

农业科学技术领域发展态势报告

NONGYEKEXUEJISHU
LINGYU
FAZHANTAISHI
BAOGAO

植物分子育种领域 发展态势分析

赵静娟 郑怀国 等 著



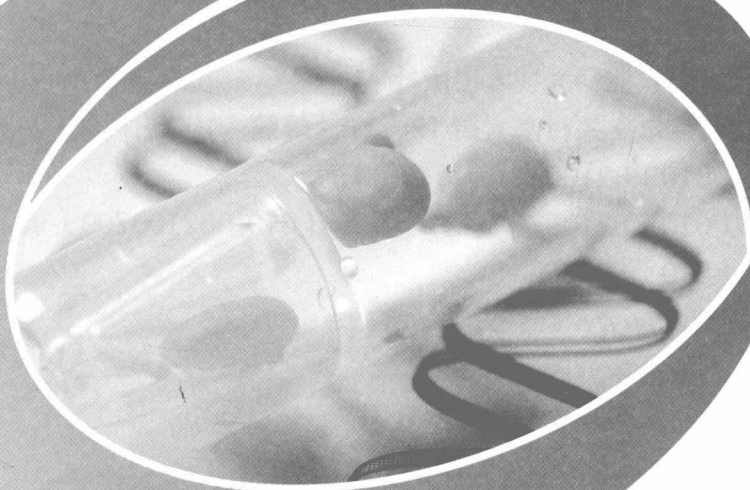
中国农业科学技术出版社

农业科学技术领域发展态势报告

NONGYEKEXUEJISHU
LINGYU
FAZHANTAISHI
BAOGAO

植物分子育种领域 发展态势分析

赵静娟 郑怀国 等著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物分子育种领域发展态势分析 / 赵静娟, 郑怀国等著. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2015.9
ISBN 978-7-5116-2208-2

I. ①植… II. ①赵… ②郑… III. ①植物育种 - 研究 IV. ① S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 169517 号

责任编辑 徐 毅

责任校对 贾海霞

出 版 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) 82106631 (编辑室)
(010) 82109702 (发行部) (010) 82109709 (读者服务部)
传 真 (010) 82106631
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 各地新华书店
印 刷 北京华忠兴业印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 11.5
字 数 200 千字
版 次 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷
定 价 80.00 元

《植物分子育种领域发展态势分析》

参 著 人 员

赵静娟 郑怀国 张晓静 颜志辉 龚 晶

孙素芬 张峻峰 谭翠萍 串丽敏 孟 鹤

赵 姜 秦晓婧 汪十红 张 辉

序

情报研究是科学决策的基础，农业情报研究具有辅助农业生产决策，促进农业宏观经济健康发展的重要作用。发展态势分析是情报研究的一项重要内容，是针对某一学科或技术领域，全面剖析该学科或技术领域的政策环境、研究动态和发展趋势，提出未来发展的对策与建议，为制定科技发展战略、开展科学研究提供决策参考的一种深层次的情报服务。

当今世界，科技发展日新月异，科技信息飞速激增，如何在海量信息中准确把握学科或技术领域的发展趋势，做出科学的决策，是科研及管理人员面临的困扰。科学决策是以事实和数据为依据，以情报分析为手段，提出问题、分析问题、解决问题的一个完整动态过程，发展态势分析是辅助科学决策的一种有效手段。

为了明确当前农业各领域在世界范围的研究布局 and 水平，提高我国农业科技自主创新能力，北京市农林科学院农业科技信息研究所选择农业科技创新前沿学科、热点问题和重点技术领域，结合世界农业发展现状与北京市农业发展方向，开展了多个学科技术领域的发展态势分析，从世界主要国家政策、法规、科技项目、技术研究进展等角度开展定性调研，并与情报学定量分析方法相结合，从论文和专利角度，分析主要学科领域在世界范围的研究布局，筛选出核心技术或研究热点，分析关键技术的研发水

平及主要应用领域，剖析农业科研重要技术领域的国际发展态势，并结合我国农业发展现状提出本领域的战略规划与建议，最终以《农业科学技术领域发展态势报告》形式公开出版。

该系列报告将情报服务的新理论和新方法应用于农业科学决策，有助于全面提升农业科技情报服务水平，并进一步面向前沿、面向需求、面向决策，推动科技情报分析和决策咨询研究。同时，该书也可为农业科技人员及科研管理人员在把握科技发展新趋势、新动向、开展农业科研发展规划、对接国际农业科技前沿等方面提供重要决策与参考。

该报告的撰写得到北京市科委、北京市农委、北京市农林科学院领导和相关科研管理部门的大力支持，得到相关科技领域专家、学者的指导，在此表示诚挚谢意！也衷心希望在相关部门和专家学者的支持下，农业科技情报研究工作在支撑农业科学研究及农业发展战略研究方面发挥不可替代的重要作用。

孙素芬

2015年5月

前 言



在人口、资源、环境等刚性条件约束下，培育高产、优质、高效作物新品种已成为确保全球粮食安全、改善人类健康，促进农业可持续发展的重要途径之一。北京提出了在 2020 年基本实现建设“种业之都”的目标，将种业作为发展都市型现代农业的重中之重。

近年来，随着分子生物技术的迅猛发展，以分子标记育种、转基因育种、分子设计育种为代表的现代植物分子育种技术逐渐成为全世界植物育种的主流，在我国也正成为作物遗传改良的重要手段，其为提高农业作物的产量与品质提供了新的技术途径，同时也对减少农业生产对资源的过度利用和环境污染具有重大的科学和现实意义。

从政策供给、项目支持、技术创新、知识产权布局等角度全面了解全球在植物分子育种领域的发展现状，对提升我国植物分子育种的研究能力将发挥重要的情报支撑作用。本课题历时两年开展植物分子育种领域发展态势研究工作，定性调研与定量分析方法相结合，纵观领域发展态势，分析关键技术研发水平，筛选核心技术和研究热点，剖析领域产业战略布局，结合我国发展现状提出本领域的战略规划与建议，并将研究成果汇集出版以供相关科技、企业和管理人员参考。

本书是《农业科学技术领域发展态势报告》的第二卷，共分为七章。第

一章定性调研农业发达国家植物分子育种研究计划、项目、政策和统计数据,宏观了解国内外植物分子育种发展概况;第二章界定本书植物分子育种的研究范围,综述粮棉作物(小麦、水稻、玉米、棉花)、蔬菜作物(番茄、西瓜、黄瓜、白菜、甘蓝)、果树(苹果、杏、梨、草莓、葡萄、桃)的分子育种研究进展,阐述下一代测序技术在植物分子育种中的应用,提出植物分子育种的研究展望;第三章和第四章采取定性调研与定量分析相结合的方法,基于科学引文索引数据库和德温特专利数据库对植物分子标记育种研究论文和专利进行计量学统计,分析该领域在世界范围的研究布局,探讨其研究重点与发展趋势;第五章和第六章采取前两章相同的方法,对植物转基因育种研究论文和专利进行计量分析,揭示领域研究的发展趋势、专利布局、技术研发重点及其影响力;第七章总结基于文献和专利数据库的分析结果,综合定性调研的研究成果,针对中国与世界主要发达国家和地区存在的差异,展望中国在植物分子育种领域的发展前景,为植物育种研究的技术创新、学科布局规划,为管理层的科学决策提供参考与借鉴。

本书的撰写得到北京市科委、北京市农委、北京市农林科学院领导和相关科研管理部门的大力支持。在撰写过程中,相关人员参阅了多个政府机构、国际组织以及知名研究机构的公开报告,参考了大量中外文文献,由于篇幅所限,未在正文中全部标注,谨表歉意。同时,植物育种领域的多位专家全程参与研究和指导,在此向他们付出的辛勤劳动表示衷心感谢!

由于时间和水平有限,本书难免存在不足之处,敬请批评指正。

作者

2015年6月

目 录

第一章 植物分子育种宏观概况 / 1

- 一、国内外植物分子育种相关研究项目 / 1
 - (一) 国外的研究项目 / 1
 - (二) 我国的研究项目 / 3
- 二、国内外植物分子育种相关政策 / 11
 - (一) 国外的相关政策 / 11
 - (二) 我国的相关政策 / 13
- 三、2014 年全球转基因作物的种植面积和产量等情况 / 14

第二章 植物分子育种技术研究进展 / 19

- 一、分子育种概述 / 19
 - (一) 分子标记辅助选择育种 / 19
 - (二) 转基因育种 / 20
 - (三) 分子设计育种 / 20
 - (四) 下一代测序技术在分子育种中的应用 / 21
- 二、植物分子育种特点 / 22

- (一) 操作简单 / 22
- (二) 变异范围广 / 22
- (三) 后代稳定快 / 23
- 三、植物分子育种研究进展 / 23
 - (一) 粮棉作物分子育种研究进展 / 24
 - (二) 蔬菜作物分子育种研究进展 / 32
 - (三) 果树分子育种研究进展 / 45
 - (四) 下一代测序在植物分子育种中的应用 / 53
- 四、植物分子育种研究展望 / 58

第三章 基于 SCI 论文的植物分子标记育种领域发展态势分析 / 61

- 一、数据来源与分析方法 / 61
- 二、基于论文数量的分析 / 61
 - (一) 发文量及年度变化分析 / 61
 - (二) 重点国家发文量对比分析 / 62
 - (三) 国际重要机构发文数量对比分析 / 63
 - (四) 来源期刊分析 / 65
 - (五) 论文被引频次分析 / 66
- 三、基于主题的分析 / 84
 - (一) 基于研究领域的分析 / 84
 - (二) 基于关键词的研究主题分析 / 85
- 四、小结 / 86

第四章 基于专利的植物分子标记育种领域发展态势分析 / 89

- 一、数据来源与分析方法 / 89

- 二、专利申请宏观态势分析 / 90
 - (一) 专利申请数量及年度变化趋势 / 90
 - (二) 主要受理机构分析 / 90
 - (三) 优先权国家 / 地区年度数量分布 / 91
 - (四) 主要申请机构分析 / 93
 - (五) 各国在华专利申请分析 / 95
- 三、专利技术发展与布局分析 / 95
 - (一) 领域专利技术生命周期 / 95
 - (二) 领域专利技术布局 / 96
 - (三) 专利保护策略分析 / 102
- 四、高被引专利分析 / 107
- 五、小结 / 110

第五章 基于 SCI 论文的植物转基因育种领域发展态势分析 / 113

- 一、数据来源与分析方法 / 113
- 二、基于论文数量的分析 / 113
 - (一) 发文量及年度变化分析 / 113
 - (二) 重点国家发文量对比分析 / 114
 - (三) 国际重要机构发文数量对比分析 / 115
 - (四) 项目资助机构分析 / 117
 - (五) 来源期刊分析 / 118
 - (六) 论文被引频次分析 / 119
- 三、基于主题的分析 / 130
 - (一) 基于研究领域的分析 / 130
 - (二) 基于关键词的研究主题分析 / 131
- 四、小结 / 136

第六章 基于专利的植物转基因育种领域发展态势分析 / 137

- 一、数据来源与分析方法 / 137
- 二、专利申请宏观态势分析 / 137
 - (一) 专利申请数量及年度变化趋势 / 137
 - (二) 专利申请受理机构分析 / 138
 - (三) 专利优先权国家 / 地区分布 / 139
 - (四) 主要申请机构分析 / 141
 - (五) 各国在华专利申请布局 / 143
- 三、专利技术与布局分析 / 145
 - (一) 基于 IPC 分类的技术领域分析 / 145
 - (二) 基于德温特分类的技术领域分析 / 146
 - (三) 基于专利主题关键词的技术领域分析 / 148
- 四、小结 / 149

第七章 主要结论与展望 / 151

- 一、主要结论 / 151
- 二、研究展望 / 153

参考文献 / 157

第一章

植物分子育种宏观概况

一、国内外植物分子育种相关研究项目

近年来，分子育种逐渐成为作物育种的重要技术手段，世界各国都对该领域进行了积极的规划和布局。中国更是从多个层面加大了科技创新支持力度，力求占领这一农业科技的制高点。

（一）国外的研究项目

世界农业科技发达国家和地区都非常重视作物分子标记开发、鉴定及其育种应用，并在地区和国家层面的项目计划中部署和资助了相关研究。美国、英国、日本、澳大利亚和欧盟等国家和地区都对分子育种研究给予了大量的资金支持，以期通过分子技术改良作物的抗病性和品质，提高作物产量。

1. 美国的研究项目

美国分子育种研究相关工作主要在美国国家植物基因组计划（NPGI）、美国国家科学基金会（NSF）的植物基因组研究计划（PGRP）和美国农业部（USDA）资助的国家研究计划之下开展。美国农业部农业研究局（ARS）作为美国最重要的农业项目资助及研究机构，在粮食作物分子育种方面资助并开展了多项研究工作，主要是采用标记辅助选择技术改良作物的抗病性和品质，如提高大麦的秆锈病、赤霉病抗性，改良玉米淀粉品质等。具体来说，美国农业部农业研究局开展了大豆、花生、棉花、甘蔗的分子标记及其辅助育种项目，

其中,大豆主要是开发 SSR 和 SNP 标记,以提高大豆的蚜虫抗性、蛋白质含量及大豆胞囊线虫病抗性。对于花生,则是利用分子标记技术提高传统育种的效率。除此之外,美国国家植物基因组计划还支持利用野生花生开发 DNA 标记序列和标记资源的研究,以扩大花生的遗传多样性,加速基因发现和标记辅助选择。

2. 加拿大的研究项目

加拿大关于基因组研究的大型项目中,涉及农业领域的项目数量和金额位居第二位,仅次于健康领域,涉及的作物主要有葡萄、油菜等。加拿大国家研究委员会植物生物技术研究所以(PBI)在“芸苔计划和项目”中开展了作物分子设计育种的相关研究工作。加拿大农业及农业食品部(AAFC)资助抗菜豆细菌性枯萎病、炭疽病和菜豆花叶病毒的干豆种的标记辅助育种以及涉及 QTL 或表达序列标签(EST)等研究内容的植物科学研究计划,如应用分子和基因组方法开发抗细菌性枯萎病菜豆品种、甜樱桃质量性状分子标记的开发、捕获赤霉病春小麦的新策略和基因等。加拿大安大略省大豆种植者计划也开展了作物分子设计育种相关研究工作,涉及分子标记、标记辅助选择、QTL 定位等。

3. 欧盟的研究项目

欧盟第七框架计划下对粮食作物标记辅助选择技术提出了若干指南性研究方向,包括应用标记辅助选择育种技术开发具有较高营养利用效率的作物品种,改进作物品质,调节开花期以提高育种效率。欧盟第五、第六、第七框架计划分别资助了包括小麦、马铃薯和水稻等若干粮食作物在内的分子标记及其辅助育种的研究项目。2012 年 4 月初,欧盟又启动了“提高豆类作物非生物和生物胁迫抗性”的项目,旨在变革培育植物新品种的方式,将利用分子和计算机技术,识别干旱、病害联合导致作物生长困难的过程。此外,该项目还将鉴定新的基因和生物化学途径,以改善植物耐旱和抗病性。研究人员将利用苜蓿属植物作为模式植物进行研究。从模式植物中获得的研究成果随后将用来培育新的豌豆品种,这些新品种将与现有商业化品种进行对比,并选择具有较好耐旱和抗病害综合抗性的品种在欧洲进行田间试验。

4. 日本的研究项目

日本政府十分重视转基因生物的研究,其转基因生物研发工作虽然起步

较晚,但近年来取得了显著的成绩,尤其是对于转基因水稻研发,仅2004—2005年就有18项转基因水稻获准隔离条件下试验。日本于2008年启动了新农业基因组计划(2008—2013年),该计划包括遗传基因的开发与鉴定、分子设计育种等内容。其中,分子标记辅助育种的研究目标是:培育具有多产性的籼稻、高温催熟性的粳稻及高度抗病虫害性和耐冷性等特征的水稻品种;培育具有高温催熟性、抗稻飞虱、抗虫性和抗枯叶病,并同时能够适应温度变化的水稻品种;培育可直接播种或者减少农业资源投入、市场性能高的新一代水稻品种;培育能够减少镉含量的水稻品种。目前,日本农林水产省各研究所开展的分子标记辅助育种项目基本上都来自于该计划,这些项目主要针对水稻的抗病虫害、耐寒耐热及高铬吸收量等特性进行分子标记辅助育种研究。

5. 巴西的研究项目

巴西以政府为主导,抓住生物技术和国际农产品价格上涨的机遇,大力推进转基因作物产业化。2007年,巴西颁布支持转基因作物产业化法案,并投资达70亿美元(其中,60%来自政府,40%来自企业)开始实施为期10年的专项,由直属总统办公室的国家生物安全委员会(CNBS)负责制定政策,并作为最高仲裁机构。2010年,巴西国家生物安全技术委员会(CTNBio),一个在有关生物安全及转基因问题等国家政策方面向政府提供技术支持、咨询和建议的多领域协会性机构,通过无记名投票的形式,批准了2项涉及转基因的科研项目,其中之一就是以5种基因结合方式培育的转基因玉米品种,可进行种植、食用、贸易、运输、进出口和育种。

(二) 我国的研究项目

我国在“十一五”期间就对包括分子育种在内的育种高新技术进行了系统科学的设计和部署,国家专门启动了“转基因生物新品种培育重大科技专项”以支持转基因技术的长远发展。“十二五”期间,我国进一步加大了对分子育种的科研支持力度,“863”计划和“973”计划均重点开展了多项相关研究项目。

1. 转基因生物新品种培育重大科技专项

为增强农业科技自主创新能力,提升我国生物育种水平,促进农业增效和

农民增收,提高我国农业国际竞争力,2008 年国家启动了“转基因生物新品种培育重大科技专项”,其目标是要获得一批具有重要应用价值和自主知识产权的基因,培育一批抗病虫、抗逆、优质、高产、高效的重大转基因生物新品种,提高农业转基因生物研究和产业化整体水平,为我国农业可持续发展提供强有力的科技支撑。

“十二五”期间,专项重点针对保障食物安全和发展生物育种产业的战略需要,围绕主要农作物和家畜生产,突破基因克隆与功能验证、规模化转基因、生物安全等关键技术,完善转基因生物培育和安全评价体系,加强功能基因的获取及重大转基因新品种的培育,实现新型转基因棉花、优质玉米等新品种产业化,整体提升我国生物育种水平,增强农业科技自主创新能力,促进农业增效农民增收。

根据对国家科技报告服务系统收录科研报告的统计,2008—2011 年,转基因专项支持课题数量已超过 500 项。按照专项“2014 年度重点课题申报指南”的安排,2014 年围绕转基因植物新品种培育方向,主要以水稻、小麦、玉米、大豆、棉花五大作物为重点,采用转基因技术,结合分子标记选择和常规育种等技术,建立高效多基因聚合的转基因育种技术体系,创制转基因植物新种质,培育目标性状突出、综合性状优良的转基因植物新品种。

2. 国家高技术研究发展计划(“863”计划)

“十一五”和“十二五”期间,国家高技术研究发展计划(“863”计划)现代农业技术领域重点支持了“植物分子与细胞高效育种技术与品种创制”和“林木花卉转基因育种研究”等分子育种相关项目。

(1) “植物分子与细胞高效育种技术与品种创制”项目

“植物分子与细胞高效育种技术与品种创制”属“十一五”国家“863”计划现代农业技术领域重点项目。项目以保障国家粮食安全、生态安全和增加农民收入为目标,以水稻、小麦、玉米、大豆、棉花、油菜和花生、薯类、蔬菜、果树、林木花草等主要植物为研究对象,围绕重要农艺性状基因的定位克隆、功能标记开发、主要植物高效分子与细胞育种技术体系的构建完善、航天育种技术等开展研究,选育高产优质多抗高效植物新品种,推进我国植物育种技术研究和生物种业的发展。

项目共设立两批课题。其中,第一批支持了9个研究课题:

- ①高产优质多抗水稻分子品种创制;
- ②优质高产多抗专用小麦分子与细胞品种创制;
- ③优质高产多抗玉米分子品种创制;
- ④优质高产多抗专用大豆分子品种创制;
- ⑤优质高产棉花分子品种创制;
- ⑥优质高产多抗油菜和花生分子与细胞品种创制;
- ⑦优质耐逆专用马铃薯和甘薯分子与细胞品种创制;
- ⑧优质多抗蔬菜和果树分子与细胞品种创制;
- ⑨高产优质多抗林木花草分子与细胞品种创制。

第二批主要支持了“主要植物航天工程育种技术与品种创制”方面的5个研究课题:

- ①水稻航天工程育种技术与品种创制;
- ②小麦航天工程育种技术与品种创制;
- ③棉花航天工程育种技术与品种创制;
- ④蔬菜航天工程育种技术与品种创制;
- ⑤林草花卉航天工程育种技术与品种创制。

项目于2011年6月顺利通过验收。经过5年的实施,项目在新品种选育和优异种质创制方面取得了重大突破,共创制优异新种质1210份,培育通过审定的、在国内外市场具有较大竞争力的新品种282个,申请植物新品种保护权152个,获得新品种保护权67个,新品种累计推广面积超过2.15亿亩,大幅度提升了我国植物育种技术水平,其中,济麦22、宁粳3号等有代表性的品种实现了大面积推广。

(2) “林木花卉转基因育种研究”项目

“林木花卉转基因育种研究”属“十二五”国家“863”现代农业技术领域项目,于2013年正式启动,承担单位包括中国林业科学院、中国科学院、东北林业大学、北京林业大学等。项目共设立6个课题:

- ①林木优质、速生性状调控基因的分离及育种技术研究;
- ②林木抗逆关键基因的鉴定及分子育种技术研究;