

上海科研团队开拓基因精准编辑技术

科学“点金术”孕育“Q10水稻”

辅酶Q10是网上销售“长盛不衰”的营养保健品,它和人体健康尤其是心脏健康息息相关。

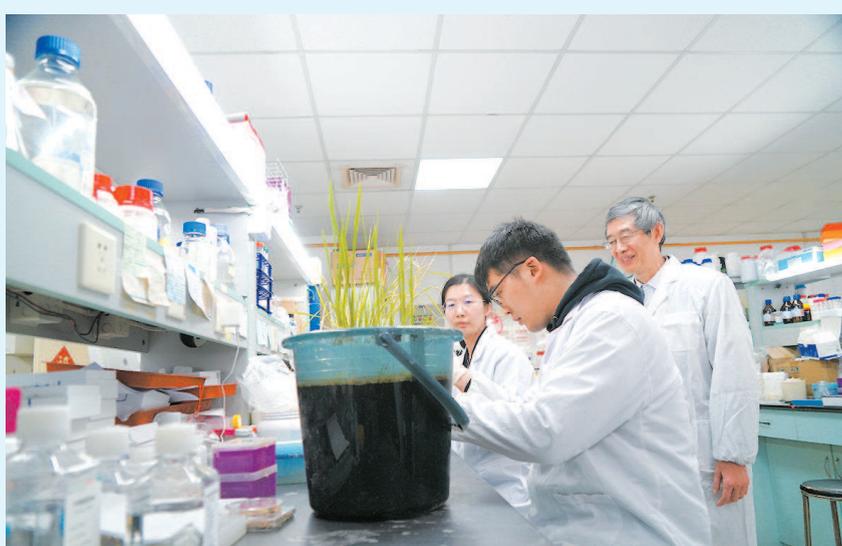
日前,中科院分子植物科学卓越创新中心辰山科学研究中心陈晓亚团队与中科院遗传与发育生物学研究所高彩霞团队等合作,联合创制辅酶Q10水稻新种质。北京时间今天凌晨,相关成果在国际顶尖学术期刊《细胞》上在线发表。

从Q9“走向”Q10

心脏领域临床专家向记者介绍,辅酶Q10是线粒体呼吸链的电子传递体,也是一种脂溶性抗氧化剂,存在于人体所有组织细胞中。它在细胞能量产生过程中发挥关键作用,同时还参与能量供应、抗氧化和中和氧自由基等过程。

正常情况下,人体组织对辅酶Q10的需求可以通过自身合成满足,无须外源性补充。然而,随着年龄增长,人体内源性合成辅酶Q10的能力会逐渐下降,某些病理情况也会影响其合成能力。此时,外源性补充辅酶Q10有助于维持其在血液和组织中的正常浓度。

据悉,人每天从食物中可获取3到5毫克的辅酶Q10,而天然谷物无法提供这种物质。陈晓亚介绍,不同物种合成的辅酶Q侧链长度不同,人和哺乳动物能够合成辅酶Q10,而水稻等主要粮食作物则主要合成辅酶Q9。研究发现,Coq1基因合成并决定了辅酶Q侧链的长度。科研团队提出,创制辅酶Q10作物,提高植物食品中辅酶Q10的含量,是一种性价比高且环境友好的营养强化新方法,具有重大意义。



■ 陈晓亚院士和研究团队在实验室里研究试验方法

邵阳 摄

创制“合成水稻”

辅酶Q9和辅酶Q10看似相近,但不同物种合成的辅酶Q侧链长度不同,其分子机制长期以来一直不明。得益于上海辰山植物园丰富的植物资源,研究团队采集了包括苔藓、石松、蕨类、裸子植物和被子植物在内的67个科134种植物样品。

“我们发现,植物中辅酶Q10和Q9的分布具有明显的科属特异性,70%的检测物种主要合成Q10,而禾本科、菊科和葫芦科植物等主要合成辅酶Q9。”论文共同第一作者、上海辰

山植物园科研助理、副研究员许晶晶介绍。

要精准改造农作物性状,创造高营养品质,首先需要精确锚定性状形成的关键因子。结合对千余种陆生植物辅酶Q侧链合成酶Coq1氨基酸序列的进化分析和机器学习,科研团队最终确定了决定链长的五个氨基酸位点,并通过精准编辑技术,成功创制了主要合成辅酶Q10的水稻。陈晓亚表示:“经过测算,食用辅酶Q10水稻,每天能让人多吸收1到2毫克的辅酶Q10,且高温蒸煮不会对其营养成分造成破坏。”

中科院院士、中国热带农业科学院院长

黄三文指出,这项成果不仅深化了人们对辅酶Q生物合成途径的理解,更为作物营养强化提供了新的分子靶点,“研究也有望为人类提供新型膳食营养来源”。

实现模式创新

每次重要的突破,背后都是脚踏实地的积淀。许晶晶表示,创制合成辅酶Q10的水稻经历了“三步走”:首先通过转基因方法提高番茄中辅酶Q10的含量,相关成果发表在《代谢工程》上;随后鉴定了一种关键酶,成果发表在《科学》子刊上。此次科研团队利用的是基因编辑技术,这是一种高效安全的先进作物改良技术,编辑后的植物不含外源基因,遗传稳定,近年来在发达国家发展迅速。“Q10水稻的研制成功,不仅丰富了辅酶Q10的食物来源,也为大数据和AI辅助育种提供了范例。”

记者了解到,科研团队培育的辅酶Q10水稻新种目前已收获第二代。科学家还将这一成果应用于小麦和生菜,并已取得一定进展。不过,目前辅酶Q10水稻仍处于实验室阶段,距离大规模种植还有一段路要走。许晶晶表示:“接下来,我们计划通过基因编辑进一步提高水稻中辅酶Q10的含量。根据此前研究番茄的经验,提升空间值得期待。”

值得一提的是,辅酶Q10水稻的诞生也是一次模式创新——中科院分子植物科学卓越创新中心与上海辰山植物园“院地携手”实现了重大成果突破。如今,上海辰山植物园已构建起植物多样性保护、代谢与资源植物开发利用、园艺与生物技术三大特色研究板块,成功打造了三个省部级以上科研基地,初步形成“一室两中心三平台”的科研体系。

本报记者 邵阳 金曼矣

教师返校游园会,“签”出教育新火花

别用“听话顺从”去定义“乖学生”

学生有开学典礼,老师同样有开工仪式!昨天是上海交通大学附属小学老师们春节后首个返校日,学校在体育馆内精心准备了一场热闹的新春游园会,让老师们在金蛇投“福”(壶)、趣味保龄球、“福”字拓印等好玩的活动中,开启新学期。“心情好,工作起来更有干劲。快乐的老师,才能教出快乐的学生!”校长顾文说道。有趣的是,在巨大的抽签桶旁,一场微型教研悄然开始。

“新学期超顺”“学生超乖”“学生缘爆棚”“锦鲤附体”……抽签桶内,每一根签都是“上上签”!“90后”体育老师刘月芯抽中了“学生超乖”签,思索片刻后,她对记者表示,其实不能单纯用听话顺从来定义“乖”,只要学生能在合理范围内发挥自身特长与天性,且具备一定的非判断能力,他们也都是“乖”学生。就拿体育课来说,如果一些孩子打破既定规则,却充满创意,这样的“不乖”同样十分可爱,需要老师给予包容和鼓励,为他们提供展示自我的机会。比如,她曾安排同学们两人一组,隔开一定距离互掷沙包。很快,一些孩子就发明了新方法,邀请另一名伙伴站在两人中间拦截沙包,这不仅增加了游戏难度,也增添了趣味性,孩子们的玩法比老师设想的更丰富。所谓的“不乖”,恰恰体现了孩子们的好奇心和创造力。

对于这支“上上签”,她的同年级搭档、语文老师刘祯有着自己的解读。“我们不能简单地用乖学生、好学生和坏学生这些词语来定义和评价孩子,而应该用心去贴近

他们,观察他们行为背后的需求和导向。”刘祯说,她也曾遇到过被普遍定义为“不乖”的孩子,这个孩子因为太爱举手和插嘴,时间长了,老师和同学都觉得他“有点烦”。刘祯决定和孩子谈一谈,结果发现孩子的想法很单纯——因为刚入学,朋友不多,就特别希望引起别人的注意,获得老师的肯定。于是,刘祯肯定了孩子参与课堂的积极性,并和他约定,一节课举手不要超过3次,要想好再发言,用发言质量来为自己争取更多的举手机会。孩子愉快地答应了,也逐渐融入了课堂和集体。

“作为数学老师,我挺怕课堂上学生太乖,导致课堂太沉闷,特别希望他们有自己的看法。由学生的想法引发的思维碰撞,会让课堂更加生动,也更符合孩子们自身的需求。”二年级数学老师杜晓磊最喜欢敢于质疑老师的孩子,他欣喜地发现,与自己小时候相比,如今的孩子们表达欲望强烈得多。抽到“超有学生缘”签的杜晓磊笑言,“超有学生缘”恰恰是让课堂“活”起来的关键。

作为一名小学生的“奶爸”,杜晓磊在“搞定”孩子方面很有心得。比如,轮到她负责午餐管理时,他会举行一个小小的“抽签”仪式,准备一份水果或饮料,奖励给当天的幸运儿。奖品虽小,却让孩子们的“期待值”拉满。有时,他也会准备一些脑筋急转弯题目,让孩子们带回家考父母,再把答案带回来和小伙伴交流。“孩子们课下和你亲近了,课上才会更敢于说出独特的观点。”杜晓磊说。 本报记者 陆梓华

近日,复旦大学张波、徐一飞、段赛、徐昕合作团队通过熟化诱导嵌入技术,成功将贵金属纳米颗粒嵌入金属氧化物载体中,显著增强了催化剂的稳定性,解决了贵金属纳米颗粒溶解、脱落、团聚等难题。今天,相关成果以《熟化诱导嵌入形成的超稳定析氧反应电催化剂》为题,发表于《科学》杂志主刊。该研究通过创新的“熟化诱导嵌入方法”,合成了具有极高催化活性和稳定性的铱/铂嵌入式负载催化剂,在减少贵金属用量的同时显著提高了绿色氢气的生成效率,为水变氢技术迈出关键一步,为绿色氢能的可持续发展奠定了新的里程碑。

氢能应对气候变化

随着全球应对气候变化和能源转型的压力日益加剧,绿色氢气作为一种高效、可持续的能源载体,越来越受到关注。在绿色氢气的生产过程中,质子交换膜水电解技术(PEMWE)是当前最为前沿的技术之一,其高效分解水产生氢气的能力使其在全球绿色氢能的产业化进程中占据重要地位。

然而,PEMWE的广泛应用仍面临技术瓶颈,其中最主要的挑战之一是催化剂的性能问题。目前,铱及其氧化物是唯一可以在PEMWE阳极的强酸性环境下稳定工作的催化剂。但由于铱的价格昂贵且储量有限,这对大规模部署PEMWE系统构成了巨大的经济障碍。

在“麻球”上“种芝麻”

为突破这一瓶颈,复旦大学团队创新性地提出嵌入式负载型催化剂设计方案,显著提升催化效率和活性,同时减少了铱的使用量。张波形象地比喻:“负载型催化剂就像早餐吃的麻球,‘麻球’表面的‘芝麻’是氧化铱,正是这些‘芝麻’发挥催化作用。”但这种结构

存在一个问题——电解水制氢过程中会产生大量气泡,不断冲刷催化剂,导致“芝麻”易脱落。如何让“芝麻”不易脱落?张波从牙齿的结构中获得了灵感:“牙齿是种在牙床上的,如果把‘芝麻’一半嵌在麻球里,一半露在外面,那么气泡再冲刷,‘芝麻’也不会轻易脱落了。”

在“麻球”上“种芝麻”的想法提出后,化学系徐昕教授团队采取自主研发的算法,进行严密的理论计算,确保“麻球”生长的速度和表面“芝麻”生长的速度相匹配,从而使其恰好达成一半在外、一半嵌入的效果。否则,如果二者的生长速度失衡,“芝麻”可能被“麻球”全部吞掉,或者只粘附了一点,导致脱落风险增加。研究团队进一步利用纳米晶体在超声和加热作用下发生的自发长大(熟化)过程,通过构建载体生长速率和催化剂成核速率的匹配关系,将铱及其氧化物纳米颗粒嵌入氧化铱载体中,形成了一种稳定且高效的负载型催化剂。

催化剂生长“眼见为实”

尖端科研仪器的应用使得催化剂合成生长过程能够“眼见为实”。高分子科学系徐一飞青年研究员利用冷冻透射电镜以及冷冻电子断层扫描技术,通过时间分辨的合成过程,清楚地观察到“芝麻”颗粒如何长大、如何嵌入,从而实现了对其生长速度的精准控制。观测结果与对生长速度蒙特卡罗(KMC)方法的模拟结果相互印证,揭示了超声和加热可以有效加快载体的生长速率,确认了合成策略的有效性。研究团队进一步对该催化剂进行了长达6000小时的PEMWE工况测试,结果显示,各项指标全面超出相关国际标准(如美国国家能源局2026设计指标)。根据实验结果估算,由此制备的PEMWE设备寿命高达15年。

本报记者 张炯强

用「熟化」突破「水变氢」难关

复旦大学提出创新设计方案