

让高产优质籼粳稻“鹊桥相会”

■本报记者 李晨 通讯员 匡敏

利用籼粳亚种间杂种优势提高水稻产量一直是水稻育种专家的“梦想”。然而，一个多世纪以来，籼粳杂种优势的遗传基础和应用一直是世界性难题。

近日，华中农业大学教授欧阳亦聃、副教授米甲明联手搭建克服籼粳亚种间杂种不育的“桥梁”，可保障亚种间杂交的大田生产，实现“一桥飞架籼粳，天堑变通途”的梦想，对未来培育高产籼粳杂交稻具有重要的理论和实践意义。相关研究在线发表于《分子植物》。

这是一场跨越30余年的“接力”，几代人孜孜不倦的探索，为籼粳杂种不育基础和应用研究铺路架桥。

一场跨越30余年的接力

故事还要从30多年前的一个科研攻关项目说起。

籼粳杂种具有半不育特性，其结实率很低，繁衍后代能力不足。

1984年，水稻科研工作者发现，在籼稻与粳稻两大亚种之外，存在一类特殊水稻种质资源，它既能与籼稻“婚配”，又能与粳稻“婚配”，且杂交的后代结实率高，被称为广亲和品种。找到并分离调控广亲和的基因，便可找到解决籼稻和粳稻杂交后代育性下降、结穗后空壳问题的“金钥匙”。

早在我国启动“863”计划时，国家有关部门就将广亲和基因分离克隆的研究内容列入其中。为了阐明杂种优势的遗传基础，进而培育出高产优质的籼粳杂交品种，1990年，中国科学院院士张启发领衔的水稻团队便开启了这场“秘境追踪”。

在一届届师生前赴后继的接力下，团队在籼粳杂种不育遗传机理及广亲和性研究领域取得了又一个成果。

继2008年实现调控籼粳亚种间杂种雌配子不育的主效位点S5的克隆后，2012年，团队又从遗传上完全解析了S5位点造成杂种不育的机制，揭示了水稻籼粳杂种不育的分子机制。为有关籼粳杂种不育、物种生殖隔离分子机理、生物演化的研究提供了借鉴和参考。相关研究成果发表在《科学》杂志上，不仅是籼粳杂种不育研究的一次重大突破，也是水稻功能基因组发展中一个里程碑事件。

这一发现，让培育高产优质籼粳杂种的应用研究驶入了快车道。

也是在那一年，常年驻扎在育种生产一线的华中农业大学教授牟同敏向张启发推荐



团队成员在观察实验结果。受访者供图

了米甲明进入水稻团队开展博士课题研究。作为水稻育种“出口端”的关键研究者，米甲明一进入团队就被寄予厚望——将发现的基因在育种实践中用起来。

2013年，已在籼粳杂种不育研究领域探索了10年的欧阳亦聃愈发意识到：“要取得籼粳杂种不育研究的成功，必须与生产实践相结合。只有这样，籼粳杂种不育的‘链条’才能飞快转动起来。”

在与米甲明多次深入交流后，欧阳亦聃欣喜地发现，两人的科研正好可以“无缝对接”。他们一拍即合，由此开启了长达10年的合作。

一段永不言弃的征途

米甲明坦言，刚进入团队时，世界范围内关于籼粳杂种不育实际研究的研究很少，早期的科研就如同在黑夜中摸索。

起初，不少人并不认为米甲明能搞出名堂来，但米甲明不信邪。扎根田间的日子里，成百上千次的试验见证了他辛勤的汗水，也记录了他从“无从下手”到“渐有眉目”的成长历程。

支撑米甲明的，是导师牟同敏和张启发潜移默化的影响，也有欧阳亦聃这位合作伙伴的鼎力支持。

“平日里，只要有新的想法，我们都会第一时间讨论交流。一些自己苦思冥想都想不通的难题，常常会在交流中迎刃而解。”米甲明说。

2016年和2020年，欧阳亦聃、米甲明合作研究分析了S5系统的产生机制和起源演化过程，还创建了S5+5两个位点的广亲和株系，为后续研究奠定了良好基础。

作为这场接力赛中的重要人物，博士研究生周鹏辉与王正基同样经历过早期探索的煎熬。

2016年，周鹏辉的课题陷入停滞，这一停就是一整年。他想尽了所有能想到的办法，就是无法找到原因所在。

“那阵子我的压力极大，一方面，是曾经定了很高的目标；另一方面，是不想辜负张老师的期望。”周鹏辉回忆说。

转机发生在2017年。得益于基因组测序技术的发展，水稻团队对ZS97和MH63两个籼粳品种进行了基因组测序，通过对比籼稻和粳稻的基因组序列，周鹏辉初步发现了端倪——籼稻比粳稻在p12位点上多了27.3kb的大片段插入。通过后续研究，他进一步验证了这个大片段插入上的p12A基因是造成杂种不育的效应基因，成功克隆了籼粳亚种间杂种雌配子不育的主效位点p12。

2018年，就在周鹏辉的研究逐步步入正轨时，王正基的挑战才刚刚开始。他的研究需要先进行田间试验收集“籼粳交”的群体表型数据，再通过遗传分析鉴定效应最大的杂种不育位点。

可是，王正基刚迈出第一步便被“卡住”了。经历了漫长的田间试验后，他采集到的数据却显示异常，一年的工作打了水漂，王正基难免有些受挫。经过分析，他发现问题可能源于

“籼粳交”的结实率太低，很容易被周围其他水稻株株飘过来的花粉污染而得到异常基因型。

再次试验，他更加严谨地设置种植条件，从播种、插秧，到建立隔离带，搜集群体表型和基因型……每一步都小心翼翼。

这一次，他的辛苦付出没有白费，当遗传分析结果出炉，王正基倍感振奋。这一步的成功，意味着这场“接力赛”可以继续向前奔跑了。

一次搭建桥梁的过程

“如果把高产优质的‘籼粳交’比作鹊桥相会，我们的工作就是努力搭建这座桥梁。”欧阳亦聃说。

他们提出了一种“最简”基因组设计育种策略，让育种过程尽可能简洁、精准。这一策略只需三步即可完成，首先是通过遗传分析确定这座“桥”需要的主要“零件”，然后在此基础上画出“施工图”，最后一步是进行组装。经过验证，这套策略可以极大提高育种效率。

这套育种策略的诞生并非偶然。2016年，在创建了S5+5广亲和株系后，团队已经将籼粳杂种的结实率提升到了50%。但对于生产实践而言，这还远远不够。

2019年，团队进一步使用S5+5+p12作为“零件”进行了尝试，将“籼粳交”的结实率提升到了70%，这一发现让欧阳亦聃和米甲明喜出望外。两人进一步设想：“如果将‘零件’数量进一步增加，能否让正常的结实率达到85%以上？还需要哪些‘零件’才能实现这一设想？”

彼时，王正基的遗传分析刚好给出了答案。经过数据分析，他们将目标锁定在了S5、5、p12、Sc四个位点上，并寻找到这四个位点上可以用来搭建桥梁的“天然材料”，即对应的广亲和等位基因。

根据“施工图”安排，2021年，田间验证的接力棒交到了硕士研究生朱兴巨手中。他需要对四个“零件”在恢复系中进行组装，创制强广亲和品种，进而培育出籼粳亚种间杂种。

实验完成后，经过检测，团队创制的广亲和品种可培育花粉和胚囊育性超过90%，是能正常结实的籼粳亚种间杂种。

欧阳亦聃感慨良多：“沿着一个研究方向，咬定青山不放松，是水稻团队一直以来的传统。”

面向未来，团队与籼粳杂种的故事还在进行中。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.02.009>

发现·进展

兰州大学

发现啮齿动物未引起高寒草地土壤有机碳显著损失

本报讯(记者温才妃 通讯员伊莎)近日，兰州大学大气科学学院2018级本科生黄淼和青年研究员马磊等研究揭示，啮齿动物生物扰动并未引起高寒草地土壤有机碳(SOC)的显著损失。相关成果发表于PNAS Nexus。

受不合理人类活动和全球气候变化的影响，青藏高原高寒草地发生了大面积退化，为啮齿动物活动提供了开放的环境。这不仅有利于啮齿动物及时发现和躲避天敌，还使它们获得了丰富的杂类草食物，最终导致高寒草地鼠害大规模暴发并引起草地完全退化。

目前缺乏关于啮齿动物生物扰动对高寒草地全土壤剖面有机碳储量影响机制的定量研究，极大限制了人们对高寒草地SOC储量变化的了解。

该研究明确了啮齿动物生物扰动引起的高寒草地表层(0-10cm)SOC损失会被深层(40-50cm)SOC的增加所抵消，提出在量化啮齿动物生物扰动对高寒草地SOC影响时需要考虑土层深度依赖性格局的观点。

在此基础上，研究人员定量分析了在不同草地类型、放牧历史、啮齿动物种类、鼠洞密度、气象条件下，高寒草地SOC含量对啮齿动物生物扰动的响应模式，并分析了生物和非生物因素对啮齿动物生物扰动的响应及其与高寒草地SOC含量变化的相关性，揭示了啮齿动物生物扰动影响高寒草地SOC土层深度依赖性格局的形成机制。

此次研究发现，当考虑整个土壤层(0-90cm)时，啮齿动物生物扰动并不会引起高寒草地SOC的显著损失。这也暗示，若能及时恢复因啮齿动物生物扰动而退化的高寒草地，不仅能增加地表植被盖度和净初级生产力，还能增加生态系统(植被+土壤)的碳储量。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac314>

南方海洋科学与工程广东省实验室(广州)等

揭示蓝碳生态系统中凋落物分解的潜在变化

本报讯(记者朱汉斌)近日，南方海洋科学与工程广东省实验室(广州)杨志峰团队与来自广东工业大学、南丹麦大学等机构的研究者合作，在全球蓝碳生态系统大型植物和藻类凋落物分解对气候变化的响应方面取得进展。相关成果发表于《全球变化生物学》。

蓝碳生态系统是减缓气候变化的重要自然解决方案。然而，目前很少有研究揭示不同气候变化情景下蓝碳生态系统中凋落物分解的潜在变化。

该研究旨在通过研究大型植物和藻类凋落物分解对未来气候变化的响应以改进蓝碳生态系统碳汇的核算。研究人员对全球309篇论文进行了荟萃分析。

他们获得5个方面发现：一是大型藻类凋落物分解速率常数(k值)平均值高于海草、红树林和盐沼；二是大型植物和藻类的k值与气温呈双指数的正相关关系；三是在维管植物凋落物温度阈值(-25°C)和大型藻类凋落物温度阈值(-20°C)以上，k值随温度升高而急剧升高；四是红树林和盐沼两种生态系统对气候变化的响应强于海草生态系统；五是与2020年相比，预计2100年大型植物蓝碳生态系统净凋落物碳汇将增加0.3Tg至0.6Tg。

研究表明，未来蓝碳生态系统在减缓气候变化方面可能发挥更重要的作用。相关结果有助于未来更准确地进行蓝碳生态系统碳汇核算。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1111/gcb.16693>

厦门大学等

研发超高灵敏度定量蛋白质组学标记试剂

本报讯(记者田瑞颖)近日，厦门大学药学院副教授高祥团队与广东磷基生物科技有限公司等合作，开发出了基于磷化学技术的超高灵敏度定量策略(iSIPL)，该技术能够实现超高灵敏度鉴定中低丰度的蛋白，尤其是低丰度的痕量蛋白，且兼具高通量、大规模蛋白质组的定性定量鉴定能力。相关成果发表于《德国应用化学》。

基于质谱平台的蛋白质组学是生命科学领域的热门核心技术之一，蛋白质组学中的蛋白质深度覆盖和精确定量一直是困扰技术发展的难题。在蛋白质组学产业化方面，由于国外研究较早，发展较快，质谱设备和相关试剂等关键技术长期被外资企业垄断。

在iSIPL试剂发明之前，在质谱平台的蛋白质定量上，广泛应用的主要有TMT试剂和iTRAQ试剂。在这项研究中，对于100ng的标准BSA蛋白，iSIPL试剂能鉴定出48个相关肽段，而TMT试剂仅能鉴定出31个。同时，在1ug Hela细胞体系中，同样的实验条件下，TMT试剂鉴定出1259种蛋白，iSIPL试剂鉴定出1397种蛋白。在蛋白种类的差异上，iSIPL试剂可鉴定到TMT试剂鉴定不到的515种蛋白。

研究人员还发现，丰度越低，iSIPL试剂鉴定效果越好，尤其适用于低丰度蛋白、信号通路蛋白和单细胞蛋白质组学的定性定量。同时iSIPL试剂和TMT试剂之间有很好的互补和相互增强作用，两者联用能够进一步提高生物样本蛋白的鉴定深度。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/anie.202303656>

清华推出物理人才培养“攀登计划”

本报讯(记者陈彬)4月13日，清华大学正式发布物理人才培养“攀登计划”招生办法(以下简称攀登计划)。国内首个以“发掘并培养未来物理大师”为愿景的拔尖创新人才培养计划正式出炉。

据介绍，攀登计划由诺贝尔物理学奖得主、清华大学教授杨振宁提出，中国科学院院士朱邦芬领衔，目标是提早发现有物理学天赋的学生，培养出更多物理学及以物理学为基础的高科技领域一流创新人才，使之成为世界科技发展的未来引领者和高科技领域的开拓者。

在对学生的培养中，攀登计划将全面强化大师引领作用。一方面，攀登计划将在学校层面设立工作委员会，由长期从事教育工作、治学严谨的学术大师和资

深教授组成；另一方面，攀登计划将全面落实导师制，为每位学生配备学业导师和科研导师，由院士、资深教授担任导师。

具体培养方案方面，攀登计划将根据每位学生自身的学科特点和志趣发展，制定“一人一策”的个性化培养方案。通过本科和研究生的专业课程的有机融合、进阶式学术研究的无缝衔接，实现学生学术志趣、学术能力的贯通培养和提升。

攀登计划由清华大学物理系牵头负责培养环节。同时，在打穿学生的数学和物理基础后，攀登计划将紧密联合芯片、信息、材料、能源等前沿学科，面向国家急需、国际科学最前沿的领域培养多层次、多维度的领军创新人才。



4月14日，由哈尔滨工业大学打造的“地面空间站”——“空间环境地面模拟装置”的主体建设已经完工，进入联合调试试运行阶段。

据了解，该装置可以综合模拟真空、低温、粉尘等九大类空间环境因素，在地面构建了国际上首个综合环境因素最多，具有原位/半原位动态测量分析能力，可实现材料、器件、系统及生命科学领域多尺度、跨尺度环境效应研究的综合性研究装置。

图片来源：孙汉仑/中新社·视觉中国

“倔”鳊鱼终于不再挑食了

■本报记者 张双虎

“0.48千克，达到市场销售规格。”

前几天，上海海洋大学研二学生韩志豪从养殖鳊鱼中随机捞出一尾上秤，电子秤上的数字让他喜出望外。

在上海海洋大学位于广东省湛江市东海岛广东恒兴集团“863”研发基地内的联合实验室里，韩志豪等人用团队开发的“驯化+饲料投喂”技术，不到6个月时间即养殖出达到销售规格的鳊鱼。这标志着我国水产饲料中的一个难题堡垒——鳊鱼配合饲料已被攻克。该技术不仅突破了驯化和配方瓶颈，同时饲料驯化率、鱼生长速度、鱼存活率和饲料成本等指标，均已满足产业化要求。

鳊鱼美味，但食性很“倔”

“西塞山前白鹭飞，桃花流水鳊鱼肥。”鳊鱼因其美味被公认为中国淡水中的四大名鱼之一。然而，鳊鱼难养。之所以“难”，是因为其食性很“倔”，终生只进食活鱼活虾。如何让“倔”鳊鱼吃人工饲料，驯化是这条路上最大的拦路虎。

“怎样才能最大限度提高驯化率，让鳊鱼接受配合饲料，是我们团队自2012年率先在

国内开发出大口黑鲈配合饲料以来一直探索的问题。”上海海洋大学教授陈乃松说。

在陈乃松带领下，上海海洋大学副教授李松林和该团队的研究生做了很多实验。他们发现，若不投喂活鱼活虾，只投放饲料，鳊鱼可不“买账”。没有活的食物，鱼儿们就开始“自相残杀”。

“一批实验鱼投放后，第二天就少了一半，再观察下去，最后就只剩下几条。”李松林说，“难就难在它们宁愿相互残杀，也不吃投喂的饲料。”

团队曾考虑将鳊鱼苗放得稀疏一点儿，彼此间的距离远一点儿，但问题依然未能解决。

经过无数次实验、无数次摸索，团队逐渐掌握了一套“秘籍”。

去年，团队成员张佳灿在研究生毕业后采用这套办法自主创业，成功驯化出100多万尾吃饲料的鳊鱼苗，挣到了人生的第一桶金。

“我在上海海洋大学3年的研究生没有白读。”谈及自己的成果，张佳灿自豪地说。

“饲料鳊鱼”美味如初

人工饲料养殖鳊鱼虽然取得了成功，

但消费者可能会产生疑问。“饲料鳊鱼”和用活鱼饵料养殖出的鳊鱼一样美味吗？

“我们有能力解决这个问题，因为我们已有‘虎背鲈鱼’的成功事例。”陈乃松表示。

浙江一家饲料公司采用陈乃松团队研发的大口黑鲈配合饲料，养殖出“虎背鲈鱼”商品鱼，在某电商平台的销售态势喜人，消费者好评率高达99%以上。

“没有最好的饲料，只有更好的饲料，我们还在不懈努力，把这方面的工作做得更好，力争使‘饲料鳊鱼’变得更美味。”陈乃松补充说。

水产养殖长久之道

在传统养殖中，鳊鱼要吃活鱼活虾。养1亩鳊鱼，就要配套养4亩小鱼作为饵料。这不仅增加了养殖户的成本，也是对土地资源巨大的浪费。正因如此，鳊鱼价格一直降不下来。

如今，该研究团队取得的技术突破，将推动鳊鱼养殖朝着资源节约、生态友好、经济高效等方向高质量发展。

陈乃松细算了一笔经济账：传统生产