

我国在全球首次利用合成生物学技术实现——

像酿啤酒一样规模化生产蜂王浆精华

热点透视 redian toushi

在齐鲁工业大学(山东省科学院)绿色造纸与资源循环全国重点实验室(以下简称“齐鲁工大全重”)里,一瓶白色粉末成了耀眼明星。近日,众多参观者来到这里一探究竟。

“这些粉末并不普通。”齐鲁工大全重教授王瑞明手持小瓶告诉笔者,在自然状态下,这些粉末“隐身”于新鲜蜂王浆中难以察觉,需经过冷冻、解冻等特殊处理后才能“现身”。这些粉末便是王浆酸。

就在最近,王瑞明团队与山东福瑞达生物股份有限公司(以下简称“福瑞达”)合作,在全球首次利用合成生物学技术实现了王浆酸的工业化规模化生产,相关产品已经上市。

“过去,王浆酸的产能被锁死在蜂群规模里——蜜蜂养多少,产量就是多少。”王瑞明说,如今,他们将王浆酸的产能从农业养殖领域扩展到工业发酵领域,只要有足够规模的发酵罐,王浆酸就能像生产啤酒一样稳定、可控地生产。

“王浆酸项目的成功,是我国合成生物学在化妆品领域应用的一个标志性样本。”中国香料香精化妆品工业协会在对项目的评估中表示,生物合成王浆酸为中国乃至全球的原料创新提供了可借鉴的发展路径。

稀缺原料限制产出规模

笔者打开小瓶,一股类似酸奶的气味扑鼻而来,其中夹杂着轻微的辛辣感。“正是王浆酸赋予了正宗蜂王浆‘酸、涩、辣’的口感。”王瑞明说。

王浆酸是判断蜂王浆品质的重要指标。在自然界中,目前仅在蜂王浆中发现了王浆酸的存在。王浆酸因具有抗菌消炎、抗氧化、皮肤抗衰修护等作用,倍受追捧。但早在2004年,王瑞明团队就发现,从蜂王浆中提取王浆酸成本太高。

王瑞明团队成员、齐鲁工业大学教授王婷介绍:“王浆酸在蜂王浆中的含量仅为1.4%~2.4%,这意味着生产1公斤纯王浆酸,理论上需要40~70公斤天然蜂王浆;而在理想状态下,一支强盛的蜂群每年仅产出2~3公斤蜂王浆,这导致了王浆酸从源头上获取极为困难。”

王瑞明团队成员、齐鲁工业大学教授李丕武介绍,从蜂王浆中分离王浆酸,传统方法之一是有机溶剂提取法,即利用王浆酸溶于乙醇的特性,将蜂王浆溶解在95%乙醇中进行超声提取,再经过浓缩纯化得到产品。

“此外,吸附树脂法会用大孔吸附树脂来选择性吸附,再洗脱、冻干,这样会得到纯度更高的王浆酸。”李丕武说,这两种方法的瓶颈在于原料受限——1.4%~2.4%的含量意味着得到王浆酸纯品需要耗费巨量蜂王浆。

为了绕开上述堵点,李丕武想到了



齐鲁工业大学(山东省科学院)教授王瑞明(右一)团队查看气相色谱,判断王浆酸纯度 王延斌摄

化学合成法,即通过化学反应拼出王浆酸分子。但应用这一方法,却面临三大难题,即反应条件苛刻,需要无水无氧环境;目标产物纯度难控制,分离提纯非常困难;步骤多、溶剂用量大,环境污染和成本问题突出。

“这种产率低、纯度难控、成本高昂的产业化困境,使其始终未能进入大众市场。”福瑞达副总经理杨素珍说。

打通合成生产新路径

王瑞明对王浆酸的研究源于一次“刺激”。2000年前后,中国出口到日本的蜂王浆突然受阻,对方要求蜂王浆中的王浆酸指标要提升到2%以上,这源于当时科技界发现王浆酸具备抗氧化、抗炎、抑菌等功效。依据此线索,2004年,他一头扎进了王浆酸的科研江湖。

“我们选择以合成生物学技术重构王浆酸的生产路径。”王瑞明向记者解释,合成生物学是一种“对生命体进行编程”的技术。科学家通过破译生物基因密码,把生产某种产物(如王浆酸)的基因找出来,然后转移到微生物体内,让这些微生物像微小的车间一样,通过吃进原料,源源不断地合成目标产物。

按照上述方法,王瑞明团队做了两件事。首先,团队破译了蜜蜂体内合成王浆酸的分子机制,找到了一把决定性的“钥匙”——关键基因。他们把来自蜜蜂或其他物种同源基因,移植到生长速度快、易于工业培养的微生物身上。光把基因放进去还不够,微生物可能“消极怠工”,产量很低。随后,该团队利用基因编辑工具,

对微生物内部的代谢流进行重新分配,确保它能集中资源生产王浆酸,而不是生产其他副产物。这样,普通的微生物就变成了高产的“细胞工厂”。

然而,看似简单的步骤,团队却经历了无数次挫折。王瑞明团队成员、齐鲁工业大学教授汪俊卿提到了“王浆酸合成最为关键的一步”——不饱和键的形成。

在一次偶然交流中,王瑞明与同事们突发奇想,“微生物中会不会存在着王浆酸合成的‘最后一块拼图’?”

“只要有希望,就不能放弃,哪怕面对的是数百万种海量微生物。”王瑞明说,该团队搜寻了上万种潜在基因,经过多轮次基因合成、表达和活性分析,最终在原核生物中找到了一种具有微弱催化活性的基因。

“大海捞针,我们捞到了!”汪俊卿兴奋地说,紧随其后,该团队利用凑齐的王浆酸合成关键酶,组装了第一株能够合成王浆酸的酵母菌;同时,利用机器学习等设计手段,筛选了6000余种突变酶元件。最终,王浆酸的合成效率提高到80%以上。

解决了王浆酸的量产问题,另一个难题又浮出水面。“王浆酸非常难溶于水,这一特性限制了它的透皮吸收和生物利用度。”因此,福瑞达瓊尔博士研发负责人李燕将目光聚焦于王浆酸的溶解体系研究,构建了能够稳定包载王浆酸的递送体系。

这一突破,让王浆酸从“能被造出来”真正走向了“能被用起来”。

进军高附加值领域

在实验室里,笔者将含有王浆酸的化妆品涂抹到手上,质感轻柔。杨素珍告诉笔者,该化妆品可修护表皮屏障,延缓皮肤衰老,平衡皮肤微生态。

实际上,王浆酸的价值远不止应用于化妆品,它在新药研发、保健食品等领域都有广阔应用前景。为何新技术的产业化之路率先选择了化妆品?杨素珍说,这是一条相对快捷、高效的路子。

“无论是药品还是食品,从技术到成品,要经过漫长的周期,而化妆品相对短一些。”杨素珍表示,双方合作实现了王浆酸的生物合成突破。该合成法于2024年6月通过国家药监局化妆品新原料备案;2025年7月,瓊尔博士王浆酸系列护肤品上市,并在短短5个月内实现了2000万元的产值。

从事化妆品研发与技术管理工作已逾30年的杨素珍非常看好此次王浆酸的突破。

“若干年前,科学家们利用微生物细胞工厂生产透明质酸,将昂贵的透明质酸平民化;开发出生物基尼龙56替代石油基材料,实现了‘用绿色替代黑色’。而此次王浆酸的突破则是‘解锁了原本只有自然界才能生产的珍稀密码’。”杨素珍说。

眼下,双方正深度合作,推动王浆酸进入生物医药、医用材料、保健食品等多个领域。“向高附加值领域进军,我们已经拿到了‘金钥匙’。”杨素珍说。

王延斌

AI无损检测、不开箱判定品质、精准匹配适宜温度……

一颗榴莲的跨国“智慧行”

我国是全球最大的榴莲消费市场,截至2025年占全球消费份额超90%。昆明海关数据显示,今年前两个月云南各口岸榴莲进口货值达20.5亿元,同比增长351.6%,居全国首位。庞大需求反向驱动东南亚产业升级,也推动了国内热带水果育种与种植加速突破。

近日,随着榴莲产销进入旺季,笔者从多部门了解到,依托AI无损检测、中老铁路智慧冷链、磨憨口岸高效通关,以及云南、海南等地科研攻关,一条从海外果园到国内餐桌的高品质通道全面成形,“榴莲自由”正从愿景走向现实。

告别“榴莲盲盒”,提前2-3天上市

中老铁路穿越群山,是连接中国与东南亚的“黄金通道”。位于中老边境的磨憨口岸,是全国最大的榴莲陆运进口口岸。

榴莲属热带鲜果,极易腐烂,怕磕碰,对温湿度敏感,长途保鲜难度极高。笔者了解到,面对中国市场的品质需求,在泰国、马来西亚等榴莲主产区,一些头部企业已搭建起AI无损检测与智能分选体系。榴莲进入自动化生产线后,通过近红

外光谱与AI视觉扫描,无需开壳即可快速判定成熟度、糖度、果肉肉数、干物质含量及病虫害情况,可按等级自动分流,让消费者告别“开榴莲盲盒”的不确定性。

在磨憨口岸,进口榴莲需经过严格的检验检疫流程。昆明海关应用H986大型集装箱检查系统、核辐射探测门等设备,进行非侵入式快速检测,无需开箱即可完成初步品质判定和违禁添加物的检测,大幅提升效率。

通关效率的跨越式提升,让榴莲等货物的通关时间由最初的40小时压缩至2~5小时。口岸联合海关创新铁路快通模式,实现7x24小时预约通关、提前报关;推行榴莲取样即转运,磨憨取样后运往铁路王家营西监管场候检,让榴莲提前2~3天上市。

“磨憨铁路口岸以科技手段实现榴莲的品控与通关双提速。”国铁昆明局集团货运部副主任陶楠介绍,目前,磨憨铁路口岸的智慧货场一期已投用,二期在建。项目首创多项技术,率先引入IGV无人驾驶集装箱转运车、无人机、自主设计无人L型门吊等技术,推进智慧物流升级。“目前,大数据调度、智能分拣、全程

冷链等物流技术持续应用。行业不断优化流通体系,缩短运输时长,保障果品新鲜,为消费者提供更高品质的东南亚进口水果。”云南省热带作物科学研究所“高新奇特优”种质资源挖掘利用课题组组长荣渝虹介绍。

品质更稳、物流更快、供给更多元

榴莲自带呼吸热,对温度波动敏感。在传统运输中,最易出现“上层冻坏、下层闷坏”,损耗率居高不下。

对此,云南铁路货运部门和集装箱生产企业合作,研发了出风新型冷藏箱,冷风从底部均匀向上输送,箱内温差精准匹配12℃~15℃,大幅降低损耗。

“今年,我们在中老铁路投入了超过4000只新型冷藏箱,实行一箱到底联运,人力成本降低40%,作业效率提升60%。”陶楠告诉记者,集装箱从泰国等境外站点装箱后,全程不换乘;经老挝万象,即可搭乘国铁昆明局开行的中老铁路“澜湄快线”国际货物列车,26小时抵达昆明,3~5天即可送达国内主要城市。

在进口量稳质升的同时,国产榴莲种植也正从零垦试种迈向规模化攻关。在云

南,近年来西双版纳、红河、德宏等地相继取得进展,种植面积增加到1.3万亩。今年4月,红河州金平县一棵8年金枕榴莲树结出3.7公斤自然成熟果实。

“云南冬季低温持续久,根本出路是筛选抗寒品种。外地保花保果技术不一定适用于云南榴莲的生长特性和物候期,需研发本土调节剂。”云南农业大学榴莲产业研究中心主任敖平里告诉记者,此外,榴莲怕风怕冷,对种植环境要求严苛。因此,攻克保花保果技术是丰产的关键。研发团队今年在西双版纳州和红河州推广相关技术,保花保果效果突出。

荣渝虹认为,榴莲规模化种植需要以科研为先导,政策为支撑,理性为前提,才能稳步发展。敖平里也强调,国内市场年需求超150万吨,即便全域扩种也无法完全自给,应走“进口为主、国产高端互补”路线,避免一拥而上。

“总的来说,科技正全方位重塑榴莲供应链路。”荣渝虹说,科技“加持”将使榴莲的品质更稳、物流更快、供给更多元。随着技术持续迭代与产业逐步成熟,消费者实现“榴莲自由”的日子正越来越远。

赵汉斌

创新杂谈 chuangxin zatan

人工智能加速融入职场,部分传统岗位被替代的趋势日益显现,站在就业路口的高校毕业生该如何定位职业方向、规划人生赛道?近日,中国青年报社社会调查中心针对1333名应届毕业生开展“AI就业季”专题调查,结果显示61.4%的受访应届生主动研究AI相关岗位要求;52.1%的受访应届生将求职方向调整至不易被AI替代的岗位。

随着AI逐步替代重复性、流程化、标准化的基础劳动,岗位淘汰与业态重构的步伐持续加快。毕业生直面AI变局,敏锐捕捉技术迭代带来的职业风险,主动将求职方向调整至不易被AI替代的岗位,体现了对现实的清醒认知。

但是,审视AI与就业的关系,更要看清其正在重构职场逻辑与职业价值边界。所谓不易被AI替代的岗位,并非一成不变的铁饭碗;而某些看似受算法冲击较大的职业,也可能借助AI赋能完成业态升级、焕发全新活力。一味依赖现成的“抗AI岗位清单”划定人生方向,难免有些刻舟求剑,难以适配长远的职场变化。

当下,科技迭代步伐迅猛,远超教育体系和行业规则的调整速度,今日看似安稳的职业赛道,明日便可能面临算法的渗透与重构。对毕业生来说,第一份工作不仅是谋生载体,更是积累职业经验、搭建能力体系、奠定事业根基的起点。就此而言,只有主动构筑属于自己的职业“护城河”,才能谋求事业的长远发展。

那么,什么是AI时代的职业“护城河”?答案不在于哪个细分赛道,而在于培养AI难以取代的综合素养。比如,那些机器难以模拟的人类特质:批判性思维、共情与协作沟通,以及在不确定性中作出判断的勇气。

与其说毕业生需要“躲避”AI相关岗位、寻找职业避风港,不如说需要学会驾驭AI。调查中那61.4%主动分析AI岗位要求的毕业生,或许正走在更明智的道路上:他们不回避变化,而是研究变化、利用变化。

与此同时,用人单位也应认真倾听毕业生的真实需求,提供完善的岗前培训与成长支持。初入职场的年轻人,需要有人带路、适时托一把。给他们更多的信任和机会,企业收获的不仅仅是当下的人力补充,更是未来持续进化的内生动力。一个愿意培养新人的组织,才能真正拥抱技术变革带来的无限可能。

用人单位紧跟技术潮流之余,也应保持理性克制,根据行业发展真实趋势与企业实际需求选用人才,切忌盲目跟风抬高入职门槛。将会不会使用特定AI工具设为硬性准入红线,过度神化算法技能,只会埋没有潜力、肯上进的青年人才,陷入“唯技术论”的选人误区。

每一次技术革命都会重新定义“人”的价值。AI逼迫我们追问:什么是只有“我”能做的?什么是人之为人的根本?回答好这些问题,比任何一份“不易替代岗位清单”都更有意义。而对于社会和企业而言,在技术加速奔跑的时代,多给年轻人一些试错的空间、成长的台阶,既是一种远见,也是一种责任。

小词元如何撬动AI大产业

(上接A1版)

——规则尚不完善,不利于长期发展。陈宁认为,当前我国大模型正在服务全球用户,词元可直接跨境交付,不需要通过集装箱和海关;但现有的贸易统计框架、分类还无法准确描述这种新型贸易。同时,大量AI服务创造的价值,游离于国内生产总值(GDP)统计之外,也可能带来一定信息遗漏和盲区。

——安全隐患凸显,谨防新型骗局。国家安全部微信公众号发文提醒,词元在使用过程中存在一定的安全风险,包括泄露劫持风险、伪造篡改风险、诈骗陷阱风险等。不法分子可通过跨站脚本攻击(XSS)、公共Wi-Fi嗅探等方式,窃取、截获未加密的令牌。同时,不法分子还有可能制造“虚假令牌”,诱导用户泄露身份证号、手机号等隐私信息。

“如何进一步提升词元流通的安全,这是当前亟待解决的一个问题。”郝放说。

在一些社交平台 and 私密社群,词元被包装成新一代“暴富密码”。“现在囤词元,就像早年囤比特币、囤域名,是通往财富自由的新风口”“Token就是数字石油!现在不囤,以后稀缺了哭都来不及”“我有内部渠道,Token价格打三折!囤货转手就赚”等话术层出不穷。

深圳市人工智能行业协会执行会长郎丽艳表示,词元只是一个度量单位,真正有价值的是算力和高质量数据;要防止有人浑水摸鱼,以词元为噱头制造新型骗局。

完善治理机制 提高安全防范意识

在不少业界人士看来,要持续健全有关词元的标准、市场、公共治理等机制,促进相关产业高质量发展。

陈宁建议,加强实时算力供给与应用需求匹配能力,实现算力资源的精准匹配、动态调度与高效利用,构建与之相适应的统计制度,助力词元成为数字经济中的通用计价单位,贯穿AI服务、数据交易与算力租赁全场景。

合肥零次方机器人有限公司联合创始人李宜哲表示,具身智能是AI智能体的物理载体,可将数字世界的词元价值延伸至物理场景,实现“智能决策+物理执行”一体化。要尽快确定标准,打通词元在人、机、物三方融合中的通用价值。

要持续推动技术创新,提升安全性、可靠性。上海交通大学副教授、无问芯穹联合创始人戴国浩建议,研究打造敏感数据端侧脱敏、高智能任务上云执行的端云一体架构,通过推理优化有望降低云端成本,支撑安全、低成本、规模化的词元应用。

不少业界人士认为,要研究词元应用的能耗与碳治理,推广绿色算力认证,重视环境成本,并持续推动构建数字经济全球治理新秩序。

郎丽艳表示,要建立可信、高效、公平的价值度量与分配体系,才能让数据、算力、算法、智能体充分释放价值。随着词元机制不断完善,AI将全面融入产业流程,重塑生产、分配、交换、消费全链条。

有关部门提醒,面对词元热潮,我们既要理性看待其价值,又要注意信息安全、隐私安全,提高安全防范意识,做到了解、善用。如遭遇诈骗、信息泄露或发现非法活动,应及时向有关部门反映。

孙飞 陈宇轩

AI时代,毕业生如何打造职业“护城河”