



2012-2013

*Report on Advances in
Basic Agronomy*

中国科学技术协会 主编
中国农学会 编著

基础农学
学科发展报告

中国科学技术出版社



2012—2013

基础农学

学科发展报告

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

2012—2013 基础农学学科发展报告 / 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, 2014.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-6537-9

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①农业科学—学科发展—研究报告—中国—2012—2013 IV. ①S

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 006344 号

策划编辑	吕建华 赵 晖
责任编辑	韩 颖 吕秀齐
责任校对	王勤杰
责任印制	王 沛
装帧设计	中文天地

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编	100081
发行电话	010-62103354
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	390 千字
印 张	17.75
版 次	2014 年 4 月第 1 版
印 次	2014 年 4 月第 1 次印刷
印 刷	北京市凯鑫彩色印刷有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-6537-9/S · 572
定 价	61.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

2012—2013

基础农学学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
BASIC AGRONOMY

首席科学家 刘 旭 吴孔明 喻树迅 信乃诠

专 家 组

组 长 许世卫 邹瑞苍

成 员 (按姓氏笔画排序)

万建民	马 玮	马忠华	王 敏	王 康
王 强	王一丁	王天宇	王全辉	王修贵
王盛威	王道龙	王景雷	王源超	孔繁涛
叶志华	申建波	吕谋超	伍靖伟	朱昌雄
许 娟	许世卫	刘世洪	刘录祥	安 岩
齐学斌	孙君明	孙宝国	孙建光	孙景生
毕于运	杜克明	杨 鹏	杨金忠	杨俊诚
杨晓光	李 争	李久生	李少昆	李从锋
李玉娥	李光永	李茂松	李益农	汪 洪
沈金雄	邹 超	陈 阜	陈天金	陈仲新
陈范骏	张 晶	张卫建	张卫峰	张会民
张庆忠	张俊伶	张海林	张淑香	张福锁
余强毅	范术丽	罗良国	罗其友	郑火国
郑床木	周 卫	周光宏	周雪平	周雪松
胡小松	胡铁松	赵 明	赵开军	段爱旺
姚艳敏	贺鹏举	袁力行	栗岩峰	徐明岗

钱永忠 高玉林 梅旭荣 章秀福 韩允垒
程瑞锋 谢建华 谢能付 蔡典雄 廖森泰
熊 伟 樊向阳 戴小枫

学术秘书 李 争

序

科技自主创新不仅是我国经济社会发展的核心支撑，也是实现中国梦的动力源泉。要在科技自主创新中赢得先机，科学选择科技发展的重点领域和方向、夯实科学发展的学科基础至关重要。

中国科协立足科学共同体自身优势，动员组织所属全国学会持续开展学科发展研究，自2006年至2012年，共有104个全国学会开展了188次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告155卷，力图集成全国科技界的智慧，通过把握我国相关学科在研究规模、发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作等方面的最新进展和发展趋势，为有关决策部门正确安排科技创新战略布局、制定科技创新路线图提供参考。同时因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，系列学科发展报告不仅得到我国科技界的关注，得到有关政府部门的重视，也逐步被世界科学界和主要研究机构所关注，显现出持久的学术影响力。

2012年，中国科协组织30个全国学会，分别就本学科或研究领域的发展状况进行系统研究，编写了30卷系列学科发展报告（2012—2013）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，当前的学科发展更加重视基础理论研究进展和高新技术、创新技术在产业中的应用，更加关注科研体制创新、管理方式创新以及学科人才队伍建设、基础条件建设。学科发展对于提升自主创新能力、营造科技创新环境、激发科技创新活力正在发挥出越来越重要的作用。

此次学科发展研究顺利完成，得益于有关全国学会的高度重视和精心组织，得益于首席科学家的潜心谋划、亲力亲为，得益于各学科研究团队的认真研究、群策群力。在此次学科发展报告付梓之际，我谨向所有参与工作的专家学者表示衷心感谢，对他们严谨的科学态度和甘于奉献的敬业精神致以崇高的敬意！

是为序。

A stylized, cursive handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Xing, positioned above the date.

2014年2月5日

前 言

基础农学是基础研究在农业科学领域中的应用和体现，在农业科学中具有基础性、前瞻性和主导性作用。基础农学及相关学科的新概念、新理论、新方法是推动农业科技进步和创新的动力，是衡量农业科研水平的重要标志。随着现代科学技术的迅猛发展，特别是数、理、化、天、地、生等基础科学对农业科学的渗透日趋明显，不断产生新的边缘学科、交叉学科和综合学科，基础农学与农业科技与生产结合越来越密切，逐步走向一体化、集成化和综合化。持续开展基础农学学科发展研究，总结、发布基础农学领域最新研究进展，是一项推动农业科学技术进步的基础性工作，能够为国家农业技术和农村经济社会发展提供重要依据，对农业科研工作者和管理工作者跟踪基础农学学科发展动态、指导农业科学研究具有非常重要的意义。

2012年，中国农学会申请并承担了“2012—2013年基础农学学科发展研究”课题，这是继2006年起第4次承担基础农学学科发展研究工作。根据基础农学学科及其分支学科领域进展实际和引领未来发展需要，课题组在专题研究深度和广度上进行了增加和调整，确定了作物遗传育种、农业土壤、植物营养、农田灌溉排水、作物病虫害、作物栽培、耕作学与农作制度、农产品加工与保鲜、农产品质量安全、农业信息、农业环境、农业资源与区划等12个分支学科领域的专题研究。其中，作物遗传育种、植物营养、农业信息、农业环境、农业资源与区划等是最为活跃、进展最快的研究领域；而农业土壤、农产品加工与保鲜、农产品质量安全等是农业科技中的热点、难点和焦点问题，也是当今社会和城乡居民最关注的研究领域；农田灌溉排水、作物栽培、作物病虫害防治、耕作学与农作制度等既是传统的研究领域，也是一个持续的科研方向，在新的历史时期被赋予了新的内容、新的使命。

按照中国科协统一部署和要求，我会成立了以刘旭院士、吴孔明院士、喻树迅院士、信乃诠研究员为首席科学家，许世卫、邹瑞苍为专家组组长，98位专家、教授组成的专家组，针对基础农学12个分支学科领域开展专题研究。在此基础上，课题主持人同步组织有关专家深入开展了基础农学综合研究。在研究过程中，课题组得到了中国科协学会学术部以及中国农业科学院、中国农业大学等单位的大力支持，专家、教授们倾注了大量心血，高质量地完成了专题报告和综合报告。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

2013年10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、我国基础农学学科最新研究进展	5
三、基础农学学科国内外研究进展比较	32
四、我国基础农学学科未来发展趋势及展望	40
参考文献	51

专题报告

作物遗传育种	55
农业土壤	71
植物营养	83
农田灌溉排水	92
作物病虫害	107
作物栽培	136
耕作学与农作制度	150
农产品加工与保鲜	166
农产品质量安全	183
农业信息	198

农业环境 216

农业资源与区划 230

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advance in Basic Agronomy 249

Reports on Special Topics

Advance in Crop Genetics and Breeding 256

Advance in Agricultural Soil Science 259

Advance in Plant Nutrition 260

Advance in Irrigation and Drainage 261

Advance in Agricultural Entomology and Plant Pathology 262

Advance in Crop Cultivation 262

Advance in Cropping System and Soil Management 263

Advance in Agricultural Storage and Processing Technology 265

Advance in Agro-product Quality and Safety 265

Advance in Agricultural Information Discipline 266

Advance in Agricultural Environmental Science 268

Advance in Agricultural Resources and Regional Planning 268

索引 270

综合报告

基础农学学科发展

一、引言

农业与粮食安全、生态安全、经济社会发展关系重大，作为战略性产业，农业的快速发展是国民经济持续、稳定和协调发展的重要保证。在“四化同步”、创新驱动发展的新时期，农业科技对农业增长的贡献率已超过 50%，而基础农学学科发展又是农业科技进步和创新的原动力，在发展现代农业、建设中国特色农业现代化中的重要作用日益凸显，为保障农产品的有效供给和实现农业可持续发展奠定了科学基础。中央“一号文件”连续 10 年关注“三农问题”，其中，2012 年中央“一号文件”指出要“把农业科技摆在更加突出位置”，进一步明确了农业科技发展的战略定位，指出“农业科技创新重点包括稳定支持基础性、前沿性、公益性科技研究”，明确了农业科技创新的重点任务，包括：“大力加强农业基础研究，突破一批重大理论和方法”，“加快推进前沿技术研究，抢占现代农业科技制高点”。

基础农学学科是认识与农业有关的自然现象、揭示农业客观规律及其原理、研究农业生产体系中的自然现象及其现象本质的学科，其目的是为充分开发利用和保护农业自然资源，协调作物与环境之间的关系、防止有害生物和不良环境对农业的破坏，以期获得农业生产的最佳组合，提高农产品的产量和品质及其生产效率，促进高产、优质、高效、生态、安全农业的发展，有效保障国家食品安全、生态安全，持续增加农民收入，提高农产品的国际竞争力。

基础农学学科概念是一个综合、动态、发展的概念，随着经济和科学技术的发展，在不同历史时期有着不同的内涵。人类生产、生活实践催生了基础农学的形成、发展。进入 19 世纪，受物理学、化学、生物学等基础科学发展的影响，特别是受现代生物技术、信息技术的影响，基础农学及其相关分支领域开始形成并得到了迅速发展，从此跨入了现代科学的行列。20 世纪 90 年代以后，随着现代科学技术的迅猛发展，特别是数、理、化、天、地、生等基础科学对农业科学的渗透以及物联网、云计算技术等信息技术手段的应用，基础农学学科出现了新特点、新趋势。进入 21 世纪，随着新一轮科技革命和产业变革的孕育兴起，一些重要科学问题和关键核心技术呈现出革命性突破的先兆，带动了关键

科学技术交叉融合、群体跃进，变革突破的能量正在不断积累，成为推动基础农学发展的强大潜力。一方面，基础科学对农业基础研究的推动日趋明显，不断产生新的边缘学科、交叉学科和综合学科，带动了基础农学学科的高速发展；另一方面，农业基础研究与农业科技和生产结合越来越密切，正在走向一体化、集成化和综合化，加速了新兴产业升级。农业基础研究向微观和宏观两个方向发展，既结合又促进，加快了科研进展与突破；农业基础研究借助现代实验工具和理论方法，实现了试验研究手段的现代化；农业基础研究国际竞争与合作、交流与限制并存，形成了十分复杂的态势。随着基础农学研究及其成果转化与推广，必将在新一轮的科技革命浪潮中为解决全球人口高峰期的食物安全问题做出重大贡献。

近年来，基础农学学科研究得到了加强。在国家层面，基础农学研究的地位日益提升，在“国家重大专项”、“973”计划、国家自然科学基金项目等国家基础研究计划的大力支持下，取得了重要进展。农业基础研究队伍健康发展，在“国家特支计划”、“百千万人才工程”、“中青年科技创新领军人才”、“中青年科技创新团队”等计划的支持下，培养和造就了一批高层次领军人才。基础农学研究的投入稳步增长，“十一五”期间，科技部投入相关科技计划农业农村领域 187 亿元人民币，其中基础研究约占 5% ~ 8%。2012 年“中央一号”文件明确提出“要持续加大农业科技投入，确保增量和比例均有提高”，近两年基础研究又有新的较大幅度增长。国际合作日益深化，我国与美国、欧盟、日本、澳大利亚等 140 多个国家和地区的农业部门、科研院所以及主要国际农业机构建立了稳定的双边、多边农业合作关系，不断提升我国在国际上的影响力。中国科技部和盖茨基金会在 2011 年还签署战略合作备忘录，2013 年双方已确定了主要作物育种、农村信息化等 7 个优先合作领域，并启动了绿色超级稻等首批合作试点项目。所有这些，为我国基础农学学科建设和发展奠定了坚实的物质基础和智力支撑。

《2012—2013 年基础农学学科发展报告》是在 2006—2007 年、2008—2009 年和 2010—2011 年三轮基础农学学科发展研究的基础上进行的，是近年基础农学学科发展研究进展与成果的体现。持续开展三轮基础农学学科发展研究，一方面表明了基础农学在我国农业科技中具有基础性、前瞻性的重要作用，反映了基础农学学科发展研究备受重视、学术活跃和快速发展的状况；另一方面，也表明了基础农学学科发展研究的内涵丰富与博大精深，需要我们去不断地去研究、去探索、去创新。

在《2006—2007 年基础农学学科发展报告》中，选择了农业植物学、植物营养学、昆虫病理学、农业微生物学、农业分子生物学与生物技术、农业数学、农业生物物理学、农业气象学、农业生态学、农业信息科学 10 大分支领域开展专题研究。在《2008—2009 年基础农学学科发展报告》中，选择了作物种质资源学、作物遗传学、作物生物信息学、作物生理学、作物生态学、农业资源学、农业环境学 7 大分支领域开展专题研究。在《2010—2011 年基础农学学科发展报告》中，选择了农业生物技术、植物营养学、灌溉排水技术、耕作学与农作制度、农业环境学、农业信息学、农产品贮藏与加工技术、农产品质量安全技术、农业资源与区划学 9 大分支领域开展专题研究。《2012—2013 年基础农学

学科发展报告》根据基础农学学科及其分支学科（领域）的进展以及未来发展的引领作用，确定了作物遗传育种、农业土壤、植物营养、农田灌溉与排水、作物病虫害、作物栽培、耕作学与农作制度、农产品加工与保鲜、农产品质量安全、农业信息、农业环境、农业资源与区划 12 个分支学科（领域）进行专题研究，基本覆盖了基础农学主要分支学科（领域），强化了研究广度和深度。

从这四轮基础农学学科发展研究来看，随着农业科技和基础农学分支学科（领域）的发展变化，选择的专题在深度和广度上也随之有所调整，其中三轮选择了农业生物技术、作物遗传、植物营养、昆虫病理、农业信息、农业资源、农业环境等最为活跃、进展最快、最为急需的分支（学科）领域作为研究专题；而农产品贮藏与加工、农产品质量安全、农业土壤等是农业科技中的热点、难点和焦点问题，直接影响到城乡居民生活和生命安全，引起了社会的普遍关注；作物栽培、病虫害防治、灌溉排水技术、耕作学与农作制度等既是传统的研究领域，也是一个持续的科研方向，在新的历史时期被赋予了新的内容、新的使命。

目前，我国基础农学学科及分支学科（领域）的快速发展，初步形成了门类比较齐全的学科体系，并产生了新理论、新方法、新技术，涌现出一些新思路、新观点、新亮点，在一些领域已接近或达到世界先进水平。然而，从基础农学学科研究整体水平来看，同发达国家比较还有较大差距和不足，我们要以科学发展观为指导，在“自主创新，重点跨越，支撑发展，引领未来”方针指引下，通过深化科研体制改革，培养精干、高效的创新队伍，加快重点实验室和基地平台建设，积极推进国际间双边和多边的交流与合作，创造有利于基础农学研究持续稳定发展的社会环境等政策措施，实现跨越式发展，为我国现代农业和社会主义新农村建设奠定坚实的技术基础。

二、我国基础农学学科最新研究进展

（一）作物遗传育种

作物遗传育种是当代农业科学发展的前沿学科之一，是基础农学研究的核心和重要组成部分。作物遗传育种是研究运用遗传变异规律，能动地进行作物遗传改进，促进生产稳定增长，提高劳动生产率的重要理论和技术基础，加强作物遗传育种研究可推动农业向高产、高效、优质、低耗的方向发展。

1. 研究进展

近五年，我国在作物高产和品质育种、亲本创新及生物技术应用等方面取得显著进展，产量潜力进一步提高。虽然常规育种在品种选育中仍然占主导地位，但基于基因组学的基因资源发掘、抗病及品质分子育种研究与应用进展迅速，为作物生产持续发展提供了

强有力的技术支撑。

(1) 遗传育种理论和方法创新

随着分子生物学技术的迅猛发展,常规技术与生物技术正在越来越紧密地结合,现代分子生物学为农作物育种提供了更有效的方法与技术。特别是分子标记辅助选择、植物基因工程、分子设计育种等高新技术的应用,将在提高选择准确性、加速育种进程并最终提高育种效率等方面发挥越来越重要的作用。目前,我国在抗病、抗虫等主基因控制的性状改良上,分子标记辅助选择的育种技术和方法已基本成熟,但对于产量、适应性等 QTLs 控制的复杂性状及其对应的分子育种的理论和方法,还有待完善和创新。

(2) 种质材料的创新

充分利用我国较好的水稻和小麦种质创新基础,利用远缘杂交和野裁杂交等方式,开展新株型和强优势材料的新种质创新与优异基因的挖掘,创制骨干亲本材料,选育新品种。进一步加强了国内外玉米种质资源收集引进,强化种质资源的精准鉴定工作,从中挖掘新基因和有益等位基因,创制出适合未来育种目标的新材料。完成了白菜型、甘蓝型油菜等全基因组测序分析,开发了大量 SNP、SSR 标记;创造了芸薹属-诸葛菜的附加和代换材料、芸薹属亚倍体等新材料;通过 EMS 诱变等多种手段获得了一大批优异新种质。建成“棉花规模化转基因技术体系平台”,实现了基因遗传转化的流水线操作,做到了棉花转基因规模化和工厂化;转基因优质纤维品种培育及材料创制方面获得重大突破,获得一批产量性状有明显改良的 T4 代转基因棉花植株,单铃重最高增加 49.9%,且棉纤维的长度显著增加、棉纤维强度提高;完成二倍体棉花——雷蒙德氏棉的全基因组测序工作,为棉花新种质创新奠定了基础。

(3) 新品种选育

面向小麦主产区育成和推广了一批高产、优质、多抗、广适的新品种,实现了又一次品种更新换代,代表性品种有石 4185 等 26 种。一批高产优质玉米品种如农大 108、郑单 958 等对促进我国玉米生产整体水平的提高发挥了重要作用,抗逆及品质改良的转基因玉米材料创新和新品种培育进展明显,转基因玉米产业化成为新的趋势。结合我国各棉区的产业需求,育成适合于黄河流域棉区的春棉品种、西北内陆棉区的常规棉品种、长江流域广适高产品种等;育成适宜麦棉两熟麦后机械化直播种植的第一个国审早熟转基因抗虫棉品种——中棉所 74;国产转基因抗虫棉的推广应用,迅速提高了我国抗虫棉的市场份额,实现了国产转基因抗虫棉占有面积从 1999 年的 5% 提高到 2012 年的 98%,使美国抗虫棉几乎退出了我国市场。2009—2012 年全国共审定大豆新品种 420 个,每年平均审定新品种 100 个左右;2011 年推广面积超过 100 万亩的大豆品种有 15 个,东北大豆主产区主推品种含油率接近美国、巴西等国家水平;选育出广适、高产、优质大豆品种中黄 13,截至 2012 年累计推广面积 7000 多万亩,社会经济效益 70 多亿元,是迄今为止跨纬度最大、适应种植范围最广的大豆品种;大豆特异优质育种和特用品质育种也均取得进展。

(4) 杂种优势利用研究

当前小麦杂种优势利用研究主要基于化学杂交剂 (CHA) 和两系法,小麦光温敏不

育—育性恢复技术体系研究与应用取得重要进展，育成一批两用不育系，培育出一批两系杂交小麦，并进入较大面积试种。

我国玉米杂优模式的创建和优势群的划分不断向明晰、简化和创新方向发展，针对骨干自交系的系谱、表型、重要性状基因和等位基因功能、互作效应等开展了系统研究，创立骨干自交系配合力的早期预测模型和人工创造或改良骨干亲本途径的新理论和新方法正在形成。

全国已育成一大批符合超级稻产量标准的新组合（品种），截至2012年，农业部认定的超级稻品种已达到96个，培育了一批旗舰型水稻品种，单个品种推广面积达到1000万亩以上的有14个品种。

我国大豆在实现三系配套、育成世界第一个杂交品种基础上，近年在杂交大豆制种技术实用化方面进展明显，杂交大豆具有潜在的应用前景。

我国甘蓝型油菜杂种优势利用的隐性核不育材料有2套——S45AB和9012AB。开发出多个油菜化学杀雄剂，探讨了利用欧洲春油菜改良我国半冬性油菜、利用半冬性油菜改良春油菜以提高杂种优势强度潜力，分离了新型细胞质雄性不育型恢复基因与不育基因，开发了大量细胞质及显、隐性细胞核不育与恢复及自交不亲和基因的特异性分子标记。近5年来，我国选育的新品种85%以上为杂交种，个别品种通过多个区域的国家审定，具有广适性和丰产稳产性。

棉花杂种优势利用杂交制种外，利用现有的转抗虫Bt基因材料和细胞质雄性不育系育成三系材料，育成3个转基因三系杂交棉，其产量水平达到目前在生产上大面积推广种植的人工制种杂交种，打破了几十年来三系杂交种性状差、产量低、无法在生产上种植应用的局面。

在小杂粮杂种优势利用方面，随着谷子杂优利用的突破和杂交谷子系列新品种的育成，杂交谷子的种植面积不断增加。张杂谷5号创造了谷子亩产811.9kg的国内外最高产量纪录。在芝麻杂种优势利用方面，中国走在了世界前列，育成世界上第一个二系芝麻杂交种豫芝9号和强优势杂交种郑杂芝H03。

2. 重大成果

小麦遗传育种学科重大进展主要体现在品种品质评价体系和矮败小麦研究方面。中国小麦品种品质评价体系建立与分子改良技术研究，从分子标记—生化标记—籽粒和面粉性状—食品加工品质四个层次首次创立了符合国际标准的中国小麦品种品质评价体系，建立了中国面条的标准化实验室制作与评价方法，提出并验证了面条小麦的选种指标和分子标记选择体系。矮败小麦及其高效育种方法的创建与应用，在国际上首创矮败小麦特异种质资源，创建了基于矮败小麦的轮回选择技术，构建完成了矮败小麦高效育种平台和全国矮败小麦育种协作网。利用矮败小麦高效育种方法，育成国家或省级审定新品种42个，累计推广1.85亿亩，累计增产小麦56亿kg，增收82亿元，应用前景广阔。

大豆遗传育种学科取得的重大进展主要集中在广适应和超高产大豆新品种的培育和推