

“禁抗”时代已来，饲料准备好了么

■本报见习记者 韩扬眉 刘如楠

饲料“禁抗”时代已经到来。据中华人民共和国农业农村部公告第194号，自2020年7月1日起，饲料生产企业停止生产含有促生长类兽药饲料添加剂(中药类除外)的商品饲料。

饲料是养殖动物的物质基础。自上世纪40年代后期抗生素开始作为饲料添加剂，迄今已70多年。在“禁抗”时代，用什么来替代抗生素？替代品能否发挥相同作用？畜牧业和饲料企业是否已准备就绪？

在采访中，专家们纷纷表示，畜牧业饲料“禁抗”已是大势所趋，对前景充满信心。

禁“促生长”留“防治病”

用了70多年的抗生素饲料添加剂，为何到了今天被强制退出历史舞台？

扬州大学兽医学院教授卜仕金告诉《中国科学报》，抗生素自诞生以来，其应用领域不断扩大，一些抗生素不仅具有治疗和预防疾病的作用，在临床兽医上还用于促进畜禽生长。过去，抗生素饲料添加剂在动物生产养殖中曾发挥巨大作用。

“为了减少环境因子对动物的胁迫应激、提高免疫力、促进生长和预防疫病，在饲料中使用抗生素可保证畜禽高产。离开了抗生素，这种短周期、集约化、高产量的畜禽生产模式就难以维系。”中国农业科学院饲料研究所所长戴小枫说。

随着环境中耐药菌的增多，微量残留在畜禽产品中的抗生素使人产生过敏反应。与此同时，病原菌的耐药性正成为一个日益严重的问题。“人们一方面认为这主要源于在人类医疗中广泛使用抗生素，另一方面开始关注到动物生产中使用抗生素是否会导致人类病原体产生对抗生素的耐受性。”卜仕金说。

“临床研发的一些抗生素新药，还未来得及使用，就发现病原菌在人体已出现了耐药性，这可能导致诸多重症在临床上无药可医。所以，这种生产模式再也不能继续下去了。”戴小枫告诉《中国科学报》。

目前仅有的26种药物饲料添加剂在7月1日后将成为历史。不过，专家们强调，我国此次实施的“禁抗令”禁的只是涉及促生长用途的抗生素。

卜仕金表示，“如果某种抗生素除用于促生长外，还有治疗或预防疾病的作用，则将保留其治疗或预防疾病的用途。”

绿色视野

粮丰科技助力口粮安全

■本报记者 杨凡 张晴丹

国家粮食丰产科技工程(以下简称粮丰工程)是国家已实施16年的粮食安全战略科技支撑工程。自粮丰工程实施以来，如何结合地区实际，攻克粮食生产中存在的技术瓶颈，实现从高产到丰产优质高效，让农业科技助力乡村振兴之路越走越宽广？粮丰工程科技工作者交出了他们的答卷。

“在今年的全国两会上，‘六稳’‘六保’成为政府工作报告的关键词之一。这让我们粮丰工程科技人员更加坚定了新时代做好农业科技创新、助力‘口粮安全’的信心。”安徽农业科学院副院长赵皖平接受《中国科学报》采访时说。

连创丰产佳绩

近一个月来，农业专家在安徽省江淮地区小麦示范田进行了现场实产测评，相关粮丰工程项目实现了水稻—小麦周年产量稳步增长。

据粮丰工程安徽相关项目(以下简称安徽粮丰)负责人、安徽省农科院水稻研究员吴文单介绍，粮丰工程助力江淮稻—麦实现了十六连丰的佳绩。

小麦田间测产数据显示，安徽白湖农场(庐江)、怀远、凤台三地的新型经营主体(种植大户、家庭农场、合作社)及国有农场承担实施的国家粮丰增效示范项目的高产示范田分别创出亩产492.6公斤、609.0公斤、614.1公斤的区域高产纪录。加上一季的水稻平均产量，稻—麦百亩高产示范田周年平均亩产均超过1400公斤，增产30%以上；而百万亩



内蒙古扎兰屯市一家肉牛养殖场，工人在投喂饲料。 新华社供图

“禁抗”，并非绝对的无抗或者无检出。”戴小枫指出，促生长类抗生素禁用后，其他药物要科学合理施用，尤其在畜禽终端产品残留的抗生素检出量应低于国家最高限量标准，保证安全。

替代品已储备 但需综合集成

“禁抗令”的号角声响起，寻求和开发绿色、无污染、低残留的饲料添加剂和技术方案以替代抗生素的使用成为关键。

中国农业大学动物科技学院院长冯于明告诉《中国科学报》，饲料添加抗生素的目的主要是为了预防消化道细菌型疾病。而此类疾病的致病原因主要是饲养环境差，易于病原微生物生存，导致动物无法较好吸收饲料营养。

因此，“一方面改善生产环境，另一方面不断减少或抑制病原微生物，使得动物发病率降低，对抗生素的依赖程度就会不断减少。”冯于明说。

目前比较有效的替代品包括益生菌饲料添加剂、中草药饲料添加剂，以及植物提取物、酶制剂、酸化剂和多糖类添加剂等。

戴小枫指出，就益生菌饲料添加剂而言，发酵饲料通过益生菌发酵后富含诸多功能性因子，产生益生元，可分解蛋白质脂肪、改善动物肠道菌群结构，提高营养吸收利用率。

卜仕金也表示，益生菌是活的微生物制剂，可为动物直接提供营养或

对其有保健作用，借助益生菌充当肠道菌群的生物调节剂，增强宿主的天然抵抗力。“当然，作为益生菌的微生物必须具有无可扩散的抗生素耐药基因，并在预期的使用条件下对靶动物和人无致病性和毒性。”

此外，“中草药原料在我国种类多、分布广、就地取材、易得到、成本低，民众和企业有使用习惯与传统，容易被接受。”戴小枫看好中草药饲料添加剂和饲用中草药产业的未来前景和市场空间。

卜仕金表示，一些中草药的活性成分在体外实验中已被证明具有抗菌活性。中草药饲料添加剂长期应用引起的机体适应性等问题尚需深入研究。不过，就提高动物机体抗病能力而言，一些具有保健功效的中草药或许更具有应用价值。

冯于明补充道，除上述添加剂之外，从天然植物中提取有效制剂可抑制消灭有害菌，用到饲料中，起到部分类似抗生素作用；酸化剂可调和肠道中的酸碱环境，抑制病原菌生存；酶制剂，特别是添加动物不能分泌的酶，可提高动物对饲料营养素的消化吸收，改善动物肠道微生态。

在专家看来，从当前的使用效果和成本等方面来看，任何单一替代品均未达到抗生素类药物既能促生长、又能抗病治病的作用效果，也难以大规模使用。

“当下，我们把单项技术做好的同时，更要把综合集成技术做好，需要营养技术、饲料生产加工技术、养殖技术

等形成立体多维的有效综合方案。”冯于明说。

克服困难 保食品安全

专家表示，总体来看，在国家政策的推动下，企业和养殖户的环保意识均有所提高，但在具体落实执行中还面临着诸多挑战。

戴小枫认为，目前存在的突出问题是替代产品不够丰富，要加大科技创新和研发力度，加大较为成熟的替代品示范和规模化生产力度。

卜仕金直言，由于国内动物养殖企业众多，饲养管理水平千差万别。加之监管执法尚不到位，“禁抗”时代，提高动物饲养管理水平，增强动物抗病能力显得更为迫切。这无疑对养殖户的饲养管理水平提出了更高的要求。”

冯于明表示，技术力量不强、养殖设施落后的企业受影响最大，但这也是在产业转型升级过程中的必经阶段。他认为无需过于担心，“自2006年欧盟‘禁抗’以来，我国就在研发推广新技术、开发替代品、培训技术人员等方面做了很多准备工作。粗略估计，有能力替代的企业可能占到全国市场的30%~50%。”

的确，我国是世界动物生产与消费的第一大国，饲料“禁抗”对于我国并不容易。一些经验和先进做法或许值得借鉴。

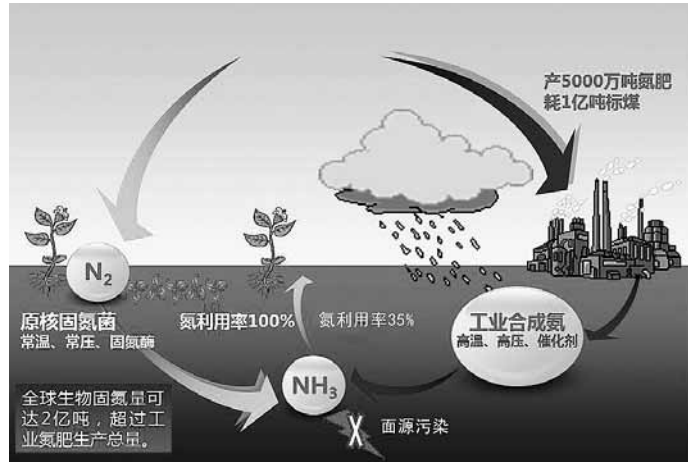
戴小枫表示，德国大分散、小集中就地城镇化的现代农业绿色发展模式值得学习。

卜仕金表示，有些具体做法也值得参考，比如提高动物福利，减少动物应激反应；合理使用消毒剂，积极做好环境卫生和卫生防疫工作；规范养殖场兽药使用登记制度，做好兽药使用溯源管理；加强监督和管理，采取科学、严格的管理方法与程序等。

不过，饲料“禁抗”只是提高动物源性食品安全和公共卫生安全的重要一环。“畜禽饲养环节的安全用药也值得关注。”冯于明说，“动物难免生病，治疗用药时要科学合理，不能滥用。尤其畜禽在上市前绝对不能接触药品，严格执行禁药期，这样屠宰加工才可能是安全的。”

卜仕金表示，还应加大饲料源头监管力度。限制和规范抗生素的预防性用药，防止抗生素促生长剂停用后其他预防性用药的不合理应用。

“目前，我国消费者对于食物的追求已经进入到了营养健康的高质量发展阶段，今天的饲料将转化为明天的食品。”戴小枫说。



生物固氮在农业生产中应用潜力巨大。生物技术所供图

替代氮肥:生物固氮有了路线图

■本报记者 李晨

我国是世界上最大的氮肥生产和使用国，化肥过度使用已成为我国保障粮食安全和生态安全的重大障碍。氮肥增产空间越来越小，传统农业难以为继，寻求新的替代氮肥的技术途径已刻不容缓。

近日，中国农业科学院启动高效固氮联合攻关重大科研任务，力图创建高效人工固氮产品，为我国农业高质量绿色发展提供前沿理论与技术支撑。

一个世界性农业科技难题

生物固氮能够为作物提供生长所需的氮素。依靠固氮菌，氮利用率可达到100%，全球生物固氮量可达每年2亿吨，超过工业氮肥生产总量，在农业生产中应用潜力巨大。

然而，“利用生物固氮替代化学氮肥是一个世界性的农业科技难题。”该任务首席科学家、中国农科院生物技术研究所研究员林敏说。

生物固氮研究有上百年的历史，迄今为止未能能在农业生产中广泛应用。这是因为，首先，固氮体系特别是表达调控系统非常复杂。围绕生物固氮，尚有很多科学未解之谜，包括，为什么自然界中只有豆科植物能形成固氮根瘤，为什么植物祖先进化出叶绿体却没有形成“固氮体”。

其次，两种根际固氮体系——豆科作物结瘤固氮和非豆科根际联合固氮体系，本身存在天然缺陷，其受环境影响较大，田间应用效果不稳定。

林敏指出，合成生物学的出现为生物固氮等世界性农业难题的解决提供了革命性的技术途径。合成生物学采用工程科学理念，对生物体及其调控网络、代谢途径或天然产物进行设计、改造和重构，人工合成全新的生物工程体系。它具有强大的合成与组装能力、计算与设计能力、标准化的元件与模块设计，以及优化的线路与底盘设计。

“采用合成生物技术平台，能使得极其复杂的固氮系统模块化，集成作物固氮与逆境线路从而弥补固氮体系的天然缺陷，在田间应用中实现高效稳定的节肥增产目标。”林敏说。

在“973”计划项目的支持下，我国固氮合成生物学研究已经取得了重大的进展。“但是离我们的目标还有相当的距离。所以，能够通过启动一个重要的项目实施前瞻性的布局，是非常重要的、很有远见的。”项目咨询专家组组长、中国科

学院生物物理研究所研究员张先恩说。生物固氮产业发展面临着机遇和挑战。林敏介绍，生物固氮相关市场国际竞争加剧，全球生物固氮市场被老牌跨国公司垄断。但近年来，新兴科技公司异军突起，围绕制约农业微生物产业发展的关键瓶颈技术，如微生物种衣技术等开展研发工作并取得创新突破，成为全球风险投资的热点。

三步走实现关键技术突破

为此，该任务将聚焦生物固氮国际科技前沿，同时针对我国在基础理论和关键技术方面存在的瓶颈问题开展关键核心技术研发。

林敏介绍，总体思路是，在重大理论方面，聚焦联合固氮、结瘤固氮和自主固氮等当前国际固氮合成生物学的三大热点领域，加强生物组学、表观遗传学和合成生物学等前沿学科交叉融合，力争取得“从0到1”的基础理论突破。

在关键技术方面，加强上中下游联合攻关和技术集成创新，突破混合菌株高密度发酵、固氮菌微胶囊、种子包衣等“卡脖子”关键技术瓶颈。

在生产应用方面，力争研制新一代生物固氮产品，开展田间示范应用，为农业微生物产业和绿色农业发展提供重要技术支撑。

该任务分解了三个阶段的目标。生物固氮1.0版3~5年近期目标是克服天然固氮体系缺陷，创制新一代高效根际固氮微生物产品，在田间示范条件下替代化学氮肥25%；2.0版10年中期目标是扩大根瘤菌宿主范围，构建非豆科作物结瘤固氮的新体系，减少化学氮肥用量50%；3.0版本20年远期目标是探索作物自主固氮的新途径，大幅度减少或完全替代化学氮肥。

张先恩对设定三个阶段目标的做法表示肯定。

北京师范大学教授王英典也强调，农业要想做成大的项目，工程类思想更具有现实意义。该项目已根据工程思维划分了不同阶段的技术目标，这是非常必要和重要的。

北京大学教授王亿平建议，要考虑作物和固氮菌之间的匹配关系，以及气候对固氮效果的影响，从中找到突破口。

张先恩则非常认同该项目引入分子进化、基因组学多组学平台，来研究生物固氮这个复杂体系的设想。

动态

燕麦新品种实现粮草均高产

本报讯 记者6月25日从河北省张家口市农业科学院获悉，该院燕麦所完成的“粮草兼用型皮燕麦新品种‘冀燕麦6号’选育”项目，近日通过河北省科技厅科技成果评价。该项目的选育技术可实现粮草均高产，达到国际先进水平。

燕麦不仅是一种饲料、饲草作物，而且由于其籽实具有降血脂、降血糖的功效，被认为是营养价值最高的粮食作物之一。我国燕麦多种植于农牧结合区，因此它不仅是产区的粮食作物，也是产区传统的粮草兼用作物，同时也是很好的刈青作物。

河北省燕麦技术创新中心主任周海涛告诉《中国科学报》，为了加快育种步伐，课题组采取引种与系统选育相结合

的措施，利用核不育育种技术、燕麦四六倍体间杂交技术与常规育种技术相结合的方法，既照顾当前又兼顾了长远的育种方向和目标，使皮、裸燕麦优良性状得到充分融合。

周海涛介绍，“冀燕麦6号”具有多个优良基因的特性和优点，可实现粮草均高产，经济效益十分显著，适宜作为粮草兼用皮燕麦品种在河北坝上及内蒙古、山西等同类地区推广应用。

近年来，张家口市农业科学院不断加大该新品种推广力度。近三年来河北省及山西、内蒙古、青海、甘肃、新疆等地累计推广面积445万亩，其中刘青面积204.9万亩，籽用面积240万亩，新增社会总产值约10.395亿元。(高长安)

山西创建谷子高粱产业科技示范县

本报讯 日前，国家谷子高粱产业技术体系与山西省沁县人民政府签署合作协议，共同创建国家谷子高粱产业技术体系科技示范县。

记者了解到，沁县近年来成功创建了中国小米之乡、国家级出口食品农产品质量安全示范区、中国特色农产品优势区、全国有机产品认证示范县和全国有机旱作农业特色示范县。国家谷子高粱产业技术体系自成立以来，针对沁县谷子、高粱产业发展需求，开展了区域筛选、绿色栽培、农机农艺结合等试验与示

范，并取得显著成效，沁州黄小米品牌影响力指数达62.105，汾酒高粱基地面积达到8万亩。

根据协议，双方将通过紧密合作，最大限度地利用地方自然资源优势，发挥国家谷子高粱产业技术体系专家优势，推进全县谷子、高粱两大产业的技术集成与规模化、现代化、高质量发展，从而提升产业竞争力，把沁县打造成为全国谷子、高粱全产业链示范样板区、产业先行区和产业聚集区，并为该区域脱贫攻坚、乡村振兴提供强有力支撑。(程春生)



安徽白湖万亩小麦丰收 白湖农场生产部供图

的示范区增产15%以上，千万亩的辐射区增产5%以上。

在河北，6月11日，中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心组织测产专家组，对在中科院梁城农业生态系统试验站布置的粮丰工程试验示范田进行了实收测产。结果显示，垂直深旋耕(40厘米)高产高效示范田实打实收面积1.95亩，平均亩产量603.6公斤，比常规浅旋耕(15厘米)田增产9.49%。

专家组认为，在华北平原今年干旱少雨、春季冻害和灌浆期干热风严重影响发生，实施节水灌溉的情况下，取得以上增产结果，实属不易。

6月18日，河北省冬小麦单产再创新高。国家“粮食丰产增效科技创新”重点专项河北省项目(以下简称河北粮丰)管理办公室组织的测产专家组，对该项目核心示范区新乐市木村乡中同村的1000亩节水丰产增效小麦示范田(品种石农086)进行了田间实收检测。测产取得产量733.4公斤/亩，打破了2014年河北粮丰百亩高产田块单产721.2公斤/亩的最高纪录。

农业科技显身手

江淮地区常年稻—麦轮作面积4500多万亩，占我国稻—麦周年种植面积的2/3，年产量4000多万吨，在保障国家粮食安全和促进农民增收方面发挥了重要作用。

针对江淮稻、麦传统生产光温资源周年分配不合理、利用不充分，导致灾害易发、丰产高效不统一、产量品质不高不稳等突出问题，安徽粮丰项目

组通过开展江淮地区稻麦两熟资源优化配置与丰产高效种植模式构建，取得多方面重要创新成果，挖掘了江淮地区粮食生产资源高效利用的潜力。

他们揭示了稻麦季节内群体结构功能调控及季节间作物资源高效利用的生态生理机制与优化配置途径，确立了稻麦周年光温和肥水优化配置定量指标，创建了“迟熟优质水稻机插—春性抗逆小麦条播”等3套共性技术模式，结合不同亚区气候生态特点和生产条件，建立了12套区域技术模式，其中6项技术被列为皖、苏两省农业主推技术，形成了江淮稻—麦周年丰产优质高效抗逆栽培综合技术体系。

2017年—2019年，上述技术成果在安徽、江苏以及河南省的25个主产市累计推广应用4564.8万亩，增产粮食296.30万吨，增加经济效益112.45亿元，并显著降低次损率，提高社会效益，助力国家粮食安全和农民增收。

在河北，深旋耕耕层优化技术示范田和常规浅旋耕对照田相比，小麦株高高出2厘米左右，密度明