



聚焦农业 863·项目首席谈创新



本版与科技部农村中心 高技术处合办

张启发:我国水稻功能基因组研究跻身领先行列

陈志强:植物空间诱变提升良种选育效率

研发植物空间诱变与细胞工程育种共性关键技术8项,申报国家发明专利16项,获授权发明专利4项;发表研究论文43篇,其中SCI收录8篇;开发重要性状基因功能分子标记12个,培育植物新品种22个;获认定超级稻品种1个……这是863计划现代农业技术领域“植物空间诱变与细胞工程育种”2015年度所取得的部分成绩。

该项目首席专家华南农业大学副校长陈志强教授说,2015年度,本项目在植物空间诱变与细胞工程共性技术研发、新品种培育、种质(基因)发掘、专利申请、人才培养等方面进展顺利。

陈志强说,本项目以主要农作物(水稻、小麦、玉米、甘薯、木薯)为研究对象,围绕单产提升、品质改良、抗逆广适等重大需求,通过4年的项目实施,力求在植物空间诱变与细胞工程共性技术研发、新品种培育、种质(基因)发掘、专利申请、人才培养等方面取得新突破。根据总体目标,本项目分解为4个研发课题,分别是水稻航天生物育种关键技术与新品种选育研究、小麦等作物航天工程育种技术及新品种选育研究、玉米DH工程化育种技术与新品种选育研究、薯类生物育种技术创新与新品种选育研究。项目牵头单位为华南农业大学,各课题由华南农业大学、中国农业科学院作物科学研究所、北京市农林科学院、江苏徐州甘薯研究中心等国内优势单位承担。

2015年,该项目创制满足育种需求的优质、抗病、高产或多基因聚合骨干材料75份,创制玉米高效单倍体诱导系15份;申报植物新品种保护权11项,获新品种权授权7项;培育植物新品种22个,其中中国品种审定5个,超级稻品种1个。通过建立高产高效生产示范基地,优良品种在生产上得到了大面积推广应用,推广面积达1034万亩,获得省部级科研奖励6项;培养中青年科技骨干共25人,其中2人晋升高级职称。

“比如,针对影响植物空间诱变与细胞工程育种效果提升的限制性因素,共研发共性关键技术8项,这些技术在提高突变体筛选效率、加速新品种培育进程、促进新种质有效利用方面起到了显著作用,并在项目组内得到了辐射应用,有效推动了各育种技术的创新融合,并申报国家发明专利16项,发表研究论文43篇。”陈志强说。

研究成果相继在《Nature》、《Science》、《Nature Genetics》、《Nature Biotechnology》、《Plant Cell》、《Proc Natl Acad Sci USA》、《Elife》、《Nucleic Acids Res》等国际著名学术刊物上发表;2012—2015年,共计发表研究论文431篇,SCI影响因子9以上的88篇;申请发明专利107项,新获得专利授权102项;获批两个软件著作权;获得国家自然科学二等奖1项;培养博士研究生227人,硕士研究生192人……

这是863计划现代农业技术领域“水稻等主要农作物功能基因组”所取得的成绩。

2014年《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)实施情况中期评估》“农业领域专题评估报告”中,“水稻等主要农作物功能基因组学”的研究成果被列为农业领域重大标志性成果之首。

通过项目的实施,最终将建立一系列新型高通量功能基因组研究平台,分离克隆一批拥有自主知识产权的功能基因,全面揭示控制主要农作物重要农艺性状的生物学机制,为农作物的遗传

改良提供基因资源和分子操作蓝本,极大地提升作物遗传改良研究的水平,全面推动农业科学的发展。

项目首席专家华中农业大学张启发教授介绍,我国是世界上较早启动作物功能基因组研究计划的国家,项目针对作物生产中“少投入、多产出、保护环境”的作物育种目标,通过解析水稻、玉米、小麦三大农作物功能基因组,在水稻、玉米和小麦资源、信息和生物技术平台的构建完善以及调控产量、品质、抗逆、养分水分高效吸收利用重要农艺性状功能基因和调控因子的克隆,基因调控网络解析等领域取得了一系列重要进展。研究成果相继发表在《Nature》、《Science》等国际顶尖学术刊物上,体现了我国作物功能基因组研究在国际上的优势地位和领先水平。

目前,我国水稻功能基因组研究居世界领先地位。克隆了产量性状基因GS3、GW2、GW8、GS5、Ghd7,独角金内酯途径的关键负调节因子D53,籼粳广亲和基因S5,光敏不育基因pms3,抗旱、抗盐碱基因DWA1、SIT1,耐寒基因

COLD1,抗病基因STV11、Xa26、xa13、xa25、Bph14、Bph3,氮利用基因DEP1,稻米品质基因Chalk5和OsAAP6等。这些基因的克隆不仅代表了该领域国际研究的前沿进展,在育种中表现出重要应用前景。据统计,2011—2014年间全世界在影响因子(IF)大于9的刊物上共发表水稻论文328篇,其中来自于中国大陆的论文140篇,占43%。

水稻功能基因组研制水稻全基因组育种芯片,建立我国第一套作物全基因组选择育种技术平台,填补国内空白。该项目开发的三个不同密度的具有我国自主知识产权的水稻全基因组育种芯片,为全球首创,已经被证明能成功地应用于水稻杂交群体分析、品种鉴定、定向改良以及分子设计育种实践等,在水稻遗传研究及育种应用中具有非常好的应用前景。截至目前,已为全国二十余家单位提供全基因组育种芯片及分子标记检测服务。

小麦和玉米功能基因组发展迅速,在多个领域占据领先优势。小麦构建了世界上第一个小

麦D基因座的框架图。该框架图的构建结束了小麦没有全基因组组装序列的历史,对小麦基因组研究具有重要的意义。玉米利用全基因组关联分析大规模地、系统性地鉴定影响含油量和脂肪酶活性的基因位点,提出“微效多基因的累加是人工选择高油玉米成因”的学术观点,从基因组水平上对作物轮回选择获得增益的育种学理论进行了系统的遗传剖析。

同时,张启发建议,部分产量、品质、抗逆性状基因克隆方面所取得的成果尚是初步的,距离系统解析性状形成的分子机理尚有很大差距;希望集中优势力量,针对重要农艺性状形成的分子机理进行深入研究,全面解析这些重要农艺性状基因的生物学功能及其调控网络,最终实现对主要农作物重要农艺性状进行有效的遗传调控,解决生产育种的实际问题;小麦基因组比较复杂,由于小麦基因组的庞大和复杂,在测序和序列分析时对数据分析和平台要求特别高;数据的挖掘和分析需要完善的硬件条件和生物信息团队。

鞠洪波:数字化森林资源监测守护丛林

获得2000—2012年的NDVI(归一化植被指数)时序数据集,采用线性趋势分析、标准差、Hurst指数和相关系数等方法,分析了京津风沙源重点治理区植被覆盖的时空变化特征及影响因素。

“分析结果表明人类活动是京津风沙地区植被覆盖上升的重要驱动因素;自然因素中,降水是影响工程区植被生长的主要因子,温度的影响相对较弱。”鞠洪波说。

研究人员应用遥感影像像元NDVI/EVI(归一化植被指数/增强型植被指数)时间序列数据,完成了区域性森林时空变化与特征分析技术研究;全面开展了树木、林分、经营、森林景观模型与可视化模拟方法的研究工作;完成了森林生境因子精准获取与评价技术、森林经营管

理决策支持技术等。

火是森林的天敌,研究人员以福建省三明市将乐县将乐林场、黑龙江大兴安岭塔河林业局和北京市密云县为实验区域,分别针对中低空间分辨率、高空间分辨率、高光谱及微波遥感数据的森林类型识别方法进行示范。

“研究人员建立了森林火灾动态分析与智能预警技术,基于PRISM气象插值原理设计开发日气温的插值模型。以气温插值结果为基础,利用温度与相对湿度计算模型,对空气湿度进行了模拟。应用WindNinja软件的实现平均风速、风向等插值,实现了山地小环境气象信息的模拟。”鞠洪波说。

在高精度森林类型识别技术方面,科研人员研究出基于高分辨率影像的森林类型自动提

取算法研究,他们以甘肃省小陇山林业实验局百花林场为研究区,充分利用多源数据、挖掘多元特征(光谱、植被指数、纹理及时相特征)、综合辅助信息(地形因子和辅助资料),采用层次化信息提取策略,开展复杂山区地形条件下高空间分辨率遥感影像林地类型精细化信息提取方法研究,总体分类精度达到90%以上。

鞠洪波说,项目团队团结进取,在森林资源信息快速提取、森林类型识别、森林结构反演模型、软件的完善、集成、测试;森林火灾监测物联网技术平台软件完善、集成、测试;树木、林分、经营、森林景观数字化模型及其可视化模拟系统完善、集成、测试均取得进展;开展了试验区示范,全面完成项目规定的各项指标和工作内容。

胡小松:现代食品工程产学研结合紧密

日前,863计划现代农业技术领域“现代食品工程化技术与装备”项目首席专家中国农业大学食品科学与营养工程学院院长胡小松教授介绍,本项目得到了改善品质变化的非热加工果蔬汁产品,能耗低的发酵肉制品以及有健康功效的玉米及膳食纤维产品;改进并开发了食品干燥、水产品与罐头食品等加工过程中的生产工艺及设备;同时,对食品生产过程中的有害物质进行了评估分析研究,获得了一些新的农药残留物及样本真假鉴定等的快速检测方法。另外,本项目成员与各相关企业进行了紧密的产学研结合,已在企业中建立了多条生产示范线,推动了新型科研成果的应用,为食品行业的进一步发展奠定了基础。

2015年,该项目发表学术论文90篇;申请国内发明专利55项,PCT国际专利5项,已授权发明专利42项;获得其他专利1项;共培养毕业生90人,其中博士研究生30人;累计成果产值8500万元。

在非热加工装备开发与新技术研究方面,为了验证非热加工的工艺指标,项目组进行了果蔬超高压加工工艺研究与产品开发。此外,项目组也进行了高压二氧化碳(HPCD)对果蔬加工工艺的研究。研究结果显示,HPCD处理能有效杀灭胡萝卜片中的微生物,同时胡萝卜片的硬度得到了很好的保持;HPCD处理还可有效杀灭荔枝汁中的微生物,对荔枝汁的可溶性固形物含量、pH、总糖等理化指标均无显著影响,并可以增加

荔枝汁的亮度。

在食品高效节能干燥装备开发与新技术研究方面,项目组完善了常压微波喷动均匀干燥生产线,进行了脱水胡萝卜、脱水牛蒡、脱水莴苣、脱水玉米粒等多种产品均匀性研究与测试,并进行了产品的生产示范,相关干制品的水分、形状和色泽均匀度均高于85%,符合商业生产的要求。此外,还研制了中型脉冲喷动负压微波干燥设备,该设备的三个脉冲喷动干燥管同时工作,干燥过程全部自动控制,该设备对豌豆、毛豆及土豆片有更好的干燥效果,其水分含量均匀度、色泽均匀度和收缩均匀性的生产指标远超过合同技术指标88%要求且干燥时间缩短,能耗降低,具有良好的市场应用前景。

在水产品装备开发与新技术研究方面,项目组研究人员根据海洋特色水产品品种加工的特点与流体动力学理论,研制了贝类多元清洗装置及样机。该装置提高了清洗效率,节能、减材,生产能力可达300kg/小时。

通过项目的实施和技术的应用,胡小松认为,未来应继续加强对科研成果的凝练与推广,培育重大、系统性的成果并进一步体现“工程化”的概念;通过加强与对接企业的交流与合作,推动成果的转化与实施,使课题产生的成果能够在行业内发挥更大的作用,从而带动食品加工技术与装备的升级,为“十三五”时期产业的发展和提升奠定基础。

包振民:海水养殖种子工程加快成果转化

海洋生物分子育种关键技术研发取得重大突破,使我国在海洋生物分子育种领域跻身国际先进水平;育成一批高产抗逆新品种,推动了产业的可持续发展;一批名贵海水养殖生物的苗种繁育技术取得重要突破……

这是863计划现代农业技术领域“海水养殖种子工程”项目2015年度所取得的部分成绩。

该项目首席专家中国海洋大学生命学院院长包振民介绍,在海洋生物分子育种关键技术研发方面,研究人员开展重要海水养殖生物的基因组学研究,攻克了海洋生物基因组杂合度高、变异多、重复序列多等难题,完成了牡蛎、半滑舌鳎、大黄鱼、扇贝、牙鲆、海带、紫菜、铜藻叶绿体等重要海水养殖生物精细基因组图谱的构建,使我国水产生物的基因组学研究在国际居领先地位。

在全基因组选育技术平台建设方面,研究人员开发了LASSO-GBLUP全基因组选择新算法,较好地解决了海量数据情况下的育种估计精度与运算速度的矛盾,为水产生物的全基因组选择育种进行个体育种估计提供了支持;建立了国际上首个贝类全基因组选择育种评估系统,整合了多种全基因组选择算法,建立了完善了分子标记信息库,为开展水产贝类全基因组选择奠定了更加完善的系统平台基础,该平台已应用于扇贝“蓬莱红2号”新品种培育,为目前国际

上第一个采用全基因组选择育种技术育成的水产良种;完成了大黄鱼全基因组信息的遗传选育技术体系构建和半滑舌鳎全基因组重测序及基因组育种的计算等。这些研究成果标志着我国海洋生物分子育种方法学研究水平已跃居国际领先地位,技术水平领先国际。

在高产抗逆新品种方面,研究人员应用BLUP技术、家系选择育种、杂交育种、性控技术和分子标记辅助育种等技术,构建了更加完善、高效的良种培育体系,2015年育成一批高产抗逆的新品种。

2015年度该项目发表和接收论文287篇,其中SCI论文216篇,发表专著2本;育成新品种18

个;申请发明专利81项,授权发明专利44项,申请其他各类专利11项,授权其他各类专利3项。项目实施以来,在Nature、Nature Methods、Nature Genetics等国际顶级杂志发表系列高水平论文,扩大了我国在海洋生物学领域的学术影响。

包振民说,项目还采取边研发、边应用、边推广,实现了研发与技术产品应用推广无缝衔接,加快了“863”技术成果的转化,已取得明显的经济和社会效益。比如,宁德市横屿岛水产有限公司应用本课题研究成果开展“闽优1号”大黄鱼良种繁育,苗种销售到福建省和浙江省各主要养殖区,其生长快、条形好、养殖成活率高,受到养殖户的广泛欢迎与好评。

陈昆松:健全绿色智能农产品供应链迫在眉睫

我国生鲜农产品产量居世界首位,但供应链技术与发达国家存在较大差距,有12%—30%的产品在供应链各环节损耗。为此,科技部在2012年启动了863计划现代农业技术领域“绿色智能农产品供应链核心技术研创”项目,研发绿色智能农产品供应链核心技术,研制相关装备,提高物流产业的信息化智能化水平,提升损耗控制与质量安全保障技术。

该项目首席专家为浙江大学校长助理、科学技术研究院院长、博士生导师陈昆松。陈昆松是浙江省突出贡献中青年专家、入选农业科研杰出人才及其创新团队、享受国务院特殊津贴,是科

生获得全国百篇优秀博士论文提名奖。

“绿色智能农产品供应链核心技术研创”参与单位共26个,其中事业型研究单位2个、其他事业单位1个、企业单位10个、大专院校13个;项目参加总人数为466人,其中高级职称94人,中级职称84人,初级职称14人,其他人员274人;参加研发全时人数超过9419人月。截至目前,申请专利84项,其中发明专利62项;获得专利48项,其中发明专利31项;软件著作权17项;获得国家科技进步奖二等奖及省部级奖励共6项;研究制定技术标准8项;完成研究论文178篇;取得新产品27个;建立主题示范与产业化基地17个。

陈昆松说,目前,该项目相关技术成果研究已经进展到了示范应用阶段,各承担单位与多家蔬菜生产基地和水产、肉类饲养基地保持良好的合作关系,充分利用对方实力雄厚的研究条件,深入开展了相关技术成果的示范和应用。比如,课题一与湖北八斗生态食品集团有限公司建立密切的合作关系,技术人员在他们公司的冷链车和冷库中安装了新一代的传感器和视频监控系统,服务于项目研究和测试;课题组与初步选定的产品技术示范企业广东丰多采农业发展有限公司保持紧密联系,关注企业在产品生产加工、储存、运输、销售等各环节的发展情况。

已经形成了一支高水平的旱区作物生境调控技术系统研发队伍,1人获批“新疆青年千人计划”,1人获批“水利青年科技英才”,1人获批“陕西省创新人才推进计划中青年科技创新领军人才”;培养毕业生99名,其中博士17名;授权国家发明专利16项;发表学术论文124篇,其中SCI收录论文34篇;出版专著1部;登记软件著作权1项;项目主要参加人毕艳丽完成的“西部干旱半干旱煤矿区微生物修复新技术与应用”获2015年国家科技进步二等奖。

这是863计划现代农业技术领域“作物生境过程耦合与调控技术”所取得的部分成绩。该项目首席专家西北农林科技大学水土保持研究所副所长冯浩介绍,项目实施以来,围绕作物生长—生境系统耦合过程,在协调作物与生境因子关系,提高水、养、光、气、热等主要生境因子的利用效率,促进作物增产增效方面取得了相应进展。初步筛选负压渗水新材料2种,设计作物主动式土壤水分养分供应器8套和水溶性肥料配方7种,进行了油菜、烟草、小白菜、甜菜、茄子、甘蓝、花生、小西红柿等8种作物的田间或盆栽试验,初步获得土壤水分平衡供应条件下的水分参数。

研究团队确定了旱地冬小麦和春玉米高光效品种筛选评价指标,并初步筛选出光能利用效率较高的4个春玉米品种和3个冬小麦品种;研发作物高光效化控产品5个,提出光水双高效覆膜集雨种植技术及实施规程;分离筛选了2种适宜于旱区小麦、玉米的根际高效解磷微生物,建立起解磷菌和菌根真菌的扩繁培养方法技术体系;以土壤微生物有益菌调节为核心,配套土壤和作物营养,形成的作物生境农艺综合调控技术,在渤海粮仓工程的退化土壤修复、盐碱地快速治理取得显著效果。

研究人员还完成了作物生境模型的结构解析工作,形成了完整的《作物生境模型结构解析说明书》,确定了主要的作物生境过程流程图;开发了作物水碳过程模型以及覆膜条件下土壤热流转移数值模型,初步完成了作物生境模型中土壤生境模块、农艺管理措施模块、作物生长模块的构建。冯浩说,研究团队已与杨凌先达生物科技股份有限公司、陕西省玉米工程技术研究中心达成合作协议,研制新型生长调节剂LA-C原药剂型,并按照国家标准,实行规范化田间试验;与陕西省小麦工程技术研究中心达成合作协议,试验小麦的施肥与生长调节剂产业化处理技术。

同时,冯浩建议项目各课题组围绕主要粮食作物农田生境主要物理、化学和生物过程,耦合效应及调控技术开展系统研究,各个课题要准确理解作物生境过程的科学内涵,对作物生长与环境的相互作用进行深入研究,进一步明确研究目标及未来的技术突破点,注重和突出“863”国家高技术研究发展计划课题的战略性和前沿性和前瞻性要求,及早筹划和培育以高新技术和产品为主的重大成果。同时,进一步做好作物模型相关的技术培训,课题组间主动联系,加强衔接和有机结合,开展作物模型在各个课题的应用研究,形成项目合力,共同为建立旱区作物生境模型服务。

(本版稿件由马爱平整理)

冯浩:旱区作物生境调控队伍构建