农科视野

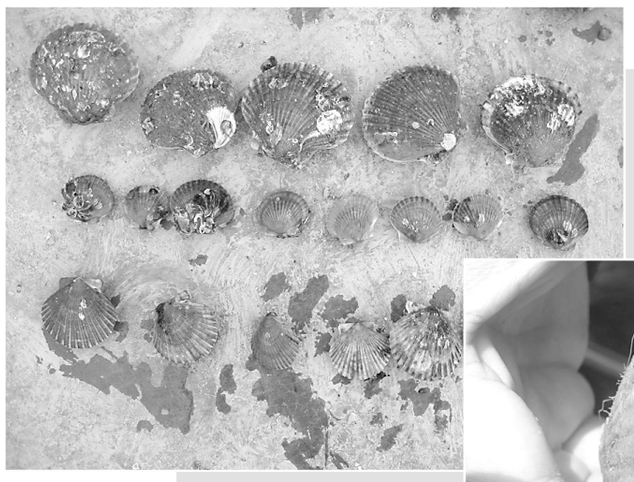
雄性不育且雌性可育个体的发现为海湾扇贝育种提供了珍贵材料，其可用于构建动物育种中的首个杂交扇贝不育系三系配套育种方法，是动物育种技术的重大突破，不亚于植物界推动杂交水稻育种革命的雄性不育株。

杂交扇贝技术引领产业中兴

■本报记者 王方 李晨

从秘鲁空运回紫扇贝，找到实现雌雄同体扇贝杂交的“诀窍”，发现杂交扇贝雄性不育的材料，利用杂交后代进行种质创新，青岛农业大学教授王春德谦虚地说：“到目前为止，我也只做了一件事。”

良种是水产养殖业的基础，王春德的“这件事”实现了扇贝育种的重大技术突破，事关我国扇贝产业的中兴。近日《中国科学报》记者对王春德进行了专访，看这位育种专家是如何进行杂交扇贝的育种研发和推广的。



◀一至三行分别是生长两年的杂交扇贝、生长一年的海湾扇贝和生长一年的杂交扇贝。

▶杂交扇贝形态漂亮，肉质鲜美。

王春德供图

初见倾心 初试成功

距离第一批秘鲁紫扇贝登陆中国已经整整10年了，王春德还记得初见它时的兴奋。

紫扇贝紫红的壳非常漂亮，个体大的可达到15厘米，而且肉柱肥大、肉质鲜美，加工成半壳贝在欧美市场非常受欢迎，每磅价格接近5美元，而同期在美国市场中国产的海湾扇贝柱的价格常常每磅不到1美元。

此时国内，经过30多年的发展，我国扇贝产业的支柱——海湾扇贝正面临着困境。海湾扇贝活体销售比例很低，商品贝规格变小，出现种质退化等问题，同时育苗、养殖过程中死亡率趋高，如2007年海湾扇贝亲贝死亡率高达约70%，严重阻碍了产业的发展。

王春德觉得，紫扇贝或是我国扇贝产业发展的一个契机。

没想到的是，仅仅将紫扇贝从秘鲁空运回北京就大费周章，更别提之后的繁殖了。不过从另一个角度说，这正是王春德建立一系列利用紫扇贝和海湾扇贝种质资源进行种质创新关键技术的起点。

娇贵的紫扇贝首先面临的问题是水土不服，在青岛地区直接养殖，不是热死、冻死就是个体太小，显然这不是王春德的初衷。

“紫扇贝正好与我国大规模养殖的海湾扇贝是近亲，都是Argopecten属的扇贝，而且都是雌雄同体，染色体数甚至染色体的核型都十分相似，如果将紫扇贝与海湾扇贝杂交不是就可以把紫扇贝的优良品质传递给海湾扇贝，改良海湾扇贝的性状吗？”办法随着问题而来，王春德发现了切入点。

雌雄同体的紫扇贝和海湾扇贝，每个扇贝既可以当爸爸又可以当妈妈，麻烦的是当它们繁殖时几乎同时排精和排卵，自己的卵子很容易被自己的精子受精，一个卵子一旦被自己的精子受精，就不能再被另外一种扇贝的精子受精，因此导致杂交很难完成。

经过长期的细致观察，利用扇贝排精和排卵的短暂时间间隔，王春德终于获得了紫扇贝与海湾扇贝的种间杂交受精卵，首次培育出了雌雄同体型扇贝的种间杂交后代。这也是在国际上首次成功培育出紫扇贝与海湾扇贝的种间杂交子一代，是国际上第一个能够用分子生物学方法确切证明的雌雄同体型扇贝杂交后代。

“杂交子一代的成功获得是我们其他技术创新点的关键，为紫扇贝种质资源利用和海湾扇贝种质改良打下了关键的基础。”王春德说。

乘胜追击 技术领先

甫一问世，紫扇贝与海湾扇贝的种间杂交子一代就表现出了其优秀之处。

杂交苗不但能在青岛地区顺利度夏越冬，而且显示出强大的生长优势，不仅体现在种苗期，养殖当年收获时其个体重比海湾扇贝几乎大了一倍。更为可贵的是，杂交扇贝寿命长，不会像海湾扇贝那样在第二年春天繁育后死亡，因而可以多年养殖。

数据显示，杂交扇贝养成成活率在95%以上，比海湾扇贝对照壳提高约30%，体重提高约100%，而闭壳肌重则提高100%~150%。养殖15个月、个体206克，这是青岛以南海域有史以来养殖的最大扇贝，也是世界上迄今为止最大的海湾扇贝后代。

杂交扇贝的出现更让山东的渔民兴奋不已。这些渔民多以养殖海湾扇贝为生，但海湾扇贝效益日渐低下，他们迫切需要一种个头大、生长快、抗逆性强的新品种。王春德育成的杂交扇贝让他们看到了希望。

不过，杂交子一代虽然具有较大的杂种优势，在生产推广上仍然存在一些困难，首当其冲的便是制种问题。扇贝杂交子一代遗传不稳定、后代生长性状出现分离，制种较为繁琐，产量提高幅度受限。但产业的需求、渔民的期盼、科学的追求，让王春德停不下来。

他多次试验后发现，虽然大部分杂交一代扇贝雄性不育，但仍有少量个体的卵子具有正常受精能力，能够被海湾扇贝或紫扇贝的精子受精且后代发育正常。经过持之不懈的努力，虽然通常出3000万扇贝苗的池子最终只出了几十万苗，但杂交扇贝总算有了后代。

雄性不育且雌性可育个体的发现为海湾扇贝育种提供了珍贵的育种材料，其可用于构建动物育种中的首个杂交扇贝不育系三系配套育种方法，是动物育种技术的重大突破，不亚于植物界推动杂交水稻育种革命的雄性不育株。

“国际上尚未在动物中发现雄性不育且雌性可育的个体，雄性不育亲本对于有效进行雌雄同体型扇贝种间杂交是至关重要的。它奠定了回交育种的基础，可用于建立动物育种中的第一个雄性不育系—保持系—恢复系育种体系，具有广阔的应用前景，总体上处于国际领先地位。”王春德表示。

系列育种 专利保护

如果一个扇贝养殖户没听过“渤海红”，那他真的out了。2016年3月，“渤海红”扇贝正式获得全国水产原良种委员会的水产新品种审定，但它早已在山东青岛、烟台、威海，河北秦皇岛和辽宁大连等地大面积试养。

2014年，烟台推广“渤海红”扇贝约34.65万亩，生产扇贝约14.6万吨，产生的间接经济效益约为7.7亿元。同年，杂交扇贝远渡重洋，在马来西亚婆罗洲养殖成功，为我国“海上丝绸之路”开辟了新的航道。

利用杂交后代群体中存在的少量雌雄性腺均可育的个体，促熟后通过群体内自交建立自交群体；第二年从上述自交群体中再选择雌雄同体的优良个体继续进行自交、选择；按同样的方法连续自交三代以上，即获得稳定遗传且生长快、个体大、温度耐受范围广的海紫（或紫海）杂交扇贝新品种。

王春德通过“种间杂交—选育”的育种模式，建立了利用杂交后代进行种质创新的技术。“渤海红”即从杂交子一代中经连续六代选育出的生长快、抗逆性好的优良品种，产量比同期海湾扇贝提高约38%，如今市场占有率达到了50%以上，年产量约55.65万吨，产值约27.8亿元。

此外，团队通过“种间杂交—回交—选育”的育种模式，利用紫海杂交一代与海湾扇贝精子回交培育出的回交后代，经连续多代自交纯化至今已获得“青农黑贝”和“青农金贝”等多个优良品系，其中“青农黑贝”性状已渐趋稳定，比同期的海湾扇贝产量提高35%~40%，出肉率进一步提高，今年已申报全国水产新品种审定，并已在山东、河北和辽宁广大海域大规模养殖。

成果得来不易，推广也需保护。王春德团队为紫扇贝与海湾扇贝的种间杂交子一代申请了两项国家发明专利，但由于经验不足，专利申请晚于新闻报道，因此其中一个专利被拒。王春德有些遗憾，之后愈加重视专利保护。

利用杂交一代中的少量雄性不育但雌性可育个体，可能建立多种新品种的培育方法，团队为此申请了8项发明专利，均获授权，杂交扇贝新品种“渤海红”和“青农黑贝”就是用专利中的方法培育出来的。

但专利保护并不意味着固守与封闭，相反，王春德对自己育成的新品种持开放的态度，扇贝新品种“渤海红”和“青农黑贝”在育种的初期即免费提供给渔民试养。“只有直接和市场结合才能培育出‘接地气’的新品种，满足市场和渔民的需要，同时也可以加快新品种的推广。”在谈到开放新品种的试养时王春德如是说。

在获得动物中的首个雄性不育且雌性可育的杂交后代后，王春德立即意识到利用这个珍贵育种材料可以构建首个动物雄性不育系三系配套育种方法，具有巨大的潜在价值，因此他马上申请了16项国家发明专利和4项国际专利PCT。由于显著的新颖性和创新性，这些发明专利和PCT在很短的时间内即获得授权。考虑到这些专利未来有可能在海湾扇贝的原产地美国实施，为提高我国水产养殖技术的国际竞争力，团队在获得国际专利PCT后又很快申请了4项美国专利。

环球农业

旱了，给植物吃点醋

随着全球气候变化带来的环境剧变，干旱导致农作物产量下降成为一个全球性问题。日本理化学研究所（RIKEN）可持续资源科学（CSRS）的科研工作者发现了一个新的简易的方法，可以提高大部分植物对干旱的耐受性。

这项研究发表在《自然—植物》杂志上，不仅报道了一种新发现的在干旱时期可激活的生物途径，科学家还通过研究这条途径的细节，提出了在干旱及相似环境下增强植物耐受力的方法——在醋里种植植物。

在RIKEN CSRS工作的Jong Myong Kim和Motoaki Seki领导了这项研究，一开始他们发现拟南芥新的突变体有较强的耐旱表现，尽管原因并不明确。这些植物有一个突变的酶称为HDA6（组蛋白去乙酰化酶）。

因此，研究的第一个目标就是，确定这个突变究竟能否让植物在极度缺水的条件下正常成长。结果Kim和Seki表示，这个项目带来了一些重大发现：醋外用不仅能提高拟南芥植物的耐旱性，而且该方法在常见作物如玉米、水稻、小麦上同样适用。

在干旱条件下对拟南芥初步检测表明，HDA6全基因表达与产生醋酸的生物途径激活相关，醋酸即醋的主要成分。在突变的植物中，研究人员发现在相同的条件下，这种途径被激活得越多，植物将产生越多的醋酸。

进一步分析表明，HDA6的活性表现就像一个开关，控制着哪种类型的代谢途径被激活。正常情况下，植物将糖分解为能量，但在干旱时，它们就转变成醋酸产生途径了。

研究团队接下来测量了正常植物的醋酸水平，发现植物在干旱期间产生的醋酸量与它们存活的程度有直接关系。

研究人员又将干旱条件下正常生长的植物以及用醋酸、其他有机酸、水处理的植物进行对照试验。结果发现，经过14天的时间，超过70%的用醋酸处理的植物活了下来，而其他所有的植物都死了。

吸收醋酸后，拟南芥能诱导合成一种植物激素茉莉酸，提高相关耐旱基因的表达水平。增加植物中的醋酸含量有助于它们在干旱中生存，其他各种酸溶液都达不到这种耐旱效果。

研究人员绘制了来自HDA6开关的整个信号途径，并意识到其跨越不同作物类型也能高度保持。他们进行了如上试验，发现当在最佳醋酸浓度下生长时，玉米、水稻、小麦的耐旱性也增强了。

“尽管转基因技术可以用来培育更耐旱的植物，但它需要相当的时间和经费，我们必须开发简单而便宜的抗旱技术。我们期望醋酸在植物的外部应用将是提高植物耐旱性的简便易行且有效的办法。”Kim表示。（王方编译）

进展

兰州兽医所首次系统阐述猫胞裂虫病

本报讯 近日，中国农业科学院兰州兽医研究所家畜寄生虫病创新团队与圣基茨和尼维斯大学兽医学院合作，首次系统、全面地论述了猫胞裂虫病，将对猫胞裂虫病的预防、控制及进一步深入研究具有重要指导意义。综述文章已在线发表于《临床微生物学评述》上。

胞裂原虫病是由胞裂原虫感染家猫和野猫所引起的一种新发传染病，经由蜱的叮咬而传播；过去对该病尚无系统、全面的阐述。该论文从病原学、生活史、遗传多态性、系统发育学、流行病学、致病机制、免疫学、诊断检测、治疗和预防等多方面，首次系统地论述了猫的胞裂原虫病。兰州兽医研究所为该综述论文的第一完成单位，博士生王金磊为第一作者，朱兴全研究员和圣基茨和尼维斯大学姚超群教授为文章的共同通讯作者。该研究得到了中国农科院科技创新工程项目及中国农业科学院基本科研业务费专项的资助。（兰欣 郭海霞）

烟草所首次揭示植物蛋白质的巴豆酰化修饰

本报讯 近日，中国农业科学院烟草研究所烟草病虫害防控科研团队在烟草蛋白质翻译后修饰研究方面取得新进展，发现烟草蛋白质巴豆酰化参与细胞碳代谢等多种生物学进程。

科研团队利用高质量的巴豆酰化修饰泛抗体，将烟草细胞内发生巴豆酰化的蛋白质组进行富集，通过液相二级质谱（LC-MS/MS）共鉴定到637个发生巴豆酰化的蛋白质。研究表明，这些蛋白参与细胞的碳代谢、光合作用、蛋白质合成、折叠与降解以及染色体的组装等多种生物学进程，暗示烟草巴豆酰化同磷酸化、乙酰化、泛素化、琥珀酰化等其他翻译后修饰一样，在烟草的生长发育、合成代谢、病害发生等众多生理过程均起到关键的调控作用，也是烟草细胞生物调节蛋白质发挥生物学功能的重要方式。本研究成果为后期深入解析环境因子在植物病毒致害机理中的调控作用，特别是为开展抗病基因温度敏感性和病毒症状多样性等方面研究拓展了思路，同时也为研究植物自身免疫激活提供了技术储备。（兰欣 迟立鹏）

长江口中华绒螯蟹天然资源恢复效果突显

本报讯 进入6月下旬以来，上海黄浦江堤岸边重现上世纪七八十年代大闸蟹纷纷上岸的景象，充分证明了中国水科院东海所在长江口中华绒螯蟹资源恢复工作上的突出成效。

10多年来，东海所研究员庄平带领的河口渔业科研团队，专注于长江口渔业生态与保护工作，特别是建立中华绒螯蟹天然资源恢复模式，查明了资源衰退机理，建立了修复养护技术，实现了科学管理利用，使枯竭达21年之久的中华绒螯蟹资源恢复到了历史最好水平，成为当今国际上水生生物资源恢复的成功范例。据监测，2017年长江口蟹苗资源发生量达67吨。

庄平认为，近期黄浦江边出现大量幼蟹的最主要原因是长江口中华绒螯蟹幼苗资源大量增加。长江口是我国中华绒螯蟹最大的产卵场，持续的长江口中华绒螯蟹增殖放流和产卵场功能恢复工作，使近年来长江口蟹苗资源量恢复到50吨左右的规模，达到上世纪七八十年代时的最好状态。

东海所将持续开展长江口中华绒螯蟹天然资源恢复和优良种质保护利用工作，为长江口渔业资源养护和生态环境保护发挥重要技术支撑。（兰欣）

冬小麦亏缺灌溉既节水又增收

建议选育节水良种，推广水肥一体化灌溉技术

■王慧军 张喜英 郭进考

冬小麦是我国北方重要口粮作物，以河北省为例，长年种植面积约3400万亩，总产量270亿~280亿斤。由于冬小麦生长在10月至来年6月初，正是该区域降水较少的季节，因而成为该区第一耗水作物和灌溉作物。河北省农业灌溉用水145亿立方米，其中冬小麦灌溉用水占总量的40%，是导致山前平原浅层地下水和低平原深层地下水超采的重要因素之一。

在华北平原地下水严重超采区限采的背景下，各地将压缩冬小麦种植面积作为“压采”的一个重要措施，但对压缩冬小麦种植面积带来的问题缺乏深入研究，导致地方政府和农民无所适从，盲目调整。

单纯压缩冬小麦种植面积会带来以下问题：一是影响当地居民口粮供给和国家粮食安全；二是增加冬春季降水的无效损失，这个时期常年降水量在80~100mm，单次降水量低于20mm，如果没有作物消耗，这些降水基本变成土壤无效蒸发损失；三是缺少冬小麦的覆盖，冬春季沙尘、雾霾将更严重；四是改种其他作物一样消耗水资源，达不到节水目的。

其实，冬小麦原本不是高耗水作物，而是耐旱抗旱作物。它原产于西亚和中亚少水地区，最早引入我国的新疆也是干旱地区。但是，我国长期以来为解决粮食问题，坚持高产理念，为在北方冬春季缺水条件下保证高产，对其进行灌溉，进而使其成为高耗水作物。所以，冬小麦耗水是理念问题，而不是作物本身问题，应变革生产理念，摆脱高产路径，发挥其生物节水潜力，限定产量，走优质稳产和补充灌溉的技术路径。

中国科学院栾城试验站最近8年的研究结果显示，冬小麦实施亏缺灌溉策略（足墒播种条件下，结合追肥只灌溉拔节期一次水），虽然比充分灌溉的冬小麦平均减产13.5%，但农田耗水量可降低70~90mm，水分利用效率提高19%，能实现真正意义上的节水。此外，研究结果表明，现有小麦品种在同等生长条件下，品种间的水分利用效率差异高达20%，生物节水潜力很大。目前，河北省已培育出一大批春季灌溉一水，产量稳定、质量高的冬小麦优良品种。若在华北平原实施冬小麦亏缺灌溉，按每亩减少一次灌溉水量50立方米计算，3400万亩可减少灌溉用水17亿立方米/年，相当于近期河北省地下水压采目标。同时，单产稳定在800斤左右，总产仍可维系在270亿~280亿斤，产品质量提高，农民收入不减还增。

冬小麦 图片来源：百度图片

因此，我们建议：

——强制转观念。扭转各级政府、农民长期形成的小麦是高耗水作物的旧观念，由高产灌溉理念转为调亏灌溉理念。大力推广足墒播种条件下的春季一水灌溉制度和技术，保证冬小麦的生态功能和优质产品，在使农民节本增效的同时完成国家地下水压采任务。

——选育节水抗旱品种。鼓励科研单位选育冬小麦节水抗旱优质品种、建立充分调动作物自身调节功能的主动调亏灌溉技术体系，变作物被动受旱为主动调亏，形成限水灌溉下作物稳产和高水分利用效率同步的技术体系，为农民提供“套餐式”服务。在良种补贴中，加大冬小麦节水稳产优质品种的补贴力度，作为地下水压采行动的重要举措之一，在三年内将品种更新一次。

——加大小麦—玉米水肥一体化灌溉技术的推广力度。水肥一体化技术是将灌溉与施肥融为一体的农业新技术，按土壤养分含量和作物需肥规律，通过管道和灌水器将水肥均匀、定时、定量浸润到作物根系发育生长区域。水肥一体化灌溉技术在冬小麦—夏玉米上使用，能实现亩产吨半粮，节水50%、节肥20%、节地5%、节工50%。建议对水资源按稀缺资源管理，加大节奖超罚力度，制定设备装备企业优惠政策，实施标准化生产与服务，将节水设备列入农机补贴内容，鼓励农民使用。

（作者王慧军单位：河北省农林科学院；作者张喜英单位：中科院遗传所；作者郭进考单位：石家庄农科院）