

主要作物遗传育种综述

——中国农业科学院作物学博士后论坛

王雯玥¹ 肖永贵¹ 杨建仓¹ 谭光万^{1,2}

(¹ 中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; ² 大连海洋大学经济管理学院, 大连 116023)

摘要:第二届中国农业科学院作物学博士后学术论坛于2016年11月28-29日在作物科学研究所成功举办。论坛以“主要作物遗传育种”为主题,邀请中国科学院院士、农业政策专家、国家“千人计划”特聘专家、“万人计划”领军人才,以及国内遗传育种领域的专家学者、在站博士后作主旨报告。从国家战略规划和现实需求出发,针对国内外农业发展形势、国家粮食供给侧改革、作物育种前沿、遗传改良策略、科学精神及科研人员基本素养进行了深入探讨和交流。中国农业科学院作物学博士后学术论坛已成功举办了二届,每届论坛以“立地”文化为主要命题,结合农业前沿、科技发展、科研匠心为副命题,通过邀请国内外知名专家和学者为博士后及广大青年学者作报告,旨在形成具有广泛学术影响力,融会国际科研力量,切实推进农业科技协同创新,激发优秀青年人才科研潜力,搭建学术思想吐故纳新、技术经验交互提升、人才培养薪火相传的重要平台。

关键词:作物科学;遗传育种;前沿技术;博士后论坛

2016年11月28-29日,由中国农业科学院博士后管委会办公室主办,作物科学研究所承办的“2016年作物学博士后学术论坛——主要作物遗传育种”在北京中国农业科学院作物科学研究所召开。中国农业科学院党组成员、人事局局长魏琦,作物科学研究所所长刘春明,作物科学研究所党委书记孙好勤等领导参加开幕式并致辞。中国科学院李振声院士、国家“千人计划”特聘专家徐云碧研究员等作物遗传育种领域知名专家和青年学者共10人作了专题报告,中国农业科学院青年科技人员、博士后和博士共计百余人参加了本次学术论坛。

作物育种是实现粮食增产增收的重要技术,发展良种科技必须与育种技术紧密相连,国家推进现代种业,要靠代代科技工作者的不懈努力,青年科研人员更是重任在肩、责无旁贷。当代青年科技人员应该认清自己在国家科研发展战略中的历史定位,增强使命感、责任感,勇于担当,潜心向优秀科学家学习,勤恳钻研,将个人努力目标与行业发展形势保持一致。国民经济和社会发展“十三五”规划纲要中明确提出“发展现代种业,开展良种重大科技攻关”。本届论坛从国家战略规划和现实需求出发,聚

焦“主要作物遗传育种”,邀请知名专家和学者围绕小麦、玉米、大豆等主要作物遗传育种研究进展和前沿、粮食供给侧改革、科研素质与科学精神等方面的内容进行了汇报和交流。

1 主要作物遗传育种前沿

1.1 小麦 国家小麦改良中心主任、国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)中国办事处主任、国家“万人计划”领军人才、中国农业科学院科技创新工程小麦亲本创制与新品种选育创新团队首席科学家何中虎研究员系统总结了国内外小麦研究进展与生产面临的挑战,主要进展包括基因组学、健康、赤霉病、芯片技术、国际协作网等,指出我国在应对气候变化、改进品质、提高抗病性等方面面临的挑战,兼抗型持久抗性将是小麦抗病育种发展的重要趋势。成株抗性表现苗期感病、成株期抗病,为非小种专化抗性,多为持久抗性,聚合3~5个微效基因即可育成高抗型持久抗性品种。CIMMYT率先发现并利用兼抗型成株抗性,即一个基因或QTL兼抗多种病害。何中虎课题组对抗源筛选、抗性基因定位与分子标记发掘、兼抗型成株抗性种质创新进行了20年系统研究,建立了基于微效基因一因多效的兼抗条锈病、叶锈病和白粉病的成株抗性育种新方法,包括成株抗性鉴定、亲本选配、分离世代群体大小、田间选择

标准、高代材料多点鉴定与分子确认等技术,育成BFB10等100多份兼抗三种病害的成株抗性品系,已在甘肃农业科学院等15个育种单位应用。何中虎研究员指出多学科合作是解决小麦品种抗性的关键,并用诺贝尔奖获得者Norman Borlaug博士的名言鼓励年轻科研工作者了解生产实际需求,为解决农业生产瓶颈问题做出贡献。

作物功能基因组创新团队骨干程治军研究员作了“人工多倍体与现代生物技术”的报告。作为鲍文奎院士的学生,程治军研究员先讲述了鲍文奎院士科研匠心及他在人工多倍体和小黑麦遗传育种研究上取得的成就。从20世纪50年代开始进行人工多倍体研究,在人工创制数百个八倍体小黑麦原始品系的基础上,经过了40余年十多轮的改良,选育出数个在综合农艺性状和种子饱满度上有明显改良的品种,于自然环境差、土壤贫瘠、病虫害频发的贵州省山区推广种植。同时,鲍文奎院士还带领课题组开展了四倍体水稻的研究,经过群体改良的四倍体水稻的综合农艺性状也较原始品系明显提高,达到了当时推广品种的产量水平。尤其是,利用改良品系开展的花药组织培养研究,得到了一批表型特异的组织培养突变体。

在本次报告中,程治军研究员从细胞遗传学的角度解析了八倍体小黑麦改良的机理,特别指出了黑麦的2R染色体与八倍体小黑麦的难脱粒性状有关,5R染色体的短臂5RS与八倍体小黑麦的染色体组稳定性有关,在八倍体小黑麦的改良过程中,2R和5RS都先后丢失,并以额外的2D或2A代替。针对四倍体水稻花药突变体的基因克隆,程治军研究员特别指明了这些突变体在基因克隆研究中的特别之处。该报告详细讲解了多种人工多倍体在现代生物技术研究中的作用,开阔了年轻博士后和青年学者们的视野。

小麦亲本创制与新品种选育创新团队成员肖永贵副研究员主要从事小麦育种和高产生理遗传研究,针对全球气候变化趋势及作物育种面临的挑战,他提出未来作物品种产量改良应重视5个方面:(1)发掘并利用作物耐胁迫相关基因;(2)建立精准且高通量表型系统;(3)探索外缘种属耐胁迫的种质资源;(4)重视远缘杂交,扩大遗传基础,创制新类型材料;(5)充分利用生物学技术,实现多优良基

因聚合,提高育种效率。当前小麦亲本创制与新品种选育团队工作重点是提高选择效率,加速育种进程。在提高选种效率方面,该团队从表型组和基因组学出发,加强表型和基因型鉴定通量,重视方法探索,已建立高通量分子标记发掘和转化平台,正在组建高通量表型鉴定系统。肖永贵副研究员结合自己工作实际,以小麦茎秆糖相关基因的标记开发和分子辅助育种为例,详尽讲述了基因型发掘平台和新品种选育工作,并谈到自己分子育种的体会和感想及未来育种工作设想。该报告由育种理论到实践、由分子遗传的抽象到具体工作,深入浅出,激起多数青年科研人员对分子育种工作的兴致。

1.2 玉米 作物科学研究所副所长、玉米产业技术体系育种岗位科学家李新海研究员结合国际和国内玉米的种质遗传基础和品种改良进展,重点讲述了玉米种质类群划分、品种改良的发展及未来育种方向。种质基础决定遗传改良丰度,是提高育种效率、发展种业市场的根本。我国目前包括五大种质亚群,即四平头、旅大红骨、Reid群、Lancaster群、PB群;美国主要是SS类群、Non-SS类群;墨西哥(CIMMYT)和巴西等南美洲种质类型丰富,分类明确,这些玉米种质形态特异,各具特色。针对玉米种质改良途径,提出保持杂种优势,利用循环改良增加基因加性效应积累、提高一般配合力,选择抗逆种质及分子生物学技术等遗传改良策略。种质改良应采取近期与长期目标相结合,逐步开展群体选系,创制新种质。李新海研究员针对我国当前玉米种质改良面临的机制不健全、技术不完善、尚不能满足多元需求的问题与挑战,指出构建国家玉米种质改良体系,强化种质基础研究、新技术探索、特异种质创新等发展对策,为我国玉米育种的快速发展指明了方向。

国家“千人计划”特聘专家、中国农业科学院作物科学研究所研究员兼国际玉米改良中心玉米分子育种高级科学家徐云碧研究员长期从事植物分子育种研究,致力于探索分子植物育种的理论及其在水稻和玉米中的应用,发展了数量性状基因座位的分解、累加和克隆,基于种子DNA的分子标记辅助选择技术,分子标记辅助选择的全基因组策略,数量性状基因座位的连锁-连锁非平衡联合分析,遗传学、基因组学和作物育种中的混合样品分析,与基因型鉴定、表现型鉴定相并列的环境型鉴定等一系列新

观念和新方法。

报告中徐云碧研究员详细地阐述了植物分子育种研究的进展,深入讲解分子育种的理论、工具和方法及其在玉米非生物逆境抗性改良上的应用,还穿插介绍了研究中遇到的遗传图谱构建、高通量基因型和表现型鉴定以及植物遗传和育种中的常用群体等相关内容。传统分子育种只考虑表现型与基因型,具有一定的局限性,徐云碧研究员团队在前人基础上引入环境型鉴定(Environtyping),并将一系列新概念、新方法、新技术以及应用前景做了详细讲解。徐云碧研究员详细地比较了分子育种与传统育种的优点,他指出现在农作物的实际产量与理论产量之间还存在很大差距,加快缩小这个差距的最有效方法是借助分子育种的手段,因为分子育种具有不依赖于测交、不依赖于特殊环境的鉴定、可以在早期进行全基因组选择以及同时对多个性状和复杂性状进行选择等优点。报告后,徐云碧研究员还对在座科研人员提出的问题一一作了发散性的解答,深入讨论了分子育种的必要性,以及如何开展学术交流合作等问题,参会的专家、学者受益颇深。

1.3 大豆 大豆种植技术专业委员会副主任委员、秘书长孙君明研究员以“高产优质广适大豆品种遗传改良与应用”为题,结合国内外大豆生产现状、育种团队成就、性状鉴定平台建设和应用基础研究等方面做了精彩的学术报告。2015年全球大豆总出口量为12662万吨,中国是最大的进口国,占全球大豆出口量的62%。尽管我国大豆单产逐年呈上升趋势,但种植面积缩减较快,且消费量增速较快,造成市场供需缺口较大,必然增加国外市场的进口。中国农业科学院作物科学研究所大豆遗传育种创新团队,始终以提高大豆产量和品质为目标,以选育优良新品种、配套栽培技术、扩大品种种植区域、调动种植积极性、扩大种植产业为己任,坚持不懈,勤勤恳恳,选育出19个国审品种、32个省审品种,种植区域覆盖全国大豆主产区60%以上,为我国大豆产业的发展作出了重大贡献。突破性大豆品种包括中黄13、中黄30、中黄35和中黄37等。另外,团队在生理、生化、遗传机制上对自主选育的品种进行深入研究,建立了一套系统的品质、抗性和适应性鉴定方法,规范了豆奶制作流程,明确了主要性状的遗传调控机理,完善了分子育种体系。该报告系统详细

地介绍了中国大豆产业面临的迫切问题,阐述了育种在大豆产业发展中的作用,并提出了具体的解决措施。

1.4 谷子 国家谷子糜子产业技术体系首席科学家、中国农业科学院科技创新工程杂粮作物材料创新和育种科研创新团队首席科学家刁现民研究员的报告题目为“谷子的遗传多样性及作物模式植物的研究方向”。刁现民研究员首先从野生种、农家品种和育成品种三个层次上系统分析谷子种质资源的群体结构变化,从群体结构的角度分析了谷子起源以及从农家品种到育成品种的遗传多样性变化。接着讲述了将谷子划分为春谷和夏谷两种类型的分子基础、谷子重要农艺性状的关键QTL位点,为谷子育种关键性状的优异等位基因发掘奠定了基础。最后,他介绍了谷子及其野生种作物作为黍属和C4光合作用模式作物的研究进展,讨论了谷子作为模式作物的独特研究方向。

2 粮食供给侧改革与种植业结构调整

农业部种植业司潘文博副司长做了题为“粮食供给侧改革与种植业结构调整”的报告。他从分析我国当前经济新常态下的现状和供给侧存在的问题入手,认为我国当前经济存在“四降一升”的状况,即“经济增长速度下降、财政收入增速下降、工业品价格下降、实体企业盈利能力下降、经济风险发生概率上升”。供给侧不能及时跟上消费的转变,从而导致供需错位,资源错配。农业供给侧从总量不足向结构性矛盾转变,主要粮食产品高库存和高成本并存情况突出。接着分析了我国农业供给侧问题产生的根源在于农业要素投入结构长期失衡的局面没有改变、农业产业链的协同不够,没有形成有竞争力的产业链体系,与市场经济相协调的规范化、机制化宏观调控未形成,他提出在农业供给侧改革过程中要防范粮食产量滑坡、农民增收难和政策弱化三大风险。最后,结合我国种植业结构调整的历史和现状,潘文博副司长指出未来五年我国种植业结构调整应注意“两保、三稳、两协调”,即保障口粮、保障谷物自给;稳定棉花、食糖、食用植物油生产;协调蔬菜供给的区域均衡和季节性均衡,畜牧和养殖业饲草的协调发展。

3 科研素质与科学精神

著名小麦育种家、国家最高科学奖获得者、中

国科学院李振声院士为参加论坛的博士后和青年科研人员,讲述了科研需具备的素质及他从事小麦遗传育种研究的体会。

李振声院士首先介绍他曾在中国科学院聆听数学家华罗庚讲怎样学习、核物理学家钱三强讲怎样做研究和哲学家艾思奇讲唯物论和辩证法报告的主要观点,认为做科研具备会读书、能熟练掌握实验技术、能够运用逻辑推理找出规律认识三方面的基本素质,就可以提高科研工作的质量和效率。然后,李振声院士从开展小麦远缘杂交研究的原因、对远缘杂交三个难关的认识和克服方法、利用新种质选育新品种、染色体工程育种四个方面畅谈了从事小麦远缘杂交育种的体会。李振声院士在报告中回忆他从国家需求出发,支援西北建设到陕西杨凌工作,针对当时小麦条锈病大流行,从土壤水分研究转入小麦远缘杂交研究。通过20多年对小麦与偃麦草的远缘杂交研究,克服了远缘杂交生殖隔离、杂种不育和后代疯狂分离的三大难关,育成具有持久抗条锈病的“小偃”系列小麦新品种。为了缩短育种年限,李振声院士等人在Sears小麦非整倍体研究的基础上,用远缘杂交获得的“小偃蓝粒”,育成“蓝粒单体小麦系统”和“自花结实的缺体小麦系统”,并建立了快速选育小麦异代换系的“缺体回交法”。李振声院士等人用这套方法,仅用三年半时间,育成了新的小黑麦代换系。1986年,在西安举行的第一届国际植物染色体工程会议上,受到国际遗传学界的认可。

最后,李振声院士深情寄语青年科研人员,他说,“你们都是青年中的佼佼者,你们的家人、老师和政府都对你们寄予厚望。世界是我们的,也是你们的,但归根结底是你们的。希望你们努力学习、努力工作、努力实践,能有所发现、有所发明、有所创造,将来为国家做出实实在在的贡献”。

在站博士后谭光万博士以“董玉琛院士的治学道路与科学精神”为题分享了开展“董玉琛院士学术成长资料采集”项目的体会。他先简介了“老科学家学术成长资料采集工程——董玉琛院士学术成长资料采集”项目的基本情况。董玉琛(1926–2011),是著名作物种质资源学家,我国作物种质资源学科奠基人之一,中国农业科学院作物科学研究

所研究员,中国工程院院士。曾获多项省部级和国家奖励,其中获得国家科技进步奖一等奖1项,国家科技进步奖二等奖2项。历任中国农业科学院作物品种资源研究所副所长、所长,中国农学会遗传资源学会理事长等职。2013年7月,“董玉琛院士学术成长资料采集工程”开始启动,2015年该项目结题通过验收。董玉琛院士的学术传记《作物种质资源总是情——董玉琛传》,已经交付出版社,预计2017年3月出版。在报告中,谭光万博士将董玉琛院士的学术成长历程划分为学习成长期、学术方向确定期、学术起步期、学术活跃期四个时期,并提出董院士学术成长历程给青年科技工作者所带来的启示。接着,他系统总结了董院士所取得的学术成就,并指出董院士在学术上具有循序渐进、勇于创新,胸怀大局、协作共赢以及敏锐的学术洞察力和前瞻性等特点,发掘出董院士身上所蕴含的不畏艰险、持之以恒、严谨求真、淡泊名利的科学精神。最后,谭光万博士用董玉琛院士对农业科研工作的体会——“脚踏实地,勇攀高峰”,激励在座的青年科研人员向董玉琛院士等老科学家学习,继承和弘扬科学精神,勇攀科学高峰。

4 结语

我国博士后制度建立于20世纪的80年代中期,是由李政道先生倡议,在邓小平同志的关心支持下建立的培养使用科技人才制度。中国农业科学院作为农业科研的国家队,承担着顶天立地、快速发展的重要职责和使命。博士后是创新人才中最活跃的一个群体,也是中国农业科学院高层次人才队伍的重要组成部分。2016年是中国农业科学院启动实施博士后工作的第25年,为加强博士后的培养工作,促进博士后学术交流,提升科研水平,中国农业科学院博士后管理委员会大力支持院属研究所举办全院范围的博士后学术论坛。本次论坛是中国农科院博士后管理委员会首批全额资助的博士后论坛之一,它的成功举办为博士后及青年科技人员提供了一个了解学科动态和前沿、开展学术交流的平台,也为今后的博士后论坛的顺利进行提供了经验。

注:文中所引论坛汇报专家观点已经专家本人审阅同意。

(收稿日期:2017-02-21)