

农科视野

开启芝麻育种“宝库”

■本报记者 张晴丹



▲芝麻资源种子颜色多样性
▲张秀荣
中国农科院油料所供图



“芝麻大点的小事”常用来形容微不足道的事情,芝麻因“小”并不受关注。在我国种植业结构中,芝麻作为小作物也常被忽视。然而,小小芝麻却是“舌尖上的中国”里无比重要的存在,由芝麻加工的食品就有600多种;我国同时也是芝麻的生产和消费大国。

近日,由中国农业科学院油料作物研究所研究员张秀荣主持完成的“芝麻种质基因库的构建、发掘与育种应用”科研成果荣获2016年度湖北省科技进步奖一等奖。可以说,小芝麻做出了大成绩。

经过30多年的科研“长跑”,这项成果实现了芝麻全基因组精准发掘和分子育种技术重大突破,为我国芝麻育种和产业发展提供了战略资源,标志着我国在芝麻研究领域跃居国际领先行列。

供不应求:发展空间巨大

在我们的日常生活中,芝麻随处可见,有着诸多“妙用”,既可以榨油,也可以用来制作美味的菜肴和糕点,比如芝麻小磨香油、芝麻酱、芝麻饼、芝麻酥等。我国食用芝麻历史悠久,已有2000多年的历史。

由于自身的特性,芝麻的主产地分布在我国江淮和黄淮流域等,比如河南、湖北、安徽、江西、河北、湖南、四川等省。

芝麻是我国主要的油料作物之一,“我国芝麻单产和总产量均居世界最高,而且品质最好。”张秀荣在接受《中国科学报》记者采访时表示。

因饮食习惯和人口众多,近年来,国内市场对芝麻的需求量也逐渐旺盛起来。2016年,我国芝麻的总消费量已达到140万吨,但总产量只有60万吨左右,其余缺口需要依靠进口,进口量已突破80万吨。

张秀荣表示,目前我国芝麻平均亩产80公斤左右,远低于世界平均水平。我国虽是芝麻主要生产国,但总体产量偏低,发展空间巨大,这其中的关键点就是优异品种的选育。产业要发展,品种要先行。张秀荣带着这个理念,开始了长达30多年的科研“长跑”,从育种入手,逐渐打开了“宝库”之门。

从零开始:创造科研奇迹

从上世纪70年代开始,我国就已经开始了芝麻的杂交育种研究,逐渐培育了一批新品种,比如“中芝7号”,产量、品质和抗性都得到了改善。

不过,一些随之而来的问题也困扰着科

研人员。种质资源是我国不可替代的战略资源,作物育种成效很大程度上取决于掌握、发掘和利用种质资源的程度。

“芝麻是我国优势特色油料,但因芝麻种质数量少、农艺性状鉴定粗放、基因组信息不清,缺乏功能标记,导致育种可用亲本种质匮乏,育种技术落后,效率低,成为制约我国芝麻耐湿抗病高油高产品种选育和产业发展的重大瓶颈。”张秀荣说。

要想迈过这道坎,收集到足够齐全的种质资源是十分重要的一步。为此,张秀荣带领着团队在全国各地开始收集各种芝麻种质,他们的足迹遍布全国30多个省市区。不仅如此,他们还通过多种途径从国外收集和引进种质资源。

虽然过程十分困难,张秀荣仍然带领着团队坚定不移地走下去。最终他们广泛收集整理覆盖全国30个省市区和世界五大洲芝麻种质7910份,编目300645条,精准鉴定耐

湿抗病品质55435项次,发掘出优异种质452份,构建了全球数量最多、覆盖范围最广、信息量最大的芝麻种质库,创建了首个芝麻核心种质。

“芝麻种质库建立以后,能够为我国的育种提供优异基因资源。”张秀荣表示,在芝麻种质库的基础上,团队开始对芝麻基因组进行测序,寻找其中规律,加以深化利用。

芝麻作为小作物,相关研究基础非常薄弱,“我们的各项工作几乎都是从零开始。”张秀荣说。从2012年到2014年,团队攻坚克难,率先完成了芝麻全基因组测序,探明了基因组结构,注释基因27148个,绘制了全球首张精细物理图谱,并构建了首个芝麻基因组信息库,破解了芝麻的遗传密码,引领芝麻种质由表型鉴定向基因组信息研究的跨越。

不仅如此,张秀荣还将他们的研究成果向全世界公开,大规模重测序获得540万个SNP变异位点,创建芝麻基因组变异组和功能基因组3个共享大数据网站,公开数据量

819.3G,搭建了基因信息应用平台。

除此之外,团队还发掘出一批重要农艺性状主效QTL和新基因,实现了芝麻全基因组精准发掘和分子育种技术重大突破。他们开发全基因组SSR标记7200个,构建了首张高密度遗传图谱,首次发现SIPPO、SiNSTI和LTP1基因调控含油量的新机制,发掘出耐湿抗病高油高产主效QTL 77个,新基因46个,突破了芝麻分子育种的技术瓶颈。

这些成就为芝麻研究提供了关键材料和优异基因资源,促进我国芝麻的育种研究和基础性研究取得突破,为我国育种和产业发展提供了战略资源,为全球的芝麻分子生物学研究和功能基因挖掘奠定了重要的基础。

开拓进取:挖掘更大可能

多年来,项目组育成的耐湿抗病高油高产17个新品种,在江淮和黄淮主产区累计应用7625.2万亩,覆盖两大产区65%,创社会经济效益93.3亿元。

尽管芝麻育种研究已经收获了好成绩,但张秀荣仍不停下脚步,她将带领着团队继续加强芝麻种质资源的收集,在原始创新上有所突破,瞄准产业需求,运用现代新技术,挖掘出芝麻更多的“潜力”。

“我们想根据实际生产需求,解决一些个性化问题,实现定向育种。”张秀荣说。

此外,河南、安徽和湖北等江淮地区是我国芝麻主产区,芝麻生长期正逢雨季,雨量大而集中,渍涝害问题一直存在。而在山西、陕西和内蒙古等西北地区,吉林等东北地区,江南秋播地区,干旱问题则比较严重。“这都需要我们从育种上有重大突破,能够培育出抗涝性、抗旱性的优良品种。”张秀荣表示。

在定向育种方面,团队还瞄准了我国盐碱地资源。面对土地资源越来越紧缺的现状,培育出抗盐碱品种,充分把盐碱地利用起来,是团队研究的重点。

此外,张秀荣还在挖掘芝麻其他的特性和作用。芝麻营养十分丰富,其特有的抗氧化成分芝麻素具有治疗癌症及心血管疾病等功效。芝麻除了食用,还能在医药、工业生产等方面“大展拳脚”,用途十分广泛。

“最近,我们正在研究不同花色的芝麻,开发观赏芝麻,发展观赏农业,这也是比较有特色的地方。”张秀荣介绍。

“未来我希望和全国同行一起,经过‘十三五’的努力,取得更多重大突破。”张秀荣说。

进展

国家引智示范基地 落户中国农科院郑果所

本报讯 近日,中国农业科学院郑州果树研究所(以下简称郑果所)的桃砧木无性繁殖与工厂化育苗基地被国家外国专家局批准为国家引进外国智力成果示范基地。该基地由农业部优秀科技创新团队——桃种质资源与遗传育种创新团队承担,研究员王力荣作为首席专家,带领团队重点开展我国桃产业砧木的无性繁殖及工厂化生产示范应用,提升我国桃砧木生产技术和果园标准化建设,助力我国桃产业进一步优化升级,支撑桃产业的供给侧改革。

桃砧木无性繁殖和工厂化育苗是一项复杂的质量控制技术体系,是限制我国桃产业标准化生产的最重要因素之一。研究内容涉及桃砧木组织培养技术、桃砧木扦插繁殖技术、炼苗移栽技术和桃砧木工厂化育苗。

近年来,郑果所科研人员相继到日本、美国 and 西班牙等国进行交流访问,开展了与国际大型苗木生产公司的合作交流。在桃砧木无性繁殖技术和工厂化育苗方面,结合自身已有工作基础,消化吸收国外先进技术和管理经验,逐步形成了符合我国国情的桃砧木无性繁殖技术体系与工厂化育苗技术体系。他们还在进行工厂化生产相关设施的完善,以达到规模化生产应用。

桃砧木无性繁殖及工厂化育苗国家引智示范基地的落户,将进一步结合郑果所的桃品种优势,更好地服务我国桃产业发展,为社会和果农创造更为可观的经济效益。(方舍 赵倩)

第18届中国(寿光)国际蔬菜科技博览会开幕

本报讯 近日,以“绿色、科技、未来”为主题的第十八届中国(寿光)国际蔬菜科技博览会在寿光国际会展中心开幕。展会将一直持续至5月30日。

本届菜博会以“服务‘三农’为宗旨,以现代农业科技为支撑,按照突出特色、坚持创新、注重实效的总体要求,打造综合型农业展示交流平台。共设1个主展区 and 12个分展区。共展示国内外蔬菜品种2000多个,新增品种302个,集中展示生物组培技术、椰糠基质栽培技术、水肥一体化技术、信息化温室远程控制等先进技术105项,栽培模式87种,从种植基质、展示品种、种植模式等方面,全面汇集展示和交流共享国内外蔬菜产业领域的新品种、新技术、新成果、新理念,促进设施农业、精准农业、智慧农业、低碳农业等科技新成果的转化。

据悉,寿光菜博会已连续成功举办17届,成为国家5A级农业专业展会。在农业科技成果转化、先进生产模式示范、实用技术推广、名优新产品交易、国际交流合作等方面发挥了重要作用。本届菜博会将进一步聚焦国内外农业领域的前沿技术和最新成果,着力打造集展览展示、商贸洽谈、交流合作、观光旅游于一体的综合性盛会。

其间,山东省寿光市共集中签约项目14个,总投资额71.8亿元,其中外方投资额66.77亿元。(方舍)

环球农业

油菜「替身」更适应环境变化

丹麦哥本哈根大学和拜耳作物科学公司成功开发了一种新型油料作物,比欧洲油菜更耐高温、干旱和疾病。这项突破以封面故事的形式刊登于4月《自然-生物技术》上。

一片黄花盛开的油菜地往往意味着北欧夏季的开始。然而,如果全球变暖持续下去,夏日里蓝天白云下的金色田野可能会成为一个遥远的记忆。不过,一种看起来像油菜的强大新型油料作物带来了抵御气候变化的希望。

哥本哈根大学动态分子互作卓越中心(DynaMo)负责人Barbara Ann Halkier教授一直致力于开发性能更好的新油料作物。她表示,“油料作物在温暖干燥地区生长得并不好。我们很高兴成功研发出一种突破性的技术,应用于与油菜有着亲密关系的芥菜身上。”

结果是,具有改良的农艺性状的油料作物能耐受全球变暖。新作物还可以在今天不适合种植油料作物的地区种植,如加拿大西部、东欧部分地区、澳大利亚和印度。

芥菜植株在很多地方和油菜相似,比如看起来像油菜,油也具有相同的有吸引力的功能,其富含单和多不饱和脂肪酸,如Ω-3、Ω-6加抗氧化剂和维生素。在干旱条件下或暴露于疾病下生长时,它也更强大。因此,芥菜是取代油菜的优先候选材料。

“直到现在,芥菜一直是一个不可战胜的挑战,因为芥菜籽充满苦味的防御化合物,给它带来独特的味道。也是因为这样,富含蛋白质的种子在榨油后无法作为动物饲料。”Halkier解释道。

跟全球植物生物技术和育种大咖——拜耳作物科学公司密切合作中,她和DynaMo中心的其他科学家找到了解决这个问题的路径。

科学家们研发的这项技术可将这些苦味防御化合物从种子中剔除,但保留在植物其他部分中,这样植物还可在食草动物和病原体的围攻下立身保命。丹麦科学家在模型植株上示范了这项技术,拜耳作物科学公司的科学家则把该技术在大田里应用,进行优化芥菜植株的大型田间试验。

DynaMo中心博士后、论文共同第一作者Svend Roosen Madsen表示,“田间试验展示了我们已经走过的很长的路。向这个强大的新型油料作物对于农民的商业吸引力进发,我估计我们做了快3/4的工作量了。这确实是一个令人兴奋的结果。”

科学家和育种者在寻找油菜“替身”上已经探索了很多年。油菜毫无疑问是植物油、生物柴油和动物饲料蛋白的重要来源之一。然而,它只生长在相对凉爽的气候中,而且因为油菜不是很耐受,每年农民都有大量损失。

“上世纪70年代,一个波兰农民偶然发现油菜的苦味防御化合物很低,油菜突然就成为一个重要的商业油料作物了。”DynaMo中心副教授、另一个第一作者Hussam H. Nour-Eldin说,“自那时以来,农民和科学家都试图生成芥菜相似的变种。我们研发的技术可达成这一长远目标。”

接下来,双方科学家将继续努力,进一步减少芥菜籽的苦味防御化合物含量,期望2-3年内打造无芥种子的芥菜植株。(王方编译)

甘薯是我国重要的粮食和工业原料作物,种植面积和产量居世界首位。山东则是我国甘薯主产区之一,单产多年居全国首位,在保障粮食安全、促进农民增收中发挥着重要作用。

“适度发展甘薯产业符合我国农业转型升级、结构调整的大政方针。”山东省农科院副院长、国家甘薯产业技术体系岗位科学家张立明接受《中国科学报》记者采访时表示。由他主持的“济薯系列专用甘薯新品种培育与加工利用”成果获2016年山东省科技进步奖一等奖。

品种需求:侧重品质,兼顾产量

《中国科学报》:如何认识甘薯品种发展现状?

张立明:近年来,我国甘薯用途已发生根本性改变,由主要粮食作物转为重要的加工原料和保健作物,加工比例占总量的60%以上,甘薯品种也以单产追求高产为主向侧重品质、兼顾产量的专用型方向转变。但以加工为主导的甘薯产业发展过程中存在优质专用甘薯品种匮乏、良种良法不配套、产后加工技术落后等问题。

《中国科学报》:甘薯产业发展对甘薯品种提出哪些新要求?

张立明:随着国内外对甘薯保健功能研究的深入和人们保健意识的增强,近年来我国鲜食甘薯增长迅速,已由过去甘薯总种植面积的20%上升到30%-40%,且有继续增加的趋势。

产业发展和市场细分对甘薯品种提出了更高的要求。如当前国内淀粉加工市场,迫切需求淀粉含量25%以上、淀粉品质优良、鲜薯亩产量超过3000公斤、抗性较好的甘薯品种。

鲜食及食品加工用甘薯市场迫切需求优质、抗病、商品性优的甘薯品种,要求干物质含量25%-30%,可溶性糖含量8%以上,肉色黄、橘红、紫色,口感软、甜、糯,薯形光滑、皮色鲜亮,结薯整齐集中、耐贮藏,抗黑斑病为主,兼抗根腐病、茎线虫病、薯瘟病、蔓割病等病害,鲜薯产量3000公斤/亩以上。而在鲜食甘薯市场,产量高但品质差的品种大量存在一定程度上影响了鲜薯

消费市场的进一步扩大。

《中国科学报》:紫薯品种要达到什么要求?

张立明:紫甘薯品种因富含花青素,具有极高的营养保健价值,近年来已成为甘薯产业的新宠。

鲜食型紫薯品种指标要求和普通黄一红肉鲜食品种类似,即以外观品质和食用品质为首选考虑因素,其次考虑鲜薯产量和综合抗病性。加工型紫薯侧重花青素含量和淀粉含量,要求花青素含量高于80mg/100g鲜薯,淀粉含量在25%以上,可同时满足企业提取色素,加工全粉、薯泥等产品出成率高的要求。

育种技术:提高效率,明确机制

《中国科学报》:请您介绍一下近年来山东省农科院甘薯科研创新取得的进展。

张立明:“济薯系列专用甘薯新品种培育与加工利用”获2016年山东省科技进步奖一等奖。这个成果针对我国甘薯产业中存在加工专用品种匮乏等问题,以加工专用新品种培育为突破口,系统开展了育种新技术、新品种培育、标准化栽培、高附加值产品加工等研究,取得了创新性成果。

我们开发出与淀粉含量、花青素含量和胡萝卜素含量等相关的分子标记9个,成功将特定性状的精准鉴定由原来的第3-4无性世代提前至第1代,使育种时间缩短2-3年;培育出“济薯18”“济薯薯1号”“济薯21”和“济薯22”等4个加工专用甘薯新品种,成为生产上的主栽品种;集成建立紫甘薯、鲜食甘薯等优质专用栽培技术规程;首度通过对甘薯花青素作用的生物医学研究,明确了花青素具有抗炎、抗衰老、降血糖、护肝及减轻肾损伤的功能;创建了“济薯18”紫薯薯加工、“济薯薯1号”紫薯全粉加工、“济薯21”薯泥及无明矾添加方便粉条加工、“济薯22”薯汁加工等工艺并实现流水线规模化生产。

《中国科学报》:在培育“济薯”系列品种过程中,育种技术有哪些突破?

张立明:在培育“济薯”系列甘薯品种的过程中,我们首先开发出甘薯淀粉、花青

良种良法 甘薯“济”民

■本报记者 王方

素、胡萝卜素等与品质密切相关的分子标记,用于早代品质性状的辅助选择。

二是创建了无性1代定向筛选技术。采取无性1代分子标记初筛与病圃、旱地鉴定结合,目标明确,准确度高,早代大量淘汰不符合目标要求的品系,育种周期缩短2-3年,育种成本和工作量降低40%以上,显著提高了育种效率。

三是引进国外优异材料,挖掘骨干亲本。系谱分析表明,国内育成甘薯品种80%以上具有美国品种Nancy Hall和日本品种Okinawa 100的亲缘。为解决遗传狭窄,我们重点从国际马铃薯中心(CIP)、亚洲蔬菜研究中心(AVRDC)引进甘薯材料673份,挖掘出骨干亲本37份,为培育突破性甘薯品种奠定了基础。

推广应用:实现配套,满足市场

《中国科学报》:良种良法如何配套,发挥“济薯”系列品种的潜力?

张立明:首先,对育成的专用甘薯品种产量和品质形成机理及调控因素进行系统研究,摸清其生长发育规律。其次,研究提出块根产量和品质协同提高的关键农艺措施。再次,集成建立以“培育健康种苗、平衡施肥、科学化控、综合植保、安全贮藏”为主要内容的优质专用甘薯栽培技术规程,通过专用甘薯栽培技术规程的实施,实现良种良法配套,发挥品种最大的提质增效的潜能。

《中国科学报》:种薯种苗的繁育供应体系是怎样的?

张立明:缺乏充足的健康种薯已成为我国甘薯单产提高的主要限制因素。上世纪90年代初,山东率先提出了四级种薯(试管苗—原原种—原种—生产种)脱毒种薯繁育模式,并在生产上发挥了巨大作用。但近年来甘薯SPVD病毒病快速传播对我国甘薯生产造成极大威胁,原有的四级种薯繁育供应体系已不能满足生产需求。



“济薯21”甘薯 山东省农科院供图

北方薯区以春薯为主,大田栽培期集中在“五一”前后,针对北方区的气候特点,我们首创北方薯区脱毒种薯1年制二级种薯规模化生产繁育供应技术体系(试管苗—生产种)。该技术模式已在北方区大范围推广应用,显著缩短了脱毒种薯繁育周期,病毒再次侵染率由四级种薯体系的36.2%下降到10%以内。繁殖系数大幅提高,显著增加了供种规模,降低了繁种成本。

《中国科学报》:“济薯”系列品种产业化推广情况如何?

张立明:自2004年开始,以项目为依托,我们立足山东省,涵盖安徽、河南、河北、福建等加工型甘薯主产区,创立了“龙头企业+科研+基地+农户”的产供销一条龙的产业化发展模式,通过共建研发中心、产业联盟、博士科研工作站等对接农产品加工重点企业,在各主产区建立了项目育成品种产品回收示范基地100余处,总面积300余万亩,研发加工新产品1000余万吨,实现了科企无缝对接,促进了产业发展。

截至2015年12月,“济薯”系列高淀粉和优质鲜食专用型甘薯品种省内外累计推广面积达到1782万亩,新增经济效益72.4亿元。