

人物名片



朱玉贤:1955年生,中国科学院院士,现任武汉大学高等研究院院长、北京大学教授。主要从事陆地棉纤维发育早期的功能基因组、转录组及雷蒙德氏棉、亚洲棉功能基因组的研究,探索纤维突起、伸长的分子机制及调控规律。通过长期研究,他带领团队成功实现了“让中国的棉花纤维进一步伸长3毫米”,推动我国棉花研究达到世界领先水平。研究成果曾获国家自然科学基金二等奖、教育部自然科学一等奖等。

朱玉贤的办公桌上最显眼的装饰,是一束被扎成鲜花模样的棉花,白色的棉桃、咖色的枝条束在一起,别有一番雅趣……“这是学生送给我的生日礼物,我非常喜欢。”朱玉贤说。从20世纪90年代开始,他的科研生涯就与棉花紧紧连接在了一起。棉纤维是影响棉花品质的重要因素,目前我国普遍种植的棉花是陆地棉和少量海岛棉。陆地棉纤维一般长度为25—30毫米,海岛棉

中国科学院院士、植物生理学家朱玉贤——

持续探索伸长棉纤维的密码

□田豆豆

纤维一般长度在35毫米以上。“海岛棉纤维更长,品质更高,但它对气候要求高,产量较低,一株海岛棉的棉纤维产量只有陆地棉的60%—70%,总体经济效益低,因此农民大多种植陆地棉。”朱玉贤说。高产棉花不优质,优质棉花不高产,从1998年起,朱玉贤承担起“国家转基因棉花重大专项”课题,通过10多年不懈探索,终于研究出“让中国的棉花纤维进一步伸长3毫米”的重要成果。现在,他正带领团队进一步探索棉花基因组的奥秘,通过扎实的基础研究夯实棉花良种选育的根基。

立志把棉花作为坚守一生的研究方向

为何研究棉花?朱玉贤说:“因为我是农民的儿子。”朱玉贤出生于浙江富阳的一户农家。1978年参加高考,他以优异的成绩被浙江农业大学录取,大学毕业后留校任教。20世纪80年代中期,他出国留学深造,并于1991年回国,在北京大学生命科学学院任教。“我对故土有种割不断的感情。”朱玉贤说,当时的生活条件虽不尽如人意,但他还是坚持留了下来,“国家正在快速发展,各方面都需要人才。”

1996年,国家启动“优质棉工程”。朱玉贤在图书馆泡了两周,查阅大量资料后,他推测棉纤维伸长可能与植物激素有关。“植物激素研究是我博士论文里的关键内容,算是这个领域有点基础。”朱玉贤笑着说。于是,他申请了“国家转基因棉花重大专项”课题资助。“我的一位老师曾告诉我,一生专注一件事,可能成功也可能失

败;但如果你朝三暮四,想做的事情太多,那你大概率什么都做不好。所以我一直在寻找一个足以让我研究一辈子的物种。”朱玉贤说,棉花就是他寻觅已久的方向。“选择研究方向,要把自己的能力和国家的重大需求结合起来。”

首次发现植物激素乙烯生物合成途径在棉花纤维细胞伸长过程中的主导作用,发现超长链脂肪酸在转录水平上调控乙烯生物合成,让中国的棉花纤维进一步伸长了3毫米,使我国棉花研究达到世界领先水平……这些年来,朱玉贤带领团队取得了一系列具有重要国际影响的成果。例如,2006年,他将研究成果发表在植物学界刊物上,10多年来,被引用超过500次。

每项科研成果的诞生,都离不开无数次实验

“一辈子做科研,可能会发很多文章,但真正让自己引以为豪的,可能只有一两篇。”朱玉贤说。棉花纤维伸长机制研究以及找到棉花四倍体A亚基因组的“祖先”便是

他十分自豪的两项成果。也因此获得了国家自然科学基金二等奖等奖项。

这背后,是朱玉贤一步一个脚印的奋斗轨迹。从1996年到2006年,朱玉贤发现了棉花纤维伸长的秘密:植物激素乙烯在棉花纤维细胞突起阶段起到关键作用,并且通过技术手段可以调控植物激素乙烯。随后从2012年到2020年,朱玉贤又解决了一个困扰学术界多年的基础性问题——棉花四倍体A亚基因组的“祖先”究竟是谁。

在研究棉纤维伸长机制过程中,朱玉贤关注到了一个有趣的学术争议——陆地棉和海岛棉都是四倍体,即细胞中含有分别来自A和D亚基因组的两个染色体对,共同组成异源四倍体AD基因组。其中D亚基因组的供体(即“祖先”)是D5,学界已有公论;但与棉纤维长度关系更为密切的A亚基因组的“祖先”是谁,学界存在很大争议。朱玉贤通过比较基因组学研究证实——陆地棉A亚基因组来自一种已经灭绝的A0。找到了“祖先”,弄清了控制棉纤维伸长和性状的形



朱玉贤(左一)带领团队进行实验

成机制,为人类“按需定制”棉花优良品种奠定了基础。

每项科研成果的诞生都离不开无数次实验、无数次失败、无数次新思路“灵光一现”。“一篇论文里一般都有五六幅插图,每幅插图由七八个不同的实验组成,共同说明一个问题。这七八个不同的实验,基本上每一个还会经历反复失败,有的甚至是做了几个月才发现思路不对,需要重新设计实验再起步,经常耗费相当长的时间。”朱玉贤说。

“很多研究内容可能没有立竿见影的效果,但从长远来看,基础研究对增强学术竞争力、服务经济社会发展有着重要意义。”朱玉贤说。

做科研,要善于提出问题,多问几个为什么

“最初申报国家转基因棉花重大专项时,我设想可以解决棉纤维发育的三大问题:第一,如何让陆地棉纤维进一步伸长;第二,由于棉纤维细胞壁过度加厚会导致纤

维质量变差,要研究如何让细胞壁停止加厚;第三,如何让海岛棉和陆地棉长一样多的棉纤维。我的终极梦想是研发出优质的陆地棉和高产的海岛棉。”朱玉贤说,“由于当时的研究水平有限,到项目结题时,我们只解决了第一个问题;而现在,过去认为很难完成的任务,已经有了突破的希望……”

纤维素是构成细胞壁的基础物质,朱玉贤的最新研究正是围绕纤维素展开。“成熟的棉纤维里95%以上是纤维素,是研究纤维素合成的最好材料。高等植物细胞壁中的纤维素是由定位在细胞膜上的纤维素合酶合成的。打个比方,纤维素合酶是个小组,我们要发现哪些组员是决定纤维性状的关键,它们各自有什么分工、发挥什么作用;去掉某个组员或者加强哪个组分,能不能生产出我们需要的性状。”

“做科研,要善于提出问题,多问几个为什么。”从提出问题,到研究实施,朱玉贤带领团队做了大量实验,把纤维素合酶中的关键功能基因逐个去掉,观察棉纤维细胞发生的变化,从而确定该基因在整个纤维素合成途径中发挥的作用。

“单一的实验可能看不出价值所在,但如果一直研究下去,我们就可能会发现,到底哪些基因决定了纤维的长度、强度和柔韧性,它们是如何协同发挥作用的。到那时,如果把决定陆地棉高产(纤维数量多)的基因导入海岛棉,或者把决定海岛棉纤维长度的基因导入陆地棉,优质的陆地棉和高产的海岛棉就不再是梦想……”朱玉贤充满期望地说。(据《人民日报》,有删节)

二氧化碳吸附剂材料:为碳中和助力,需进一步扩大应用

□李禾

二氧化碳是最主要的温室气体,随着我国“双碳”目标的提出,二氧化碳捕集、封存和利用(CCUS)技术的发展以及应用场景的扩大,基于吸附技术实现二氧化碳捕集也广受关注。其中,研发低成本、高效率的二氧化碳吸附剂材料成为当前研究和产业化的热点之一。

固体吸附剂材料对环境友好

在二氧化碳分离、捕集技术中,吸附技术是相对成熟并且应用最多的一种技术。吸附技术具有能耗低、操作简单、吸附量大、循环性能好等优点,与吸附技术相配套的二氧化碳吸附剂材料种类较多,总体而言,可分为固体吸附剂材料与液体吸附剂材料。

东南大学材料科学与工程学院教授张友法介绍,固体吸附剂材料具有较弱的腐蚀性,而且吸附能耗低,具有安全性和环境友好性等优势,将其应用到二氧化碳捕集中具有很好的效果。固体吸附剂材料还包括了高温吸附剂材料和低温吸附剂材料。其中,高温吸附剂材料以氧化钙吸附剂材料为代表,能够在高达600℃的温度下对二氧化碳进行吸附。由于氧化钙吸附剂材料属于碱性物质,二氧化碳属于酸性气体,因此其能够较为容易地吸附二氧化碳,这两种物质通过化学反应生成碳酸钙。

低温吸附剂材料包括活性炭、沸石等,除了不能在较高温下吸附二氧化碳外,具有较好的吸附效率和再生性能等优点。以沸石为例,它是自然界中存在的一种天然硅铝酸盐,具有纳米级的均匀孔径,形成相互连接的通道和网状结构,具有筛分分子、吸附、离子交换和催化作用,人工合成的沸石又被称为分子筛。分子筛的吸附是一种物理过程,通过分子引力作用在固体表面产生一种“表面力”,当二氧化碳气体流过时,其中的分子会碰撞到吸附材料表面,并聚集于此,从而使气体中的分子数目减少,达到分离、清除的作用。由于吸附不发生化学变化,因此只要设法将聚集在表面的分子“赶跑”,“再生”的分子筛就具有吸附能力了。

液体吸附剂材料成本较低

作为二氧化碳吸附剂材料

生产企业之一,西安蓝晓科技新材料股份有限公司(以下简称蓝晓科技)董事长高月静说,目前全球范围内,工业化的二氧化碳捕集技术以溶剂吸附法为主,核心吸附材料为液体有机胺化合物。液体胺吸附效果好、成本低,但是再生能耗高,对设备腐蚀较大。

不过,随着科技的进步,液体吸附剂材料也在不断改进和优化。郑州大学化工学院、中国科学院过程工程研究所等单位的科研人员发表的文章《负载型离子液体吸附分离二氧化碳的研究现状及展望》显示,因具有极低挥发性、强气液亲和性、可调的结构性质等特点,离子液体在二氧化碳捕集分离领域逐渐显示出独特优势。但离子液体通常黏度较高,或在室温下呈固态,导致吸附效果差或者无法直接应用于吸附分离过程。

负载型离子液体是将离子液体与有机或无机多孔材料,通过物理或化学方法结合而形成。作为二氧化碳吸附剂材料,负载型离子液体兼具离子液体和多孔材料的共同优势,不仅能提升选择性分离效果,还能有效避免采用离子液体直接吸收二氧化碳的高黏度问题,提高了二氧化碳吸附效率。通过离子液体和载体的不同结合方式,负载型离子液体可分为物理负载型和化学负载型,其合成方法通常为浸渍法、键合法、溶胶-凝胶法等。与离子液体结合的多孔材料,主要包括硅基、聚合物、活性炭、沸石与金属有机骨架等。

新型吸附剂材料不断出现

当前,我国在二氧化碳吸附剂材料研发方面不断取得新突破。如南京工业大学化工学院刘晓勤教授、孙林兵教授课题组研发出一种智能光响应吸附剂材料,实现了对二氧化碳的低能耗、可控捕集。相关研究成果

发表在国际知名期刊《德国应用化学》上。

在工业上的吸附分离操作中,传统吸附剂材料通常需要在变温或变压条件下实现其循环使用,也就是在常温下吸附、升温时脱附或在加压下吸附、减压后脱附。“但问题是,这个吸附—脱附的过程能耗较高。”孙林兵说,材料能吸附二氧化碳,材料本身就必须具备吸附活性位点,否则就无法实现选择性吸附。

为了减少吸附—脱附过程的能耗,课题组在吸附剂材料中引入诸如偶氮苯等光响应成分,使其和活性位点发生作用,在不同光照条件下,响应分子的构型发生转变,进而对活性位点的性质进行了调节,实现二氧化碳的吸附和脱附。

“我们在不同光照条件下,对活性位点进行调试,最终实现了对二氧化碳的可控性捕集。”孙林兵说,这种新的吸附—脱附调控机制相较于传统的变温、变压吸附大大降低了能耗。

无独有偶,张友法团队发明了一种用于潮湿条件下高效捕集二氧化碳的改性活性炭材料。由于价格低廉、丰富和可定制的物理、化学特性,活性炭成为工业应用中具有潜力的吸附剂材料之一。但工业烟气中往往含有大量水蒸气,当烟气中水蒸气浓度过高,水分子会通过竞争吸附、孔隙堵塞等方式显著降低吸附剂材料的二氧化碳捕集效率,因此人们迫切需要开发新技术以减少水蒸气对活性炭吸附性能的影响。张友法团队让疏水性有机框架材料,原位“生长”在功能性碳材料中,制备出复合材料。这种复合材料具有耐久性、高比表面积和疏水性,可以在高湿工况下实现高效二氧化碳捕集。这项技术还被广泛应用于其他遭受水蒸气竞争吸附影响的吸附材料生产中。

有些吸附剂材料已有小范围应用

“目前,对二氧化碳吸附剂材料的研究很多,但绝大多数还处于基础研究阶段。”孙林兵说,有些吸附剂材料在小范围的某些特殊场景下已有应用,但大范围应用吸附剂材料还是相对少见。在产业化方面,吸附剂材料的使用还需要跟生产所采用的工艺耦合,并需要进一步综合评估其成本和经济效益情况。

开发兼具高吸附容量、低成本的二氧化碳吸附剂材料被认为是CCUS技术未来商业化应用的关键。高月静说,创新研发二氧化碳吸附剂材料是企业工作的重点方向之一。蓝晓科技通过与欧洲大型化学品公司的合作,已经实现了向欧洲市场提供二氧化碳吸附剂材料,并形成了商业化应用案例。

不过,《负载型离子液体吸附分离二氧化碳的研究现状及展望》也指出,尽管目前报道的负载型离子液体用于二氧化碳吸附分离的研究较多,但主要还局限于实验室研究,要实现大规模应用,还需要解决多方面的课题。比如工业生产环境复杂多样,尽管目前设计、研究出用于吸附的材料种类很多,但还需要在现有基础上进一步发展出更多种类的吸附剂材料,以满足不同要求;吸附剂材料在各类环境中吸附、脱除二氧化碳时,往往还存在其他杂质气体的干扰,如工业烟气中常含有二氧化硫、二氧化氮等酸性气体,密闭空间和空气中常含有大量水蒸气等;复杂组分下二氧化碳与吸附剂材料的作用关系、选择性和长周期循环稳定性等还需要更多的实验数据进行验证,为其实际应用提供支撑。

孙林兵说,随着技术的发展,二氧化碳吸附剂材料生产和使用的成本也会再进一步降低,使用的范围和场景也可能随之扩大和增加。(据《科技日报》,有删节)

科技大观

在福建、广东、广西、海南等地的海岸线上,有一种特别的树林,犹如一道“绿色长城”,保护着海岸带生态系统的平衡。这就是红树林。

明明看上去是绿色的,为什么叫“红树林”?红树林是生长在热带、亚热带海岸潮间带,以红树植物为主体的木本植物群落。仅从叶片颜色来看,除海漆的叶片春夏之交呈鲜红色之外,绝大多数红树植物终年常绿。之所以被称为“红树林”,是因为大多数红树植物树皮和木材富含单宁酸,单宁酸被氧化而呈红色,红树林由此得名。

与其他生长在陆地的森林植物不同,生长在海边的诸多红树植物长期适应高盐、强酸、低氧、风浪等恶劣环境,使得它们有了许多特殊“技能”。比如,红树植物的根系有一套非常有效的海水淡化系统;它们具有非常发达的地上气生根,在狂涛巨浪前屹立不倒;它们的叶片常有厚厚的角质层,隐藏在表皮下或叶片背面的气孔也能有效减少水分的蒸发,是名副其实的“节水专家”;还有相当一部分红树植物进化出了植物界少有的“胎生”繁殖方式,以适应潮间带恶劣的环境。

红树植物庞大的地上气生根系统具备消浪、缓流、促淤、固土等功能,会在海岸形成坚实的自然屏障。这不但为动物躲避敌害提供了理想场所,还可以有效减弱台风及风暴潮的破坏力。此外,红树林外广阔的滩涂和丰富的底栖动物,还是长途迁徙鸟类的“加油站”,对候鸟保护具有重要意义。

迄今为止,在我国红树林湿地记录到的生物物种数超过3000种,红树林也因此被称为生物多样性最高的海洋生态系统之一。

此外,红树林还是重要的碳库。2009年,联合国环境规划署报告指出,红树林、滨海盐沼和海草床等海岸生态系统能捕获和储存大量有机碳并永久埋藏在土壤里,被称为海岸带“蓝碳”。红树林由于周期性的潮汐淹没、土壤厌氧和独特的复杂根系,能有效捕获悬浮物质,埋藏有机物,并降低有机质分解速率,进而达到固碳的效果。



守护海洋的红树林

□王文卿

作用这么多的红树林,却十分稀有珍贵。它们非常怕冷。全球红树林大致分布于南、北回归线之间的热带和亚热带海岸。福建福鼎的沙埕湾是我国红树林天然分布北界,人工引种北界则在浙江乐清湾。因围海造田、围塘养殖及城市化等原因,红树林的空间一度被压缩,现有的红树林更加弥足珍贵。

2000年以来,随着红树林的生态效益逐渐为人们所了解关注,我国通过严格的保护和大规模人工造林,成功遏制住了红树林面积急剧下降的势头,成为全球少数红树林面积净增加的国家之一。近年来,我国针对红树林的保护力度进一步加大。自然资源部、国家林业和草原局2020年联合发布的《红树林保护修复专项行动计划(2020—2025年)》,为我国科学保护、科学修复红树林提供了操作指南。目前,我国成立了多个以红树林为主要保护对象的保护地,大部分天然红树林被纳入其中。

红树林守护海洋,我们守护红树林,希望能有更多人加入红树林保护的队伍中。