

弥补资源短缺 降低对外依存度 向微生物要蛋白

◎本报记者 吴叶凡

食物蛋白是人类重要的营养物质。近年来,世界人口持续增长导致蛋白需求大幅增加。有数据显示,预计到2050年,全球人口将超过90亿,食品蛋白需求将增长30%—50%。

我国是蛋白消费量最大的国家,且消费量呈快速增长趋势。在不久前举办的主题为“单细胞蛋白生物制造战略需求与技术挑战”的香山科学会议上,专家学者建议,促进单细胞蛋白生物制造技术创新,保障我国蛋白资源供给。

什么是单细胞蛋白?有哪些合成单细胞蛋白的技术路径?会上,多位专家就上述问题进行了探讨。

传统方式难以满足高蛋白需求

“我国蛋白供给正面临严峻考验。”中国科学院天津工业生物技术研究所研究员吴信开门见山指出问题。

当前,种植业和养殖业为我国蛋白主要供给方式。但这两种传统的供给方式在供给蛋白数量、质量和可持续等方面均存在不利影响因素。以大豆为例,它富含蛋白,是畜牧业饲用豆粕的主要来源。吴信介绍,生产1亿吨大豆需要7亿多亩土地资源,而我国人均可耕种土地资源严重不足,难以满足蛋白原料的供给需求。

我国大豆对外依存度较高。海关数据显示,2023年我国进口粮食1.6亿吨,大豆占比超过6成,达9941万吨。吴信指出,近年来,在极端天气、国际局势等多方面不利影响下,全球大豆产量继续下降,供需矛盾愈演愈烈,推高了畜牧业成本,也影响了我国粮食安全。

单细胞蛋白,也叫微生物蛋白,是通过对各种工农业废料及石油废料进行大规模人工培养,得到的蛋白资源,主要包括酵母蛋白、细菌蛋白和藻类蛋白等类型。目前已经发现多种可用于单细胞蛋白生产的菌株,如细菌、真菌、微藻等。

由于微生物的生长繁殖速率快,因此单细胞蛋白的单位面积蛋白生产效率大大高于种植大豆等传统方式。“为保障稳定优质的蛋白质资源供给,我们要努力推动‘向微生物要蛋白’。”吴信说。

推动一碳原料规模化应用

“传统生产单细胞蛋白的过程中,大多以可食用的糖基碳源为原料。但糖基碳源仍依赖种植,生产成本高。”吴信认为,结合我国国情以及新一代单细胞蛋白的发展趋势,应推动使用不依赖种植的一碳原料合成单细胞蛋白。

甲醇、甲烷、二氧化碳、一氧化碳等一碳原料不仅来源广泛,而且价格低廉。中国科学院天津工业生物技术研究所研究员王钰介绍,以甲醇为例,它易于运输,比糖基碳源具有更高的能量密度,可以利用煤炭等石化资源进行规模化生产,也可以利用生物质、二氧化碳等可再生资源作为原料进行规模化生产。在我国化工和炼油行业中甲醇年产量达8000万吨以上。

此外,吴信还提到,甲醇作为单细胞蛋白合成原料还具有质量稳定可控的优点。

为实现一碳原料的高效利用与转化,近年来,研究者构建了多样的微生物底盘作为一碳生物制造的核心催化剂,并已实现了较高水平的单细胞蛋白的生物合成。

“巴斯德毕赤酵母是一类能够利用甲醇作为唯一碳源和能源的酵母菌。”吴信介绍,2023年,我国已建成首套以甲醇为碳源的巴斯德毕赤酵母水解蛋白万吨级产业化示范工厂,并顺利投产。

“该工厂应用的发酵工艺安全、高效,能够稳定连续运行100天以上,发酵系统节能、环保,无‘三废’产生,解决了发酵企业环保压力大的问题。该体系实现了低成本、高产,生产的单细胞蛋白品质高,不仅具有高蛋白的特征,而且富含寡肽、多肽、多糖等,可开发高附加值蛋白、肽或酶类产品。”吴信说。



图为巴斯德毕赤酵母蛋白生产示范基地。受访者供图

记者了解到,今年9月,该工厂十万吨巴斯德毕赤酵母水解蛋白项目顺利签约,投产年后产量将相当于每年百万亩土地种植的大豆蛋白当量。

加强工农业副产品开发利用

除了一碳原料,我国还有着丰富的工农业副产物资源,如秸秆、豆渣、酒糟等,也可以开发为合成单细胞蛋白的原料。

记者了解到,目前我国每年玉米种植面积约6亿亩,玉米秸秆产量一般为玉米粮食产量的1.3—1.6倍,每年大约有7亿吨。玉米秸秆中蕴含着与普通粮食基本相当的总能,还含有许多对畜禽生长发育有益的营养物质。

“目前,因为储藏过程易霉变、易产生真菌毒素等原因,秸秆低值利用较为普遍,未得到高效的转化利用。面对蛋白资源短缺和潜在的秸秆资源浪费,应积极推动秸秆单细胞蛋白的生物创制工作。”中国科学院天津工业生物技术研究所副研究员高乐说。

高乐解释,秸秆中的木质纤维素具有多化学组分、多层次超分子结构,致密的复杂结构是秸秆难以降解的主要原因。构建高产降解酶系—复合菌系统是解聚秸秆的有效途径。这一途径的核心在于利用菌酶协同特性、菌群互养模式,最大限度地发挥多样性菌与酶的互作关系,有效提高秸秆中木质纤维素的解聚效率。

记者了解到,在国家重点研发计划相关项目的支持下,吴信团队在秸秆高效降解工程菌高通量选育及改造、与秸秆结构特性高度适配的酶制剂定制化开发、菌酶协同固态发酵系统创制等方面进行技术创新。

团队搭建了完整的秸秆规模化生物合成饲用蛋白的全链条技术体系,突破了秸秆抗降解屏障、蛋白转换的技术瓶颈,形成了具有自主知识产权、秸秆规模化生物合成饲用蛋白的系统工程及产业化示范,精准解决秸秆资源化利用效率低和传统蛋白短缺两大难题。

“该技术体系可应用于多种工农业副产物生产单细胞蛋白,大幅提升原料品质和性价比,为工农业副产物的高值化利用提供了可持续的解决方案,对缓解人畜争粮和粮食安全问题有重要战略意义。”吴信说。

找回“丢失的”玉米高蛋白基因

◎本报记者 王延斌

日前,齐鲁师范学院教授路小铎团队的“高蛋白玉米种质创制与新品种选育”项目获批山东省重点研发计划项目。

玉米是一种以淀粉为主要成分的作物,其蛋白含量相对较低。路小铎团队为何要让玉米获得高蛋白?他们又是如何创制高蛋白玉米种质,培育高蛋白玉米品种

的?带着这些问题,记者走进路小铎团队工作的山东省作物营养强化分子育种工程技术研究中心实验室一探究竟。

在这里,玉米粒是主角。3位博士和8位硕士承担起高蛋白基因克隆、优异基因挖掘、分子标记开发、含有目标高蛋白位点的原始种质资源创制等任务。

数据显示,玉米是我国第一大作物,占粮食总产量的近40%。其中,60%以上的玉米被用于生产饲料。可以说,玉米是名副其实的“饲料之王”。

不过,路小铎发现,普通玉米籽粒蛋白含量较低,大部分玉米杂交种蛋白含量不到8%。因此,在生产畜禽饲料时,大豆蛋白必不可少。而大豆严重依赖进口,限制了我国畜禽养殖业的发展。“普通玉米蛋白含量每提高一个百分点,相当于中国可以少进口近800万吨大豆。”路小铎说,这意味着发展高蛋白玉米,可大幅减少我国对大豆进口依赖。

在采访时,路小铎向记者展示了一幅图片。图片的左半部分是野生玉米,这种玉米棒子小而细,玉米粒形似熏黑的瓜子。路小铎解释说,人类在对玉米的驯化过程中,过分追求产量,导致其蛋白基因逐渐丢失,使得当前玉米蛋白平均含量降至8%。

为了提升玉米的蛋白含量,路小铎研究团队在10年前便开始进行玉米高蛋白供体材料的筛选、蛋白含量测定、遗传分析及群体构建。研究团队通过实验发现,野生玉米种子蛋白含量都高达30%,是现代普通栽培玉米的3倍,这表明野生玉米含有控制高蛋白含量的关键基因。

2022年,路小铎的研究团队与中国科学院分子植物科学卓越创新中心研究员巫永睿团队从野生玉米中克隆出玉米

其实的“饲料之王”。

不过,路小铎发现,普通玉米籽粒蛋白含量较低,大部分玉米杂交种蛋白含量不到8%。因此,在生产畜禽饲料时,大豆蛋白必不可少。而大豆严重依赖进口,限制了我国畜禽养殖业的发展。“普通玉米蛋白含量每提高一个百分点,相当于中国可以少进口近800万吨大豆。”路小铎说,这意味着发展高蛋白玉米,可大幅减少我国对大豆进口依赖。

在采访时,路小铎向记者展示了一幅图片。图片的左半部分是野生玉米,这种玉米棒子小而细,玉米粒形似熏黑的瓜子。路小铎解释说,人类在对玉米的驯化过程中,过分追求产量,导致其蛋白基因逐渐丢失,使得当前玉米蛋白平均含量降至8%。

为了提升玉米的蛋白含量,路小铎研究团队在10年前便开始进行玉米高蛋白供体材料的筛选、蛋白含量测定、遗传分析及群体构建。研究团队通过实验发现,野生玉米种子蛋白含量都高达30%,是现代普通栽培玉米的3倍,这表明野生玉米含有控制高蛋白含量的关键基因。

2022年,路小铎的研究团队与中国科学院分子植物科学卓越创新中心研究员巫永睿团队从野生玉米中克隆出玉米

人工驯化过程中丢失的一个控制高蛋白含量的优良基因THP9。这一成果使得玉米的蛋白含量从原来的7%—8.5%提升至14%。

在提升玉米蛋白含量的研究中,巫永睿团队负责基础研究,路小铎团队承担着育种重任。这让他们多年如一日地奔波在三亚南繁基地、济南基地、北京基地……

团队在南北基地频繁穿梭,马不停蹄地进行大规模田间试验,将THP9基因重新导入我国推广面积最大的玉米栽培品种——“郑单958”中。大田试验给出了喜人的结果:不仅“郑单958”的籽粒蛋白含量达到12%以上,而且在不影响产量的前提下节约10%的氮肥,这是THP9带来的意外之喜。

找回“丢失的”玉米高蛋白基因后,路小铎团队和合作伙伴成功培育出“卓越一号”。它是第一个蛋白含量达到14%,且产量抗性未受影响的玉米品种。

如今,玉米籽粒蛋白含量14%的目标已经突破,但在路小铎心目中,他们还有更高的目标:将玉米的蛋白含量提升18%,甚至22%。

谈及团队下一步的研究,路小铎透露:“未来,我们将通过提高玉米籽粒及全株蛋白含量来缓解蛋白饲料缺乏问题。”

研究进展

新型控释纳米农药 防治害虫更安全有效

科技日报(记者雍黎)记者12月16日从西南大学获悉,该校植物保护学院教授何林团队成员、植物保护学院教授钱坤,通过将氨基阿维菌素苯甲酸酯负载到金属有机骨架上,成功研发出EB@PCN-222@HA新型控释纳米农药。这种农药在常规环境条件下可缓慢释放,延长持效期,而在到达鳞翅目害虫体内时则可快速释放起到迅速杀虫效果。相关成果日前发表于国际学术期刊《危险材料学报》。

氨基阿维菌素苯甲酸酯是一种大环内酯类杀虫剂,对鳞翅目幼虫具有显著的杀灭作用。然而,由于其在自然条件下不稳定,传统制剂需要重复给药才能发挥功效。这不仅增加了施用量,还可能对非目标生物构成威胁。

为了解决这一问题,研究团队用PCN-222材料构建了金属有机骨架——一种可在碱性条件下快速解体的材料,随后他们将氨基阿维菌素苯甲酸酯负载到金属有机骨架上,研发出一种新型控释纳米农药。

钱坤说,当农药进入鳞翅目昆虫的肠道时,由于鳞翅目昆虫的肠道呈弱碱性,因此能够快速释放,从而精准防控害虫。与单独的氨基阿维菌素苯甲酸酯相比,EB@PCN-222@HA农药的细胞毒性降低,保障了应用过程的安全性。

藏羚染色体级别基因组公布

科技日报(记者张鑫)12月16日,记者从中国科学院西北高原生物研究所获悉,该研究所研究员张同作联合青海大学副教授魏青团队,成功组装了藏羚染色体级别的基因组,首次获得藏羚染色体水平的高质量基因组和注释信息。相关结果发表在国际学术期刊《自然》旗下的综合性科学期刊《科学数据》上。

张同作介绍,藏羚不仅是世界上分布海拔最高的反刍动物之一,也是青藏高原唯一具有长距离迁徙行为的物种,是研究高海拔适应性机制和迁徙行为的良好模型。然而迄今为止,公开数据库中仍缺少藏羚高质量的染色体水平基因组,限制了基于遗传特征解析其物种适应、进化及种群生态相关工作的开展。

为攻克这一难题,研究团队基于多种基因组测序技术,成功组装了藏羚染色体级别的基因组。数据显示,组装后的基因组连续性好,且完整度和准确性高。此外,研究团队利用蛋白质同源预测、蛋白质从头预测和深度学习等多种方式,在藏羚基因组上共注释到28330个功能基因。

张同作说,此次成功组装藏羚染色体级别的基因组,将为藏羚的适应进化遗传机制、保护遗传学研究及进一步探索物种迁徙行为的遗传机制提供重要基因组资源。



在青海省三江源,藏羚经过青藏线。李新风/视觉中国

天然药物黄芪三萜 实现高效生物合成

科技日报(记者赵汉斌)记者12月16日从中国科学院昆明植物研究所获悉,该所植物化学与天然药物重点实验室天然药物化学前沿交叉团队负责人黄胜雄等人在天然药物黄芪三萜的生物合成方面取得了重要进展。相关成果日前发表在国际期刊《自然·植物》上。

黄芪是被《神农本草经》列为上品的中药,其主要有效成分为黄芪三萜。黄芪三萜具有免疫激活、器官保护、抗癌和治疗糖尿病等多种功效。然而,由于黄芪三萜结构复杂且黄芪自然资源有限,传统的提取或合成方法成本高昂,限制了相关药物的研发。

为了解决这一难题,研究人员对膜荚黄芪展开了深入研究。他们通过转录组数据分析和基因组测序,成功挖掘到一个可能负责黄芪三萜生物合成的基因簇。

研究人员通过体外酶活验证、烟草瞬时表达、酵母体内功能分析和毛状根核糖核酸干扰突变株表征等手段,确认了位于基因簇上的6个基因在黄芪三萜生物合成中起到关键作用。在此基础上,研究团队将上述六个基因在本氏烟草中进行共表达,成功实现了黄芪三萜在烟草叶片的异源合成,使每克本氏烟草可产2.224毫克黄芪三萜。这意味着,未来人们有可能通过更经济、高效的方式生产黄芪三萜。

值得一提的是,该研究所发现的黄芪三萜生物合成基因簇,是目前报道的自然界中最大的天然产物生物合成基因簇之一。这一成果,不仅为其他萜类天然药物的生物合成解析提供了重要参考,还为后续的中药新品种选育及黄芪三萜抗心衰创新药物的研发奠定了重要基础。



农户正在进行黄芪分拣整理工作。李亚龙(甘肃分社)/中新社

我国最大植物内生微生物资源库创制

科技日报(记者俞慧友)12月16日,记者从湖南省农科院获悉,该院植物内生微生物资源库与利用团队历经6年时间,创制了我国最大、自主知识产权的植物内生微生物资源库,以及首个植物内生微生物资源信息库,并基于此开展了产业化研究。

2019年,湖南省农科院植物内生微生物资源库与利用团队开始启动植物内生菌的挖掘、保藏、筛选、改造和利用工作。团队负责人李鑫介绍,基于植物内生菌开发的微生物制剂,具有更优异的亲和性、稳定性和功能性,在植物生长调控和品质改

善等方面有独特作用。

该团队从全国20多个省份的150余种植物中采集了超过6000份样品,从中分离、筛选并保藏了3万余份各类内生微生物资源。

基于实体资源库,团队还建成了我国首个植物内生微生物资源信息库。截至目前,信息库完成了1万余份内生微生物资源的鉴定,涉及微生物学137个科、279个属、1057个种,可基本满足农业绿色高效生产需求。

通过该信息库,科研人员可获悉库内微生物菌种的基因序列、菌种来源、取

样部位和时间,以及功能应用等信息。此外,信息库还配套了菌种鉴定和数据解析等功能,并能提供部分活性功能代谢物成分、培养基配方以及病原微生物信息。

利用该库资源,团队已成功开发出以贝莱斯芽孢杆菌、嗜线虫沙雷氏菌、肉桂色链霉菌等功能内生菌种为主的微生物肥料和微生物农药等多款新型微生物制剂。其中,种内复配贝莱斯芽孢杆菌经多年多点验证,较好解决了菜苔、芋头等作物面临的化学药品难以解决的软腐病问题,为其绿色高效生产奠定了基础。目前,部分制

剂已在中国农资、河北冠龙等企业开展产业化应用。

为有效解决微生物制剂货架期短的难题,团队还开发了微生物抑制剂和稳定剂,成功实现了微生物制剂的长效常温储存,极大降低了生产应用成本。

李鑫说,下一步,团队还将更为广泛地挖掘植物内生微生物资源,实现对我国所有省(区、市)的地域全覆盖。同时,团队将着力加强产学研协同,进一步完善对微生物资源的功能和质量安全评价、种质提纯复壮与创新利用,助力微生物资源的高效利用。