

前沿点击

高粱“剪”出稻花香

■本报记者 冯丽妃

因为米香浓郁，稻花香米是很多家庭餐桌上的“宠儿”。现在，科学家通过基因编辑技术让高粱也拥有了“稻花香”。

近日，中国科学院遗传与发育生物学研究所(以下简称遗传发育所)研究员谢旗研究组利用“基因剪刀”技术，在高粱中首次敲除了一种酶的基因，创制了新型香高粱。相关研究近日发表于《植物学报》(英文版)。

“这是一项非常棒的研究。”一位审稿人评价说，改良香高粱茎叶不仅对吸引食草动物具有良好的效果，籽粒在酿酒等工业中也具有广阔的应用前景。

扑鼻而来的“鲜虾味儿”

在北京中科院奥运村科技园区的温室大棚里，记者看到了谢旗研究组培育的新型香高粱。记者把鼻尖凑近这种作物的叶片时，就能闻到淡淡的米香。

为了让记者更直观地感受这种香气，论文第一作者、谢旗研究组博士生张丹分别采集了野生高粱和新型香高粱的叶片，将其浸泡在盛有低浓度的氢氧化钾溶液的安瓿管中。

几分钟后，记者打开管盖便感受到明显的嗅觉差异：一个安瓿管散发出淡淡的青草味儿；而另一个安瓿管中浓郁的“鲜虾味儿”扑鼻而来。后一种正是香高粱。

香味是食品的一种重要品质性状，相较于普通大米，香米因其诱人的气味而更受消费者喜爱，进而产生更高的经济价值。世界著名的印度茉莉香米和中国东北五常稻花香米就是其中的佼佼者。

那么，这种香味究竟是如何产生的？张丹向记者介绍，这是因为一种重要的挥发物2-乙酰-1-吡咯啉(以下简称2-AP)在起作用。“水稻中的甜菜



与野生高粱相比，动物们更“宠爱”香高粱。受访者供图

“剪刀”下去“香味”来了

科学家发现，2-AP挥发物实现机制在很多作物中都是保守的。除了水稻、玉米、高粱、菜豆、黄瓜等多种作物都会因此散发出独特的香味。

“目前，利用基因编辑技术已经获得了香稻品种和香型玉米材料。高粱是全球第五大作物，可用做主食、饲料作物、酿造业及生物能源产业原料。”谢旗对《中国科学报》说，创制香型高粱材料，培育稻花香型高粱品种，将引

领高粱膳食纤维食品、酿酒、酿醋、饲草动物饲料等产业的高品质发展。

利用“基因剪刀”CRISPR/Cas9，研究组敲除了高粱的SbBADH2基因，创制了新型香高粱。相比于野生型，突变体的种子和叶片均散发出独特的茉莉花香味。经过检测，突变体籽粒和叶片中2-AP含量显著。在突变体干种子中，2-AP含量可达每千克0.177毫克；在突变体植株嫩叶中，2-AP含量高达每千克0.801毫克。

“香味是主粮和水果的重要特征。过去虽然在一种野生高粱中发现了芳香物质，但难以大规模工业化生产。”一位审稿人写道，作者用CRISPR/Cas9技术培育

了香高粱，这为在大豆、大麦等其他作物中改良该基因片段提供了示范。

让食物更具吸引力

这款新型香高粱已经“俘获”了一些哺乳动物的胃。

在兔子喂食实验中，研究人员将野生型高粱和sbadh2突变植株的叶子低温烘干后磨成粉，分别均匀混入饲料中。相比于野生型高粱，添加香高粱植株干粉的饲料对兔子更具吸引力，显著提高了兔子的采食量。

我国是饲料进口大国。据报道，2020年我国粮食累计进口量超过1.4亿吨，其中近80%的农产品进口用于养殖业的饲料。高粱是青贮饲料的第二大来源。谢旗希望能将香高粱的性状与他们研究的其他优异高粱性状相结合，促进畜牧业的健康发展。

该研究组先后开发了甜高粱、耐盐碱高粱等种质资源，目前已经过国家审批，在新疆、宁夏、甘肃、内蒙古、山东、江苏等地实现了50万亩的推广种植。

除了用作饲料，高粱也是我国酿酒和酿醋的主要原料。香高粱的引入又会给这些领域带来怎样的变化？谢旗透露，目前课题组正在与中国科学院微生物研究所的科学家合作，尝试用香高粱酿酒，改善其风味和品质。

“目前，我们还是在实验室中培育和种植少量的香高粱突变作物。”谢旗表示，日前公布的《农业用基因编辑植物安全评价指南(试行)》将进一步促进我国生物育种技术和产业的发展。未来，香高粱衍生品、特色香酒和特色香醋等新产品有望走上餐桌。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1111/jipb.13232>

按图索技



合成生物学家设计细菌菌株，将无用的碳转化为有价值的化学品。图片来源：Justin Muir

加点菌，二氧化碳华丽变身！

细菌可以分解乳糖制造酸奶，分解糖制造啤酒。现在，美国西北大学和新西兰LanzaTech公司的研究人员选择、设计和优化了一种细菌菌株，用来分解二氧化碳，制造有价值的工业化学品。相关论文2月21日发表于《自然-生物技术》。

该研究资深作者、西北大学的Michael Jewett表示，“人们面临的很多挑战都与不断排放二氧化碳有关。我们希望通过此项研究，在可持续和可再生的基础上制造出人们需要的东西，利用现有的二氧化碳来改变生物经济。”

工业化学品丙酮和异丙醇几乎随处可见，其全球市场总额超过100亿美元。丙酮是一种溶剂，用于塑料、合成纤维、稀释放脂、清洁工具和洗甲水等。异丙醇则被广泛用于消毒剂和防腐剂，是世界卫生组织推荐的两种消毒剂基础配方之一，而这两种配方在杀灭SARS-CoV-2方面非常有效。

虽然这些必需的化学物质非常有用，但它们来自化石资源，生产过程导致二氧化碳排放。

为了更可持续、清洁地生产化学品，研究人员开发出一种新的气

体发酵工艺。他们利用合成生物学工具，重新“编程”了一种特殊的梭菌，使其拥有将二氧化碳转化为丙酮和异丙醇的超强能力。

这种新的气体发酵工艺不仅可以去除大气中的温室气体，还可以避免使用化石燃料。在进行生命周期分析后，研究小组发现，与传统工艺相比，如果广泛采用这种厌氧平台，可以减少160%的温室气体排放。

“通过菌株工程和酶的优化，我们还将生产时间缩短了一年多。”Jewett补充说。

研究人员相信，他们开发的菌株和发酵工艺将来会实现规模化生产。该方法还有望应用于创建或生产其他有价值的化学品。

“我们今天的大多数商品、化学品都来自化石资源，如石油、天然气或煤炭。丙酮和异丙醇提供了两个范例。这一研究是避免气候灾难的重要一步，因为生产丙酮和异丙醇的新途径‘关闭’了碳循环，也加快了其他新产品的开发。”LanzaTech公司首席执行官Jennifer Holmgren说。(王方)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/41587-021-01195-w>

专家讲坛

推进“双碳”小心踏入七大误区

■魏楚 张晓萌

自2020年我国提出“双碳”目标以来，我国在顶层设计、全国碳交易市场建设、增强全社会减碳理念等方面均取得了积极进展。但在此过程中，由于认识不足也出现了“运动式减碳”“碳冲锋”等问题。

“察势者智，驭势者赢”，历史告诫我们，认识上的偏差和误区往往会导致目标上的偏差、行动上的偏颇。因此，全面推进“双碳”目标，需要警惕七大认识误区。

误区一：控碳=控二氧化碳
非二氧化碳气体对于全球升温作用不容忽视。联合国政府间气候变化专门委员会第五次报告指出，工业革命以来，约有35%的温室气体辐射强迫源自非二氧化碳温室气体排放。相关研究表明，减少非二氧化碳温室气体排放将是实现温控目标相对快捷的方式。

近年来，我国高度重视非二氧化碳减排力度。“十四五”规划已明确提出，要加大甲烷、氢氟碳化物、全氟化碳等其他温室气体控制力度。但目前我国对非二氧化碳温室气体减排仍缺乏完善的顶层设计，这可能会导致“碳中和”路径、目标实现等产生偏差。

误区二：控碳=控能源
能源是经济发展的基本动力，能源消费与经济增长脱钩是实现碳减排的重要途径。我国目前正处于经济发展的关键爬坡阶段，经济与能源高度相关。即使2030年“碳达峰”，中国经济增速预计仍将达到5%以上，处于中高速增长阶

段，能源消费持续增长不可避免。

因此，简单控制能源总量将会威胁宏观经济平稳运行，短期内化石能源大规模退出，不仅影响市场主体收益和活力，还将带来能源品的成本上升，并进一步导致消费品价格上涨，形成通胀预期，引发相关行业失业。

误区三：控碳=减煤炭、控煤电
煤炭在我国能源安全战略中发挥着“压舱石”作用。目前煤炭和煤电仍然是保障能源安全、电力安全的主体，如果盲目、快速减少煤炭和煤电，可能有两方面安全隐患。

一是风光等可再生能源发电具有强波动性、高不确定性和弱调频性的特征，大规模并网造成电网系统抗扰动、频率调节和电压调控能力下降，大规模减煤炭、控煤电将进一步增加能源系统的不确定性和脆弱性。二是煤炭和煤电退出影响经济社会的平稳运行，若大规模减煤炭、控煤电，将给就业、信贷等带来风险。

误区四：控碳=增“风光”
光伏、氢能等新能源产业原料依赖于稀有金属，大规模发展新能源产业可能将触发稀有金属安全问题。我国在稀有金属生产和储备方面存在严重不足，生产电池的碳酸锂品位相对较低，开采难度大；钴和镍资源相对缺乏，严重依赖进口，2020年电池原料自给率仅32%。

大规模发展可再生能源产业还可能产生新的“卡脖子”技术问题。风、光利用前沿技术研发储备不足，未来产业大规模

发展可能面临技术被颠覆的风险。氢能和生物质能产业发展已具条件，但氢能基础理论研究薄弱，储氢材料设计研发难题亟待解决；生物质转化技术、生物塑料单体技术和非金属材料等仍依赖引进。一旦产业大规模发展，底层理论、核心技术等无法同步，极易出现行业短板、引发产业链安全问题。

误区五：控碳=控工业、控“两高”
制造业为主体的工业不仅是我国国民经济的支柱产业，也是碳排放大户。在调整经济结构、减少碳排放的背景下，近年来我国制造业增加值占GDP比重从2011年的32%高点，持续回落至2020年末的26%。

控碳不能忽视经济部门内部的多多样性和关联性。在保持制造业比重大体稳定的条件下，制造业部门的实际减排潜力不大。反之，其他经济部门还有潜力可挖，例如交通、建筑分别为我国碳排放贡献8%。此外，农业是非碳温室气体排放的主要来源，在全球范围内，约21%~37%的温室气体排放量归因于整个食物系统周期，特别是家畜养殖排放的甲烷和化肥释放的一氧化氮。

误区六：控碳=碳市场控碳
碳市场是我国实现“双碳”目标的核心政策工具之一。虽然中国碳排放权交易市场成为全球覆盖温室气体排放量最大的市场，但当前市场发展不足，碳排放交易主体只集中于电力企业等重点排放单位，节能减排覆盖范围较为

有限，且配额免费发放，导致交易市场出现流动性不足的情况。在初期3个多月的交易中，市场单日交易量、成交额分别开市初的410万吨、2.1亿元，下降到目前的7.7万吨、350万元。

碳市场机制通过引入碳价来修正气候变化带来的外部性问题。虽然其理论框架非常明确，国际实践也已有一定积累，但将其转化为操作性强、行之有效的具体政策却极富挑战性。由于中国还处于碳排放增长阶段，总量目标设定具有较大难度，当前碳交易规模尚不足以支撑“双碳”目标的实现。

误区七：控碳=政府控碳
我国实行的自上而下的碳排放方案并不意味着政府包办一切。一方面，许多地方政府还未摸清碳排放家底，不少地区对于“双碳”战略到底如何落实依然很迷茫。

现有治理往往聚焦于供给端，忽视了社会需求端的源头管理。当前，我国大多数减排政策都针对工业部门的末端治理。但国际经验表明，引导包括居民在内的全社会成员形成绿色的生产、生活方式，对落实“双碳”目标具有重要作用，而我国对于全社会需求侧的源头引导和管理还存在较大政策空白。

如何通过各种创新来引导全社会形成碳中和的氛围与合力，这是早晚要走和必须要走的一步棋。(作者单位：中国人民大学应用经济学院)

集装箱

北京计划打造“高级别自动驾驶示范区 3.0”

本报讯(记者郑金武)近日，在2022北京新闻中心举办的北京全球数字经济标杆城市建设专场新闻发布会上，北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室常务副主任捷菲介绍，北京将实施“扩路、强云、组网、联车、落图”五大专项，持续完成高级别自动驾驶示范区2.0阶段系统联调联试和功能优化，并将在今年内开启3.0阶段的建设。

捷菲介绍，高级别自动驾驶示范区1.0阶段已完成总长12.1公里城市道路和10公里高速公路的智能网联基础设施建设，并实现了国内首个“多杆合一、多感合一、多箱合一”的

智能网联标准化路口建设方案。

高级别自动驾驶示范区2.0阶段主要围绕北京经开区核心区60平方公里，共计305个路口实现智能网联道路基础设施全覆盖，为高级别自动驾驶测试车辆和网联化量产车辆提供车路云一体化技术研发与功能验证场景。目前示范区2.0阶段已完成基础建设和设备安装，正在进行联调联试和功能优化。

捷菲表示，下一阶段，北京将总结前期的建设经验，在年内开启高级别自动驾驶示范区3.0阶段的建设，并继续推进政策和管理模式创新，持续推动各类自动驾驶商业化场景落地。

青岛新规支持海洋经济高质量发展

本报讯(记者廖洋)近日，《青岛市支持海洋经济高质量发展15条政策》(以下简称《政策》)发布。这是青岛市出台的第一部精准支持海洋经济发展的综合性产业政策，在全国范围内具有领先性和开创性。

《政策》分为推动现代渔业等海洋传统产业转型升级、促进海洋生物医药等海洋新兴产业突破发展、强化海洋人才集聚与科技创新、加快涉海市场主体培育壮大等四大部分，共15条29款，其中新制定政策21款，占比达72%。

青岛市海洋发展局副局长戚永战指出，青岛市的海洋产业特别是海

洋制造业发展还未形成比较优势，现代渔业等传统产业面临转型升级压力，海洋生物医药等战略性新兴产业仍需进一步提质增效，海洋企业“小、散、弱”的情况依旧存在，海洋人才外流的压力日益增加。

对此，《政策》在全国范围内首创性地提出了海洋产业倍增计划与冠军企业倍增计划，鼓励海洋企业积极做大做强，实现价值倍增。例如，《政策》明确，凡是年海洋营业收入1亿元以上的涉海企业3年内实现海洋营收倍增，将给予企业经营管理者奖励，奖励额度为海洋营业收入产生的年实际地方贡献最高增长额度的20%。

自动化为细胞治疗“提速”

■本报记者 张思玮

去年6月22日，国家药品监督管理局正式受理了复星凯特第一个CAR-T细胞治疗产品的上市申请。不久后，药明巨诺公司生产的瑞基奥仑赛注射液也获批上市，成为国内第二款获批上市的CAR-T细胞疗法产品。

就在今年年初，北京亦庄细胞治疗中试基地全面竣工。作为全国规模最大的细胞治疗产业专业载体，北京市首个精准定位发展细胞治疗产业的专业化载体，该基地将加快构建细胞治疗全产业链，助力北京生物医药产业高质量发展。

细胞治疗领域的好事连连再次激发业内热情。不过，这在上海市公共卫生临床中心外科主任医师、全国卫生产业企业管理协会细胞治疗产业与临床研究分会会长刘保池教授看来，实属意料之中的事。

“随着细胞工程、基因工程、组织工程、合成生物学等技术的飞速发展和相互融合，细胞治疗技术正试图改善尚无有效治疗手段的疾病治疗。”目前，刘保池带领团队创新性地进行B超引导、经皮肝穿肝内门静脉输注自体骨髓干细胞治疗肝硬化、经皮腭腺穿刺输注有核细胞治疗糖尿病，均取得良好疗效。此外，他的团队还应用自体骨髓干细胞治疗膝关节退行性变、股

骨头坏死、卵巢早衰、恶性肿瘤。

细胞治疗时代已至

细胞治疗是指采用生物工程的方法获取具有特定功能的细胞并通过体外扩增、特殊培养等处理，使这些细胞具有增强免疫、杀死病原体 and 肿瘤细胞等功能，从而达到治疗某种疾病的目的。

目前，细胞治疗主要有免疫细胞治疗、干细胞治疗。从全球细胞治疗市场上来看，获批的细胞治疗产品中64%为干细胞治疗，36%为免疫细胞治疗。不过，全球在研的细胞治疗临床试验主要集中在CAR-T细胞和干细胞领域。

“可以说，我们已经进入了细胞治疗的新时代。”刘保池说，包括肿瘤、神经系统疾病、自身免疫疾病、慢/急性肝衰竭等在内的多种疾病都有了细胞治疗“路径”。

而这其中，分离和获取高纯度的细胞，并有

效扩增极其重要。据刘保池介绍，常用的细胞分选方法有免疫磁珠分选法、密度梯度分选法、全骨髓贴壁法、组织消化法等。不过，这些方法虽各有优势，但在依赖人工操作耗时、细胞活性、细胞增殖能力等细胞功能受影响，以及人工操作可能导致污染等风险。

以自动化技术确保品质

鉴于此，如何更好地获取和制备能够满足临床需求的高质量细胞治疗产品成为业内亟须解决的问题。

刘保池说，与一般药品不同的是，细胞是“活”的生物制剂。作为新型治疗手段，细胞技术在应用于人体时，细胞的质量尤为重要。制备过程中微小的偏差都会对最终细胞质量产生很大的影响，威胁到临床应用的安全性和有效性。

因此，要想获取及制备能够满足临床需求

的高质量细胞治疗产品，标准化、规模化制备临床级细胞是关键。但若想实现这一目标，还有诸多环节亟待规范。

《细胞治疗产品研究与评价技术指导原则(试行)》中提到，细胞治疗产品的生产过程应遵从《药品生产质量管理规范》，研究者需建立细胞治疗产品的质量控制策略，应不断优化制备工艺，减少物理、化学或生物学作用对细胞的特性产生非预期的影响，尽量达到自动化、全封闭的生产。

“自动化制备工艺是解决标准化、产业化、质量控制难题的关键。”刘保池说，传统的人工操作存在误差，难以保障不同批次细胞稳定性和一致性，而通常细胞的提取对实验室环境的要求很高，这些恰恰是自动化技术能够弥补的。

据了解，刘保池团队使用的是博雅控股集团的全自动干细胞分离设备PXP。“这款全封闭设备保证了无菌环境，可以在手术室条件下操

作，20~30分钟就可以完成干细胞分离，非常高效，细胞质量也稳定，而这最终的目的是让患者得到有效的治疗。”刘保池说。

仍需规范与引导

虽然自动化技术是未来细胞提取技术的必然趋势，但细胞治疗若想“开花结果”，还需从技术、监管以及市场等多个层面加以“打造”。

当前，细胞治疗针对的适应症仍然比较有限，比如上市的CAR-T免疫细胞治疗仅针对少数血液癌症，在实体瘤等患者群体庞大的疾病领域，其技术瓶颈仍有待突破。

在监管体系方面，我国尚未建立起成熟、稳健的细胞治疗监管体系。该如何进行高效监管，规范细胞治疗市场，保护患者安全和权益，推进新型药物和生物技术落地，需要进一步优化细化。

此外，近年来与细胞相关的疗法层出不穷，市场更是鱼龙混杂。“如何合理利用政策法规进行引导和管理，既给予新技术良性发展的市场空间，又避免野蛮生长带来的乱象，始终考验着市场管理方。”刘保池将细胞比喻成一颗具有魔法的种子，只要临床应用得当，它就能发挥意想不到的效果。