子生物学、生态学、资源环境等学科的交叉渗透愈加明显,推动着基础农学分支学科的交叉融合和快速发展;注重将生物技术、信息技术、新材料技术等新方法 with 常规方法有机结合,多学科、多层次研究农业基础科学问题,使基础农学学科的技术支撑能力不断提高;以农作物高产、优质、高效、抗逆育种和栽培耕作技术需求及基础科学问题为目标,不断创新和拓展研究领域,为农作物高产潜力开发、新品种培育、资源高效利用及生态环境保护等提供理论、方法和新技术支撑。

目前,农业基础研究和技术开发不断向纵深发展,农作物基因资源的争夺和发掘成为竞争的焦点,开发与应用新型分子标记、发展虚拟设计分子育种技术成为分子育种技术的重要发展方向;在资源利用技术领域,养分资源管理精准化和肥料复合化、专用化、缓释化,废弃物处理无害化、利用资源化,生物节水、农艺节水、工程节水和管理节水有机结合,非传统水资源开发与精准灌溉技术等得到普遍重视;在生产领域,农作物生产管理数字化及决策智能化,工厂化农业生产的无害化栽培、生物防治、环境智能化控制发展进程不断加快;农业有害生物预防与控制研究向有害生物监测预警自动化、防治决策信息化、农药高效安全友好化、灾害风险的最低化和治理效益最大化方向发展;农业生物质能源技术向优先发展利用农业废弃物原料的生物质能源转化技术和能源生物技术的方向发展。同时,保障粮食安全、生态安全、食品安全及公共卫生安全,对农业科技发展提出越来越多的

需求和挑战。在全球人口剧增、资源短缺、环境污染和生态蜕变的严峻形势下,促进经济发展与人口、资源、环境相协调,建设资源节约型、环境友好型农业成为主流趋势。由于粮食安全成本剧增,耕地减少、水资源短缺和农业面源污染等生态环境问题日趋加剧,农田与农产品的污染与健康质量已开始成为制约农业持续发展的障碍,需要有效解决资源环境约束和转变农业增长方式。这就要求农业科技进步必须在更高层次和更广泛领域取得新的突破,必须通过农业科技成果的密集使用来提高农业资源开发利用的广度、深度和精度,从根本上改变农业资源配置的机制、结构和效率,实现农业资源的合理开发利用和生态环境改善。

从发展趋势看,我国基础农学学科需要围绕国家战略需求和科学前沿问题,不断拓宽学科发展空间,促进学科交叉融合,培育新的学科生长点。加强国际合作与交流,吸收国外先进的研究方法和管理经验,在逐步实现我国基础农学学科与国际接轨的同时,提高国际竞争力。努力加强科技创新和人才队伍建设,培养和造就一批优秀基础农学学科队伍,切实增强科技创新能力和解决制约经济社会发展的重大“瓶颈”问题的能力。同时,要加强基础农学学科发展平台建设,努力改善和提高研究条件。要积极推进科技机制与体制创新,创造良好学科发展环境,提升基础农学学科的自主创新能力和综合实力,取得更多具有重大理论创新价值和自主知识产权的研究成果,有力支撑我国农作物持续稳定增产与农业持续发展。

二、学科发展现状

(一)作物种质资源学科

作物种质资源是作物育种和农业可持续发展的重要物质基础。作物种质资源学作为作物科学领域的重要学科之一,近年来在我国得到了长足的发展,学科建设越来越完善,人才队伍逐渐壮大。在本学科理论指导下,在作物种质资源的考察收集、整理编目、鉴定评价、种质创新、安全保存和共享利用等方面都取得了显著成效,产生了巨大的社会和经济效益。

近年来,作物种质资源学科的发展主要体现在作物种质资源考察收集更加科学、系统和全面,注重了收集资源的遗传完整性和多样性;野生种质资源的原生境保护鼓励农民参与,强调在利用中保护,增加了可持续性;作物种质资源的低温库保存与活力监测更加规范;作物种质资源的鉴定评价实现了传统技术与现代生物技术的有机结合,目标性状更加符合育种需求;种质创新更加注重引入远缘基因,拓宽遗传基础;在种质资源民族植物学方面,努力探索少数民族生存繁衍与种质资源的相关性,为建立长效保护和可持续利用机制奠定基础。

1. 作物种质资源考察收集更加科学、系统,成效显著

作物种质资源考察收集是本领域基础性的工作,全面、系统地考察收集分布于不同的生态环境,如沿海地区的耐盐碱种质资源、西部干旱地区的抗旱种质资源、边远山区的古老农家品种和野生种质资源,是保护我国生物多样性的的重要组成部分,对维系人类生存繁

衍和生态平衡发挥着不可替代的作用。在作物种质资源考察收集方法与技术上,借鉴和引进国外先进经验,结合我国考察实际,形成了作物种质资源考察收集技术规范。野生种质资源的收集以居群取样代替个体取样,更加注重群体的遗传完整性。野生资源通常以居群为生存繁衍群体,居群内形成遗传平衡,居群间遗传变异明显。因此,收集取样时,每一居群构成一份样品,而非过去以单株为单位采集取样。GPS定位已广泛应用于野生资源的调查和收集,样品收集和含图像采集同步进行,建立野生资源分布、生境、特性数据库,一方面为野生资源的研究利用和原位保护提供更多信息,同时也为有效监测野生资源的消长和变异进化奠定了良好基础。

我国大规模作物种质资源考察收集和国外引种工作始于20世纪80年代初,截至2008年,通过直接考察,收集各类作物种质资源99000余份,从世界120多个国家引进作物种质资源47200余份,极大地丰富了我国作物种质资源的遗传多样性。近年来,在国家有关重大项目的支持下,正在实施“云南及周边地区生物资源调查”,主要围绕云南及周边地区少数民族生存繁衍所依赖的农作物、家养动物、食用菌、药用植物等,深入调查和分析其生物多样性与少数民族社会经济的关系,收集种质资源6000份;我国沿海地区抗旱耐盐碱农作物种质资源调查,旨在全面了解沿海地区作物种质资源的分布及变化现状,收集抗旱耐盐碱农作物种质资源3000份,为抗旱耐盐碱农作物育种,开发利用盐碱地奠定材料基础;另外,还开展了与粮食安全密切相关的作物野生种、边远地区的古老农家品种、近10年新推广种植的育成品种的考察收集、整理编目等。作物种质资源的考察收集,进一步丰富了国家种质资源基因库,保护了生物多样性,必将为我国农业的可持续发展发挥积极作用。

2. 作物种质资源保存与监测技术日趋成熟,安全保存得以实现

经过近20多年的不断发展和完善,我国已基本建立起长期库、复份库、中期库、种质圃、原生境保护点等相配套的作物种质资源保护体系,研究制定了一整套种子入库操作技术和贮藏标准,并入库(圃)保存了39.2万份作物种质资源,长期贮藏数量位居世界首位,其成果获得了2003年度国家科技进步一等奖。主要作物野生种质资源原生境保护取得重要进展。系统研究了原生境保护的位点选择原则、技术标准、隔离方式、保障措施,形成了比较完善的原生境保护技术规范。在此规范指导下,建立了野生稻、小麦野生近缘植物、野生大豆、野生蔬菜、野生苹果等86个原生境保护点。另外,制定了鼓励农民参与的作物种质资源策略,在开发利用中实现可持续保护的意识和观念逐渐被接受,农民参与式保护取得一定成效。

另外,我国在云南、贵州、川西、湘西等地区,通过鼓励农民多样化种植,控制病虫害,降低生产成本,增加经济收益,实现了种质资源的“农场保护”。研究和发展了作物种质资源异位保存理论与技术,制定了作物种质资源繁殖更新与保存技术规范,包括种质资源繁殖更新和入库保存技术程序、技术指标和描述规范。完成了25万份中期库种质资源的繁殖更新和3万份无性繁殖作物的更新复壮,极大地提高了种质资源的供种能力,显著提高了资源利用率。同时,首次在世界上研究制定了低温种子库、种质圃、试管苗库和超低温库的设计、规划与建设技术规范。依据这些规范,完善了19座中期库(包括国家和省级)、32个种质圃保存设施条件,新建了8座低温种质库和7个种质圃,有效改善了我国作物

种质资源的保存设施条件和种质保存质量。

低温库种子安全的监测预警理论与技术获得突破性进展。通过对不同贮藏条件下种子生活力和遗传完整性的大量检测,首次发现在低温贮藏条件下,种子生活力存活曲线呈反 S 型,生活力快速下降“拐点”为 73%~75%,为安全预警提供了技术和信息支撑。

3. 作物种质资源鉴定初步实现了由表现型向基因型的跨越

遗传多样性评价与核心种质建立取得重大进展。综合利用形态学、蛋白质、DNA 标记等分析方法,重点开展了不同年代育成品种的遗传多样性变化、地方品种的遗传构成、多样性的地理分化等方面的研究,建立了水稻、小麦、玉米、大豆、食用豆、棉花等核心种质和应用核心种质,以 5%~10%的样品代表了 80%~90%的全部种质的遗传多样性,极大地方便了研究和利用。表型鉴定呈现精准化。对主要农作物种质资源开展了多年多点的精准鉴定,并依据各类作物种质资源描述标准、数据标准和数据控制规范,鉴定性状,采集和处理数据,实现了作物种质资源鉴定评价的规范化、科学化,提高了鉴定数据和信息高效共享。同时,利用现代分子生物学技术,在表型鉴定的基础上,开展了大规模的基因型鉴定,明确了控制不同性状的基因及其遗传规律,初步实现了种质资源鉴定由表现型向基因型的跨越,鉴定数据和信息更加准确,利用更加方便和有效。新基因发掘初步走向高通量和规模化。

现代分子生物学的迅猛发展,为高通量和规模化的新基因发掘提供了强大的技术支撑。标记定位和部分克隆了许多农作物重要性状基因/数量性状位点(QTL),分离克隆了有关产量、抗病虫、抗逆、品质、养分高效等相关基因 300 余个,其中包括水稻白叶枯病抗性基因 Xa26、单秆基因 Monoculm1 和脆秆基因 Brittleculm1 等。另外等位基因发掘已成为种质资源研究的重要领域。对水稻、小麦、大豆和玉米等作物的一些重要基因进行了单倍型分析,通过与表型进行关联分析,发掘出了一批等位基因。这些基因的发掘,将为常规育种和转基因育种提供基因源泉。

4. 种质创新更加注重引入外源基因,创新种质得到有效利用

优异种质是育种的直接亲本来源,创新质量好、数量足的种质,将极大地促进作物育种的快速发展。当前的种质创新技术也从传统的利用基因自然突变、种内杂交、远缘杂交、组织培养、无性系变异、人工诱变等手段,扩展到借助分子标记辅助改良、通过基因工程直接转移外源基因、3 个以上优异基因(包括数量性状基因)聚合等,以此创造新的变异类型,培育新种质。为了拓宽育种遗传基础,通过远缘杂交等手段,将外源物种的期望基因转入栽培种,并在方法和材料创新方面取得显著进展。围绕高产、优质、抗病、抗逆、高效利用水肥等育种目标,创造出一批育种新材料和遗传材料,例如,将普通野生稻的 yld1.1 和 yld2.1 两个高产基因位点转入栽培稻,创造出超级稻骨干亲本“Q611”(恢复系),并开始提供育种家利用;通过普通小麦与冰草(*Agropyron cristatum*(L.) Gaertn)杂交,已创造出包含冰草多花多粒、抗旱、抗白粉病和条锈病等基因的普通小麦—冰草异源易位系 30 余个,育种家利用后已培育出普通小麦新品种 2 个;利用辐射诱变技术,创造出大铃、纤维品质优异的棉花新材料,培育出大铃优质杂交棉“中棉所 48”,这些新品种目前正在生产上推广应用,产生了很大的社会效益。

5. 努力探索作物种质资源与少数民族社会经济发展的相关性,为建立作物种质资源长效保护和可持续利用机制奠定基础

通过云南及周边地区少数民族生物资源调查,基本查清了该地区作物种质资源的分布状况、多样性程度与变化趋势,以及少数民族对作物种质资源的认知、利用与保护措施。探索了作物种质资源与少数民族社会经济发展的相关性,为建立作物种质资源长效保护和可持续利用机制奠定了良好的基础。

云南部分科研单位还探索了民族植物学与作物起源和进化的关系,以及在作物种质资源保护和开发利用中的作用。认为民族知识对种质资源特性鉴定、发掘名特优产品、研究制定高效农业生产和生态保护技术有重要作用。

6. 作物种质资源学科对产业发展贡献显著

作物种质资源学科最新研究成果对产业发展产生了重大影响,主要体现在:①建立和完善技术标准和服务平台,为作物育种、生命科学研究和政府决策提供材料和信息,充分体现了本学科的社会公益性特点;②建立和完善了作物种质资源保护体系,考察收集、安全保护了大量濒临消失的珍贵种质,减缓了因人口增加、生态环境恶化、城市化发展等造成的生物多样性快速下降的趋势,对维系生态平衡,确保农业可持续发展奠定了基础;③新基因的发掘和种质创新,极大地促进了作物育种的发展,对解决我国粮食安全、确保生态安全发挥了巨大作用。

(1)建设作物种质资源技术规范与服务平台,实现了种质资源实物与信息的社会共享。近年来,研究制定了110种作物的描述规范、数据标准和数据质量控制规范;研究制定了110种作物种质资源技术指标3824个,重点涵盖了品质(营养品质、感官品质、加工品质、贮藏保鲜品质等)、抗病虫、抗逆性等新的技术指标,集成创新了1793个技术指标,改进规范了9436个技术指标;首次统一了作物种质资源鉴定评价的实验设计、样本数、取样方法、计量单位、精度和允许误差、等级划分规则等10大类度量指标。实现了农作物种质资源收集、整理、保存、评价和利用全过程的规范化和数字化,创建了作物种质资源科学分类、统一编目、统一描述的技术规范体系。以规范化和数字化带动作物种质资源共享和利用,标准化整理、数字化表达了20万份种质资源,实现了实物和信息的共享。据不完全统计,利用分发的11.18万份种质育成的新品种累计推广面积9.17亿亩^①,极大地提高了资源利用效率和效益。另外,为国家制定作物种质资源保护和开发利用战略提供了信息服务,得到了国家有关部门的认可。

(2)建立和完善了作物种质资源安全保存体系,有效保护了我国生物多样性。我国已经建立和完善了作物种质资源安全保存体系。其作用主要体现在:①加强了各类作物种质资源的保护力度,野生种质资源、古老农家品种以及分散在全国各地的濒临丢失资源得到了比较妥善的保存,防止了国家战略性资源的丢失;②有效保护了生物多样性,维系了生态平衡,遏制了因人口增加、生态环境恶化、城市化发展等造成的生物多样性快速下降的趋势,为确保农业可持续发展奠定了良好基础;③作物种质资源保存体系中各种质库、

^① 1亩=0.0667公顷。

种质圃、原生境保护点作为科普基地,为提高全民尤其是中心学生保护生物多样性意识发挥了积极作用;④为广大科研人员提供了研究基地和材料,极大地促进了我国作物种质资源学科的发展。

(3)创新种质为作物育种提供了优良基础材料,产生了巨大的社会经济效益。种质创新是为生命科学基础研究和作物育种应用研究提供材料的,前者可以发表高水平论文,后者可以产生巨大的社会经济效益。例如,利用水稻“野败型”不育系,实现了水稻三系配套,培育出几百个杂交水稻新品种,单产提高了 15%以上;以小麦矮孟牛新种质,育成了 13 个小麦品种,1983~1996 年累计推广 3.09 亿亩,1997 年获国家发明一等奖。近 5 年来,作物种质资源保存体系各单位共向 4076 个单位提供了 505752 份次的种质资源,直接利用这些种质资源已经育成了 29 个新品种,分别通过了国家、省(市)级审定。上述新品种的培育和推广应用,为解决我国乃至世界人民的粮食供给问题作出了突出贡献。

(二)作物遗传学

作物遗传学是一门发展极快的科学,差不多每隔十年就有一次重大的突破。现阶段的作物遗传学在广度和深度上都有着飞跃的发展,已从孟德尔、摩尔根时代的细胞学水平,深入发展到现代的分子水平。

1. 作物杂种优势及其利用的遗传学基础研究取得重要进展

20 世纪作物杂交品种在农业生产上的大规模推广和应用,产生了巨大经济和社会效益。最近,我国科学家采用“永久 F₂ 群体”这一新颖的实验设计,对以水稻、玉米、小麦和油菜等作物的 QTL 互作方式与玉米杂种优势的关系研究发现,所有类型的遗传效应,包括单位点的部分显性,完全显性和超显性以及二位点间的三种类型互作都对杂种优势有所贡献。对不同作物杂种优势位点的比较分析发现,性状 QTL 和杂种优势 QTL 位于相同位点的现象很少,一般在 30%以下,表明大部分性状 QTLs 和杂种优势 QTLs 由不同位点所控制。另外,还完成了一些重要性状及其杂种优势 QTLs 的精细定位或物理定位。我国经过长期系统地当代杂种优势效应和油分的花粉直感效应的研究,提出了利用普通玉米杂交种生产高油玉米的新方法,即“普通玉米高油化三利用技术”,在不降低普通玉米产量的情况下生产高油玉米,实现了高产与优质的结合,这是杂种优势利用方式的一个新的途径。我国杂交水稻的研究和利用处于国际领先水平。

我国学者阐明了水稻 CMS-BT 型雄性不育和育性恢复的分子机理。在包台型细胞质雄性不育水稻的一个异常的线粒体的开放读码框 orf79 与 atp6 基因共转录,编码一个细胞毒素肽。orf79 在水稻中表达导致花粉呈雄配子体雄性不育。在第 10 号染色体 Rf-1 遗传位点上发现一个编码 PPR 蛋白的多基因簇,其中有 2 个成员 Rf1a 和 Rf1b 被证明对 BT 型有育性恢复功能。两个基因的蛋白(RF1A 和 RF1B)均为线粒体定位,RF1A 以内切方式切断 B-atp6/orf79 mRNA 来阻止 ORF79 蛋白的产生而使育性恢复,而 RF1B 则通过降解 B-atp6/orf79 mRNA 使育性恢复。我国学者在第 1 染色体的籼粳杂种花粉不育基因座 Sa 克隆了 2 个相邻的基因:SaM⁺(籼型 indica)或 SaM⁻(粳型 japonica)、SaF⁺(indica)或 SaF⁻(japonica),提出 Sa 座位杂种不育与亲和的分子作用机理模型:双基因/三因子互作模型,揭示了植物的杂种雄性不育的分子基础。由于光(温)敏核不育系