

编者按 为加快高产优质品种和先进适用技术推广应用,满足粮食和重要农产品生产需要,日前,农业农村部组织遴选出10项2024年农业重大引领性技术。本版推出系列报道,详细介绍这些技术的来龙去脉,以及它们在改善百姓生活中发挥的重要作用。



农民使用机械收获花生。 新华社发 郝群英摄

ARC技术:守护“油瓶子”安全

——“生物技术兴农”系列报道之一

◎本报记者 马爱平

“作为我国重要的油料作物,花生的提质增产需要攻克两个难题,一是黄曲霉毒素的污染阻控,二是花生结瘤固氮的效率提升。”近日,中国工程院院士、中国农业科学院油料作物研究所研究员李培武在接受记者采访时表示,历经20多年的研究,他在团队从土壤源头开展黄曲霉毒素阻控和结瘤固氮的探索,研发了ARC功能微生物菌剂诱导花生高效结瘤固氮提质增产一体化技术(以下简称ARC技术)。这项技术不仅提高了花生的固氮能力和产量,还有效降低了黄曲霉毒素污染的发生率。

日前,该技术成功入选农业农村部发布的2024年农业重大引领性技术。

从源头上控菌减毒

黄曲霉毒素是迄今发现毒性最大、致癌力最强的一类真菌毒素。花生、玉米等粮油产品易受黄曲霉毒素污染,对其进行污染阻控一直是世界性难题。国内外研究表明,土壤中黄曲霉菌和寄生曲霉菌是感染花生的初侵染源,与花生继发的黄曲霉毒素污染紧密相关。目前,对于粮油作物中黄曲霉毒素的污染阻控主要是在收获、运输、加工环节进行防控抑制或降解、脱毒等。但这样的方式需要消耗大量能源和农容,且无法直接从田间生产源头控制。

同时,花生属于豆科作物,能够与土壤中的根瘤菌共生结瘤固氮,将空气中的氮气转化为作物养分——氨。目前现有的豆科植物与根瘤菌共生固氮的理论是结瘤自调控,即豆科植物针对环境有效氮素的多少做出相应调节,平衡个体的结瘤数量和结瘤固氮过程中的能量消耗。但自然状态下花生根瘤数量少,固氮效率差,难以满足高效绿色生产需求。如何提高花生结瘤固氮效率,同样

是世界性难题。既然花生控毒固氮的两个难题均与土壤有关,那么,能否在田间源头阻控花生黄曲霉产毒菌的同时,提高花生的固氮能力,减施化肥从而实现绿色增产?

研究前期,团队鉴定出了与黄曲霉毒素污染密切相关的微生物种群,同时发现花生主产区土壤黄曲霉产毒菌与根瘤菌丰度呈负相关,黄曲霉代谢物显著抑制根瘤菌生长。据此,科研人员组配了黄曲霉阻控与结瘤耦合的海量组合,并开展实验室接种培养筛选和大田聚合筛选,最终发明出ARC功能微生物菌剂。

ARC包含了三层含义:“A”代表黄曲霉毒素控制;“R”代表诱导根瘤菌结瘤固氮;“C”代表耦合同步实现。ARC功能微生物菌剂实现了从源头阻控黄曲霉毒素污染,突破了结瘤自调控理论认知,在不使用外源根瘤菌的条件下诱导超级结瘤固氮。“把黄曲霉毒素的控制关口前移,移到大田生产里面去,就能从源头降低收获后花生黄曲霉产毒菌的丰度。”李培武介绍。

技术应用成果显著

2020年至2024年,ARC技术已在全国花生主产区连续4年示范应用,使这些产区的花生普遍结瘤时间提前、结瘤数量增多、结瘤及固氮时间延长、固氮酶活性提高,示范点增产显著。2022年,全国农业技术推广服务中心等组织,对全国花生主产区示范点进行的ARC技术现场测产结果显示,高、中、低产田及盐碱地四类产田花生果黄曲霉产毒菌丰度降低了60%以上,花生仁黄曲霉毒素污染水平下降80%,黄曲霉毒素源头阻控效果十分明显。同时,四类产田普遍显著增产,平均增产19.67%。

2023年,河南省正阳县黄磊家庭农场2800亩花生连片示范现场的考察结果显示,技术示范区花生正处于饱果期,植株叶色浓绿,生长健壮,根系发达,根瘤数量显著增加,果实更饱满。“应用ARC功能微生物菌剂后能明显减

少死苗、烂果,还能明显提高花生的品相,花生果变得又多、又白、又饱满,每亩增收200元到300多元应该不成问题。”种植大户黄磊说。

除了让花生提质增产,ARC功能微生物菌剂应用在其他作物生产中也有显著效果。2023年,在黑龙江省黑河市爱辉区西岗子村,全国农业技术推广服务中心组织专家组对“ARC生物菌剂提质固氮耦合技术研发及产业化”项目成果进行实地验收。结果显示,应用ARC大豆提质固氮耦合绿色增产技术后,大豆瘪荚率降低,结荚层增多,收获当天根系仍有大量鲜活根瘤,株高、单株荚数、粒数等与对照组相比分别提高了16.83%、25.65%、29.32%。“我们抱着试试看的态度用了ARC微生物菌肥,大豆在苗期时长得茂盛、抗病、盖草好,成熟后结荚多,每个荚都是三四个豆粒,产量明显不一样了!”村民徐长胜说。

“二固”“三增”优点突出

业内专家认为,ARC技术创新性突出,打破了豆科作物共生固氮理论的现有认知,具有“二固”(固氮、固碳)和“三增”(增产、增效、增安全)的鲜明特点,在控制黄曲霉毒素污染和减碳、减肥、减本、减碳方面具有广阔的应用前景。

李培武介绍,在使用ARC功能微生物菌剂后,植株前期长势好,苗齐、苗壮,病害发病率明显降低。收获期单株的荚果数明显增多,大豆籽粒的商品性状变好,色泽鲜黄,籽粒大小均匀,百粒重明显增加。从当前全国试验的情况来看,ARC技术为全国大豆单产提升、产能提升,提供了重要的技术支撑。

“未来,我们希望加强ARC技术大豆多点试验示范,拓宽ARC技术的应用渠道,在玉米和其他豆科作物中试验示范。同时,我们会不断探索ARC技术的科学机理,为非根瘤菌固氮与结瘤固氮的耦合机理,以及生物固氮提供新的原创性解决方案。”李培武说。

全球首个血橙高质量基因组发布

科技日报 (记者雍黎)5月27日,记者从重庆市农业科学院获悉,该院果树研究所柑橘创新团队杨蕾、洪林、王敏、李霜等研究人员发布了国际首个血橙高质量基因组。相关研究成果近日在国际期刊《科学数据》发表。

杨蕾介绍,血橙是一种极具特色的甜

橙品种,具有较高花青素含量,其含有的多种成分对人体健康有益。目前,国内血橙主要在川渝地区种植,总种植面积超过100万亩,其中重庆有40余万亩。然而,现主栽血橙品种存在品质不稳定等问题。

团队开展自主品种选育,发掘高糖高花青素的芽变新资源“内秀”。其花青素含

量更高,血色更深,糖度也更高。由于国际上尚未有公开发布的高质量血橙基因组,团队利用第三代测序技术,对血橙芽变资源进行了全基因组测序,成功组装了首个血橙高质量基因组,测序深度可达65X,基因组组装完整度评估为98.20%。此外,团队结合比较基因组学分析,揭示了血橙花

青素合成能力的染色体结构变异基础。

检测分析表明,在中国西南地区,“内秀”在甜度和红度方面都超过了当地主流品种“塔罗科”血橙,具有强大市场潜力。此项成果将有力推动高品质血橙功能基因研究和基因组进化研究工作,并为后续血橙特异基因挖掘和育种利用提供核心素材。



农民在田间采收血橙。 视觉中国供图

将益生菌发酵技术引入现代果蔬加工 这杯胡萝卜汁没有土腥味

◎本报记者 魏依晨

近日,记者来到江西旷达生物科技有限公司,看到了一辆满载亮橙色胡萝卜的半挂车。“这一半挂车的胡萝卜有33多吨,我们一天要消耗3辆车也就是约100吨胡萝卜,来制作益生菌发酵胡萝卜浆。”南昌大学食品科学与资源挖掘国家重点实验室常务副主任、教授熊涛告诉记者。

据了解,熊涛团队不断完善果蔬益生

菌发酵技术,突破关键技术瓶颈,首次将益生菌发酵技术引入现代果蔬食品加工领域并实现成果转化。今年仅该益生菌发酵胡萝卜汁饮料的销售额就有望达到3亿元。

中国的蔬菜和水果产量全世界最高,但加工率却一直有待提高。如何对蔬菜水果进行高值化加工,成为研究团队要解决的一大问题。熊涛说,解决它的关键就在益生菌身上。

目前,益生菌发酵产品主要是酸奶类,

发酵果蔬比较少。在实验室里,熊涛递给记者一杯胡萝卜汁饮料。记者品尝后发现,这杯饮料并没有胡萝卜特有的土腥味,取而代之的是酸甜甜的风味。

“经研究,胡萝卜的土腥味来自萜烯类化合物。我们发现通过微生物发酵的方法,可以很好地将其代谢转化,这就解决了不良风味的问题。”熊涛说,他们之前曾试图把发酵牛奶的菌剂用在果蔬中,但效果不是很好,总有馊味。后来经过大量实验发现,酸奶发酵菌并不适合在果蔬环境中生存。比如酸奶中常用的保加利亚乳杆菌,在发酵果蔬中几乎不存在。

“因此我们只能自己寻找并筛选新菌种。”熊涛指向身后的地图,每一处他们团队采用过的地方都贴上了小红旗,看起来密密麻麻。“我们把国内比较有名的传统发酵蔬菜工艺都收集起来,对传统工艺进行详细整理,再对发酵菌种进行分析、分离、鉴定和保存,获得了较大的果蔬发酵益生菌资源库。”熊涛带着记者来到实验室的菌种库。这里保存了果蔬发酵专用菌株8000多株,是我国首个具有自主知识产权的果蔬发酵专用菌种库。

在果蔬益生菌发酵技术产业化应用

层面,南昌大学团队利用这些菌种,已经开发了包括直投式果蔬发酵复合益生菌剂生产技术、益生菌发酵泡菜生产技术、益生菌发酵果蔬原浆生产技术、益生菌发酵果蔬饮料生产技术等在内的9种新技术。在成果转化方面,南昌大学团队开发了直投式果蔬发酵专用益生菌剂、益生菌发酵果蔬粉、益生菌发酵果蔬饮料等13类新产品。熊涛说,目前这些产品都已实现规模化生产。

虽然这项技术名为果蔬益生菌发酵关键技术,但熊涛介绍,它实质上构建了一个技术体系,从源头掌握了果蔬发酵菌种、菌剂及能够实现“交钥匙工程”的产业化技术。

“我们还有很多面向大健康类的产品正在研发。”熊涛向记者透露,功能性食品开发是未来产业发展趋势,比如降糖、降脂、降尿酸等一系列植物基益生菌发酵产品。

果蔬和益生菌的结合形成了一系列美味、安全、营养、健康的产品,果蔬益生菌发酵上、中、下游全产业链愈加完善。熊涛说,凭借技术优势,相关产业链已向新疆、云南等边疆地区延伸,将来有望形成百亿甚至千亿产业。



用于制作益生菌发酵胡萝卜浆的胡萝卜。 本报记者 魏依晨摄

研究进展

科学家发现 新型高效广谱杀虫蛋白

科技日报 (记者马爱平)5月27日,记者从中国农业科学院棉花研究所获悉,该所棉花分子遗传改良创新团队在棉花中发现了一个新型高效广谱杀虫蛋白,可以高效毒杀鳞翅目害虫。相关研究成果发表在《自然·植物》上。

草地贪夜蛾、棉铃虫、玉米螟等鳞翅目害虫,是联合国粮农组织认定的全球重大农业害虫,对农业生产构成重大威胁。尤其是原产于美洲的草地贪夜蛾,对全球多种寄主植物造成严重危害,急需新型杀虫蛋白加强防控。

中国农业科学院棉花研究所研究员李付广告诉记者,团队在棉花中鉴定到一个天然新型杀虫蛋白,其对棉铃虫和草地贪夜蛾均表现出显著抗性。且该蛋白的杀虫机制与苏云金芽孢杆菌蛋白的杀虫机制完全不同,两种蛋白具有良好互补性。

同时,研究创制了过表达该杀虫蛋白的棉花、玉米、水稻等新种质。这些种质表现出对草地贪夜蛾、棉铃虫、玉米螟、稻纵卷叶螟、小菜蛾等在内的鳞翅目害虫的高抗性。

“研究结果表明,新型杀虫蛋白对鳞翅目害虫具有广谱杀虫性,可作为绿色生物农药用于防控多种类型的鳞翅目害虫,且对环境友好无残留。它还可替代苏云金芽孢杆菌蛋白发展抗鳞翅目害虫作物,有望在全球农业生产中发挥重要作用。”李付广说。

花椰菜花球形成分子机制揭示

科技日报 (记者陈曦)5月27日,记者从天津市农业科学院获悉,该院科研团队揭示了花椰菜的演化历程与花球形成的分子机制。这项成果填补了花椰菜高质量基因组研究的国际空白,让全世界“读懂”花椰菜基因密码。相关论文日前发表于国际学术期刊《自然·遗传学》。

花椰菜俗称菜花,其膨大的花球富含抗癌活性物质与多种营养成分。花椰菜在我国曾是稀罕蔬菜,种植面积很小,杂交品种依赖进口。

为突破花椰菜育种技术壁垒,天津市农业科学院蔬菜研究所花椰菜育种团队经过不懈攻关,相继主持育成40余个具有自主知识产权的新品种,改变了我国花椰菜优良杂交品种短缺和花椰菜生产落后的局面。尽管如此,我国花椰菜育种的基础研究仍然薄弱,特别是基因组学研究严重滞后,缺乏对种群结构、驯化历史、花球形成和重要农艺性状调控机理的解析,制约了我国花椰菜新品种的选育进程。

此次研究中,天津市农业科学院蔬菜研究所花椰菜育种团队和该院种质资源与生物技术研究所农业基因组学团队,联合中国农业大学园艺学院教授林涛团队,历经6年持续攻关,升级完善了花椰菜基因组。借助基因组大数据,科研人员鉴定出9个与花椰菜产量、品质、抗病虫等重要农艺性状相关的关键基因。团队依托涵盖971个花椰菜品系及其近缘物种的变异组图谱,将花椰菜分为5个亚群,详细划分花椰菜群体结构,解析花椰菜分步驯化历程。

“读懂”了花椰菜的基因密码,未来科研人员可以培育出更优质、高产、抗病抗虫的花椰菜新品种。国家花椰菜育种首席科学家、天津市农业科学院蔬菜研究所研究员孙德岭表示,研究突破了花椰菜种质资源和功能基因匮乏的瓶颈,极大提升了花椰菜育种的精准性和效率,促进了我国花椰菜从传统育种向分子育种的转变。

我国首次实现 鸡冷冻卵巢组织活体复原

科技日报 (记者马爱平)5月27日,记者从中国农业科学院北京畜牧兽医研究所获悉,该所蛋鸡遗传育种创新团队利用原位移植技术,首次实现鸡冷冻卵巢组织活体复原。团队在白来航母鸡中成功移植了横斑洛克黑羽鸡冷冻卵巢组织,并孵化出一只横斑洛克黑羽雏鸡。这是我国首例通过原位移植技术将玻璃化冷冻卵巢复原产生的雏鸡。

遗传材料的冷冻保存与复苏是实现畜禽遗传资源长期安全保护的重要手段。然而,由于家禽的繁殖特性和遗传材料的低温生物学特性,冷冻保存与复苏技术难以突破,长期制约着我国畜禽遗传资源的高效保存。此前,团队突破鸡精液冷冻保存技术,国家家养动物种质资源库利用该技术成功收集保存了30余个珍稀濒危鸡遗传资源。

原位移植技术是将供体器官移植到受体原有解剖位置的手术。中国农业科学院北京畜牧兽医研究所蛋鸡遗传育种创新团队资深首席研究员陈继兰告诉记者,此次团队利用玻璃化冷冻保存技术,成功冻存了横斑洛克鸡雏鸡即供体的卵巢组织,解冻复苏后原位移植到白来航鸡即受体的卵巢并发生组织融合。随着受体体成熟,可同时产生由供体卵巢组织中卵原干细胞分化形成的卵子和受体来源的卵子。研究发现,在人工授精过程中,这些卵子接受了来自供体品种横斑洛克公鸡的精液,有一定概率可以培育出由供体精卵结合而诞生的雏鸡,这种雏鸡外观为横斑洛克黑羽鸡。

“本次卵巢冷冻和原位移植的成功,突破了单性别冷冻保存精子难以保存完整基因组的难题,标志着我国可以通过精液和卵巢组织遗传材料的冷冻保存,实现鸡种质资源活体复原。这对我国鸡遗传资源长期有效保存和濒危资源的抢救性保护具有重要意义。后续团队还将对复原个体开展评估,并进一步研究复原效率提升方案。”陈继兰说。