



2014—2015

作物学 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
CROP SCIENCE

中国科学技术协会 主编 中国作物学会 编著



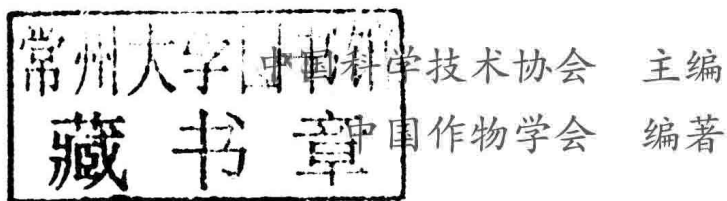
中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

2014—2015

作物学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES
IN CROP SCIENCE



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2014—2015 作物学学科发展报告 / 中国科学技术协会主编; 中国作物学会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2016.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7095-3

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 作物—学科发展—研究报告—中国—2014—2015 IV. ① S5-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 025843 号

策划编辑 吕建华 许 慧
责任编辑 符晓静
装帧设计 中文天地
责任校对 刘洪岩
责任印制 张建农

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 010-62103130
传 真 010-62179148
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm × 1092mm 1/16
字 数 398千字
印 张 18
版 次 2016年4月第1版
印 次 2016年4月第1次印刷
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
书 号 ISBN 978-7-5046-7095-3 / S · 593
定 价 72.00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)



2014—2015 作物学学科发展报告

首席科学家 翟虎渠

专 家 组

组 长 万建民 赵 明

咨询委员会 程顺和 赵振东 刘 旭 于振文 戴景瑞

成 员 (按姓氏笔画排序)

丁广洲	刁现民	万建民	马 玮	马龙彪
马代夫	马有志	王天宇	王光明	王建华
王维成	王源超	王曙明	毛树春	方平平
尹燕枰	邓祖湖	石 璘	白 晨	朱德峰
后 猛	刘志远	刘丽君	刘录祥	关凤芝
汤继华	安玉麟	孙 健	孙 群	孙君灵
孙厚俊	杜雄明	李 强	李少昆	李亚兵
李红侠	李建生	李洪民	李润枝	李新海
李德芳	杨 明	杨 骥	吴 斌	吴存祥
邱丽娟	何中虎	何秀荣	张 京	张宝贤
张宗文	张洪程	张海洋	陈连江	陈绍江
陈晓光	陈海涛	陈继康	陈婷婷	范术丽

林彦铨	金黎平	周文钊	周新安	庞乾林
赵明	赵炜	赵久然	胡国华	胡培松
钮福祥	禹山林	贺岩	袁有禄	贾冠清
党占海	徐莉	奚红光	郭龙彪	郭刚刚
唐君	唐守伟	黄毅	曹立勇	曹清河
韩天富	程式华	程汝宏	谢逸萍	廖伯寿
谭德云	熊和平	潘光堂	戴其根	魏兴华
魏恒玲				

学术秘书 杜娟 徐莉 张笑乐 董阳

党的十八届五中全会提出要发挥科技创新在全面创新中的引领作用，推动战略前沿领域创新突破，为经济社会发展提供持久动力。国家“十三五”规划也对科技创新进行了战略部署。

要在科技创新中赢得先机，明确科技发展的重点领域和方向，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口十分重要。从2006年开始，中国科协所属全国学会发挥自身优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究，通过对相关学科在发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作、人才队伍建设等方面的最新进展的梳理和分析以及与国外相关学科的比较，总结学科研究热点与重要进展，提出各学科领域的发展趋势和发展策略，引导学科结构优化调整，推动完善学科布局，促进学科交叉融合和均衡发展。至2013年，共有104个全国学会开展了186项学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告186卷，先后有1.8万名专家学者参与了学科发展研讨，有7000余位专家执笔撰写学科发展报告。学科发展研究逐步得到国内外科学界的广泛关注，得到国家有关决策部门的高度重视，为国家超前规划科技创新战略布局、抢占科技发展制高点提供了重要参考。

2014年，中国科协组织33个全国学会，分别就其相关学科或领域的发展状况进行系统研究，编写了33卷学科发展报告（2014—2015）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，近几年来，我国在基础研究、应用研究和交叉学科研究方面取得了突出性的科研成果，国家科研投入不断增加，科研队伍不断优化和成长，学科结构正在逐步改善，学科的国际合作与交流加强，科技实力和水平不断提升。同时本次学科发展报告也揭示出我国学科发展存在一些问题，包括基础研究薄弱，缺乏重大原创性科研成果；公众理解科学程度不够，给科学决策和学科建设带来负面影响；科研成果转化存在体制机制障碍，创新资源配置碎片化和效率不高；学科制度的设计不能很好地满足学科多样性发展的需求；等等。急切需要从人才、经费、制度、平台、机制等多方面采取措施加以改善，以推动学科建设和科学研究的持续发展。

中国科协所属全国学会是我国科技团体的中坚力量，学科类别齐全，学术资源丰富，汇聚了跨学科、跨行业、跨地域的高层次科技人才。近年来，中国科协通过组织全国学会

开展学科发展研究，逐步形成了相对稳定的研究、编撰和服务管理团队，具有开展学科发展研究的组织和人才优势。2014—2015 学科发展研究报告凝聚着 1200 多位专家学者的心血。在这里我衷心感谢各有关学会的大力支持，衷心感谢各学科专家的积极参与，衷心感谢付出辛勤劳动的全体人员！同时希望中国科协及其所属全国学会紧紧围绕科技创新要求和国家经济社会发展需要，坚持不懈地开展学科研究，继续提高学科发展报告的质量，建立起我国学科发展研究的支撑体系，出成果、出思想、出人才，为我国科技创新夯实基础。

A handwritten signature in black ink, reading '陈慕训' (Chen Moxun) in a cursive style.

2016 年 3 月

作物生产是农业发展的基础，维系着人类最基本的生活需求，直接关系到国计民生和社会经济的发展。作为农业科学的核心科学之一，作物学科在保障国家粮食安全和农产品有效供给、提高农业效益、发展现代农业、实现农业增效和农民增收方面发挥着重要的作用。2012年以来，我国作物科学取得了重要的新进展和新成果，提出了重大的新见解与新观点，创新了关键的新方法与新技术，在近年作物生产能力和国际竞争力持续提高中发挥了重要作用。目前我国正处于落实确保粮食安全与调整结构的关键时期，总结近几年作物学取得的新成就和谋划新发展意义重大。

本报告是在2007—2008年、2009—2010年、2011—2012年作物学学科发展研究的基础上进行的，是近年作物学学科发展研究进展与成果的体现。本报告主要回顾、总结和科学客观地评价本学科近年的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法和新技术以及在学科的学术建制、人才培养、基础研究平台等方面的进展；阐述本学科取得的最新进展和重大科技成果及其在促进农业可持续发展、保障国家粮食安全、生态安全和增加农民收入等方面的应用成效和贡献；深入研究分析本学科的发展现状、动态和趋势以及我国作物学学科与国际水平的比较，立足于我国现代农业发展和国家粮食安全、食物安全、生态安全、增加农民收入对作物学学科发展的战略需求及其研究方向；立足全国，跟踪国际本学科发展前沿，展望本学科2016—2020年的发展前景和目标，提出本学科在我国未来的发展趋势、研究方向和重点任务。

2014年，中国作物学会申请并承担了“2014—2015作物学学科发展报告”研究课题。学会按照中国科协的要求和指示，认真组织实施了报告的编制工作，成立了以翟虎渠理事长为首席科学家，万建民副理事长、赵明副秘书长为专家组组长的编写组。在编制工作中，始终抓好督促检查，定期汇总平衡研究和总结工作，最终形成了《2014—2015作物学学科发展报告》。本报告包括两个主要的二级学科作物遗传育种学和作物栽培学专题报告以及水稻、玉米、小麦、大豆、大麦、燕麦荞麦、油料、粟类等作物研究专题报告共17个专题报告，基本覆盖了作物科技发展的主要领域，重点突出、综合性强，对学科发展有重要的参考价值。

在本课题研究及实施过程中，课题组得到了中国科学技术协会学会学术部的大力支持和指导，得到了中国作物学会各专业委员会（分会）、中国农业科学院作物科学研究所及相关研究所、中国农业大学及相关农业院校等单位的大力支持。本报告也是课题组专家、编写组成员、审稿专家、工作人员共同努力、团结协作的成果。在此表示衷心的感谢。

虽然本报告经过两次讨论、修改，仍难免存在不足和纰漏之处，为使之更臻完善，敬请广大读者批评指正。

中国作物学会

2015 年 10 月

序 / 韩启德

前言 / 中国作物学会

综合报告

作物学发展研究 / 3

一、引言 / 3

二、作物学学科近年的研究进展 / 5

三、作物学学科国内外研究进展比较 / 17

四、作物学学科发展趋势及展望 / 21

参考文献 / 28

专题报告

作物遗传育种学发展研究 / 31

作物栽培学发展研究 / 40

水稻科技发展研究 / 54

玉米科技发展研究 / 75

小麦科技发展研究 / 90

大豆科技发展研究 / 96

大麦科技发展研究 / 106

燕麦、荞麦科技发展研究 / 117

油料作物科技发展研究 / 129

粟类作物科技发展研究 / 144

棉花科技发展研究 / 153

作物种子科技发展研究 / 167

麻类作物科技发展研究 / 177

甘蔗科技发展研究 / 196
甘薯科技发展研究 / 205
马铃薯科技发展研究 / 220
甜菜科技发展研究 / 234

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report / 249

Advances in Crop Science / 249

Reports on Special Topics / 253

Advances in Crop Breeding and Genetics / 253

Advances in Crop Cultivation Discipline / 254

Advances in Rice Science and Technology / 255

Advances in Maize Science and Technology / 257

Advances in Wheat Science and Technology / 258

Advances in Soybean Science and Technology / 259

Advances in Barley Science and Technology / 260

Advances in Oat and Buckwheat Science and Technology / 260

Advances in Oil Crops Science and Technology / 261

Advances in Millet Crops Science and Technology / 262

Advances in Cotton Science and Technology / 263

Advances in Seeds Science and Technology / 264

Advances in Fiber Science and Technology / 265

Advances in Sugarcane Science and Technology / 265

Advances in Sweetpotato Science and Technology / 267

Advances in Potato Science and Technology / 268

Advances in Sugarbeet Science and Technology / 269

附录 / 271

索引 / 273

综合报告



作物学发展研究

一、引言

中央一号文件连续 12 年关注“三农”（农业、农村、农民）问题，强调了“三农”问题在中国的社会主义现代化时期“重中之重”的地位。尤其是我国经济进入新常态的情况下，一号文件依然锁定“三农”问题。2015 年中央一号文件指出，中国要强，农业必须强。做强农业，必须尽快从主要追求产量和依赖资源消耗的粗放经营转到数量质量效益并重、注重提高竞争力、注重农业科技创新、注重可持续的集约发展上来，走产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的现代农业发展道路^[1]。党的十八大也明确指出“加快发展现代农业，增强农业综合生产能力，确保国家粮食安全和重要农产品有效供给”的方针大策。

作物生产是农业发展的基础，维系着人类最基本的生活需求，直接关系到国计民生和社会经济的发展。近年来，中国粮食连年增产，其中作物科技进步对粮食增产发挥了决定性作用。如实施粮食丰产科技工程、大规模开展“粮食高产创建活动”等涉及作物育种、栽培、资源利用等多学科的农业科技项目，这些农业、作物学相关研究与科技创新直接推动了我国粮食单产水平的稳步提高。作物科技创新对提高农业生产水平和保障粮食安全发挥了不可替代的作用，为保障粮食安全提供了强有力的支撑。因此，坚持作物科技创新、转变农业发展方式、提高农业产出与效益，是实现农业增效和农民增收、保障粮食安全、促进我国现代农业发展最根本的出路。

作物学学科是农业科学的核心科学之一，作物学学科发展为农业科技的发展保驾护航。作物学学科发展的核心任务是不断探索，揭示农作物生长发育、产量与品质形成规律和作物重要性状遗传规律及其与生态环境、生产条件之间的关系；研究作物遗传改良方法、技术，培育优良新品种，创新集成作物高产、优质、高效、生态、安全栽培技术体系，良种良法配套应用，全面促进我国现代农业可持续发展。作物学学科发展与科技进步

能为保障国家粮食安全和农产品有效供给,保障生态安全、增加农民收入,提供可靠的技术支撑和储备^[2]。

近年来,我国作物学科与技术领域,认真贯彻“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的科技发展指导方针,不断深化科技体制改革,实行“开放、流动、联合、竞争”运行机制,创造了促进作物学学科持续稳定发展和创新的和谐环境。在国家“973”“863”、科技支撑计划、国家自然科学基金和省部有关作物科技的重大计划项目支持下,我国作物学学科立足自主创新,同时注重建立与其他学科的大协作,鼓励学术创新,树立良好的科学道德和学风,培养高水平领军人才和作物科技创新团队,攻克了多项科技难题,取得了重要的新进展和一批重大科技成果。目前,中国已与世界贸易组织、联合国粮食及农业组织、世界粮食计划署、国际农业发展基金会、国际农业研究磋商小组等国际涉农组织建立了广泛而深入的合作关系,并积极参与国际领域的重大涉农政策和规则的修订,为中国农业“走出去”创造了良好的外部发展环境,不断提升了我国的国际影响力。^[3]作物科技创新在保障我国粮食安全和农产品有效供给、维护生态安全、促进农民增收等方面起到了重大作用。

《2014—2015 作物学学科发展研究报告》是在 2007—2008 年、2009—2010 年、2011—2012 年作物学学科发展研究的基础上进行的,是近年作物学学科发展研究进展与成果的体现。本报告主要回顾、总结和科学客观地评价本学科近年的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法和新技术,以及在学科的学术建制、人才培养、基础研究平台等方面的进展;阐述本学科取得的最新进展和重大科技成果及其促进农业可持续发展、保障国家粮食安全、生态安全和增加农民收入等方面的应用成效和贡献;深入研究分析本学科的发展现状、动态和趋势以及我国作物学学科与国际水平的比较,立足于我国现代农业发展和国家粮食安全、食物安全、生态安全、增加农民收入对作物学学科发展的战略需求及其研究方向;立足全国,跟踪国际本学科发展前沿,展望本学科 2016—2020 年的发展前景和目标,提出本学科在我国未来的发展趋势、研究方向和重点任务。本学科发展综合报告的内容,包括两个主要的二级学科作物遗传育种学和作物栽培与生理学,以及水稻、玉米、小麦、大豆、大麦、燕麦、荞麦、粟类、种子、麻类、甘蔗、甜菜、马铃薯、甘薯等作物科技发展的动态,重大新进展和科技成果,国内外发展水平比较,未来 5 年(2016—2020 年)的发展趋势与研究方向等。

2014 年,我国农业科技创新的主体力量——国家农业科技创新联盟成立,这是我国实现农业创新驱动、深化农业科技体制改革的重要举措,将为加快农业科技进步注入创新活力,为推进农业现代化提供有力支撑。2015 年,科技部会同财政部等有关部门启动了“主要农作物育种重点专项实施方案”,实施全产业链育种科技攻关,重点突破基因挖掘、品种设计和良种繁育核心技术,创造有重大应用前景的新种质,培育和应用一批具有市场竞争力的突破性重大新品种,提升育种自主创新能力。2014—2015 年我国作物学领域的一系列重要举措,为我国作物学“十三五”建设奠定了良好的发展基础。

目前,我国作物科技快速发展,在基础和前沿技术研究、共性关键技术研发、重大新品种培育、粮食丰产增效等方面取得了显著成效。但整体研究水平与发达国家还存在一定差距,科技转化及指导粮食生产稳步增产增效能力仍需进一步加强。因此,要继续加快作物学科建设与发展,提高科技创新与成果转化能力,开展重大基础性研究与关键前沿科学技术创新,推动中国作物生产可持续发展,为保障农产品有效供给,尤其是保障粮食安全做出重大贡献。

二、作物学学科近年的研究进展

(一) 回顾、总结和科学评价近年作物学学科发展

2012年以来,我国作物科学在作物遗传育种与作物栽培领域获得多项突破性进展,在本学科的基础研究和应用研究方面取得了重要的进展和一批重大科技成果,并取得了良好的经济效益与社会效益,对国家粮食安全和农业可持续发展做出了突出贡献,并推动了作物学科的发展进步。在党中央和国务院高度重视下,在国家“973”“863”、科技支撑计划、国家科技重大专项和自然科学基金等国家科技计划支持下,近年来我国在作物优良品种选育、遗传育种技术和作物高产优质高效栽培技术等方面取得一系列重大的新进展。2012—2014年共获得国家级科技奖励31项,其中获得国家科技进步奖18项、获得国家自然科学奖3项、国家技术发明奖10项,并获得一大批省部级成果奖。

1. 作物遗传育种研究进展突出

近年来,我国作物遗传育种学科在学科建设、师资队伍、基础研究、平台条件建设方面都取得长足进步和全面发展,围绕作物遗传育种开展前沿基础、新品种选育与种质创制,学科已发展成为遗传学、基因组学、种质资源、育种学和生物信息学等多学科相融合的现代学科体系。在作物育种技术、种质资源收集、优良新品种选育以及作物遗传机制理论 research 等方面不断取得新进展,为我国种业发展提供了有力的科技支撑。

(1) 作物育种研究与技术取得新突破。通过分子育种与常规育种技术有机结合,在作物遗传基础理论研究、杂种优势利用、细胞工程、转基因技术、分子标记辅助选择育种、全基因组选择等技术方面均取得不同程度新突破,围绕各作物需求与育种问题,形成了主要作物的特色育种技术体系。

遗传基础研究取得丰硕成果:完成了小麦D基因组、陆地棉、二倍体雷蒙德氏棉、亚洲棉、甘蓝、油菜、黄瓜、芝麻、谷子等作物基因组的深度测序,构建了序列框架图;在水稻、玉米、大豆、黄瓜、番茄等作物上,通过重测序或简化基因组测序,解决了与进化、选择、重要性状形成相关的一批重要科学问题,其结果发表在*Nature*、*Nature Genetics*、*Nature Biotechnology*、*PNAS*等顶尖杂志上。精细定位和克隆一批重要性状基因,其中水稻200余个、小麦100多个,其中得到功能验证的重要性状基因数超过80个。

转基因育种领域:2015年,转基因抗虫水稻华恢1号和Bt汕优63、高植酸酶玉米BVLA43010再次获得由农业部颁发的农业转基因生物安全证书(生产应用)、具备了产

业化条件。抗虫玉米 BT-799、IE034、双抗 12-5，转人血清白蛋白水稻，抗除草剂玉米 CC-2 等已进入或完成生产性试验。

分子标记育种领域：2013 年至今，我国作物育种工作者已开发抗稻瘟病、白叶枯病、条纹叶枯病等，玉米茎腐病、丝黑穗病等，小麦籽粒重、半矮秆、条锈病等，大豆抗花叶病毒病、灰斑病等重要性状优异新基因和分子标记 300 余个。

细胞工程与诱变育种领域：将单倍体诱导、航天诱变育种与常规育种、杂种优势利用相结合，在玉米、水稻、小麦、棉花、蔬菜等作物上创制了优质特异新种质 210 份。

杂种优势利用领域：我国主要农作物杂种优势研究与应用总体处于国际领先，特别在杂种优势大面积利用和杂交种育种体系创制方面，水稻、油菜、棉花、小麦最为突出。

(2) 农作物种质资源及其数据库研究进一步深化。近年来，品种选育工作得到了广泛重视，不断加大种质资源信息系统的研制与构建，在农作物种质资源数据采集、数据库和信息系统建设等方面取得了显著的成绩，为农业生产和科学研究提供了大量的优良种质信息^[4]。截至目前，我国已建成 1 座长期库、1 座复份库、11 座中期库、43 个种质圃、169 个原生境保护点以及种质资源信息库等，形成了布局合理、分工明确、职能清晰的国家作物种质资源保护体系。

在水稻品种资源基础研究领域，分子生物学技术得以广泛应用，中国栽培稻起源研究取得突破性进展，遗传多样性与品种演化规律日益清晰，通过关联分析手段鉴定新基因的方法逐步建立并快速应用，完善了一些水稻重要性状的评价技术，并筛选出一批抗（耐）性优异栽培稻资源。开展了玉米产量、抗病虫害、耐逆境、籽粒品质等相关性状的表型鉴定，筛选出 1000 余份不同类型的优异种质，并将其广泛应用于育种实践。谷子种质资源研究也取得了突破性进展，理清了我国谷子在野生种、农家品种和育成品种三个层次种质资源的遗传本底。燕麦、荞麦种质资源收集和保护工作也成效显著，从四川、甘肃、宁夏、青海等省（区）收集燕麦、荞麦资源超 200 份。

(3) 作物新品种选育工作获得一系列优质品种。2012—2014 年，通过国家和省级审定的水稻、小麦、玉米、大豆、棉花、小宗作物新品种达 1100 余个，培育并推广了一批突破性新品种，有效支撑了我国种业和现代农业发展。水稻新品种“Y 两优 1 号”和“Y 两优 2 号”2014 年度累计推广超过 1000 万亩；2014 年，“周麦 28”“扬麦 21”和“扬麦 23”等小麦新品种通过黄淮南片和长江中下游国家审定。新育成玉米新品种超过 800 个，部分品种已获得大面积推广应用，推动了新一轮品种更新换代。此外，2012—2014 年，我国共审定大豆品种 339 个，其中通过国家审定大豆品种 37 个，省市审定品种 302 个。

2. 作物栽培学重要研究进展

长期以来，我国的作物栽培科学工作者针对传统作物栽培学存在的“理论缺少系统性、技术缺乏普适性”问题，考虑到当前作物栽培学的发展热点和研究进展，着眼于对作物栽培学一般规律与关键技术的综合和提炼，构建作物栽培学总论的基本框架和内容体系，即：作物生长发育与产品形成规律、作物与环境关系、作物栽培管理技术三大模块，