视觉中国供图

**编者按** 不久前，农业农村部发布《全国畜禽遗传改良计划（2021—2035年）》，作为国家层面启动的第二轮畜禽遗传改良计划，提出了立足“十四五”、面向2035年推进畜禽种业高质量发展的主攻方向，这是确保种源自主可控、打好种业翻身仗的一个重要行动。为此本版推出“打赢畜禽育种翻身仗”系列报道，聚焦猪、牛、鸡三大畜禽特色品种，探讨其在育种方面存在的问题、取得的成绩，以及未来的发展方向。

# 生猪育种：不仅要打破垄断更要迈向高端

打赢畜禽育种翻身仗①

◎本报记者 **雍 黎** 实习生 **韩文媚**

可能很多人还不知道，我们吃的那些极具本地特色的菜肴，可能食材都是“进口”的。就拿回锅肉、猪肉粉条等常见荤菜来说，采用的几乎是长白、大白、杜洛克等进口猪种。

我国是世界上生猪生产与猪肉消费第一大国，生猪产业是我国畜牧乃至农业的支柱产业，而种猪又是生猪产业的“芯片”。我国生猪产业种猪改良育种研究情况如何，能否打破发达国家对顶级种猪市场的垄断，破解我国生猪产业“卡脖子”难题？7月8日，记者走进重庆市畜牧科学院对此进行了采访。由重庆市科技局组织、该院牵头成立的国家生猪技术创新中心已于今年3月获得科技部的建设批准，中心的关键核心技术攻关目标之一就是瞄准种质资源创新利用。

## 重引进轻选育的局面必须转变

其实我国的生猪本土品种很多，根据统计地方品种有83个，仅重庆就有荣昌猪、合川黑猪、罗盘山猪、渠溪猪、盆州山地猪等5个地方品种。不过，由于优质地方猪种保护开发力度不够、高性能品种猪依靠进口，重引进、轻选育，使生猪产业陷入“引种—退化—引种”的怪圈。

“对于现代化的生猪养殖产业来说，就是要求猪生得多、死得少、长得快、吃得少、产肉多、肉质好、卖个好价钱。”重庆市畜牧科学院研究员王金勇说，地方猪种的优点是，肉质味道好、抗病能力强、低投入有产出，不过却存在肥膘多、瘦肉率低、生长速度慢的缺点。如荣昌猪的生长周期为240天，而国外品种只需要160天就能出栏；丹麦、法国的长白、大白猪种一胎产子率能达到14个以上，而荣昌猪目前平均产仔数仅约11个。

和荣昌猪一样，本地猪种相比进口猪生产成本高，但优质优价没有体现出来，养殖效益比引入品种低，生猪企业会根据效益需要选择引入品种，而这也就影响了国内生猪育种的发展。

“育种工作实际上是根据产业需求不断进行遗传改良、持续提升种猪性能的过程。”王金勇谈道，育种需要持续研发投入，企业大多是简单通过引进品种扩繁，并没把精力放在品种选育上面，长久地做下去。加快国外猪种本地化、优质地方猪种产业化，可以说是当下育种工作的重中之重。从现代育种方向来说，就是要提升地方猪的繁殖力和产肉能力的育种新技术，让地方猪更能适应现代工厂化养殖的生产方式。

我国畜禽核心种源自给率虽已超75%，但与发达国家仍存在差距。按照农业农村部最新发布的《全国畜禽遗传改良计划（2021—2035年）》，到2035年，我国要建成完善的商业化育种体系，自主创新能力大幅提升，核心种源自给率保持在95%以上；以地方猪遗传资源为素材培育的特色品种能充分满足多元化市场消费需求；形成华系种猪品牌，培育具有国际竞争力的种猪企业3—5个。

## 不断推进本地猪种产业化

“国内生猪育种技术和国外是没有差距的，关键是如何激发生猪企业在育种上的主动性。”王金勇坦言，选育新品种是一个长期的过程，残酷的是，时间的积累、大量数据的记录，也并不意味着一定会成功。就算培育出了新的品种，最终还需要接受市场的选择。“比如培育一个品种，料肉比（增重一公斤所消耗的饲料量）与国外只相差0.2或0.3，看起来差距不大，但是对于要面向市场大规模推广的品种来说，就是一个鸿沟。”王金勇说。

作为我国三大地方优良猪种之一的荣昌猪，如何让其适应产业化生产，重庆市畜牧科学院是这方面的引导者。

“从20世纪80年代开始，我们就以荣昌猪为基本育种素材，采取杂交与选择相结合，导入适当比例的丹系长白猪血液，育成了国内第一个低外血含量（25%）的瘦肉型猪专门化母系——新荣昌猪I系。”王金勇介绍，与原种荣昌猪相比，新荣昌猪I系猪的胴体瘦肉率提高了6.3%；饲料转化率提高了19.3%；20—90公斤体重阶段日增重提高了33.5%；膘厚降低了21.7%。2000年，荣昌猪配套系（渝荣Ⅰ号）在保持猪肉品质不变的情况下，瘦肉比达到63%，日增重800克，料肉比为2.6—2.7，每次繁殖12.5头以上。这为荣昌猪产业化打下了基础，通过推广，现已建立优质肉猪示范基地49个、辐射基地67个，促进重庆及周边地区生猪养殖业的快速发展。

据了解，除了荣昌猪、太湖猪、宁乡猪等开发得比较好的本土品种外，目前还有不少规模化生产的本土猪种，如湖南的湘村黑猪、广东的1号土猪、吉林的吉神黑猪，这些猪种都是在地方品种上培育出的新品种。

为了不断提升肉质，重庆畜牧科学院还在技术手段上不断创新，自主研发了肌内脂肪的活体预测技术。王金勇说，从食用的口味上来说，瘦肉中有一定的脂肪才会有好的风味。以前是屠宰后才能测评，现在采用肌内脂肪的活体预测技术不杀猪就能做肉质评估，不仅准确还能保护种猪。

为了保护本地资源，重庆市畜牧科学院在2006年建立了冷冻保存库，对精液、卵母细胞、胚胎进行了冷冻保存，避免了在非洲猪瘟等疫病的冲击下，造成本地品种的灭绝。目前，该院正在推进西部品种保存库的建设，更好地保护西部地区的本地猪种。

## 在专业猪品种培育上实现弯道超车

“无菌猪”“SPF猪”“人源化抗体猪”，这些猪可不是用来吃的，它们是猪中的“宝贝”。

自去年2月，重庆市畜牧科学院研发出我国唯一具有自主知识产权的人源化抗体小鼠后，他们更大的目标是培育人源化抗体猪，这是生物安全防控重要的动物资源，培育难度远超小鼠。目前，重庆市畜牧科学院生物工程研究所所长葛良鹏和团队已经在国际上率先建立了猪的超大基因的基因编辑技术。在新发突发传染病时，可利用人源化抗体猪在短时间内大量产生人类抗体（同康复者血清）。

SPF猪，也称无特定病原猪，是猪用疫苗评价和检定必须使用的标准实验动物。2019年，重庆市畜牧科学院生产培育的28头SPF荣昌猪“飞赴”中国农业科学院哈尔滨兽医研究所，为我国非洲猪瘟疫苗研发甘当“小白鼠”。

在此之前，我国只有少数几家单位掌握SPF猪技术，并且种源主要是从国外进口。葛良鹏说，能够短时间实现SPF荣昌猪的批量化生产，是因为他们拥有成熟的SPF猪培育核心关键技术——猪无菌剖宫产技术和猪无菌饲养技术，其技术难度远超SPF猪。

无菌猪是指身体里没有任何微生物的实验猪，可用于儿童疫苗、婴幼儿奶粉质量评价、特殊病人膳食产品开发以及早产儿的健康研究等。重庆市畜牧科学院是我国唯一拥有无菌猪繁育平台的单位，利用已拥有的无菌猪培育技术体系，该院同时开展了SPF猪的培育与产业化应用。同时一直在努力推动将SPF猪的血清、猪皮、细胞、组织等作为高等级生物医药原材料。

“专业猪品种育种研究是猪种培育上的新领域，也是我国在猪种培育上能弯道超车的领域。”葛良鹏介绍，通过基因编辑和生物净化等生物技术，在普通猪的基础上定向培育生物医药用途的专业猪品种（系），可直接生产生物医药产品，或为生物医药产品的开发提供高质量的生产原料，以及作为药物/医疗器械临床前的评价用动物模型，从而可以培育孵化相关科技型企业，为产业由中低端向中高端发展提供科技支撑。

重庆市畜牧科学院院长刘作华表示，作为科技部批准建设的农业领域首个国家级创新中心，国家生猪技术创新中心在种质资源创新利用方面，将利用荣昌猪等中国优质地方猪种质资源，培育符合中国消费需求与现代化养殖的新品种，并将其培育成可进行医学研究的实验动物。到2025年该中心计划育成优质、节粮、抗病生猪品种3—5个，生产性能与国外优良品种相当；研发出饲用抗菌肽等抗生素替代品、非洲猪瘟疫苗等生猪产业高科技产品50个以上。

# 中国科研人员揭示水稻基因组中的“隐藏”变异

◎张 喆 陈 科

记者7月11日从四川农业大学获悉，该校国家重点实验室、水稻研究所李仕贵与钦鹏教授团队联合中国科学院遗传与发育生物学研究所梁承志研究员，分析揭示了水稻基因组中的“隐藏”变异。这一研究成果以《基于33个水稻遗传多样性材料的泛基因组分析揭示“隐藏”的基因组变异》为题，在线发表于国际著名学术期刊《细胞》上。

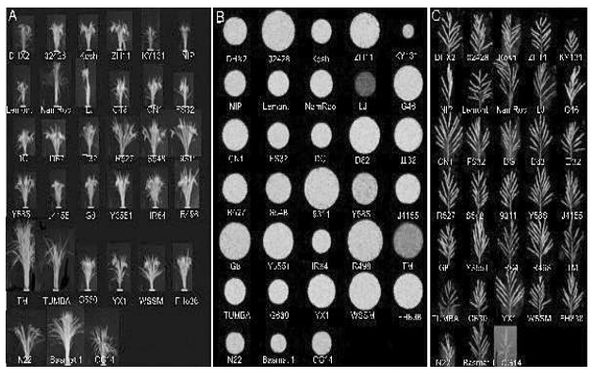
在该项研究中，四川农业大学和中国科学院团队选取了具有高度代表性的33个水稻材料，采用最新的第三代基因测序技术，对其中31份材料进行了长片段测序、高质量基因组组装及基因注释。结合已报道的日本晴和蜀恢498两个材料的参考基因组，经过系统比较分析，共鉴定到171072个基因结构性变异和22549个基因拷贝数变异。

研究人员表示，这些基因组变异无法利用传统手段鉴定到，绝大多数在先前研究中均未发现，但它们在重要农艺性状调控中发挥着重要作用。如著名优质稻品种“越光”中的一个早熟位点（qDTH7-3），很可能就是由OsMADS18基因在“越光”产生两个拷贝，导致基因表达量升高从而表现早熟性状。

“亚洲人和非洲人之间存在基因差异，如果只研究非洲人的基因，无法掌握整个人类的基因信息。”钦鹏说，这是传统基因组学研究的弊端。它将不同碱基以线性的形式存储于染色体上，并且多基于一个参考基因组来获取一个物种的基因信息。但是，线性基因组不能同时体现一个物种中不同个体的遗传变异情况。而且大片段的插入、缺失、拷贝数等变异类型也无法有效鉴定。因此，构建囊括一个物种所有遗传信息的新型存储形式的泛基因组，已成为当前基因组学研究的重要任务。“而图形基因组的出现正好解决了这一难题。它突破了传统线性基因组只能存储个体遗传信息的局限性，可以存储、展示某类群中不同个体的遗传变异信息，从而真正代表一个类群的遗传信息。”钦鹏说。

结合鉴定到的大量结构性变异，该团队研究人员首次构建了水稻图形基因组，是水稻迄今最为完整的基于图形结构的泛基因组。他们还搭建了相关网站，便于其他研究人员使用基因组序列和查询遗传变异等相关数据。

李仕贵表示，此研究打开了结构变异研究的大门，将有助于加速水稻功能基因组学和分子设计育种研究，为选育高产优质、绿色安全水稻新品种提供基础支撑。接下来，该团队将利用该研究成果，培育出更多产量高、品质好、抗性强的水稻品种。


33个代表性水稻材料农艺性状 受访者供图

# 新型可发光纳米探针能实现对深层组织显微成像

**科技日报讯**（**董真** 记者**王春**）记者7月12日从上海理工大学获悉，该校科学家与暨南大学、新加坡国立大学的同行们合作，开发出一种可发光的镧系元素纳米探针，该探针可用于亚细胞结构的低功率受激发射损耗（STED）显微镜和深层组织超分辨率成像。相关成果发表在《自然·纳米技术》上。

光学显微技术在生物领域中是一个重要工具，借助这一技术，研究人员能够在活体细胞和组织中获得各种生物尺度信息。然而，衍射极限限制了传统光学成像系统的分辨率，无法对细胞内纳米尺度（1纳米等于十亿分之一米）的结构进行光学成像。

STED显微镜是获得2014年诺贝尔化学奖的超分辨荧光显微技术，这种技术能够对尺寸为纳米的结构进行光学成像，从而进行亚细胞的研究。近年来，STED显微镜技术取得了巨大进步，但在成像过程中仍会对生物标本深层组织造成光损伤。在STED显微镜中，有机荧光团经常被用作生物样品纳米探针。然而，它们需要强脉冲照明，这会引起光毒性、光漂白和自发荧光。此外，有机荧光团通常在可见光区工作，会出现光衰减，从而限制了STED显微镜在深层组织研究的应用。

而新型探针有望克服这些限制。论文共同第一作者、上海理工大学教授张启明表示：“掺杂钕发射体的纳米探针，在近红外激光照射下发出下转换发光。当用第二束不同波长的近红外激光照射纳米探针时，下转换发光几乎完全耗尽，所需的光束强度比有机荧光团低100倍。”这项技术可以在光毒性、光漂白和自发荧光最小的情况下进行深层组织超分辨率光学成像。新纳米探针实现STED显微成像的关键是掺杂钕发射体，这种发射体具有准四能级的能量配置，其较低的激发能级在亚稳态，可以在低功率激发下维持粒子数反转。

上海理工大学顾敏院士说：“这些纳米探针有潜力扩大STED显微镜的应用范围，使用低功率连续波照射还能降低成像系统的尺寸和成本，促进未来小型便携式STED显微镜的发展，有望使STED显微镜在生物医学、超分辨成像领域发挥更大的作用。”

# 结构微调，让古老酶种也能“吃”塑料

◎本报记者 **陈 曦**

塑料废弃物在环境和生态系统中造成的污染，已经成为不可忽视的严重问题。聚对苯二甲酸乙二酯（PET）是生产与消耗量最多的塑料之一，大多数矿泉水瓶就是用PET作为原料。PET废弃物主要以掩埋或焚烧法来处理，但掩埋法无法彻底消除PET，焚烧则会产生温室气体造成二次污染。

记者7月10日从湖北大学生命科学学院、省部共建生物催化与酶工程国家重点实验室获悉，该实验室郭瑞庭教授与陈纯琪教授团队，经过研究推论出，细菌为快速适应堆积的PET废弃物，在古老的角质酶中导入突变，使之转变成高效的PET降解酶。这个发现为创制更多优质PET降解酶提供了有效策略，目前团队已生产出多个新型PET降解酶，为发展生物降解塑料开辟了新途径。相关研究成果已发表在权威期刊《自然·催化》上。

## 有种细菌能“吃”塑料

PET的塑料分类代号为1号，全球年产量已近7000万吨。PET防水、耐热、抗酸碱腐蚀，所以大量被用来制作食品饮料的包装瓶/盒和人造纤维。目前，PET的回收率仅有10%左右，且较常使用的物理或化学回收处理方法都具有局限性。因此，发展温和绿色的生物降解法来处理PET废弃物，是人类社会寻求可持续发展的重要方向。

PET为聚酯大分子，理论上有可能被降解酯键的酶所水解，然而大量的芳香环以及结构致密的结晶区，使得PET对于酶降解作用具有非常强的抗性，因此寻找更为有效的PET降解酶是开发生物降解PET技术的核心。

塑料的性质稳定，一般认为需要数百年的时间才可能被自然分解。2016年，日本科学家在PET回收处分离出了一株能“吃”PET的细菌—Ideonella sakaiensis，该细菌能分泌一种将PET水解成小分子的酶——IsPETase，分解后的小分子还可以被细菌吸收利用。

“IsPETase是目前为止唯一一个通过自然演化过程产生的真正意义上的PET降解酶。然而，IsPETase并不是一个全新的酶种，而是属于一种古老的角质酶，原本的作用是微生物用来分解植物角质的。”郭瑞庭介绍，古老的角质酶分解PET的活力非常低，但IsPETase却能够很好地分解PET。细菌如何把角质酶转变成PET降解酶，其中的奥秘始终没有被揭露。

该团队长期从事蛋白质结构与功能分析，于2017年在国际上公布了首个IsPETase的晶体结构与酶和底物类似物的复合体结构。郭瑞庭介绍：“通过比对IsPETase与角质酶的蛋白质结构，我们发现角质酶的底物结合区较为狭窄，比较适合作用于形状细长的角质，而不利于作用在构造较为宽大的PET上。”

> 科学家经过研究推论出，细菌为快速适应堆积的PET废弃物，在古老的角质酶中导入突变，使之转变成高效的PET降解酶。这个发现为创制更多优质PET降解酶提供了有效策略。

## “制造”高效降解塑料的酶

为寻找更多具有降解PET活性的酶，团队发现，IsPETase底物结合区的组成与角质酶是一样的，但IsPETase底物结合区的W185（色氨酸）可以自由摆动。当PET结合到IsPETase上时，W185会被往下压低一些，如此一来底物结合区的空间就变得较为开阔，也才能够容纳PET。所有的角质酶在相对的位置都具有这个色氨酸，但这个色氨酸侧链的方向都是被固定住的，不能自由摆动。

为什么同样的色氨酸，在两种相似的酶里面会展现不同的构象变化呢？这么细微的差异，真的是造成IsPETase与角质酶降解PET活力高低不同的关键因素吗？

团队进一步分析色氨酸邻近的区域发现，在所有角质酶中，色氨酸下方有组氨酸与苯丙氨酸这2个侧链较大的氨基酸（以下简称大二元体）支撑着，它们就像支架一样固定住了色氨酸使其无法转动。而在IsPETase中W185下方则是丝氨酸和异亮氨酸（以下简称小二元体），它们的侧链基团较小，固定不住W185，因此W185就能自由摆动，IsPETase的底物结合区也就能够“伸缩自如”了。

有趣的是，将IsPETase的小二元体换成大二元体，PET降解的活性就会大幅下降，反之将角质酶中的大二元体换成小二元体，降解PET的活性就会大幅提升。由此可知，大小二元体的转换极有可能就是产生PET降解酶最关键的条件。“考查密码子可以发现，只需要突变3个碱基就能够将大二元体变成小二元体。”郭瑞庭说，而累积3个突变位点是有可能在短时间之内发生的——只需导入小二元体即可。这种快速的转变，就像川剧里的“变脸”一样。

这些研究结论表明，微生物在短时间内选择了突变角质酶来分解PET，这可能是产生PET降解酶快速有效的途径。此外，导入小二元体能创制更多优质PET降解酶，团队已经利用这个方法获得了多个新型的PET降解酶，用这些酶，科学家将研发出更多生物可降解塑料。