



原创“异育银鲫”，创造世界奇迹

■本报记者 李思辉

1 独辟育种蹊径

鲫鱼肉质鲜美、营养丰富，自古以来就是中国人的滋补佳品。但野生鲫鱼生长慢、产量低，平均一年长不到 0.1 公斤。上世纪 70 年代，水生所研究员蒋一珪目睹了很多病人、产妇凭“特供鱼票”却买不到鲫鱼的情况。

能否进行鲫鱼杂交试验，培育出生长速度快、繁殖能力强、产量高的鲫鱼，满足人民群众的食用需要？在中国科学院以及水生所大力支持下，蒋一珪率领鲫鱼研究组科研人员，于 1976 年跑遍长江南北，风餐露宿，悉心研究，系统调查了我国鲫鱼的资源状况，查阅了大量的国内外文献资料，开展了不同组合的鲫鱼交配繁育试验。一个培育鲫鱼新品种的构想酝酿成熟了。

他们研究发现，黑龙江省方正县的银鲫具有单性雌核生殖的特性，于是发展出用鲤等异源精子诱导其生殖的方式，通过利用江西省兴国红鲤鱼与之“婚配”，独辟蹊径，培育出“异育银鲫”。

普通鲫鱼繁衍后代，都是卵子受精后，精子在卵质中形成精原核，由精原核和卵原核相互融合，发育成小鱼。银鲫的卵也需要“受精”，但它不和红鲤的精核融合，只需要精子进行刺激，卵核即可自行发育成后代，而且全都是雌性。

这种独特的“异精雌核生殖”方式，由中国科学院的科学家在我国首先发现、阐明，并将其应用于鱼类遗传育种研究。作为早期开拓者的蒋一珪深刻认识到，银鲫雌核生殖方式的发现、应用潜力的开发，是一项前无古人的研究，不是一代人能够完成的。他开始留心有志于此并具有培养潜质的年轻人。

1984 年，在武汉大学攻读研究生的桂建芳，按规定参加毕业论文答辩。他的导师余先觉、周墩两位教授特意邀请已在银鲫育种方面取得突破性成就的蒋一珪任答辩委员。听完桂建芳的答辩，蒋一珪如获至宝，力邀这个质朴的年轻人加入水生所从事银鲫研究。

在传统认识里，鲫鱼生长速度慢、长不大、产量小，渔民养殖积极性不高。

为了扩大试验和推广范围，研究人员北至黑龙江、南至广东、西至四川、东至福建，

马不停蹄地在各地奔走。由于异育银鲫食性广、疾病少，具有生长优势，很快就被养殖单位和养殖户当成“聚宝盆”，被群众誉为“鲫鱼之冠”。

1986 年，武汉市洪山区采取混养、放养等方式养殖异育银鲫，在不影响其他鱼类养殖、不另投饵施肥的情况下，异育银鲫产量达 16 万公斤，净增收 50 万元。在广东养殖的异育银鲫，18 个月长到 1.25 公斤。

到上世纪 90 年代，异育银鲫已在 23 个省份、100 多万亩养殖水面安家落户。这项投入仅 6 万元的科研成果，转化应用后创造的年增收产值超过 1 亿元。

异育银鲫的生产应用和雌核生殖理论研究不仅在国内是首创，在世界上也是首创，受到国内外鱼类学家的高度关注和认可。

近两年，中国科学院的科学家致力于解决一个制约鲫鱼推广的“老大难”问题——肌间小刺多。一直以来，很多老人、儿童因为“怕刺”而不爱吃鲫鱼，一些西方国家的民众更是因此不吃所有的淡水鱼。

能否通过基因编辑技术，从根本上敲除鲫鱼等淡水鱼类的肌间刺呢？2021 年，桂建芳团队已与鉴定出调控肌间刺发育主效基因的华中农业大学教授高泽霞团队合作，试

3 敲尽肌间小刺

图创制无肌间刺异育银鲫。得益于双三倍体的揭示，桂建芳团队在银鲫中很快鉴定出相应的两个部分同源基因，追踪了银鲫肌间刺发生与骨化过程。

研究人员发现，如果仅敲除一个部分同源基因，肌间刺发育未受影响；只有同时敲除两个部分同源基因及其 6 个等位基因，才能创制完全缺失肌间刺的银鲫突变体，即完全没有小刺的异育银鲫。这些突变体已繁育了好几代，

为培育无肌间刺异育银鲫新品系奠定了基础。看着这些被敲尽肌间刺的“新银鲫”在水中灵动游弋，桂建芳露出了欣慰的笑容。

“基因编辑就像修改文章，剪辑控制银鲫肌间刺生长的主效基因的一两个碱基，让它不发挥作用，刺就长不出来了。”桂建芳说，“瞄准这样一个令食用者厌烦的性状，我们的育种目标更加精准、更加定向、更为有效，这是一次质的提升。”

2 创造生命奇迹

1991 年，中国科学院青年科学家奖奖励名单中，出现了桂建芳的名字。按当时的规定，获得这一奖项就有出国深造的机会。桂建芳决定前往美国寻求有更深厚理论基础、更精准研究手段的鱼类育种前沿知识和技术。在那里，他偶遇昔日在武汉大学的同学付向东，并加入他刚建立的实验室。

两年时间，桂建芳与付向东在《自然》、美国《国家科学院院刊》发表了两篇论文，掌握了细胞生物学和发育遗传学的系统知识和研究技能。当他准备回国时，同行劝他：“你为什么不留在这里？美国才最有条件让你成为大科学家。”他说：“我要回到祖国，那里有一项我必须完成并且有重要研发潜力的工作！”

1994 年夏，桂建芳从美国归来，回到水生所，正赶上国家自然科学基金委员会启动国家杰出青年科学基金项目。经过申报和答辩，他获得首届国家杰出青年科学基金项目资助。在水生所支持下，他组建了鱼类细胞工程与发育遗传学科组。从此，他全身心投入银鲫的进一步深入研究中。此后的 30 年里，他带领团队在全国大江、大河、大湖 50 多个样点调研，取样近 5000 条，用分子遗传标记进行鉴定和评价。他们研究发现，银鲫的生殖方式异常灵活多样，完全可以基于此前以异精雌核生殖方式创制的异育银鲫材料，通过揭示和引入雄核生殖等不同类型的多重生殖方式，开辟新的育种技术路径，培育出品质更优的鲫鱼新品种。

多少个不眠之夜，研究人员在亲鱼塘拖网，给鱼催情、人工授精、人工脱黏，在孵化环道旁，像护士一样精心观察、护理银鲫繁殖并进行分析研究。一颗颗珍珠般的受精卵，随着孵化环道的流水昼夜旋转、翻滚，终于孕育出新的生命——异育银鲫“中科 3 号”。

2013 年，中国科学院战略性先导科技专项启动“分子模块设计育种创新体系”项目，试图利用“分子模块”等现代生物技术，创建培育新一代超级品种的系统解决方案和育种新技术，为保障我国粮食安全提供核心战略支撑，对传统育种技术进行颠覆性革命。

基于异精雌核生殖新技术，中国科学院研究团队鉴定出对优良品质起到关键作用的武昌鱼分子模块，并利用这些分子模块筛选鉴定繁育亲本。最终，由单性生殖和分子模块相结合培育的异育银鲫新品种“中科 5 号”诞生。

目前，在我国鲫鱼养殖中，“中科 3 号”和“中科 5 号”占鲫鱼主养区产量的 70% 左右。这意味着中国人食用的每 10 条鲫鱼中，就有 7 条源自中国科学院的研究团队。

30 年来，异育银鲫培育、天然雌核生殖机理及其生殖奥秘遗传基础的破解等成果先后获得一项国家科技进步二等奖（1985 年）、两项国家自然科学基金二等奖（1995 年和 2011 年）。

在异育银鲫“中科 3 号”新品种培育成功后，适逢原农业部启动大宗淡水鱼产业技术体系建设。在体系岗位专家和体系站长支持下，中国科学院的科学家将“中科 3 号”等新品种赠送给湖北、广东、江苏等地的苗种繁殖场，还上门进行苗种繁育技术指导。以桂建芳为例，他每年奔赴全国各地开展养殖技术培训超百场，培训渔民 5000 多人次。

研究团队还在全国大规模推广异育银鲫系列品种，加快鲫鱼产业发展——我国的鲫鱼产量从 1983 年的 4.8 万吨增至 2022 年的 285 万吨。

在众多水产领域科学家的共同努力下，在市场的证明下，人们逐渐意识到，水

产养殖能够带来巨大的经济效益，极大满足人们的营养需要。目前，中国水产养殖产量约占全世界的 60%，为消费者提供了近 1/3 的动物蛋白，是中国人的重要食物来源。

2008 年，莱斯特·布朗到中国进行实地考察，看到了与他当年的预测完全不一样的局面。中国人不仅粮食连续大丰收，解决了填饱肚子的问题，淡水养殖也蓬勃发展，极大填补了人们对动物蛋白的摄入需求。

莱斯特·布朗不禁感叹中国的淡水养殖做得好，认为水产养殖作为最有效率的动物蛋白生产方式，为保障中国和世界的粮食安全作出了重要贡献。

事实胜于雄辩，时间自会证明。从“谁来养活中国”的质疑到“中国水产养殖业对世界是一个重大贡献”的赞叹，中国人用了十几年时间，推翻了某些西方专家的谬论。这其中凝聚着我国经济政策制定者的魄力与智慧，凝聚着广大农民、渔民的勤奋耕耘、吃苦耐劳，也凝聚着粮食作物、家禽畜牧、水产养殖等领域科学家的心血和努力。

2022 年 6 月，联合国粮食及农业组织发布的《世界渔业和水产养殖状况》研究报告提出，要努力实现蓝色转型，通过蓝色转型助力实现 2030 年可持续发展议程，在解决粮食安全问题的同时保护自然资源。这意味着中国水产养殖经验在世界范围内得到倡导和推广。



刚出膜的“中科 5 号”幼鱼。 水生所供图

4 做好银鲫大文章

小小一条银鲫，为什么能做这么多的“文章”？水生所研究员王忠卫介绍：“银鲫之所以多能，是因为它具有独特的双三倍体遗传基础，这使它成为一座发掘不尽的‘宝库’。我们不断发现它的进化机制，就可以不断开拓育种技术路径，不断创造生命奇迹，满足水产养殖需求。”

2012 年，水生所团队发现双四倍体银鲫，并发现倍性变化可以驱动银鲫由单性雌核生殖向两性有性生殖、由有性向单性生殖方式转换，从而导致克隆多样性和遗传多样性产生的演化机制，开拓出多基因组重构成雌核生殖异源多倍体的技术路径，有望培育出“中科 6 号”新品系。该新品系系生长速度更快，抗病能力更强。

水生所副研究员鲁蒙介绍，2023 年，在桂建芳的带领下，团队进一步在合成的新双三倍体银鲫中，基于“无减数融合”生殖发现，发展了一条高效创造不育异源多倍体的技术路线，未来有望将它转化成“育性可控”的银鲫精准育种路线。

“从应用前景上看，这一技术有助于非常高效地创制新种质，使新品种生长速度更快、抗病能力更强，更加适应大面积养殖需要。”他表示。

新中国成立初期，中国人每人平均一年才能吃上一斤水产品，而今天平均每人每周就可以吃上近两斤。养殖模式的重大转变，向世界贡献了水产养殖的中国智慧。中国的水产养殖技术已经走出国门，在非洲、东南亚、中东等地区成功应用。

在这个过程中，为了培育异育银鲫，让每个中国人都吃得鲜美的鲫鱼，从蒋一珪到桂建芳再到王忠卫、鲁蒙等水生所三代科学家付出了数十年的努力。

“前辈科学家经常教育我们，做水产育种的，一定要把论文真正写到祖国的大江大河和鱼池里，真正解决中国水产种业的一些实际问题。”鲁蒙说。

如今，和银鲫打了近 40 年交道的桂建芳欣喜地看到，新一代年轻人正茁壮成长成为科技创新的中坚力量。他坚信，在一代代研究人员的共同努力下，中国将培育更多优质品种，水产养殖技术也将推广到更多地方，给更多人送去“口福”。