

中国**农业**产业技术发展报告

—— 2018

农业农村部科技教育司
财政部科教司
农业农村部科技发展中心

主编

中国农业科学技术出版社

中国**农业**产业技术发展报告

—— 2018

农业农村部科技教育司

财政部科教司

主编

农业农村部科技发展中心

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国农业产业技术发展报告. 2018 / 农业农村部科技教育司, 财政部科教司, 农业农村部科技发展中心主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2019. 5
ISBN 978-7-5116-4145-8

I. ①中… II. ①农…②财…③农… III. ①农业产业-技术发展-研究报告-中国-2018 IV. ①F320.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 072058 号

责任编辑 穆玉红
责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106626 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106626

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787mm×1 092mm 1/16

印 张 20.25

字 数 520 千字

版 次 2019 年 5 月第 1 版 2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价 88.00 元

版权所有·翻印必究

《中国农业产业技术发展报告 2018》

编 委 会

主 任 廖西元 杨雄年

副 主 任 张 文 聂善明

委 员 徐利群 邵华莎 连 庆 谢驾阳

主 编 许 宁 张 昭

副 主 编 李仕宝 钟大森 张 凯

编辑与审校 熊 超 赵 霞 冯推紫

前 言

收集、整理、分析产业及技术发展动态信息，为政府决策提供咨询，为社会发布技术成果信息和技术需求信息是现代农业产业技术体系（以下简称“体系”）的重要任务之一。为了进一步促进体系对产业发展基础信息资料的收集与总结，强化体系对产业发展的技术支撑作用和效能，2018年，我们组织水稻、玉米、小麦、大豆、大麦青稞、谷子高粱、燕麦荞麦、食用豆、马铃薯、甘薯、木薯、油菜、花生、特色油料、棉花、麻类、糖料、蚕桑、茶叶、食用菌、中药材、绿肥、大宗蔬菜、特色蔬菜、西甜瓜、柑橘、苹果、梨、葡萄、桃、香蕉、荔枝龙眼、天然橡胶、牧草、生猪、奶牛、肉牛牦牛、肉羊、绒毛用羊、蛋鸡、肉鸡、水禽、兔、蜂、大宗淡水鱼、虾蟹、贝类、特色淡水鱼、海水鱼、藻类50个体系的首席科学家牵头编写了《中国农业产业技术发展报告2018》，供各级农业及相关行业行政主管部门、科研教学单位、推广机构和各类企事业单位参考和借鉴。由于水平所限，书中如有疏漏之处，敬请读者指正。

编 者

2019年3月

目 录

2018 年度水稻产业技术发展报告	(1)
一、国际水稻生产与贸易概况	(1)
二、国内水稻生产与贸易概况	(1)
三、国际水稻产业技术研发进展	(2)
四、国内水稻产业技术研发进展	(3)
2018 年度玉米产业技术发展报告	(6)
一、国际玉米生产与贸易概况	(6)
二、国内玉米生产与贸易概况	(6)
三、国际玉米产业技术研发进展	(7)
四、国内玉米产业技术研发进展	(8)
2018 年度小麦产业技术发展报告	(11)
一、国际小麦生产与贸易概况	(11)
二、国内小麦生产与贸易概况	(11)
三、国际小麦产业技术研发进展	(12)
四、国内小麦产业技术研发进展	(13)
2018 年度大豆产业技术发展报告	(17)
一、国际大豆生产与贸易概况	(17)
二、国内大豆生产与贸易概况	(17)
三、国际大豆产业技术研发进展	(18)
四、国内大豆产业技术研发进展	(19)
2018 年度大麦青稞产业技术发展报告	(21)
一、国际大麦青稞生产与贸易概况	(21)
二、国内大麦青稞生产与贸易概况	(22)
三、国际大麦青稞产业技术研发进展	(23)
四、国内大麦青稞产业技术研发进展	(30)
2018 年度谷子高粱产业技术发展报告	(34)
一、国际谷子高粱糜子生产与贸易概况	(34)
二、国内谷子高粱糜子生产与贸易概况	(34)
三、国际谷子高粱糜子产业技术研发进展	(35)
四、国内谷子高粱糜子产业技术研发进展	(38)

2018 年度燕麦荞麦产业技术发展报告	(41)
一、国际燕麦荞麦生产与贸易概况	(41)
二、国内燕麦荞麦生产与贸易概况	(41)
三、国际燕麦荞麦产业技术研发进展	(42)
四、国内燕麦荞麦产业技术研发进展	(43)
2018 年度食用豆产业技术发展报告	(45)
一、国际食用豆生产与贸易概况	(45)
二、国内食用豆生产与贸易概况	(45)
三、国际食用豆产业技术研发进展	(46)
四、国内食用豆产业技术研发进展	(49)
2018 年度马铃薯产业技术发展报告	(53)
一、国际马铃薯生产与贸易概况	(53)
二、国内马铃薯生产与贸易概况	(53)
三、国际马铃薯产业技术研发进展	(54)
四、国内马铃薯产业技术研发进展	(55)
2018 年度甘薯产业技术发展报告	(57)
一、国际甘薯生产与贸易概况	(57)
二、国内甘薯生产与贸易概况	(57)
三、国际甘薯产业技术研发进展	(58)
四、国内甘薯产业技术研发进展	(60)
2018 年度木薯产业技术发展报告	(62)
一、国际木薯辣木生产与贸易概况	(62)
二、国内木薯辣木生产与贸易概况	(63)
三、国际木薯辣木产业技术研发进展	(64)
四、国内木薯辣木产业技术研发进展	(65)
2018 年度油菜产业技术发展报告	(68)
一、国际油菜生产与贸易概况	(68)
二、国内油菜生产与贸易概况	(68)
三、国际油菜产业技术研发进展	(69)
四、国内油菜产业技术研发进展	(72)
2018 年度花生产业技术发展报告	(75)
一、国际花生生产与贸易概况	(75)
二、国内花生生产与贸易概况	(79)
三、国际花生产业技术研发进展	(82)
四、国内花生产业技术研发进展	(86)

2018 年度特色油料产业技术发展报告	(94)
一、国际特色油料生产与贸易概况	(94)
二、国内特色油料生产与贸易概况	(94)
三、国际特色油料产业技术研发进展	(95)
四、国内特色油料产业技术研发进展	(97)
2018 年度棉花产业技术发展报告	(100)
一、国际棉花生产与贸易概况	(100)
二、国内棉花生产与贸易概况	(101)
三、国际棉花产业技术研发进展	(102)
四、国内棉花产业技术研发进展	(103)
2018 年度麻类产业技术发展报告	(106)
一、国际麻类生产与贸易概况	(106)
二、国内麻类生产与贸易概况	(106)
三、国际麻类产业技术研发进展	(107)
四、国内麻类产业技术研发进展	(108)
2018 年度糖料产业技术发展报告	(111)
一、国际糖料及食糖生产与贸易概况	(111)
二、国内糖料及食糖生产与贸易概况	(112)
三、国际糖料及食糖产业技术研发进展	(112)
四、国内糖料及食糖产业技术研发进展	(113)
2018 年度蚕桑产业技术发展报告	(117)
一、国际蚕桑茧丝生产与贸易概况	(117)
二、国内蚕桑茧丝生产与贸易概况	(117)
三、国际蚕桑产业技术研发进展	(118)
四、国内蚕桑产业技术研发进展	(118)
2018 年度茶叶产业技术发展报告	(121)
一、国际茶叶生产与贸易概况	(121)
二、国内茶叶生产与贸易概况	(122)
三、国际茶叶产业技术研发进展	(122)
四、国内茶叶产业技术研发进展	(123)
2018 年度食用菌产业技术发展报告	(126)
一、国际食用菌生产与贸易概况	(126)
二、国内食用菌生产与贸易概况	(126)
三、国际食用菌产业技术研发进展	(127)
四、国内食用菌产业技术研发进展	(128)

2018 年度中药材产业技术发展报告	(130)
一、国际中药材生产与贸易概况	(130)
二、国内中药材生产与贸易概况	(130)
三、国际中药材产业技术研发进展	(131)
四、国内中药材产业技术研发进展	(132)
2018 年度绿肥产业技术发展报告	(135)
一、国际绿肥生产与贸易概况	(135)
二、国内绿肥生产与贸易概况	(135)
三、国际绿肥产业技术研发进展	(136)
四、国内绿肥产业技术研发进展	(137)
2018 年度大宗蔬菜产业技术发展报告	(139)
一、国际蔬菜生产与贸易概况	(139)
二、国内蔬菜生产与贸易概况	(139)
三、国际蔬菜产业技术研发进展	(140)
四、国内蔬菜产业技术研发进展	(142)
2018 年度特色蔬菜产业技术发展报告	(146)
一、国际特色蔬菜生产与贸易概况	(146)
二、国内特色蔬菜生产与贸易概况	(147)
三、国际特色蔬菜产业技术研发进展	(147)
四、国内特色蔬菜产业技术研发进展	(148)
2018 年度西甜瓜产业技术发展报告	(151)
一、国际西甜瓜生产与贸易概况	(151)
二、国内西甜瓜生产与贸易概况	(151)
三、国际西甜瓜产业技术研发进展	(151)
四、国内西甜瓜产业技术研发进展	(153)
2018 年度柑橘产业技术发展报告	(156)
一、国际柑橘生产与贸易概况	(156)
二、国内柑橘生产与贸易概况	(156)
三、国际柑橘产业技术研发进展	(157)
四、国内柑橘产业技术研发进展	(159)
2018 年度苹果产业技术发展报告	(161)
一、国际苹果生产与贸易概况	(161)
二、国内苹果生产与贸易概况	(161)
三、国际苹果产业技术研发进展	(162)
四、国内苹果产业技术研发进展	(163)

2018 年度梨产业技术发展报告	(166)
一、国际梨生产与贸易概况	(166)
二、国内梨生产与贸易概况	(166)
三、国际梨产业技术研发进展	(167)
四、国内梨产业技术研发进展	(169)
2018 年度葡萄产业技术发展报告	(172)
一、国际葡萄生产与贸易概况	(172)
二、国内葡萄生产与贸易概况	(173)
三、国际葡萄产业技术研发进展	(174)
四、国内葡萄产业技术研发进展	(175)
2018 年度桃产业技术发展报告	(179)
一、国际桃生产与贸易概况	(179)
二、国内桃生产与贸易概况	(179)
三、国际桃产业技术研发进展	(179)
四、国内桃产业技术研发进展	(181)
2018 年度香蕉产业技术发展报告	(185)
一、国际香蕉生产与贸易概况	(185)
二、国内香蕉生产与贸易概况	(187)
三、国际香蕉产业技术研发进展	(190)
四、国内香蕉产业技术研发进展	(192)
2018 年度荔枝龙眼产业技术发展报告	(196)
一、国际荔枝龙眼生产与贸易概况	(196)
二、国内荔枝龙眼生产与贸易概况	(196)
三、国际荔枝龙眼产业技术研发进展	(197)
四、国内荔枝龙眼产业技术研发进展	(198)
2018 年度天然橡胶产业技术发展报告	(203)
一、国际天然橡胶生产与贸易概况	(203)
二、国内天然橡胶生产与贸易概况	(203)
三、国际天然橡胶产业技术研发进展	(204)
四、国内天然橡胶产业技术研发进展	(205)
2018 年度牧草产业技术发展报告	(207)
一、国际牧草生产与贸易概况	(207)
二、国内牧草生产与贸易概况	(207)
三、国际牧草产业技术研发进展	(208)
四、国内牧草产业技术研发进展	(210)

2018 年度生猪产业技术发展报告	(212)
一、国际生猪生产与贸易概况	(212)
二、国内生猪生产与贸易概况	(212)
三、国际生猪产业技术研发进展	(213)
四、国内生猪产业技术研发进展	(214)
2018 年度奶牛产业技术发展报告	(218)
一、国际奶业生产与贸易概况	(218)
二、国内奶业生产与贸易概况	(218)
三、国际奶业产业技术研发进展	(219)
四、国内奶业产业技术研发进展	(221)
2018 年度肉牛牦牛产业技术发展报告	(224)
一、国际牛肉生产与贸易概况	(224)
二、国内牛肉生产与贸易概况	(224)
三、国际肉牛牦牛产业技术研发进展	(225)
四、国内肉牛牦牛产业技术研发进展	(228)
2018 年度肉羊产业技术发展报告	(231)
一、国际羊肉生产与贸易概况	(231)
二、国内羊肉生产与贸易概况	(231)
三、国际肉羊产业技术研发进展	(232)
四、国内肉羊产业技术研发进展	(235)
2018 年度绒毛用羊产业技术发展报告	(240)
一、国际绒毛用羊生产与贸易概况	(240)
二、国内绒毛用羊生产与贸易概况	(241)
三、国际绒毛用羊产业技术研发进展	(242)
四、国内绒毛用羊产业技术研发进展	(244)
2018 年度蛋鸡产业技术发展报告	(247)
一、国际蛋鸡生产与贸易概况	(247)
二、国内蛋鸡生产与贸易概况	(247)
三、国际蛋鸡产业技术研发进展	(248)
四、国内蛋鸡产业技术研发进展	(249)
2018 年度肉鸡产业技术发展报告	(252)
一、国际肉鸡生产与贸易概况	(252)
二、国内肉鸡生产与贸易概况	(252)
三、国际肉鸡产业技术研发进展	(253)
四、国内肉鸡产业技术研发进展	(255)

2018 年度水禽产业技术发展报告	(257)
一、国际水禽生产与贸易概况	(257)
二、国内水禽生产与贸易概况	(257)
三、国际水禽产业技术研发进展	(259)
四、国内水禽产业技术研发进展	(259)
2018 年度兔产业技术发展报告	(261)
一、国际兔生产与贸易概况	(261)
二、国内兔生产与贸易概况	(263)
三、国际兔产业技术研发进展	(265)
四、国内兔产业技术研发进展	(267)
2018 年度蜂产业技术发展报告	(269)
一、国际蜂蜜生产与贸易概况	(269)
二、国内蜂蜜生产与贸易概况	(269)
三、国际蜂产业技术研发进展	(270)
四、国内蜂产业技术研发进展	(271)
2018 年度大宗淡水鱼产业技术发展报告	(273)
一、国际大宗淡水鱼生产与贸易概况	(273)
二、国内大宗淡水鱼生产与贸易概况	(273)
三、国际大宗淡水鱼产业技术研发进展	(274)
四、国内大宗淡水鱼产业技术研发进展	(276)
2018 年度虾蟹产业技术发展报告	(278)
一、国际虾蟹生产与贸易概况	(278)
二、国内虾蟹生产与贸易概况	(278)
三、国际虾蟹产业技术研发进展	(278)
四、国内虾蟹产业技术研发进展	(281)
2018 年度贝类产业技术发展报告	(286)
一、国际贝类生产与贸易概况	(286)
二、国内贝类生产与贸易概况	(289)
三、国际贝类产业技术研发进展	(291)
四、国内贝类产业技术研发进展	(292)
2018 年度特色淡水鱼产业技术发展报告	(295)
一、国际特色淡水鱼生产与贸易概况	(295)
二、国内特色淡水鱼生产与贸易概况	(296)
三、国际特色淡水鱼产业技术研发进展	(297)
四、国内特色淡水鱼产业技术研发进展	(298)

2018 年度海水鱼产业技术发展报告	(300)
一、国际海水鱼生产与贸易概况	(300)
二、国内海水鱼生产与贸易概况	(300)
三、国际海水鱼产业技术研发进展	(301)
四、国内海水鱼产业技术研发进展	(303)
2018 年度藻类产业技术发展报告	(306)
一、国际藻类生产与贸易概况	(306)
二、国内藻类生产与贸易概况	(306)
三、国际藻类产业技术研发进展	(307)
四、国内藻类产业技术研发进展	(308)

2018 年度水稻产业技术发展报告

(国家水稻产业技术体系)

一、国际水稻生产与贸易概况

(一) 生产

根据联合国粮农组织 (FAO)《作物前景与粮食形势》报告,2018 年全球稻谷产量达到 7.33 亿吨左右,比 2017 增产 1 000 万吨,增幅 1.3%,再创历史新高。主要原因是亚洲主产国印度、巴基斯坦、泰国、越南等水稻生长期气候条件总体有利,普遍呈增产态势;部分拉丁美洲和加勒比国家水稻生产形势也较好,马达加斯加受强降雨影响产量下降。

(二) 贸易

2018 年世界大米进口总量达到 4 526 万吨,比 2017 年减少 212 万吨,减幅 4.5%;出口总量 4 811 万吨,比 2017 年增加 78 万吨,增幅 1.6%。在主要出口国家中,印度出口 1 250 万吨,比 2017 年增加 30 万吨;泰国出口 1 030 万吨,减少 40 万吨;越南出口 700 万吨,增加 30 万吨;巴基斯坦出口 425 万吨,减少 5 万吨。预计 2018 年世界大米库存量达到 16 325 万吨,比 2017 年增加 157 万吨,增幅 1.0%;库存消费比为 33.3%,比 2017 年提高 0.6 个百分点。

(三) 市场

2018 年国际大米市场大幅波动,价格先涨后跌。以泰国含碎 25% 大米 FOB 价格为例,2018 年全年均价为每吨 411.6 美元,比 2017 年均价上涨 29.5 美元,涨幅为 7.7%。分月具体走势,市场价格先是快速上涨至 4 月的每吨 443 美元,随后快速下跌,至 7 月跌至每吨 387 美元,比 4 月大跌 12.6%;8 月开始,大米价格持续小幅震荡,12 月每吨 390 美元,比 2017 年同期下跌 7.0 美元,跌幅为 1.8%。

二、国内水稻生产与贸易概况

(一) 生产

2018 年,全国水稻种植面积 45 283.5 万亩,比 2017 年减少 837.3 万亩,减幅 1.8%,其中早稻面积减少 525 万亩,减幅 6.8%;亩产 468.5 千克,提高 7.4 千克,创历史新高;总产 21 213.0 万吨,减产 54.6 万吨,其中早稻产量 2 859 万吨,比 2017 年减产 128 万吨;中晚稻产量 18 354 万吨,增产 73.4 万吨。水稻面积减少,主要是东北地区压减寒地低产区粳稻面积,长江流域压减双季稻产区早籼稻面积,以及部分地区休耕轮作、生态治理面积增加。

(二) 贸易

2018 年,国内外大米价差缩小,大米进口动力下降,进口急剧增加的势头有所放缓,但仍保持在 300 万吨以上的较高水平;国内稻谷“去库存”进程加快,大米出口量增加

较多。据国家海关统计, 2018 年我国进口大米 307.7 万吨, 同比减少 94.9 万吨, 减幅 23.6%, 进口国家仍集中在越南、泰国和巴基斯坦; 出口大米 208.9 万吨, 同比增加 89.2 万吨, 增幅 74.6%, 主要是出口科特迪瓦、莫桑比克等非洲国家的数量增加。

(三) 市场

2018 年国内稻米市场走势仍然持续低迷、价格逐步走低。据监测, 截至 12 月, 早籼稻、晚籼稻、粳稻收购价格分别为每吨 2 455.3 元、2 625.8 元和 2 979.4 元, 分别比 1 月下降 171.5 元、124.9 元和 37.5 元, 减幅分别为 6.5%、4.5% 和 1.2%; 与 2017 年同期相比, 早籼稻、晚籼稻和粳稻价格分别下跌 6.9%、4.4% 和 0.4%。

三、国际水稻产业技术研发进展

(一) 遗传改良

美国加州大学 Sundaresan 团队研究发现水稻中转录因子 AP2 家族的 BABYBOOM1 (BBM1) 是在精子细胞中特异表达, 在合子胚胎起始中起关键作用。如果在卵细胞中异位表达 BBM1 可以诱导水稻产生孤雌生殖, 并利用有丝分裂替代减数分裂建立了水稻无融合生殖体系, 实现水稻种子无性繁殖, 研究结果发表在 *NATURE*。法国 Oliver Panaud 研究团队通过开发和使用名为 TRACKPOSON 的新工具, 从全球 3 000 份水稻核心种质重测序项目发布的大数据集中鉴定到了 32 种不同家族的逆转录转座子的超过 50 000 个 TIPS, 描绘了亚洲稻逆转录转座的全景图。该研究突出了转座子在驱动基因组演化和增加遗传多样性方面的重要意义。德国马普发育生物研究所等单位通过分析韧皮部伴胞转录组和表观基因组, 证实了韧皮部伴胞中存在整合了发育和生理过程的复杂基因调控网络, 鉴定了一个新的开花调控蛋白 *MRF1*, 研究结果发表在 *THE PLANT CELL*。水稻稻瘟病和水稻白叶枯病是危害水稻产量和安全的两大病害, 日本 Masaki Mori 团队在前期研究鉴定出 *RLCK* 基因-*BSRI* 的基础上, 揭示了 *BSRI* 调控水稻抗病能力的机制, 表明 *BSRI* 中的 Tyr-63 是其发挥抗病能力所必需的, 研究结果发表在 *PLANT BIOTECHNOLOGY JOURNAL* 上。中国研发的转基因抗虫水稻‘华恢 1 号’正式获得美国 FDA 的食用许可。

(二) 栽培与施肥

美国、澳大利亚水稻种植采用机械直播技术, 主要特点是计算机与激光技术结合的大型平地机高质量完成整地平地作业; 机械化、智能化精控播量与播深, 播种质量高; 采用机械化、智能化的水、肥、药管理, 实现精准灌溉、施肥与打药; 水稻与大豆轮作补足土壤肥力等。国外较成熟的水稻节水灌溉技术有湿润灌溉、干湿交替灌溉和水稻旱作孔栽法。保护性耕作措施包括残茬覆盖, 即在农田表面覆盖一层作物残茬, 形成地表、阳光、降水、气流相互作用的缓冲带, 以减少土壤水分蒸发, 调节土壤温度、提高土壤肥力和控制土壤侵蚀; 免耕, 美国的免耕技术保护环境效果最好, 技术模式还有留茬耕作、条带垄作、少耕模式、粮草轮作等; 深松, 即用凿式犁或深松机进行只松土而不翻转土层, 仍保护熟土在上、生土在下的耕层状况; 免耕播种, 即使用特殊的专用免耕播种机, 集开沟、播种、施肥、覆土、镇压于一体; 非化学除草技术, 如机械除草、覆盖压制除草、轮作控制杂草、生物除草等。

(三) 病虫害防控

鉴定了一个由 *Pita* 和 *Pita2* 介导的广谱抗稻瘟病所必需的非典型抗性基因 *Ptr*; 发现 *Pmk1* 作为真菌 MAP 激酶, 一方面调节真菌分泌效应蛋白的表达, 另一方面控制菌丝的生

长，其化学遗传抑制可以防止稻瘟菌丝扩展到临近细胞内；揭示了水稻细胞内免疫受体 *Pik* 扩展特异性的生物物理和结构基础，表达 *Pikm* 等位基因的水稻能抵抗表达三种 AVR-*Pik* 无毒基因中的任一种基因的菌株感染，*Pikm* 的 HMA 结构域以高亲和力结合三种识别的效应体中的每一种，并且效应子和 *Pikp*-HMA 或 *Pikm*-HMA 结构域之间的结合界面的变异编码特异性，通过共同进化来塑造等位基因 *NLR* 的反应谱利于新受体特异性的出现。鉴定了 11 个广谱抗性 QTL 对白叶枯病菌和细菌性条斑病菌具有抗性；依赖水杨酸 SA 的免疫在水稻对纹枯菌的抗性中发挥作用；发现赤霉素对于水杨酸诱导的对拟禾谷根结线虫的防御反应具有抑制作用，而水杨酸的表达需要有基因 *SLR1* 抑制赤霉素途径；评价了抗飞虱不同指标与产量损失之间的关系，发现了一个在印度具抗性的新抗源，其抗性基因 *BPH33* 可能是一种热激蛋白；利用分子标记育成了对稻瘟病、飞虱、白叶枯和病毒病具抗性的水稻材料。

（四）产后处理及加工

2018 年度食品科学与技术领域共发表稻米加工相关论文 929 篇，其中，中国 382 篇、美国 89 篇、印度 80 篇、巴西 70 篇、日本 63 篇等，技术发展方向逐渐从品种选育和营养成分分析转向全谷物开发和新技术应用。在全谷物稻米产品开发方面，Melini 等研究全谷物稻米生物活性成分，包括类胡萝卜素、全酚类化合物及花青苷等，发现蒸煮后稻米样品中不溶性结合型酚类化合物含量会增加；Cho 等研究了糙米发芽过程中酚酸及相关酶的组成和分布，提出糙米发芽能够增加抗氧化性的结论；Patricio 等利用发芽糙米开发了一款类似酸奶的产品，含有很多功能性活性成分，如酚类化合物、GABA 及 γ -谷维素等。在新技术应用方面，Masanori 等将等离子沉降和电解水处理技术相结合，从热稳定脱脂米糠中同时回收蛋白质和含磷化合物，优质蛋白质含量均高于市售商品化谷物，且不含有大米过敏蛋白、重金属等残留；Oh 等通过向米糠中添加谷氨酸盐、水解小麦蛋白等添加剂作为底物，采用厌氧酶解方法生产 GABA，米糠中 GABA 含量在谷氨酸脱羧酶及其辅酶的作用下能够增加到 10 倍以上。Satoh 等研究米糠中过敏原及糙米中过敏原物质的分布，发现分离自米糠分子量大小为 52kDa 的球蛋白更易于引起过敏反应，对开发米制品过敏患者食品提供了基础。

（五）设施与设备应用

由于农村劳动力紧张，水稻的插秧作业劳动强度大，日本尤其重视插秧机无人操作系统的研究。在 2018 年日本国际农业机械博览会上，久保田、洋马几家大型农业机械制造公司都推出了 GPS 导航的无人驾驶插秧机，专门设计了与插秧机配套的无人驾驶装置，性能优异，无人驾驶插秧机已经可以用于农业生产。日本洋马农机公司还推出了密苗插秧机，并在日本有少量销售。密苗机插秧技术主要针对目前机插秧每亩用苗盘量多、插秧成本高、劳动强度大等问题，使每亩秧苗盘用量大大减少，减轻机插秧劳动强度，实现节本增效，同时也为无人驾驶插秧机的推广打下基础。目前，密苗机插秧技术已得到农业主管部门的推荐推广，并开始大范围推广应用，特别是洋马公司研发的密苗插秧机已经开始产业化。

四、国内水稻产业技术研发进展

（一）遗传育种

万建民团队解密水稻“自私基因”，发现野生稻和栽培稻种间的不育性主要受自私基

因位点 *qHMS7* 的控制, 其包含三个紧密连锁的基因 *ORF1*、*ORF2* 和 *ORF3*, 为水稻籼粳亚种杂种雌配子选择性致死的本质提供了理论借鉴; 在深入了解水稻杂种不育的分子遗传机理基础上, 可利用基因编辑技术对具毒性功能的自私基因进行编辑删除, 创制广亲和的水稻新种质, 实现籼粳杂种优势的有效利用, 为籼粳亚种间杂交稻品种选育提供基础, 研究结果发表在 *SCIENCE*。傅向东团队揭示了 *DELLA-GRF4* 介导的作物生长于氮代谢的协同调控机制, 水稻生长调节因子 *GRF4* 在 *sd1* 品种的较高水平表达可以提高氮素利用效率, 同时保持了半矮秆性状赋予的抗倒伏和高产特性, 该分子模块在维持半矮化优良性状的同时, 提高氮肥利用效率和产量, 实现“少投入、多产出、保护环境”, 研究结果发表在 *NATURE*。武汉大学何光存团队在水稻抗褐飞虱研究中取得重要进展, 图位克隆分离了抗稻飞虱主效基因 *Bph6* 并揭示了其介导的抗虫机制, 发现并证实了细胞分裂素 CK 在水稻抗虫中的重要作用, 研究结果发表在 *NATURE GENETICS*。

(二) 栽培与施肥

2018 年, 一批稻作新技术、新体系在我国大面积推广应用。水稻精量穴直播技术在国内 26 省(市、区)推广应用, 该技术发明了水稻精量穴直播技术与机具, 创新提出了同步开沟起垄穴播、同步开沟起垄施肥穴播和同步开沟起垄喷药/膜穴播的“三同步”机械化精量穴直播技术; 机收再生稻丰产高效栽培技术主要在湖北省推广应用, 该技术综合组装了高产优质且再生力强的水稻品种、头季稻机械化育插秧高产高效技术、头季稻丰产高效水肥管理技术、头季机收模式下再生季促蘖增穗水肥管理和化控技术、头季机械高效收获少碾压保茬技术等一系列关键生产技术; 多熟制地区水稻机插栽培关键技术以“三控”育壮秧、少本精准机插、精准生育诊断与肥水耦合优化调控等关键技术的突破性创新为主体, 创建了毯苗、钵苗机插水稻“三协调”高产优质栽培技术新模式, 集成应用了适应不同稻区的毯苗、钵苗机插高产优质栽培技术, 已在各地涌现出一批高产典型; 水稻叠盘暗出苗育秧模式及技术, 有效解决了育秧过程中苗全、苗齐、苗壮等难题, 制定了该模式的行业及地方标准, 被推选为 2018 年浙江省十大农业科技成果之一和中国农业科学院十大科技进展之一。

(三) 病虫害防控

发现单子叶植物特异性 RLK SDS2 磷酸化 E3 连接酶 SPL11 正向调节细胞死亡和免疫, SDS2 还通过 NADPH 氧化酶 OsRbohB 与受体类细胞质激酶 RLCK118 和 RLCK176 相互作用来调节免疫; 证明了 OsSPK1 是 *Pit* 介导免疫的直接和关键信号传导靶标; 发现 *Bsr-k1* 基因的功能丧失导致 OsPAL1-RNA 的积累, 使该突变体具有对稻瘟病菌和黄单胞菌的广谱抗性; 发现稻瘟病菌 *AvrPib* 是一个定位于寄主细胞核的蛋白; 发现抗病蛋白 *Pia* HMA 识别 *Avr-Pia* 和 *Avr1-CO39* 的模式显著不同于同源 *Pik*-HMA 识别 *AVR-PikD* 的模式, 为进一步改造受体结构以设计广谱抗病基因提供了新思路; 成功使用 CRISPR-Cas9 系统产生了稻曲菌的敲除体突变体; 沉默共聚二磷酸中间体 OS-CPS4 可降低水稻对白叶枯病菌的易感性; 发现白叶枯病菌外蛋白 K 能抑制 PTI 触发的上游免疫 MPKA 激酶级联反应; 发现 *OsASR2* 通过靶标 GT-1 顺式作用元件来调控抗性相关基因 *Os2H16* 的表达, 过表达 *OsASR2* 可增强水稻对白叶枯病菌和纹枯菌的抗性以及对水分胁迫的耐受性; RBSDV 入侵严重干扰的内源植物激素的动态表达; 发现海藻糖代谢在干尖线虫耐厌氧环境中能提供能量; 研究了褐飞虱八大类 140 种表皮蛋白, 其中 32 种蛋白对于发育和产卵具有重要意义;