团队

用情怀和责任做好农业科研

■本报见习记者 高雅丽

近日,中科院第二粮仓“十三五”重大突破项目“黄淮南片中低产田改良与产能提升科技示范”举办结题汇报会。项目实施的 18 个月中,集合了地方政府、科研院所、企业的多方力量,中科院合肥物质科学研究院技术生物与农业工程研究所研究员吴丽芳所带领的科研团队,也在其中不断成长。

“第二粮仓”项目的成功样板

“黄淮南片中低产田改良与产能提升科技示范”针对黄淮南片区农业生产中的突出问题,实现了多套关键技术体系的突破与模式构建,为“第二粮仓”计划在全国全面实施提供了可复制推广的成功样板和建设方案。

项目总协调人吴丽芳对《中国科学报》记者说:“一开始困难重重,前期积累少、经费不足、院地合作沟通不畅等问题接踵而至,好在我们都挺过来了。”

在这个项目中,团队以“改土、防病、增效”六字方针为总体目标,建立了以砂姜黑土改良和赤霉病防控为核心的农牧复合技术体系;以强筋专用小麦和绿色农畜产品培育为牵引,建立多种形式合作经营主体;形成以信息化精准管理和农业物联网为串联的可持续生产经营体系和全程社会化服务体系的商业化模式。

在我国安徽北部、江苏北部、山东西南部和河南东南部四省交界处,分布有 6000 多万亩砂姜黑土为主的中低产田。为了改良土地,吴丽芳和团队成员可谓是费尽了心思。

“在改土过程中我们发现了一个不能回避的问题,就是有机质。有机质提升通常通过施用有机肥来实现,但是猪粪、鸡粪等有机肥污染大、用量多、运输成本高,还没有专用的施肥机械。”吴丽芳告诉记者。

面对现状,他们改变思路,建立了“移动牧场”。吴丽芳团队在田里引进了北方优质的滩羊品种,并且为羊群建立了“活动羊舍”,配置了专门的饲料。

“从基因检测选择品种、鉴定多胎产羔性能,到粪便除臭和快腐、优质羊肉生产,我们建立了一整套的技术,这是农牧耦合理念的创新实践。”吴丽芳说。

小麦赤霉病一直是困扰农民和农业专家的一个问题,吴丽芳表示,持续阴雨、缺乏抗病品种、秸秆还田后病源积累多、常年小麦玉米连作等因素以及病菌抗药性增加,导致赤霉病的扩散和加重趋势愈发明显。

突破传统思路,啃这块“硬骨头”需要智慧和勇气。通过分析,团队发现如果可以研发一种材料附着在麦穗表面,减少水分滞留、隔离和抑制病菌,就能减少赤霉病的发病几率。

采用什么材质做防护才最适合?在一次坐车聊天中,几位材料专家为吴丽芳解决了这个难题,纳米防护膜技术就这样应运而生。

吴丽芳说:“田间试验表明,利用我们的技术,与中等抗性的小麦品种结合使用,小麦赤霉病的病粒率可以降低到 0.3%,远远低于国家标准 3%。用纳米防护膜替代 80%的氰烯菌酯(新上市的赤霉病防控药物)进行防治,可以将病粒率再降低一个数量级。”

多学科交叉突破难题

作为植物分子生物学与基因工程方面的学术带头人,吴丽芳带领着团队 20 余位成员,取得了一系列科研成果。

吴丽芳说:“在做第二粮仓项目过程中,为了解决问题,课题组招收了不同学科方向的人,除了抗病为主的小麦种质创新和分子机理研究,农业微生物、林业也是团队的重要研究方向。”

团队科研工作的开展,也得益于合肥物质研究院这个多学科交叉平台。“很多问题靠自身没法解决,例如赤霉病防治技术的突破。现在需要多学科交叉,突破传统思路。”吴丽芳表示。

吴丽芳

前不久,科研团队发现了大幅提高乌桕油果产量的新方法,他们通过外施植物内源激素—细胞分裂素,将雄花转变为雌花,提升雌花数量来提高果实产量。

乌桕是我国四大木本油料作物之一,乌桕的果实中榨取的油脂近年来作为生物能源原料油脂树种,具有很好的发展前景。但是,乌桕每年只开一次花,科研团队只能一年做一次实验。

“这个课题花了 4 年左右的时间,周期虽然长,但是在提升乌桕油果产量方面具有广阔的应用前景。”吴丽芳表示。

在长期的科研工作中,吴丽芳为团队总结了“忠诚、感恩、自信、坚持、担当、奉献”的团队精神。

她说:“任何人都不能孤立成长,要让年轻人踩在我们肩膀上,做一些对国家发展有用的事情。同时,做农业要有情怀和奉献精神,我们的课题都是国计民生最需要的。有时候做项目经费不够,我们还得想办法用横向合作经费填补。即便如此,我们依然热爱这份事业。”

做全方位的产业化服务

“以前是‘打哪儿指哪儿’,有什么干什么;现在是‘指哪儿打哪儿’,科研工作要看到农民的需要、国家的需求,这样研制出来的东西才是社会需要的。我们是一群把论文写在大地上的人,农民脸上的微笑就是我们的《自然》杂志。”吴丽芳总结。

在现有的纳米防护膜技术上,团队打算明年再做一次大规模的多区域多点验证,着手准备产业化工作,在精品农业、绿色农业方面建立中科院的品牌。

在第二粮仓项目上,吴丽芳给予了更多期待和规划。“我们还要打造升级版第二粮仓,传统做项目都是给多少钱干多少事,但我们是把一个科技工程当成事业做,进行持续投入和研发。”吴丽芳表示。

“第二粮仓”的科研团队集纳了各方面人才,在产业化方面也赢得了市场的认可。“今后我们要做全方位的工程化技术服务,带动农业全产业链发展。”吴丽芳说。

在第二粮仓的基础上,科研团队正在与核心示范区之一的太和县政府合作,建设中科院砂姜黑土野外台站。吴丽芳说:“我们只有一个简单的愿望,就是能够持续推动项目发展,苦一点、累一点也没关系,做好现代农业全产业链示范样板,代表中科院为国家发展和民族振兴作出贡献,做服务‘三农’的优秀科技工作者。”

大气环境治理多维大数据系统:一线环保工作的科技实践

■本报见习记者 高雅丽

随着大气污染治理的逐步深入,如何能够精准施策、科学治理,成为公众和政府关心的议题。针对这个需求,在中科院大气所正研级高工孙扬的带领下,大气环境治理多维大数据系统应运而生。

近日,在第七届中科院科技成果在北京转化先进团队评选中,该团队获得科技成果转化奖三等奖。

孙扬对《中国科学报》记者说:“大气环境治理多维大数据系统是综合应用目前大气环境、大气化学科研领域的手段方法,形成系统的业务化的一套大气环境数据产出、分析,决策的技术。现在由中信国安集团注资,我们成立了中科信蓝环保有限公司。我们在智慧城市智慧环保领域深入布局,期待在‘十三五’期间为环保战役发挥应有的作用。”

从锅炉排放监测得出的灵感

系统建设的故事要从 2013 年说起。“当时我承担了中科院的大气灰霾追因项目的一些任务,既有监测需求,又有很多想法和技术想去环保工作一线学习和实践。因此我参加了北京市人才京郊行活动,前往当时北京市空气质量状况最为严峻的大兴区,进入环保局挂职工作,在一线直接接触管理污染源。”孙扬说。

在基层环保工作中,孙扬发现科技支撑十分重要。例如在采暖季,全区有 700 多个中小锅炉,但监察人员只有 10 多位,工作量太大且效果不佳。

孙扬说:“针对这种情况,我们研发了一种低成本的在线监测设备,只有标准设备几十分之一的成本。后来我们又在大兴区开发了低成本环境监测设备,可对全区所有街镇进行在线监测,改变了以往全区 1000 多平方公里只有一个在线监测站的状况。”

经过多次基层环保管理工作与科研技术结合的实践,团队又调研了不同省市的具体情况,得出一个结论:一般城市的大气污染受到区域传输、本地排放、突发性扰动等多种因素叠加影响。

孙扬说:“一个地区要治理大气环境,要从政府层面统一协调,各职能部门配合,全面深入了解大气环境全局信息。但现状是环保局负责大气环境质量状况,但却未能参与与本地自然禀赋相关联的产业结构、产业布局等的科学规划建设,信息不对称导致治理针对性不强。因此我们的系统不仅有现状数据,还有区域与本地的能源、产业结构与布局、动态环境容量趋势等深层信息,为大气环境治理的系统工程绘制路线图。”

为大气环境治理提供解决方案

大气环境治理多维大数据系统拥有一系列监测设备,可以对污染物排放源、大气污染物和气象参数进行实时在线监测。

据孙扬介绍,科研人员还利用覆盖更广的共享卫星数据、气象数据、网络数据等,综合采集区域污染物的排放源分布、排放强度、输送反应等大数据,再将这些大数据应用于科学计算模式,深入分析出大气污染的成因、发展等属性和规律,根据具体情况计算消减措施对应大气环境的结果,科学精准地提出针对性治理决策,直接对污染源进行排放量控制。

“由于标准的环境监测站和污染源监测系统成本很高、技术复杂、运维要求高等原因,造成很多区域和污染源脱离监管,底数不清。而我们这个系统的相关监测体系成本低、操作简便,可以广泛布设,能够全面掌握环境和污染源状况。”孙扬表示。

在此之前,由于无法对污染源实施全过程、全覆盖监测监管,对大气环境容量无法预测和联动污染源管理,禁、停、限产等管控措施多为“一刀切”,不可持续。但是这个系统应用后,可以根据大气环境空间容量,智能减排的同时杜绝偷排漏排。

深入智能环境监测领域研发

系统在试点实验期间,曾遇到了传感器性能不稳定的难题。孙扬说:“真正高精度的传感器目前都是进口,性能也并不稳定、采购周期长、维修维护难度大,在校准校正中也会受制于人。由于不掌握核心技术,传感器使用调试中没有进行本地条件优化,性能参数并不完全适应我国各种环境条件,某些参数精度低于设计目标等情况时有发生。”

孙扬表示,目前团队正在从多方选型、多储备硬件、从软件兼容性和纠错能力上下功夫,以部分解决问题,下一步将集中精力研发传感器底层核心技术。

在科研转化工作中,孙扬也在不停思考如何打通基础理论科研成果和产业化之间的通道。“产业化完成后,我们的服务对象是政府管理部门,是比较偏公益性的应用。目前产业化需要的是相关人才,人才需要懂科研、懂市场、懂技术,有全局观,情商高,善于组建团队,善于分工合作。”他说。

今年,孙扬团队申报了《中国科学院“十三五”科教基础设施建设项目——极端精密智能制造研发与测试平台》项目,在其中将结合智能制造发展趋势,进行智能环境监测领域的深入研发。

孙扬说:“我们将在该平台上进行本系统的核心元器件、核心算法、整合应用的研发制造,在核心底层技术还面临‘卡脖子’的现状下,作出从底层传感器到宏观应用模型模式的自主知识产权的系统性成果。”

剪纸:从民间艺术到纳米制造

■本报记者 沈春蕾

一把剪刀,一张薄纸,大千世界就可以跃然纸上,这就是我国古老的剪纸艺术。

2017 年,中国科学院物理研究所副研究员李家方组建了探索纳米剪纸技术的国际合作团队,从传统的拉花剪纸中获得灵感,首次实现了纳米尺度的片上原位剪纸技术。研究成果于 7 月 6 日发表在《科学》子刊《科学前沿》上。

“我们团队采用纳米剪纸技术制备了形貌特异的三维纳米结构,实现了通信波段光学超手征体的构建。”李家方向《中国科学报》解释道,“团队用聚焦离子束在几十纳米厚的金属薄片上雕刻出预先设计好的图形后,金属薄片通过剪纸式的扭曲形成一个新颖的三维形体,能对特定设计的光进行选择性滤波。”

剪折纸用于科学界

尽管中国出土的文物“北朝对马团花剪纸”形成于公元 386~581 年期间,但人们并没有关注剪纸技术中的科学思想。

中国纸文化在公元 6 世纪传播到日本,剪纸方法得到了详细记录并得到不断积累和发展,导致很多学者认为剪纸艺术起源于日本(“剪纸”的英译词“kirigami”出自于日语,kiri 意为“剪”,gami 意为“纸”),与剪纸相对应的还有我们熟知的折纸艺术,其英文名称 origami,同样来源于日语 ori,意为“折”。

近年来,剪纸和折纸技术在科学界得到了广泛的重视。李家方向记者介绍道:“看似简单的剪纸和折纸技术中,其实蕴含着深邃的科学思想,如今包括哈佛大学、麻省理工学院、西北大学在内的许多著名研究团队都进行了专门的研究。”

他以常见的立体剪纸贺卡为例,指出其包含了从二维平面结构到三维立体结构的形变科学,并衍生变换丰富的立体几何,一个显著的特征是结构所占空间大小在形变过程中发生了几个数量级的变化,而驱动这一变化所需要的能量设计又十分巧妙。

一个形象的例子是清华大学近日发出的新版录取通知书。随着录取通知书的打开,清华的 3D“二校门”就跃然纸上。“二校门”包含了 30 多件纸艺部件、上百个拼插结构,经过激光雕刻、剪裁、拼插组装。

这些年,结合当代材料和制造领域的巨大进步,剪纸和折纸技术在很多领域得到发展,包括太阳能帆板折叠技术,微纳机电系统,形变建筑学,性能特异的机械、生物和光学器件,乃至 DNA 纳米剪裁和折叠技术。

组建纳米剪纸团队

针对我国在三维纳米制造领域的重大需求,李家方发起了一支国际合作团队,包括物理所博士刘之光、麻省理工学院博士杜汇丰和教授方绚莱(Nicholas X. Fang)、华南理工大学教授李志远和物理所 L01 组长、研究员陆凌。

如果说传统的剪纸艺术采用剪刀在纸上进行剪裁,用手工进行折叠,那么在该研究工作中,刘之光和李家方采用高剂量的聚焦离子束(FIB)代替剪刀,利用低剂量全局帧扫描的 FIB 代替手工,用金纳米薄膜代替纸张进行特殊裁剪,实现了悬空金纳米薄膜从二维平面到三维立体结构的原位变换。

“我们加工的三维金属结构分辨率在 50 纳米以下,约为头发丝直径的两千分之一。”李家方介绍道,“其基本原理是利用 FIB 辐照金膜时,薄膜内产生的缺陷和注入的镓离子分别诱导不同类型的应力,结构在自身形貌的智能导向下通过闭环形变达到新的力学平衡态。”

因此,通过设计不同的初始二维图案,可以在同样的扫描条件下分别实现向下或向上的弯折、旋转、扭曲等立体结构形变。他说:“该方法在前人发展的离子束折叠技术中融入了传统剪纸思想,突破了传统自下而上、自上而下、自组装等纳米加工方法在几何形貌方面的局限,是一种新型的三维纳米制造技术。”

在陆凌的启发下,研究团队实现了“纳米剪纸”这一概念的论证。团队还在李志远的建议下,发展了一步成型的概念,克服了以往多道工序引起的不确定性。

由于纳米剪纸技术涉及丰富的动力学过程,如果仅从实验表象着手弄清其中的物理现象,需要海量的实验验证。为探索纳米剪纸中蕴含的科学思想,2017 年,李家方赴美国麻省理工学院(MIT)进行了为期三个月的合作研究,得到了 MIT 博士生杜汇丰和方绚莱教授的鼎力支持。

杜汇丰和方绚莱都是纳米制造领域的顶级专家,他们帮助建立了有效的材料和力学模型,对纳米剪纸的动力学过程进行了完美再现,并精准地预测了纳米剪纸的结果,使得结构的尝试在计算机中即可迅速完成,为新颖结构的设计提供了建设性的思路。

李家方指出,纳米力学结构模型还给出了结构内部的应力分布情况,为结构的优化设计提供了有效参考。更为重要的是,合作团队构建了“纳米力学和纳米光子学”一体化研究体系,“有望根据目标功能函数,对纳米剪纸进行逆向设计和机器优化,为三维智能纳米制造提供一种新的技术方案”。

应用前景广阔

李家方表示,在应用方面,以往的宏观剪纸技术采用多道复杂工序,结构尺寸多在数厘米到数百微米范围内,很难实现片上原位制造,其应用也大多局限在机械和力学领域。

与其相比,国际合作团队发展的纳米剪纸技术拥有更小的纳米量级加工尺度,具有单材、原位、片上可集成的优势,有利于实现光响应的功能结构,例如构建光学超手征体。

李家方解释道,当一个结构对任何平面都不具备镜面对称性时,我们说这种结构具有内在的手征特性,如各类螺旋线或螺旋体结构。但要构建光学手征特性,需要实现结构对左旋和右旋圆偏振光的不同响应,包括吸收 / 透射和相位两方面,分别体现为圆二色性和圆双折射特性,二者在生物分子识别、偏振显示、光通信等方面有着重要的应用。

基于纳米剪纸可实现三维扭曲的技术特点,国际合作团队设计并实现了一种“风车型”纳米结构阵列,观测到了强烈的圆二色性和圆双折射特性。由于该阵列结构的厚度仅约 430 纳米(包括衬底),其圆双折射特性超过了已报道的手征超构材料和二维平面纳米结构。

目前该研究还处于早期阶段,随着合作的深入,李家方指出,这一 3D 纳米制造技术可以应用于光学信息、传感和生物芯片领域,如构建新颖的数字微镜元件、手性分子识别传感器、超薄光学偏振转换器等。

齐鲁人才

邢荣娥:虾衣蟹壳有新用途

■本报记者 唐凤 仇梦斐 通讯员 王晨

在今年俄罗斯世界杯期间,麻辣小龙虾火爆了一把。但在享受美味之余,一桌子的虾壳也让人“头疼”不已。

“虾蟹壳和贝类废弃物造成资源的极大浪费,因此,下脚料的高值化利用是亟待解决的问题之一。”中国科学院海洋研究所研究员邢荣娥说。

这些“厨余垃圾”及“水产品及食品加工的丢弃物”在邢荣娥眼中全身都是宝。从事海洋生物资源及加工下脚料的高值化利用研究与生物制品开发的邢荣娥,工作所用原料就是这些贝类加工下脚料和虾蟹壳。

“蟹将军”有了新用途

壳寡糖集营养、保健于一体,广泛应用于食品、保健品、医药等领域,是一种富含阳离子的功能性寡糖。

针对现有壳寡糖制备的技术难点,邢荣娥所在的团队创新研发了微波制备海洋生物寡糖新技术和新设备。研究人员将微波作用、分子截留、流态化技术相结合,突破寡糖绿色制备关键技术,研制微波连续动态反应制备系统,建立高效、低能耗制备高纯度寡糖的工艺技术,该设备具备微波连续可调、实时测温、分子量可控、自动化控制等功能。

“我们从虾蟹壳里面提取的甲壳素,变成壳聚糖,再把壳聚糖降解变成壳寡糖,进一步通过基团修饰或者复配,得到适用于各种领域的绿色无污染的产品。由于取自海洋废弃物,该技术对海洋环境和陆地环境都有益。”邢荣娥说。

为了研究壳寡糖的作用机制并确定哪一个寡糖单体起主要活性作用,对其分离纯化成为技术关键点之一。目前单一聚合度壳寡糖可以通过两种方式获得。一种是以单糖或寡糖为原料,通过化学法、酶法或生物合成法等合成单一聚合度的壳寡糖。然而,壳寡糖的化学合成步骤烦琐,成本较高,采用酶法和生物合成法也只能获得某些特定聚合度的壳寡糖。

另一种为从壳寡糖的混合物中分离纯化得到,包括金属亲和色谱、强酸性离子交换色谱等。然而,目前报道的壳寡糖的分离主要集中在一些 2-6 聚合度的壳寡糖单体,且 5 糖和 6 糖纯度较低,对于聚合度大于 6 的高纯度壳寡糖单体的分离仍非常困难,目前尚未有人分离得到。

针对该问题,邢荣娥与其团队成员李克成等人建立了高纯度 2-8 单一聚合度壳寡糖单体的制备色谱分离技术,突破了高聚合度壳寡糖单体的分离纯化技术,可一次性分离得到高纯度的 2-8 糖壳寡糖单体,大大提升了壳寡糖单体分离范围和纯度,单体纯度、产率都高于原有技术,其中壳七糖、壳八糖是国际上首次分离得到。

废料也有高价值

我国扇贝产量每年可达 120 万吨,可食部分仅占 30%~40%,其中 60%~70%的裙边、内脏和贝壳等下脚料被丢弃。而这些废料中藏着不少“宝贝”。

γ-氨基丁酸具有健脑、改善睡眠等多种活性,应用潜力巨大。但是,化学法合成的 γ-氨基丁酸纯度虽高,但不能用于食品。作为食品添加,只能利用生物法。

邢荣娥所在团队便将目光放在了数量巨大的贝类下脚料上。经过多年研究,该团队在国内外首次以内脏和裙边为原料,通过菌株筛选、诱变,获得了新的菌种。该菌种生物转化贝类加工下脚料制备 γ-氨基丁酸效率高,产品天然、无毒,符合食品添加要求。

该技术使贝类加工下脚料得到了高附加值利用,减少了废弃下脚料所带来的污染环境等问题,提高了我国贝类资源可持续利用的技术水平。

该团队还以贝壳为原料,研制开发了果蔬降农残产品,对毒死蜱、哒螨灵等农药清除率达到 90%以上。

成果转化很关键

“成果只有成功转化进入市场,才能实实在在发挥作用,服务社会。”一直以来,邢荣娥所在团队十分重视与企业打交道,一直在想如何把产品做出来。

“必须要得到企业的认可,给企业做转化、做生产线与实验室作研究是不一样的,里面有大量的技术困难需要克服,这就是需要经过小试、中试,最后才到产业化的原因之一,成果若要真正用起来还是很难的。”邢荣娥说。

困难不止于此,邢荣娥提到,做应用研究有个难点就是不好发文章,但学生毕业又需要论文,同时还要兼顾做出的东西能应用。“我们很多东西是在解决应用方面的技术难点,不具备发文章的条件,而且偏应用的情况下,很多数据不足以支撑发一篇高质量文章。”她说。

无论如何,邢荣娥所在团队与企业的合作可谓硕果累累。例如,2014 年团队与山东卫康生物医药科技有限公司合作,使得壳寡糖被国家卫生计生委批准为新食品原料,并协助合作企业获得了首个壳寡糖新资源食品生产许可证。

近 3 年来,山东卫康生物医药科技有限公司已累计实现新增销售收入 5.38 亿多元,新增利税 7700 多万元;山东鲁健生物医药科技有限公司已累计实现新增销售收入 1.76 亿元,新增利税 2275 万元。