

攻克繁育难题 文昌鱼变身模式动物

◎本报记者 符晓波

不久前,记者在厦门大学生命科学学院细胞应激生物学国家重点实验室的文昌鱼鱼房中看到,不同规格的水桶和鱼缸整齐排列,泵氧设备不停运转,文昌鱼正在这里健康成长。

文昌鱼作为无脊椎动物向脊椎动物进化过程中的重要过渡类群,是研究脊椎动物起源的理想模型。

长期以来,在实验室建立可持续繁育的文昌鱼种群,一直是世界各地实验室文昌鱼研究者努力的方向。如今,我国研究人员通过自主可控技术,调控水质、温度、光线等,实现了文昌鱼的人工繁育和精准生殖调控,为揭示更多关于脊椎动物起源和演化、基因表达调控等生命科学领域核心问题提供了稳定的研究样本。

“我们已搭建起具有国际领先水平的文昌鱼研究平台,基本实现文昌鱼实验动物主体框架搭建。在此基础上,我们以文昌鱼为模型,在脊椎动物中枢神经等重要性状起源机制研究方面,取得可喜的成果。”厦门大学生命科学学院细胞应激生物学国家重点实验室教授李光在应邀前往芝加哥大学作学术报告时说,文昌鱼作为一种野生种群遗传多样性极高的海洋动物,将其驯化成理想状态的实验模式动物,仍需要许多基础性研究工作,也期待更多研究人员共同参与。

科研价值重要 研究样本稀少

文昌鱼是一种两端尖细、身体透明、体长为3厘米至5厘米的海洋生物。它们形似小鱼,在茫茫大海中并不显眼。但在生物学家眼中,它们却是一种极为特殊的海洋动物。

“文昌鱼并不是真正的鱼,它们没有脊椎骨,体内仅有一条脊索,没有明显的头部结构,是无脊椎动物向脊椎动物演化的过渡生物。”厦门大学生命科学学院院长王义权介绍,作为仍存活于地球的最原始脊索动物之一,文昌鱼也被称为反映演化进程的“活化石”。

“文昌鱼的身上保留着许多原始的

宝贵信息,能够帮助我们理解脊椎动物的起源及其演化历程。”李光说,文昌鱼在演化链条中处于从无脊椎动物向脊椎动物过渡的关键阶段。在胚胎发育上,文昌鱼早期与无脊椎动物相似,但后期与脊椎动物相似;在基因结构上,文昌鱼基因组未发生大规模加倍,多数基因以单拷贝存在,是研究脊椎动物起源的理想动物模型,具有十分重要的教学和科研价值。

然而,栖息地环境的改变使文昌鱼种群数量呈下降趋势。目前,全世界仅存30余种文昌鱼种群,文昌鱼也被列为我国二级野生保护动物。因此,想要获得文昌鱼样本开展研究并非易事。

王义权说,尽管文昌鱼在我国厦门、青岛等沿海地区均有分布,也有自然保护区为其繁衍保驾护航,但获取胚胎材料受季节性繁殖限制等因素,为开展文昌鱼相关基础研究带来极大困难。

因此,要想破题,在实验室建立可长期繁育的文昌鱼种群成为关键。

开展技术攻关 缩短繁育过程

为推动文昌鱼研究持续深入开展,厦门大学生命科学学院文昌鱼研究团队开展文昌鱼人工繁育技术攻关,逐步搭建以文昌鱼为动物模型的研究平台。

“中国的文昌鱼最早发现于厦门,这为我们开展文昌鱼研究提供了得天独厚的地缘条件。”王义权回忆,相关技术摸索始于二十多年前。

彼时,科研人员实地观察野生状态下文昌鱼的生长发育情况,几乎每月下海测量文昌鱼栖息地的水质、水温和盐度等环境因子,如此坚持数年。与此同时,他们同步在实验室建立稳定的文昌鱼及其饵料培养技术体系,率先在实验室成功繁殖出文昌鱼子二代。

要使文昌鱼成为可应用的实验室模式动物,仅仅实现其全人工繁殖还不够。李光介绍,开展研究需要常年获取文昌鱼新鲜胚胎材料,而多数文昌鱼一年仅产卵排精一次,且时间比较集中,采样窗口期短、难度大。

对此,团队在文昌鱼生殖调控方面继续开展研究,通过优化养殖温度、密度等条件,加速文昌鱼个体生长和产后修复。



图为研究团队培育的文昌鱼。受访者供图

最终,团队攻克了文昌鱼产卵、产精诱导技术,实现文昌鱼一年多次、不受季节限制产卵。

“现在,我们可以根据实验需要,随时获取新鲜的文昌鱼胚胎材料。同时,我们还文昌鱼的代时(从受精到性成熟)由原来的超过1年缩短为现在的3至6个月,将单个个体的产卵(精)频次由原来的1年1次,缩短为现在的半个月至2个月左右1次。”李光介绍。

此外,厦门大学生命科学学院将科研优势转化为教学优势,利用3D建模、虚拟仿真等技术,重建文昌鱼的结构、胚胎发育和形态特征等模型,开展文昌鱼成体解剖、野外采集、室内人工养殖及繁育等虚拟仿真实验教学。

跻身模式动物 应用前景广阔

近年来,在建立稳定的实验室养殖系统基础上,厦门大学生命科学学院文昌鱼研究团队进一步建立了高效稳定的文昌鱼基因敲除技术,获得世界首个基因敲除突变体文昌鱼,在脊椎动物胚胎形成、中枢神经发生机制起源等重要基础科学问题研究方面取得系列成果。“现在,文昌鱼模式动物应用体系已基本建

成。”李光说。

一直以来,模式动物开发都是推动生命科学进步的重要手段。从果蝇到小鼠再到斑马鱼等,这些模式动物不仅帮助科学家理解基因如何控制生物体的生长和发育,还为疾病研究和新药开发提供了关键线索。国际上多个研究联盟和资源共享平台针对这些较为成熟的模式动物开展相关研究,但以文昌鱼作为模式动物的研究还有待发展。

研究人员认为,包括人类在内的脊椎动物拥有现生生物中最为复杂的中枢神经系统,揭示其如何起源一直是进化发育生物学研究领域的重要命题。文昌鱼进化地位独特,基因结构简单,作为研究脊椎动物复杂形状起源演化过程的模式动物,应用前景广阔。

在李光看来,目前他们搭建的文昌鱼研究平台拥有自主研发的文昌鱼无沙养殖系统,可养殖不同阶段的文昌鱼幼体和成体,而且大大简化了文昌鱼养殖流程。同时,该平台已囊括近百个文昌鱼突变体,为深入研究文昌鱼基因功能奠定了坚实基础。研究平台作为一种可复制、可借鉴模式,有望推动文昌鱼作为新型模式动物规模化发展,并能对其种群资源保护作出更大贡献。目前,厦门大学生命科学学院正在扩大和推广文昌鱼应用于更多学科领域,吸引更多实验室应用这一新型模式动物。

新研究解开天敌昆虫蠋蝽“死而复生”奥秘

科技日报讯(记者马爱平)8月17日,记者从中国农业科学院获悉,该院植物保护研究所天敌昆虫保护与利用创新团队发现,天敌昆虫蠋蝽体内的解毒代谢和神经递质再平衡共同作用,可使其在接触杀虫剂高效氯氟菊酯后“死而复生”。相关研究论文日前发表在国际期刊《有害物质杂志》上。

论文通讯作者、中国农业科学院植

物保护研究所副研究员刘晨曦告诉记者,蠋蝽是一种天敌昆虫,能够捕食鳞翅目和鞘翅目害虫,在农林害虫生物防治中发挥重要作用。然而,天敌昆虫的应用往往受到化学农药的制约,田间使用杀虫剂不可避免地对天敌昆虫种群产生负面影响。因此,开展天敌昆虫的耐药性研究,可以增强其与化学农药的兼容性。

研究团队发现,蠋蝽在被杀虫剂高效氯氟菊酯击倒后会出现复苏现象。研究人员采用液相色谱-质谱联用监测、转录组分析、神经递质监测等技术方法,发现蠋蝽在被杀虫剂击倒后,能够通过干燥为代表的微胶囊化技术,则存在溶解性差、得率低、色泽下降等问题,在生产中使用受限,产业化前景不明。

“本研究从昆虫解毒机制视角出发,

验证了反式调控解毒基因在蠋蝽复苏过程中的解毒代谢作用,揭示了蠋蝽能够通过增加一种特定基因或酶的活性,有效去除体内过多的多巴胺,从而重新平衡兴奋性神经递质的传递。这是一种全新的解毒机制。”刘晨曦说,研究结果为昆虫耐药性机制的研究开辟了新思路,也为天敌昆虫与化学杀虫剂兼容使用奠定了理论基础。

稳定性提高30%以上,生物利用度提高8至10倍——

浆果花色苷有了“分子卫士”

◎本报记者 郝晓明

通讯员 范守君 田金龙

科学研究表明,癌症、衰老或其他疾病大多与人体过量自由基的产生有关。花色苷,即人们常说的花青素,是强效的自由基“清除剂”,也是当今人类发现的有效抗氧化剂。

近日,沈阳农业大学教授李斌团队在破解国际浆果加工产业发展的瓶颈问题——天然活性物质花色苷分子稳定性差、加工易降解方面取得研究进展。团队聚焦花色苷营养功能和稳态化技术研究,形成了具有多项自主知识产权的花色苷稳态化方法,实现花色苷稳定性提高30%以上,生物利用度提高8至10倍的重大突破。相关研究成果发表在《自然》杂志上。

花色苷稳定性亟待提高

草莓、葡萄、蓝莓等小浆果因味美多汁且色泽艳丽而备受市场青睐。这一切的背后,其实是“色彩魔术师”花色苷发挥了重要作用。

“从分子结构层面来说,花色苷属于类黄酮化合物,其不同浆果中的结构和

含量差异,赋予了果实从红色到紫色的多彩外观。”李斌说,浆果中的花色苷既是“色彩魔术师”,又是“健康管理师”。大量动物实验和人体临床试验表明,花色苷具有缓解视觉疲劳、调控糖脂代谢、抗氧化及缓解器官损伤等多种生理功效。20世纪90年代,我国著名食品科学家、沈阳农业大学教授孟宪军的研究中发现,浆果制品在加工过程中极易褪色,主要原因是花色苷发生降解,导致浆果制品的品质和功效降低。由于缺乏控制花色苷降解的稳态化加工技术,浆果类食品加工业的发展受到严重制约。

我国是世界最大的浆果产区之一,种植可食用浆果400多种。其中蓝莓的种植面积达到6.9万公顷,位居世界第一。随着人们生活水平的提高,产品端和消费端对小浆果需求旺盛,极大促进了浆果种植业的快速发展。特别是在辽宁丹东地区,浆果种植业大面积兴起,不仅带动了农民增收致富,也带动了浆果深加工产业链发展。如何提高花色苷生物利用度,实现稳态化加工,对相关产业发展具有重要意义。

为解决产业发展痛点,科学家们进行了大量研究,先后形成化学修饰、微胶囊化等保持花色苷稳定性的技术方法。据介绍,酰基化、酯化、高酸改性等化学修饰方

法定向性差,转化效率低,酰化率普遍低于40%,仅能使花色苷保留率提升20%左右,且存在改性后花色苷提取难度大、外源有害物质易被引入的风险和不足。而以喷雾干燥为代表的微胶囊化技术,则存在溶解性差、得率低、色泽下降等问题,在生产中使用受限,产业化前景不明。

过高的技术门槛,迫使部分企业放弃了加工产业链,专注于从浆果中提取分离花色苷,直接以原料形式出口,再以高附加值健康食品的形式回流到国内市场。技术实力的不足,导致经济“剪刀差”形成。

开发双重保护体系

针对上述现状,李斌团队深入总结了目前花色苷稳态化方法的局限性和不足,提出了基于花色苷分子结构设计的花色苷稳态化技术。他们利用花色苷可以选择性地以非共价作用力与蛋白质结合成疏水性空腔这一原理,构建了犹如“手-手套”紧密结合的稳态化包埋保护体系。

为进一步提升花色苷营养功效,李斌团队历经数载攻坚,在花色苷“手-手套”稳态化加工模式的基础上,针对肠道吸收环境特点,进一步开发出具有“口袋封堵”效果的“分子帽”花色苷保护体系。

研究进展

中国菘米花青素合成 关键调控基因找到

科技日报讯(记者马爱平)8月17日,记者从中国农业科学院获悉,该院成功从中国菘米中鉴定到两个花青素合成的关键调控基因,并验证了其在水稻种子花青素生物强化中的作用机制。相关研究成果日前发表在国际期刊《食品化学》上。

中国菘米是一种全谷物,其所含的酚酸、类黄酮和花青素等植物化学物质具有优异的抗氧化特性,是一种很有潜力的功能性食品原料。与常见的无色稻米相比,中国菘米具有更丰富的类黄酮和花青素等功能成分。生物强化指通过育种或栽培手段,提高现有农作物中能被人体吸收利用的微量营养元素的含量,是解决隐性饥饿(即微量营养素缺乏)的一种经济而有效的途径。

“从生物强化的角度挖掘中国菘米花青素合成的关键基因,对于选育功能型水稻品种具有重要意义。”论文通讯作者、中国农业科学院副研究员闫宁告诉记者。

本研究在系统鉴定中国菘米转录因子家族的基础上,通过基因组共线性分析,克隆到两个花青素合成的关键调控基因ZIMYB1和ZIMYB2。其超量表达能够显著提高水稻种子总黄酮、总花青素、抗氧化活性及其 α -葡萄糖苷酶和酪氨酸酶的酶抑制作用。

闫宁说,这一发现不仅提出了一种利用杂粮基因实现主粮营养强化的新思路,也为挖掘杂粮功能成分基因资源及其在提升主粮营养价值方面的应用提供了新范例。

消减堆肥有害生物添良方

科技日报讯(记者赵汉斌)8月17日,记者从中国科学院昆明植物研究所获悉,该所研究人员近期联合奥地利维也纳农业大学、西北农林科技大学和爱尔兰环境研究中心等机构,针对畜禽粪便和作物秸秆等大量堆积所造成的环境污染和资源浪费问题展开研究,为堆肥发酵技术的改良提供了理论指导。相关论文近日发表在国际期刊《有害物质杂志》上。

“有机废弃物在发酵过程中,会使病原菌、病毒和抗性基因等有害生物污染物在环境中积累和传递。”论文通讯作者之一、中国科学院昆明植物研究所副研究员刘栋介绍,有害生物可通过受污染的土壤、水源等诱发人类和畜禽感染疾病。因此,团队以通用生物技术升级和绿色发展为目标,展开生物废弃物清洁转化和高值利用研究。

此前,研究团队利用链霉菌-芽孢杆菌合成菌剂,进行牛粪、玉米秸秆堆肥发酵。他们发现,接种这种新型合成菌剂,可提高纤维素分解菌和固氮菌的丰度,显著促进碳氮转化和有机质腐熟。

最近,研究人员利用新的数据和分析模型,揭示了对农牧有机废弃物进行链霉菌-芽孢杆菌合成菌剂接种和堆肥发酵后,其病毒群落、病原菌、抗生素抗性基因、移动遗传元件的变化及其互作关系。经过发酵,不谷镰孢菌、稻瘟病菌等三种常见植物病原菌丰度显著降低。

研究显示,这种合成菌剂可抑制含抗性基因细菌类群的繁殖,减弱抗性基因在群落中的相对丰度;接种合成菌剂后,噬菌体丰度增加。此外,合成菌剂可抑制有害生物群落中遗传元件的存在和活动,限制抗性基因在不同细菌之间的传递,减弱细菌抗性,从而降低多重耐药菌出现的风险。其中,80%的高丰度抗性基因被大幅消减,平均降解率达到90%。

花生表型分化遗传机制揭示

科技日报讯(记者孙越)8月17日,记者从河南省农业科学院了解到,中国工程院院士张新友及其团队联合意大利巴里奥尔多莫罗大学、荷兰瓦赫宁根大学、中国农业科学院深圳农业基因组研究所,通过叶绿体基因组和核基因组分析,揭示了花生的遗传驯化史和表型分化的遗传机制,并挖掘出调控花生亚种分化的关键基因,对指导花生育种工作具有重要的理论和实践意义。相关研究成果在《自然·遗传学》杂志上发表。

花生是世界广泛种植的油料作物,但关于花生栽培种的起源和导致其亚种间多样性的遗传机制长期以来并没有定论。这在一定程度上制约了花生种质资源的挖掘利用与品种改良。

研究人员利用353份四倍体栽培种、2份四倍体野生种及34份二倍体野生种的叶绿体和全基因组序列数据,揭示了花生的遗传进化规律。研究结果表明,花生栽培种的两个亚种(疏枝亚种和密枝亚种)极有可能起源于两个独立的二倍体野生种多倍化事件,经历了不同的传播途径和人工选择独立驯化而来。

研究进一步利用全基因组关联分析和连锁分析,挖掘出调控花生栽培种两个亚种分化的关键基因,以及与花生荚果和籽粒大小、含油量等重要性状显著关联的单核苷酸多态性位点,开发了相应的分子标记并应用于育种实践,显著提高了育种效率。



农民在地里忙着收获花生。陈保忠/视觉中国