

“小昆虫”撬动粮食安全“大杠杆”

■本报记者 李晨

经过紫外消毒的可食用黄粉虫干、出口国外的饲料用黑水虻干、麻辣川香味蟋蟀小零食、从“地龙”蚯蚓中提取的功能食品……近日，2025 国际昆虫蛋白产业大会暨首届中国国际黄粉虫产业大会在北京举行。

来自全球五大洲 32 个国家的 400 余位专家学者、企业代表齐聚一堂，共同探讨如何将“小昆虫”转化为应对全球蛋白短缺危机的“战略资源”。

随着全球人口持续增长与传统畜牧业资源约束的矛盾日益尖锐，农业可持续发展面临解决蛋白质需求、减少传统养殖业环境足迹、实现食物系统转型等挑战。与会专家一致认为，昆虫蛋白不仅是替代蛋白的新选择，更是推动农业可持续转型、保障国家粮食安全的绿色杠杆。

从“不够吃”到“吃得好”的选择

2024 年，我国粮食总产量首次迈上 1.4 万亿斤新台阶，谷物基本自给、口粮绝对安全，进一步夯实了国家粮食安全根基。但中国农业科学院副院长刘现武在会上指出，我国作为世界畜牧第一大国，饲料蛋白资源高度依赖进口。大豆进口量已突破 1 亿吨，占粮食进口总量的六成以上。

“蛋白饲料原料供给结构性短缺的特点较为突出，加快推广非蛋白氮饲料化利用，积极探索昆虫蛋白、藻类蛋白等资源饲料化利用途径，是保障养殖业稳定发展的客观需要。”刘现武强调。

为何昆虫被视作“破局之钥”？中国工程院院士、山西农业大学教授徐明岗从营养与效率角度提供了科学依据：“许多昆虫的蛋白质含量千重高达 40%~70%，与牛肉、鸡肉相当甚至更高，且含有人体所需的全部必需氨基酸和丰富的微量营养素。”他进一步指出，昆虫生产具有极高的饲料转化率，生产一



挑选后待干燥加工的黄粉虫幼虫。
中国农业科学院蜜蜂研究所供图

公斤昆虫所需的饲料仅为牛的 1/12、猪的 1/4、鸡的 1/2。同时，其温室气体排放远低于传统畜牧业，对土地和水的需求也极少。

联合国粮食及农业组织的报告明确倡导将昆虫作为缓解全球粮食与饲料短缺的重要途径。中国乡村发展协会执行副会长李金祥强调了昆虫的循环经济价值，“昆虫可以将人类和其他动物不能利用的废弃物转化为优质蛋白”。

徐明岗长期从事农业可持续发展研究。他指出，昆虫生产可以转化利用多种有机废弃物，是实现有机农业循环经济的关键途径，很好地解决了废弃物资源高效利用及环境污染方面的问题。

刘现武强调，昆虫蛋白产业是典型的环境友好型、资源节约型产业，其核心优势在于卓越的资源转化能力。我国每年产生秸秆 8.65 亿吨、畜禽粪污 30.5 亿吨、餐厨垃圾 1.2 亿吨，利用黑水虻等资源昆虫处理这些废弃物，既能实现垃圾资源化和无害化，又能获得

优质蛋白饲料和生物有机肥。据测算，若使 50 亿吨有机废弃物转化率 20%~30%，可生产出相当于 1 亿吨大豆当量的动物蛋白，资源效益惊人。

从“实验室”到“餐桌”的漫漫长路

“世间万物，莫不有乾坤；小小昆虫，亦蕴大文章。”李金祥指出，昆虫是地球上种类最繁多、数量最庞大的生物群体之一，自古便与人类文明息息相关。中国古代先贤早已洞察昆虫在自然界和人类生活中的重要地位。

近年来，欧盟委员会批准黄粉虫幼虫及粉末为新型食品，《科学》杂志预测其国际市场占有率将达 20%~30%。刘现武介绍，全球已有 130 个国家、超 20 亿人食用昆虫，已知可食用昆虫达 2100 余种。

然而，尽管昆虫蛋白优势显著，其研发和产业发展仍处于起步阶段。种源研发是产业发展的首要瓶颈。李金祥指出，要在资源昆虫品种的精准选育与繁殖技术的革命性突破上下功夫。他呼吁深化科企协作，推动种源突破。

徐明岗则系统地指出了全产业链的技术需求，包括原料处置技术、养殖技术、加工技术和提取技术。其核心目标是努力降低成本，并开发出更多样化的产品。在养殖环节，尽管我国黑水虻自动化养殖初见成效，但如何融合人工智能、大数据实现从“规模化”到“智能化”的跨越，仍是攻关重点。

“在中国，昆虫蛋白公众认知度和接受度低，技术标准缺失、规模化程度不足仍是主要瓶颈。”徐明岗说。

产学研共绘“昆虫产业”新蓝图

面对挑战，我国正通过国家战略科技力量系统布局，推动产业升级。

在政策层面，农业农村部将昆虫蛋白纳入《饲料原料目录》和《养殖业节粮行动实施方案》，为虫粉、脱脂虫粉的饲料化应用提供了规范依据。但昆虫蛋白在食品、医药等高端领域的应用标准尚未明确。徐明岗强调，需要政策支持，形成可持续发展的全球共识。他呼吁更多国家和国际组织出台政策，支持昆虫蛋白产业发展。

刘现武说，作为国家战略科技力量，中国农业科学院已整体构建起产学研用紧密结合的科技创新体系。全院现有 20 余个院级创新团队从事昆虫领域研究。中国农业科学院蜜蜂研究所与西南大学联合组建了“资源昆虫高效养殖与利用全国重点实验室”，开展了黄粉虫、黑水虻、胡蜂、金蝉、蟋蟀等昆虫资源挖掘、活性成分鉴定和高值化利用的相关研究工作。

徐明岗指出，目前，昆虫蛋白的技术与产品开发呈现多元化趋势。在主流市场的饲料化应用方面，以黑水虻、黄粉虫为代表的昆虫将有机废弃物转化为优质蛋白饲料；在新兴市场的食品化探索方面，欧盟已批准黄粉虫粉末用于面包、奶酪的制作等；在未来市场的高值化开发方面，研究人员从昆虫中提取甲壳素、抗菌肽等成分，相关研究向医药、化妆品等高附加值领域拓展。

刘现武表示，中国农业科学院将加强顶层设计，促进创新链、产业链、资金链、人才链深度融合，加快培育资源昆虫领域新质生产力。这一布局旨在通过跨学科、全产业链合作，构建梯次分明的科技创新体系。

徐明岗呼吁各界齐心协力，共同促进昆虫蛋白产业的健康发展，唯有通过科技赋能、国际合作与产业协同，才能让昆虫蛋白成为可持续的绿色杠杆。

中国科协举办新疆、西藏科普专家报告团活动

本报讯(记者张思玮)近日,中国科协科普部牵头启动了新疆、西藏科普专家报告团系列活动。据悉,此次活动以“润疆兴藏”为整体目标,聚焦当地实际的科普需求,瞄准未来科技和产业发展制高点,促进两地科普事业高质量发展。

报告团由中国工程院院士樊建明、中国科学院院士崔建斌、朱彤领衔,并邀请前沿科技、疾病预防、心理健康等领域的数十

位专家共同参与,赴新疆乌鲁木齐、昌吉、克拉玛依、博尔塔拉、西藏拉萨、林芝等地开展 15 场线下科普报告。同时,此次活动依托中国科协科普中国平台,建设线上“新疆西藏科普服务”专区,紧扣两地地域特征、民族文化特色及生产生活实际,策划推出 16 个专属科普资源套餐包,涵盖生态保护、农业技术、前沿科技、健康养生等核心领域,聚合优质科普内容。

2025 全球计算十大创新成就发布

本报讯(记者王昊昊)在近日于湖南长沙举行的 2025 世界计算大会上,2025 全球计算十大创新成就、2026 全球计算十大发展趋势正式发布。

2025 全球计算十大创新成就分别为:全球计算迈入 ZFLOPS 时代;全球计算能力指数级增长,推动生成式 AI 应用爆发;区域性计算集群加速协同,全球算力互联网从概念迈向落地;神经形态处理器首次商业部署,开启全球类脑计算新纪元;大模型终端化部署,拓展端侧计算万亿级市场新空间;“九章三号”实现 255 光子操纵,拓展人类计算能力上限;千亿参数开源大模型驱动显著,加速计算普惠时代到来;多元协同联盟涌现,全球计算从技术驱动转向标准驱动;基础设施加速“液冷+绿电”,全球计算绿色低碳更

趋鲜明;中美德引领,全球计算技术创新产业创新迎来全新活跃期。

2026 全球计算十大发展趋势分别为:全球计算供应链格局加速多极化重构;计算企业竞争升维全栈生态比拼;破局性能挑战,芯粒异构集成技术将进入普及期;计算架构深度演进助力突破“内存墙”“带宽墙”桎梏;后摩尔时代多元计算范式加速从技术构想迈向产业实践;端侧、边缘算力迈入规模化场景应用爆发期;模型即服务(MaaS)将成算力普惠基本路径;算力优化工具层“效能倍增器”赋能作用凸显;全球计算“成本双轨化”特征持续鲜明;算力与能源步入系统性深度协同新阶段。

世界计算大会由工业和信息化部、湖南省人民政府联合打造,此前已成功举办 6 届。



近日,由中国科学技术馆与南非 Sci-Bono 科学中心共同建设的“倾听科学空间”正式向公众开放。“倾听科学空间”坐落于南非 Sci-Bono 科学中心内,占地约 200 平方米,集科学展示、互动体验与文化交流于一体,设置“思维训练”“非遗科普”“VR 体验”“神机百变”4 个特色展区。中国科学技术馆作为项目的主要资源提供方,将丰富的展教资源与科普经验融入空间建设。南非 Sci-Bono 科学中心则力争使空间内容与当地观众产生共鸣。

图为公众在“倾听科学空间”体验展品。

本报记者高雅丽报道 中国科学技术馆供图

第二次青藏科考交出“应用答卷”

(上接第 1 版)

据介绍,科考累计发表新物种超 3000 个,包括植物 388 种、动物 205 种、微生物 2593 种。更令人振奋的是,一批曾被认为灭绝或濒危的物种被重新发现。同时,团队构建了全球最大的青藏高原冰川病毒与细菌基因库,发现 8894 种冰川病毒(98%为特有)和 2593 个潜在新细菌物种(83%为未知)。这不仅填补了第一次青藏科考在微生物领域的空白,构建的生物多样性数据库还涵盖图片、地理信息、遗传资源、物种特征格局及用途等全维度信息,为实现人工智能(AI)融入青藏高原植物多样性研究奠定了重要基础。

在战略资源勘探领域,科考突破直接缓解了我国资源对外依存压力,确立喜马拉雅高分花岗岩有关的稀有金属矿带,预测了北羌塘盆地中心有更好优质烃源岩及更大生烃潜力,支撑青藏高原战略能源储备基地建设,提出固体矿产成矿远景区 40 个,圈定找矿靶区 33 个,钾盐成矿远景区 96 处,卤水锂远景区 110 处。

参与科考多年,中国科学院地质与地球物理研究所研究员秦克章的感受尤为深刻:“过去,我国一些大宗矿产、战略性关键矿产及稀有矿产对外依存度很高,少则 60%至 70%,多则 90%多。面对紧缺的矿产资源,我们是‘等米下锅’,心里没底。现在,通过这次科考,我们不仅深化了成矿理论认识,更在空白区获得了一系列新发现,摸清了更多的资源家底。无论是近期可以开发的,还是作为战略储备的,我们都‘手中有粮,心中不

慌”了。”

“我现在的心情很激动。”在会议现场接受采访时,方小敏直言,“科考队有几千人的,以前大家各做一块,交流也零散,现在通过综合集成,突然发现‘原来我们做了这么多有用的事’。这种系统性呈现给了我们巨大的信心,也让社会更理解科考的价值。”

提出新论断,环境在转型

“从综合集成成果视角判断,青藏高原正处于‘第三次环境转型期’。”会上,姚檀栋提出这一新论断。

他表示,第二次青藏科考发现,青藏高原经历了 3 次环境转型。第一次转型是在 4100 万年前到 2600 万年前,山海翻转和高原隆升驱动季风水北进和暖湿海洋水汽输送,驱动了生物多样性演化与喜马拉雅褶皱带金属成矿带形成;第二次转型是约 1200 万~800 万年前至今,高原北部隆升与现代青藏高原形成,奠定寒旱化和“三极联动”格局,发育了全球最大的“亚洲水塔”和全球最丰富的生物多样性热点地区之一;第三次转型则是当前及未来,最大特点是全球变化与人类活动造成的暖湿化和暗绿化。

“此轮转型是一个多圈层相互作用、区域放大效应与全球联动空前加强的过程。”姚檀栋举例说,“青藏高原将成为暖湿化‘放大器’,升温速率为每 10 年 0.37 摄氏度,是全球平均的两倍,降水也呈增加趋势。”

这使得机遇与风险并存。一方面,“亚洲水塔”供水能力增强,碳汇能力增强,生物多样性服务人类潜力增强,为宜居发展提供了前所未有的机遇;另一方面,“亚洲水塔”失衡、冰崩及冰湖溃决等巨型灾害风险显著增加,生态系统发生深刻变化,高海拔特有生物多样性丧失的风险加剧。

为破解资源、生态与宜居环境的深层关联,科考队创新性地提出“三极联动”科学假说。“我们将北极、南极、青藏高原视为地球系统的 3 个关键极,通过大气环流与海洋环流将其串联。”方小敏解释说,“而正是这两大环流,决定了全球水与热的分配格局,而水分分配及其变化率控制了生物多样性的演化、人类宜居环境以及关键资源的形成。”

值得关注的是,正在推进的国家重大工程也展现出与环境保护的协同效应。姚檀栋指出:“青藏高原国家公园建设、拉萨南北山绿化工程、川藏铁路建设、雅江水电开发等国家重大战略行动,不仅本身具有显著的生态正效益,也成为应对第三次环境转型、推动高质量发展的关键抓手。”

“下一步,要在充分认识新风险基础上,抓住新机遇,融入‘稳定、发展、生态、强边’发展战略,组织好新阶段重大科考任务。”姚檀栋说。

定位“升级”,迈入新阶段

接下来,青藏科考将何去何从?

姚檀栋表示:“第一次青藏科考定位是‘摸清家底’,第二次青藏科考定位是‘查明变化’,而新阶段的核心定位是‘作贡献’,聚焦高水平高质量发展安全发展。”

姚檀栋强调,青藏高原研究具有典型的“四极”特征:生物适应机制极微观、极高海拔环境极端条件、复杂地球系统极综合交叉、“三极联动”极宏观。为此,面向未来,科考需实现“四个转变”:从地球系统向要素微观机理深入,从人工考察向无人智能科考迈进,从学科交叉向深度融合发力,从青藏高原向南北极联动拓展。

新的科考目标将直指现实需求——青藏高原第三次环境转型下的绿色宜居发展科学行动。未来,将围绕“亚洲水塔”、“双碳”目标、生态屏障等八大应用方向,部署四大核心板块任务。一是深化水—碳—健康研究;二是破解生态—宜居发展难题;三是保障矿产与生物战略资源安全;四是支撑重大工程与科考大装置建设。

“下一步,深化使命导向的地球系统科学研究是基础。”姚檀栋进一步说。同时,要构建战略支撑科技体系,打造冰冻圈灾害监测预警平台、地球系统观测—数据—模拟平台、数字化青藏高原及第三极地球信息国家战略样本库,守护全球气候变化的历史密码,并打造以我为主的国际合作新格局,推进青藏高原世界科学中心建设。

在生物多样性领域,孙航描绘了未来研究的

发现·进展

大连理工大学

开发新型 3D 打印生物墨水

本报讯(记者孙丹宁)大连理工大学教授王华楠团队开发出一类由两性软甲基丙烯酸胺胶(GelMA)纳米颗粒自组装而成的新型胶体凝胶生物墨水。与传统的 GelMA 聚合物墨水相比,该墨水显示出优良的打印性能并扩展了对多种 3D 打印模式的适应性,为 3D 打印技术从实验室到临床应用的转化奠定了基础。相关研究成果近日发表于《生物活性材料》。

GelMA 水凝胶因对多种交联方案的适应性、理想的生物相容性和生物降解性以及易于化学功能化,成为一种广泛用于生物制造的天然聚合物。然而,在 3D 生物打印方面,由于溶胶—凝胶转变缓慢,机械强度不理想以及打印温度控制严格等原因,GelMA 的打印稳定性和准确性不尽如人意。

为此,研究团队开发了双交联 GelMA 胶体墨水,可用于组织模拟物的高效 3D 打印。由于存在可逆键和紫外引发的共价键,GelMA 胶体油墨表现出优异的印刷适性、形状保真度、广泛可调的机械性能、印刷温度稳健性,优于使用最广泛的 GelMA 聚合物凝胶油墨。此外,与传统的聚合物凝胶网络相比,纳米结构胶体网络具备简单的药物负载和缓释能力,提高了传质效率。

研究人员介绍,GelMA 胶体墨水在多种 3D 打印模式下解锁了自由形状,包括多墨水打印、嵌入式打印、原位打印,即便在生理湿润或出血的创伤部位,也可直接精准构建复杂的组织模拟物。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2025.07.010>

上海交通大学医学院附属仁济医院等

研制全新 AI 预后预测系统

本报讯(见习记者江庆龄)上海交通大学医学院附属仁济医院教授卜军团队与上海交通大学教授盛斌团队,研制出人工智能(AI)预后预测系统 DeepSTEMI,通过融合解析多源影像特征,实现了自动化、智能化的风险分层,可精准预测急性心肌梗死患者发生心血管事件的风险,为急性心梗患者的精准管理提供了新的技术工具。相关研究成果近日发表于《科学通报(英文版)》。

急性心肌梗死是导致全球心血管病患者死亡与致残的重要病因。心脏磁共振是评估心肌梗死的“金标准”影像工具,但它依赖人工阅片和手工量化,流程繁杂,主观性强且难以实现标准化,限制了在临床实践中预后评估的真正落地和推广应用。

DeepSTEMI 是首个面向急性心肌梗死患者预后风险的全流程自动化多模态深度学习系统。研究团队整合多中心真实世界数据,累计分析超过 3 万张磁共振图像,为 DeepSTEMI 模型的泛化能力提供了坚实的真实世界证据,也为急性心肌梗死患者提供了更精准的远期心血管事件风险预测和智能化风险分层。

在 multicenter 外部验证中,DeepSTEMI 的预测能力显著优于现行临床评分方法和传统影像指标,能够清晰区分高危与低危患者。在风险分层中,该系统能够更早、更精准地识别未来可能出现不良事件的患者,其风险提示能力远超传统模型,有助于实现急性心梗高危患者的早发现、早干预。同时,DeepSTEMI 在不同医院、不同类型磁共振扫描设备上表现稳定,显示出良好的跨中心、跨设备泛化能力。

为增强模型的透明度和临床可解释性,研究团队采用多种方法解析系统的“决策依据”。结果显示,DeepSTEMI 的预测重点与心肌梗死的病理特征高度一致,能够识别出心肌梗死范围、功能受损区域等关键部位,并通过可视化展示相关信息,帮助医生理解模型判断。值得一提的是,为方便临床医生直接查看,研究团队开发了配套的可视化软件界面。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2025.11.027>