

■ 大话农科

# 长江口有一群渔“保姆”

■ 本报记者 张晴丹

20多年前,长江口的中华绒螯蟹出现资源枯竭,鳊鱼、刀鲚和河鲀等洄游性鱼类也相继减少,河口生态遭遇前所未有的挑战。而现在,中华绒螯蟹已增殖到历史最好水平,其他洄游性鱼类纷纷受到保护。

河口生态重焕生机,离不开这样一群“守护者”。20多年来,他们夜以继日,在中国水产科学研究院东海水产研究所(以下简称东海所)所长庄平研究员的带领下,孜孜不倦地耕耘在河口生态和渔业资源保护的艰辛之路上。

从无到有,联合攻关,这个团队创造了太多的“不可能”,整体水平国际领先,成功增殖长江口重要渔业资源,维护生态平衡,促进生态文明建设,是落实中央提出的“长江大保护”国家战略的具体行动和良好开端。

近日,由庄平领衔完成的“长江口重要渔业资源养护技术创新与应用”成果荣获国家科技进步奖二等奖。“获此殊荣,既是肯定,也是一个新的起点。未来‘大保护’的路还很长,我们的脚步从未停过。”庄平在接受《中国科学报》采访时表示。

## 白手起家,迎难而上

长江口是世界最大河口之一,水域涉及沪、苏、浙、皖四省市,有着独特的自然条件和生境,广袤的河口湿地被称为“地球之肾”,在全球生态系统中的作用不可替代。

“这里具有产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道等特殊的生态功能和丰富的生源要素。”庄平介绍,这使东海成为我国渔产最高的海区,长江流域成为我国淡水渔业的“摇篮”,在支撑流域和近海渔业资源可持续发展上占有极其重要的战略地位。

然而,作为我国人口密度最大、社会经济发展最快的区域之一,长三角地区高强度开发和资源过度利用,导致长江口生态功能受损,渔业资源衰退,濒危物种增加,成为全球50个生态脆弱区之一。

科研人员意识到,修复长江口生态环境和养护渔业资源迫在眉睫。

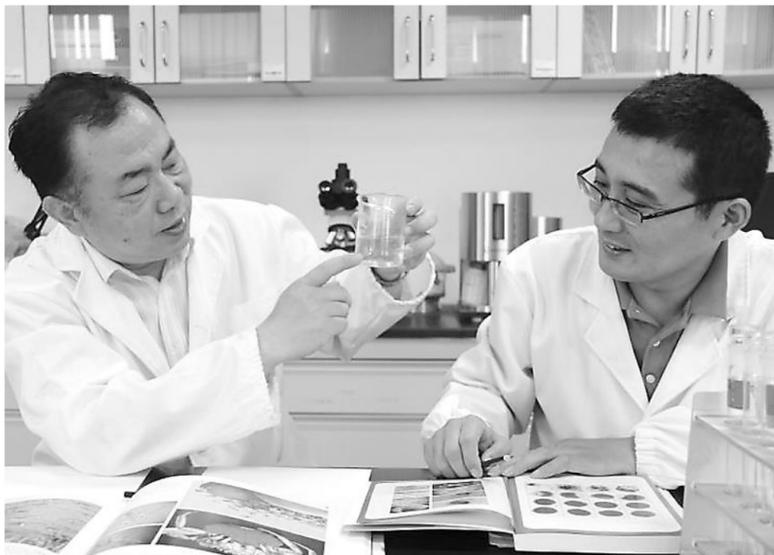
“破坏是巨大的,也是世界上罕见的,我们面临的困难前所未有,国内研究基础十分薄弱,在世界上也没有可借鉴的经验,一切白手起家,只能靠自主创新。”庄平表示。

此外,起步之艰难还在于河口地区的特殊性,这里海陆物质交流,咸淡水混合,径流潮汐相互作用,气候条件和环境变化非常大,影响因子众多。

即便如此,庄平也毅然决然开展研究,他感觉肩上的责任越来越重。庄平带领团队开始联合攻关,20多个春夏秋冬,他未有一刻停歇,团队的脚印布满了整个长江流域,成果遍地开花。

## 科技创新,持续突破

庄平喜欢把自己比作医生,他对这项工作



庄平(左)带领团队成员在实验室开展蟹苗发育研究 庄平供图

充满了热爱。在他看来,修复长江口生态环境和渔业资源的工作思路也应该秉持“看病、治疗、康复”三个阶段。

“只有找准病因才能对症下药。”为了找出资源衰退原因和机制,团队引进和集成创新了“高精尖”技术,即专用于河口近海的“卫星通讯跟踪标志(PAT)”和声纳标志三维定位跟踪专利技术,实现洄游路径和关键栖息地的精准定位。运用该技术,首次获得长江口中华鲟洄游路径和时空分布特征的直接证据。

此外,他们创新了行为生态学定量研究方法,用以掌握中华绒螯蟹、中华鲟等洄游物种在河口生活史阶段的行为学特性及其对盐度、底质等选择性需求,为资源养护和生境修复提供科学参数。

“高大上”的成果还体现在“高密度、全覆盖”长期系统监测网络建设。团队艰难攻关,构建了覆盖长江下游至河口12000 km<sup>2</sup>监测网络,研发出基于GIS和MapX的资源环境信息系统,连续20余年监测,年均获数据20多万条,掌握了长江口重要渔业资源的变动规律。

“基于对长期监测数据的建模分析,我们发现繁育场萎缩、食物网受损、洄游通道受阻、群落结构失衡是渔业资源衰退的关键成因及机制。”庄平说,此为长江口生境修复和渔业资源

养护提供了重要科学依据。

在此基础上,团队开始研究“治疗”方案。

庄平介绍,他们非常重视对中华绒螯蟹的研究,这是长江中下游非常重要的渔业物种,在物质和营养循环过程中起到承上启下的作用。中华绒螯蟹不仅是河口鱼类的食物,还是从西伯利亚迁徙到澳大利亚的鸟类的主要饵料。

为此,团队发明了“漂浮湿地+底质修复”中华绒螯蟹繁育场生境重建技术,繁育场由56km<sup>2</sup>恢复到260km<sup>2</sup>,提出放流亲体以增殖繁育群体的新思路,创建增殖放流成套技术,繁育群体由年均7.7万只恢复到170万只,放流贡献率从68.2%下降到4.3%,实现了繁育群体自我补充平衡。这些措施让枯竭20多年的蟹苗(年均1吨)增殖并稳定在年均50吨的历史最好水平,是国际上恢复渔业资源的成功范例。

值得一提的是,研发的“柔性鱼礁”中华鲟幼鱼索饵场再造技术,饵料生物丰度增加49.4%,中华鲟幼鱼肥满度提高12%、生长效率提升15%。“一控二限”鳊鱼苗种洄游通道综合管控措施,成功让长江口鳊鱼资源由年际1~4吨大幅波动恢复稳定在年均4吨。

避免物种的灭绝,最好的方式就是突破繁育技术。中国水产科学研究院淡水渔业研究中心主任徐跑在接受《中国科学报》采访时介绍,洄游性鱼类研究鲜少有人做,作为“第一个吃

螃蟹的人”,失败是家常便饭,特别是刀鲚繁育研究,需要极具耐心。

据徐跑回忆,野外工作需要长期蹲点,尤其是在繁育时节,经常24小时不合眼。刀鲚繁育正好集中在五六月份,正值蚊子猖獗时,为了避免刀鲚因碰硬物发生损伤,他们都穿短裤下水。有一次,团队中的徐钢春博士由于太全神贯注于水下,裸露的上身被十多只蚊虫叮咬而不自知。

苦尽甘来,团队成员的心血终换来好结果。他们阐明了刀鲚应激的神经内分泌信号通路及“心源性猝死”机理,发明了低盐消除应激技术,攻克了“出水死”技术难题,实现人工驯养,并建立全人工繁育技术体系。

繁育技术的突破,实现了人工增殖放流,优化了种群结构,同时,发展特色养殖业减轻了捕捞对天然资源压力,意义重大。

## 实现双赢,不断传承

这项成果是我国河口及其临近水域渔业资源养护与生态修复领域的第一个国家级科技成果奖励,实现了保护和利用双赢。

记者了解到,该成果为原农业部制定“长江春季禁渔行动”“长江刀鲚特许捕捞”“长江口鳊鱼苗专项捕捞许可”和“长江中华绒螯蟹专项捕捞”等一系列渔业管理政策提供重要科学依据。

此外,长江口增殖的优良天然蟹苗和鳊苗、人工繁育的暗纹东方鲀和刀鲚苗种,以及建立的国家标准和养殖技术规程已推广至上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、辽宁等全国20多个省市,近3年取得了巨大的直接经济效益。

研究工作还受到国际同行高度关注,世界河口联盟于2012年组织全球20余位专家专程来上海现场观摩,认为在“关键物种资源恢复技术”方面为全球树立了榜样。

历经20多年的打磨,这个团队越来越壮大、稳固,现在已经发展成一支精干成熟的队伍。

团队里有些是庄平的学生,他们从大学时代就开始参与到这个项目里,到了中年还沉浸其中。和庄平一样,团队成员把对河口地区的生态环境和渔业资源修复看作毕生事业,必将倾尽心血去“守护”。

破坏一个地方的生态用了50年,但是要想修复如初,50年却远远不够。“建立一支可持续发展的团队十分重要,我们的团队汇聚了60后、70后和80后,随着时间推移,我们这些‘老人’终会退出历史舞台,让年轻一代勇担责任,继续战斗。”徐跑说。

“我们现在的成就还只是在有限的物种和区域,要把这个‘有限’扩大是一个漫长的过程。经济在发展,气候在变化,未来肯定会有新的问题接连不断出现,还有很多工作要做,‘大保护’任重道远,我们的‘守护者’身份将会在团队里一直传承下去。”庄平说。

# 2050年,中国将进入『生态高值农业』时代

■ 赵其国

未来我国农业发展将面临巨大机遇和挑战,发展“生态高值农业”是应对未来农业巨大挑战、实现农业持续发展的一项重要最重要的创新举措。在机遇层面,农产品市场的扩张、农业比较效益的提高、农业生产结构的改善和农业科技的发展等,都将为中国农业发展提供难得机遇。

“生态高值农业”是充分应用现代及未来新能源、新材料、新装备以及新信息技术、生物技术等武装起来的农业高新技术体系与生产模式,其宗旨是在确保生态环境友好的前提下,通过提高农业科技内涵和提高农业生产管理水平实现农业生产的生态化、绿色化,从而大幅度提高农业生产能力、产业化水平、竞争力和比较效益。

根据预测,未来30年,除大米和小麦需求会出现先缓慢增长后下降的趋势外,其他农产品将出现不同程度的增加。除食品安全外,农业的比较效益不断下降,生态环境压力日益严重,全球不确定性因素对农业发展的影响日益明显,农业本身也面临减排温室气体的压力。“生态高值农业”是包括生态农业及环境与农产品高产、高品质、高效及科技、市场、产业经济价值相结合的总概念,是现代农业可持续发展的方向。发展“生态高值农业”已刻不容缓。

“生态高值农业”建设的核心任务是实现农业生物资源、水土资源和废弃物的生态高值化利用,实现农产品的生态高值化生产,实现产后生态高值化加工及其市场化。“生态高值农业”产业体系主要包括农产品安全、可持续农业、智能农业和高值农业建设四个方面。

在农产品安全方面,至2050年,实现覆盖全基因组的基因时空表达、翻译修饰和调控技术,通过分子模块的耦合对动植物个体实行全基因组优化组装,从而创制出智能品种,肉蛋奶等人均占有量增加1倍以上,全面实现农产品优质化、营养化、高营养及功能型农产品占比提高50%以上。

在可持续农业方面,至2050年,实现农业生态系统持续良性循环,多功能安全高效肥料占30%,生物农药用量占30%,小麦等C3作物光能利用率提高到2%;土壤水综合利用率提高30%。

在智能农业方面,至2050年,生产流通全流程信息服务覆盖到每个生产和流通单元,实现全国农业资源和产量动态监测和预报,智能温室、人工养殖业基本实现精准化管理,东北和新疆70%的种植业实现精准化作业,黄淮海平原、长江中下游40%的种植业实现精准化作业,其他地区20%的种植业实现精准化作业。

在高值农业方面,至2050年,形成农业高值转化的产业体系,形成景观优美、功能多样、城乡一体的服务型农业产业体系。

不难发现,解决世界经济发展所面临的人口、资源、环境这三大难题的根本出路在于实现经济的可持续发展。我国农业的现代化必然是现代化的“生态高值农业”。近年来,“生态高值农业”中的代表产业——功能农业经过发展已初具规模,功能农业最早是由本人2008年在《中国至2050年农业科技发展战略》中首次提出的。

功能农业是指通过生物营养强化技术,使农产品中钙、锌等有益人体健康的矿物质或其他功能物质定量提高的农业生产过程。功能农业是继高产农业、绿色农业之后的第三个农业发展阶段,是“十三五”时期最有可能取得突破的新兴农业方向之一。

如果说高产农业解决了人们“吃得饱”的问题,绿色农业解决了人们“吃得安全”的问题,那么功能农业则主要是解决人们“吃得健康”的问题。功能农产品除了具有改善身体健康状况的价值外,还有两个重要标准:一是消费者能在宏观感觉或微观指标上发现其具有改善健康的价值,二是能够标准化生产。

功能农业的一个重要作用是消除“隐性饥饿”。由于矿物质等微量营养缺乏,相比蛋白质、脂肪、糖类营养缺乏更普遍,世界微量营养组织就将目前矿物质的缺乏称为“隐性饥饿”。据统计,现在全球处在“隐性饥饿”状态的人群比例高达1/3,其中在中国,钙、铁、锌、碘的缺乏更为普遍。值得关注的是,近年来我国居民钙和碘的缺乏最为普遍。

功能农业是通过生物营养强化技术,向土壤中添加微量元素矿物质营养剂,改善土壤的矿物质水平与作物根际环境,使作物吸收微量元素,通过食用进入人体。根据预测,2020年全球将推出80~100种功能农产品,仅中国产值就达1000亿元,功能农业的占比2020年将达到1%,2030年达10%,2050年达到50%以上。

目前农业企业在功能农业产业化中投入产出比一般在1:10到1:20,因此当功能农业科技企业产值达到25亿元时,将直接带动产值达到50亿元,间接带动大农业产值在100亿元以上。

今后我国农业发展宗旨与方针是,坚持科技领先、开拓发展、团结协作。功能农业作为由中国科学家提出并率先实践的新方向,符合这个宗旨和方针,并已在我国部分省区的农业供给侧改革中发挥了一定作用。希望有关部委和单位提高功能农业的国货意识,这个战略性新兴产业有望带动我国农业食品产业弯道超车。(作者系中国科学院院士)

# 「作物如何大战病原菌」 南农作物疫病团队发文解析

■ 本报记者 王方

作物疫病是农业生产上的一类毁灭性病害,每年导致我国大豆、马铃薯、棉花、蔬菜和果树等作物的直接经济损失高达数百亿元。

日前,南京农业大学作物疫病团队在《分子植物》上同时在线发表两篇论文,成果聚焦病原菌的致病因子,从不同角度对效应子攻击植物以及植物的抗性机理进行深入探究,为涉及粮食安全的科技前沿问题先手把脉。

南京农业大学植物保护学院院长、作物疫病研究团队王源超教授介绍,疫病菌在致病的过程中分泌大量效应子(Effectors)破坏植物的抗病性,而植物则通过识别特定效应子产生抗性,因此效应子是病原菌致病和植物抗性的关键因素。此次发表的两项成果为改良作物抗病性提供了重要的理论支撑和抗性资源。

其中,一篇论文明确了辣椒疫病菌一种精细的致病机理,即RxCiLR207对于辣椒疫病菌而言,是一种既不能缺失又“过犹不及”的效应子。

## ■ 环球农业

# 菌自何方 机器学习早知道

由美国佐治亚大学食品安全中心的研究人员领导的一个科学小组开发了一种机器学习方法,可以更快地识别某些沙门氏菌暴发的动物来源。

在这项近期发表于《新发传染病》上的研究中,佐治亚大学食品安全中心助理教授 Xiangyu Deng、博士后 Shaokang Zhang 及其合作者使用了1000多个基因组来预测鼠伤寒沙门氏菌的动物来源,特别是家畜。

根据食源性疾病暴发监测系统,2009—2015年,美国报告了近3000起食源性疾病暴发。Deng介绍道,“其中900例或者说是30%是由不同血清型的沙门氏菌引起的,包括鼠伤寒。”

“我们在2018年至少暴发过三次鼠伤寒或其近似变种。这些暴发与鸡肉、鸡肉沙拉和干椰子有关。”他说,“尽管有超过2600种血清型的沙门氏菌,而鼠伤寒只是其中之一,但自20世纪60年代以来,暴发的与报告给美国国家监测部门有关的沙门氏菌分离株,大约1/4是鼠伤寒。”

研究人员训练了“机器”,这是一种称为“随机森林”的算法,具有1300多种已知来源的鼠伤寒沙门氏菌基因组。培训结束后,“机器”学会了如何预测鼠伤寒沙门氏菌基因组的某些动物来源。

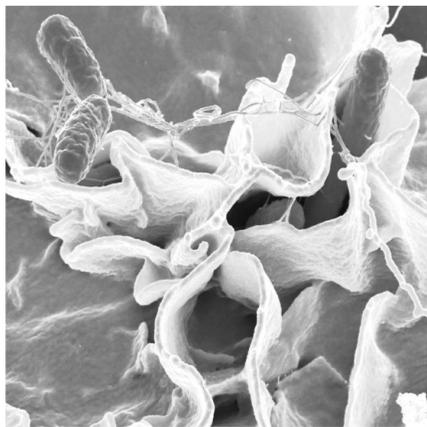
在这项研究中,研究人员使用了来自3个主要监测项目的鼠伤寒沙门氏菌基因组:疾病预防控制中心(CDC)的PulseNet网络;食品药品监督管理局(FDA)在美国、欧洲、南美洲、亚洲和非洲的GenomeTrakr数据库;FDA国家抗菌药物耐药监测系统的零售肉类分离物。

“有了这么多基因组,机器学习是处理所有这些数据的自然选择。”Deng说道。

研究人员使用这一大量的鼠伤寒基因组作为训练集来构建分类器。分类器通过询问其基因组的数千个遗传特征来预测鼠伤寒分离物的来源。

总体而言,该系统预测鼠伤寒沙门氏菌的动物来源,准确率为83%。其在预测家禽和猪源方面表现最佳,其次是牛和野鸟源。它还能检测自己的预测是否精确。Deng表示,“当预测精确时,机器准确率约为92%。”

“我们回顾性分析了1998—2013年美国发生的8起主要人畜共患病暴发事件,分类器将其中7个



沙门氏菌 图片来源:Pixabay

都归因于正确的牲畜来源。”他说。

但他表示,这个工具有局限性——它不能预测海产品的来源,并且难以预测“在不同的动物中跳跃”的沙门氏菌菌株。

“我称这种方法为一种概念验证。随着不同来源的更多基因组变得可用,它也会越来越好。”Deng说。

一位来自FDA的副主任 Frank Yiannas 称,全基因组序列的机器学习进入“智能食品安全和流行病学的新时代”。

对于普通人来说,这个项目的成功意味着鼠伤寒沙门氏菌的菌株可以更快地追溯到源头。确定导致食源性疾病暴发的原因正是阻止和预防疾病的关键。

“使用我们的方法,研究人员可以更好地将同一类暴发的病例联系起来,并把食品或食品加工环境中的菌株与病人隔离开来。”Deng说道,“这将使研究人员更有信心找到暴发背后的特定来源。”

(王方编译) 相关论文信息:DOI: 10.3201/eid2501.180835

DOI: 10.1016/j.molp.2019.01.017; DOI: 10.1016/j.molp.2019.01.018