

编者按 党的二十大报告指出,树立大食物观,发展设施农业,构建多元化食物供给体系。食品生物技术是食品产业最具发展前景的前沿技术之一,对食品资源挖掘、加工制造、质量控制、营养和安全等具有重要意义,也是实现大食物观的关键技术和重要途径。今起,本版推出“聚焦食品生物技术”系列报道,关注现代食品生物技术领域的热点话题与发展趋势,助力生物技术赋能食品产业创新,推动食品产业高质量发展。



生活中常见的食品酶制剂可用于制作奶酪和酸奶的凝乳酶,以及降低果汁饮料粘度的果胶酶等。图为消费者在超市选购酸奶和果汁产品。视觉中国供图

酶工程技术:提升食物品质 守护“舌尖健康”

聚焦食品生物技术①

◎本报记者 陈曦

春节将至,年夜饭的筹备也提上了日程。回味无穷的美酒、入口即化的红烧肉、松软有嚼劲的大馒头、清爽解腻的酸奶……餐桌上的不少佳肴之所以如此美味,其中都少不了食品酶的助力。

食品酶的创制离不开酶工程技术。作为一种生物技术,酶工程技术具有高效、安全、绿色的特点。它不仅食品加工中有着广泛的应用,也有助于从根本上保障食品品质,守护“舌尖上的健康”。

酶技术让食品口感越来越好

酶是一个十分庞大的家族,全球已报道发现的酶的种类有3000多种。“酶是一种生物催化剂,是生物体产生的具有生物催化功能的物质。”天津科技大学生物工程学院教授刘逸寒介绍,酶的分子结构是以氨基酸长链为基础的。它本质上属于蛋白质,在加快新陈代谢、促进化学反应等方面发挥着巨大作用。

基于酶的反应原理,可以把酶分为氧化还原酶、转移酶、水解酶、裂合酶、异构酶、连接酶、转位酶等类别。它们在生物体内具有不同的生理功能。而每一类酶又分为若干种,比如水解酶可分为蛋白酶、糖酶、酯酶等。其中,蛋白酶可以将不同种类的蛋白质水解成小分子的肽、氨基酸等物质,从而促进生物体的蛋白质代谢和新陈代谢。

与其他催化剂相比,酶催化具有多重优点,如反应条件温和、反应效率高、底物专一性强、节省能源、环境友好等。但是,酶并不好驾驭。它在催化作用中容易受到一些因素的影响,导致蛋白质结构发生变化,活性消失。

“这就需要通过酶工程技术,对酶进行分离、提纯、固化以及加工改造,使酶能够充分发挥快速、高效、特异的催化功能,更好地帮助人类生产各种产品,或促进某些生化反应过程进行,从而达到预期的目的。”中国科学院天津工业生物技术研究所研究员孙媛霞说。

随着现代生物化工技术的发展和进步,以及人们对基因工程、细胞工程的研究不断深入,酶的工业化量产不断取得突破性进展。与此同时,酶工程技术也在食品工业、轻工工业以及医药工业等领域中发挥着重要作用。“特别是在食品领域。我们常用的食品酶包括蛋白酶、脂肪酶及糖苷酶等。如今,食品酶早已悄悄走进了千家万户。”孙媛霞说,比如用于制作奶酪和酸奶的凝乳酶,增加肉的鲜嫩程度的木瓜蛋白酶、提升面包口感的木聚糖酶,以及降低果汁饮料黏稠度的果胶酶等。

食品酶研究走向智能高效

“酶工程技术在食品工业中的应用越来越广,离不开这项技术创新研究的快速推进。”天津科技大学党委副书记、校长路福平认为,近年来,随着计算机技术的快速发展,分子模拟和人工智能技术在食品酶研发中发挥了不同程度的作用。这些技术主要用于催化机理解析、高效酶分子理性设计以及新酶挖掘三个方面。

利用分子模拟技术,科研人员可以更直观地观察到食品酶分子的三维构象,从而进一步加深对食品酶催化机制的了解,并指导食品酶分子的高效理性设计。路福平举例说,为了提高反应速率,工业生产中经常需要食品酶具有耐高温的特性。利用计算机模拟和大数据分析,寻找食品酶的活性位点和影响酶热稳定性的关键氨基酸残基,科研人员就可以进一步对其进行理性设计,从而获得耐高温的酶分子。同样的,还可获得耐碱性、耐酸性以及催化效率提升的新型酶分子。

除了对已有食品酶进行改造,随着生物数据库的指数级增长,计算机模拟技术在筛选及挖掘新型食品酶分子方面同样具有竞争力。“我们现在获取和已知的酶只是冰山一角。自然界中的酶太多了,靠人工从微生物、动植物里筛选,远远不能满足酶工程发展的技术需求。”孙媛霞说,现在通过基因组数据分析,科研人员可以快速挖掘和发现有用的酶基因片段。

有了基因片段,还需要合成各种酶。“这个过程可以依赖现有的人工智能技术,先预测酶蛋白的3D结构,而后进行精准设计,再通过酶工程手段结合高通量筛选平台对酶蛋白分子进行改造,最终实现新型食品酶的创制

与开发,以适应各类食品加工行业的需求。”孙媛霞进一步解释。

技术发展和应用转化面临挑战

目前,食品安全国家标准《食品添加剂使用标准》(GB 2760-2014)批准使用的酶制剂,可应用于植物提取、蛋白水解、油脂加工和淀粉加工等食品生产的多个环节。“食品酶技术已被应用在淀粉制品制造、调味品制造、酒和饮料制造、乳制品制造、烘焙食品制造、食品添加剂制造等领域。”刘逸寒介绍,食品酶的催化,创造了食品的不同形态、味道及色泽,提升了食品的功能、营养及品质。

据了解,食品酶在改善食品的质构特性,提高食品的风味和营养价值,稳定有效成分和食品体系,降低食品安全风险,简化加工工艺等方面发挥着越来越重要的作用。而且,一般加工后都会将酶灭活。失去活性的酶将作为一种蛋白被分解,不会给食品带来安全风险。

随着人们对食品的健康、营养以及安全性要求的提高,食品酶也面临着更大的挑战。虽然有了创新技术的加持,但是真正用于工业生产食品酶制剂还不足百种。

“制约酶工程技术转化应用最主要的原因,就是食品酶对安全性的要求很高。”孙媛霞说,世界各国及国际组织对食品酶的管理模式,主要分为食品添加剂或者加工助剂模式。这两种模式均要求对未列入使用名单的食品酶制剂进行安全性评价。

食品酶制剂安全性评价主要包括来源安全和生产加工过程安全两类。因此,食品酶的“门槛”非常高,要具有非致病性、不产生毒素、抗生素和激素等物质;经各种安全性试验证明无害;需进行致敏性、致癌性和致畸性测试等生物分析并满足相关要求。

“针对种类繁多食品加工底物和加工过程条件,如何能够精准开发基于应用效果和场景的多酶协同作用的复合酶制剂,从而‘量身定制’出可以满足食品加工业个性化、多样化、精细化需求的酶制剂产品,也是目前酶技术发展和应用转化中的难点。”刘逸寒补充说。

迄今最大规模的猪多组织遗传调控效应图谱发布

科技日报讯(记者叶青 通讯员陈其辰)1月29日,记者从华南农业大学获悉,该校猪禽种业全国重点实验室教授张哲、李加琪团队与国内外多个团队合作,在猪基因组学领域取得重要进展。科研人员研究整理出迄今最大规模的猪转录组大数据集,构建了多组织遗传调控效应图谱,为完善猪基因组功能注释提供了极为丰富的数据资源。相关研究成果近日在线发表于《自然·遗传学》。

我国是猪肉生产和消费第一大国。“鉴

定猪的重要经济性状的育种靶点,解析其遗传调控机制,研发配套技术,并把技术创新运用到实际育种,培育突破性中国特色新品种,是打好种业翻身仗的关键。”张哲介绍,他们从公共数据库中收集了全球100多个猪品种的所有转录组数据和其他多组学数据,涵盖了138种组织或细胞类型,获得了5种转录本的2292954个分子型。

在此基础上,研究团队深入解析了猪多组织基因表达模式,鉴定出34个代表性组织的特异表达基因。同时,该研究通过开展

大规模分子数量性状基因座(QTL)定位,发布了迄今最大规模的猪多组织遗传调控效应图谱,并通过整合多组学信息,深入探讨了遗传调控变异的特性和分子机制。

据介绍,研究团队通过整合遗传调控效应图谱,全面系统地解析了猪复杂性状遗传调控机制。研究人员利用多种统计分析方法,将图谱与268个猪复杂性状全基因组关联研究(GWAS)的统计量结果进行整合挖掘,揭示了多组织分子-QTL对猪复杂性状遗传机制解析具有重要作用。此外,研究团队还解析了其中80%的GWAS信号与多组织分子型表的潜在遗传关联,为猪复杂性状遗传机制的精准解析提供了分析流程范例。

为深入发掘猪作为生物医学模型的潜力,研究团队通过遗传调控水平的物种间比较分析,揭示了猪和人类基因组中共享的遗传调控效应。研究团队发现了89个显著相关的类一猪性状组合,表明了猪和人类在复杂性状中具有相似的遗传调控效应。

此外,甘垦糯3号的其他营养成分含量也较为突出:蛋白质含量达14.18%,钙含量为360毫克/千克,铁含量为113毫克/千克,锌含量为26.6毫克/千克,硒含量为0.032毫克/千克,赖氨酸含量为0.51%。除了可被加工成青稞米、青稞面条、青稞香粽等常见食品外,甘垦糯3号还可以被加工成功能产品或专用产品,如控糖产品、高β-葡聚糖产品、低GI产品、高纤代餐粉等。

青稞品种甘垦糯3号育成并进入产业化

科技日报讯(记者顾满斌)近日,记者从甘肃省农业工程技术研究院获悉,该院国家大麦青稞产业技术体系武威综合试验站团队新育成的青稞品种甘垦糯3号,已在多家企业进入成果产业化阶段。团队采用常规育种与现代生物技术育种相结合的方法,在新品种中将β-葡聚糖、膳食纤维和γ-氨基丁酸三种功能成分有效聚集在一起,破解了青稞营养成分不易聚集的难题,是青稞品质育种的成功实践。

青稞主要生长在青藏高原地区,是海拔3500米以上唯一种植的粮食作物,在西藏、青海、四川、云南、甘肃等地都有种植。青稞属于“三高二低”作物,即高膳食纤维、高维生素、高蛋白、低糖、低脂肪。研究发现,青稞是血糖生成指数(GI)最低的杂粮作物,具有降糖减脂、饱腹轻食等功效。青稞的生长环境多为高海拔缺氧地

区,紫外线辐射强烈。特殊的生长环境使得青稞的功能成分含量较高,特别是β-葡聚糖、膳食纤维、γ-氨基丁酸等。近年来,青稞的功能成分已成为研究热点。

“和其他杂粮作物一样,青稞的口感略显粗糙。而且加工青稞的企业较少,相关产业发展相对迟缓。”中国作物学会大麦专业委员会副会长、国家大麦青稞产业技术体系武威综合试验站站长张想平介绍,针对青稞的口感和加工性能问题,团队以品种改良为出发点,以支链淀粉占比为切入点,聚焦青稞功能成分和品质性状,用了十余年的时间,成功选育出支链淀粉含量高、功能成分突出的糯青稞品种甘垦糯3号。

2011年,在育成国内第一个糯青稞品种甘垦5号后,该团队就针对品种产量低、植株矮小、机收易掉穗的缺点,与上海市农业科学院合作开展进一步的育种研究。

小孢子培养技术是一项高效单倍体育种技术。常规杂交育种想要得到一个纯合稳定的后代往往需要5—7年,而运用小孢子培养技术能够让杂种后代在1—2年内获得纯合体,比常规育种少了4—5年,极大加速了育种进程。

上海市农业科学院研究员刘成洪介绍,小孢子培养技术在十字花科作物等双子叶植物育种中应用较多,而在禾本科粮食作物等单子叶植物育种中的应用还相对不足,培养效率受材料基因型的影响较大。研究人员采用常规育种与小孢子培养相结合的方法,优化杂交组配及选育方案,最终育成了品质性状突出的青稞新品种甘垦糯3号。品种比较试验数据表明,新品种的产量较对照组的甘垦5号提高了26.2%,农艺性状和品质性状得到明显改善。

研究进展

蚕桑互作新机制揭示

科技日报讯(记者雍黎)家蚕的生长发育与桑叶有关。1月29日,记者从西南大学获悉,该校何宁佳教授团队日前首次证明了桑树源微小核糖核酸miR168a可跨界调控家蚕生长发育,揭示了蚕桑互作的新机制。相关研究成果在《国际生物大分子杂志》上发表。

家蚕是以桑叶为食的寡食性昆虫。经过多年的协同进化,蚕与桑之间形成了密切的关系,成为研究植食性昆虫与植物相互作用的理想材料。该研究首先通过高通量测序,在家蚕体内筛选出4种桑树来源的微小核糖核酸(miRNAs),随后确认家蚕各个组织里存在这4种桑树来源的miRNAs,其中以miR168a丰度最高。

研究发现,桑树中的miR168a被家蚕取食后,会通过外泌体运输进入蚕体,调控家蚕BmMth11基因从而增强抗氧化酶的活性,降低家蚕体内的氧化应激水平,最终延长家蚕的寿命,并显著提高雌蛾的产卵能力。该研究首次证明了桑树源miR168a能够跨界调控家蚕的生长发育,揭示了蚕桑互作新机制。

我国首个咖啡发酵

专用微生物菌种资源库建成

科技日报讯(记者赵汉斌)记者1月29日从云南农业大学获悉,该校研究人员历经多年努力,依托云南省咖啡种质资源及科研平台优势,建成了我国首个咖啡发酵专用微生物菌种资源库(CFMRD),为咖啡产业绿色高质量发展提供了科技支撑。

咖啡作为一种重要的经济作物,产量与消费量位居世界三大饮料之首。其中,发酵是提高咖啡质量的重要一环。利用微生物控制发酵,是稳定咖啡风味特征,增强咖啡香气、酸度,提高精品咖啡出产率的重要途径。

在云南,咖啡是八大高原特色农业支柱产业之一,种植面积和产量占全国98%。为提高我国咖啡精准调控发酵水平和菌种保藏利用能力,增强产品国际竞争力,有效保护咖啡发酵微生物种质资源,建设专用菌种资源库十分必要。

云南农业大学近年来组建项目组,通过系统分离咖啡发酵菌种,开展分类鉴定和功能评价,并采用微生物保藏、多相分类鉴定和现代微生物菌种管理等技术,首次建成拥有3030株咖啡发酵专用微生物菌种的资源库。该菌种库的建立,有效提高了我国咖啡自然发酵专用菌种的保藏和利用水平,实现了此类菌种的科学规范、长期安全保藏,夯实了我国咖啡发酵微生物的种质资源基础,对促进咖啡发酵技术现代化、保障咖啡产业高质量发展具有重要意义。

同时,项目组还开展了云南咖啡发酵过程中菌系结构及其消长规律的研究,初步阐明了微生物发酵代谢的规律及其调控机制,为咖啡发酵优良菌种的高通量筛选奠定了理论基础。此外,项目组定向选育出高产果胶酶菌株18株和增香菌株26株。其中,有酵母菌16株、乳酸菌8株、霉菌2株。这一成果解决了国内咖啡发酵高性能优良菌种资源缺乏的难题,突破了相关菌种长期被国外垄断的局面。项目组还建立了咖啡发酵的关键应用技术体系,开展了鲜果发酵、二次发酵的22种咖啡产品研发,开创了新型咖啡产品品类。



图为滇产咖啡豆。受访单位供图

科研人员开发出调控昆虫性信息素释放行为新载体

科技日报讯(记者马爱平)1月29日,记者从中国农业科学院植物保护研究所获悉,该所农药分子靶标与绿色农药创制创新团队提出了调控斜纹夜蛾昆虫性信息素释放行为的纤维载体结构设计策略,成功创制了调控昆虫性信息素释放行为的新载体。相关研究成果日前发表在国际期刊《纳米快报》上。

作为一种环保的农药替代品,昆虫性信息素已经在果园和一些大田作物害虫防治方面发挥了重要作用。然而,由于固有的易挥发和易降解特性,昆虫性信息素必须借助特定的载体才能实现最佳的防治效果。遗憾的是,传统的惰性材料往往无法有效控制昆虫性信息素在初期的迅速释放,并且持续有效时间也相对较短。因此,当前亟待开发一种新型载体,更好地调控昆虫性信息素的释放行为,从而提高其在害虫防治中的实用性和持久性。

论文通讯作者、中国农业科学院植物保护研究所研究员曹立冬告诉科技日报记者,该研究以聚己内酯为核层材料,以聚羟基丁酸酯为壳层材料,成功设计了具有核壳结构、负载斜纹夜蛾性信息素的复合纤维。研究表明,该复合纤维具有良好的热稳定性、疏水性和抗紫外线性能,可对负载的昆虫性信息素提供良好的保护,成功缓解了负载的昆虫性信息素早期的“突释”现象,并有效延长了其释放时间。田间试验结果表明,该复合纤维具有持续良好的害虫诱捕能力,并且可以在环境中自然降解。

据悉,该研究为昆虫性信息素载体的设计运用提供了新思路。“该复合纤维将静电纺丝纤维与生物材料相结合,能够产生优良的降解性能。这种独特的结构设计策略不仅为昆虫性信息素载体的创新设计提供了新的方向,还有望成为农业害虫管理的有力工具。”曹立冬说。