



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 主编

2016—2017

农学 学科发展报告 (基础农学)

中国农学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN
BASIC AGRONOMY



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 主编

2016—2017

农学 学科发展报告 (基础农学)

中国农学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN
BASIC AGRONOMY

中国科学技术出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2016—2017 农学学科发展报告 (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, 2018.3

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7933-8

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①农业科学—学科发展—研究报告—中国—2016-2017 IV. ①S-12

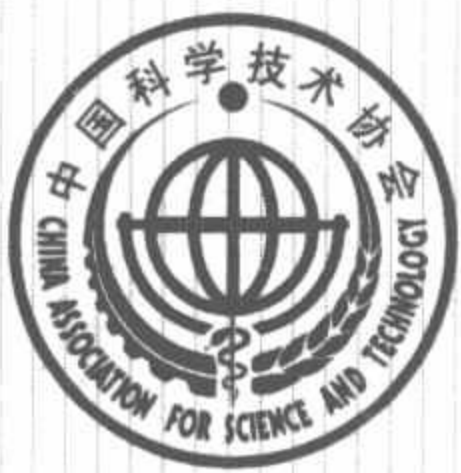
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 027559 号

策划编辑	吕建华 许 慧
责任编辑	韩 颖
装帧设计	中文天地
责任校对	焦 宁
责任印制	马宇晨

出 版	中国科学技术出版社
发 行	中国科学技术出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62173865
传 真	010-62173081
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	313千字
印 张	12.75
版 次	2018年3月第1版
印 次	2018年3月第1次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7933-8 / S · 714
定 价	65.00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)



2016—2017

农学学科发展报告 (基础农学)

首席科学家 刘 旭

组 长 梅旭荣 邹瑞苍

副 组 长 (按专题顺序排序)

张燕卿 戴小枫 陈 阜

组 员 (按姓氏笔画排序)

王志东 王 艳 王 锋 毕金峰

吕国华 朱昌雄 刘布春 刘 伟

刘兴训 刘 阳 刘 园 刘佳萌

关文强 许吟隆 严昌荣 杜 勇

李从锋 李 争 李 隆 杨其长

杨建军 宋振伟 张 义 张 洁

张卫建 张国良 张春江 张春晖

张海林 张德权 陈敏鹏 武永峰

武 桐 范 蓓 林 琼 周素梅
周雪松 郑金铠 单吉浩 赵 明
胡国铮 钟 葵 秦晓波 耿 兵
顾丰颖 高清竹 郭波莉 麻泽宇
韩 雪 曾希柏 魏 帅 魏佳妮
李 争 杜 勇

学术秘书



党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把科技创新摆在国家发展全局的核心位置，高度重视科技事业发展，我国科技事业取得举世瞩目的成就，科技创新水平加速迈向国际第一方阵。我国科技创新正在由跟跑为主转向更多领域并跑、领跑，成为全球瞩目的创新创业热土，新时代新征程对科技创新的战略需求前所未有。掌握学科发展态势和规律，明确学科发展的重点领域和方向，进一步优化科技资源配置，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口，筹划学科布局，对我国创新体系建设具有重要意义。

2016年，中国科协组织了化学、昆虫学、心理学等30个全国学会，分别就其学科或领域的发展现状、国内外发展趋势、最新动态等进行了系统梳理，编写了30卷《学科发展报告（2016—2017）》，以及1卷《学科发展报告综合卷（2016—2017）》。从本次出版的学科发展报告可以看出，近两年来我国学科发展取得了长足的进步：我国在量子通信、天文学、超级计算机等领域处于并跑甚至领跑态势，生命科学、脑科学、物理学、数学、先进核能等诸多学科领域研究取得了丰硕成果，面向深海、深地、深空、深蓝领域的重大研究以“顶天立地”之态服务国家重大需求，医学、农业、计算机、电子信息、材料等诸多学科领域也取得长足的进步。

在这些喜人成绩的背后，仍然存在一些制约科技发展的问題，如学科发展前瞻性不强，学科在区域、机构、学科之间发展不平衡，学科平台建设重复、缺少统筹规划与监管，科技创新仍然面临体制机制障碍，学术和人才评价体系不够完善等。因此，迫切需要破除体制机制障碍、突出重大需求和问题导向、完善学科发展布局、加强人才队伍建设，以推动学科持续良性发展。

近年来，中国科协组织所属全国学会发挥各自优势，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。从2006年开始，通过每两年对不同的学科（领域）分批次地开展学科发展研究，形成了具有重要学术价值和持久学术影响力的《中国科协学科发展研究系列报告》。截至2015年，中国科协已经先后组织110个全国学会，开展了220次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告220卷，有600余位中国科学院和中国工程院院士、约2万位专家学者参与学科发展研讨，8000余位专家执笔撰写学科发展报告，通过对学科整体发展态势、学术影响、国际合作、人才队伍建设、成果与动态等方面最新进展的梳理和分析，以及子学科领域国内外研究进展、子学科发展趋势与展望等的综述，提出了学科发展趋势和发展策略。因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，不仅吸引了国内外科学界的广泛关注，更得到了国家有关决策部门的高度重视，为国家规划科技创新战略布局、制定学科发展路线图提供了重要参考。

十余年来，中国科协学科发展研究及发布已形成规模和特色，逐步形成了稳定的研究、编撰和服务管理团队。2016—2017学科发展报告凝聚了2000位专家的潜心研究成果。在此我衷心感谢各相关学会的大力支持！衷心感谢各学科专家的积极参与！衷心感谢编写组、出版社、秘书处等全体人员的努力与付出！同时希望中国科协及其所属全国学会进一步加强学科发展研究，建立我国学科发展研究支撑体系，为我国科技创新提供有效的决策依据与智力支持！

当今全球科技环境正处于发展、变革和调整的关键时期，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。我们要准确把握世界科技发展新趋势，树立创新自信，把握世界新一轮科技革命和产业变革大势，深入实施创新驱动发展战略，不断增强经济创新力和竞争力，加快建设创新型国家，为实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强有力的科技支撑，为建成全面小康社会和创新型国家做出更大的贡献，交出一份无愧于新时代新使命、无愧于党和广大科技工作者的合格答卷！

A large, bold, black handwritten signature in cursive script, reading '李锐' (Li Rui).

2018年3月



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和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，是一项推动农业科技进步的基础性工作，能够为国家农业科技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。

2016年，中国农学会申请并承担了“2016—2017基础农学学科发展研究”课题，这是学会继2006年起第6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，按照引领未来发展需要，此次课题以农业环境保护、农产品加工和农业耕作制度为重点开展研究。在专题设置方面，农业环境保护方面设置了四个专题，分别是产地环境质量控制与修复、农业应对气候变化、农业气象与减灾和设施栽培农业；农产品加工方面也设置了四个专题，分别是食品加工、农产品加工质量安全、食品营养与功能和农产品贮藏保鲜；农业耕作制度设置了两个专题，分别是作物栽培与生理和作物生态与耕作。

按照中国科协统一部署和要求，我会成立了以刘旭院士为首席科学家，梅旭荣、邹瑞苍为组长，张燕卿、戴小枫、陈阜为副组长，55位专家组成的课题组，针对基础农学3个重点领域10个分支学科开展专题研究。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
2017年12月

序 / 韩启德

前言 / 中国农学会

综合报告

基础农学学科发展报告 / 003

一、引言 / 003

二、近年来的重要研究进展 / 004

三、国内外研究进展比较 / 016

四、发展趋势及展望 / 020

参考文献 / 026

专题报告

产地环境质量控制与修复 / 029

农业应对气候变化 / 045

农业气象与减灾 / 061

设施栽培农业 / 076

食品加工 / 087

农产品加工质量安全 / 102

食品营养与功能 / 118

农产品贮藏保鲜 / 133

作物栽培与生理 / 142

作物生态与耕作 / 155



ABSTRACTS

Comprehensive Report

Advances in Basic Agronomy / 173

Reports on Special Topics

Advances in Control and Restoration of Environment Quality in
Agricultural Production Areas / 175

Advances in Agriculture to Cope with Climate Change / 177

Advances in Agricultural Meteorology and Agricultural Disaster
Reduction / 179

Advances in Facility Cultivation / 180

Advances in Food Processing / 181

Advances in Agro-products Quality and Safety / 182

Advances in Food Nutrition and Function / 183

Advances in Fruit and Vegetable Fresh-keeping / 185

Advances in Crop Cultivation and Physiology / 186

Advances in Crop Ecological and Cultivation / 187

索引 / 189



综合报告

基础农学学科发展报告

一、引言

基础农学学科是农业科学的基础，基础农学的发展促进了农业科技的进步和创新，推动了农业和农村经济持续稳定协调发展，在我国农业科技中具有基础性、前瞻性、战略性的重要作用。

当前，全球农业发展变革与升级加速，世界各国抢占农业科技发展制高点的竞争加剧，农业基础研究与农业科学技术研究将成为基础农学学科科技进步的核心竞争要素。顺应科学与技术、经济的加速融合的新常态，必须抢占原始创新的科技制高点，要创新农业科研方法、揭示农业科学原理，力争突破一批重大基础理论和方法，要协同优势力量攻关，突破技术瓶颈，解决一批核心关键技术，为农业科技进步提供源头活力，驱动本领域创新水平整体跃升，促进解决基础农学学科一些长期悬而未决的重大关键技术问题。

从2006年起，中国农学会在中国科协的长期支持下，组织多位院士和专家牵头全国农业科研机构、高等院校的顶级专家和教授参与基础农学学科的发展研究。从各年度选择基础农学一、二级学科的分支领域，深入开展基础农学学科的研究进展、重大成果、国内外研究比较、发展趋势和展望的研究。

“2006—2007 基础农学学科发展报告”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；“2008—2009 基础农学学科发展报告”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；“2010—2011 基础农学学科发展报告”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基础农学学科发展报告”确定了作物遗传育种、植物营养学、作物栽培、耕作学与农作制度、农业土壤学、农产品贮藏与加工技术、植物病虫害、农产品质量安全技术、农业资源与区划学、农业信息学、农业环境学、灌溉排水技术12个分支领域进行专题研究;“2014—2015基础农学学科发展报告”确定了动物生物技术、植物生物技术、微生物生物技术、农业信息技术、农业信息分析、农业信息管理6个分支领域进行专题研究。

当前,我国正处于深入贯彻落实创新驱动发展战略、加快建设创新型国家的关键时期,事业单位分类改革、科技体制改革、中央财政科技计划改革等不断深化,农业科技创新的进步持续加快,对基础农学学科的研究显现出更加重要的地位和影响。《2016—2017基础农学学科发展报告》是在前期五次基础农学学科发展研究的基础上进行的,首席科学家为刘旭,主持人为梅旭荣、邹瑞苍,确定了农业环境保护、农产品加工、农业耕作制度3个分支领域进行专题研究,其中农业环境保护领域、农产品加工领域作为农业科技中的热点、难点和焦点问题,直接影响城乡居民生活和民生质量,引起社会的普遍关注;农业耕作制度领域是传统的研究领域,在新的历史时期被赋予了新的内容和使命。

在研究过程中,各专题和综合组召开了多次研讨会,广泛征求各个领域专家的意见与建议,在多位专家的共同执笔下,经反复研讨和修改,几易其稿,形成各专题学科发展报告。在各专题学科发展报告基础上,综合组形成了《2016—2017基础农学学科发展报告》。该报告的成稿包含了农业领域广大科技人员的集体智慧。由于研究时间短、资料数据收集有限,对部分领域的前沿研究和国内外对比研究等还不够充分,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

二、近年来的重要研究进展

2016—2017年,围绕国际科技前沿、国家重大需求、“三农”主战场,坚持需求导向和问题导向,我国在农业环境保护、农产品加工和农业耕作制度等基础农学研究领域均取得了理论、方法、技术以及技术集成模式等方面的重要进展,科技创新能力快速提升,涌现出一批农业生产急需、科学意义重大、社会经济效益显著的科技成果,缩小了与国际先进水平的差距,为我国农业可持续发展保驾护航。

(一) 农业环境保护

近年来,我国农业按照“五位一体”总体布局,大力加强生态文明建设和农业环境保护工作,治理农业突出环境问题,推进农业绿色发展,提高农业适应气候变化能力,实施了“一控两减三基本”农业污染治理和农业绿色发展“五大行动”,不断开拓生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。与此相对应,农业环境保护作为新兴交叉学科领

域，紧跟国际科技前沿和国内重大需求，聚焦面源污染治理、产地环境保护、农业应对气候变化、环境控制等重点学科方向和科学问题，加强应用基础研究和技术研发，探索农业绿色低碳循环发展模式，不断丰富学科内涵和推动学科发展，引领和支撑了农业领域的生态文明建设。

1. 研究进展

(1) 产地环境质量控制与修复。产地环境质量控制与修复重点研究农业投入品、大气沉降、灌溉等带入的外源污染物和农业生产自身产生的内源污染物对农产品产地土壤、水、大气和农田生态等污染的控制以及退化产地环境的修复。近年来，随着人民生活水平的不断提高，农产品的增长由数量型转向质量型，人们对农产品和食品的质量提出更高要求，农产品产地环境质量问题受到政府和社会的高度重视，全面改善和控制农产品产地环境质量势在必行，相关科研工作也日益受到各方面关注，取得了明显进展。

1) 平原河网区农田面源污染系统控制 4R 技术，即源头减量 (reduce)、过程阻断 (retain)、养分回用 (reuse) 和生态修复 (restore)。以源头减量为根本，以减少排放和过程拦截为重点，以养分回用为抓手，以生态修复和水质改善为目标，沿着氮磷在农田系统内的运移过程，实现农田面源污染的全过程防控和全空间覆盖。

2) 山地丘陵区种植业氮磷流失综合控制技术。研发了适合山地丘陵区种植业保护性耕作、增效环保肥研发与减量施用、节水灌溉与养分管理联合调控、径流收集再利用等技术，构建以农业清洁生产为基础，以养分全程调控、水田湿地消纳为核心的山地丘陵种植业氮磷减排技术体系。

3) 北方灌区农田面源污染流域控制与管理技术。以农田化肥氮磷合理减量作为源控突破点，以农田排水安全循环利用为流域末端控制突破口，实施全过程多个节点的联控联防，并结合区域水质目标管理要求，实现农田面源污染的流域防控，切实改善灌区水体环境质量。

4) 复合污染土壤的联合修复技术。克服了单一的生物、物理、化学等修复手段对复合污染的修复效果的局限，很大程度上提高了复合污染土壤的修复效率、降低了修复成本。

5) 地膜回收机具的关键技术。开发了滚筒式、弹齿式、齿链式、滚轮缠绕式和气力式等残膜回收机具，提高残膜的回收和利用，并在光—生物全降解膜研制方面取得了进展，但仍需要在降解的可控性和稳定性方面提高技术的就绪度。

6) 畜禽养殖污染防治新技术模式。发展了微生物发酵床污染源头控制模式，利用植物废弃物如谷壳、秸秆、锯糠、椰糠等材料制作发酵床垫层，接种微生物，猪养殖在垫层上，排出的粪便由微生物分解消纳，原位发酵成有机肥。随着实践的发展，异位发酵床养殖模式改变了原位发酵床的畜禽养殖模式，将畜禽养殖与发酵床分离，可以解决畜禽通过垫料携带病原菌发生病害的隐患和便于机械化翻堆的问题，同时也避免了由于床体温度过



高不利于畜禽生长的问题。

7) 畜禽养殖废水碳氮磷协同处理技术。基于废水生物处理碳氮转化与碳源碱度耦联机制,通过系统集成微动力曝气、碳源配置、反硝化除磷等技术和“厌氧-微好氧”SBR运行模式,构建养殖废水“UASB-原水分步控制-厌氧/微好氧SBR”碳源碱度自平衡技术体系,显著降低了畜禽养殖废水处理工程投资和运营成本,实现了养殖废水处理的高效低耗稳定运行与达标排放。

(2) 农业应对气候变化。“十二五”以来,党中央国务院高度重视应对气候变化工作,把推进绿色低碳循环发展作为生态文明建设的重要内容,作为加快转变经济发展方式、调整经济结构的重大机遇,有效控制温室气体排放,增强适应气候变化能力。与此相对应,应对气候变化的各项科技工作均取得了重大进展。

1) 气候变化对农业影响及其适应。历史气候变化对农业影响研究取得新认识,我国四种主要作物——水稻、小麦、玉米、大豆对主要气候变量(气温、降雨、辐射以及气候总体)的变化趋势敏感性正负并存。未来气候变化及适应措施评价转向多模式、多模型比较方式。

2) 农业减缓气候变化。近年来,国家提出了“一控两减三基本”的政策方针,对化肥减施增效和有机废弃物利用等提出了新要求,这为农业固碳减排研究提出了新挑战、带来了新机遇。农业固碳减排的机理研究从单一的土壤学机制向生物信息学、农学、植物学和地理学等多学科交叉的领域扩展。今后的趋势是点面结合、试验与模型结合、试验与集成化数据分析结合。

3) 气候智慧型农业。近年来,我国气候智慧型农业在向多目标与集成化的方向发展,形成了一批适应不同区域特点和农作制发展方向的新型模式,如南方水稻主产区的稻田多熟高效农作制模式、麦-稻两熟区高产高效及环保农作制模式、麦-玉两熟区节本高效农作制模式、东北平原地力培育与持续高产农作制模式以及西北地区水土资源高效利用农作制模式等。

(3) 农业气象与减灾。农业气象灾害风险管理研究成为国家重大自然灾害风险综合防范研究领域的重要内容,在农业气象灾害成灾机理、农业气象灾害指标体系建立、监测预警、风险评估、风险转移等方面取得重要进展。

1) 农业气象监测预警。随着现代信息技术在农业气象领域的深入渗透和快速发展,农业气象监测预警展现出创新性发展势头。农业气象观测服务已经从单一指标、单一技术和单一平台提升至目前的空-天-地一体化集成创新式立体监测预警体系,农业气象监测预警平台的信息化程度向更广泛、更深入的方向发展,从简单技术向综合性信息集成、智慧化方面发展,监测预警服务内容涵盖从作物种植、生产、管理到农业投入产出等各个环节。

2) 作物生长模拟模型。作物模型的研究与应用是传统农业从粗放经验管理向数字化、