



06-07

养殖牧场

Cultivation

“借腹怀胎”加速良种扩繁

——体外胚胎繁育技术催生中国奶牛“梦之队”



■胚胎培育出的奶牛群。



■实验人员正在查看胚胎发育情况。

□杨惠

“选供体牛应该怎么选？有什么标准？”“取卵的时候应该注意些什么？”“体外受精的时候受精率不高的原因有哪些？”……

1月21日，牛OPU-IVF-ET技术规模化应用培训观摩活动在位于内蒙古通辽市的现代畜牧业通辽牧场举办，培训现场，一群来自各地牧场的技术人员求知若渴，而他们讨论的主题，就是OPU-IVF-ET技术。

OPU-IVF-ET技术是什么？有什么作用？为了解答这些疑惑，记者奔赴内蒙古、河北等地，访专家、探牧场，一解其中奥秘。

一场环环相扣的“生命制造”

走进内蒙古赛科星家畜种业与繁育生物技术研究院的胚胎工程实验室，科研人员坐在实验台前，透过高倍显微镜，聚焦于培养皿中几个微若尘埃的细胞团。这并非普通的细胞，它们是承载着高产、健康与优质遗传密码的奶牛早期胚胎，也是由OPU-IVF-ET技术所创造的新生命。

OPU-IVF-ET技术就是“卵母细胞采集——体外受精——胚胎移植”技术，也可以简称为体外胚胎繁育技术。用更通俗的比喻，它就是牛“代孕”技术。

这项技术的整个过程犹如一场环环相扣的科技接力，先从精心挑选的、遗传性能卓越的供体母牛体内通过活体采卵技术获取卵母细胞，待这些卵母细胞在特制培养液中完成体外成熟后，再与顶级公牛的精子进行体外受精，受精卵在模拟母体环境的培养箱中悄然发育，数日后形成早期胚胎，最终，再将发育的胚胎经过筛选，挑选出发育潜能最优的佼佼者，将其移植到普通的受体母牛子宫内，实现“借腹怀胎”，直至健壮的犊牛呱呱坠地。

这项技术的革命性力量，在于突破了传统繁殖效率限制。一头高产母牛，若沿用传统方式，其卓越基因在其一生中仅能有限传承。而借助该项技术，在不影响其自身健康与产奶性能的前提下，供体母牛每年可多次采卵，生产出几十枚优质胚胎。这意味着，一头优质奶牛的遗传优势，能以指数级的速度在一个牛群乃至整个产业中扩散。它极大地压缩了世代更替的时间，让定向培育高产、高乳质、强抗病力的优质奶牛，从漫长的等待变为可快速实现的产业蓝图。

从技术追赶自主创新

我国对奶牛体外胚胎繁育技术的探索，始于20世纪90年代末。彼时，国内奶牛单产水平整体偏低，核心种源长期依赖海外引进，不仅成本高昂，更潜藏着产业链安全的风险。

作为国内最早从事奶牛体外胚胎

繁育工作的科学家之一，来自中国农业科学院北京畜牧兽医研究所的研究员朱化彬不禁感慨：“我们面临的是全方位的挑战。早期核心试剂与精密设备几乎完全依赖进口，价格昂贵且供应脆弱；自主研发的培养体系尚不成熟，胚胎发育率长期在低位徘徊，与国际先进水平相去甚远。”他还透露，更大的困难在于，如何让这套在无菌实验室里看起来可行的精密流程，在千差万别的商业化牧场环境中稳定、高效地运转起来。

朱化彬说，要想让这项技术在产业中大规模推广，就必须持续不断地进行工艺优化。

从活体采卵时探针的毫米级精准操控，到培养箱内气体浓度、温度湿度的毫厘之争，再到胚胎解冻后活力保持的“复活”秘诀，每一个细节都需要成千上万次的试验与打磨。而在这一过程中，不仅有中国农科院北京畜牧兽医研究所、西北农林科技大学、内蒙古农业大学等科研院所参与，还有山东奥克斯畜牧种业有限公司、内蒙古赛科星繁育生物技术(集团)股份有限公司、北京奶牛中心和认养一头牛集团等20多家企业陆续建立了OPU-IVF-ET技术体系，逐步构建起国产化、标准化的技术体系。

2007年，原农业部就组织制定了牛胚胎生产、移植方面的技术规程，在此基础上，2025年发布了《牛体外胚胎生产和移植技术规程》，为行业发展指明了方向。

随着技术工艺的不断优化，胚胎生产效率显著攀升，河北康宏牧业有限公司可达到奶牛头均获1级囊胚4.15枚/OPU，肉牛(和牛)头均获1级囊胚6.34枚/OPU，关键指标已比肩国际先进水平。

同时，产业规模也迅速扩大，目前，全国每年平均生产奶牛商品体外胚胎2.5万枚左右，单枚体外胚胎生产成本从最初的3000元降至1200元左右。

为了有效推广该项技术的应用，部分省份还出台相关政策，并筹集资金进行补贴。2025年，内蒙古对使用优质性控胚胎移植的母牛每头补贴金额不少于1500元，宁夏对移植的奶牛优质性控胚胎每枚补贴1000元。

随着国家技术标准的正式出台与地方专项补贴政策的落地，这项技术正从实验室和核心育种场，加速奔向更广阔的产业中去。

技术突破如何通向产业普及

眺望前路，我国奶牛体外胚胎繁育产业虽前景广阔，却仍面临重重挑战。

首当其冲的便是技术水平的差距。目前，我国体外胚胎生产单次获得可用胚胎3枚左右，比美国等技术先进国家低1枚。体外胚胎移植妊娠率平均为40%—50%，而部分国外公司可达50%以上。

其次是优秀供体数量少。虽然目前赛科星培育出了综合性能指数(GTPI)达3426的优质种公牛，康宏牧业2025年727头供体牛GTPI达到2924，越来越多的育种企业重视并加大了优秀供体牛群的筛选，但我国自主培育的种公牛的生产性能水平与国际先进水平仍有较大差距。

还有成本与效率的平衡难题。尽管单枚胚胎生产成本已大幅下降，但相比传统繁殖方式仍显高昂。所需试剂、设备需从国外引进，投入高。相关技术人员水平参差不齐，妊娠早期流产率是人工授精的两倍，犊牛发育缺陷比例过高。综合测算，体外胚胎培育的犊牛总成本约3600元/头，是人工授精等常规繁育手段的7倍以上。

最后就是商业化应用率低。目前我国仅10%—20%的规模化养殖场应用该技术，而美国、以色列等奶业发达国家的普及率超过了50%。

“下一步，我们将持续开展关键技术攻关，加强技术基础研究，加快相关试剂、设备的国产化替代。加速高产牛群快速扩繁，构建高效育种技术体系。同时，加大技术的推广应用，开展更多技术观摩培训班，培养更多技术人才。”朱化彬说。

更引人注目的是，人工智能等前沿科技开始赋能传统流程。赛科星研究院育种应用技术中心直属育种副总监孙伟介绍，企业目前正在探索用人工智能技术对卵母细胞与胚胎图像进行自动分级，对大量的图像数据进行深度学习，建立评定模型，支持对牛胚胎进行级别鉴定和妊娠效率的预测等，从而推动胚胎生产向自动化、标准化、可预测的方向演进。

从实验室显微镜下的细胞，到广袤牧场上的牛群，奶牛体外胚胎繁育技术将为我国奶业的高质量发展与人民健康生活的保障，注入强大而持久的“芯”动力。

地方资讯

陕西推进奶山羊布病区域净化

陕西省被誉为“中国奶山羊之乡”。2020年，中国动物疫病预防控制中心与陕西省农业农村厅签订了《陕西省关中地区奶山羊布鲁氏菌病净化区建设框架协议》，奶山羊布病区域净化工作全面开启。2023年6月宝鸡市陇县建成全国首个奶山羊布鲁氏菌病净化区域，2025年7月宝鸡市千阳县和渭南市富平县通过奶山羊布鲁氏菌病区域净化评估，标志着陕西省关中地区奶山羊布鲁氏菌病区域净化取得阶段性成效。

为了让净化工作形成合力，陕西省建立健全政府主导、养殖户为主体、各方参与的布病净化工作机制。成立奶山羊布病净化工作领导小组，由政府领导担任组长，制定净化实施方案，将奶山羊净化工作列入市县农业农村部门重点工作及目标绩效管理考核。推行层层包抓责任制，县级领导包抓千只以上规模羊场，乡镇主要领导包抓百只以上羊场，村干部包抓百只以下羊场，畜牧兽医部门分片包抓。完善防控工作

机制，夯实养殖场户主体责任。建立场(户)自主监测、场区消毒灭源、生物安全防护、奶源可追溯等责任体系，确保养殖场户主动担起布病净化第一责任人的责任。

为推广各种净化模式，陕西省启动奶山羊布病净化试点，探索建立多种有效模式。一是建立区域分区净化模式。以县为单位，将全省划分为假定净化区、假定稳定控制区、假定控制区及未控制区，推行一区一策，提升净化针对性。

二是建立场点分类净化模式。存栏百只以上的规模场，推行“自主监测净化+业务部门监督抽检”净化模式；中小散户以乡镇为净化单元，实行乡镇政府主导、县级业务部门主抓的净化模式。三是建立净化奖励补偿模式。引入商业保险参与扑杀补偿，建立扑杀补偿与市场价格挂钩的动态补贴机制，建立净化达标奖励制度，指导奶企将布病净化纳入奶价定价体系，提高养殖场(户)积极性。

陕西省抓住布病净化关键环节，开展技术集成，构建净化维持体系。集成基于风险评估的布病监测技术，以监测流调为抓手，引

(刘一明)

入输入性风险评估、风险因素分析、市场价值链追踪等流调方法，制定基于风险环节抽样监测方案，科学评估防控风险。建立生物安全管理防范体系，坚持“检后入栏、隔离分栏、检后合群、凭测出栏”的出入监测制度，从源头上杜绝布病输入传出；推行“强制检测+自主检测”模式，全面推进规模羊场消毒通道建设，建立消毒常态化制度，检消结合，防患于未然；坚持有疫必净，严格落实强制扑杀和无害化处理措施，杜绝布病疫情扩散蔓延。建立种源管理全链条覆盖体系，开展全省核心奶山羊育种场评估认证，确保种源纯净无疫；实行进口种羊全程监管制度，对进口种羊集中隔离，严格检疫，确保引种安全。推行检疫监督羊只动态管理制度。建立以流通监管为核心的立体式监管技术，将羊只监管覆盖到养殖全周期、产业全链条，实现净化区域内羊只动态管理，净化区域外严禁羊只调入，持续降低区域整体风险。

为全面推进区域净化建设，陕西省制定印发了陕西省奶山羊布病净化工作方案，将布病净化纳入奶山羊产业发展内容，从中央和省级安排的1.8亿元奶山羊产业发展资金中列出布病净化专项经费，推动布病纳入政策性农业保险范畴，提高布病扑杀补偿标准。强化技术保障，成立奶山羊布病净化专家组，加大布病净化技术攻关力度，开展专家入场进村巡回技术指导。

目前，全省已建成奶山羊布病净化区域的区县，积极探索各具特色的净化路径：陇县持续开展全域布病监测净化和示范区建设，建立以“行政组织管理和业务技术操作”为主要内容的双轨目标管理责任制，建成全国首个奶山羊布病净化区域；千阳县狠抓重大动物疫病防控，坚持配种前、产羔后、满3月龄羔羊、产奶期等四期检测，紧盯引进畜、种公畜、繁殖母畜及净化场、假定净化场、阳性场管理；富平县对县域内重点规模场开展布病净化工作，打造了一支专业高效的畜牧工作团队，要求规模养殖场(户)自主检测、各镇(街道)进行生鲜乳混检初筛、县兽医实验室集中净化检测。

从晨光到星夜：追随一名兽医的防疫脚步

——天津“兽医在行动”织密城乡动物防疫安全网观察

□缪翼

清晨6点半，天刚蒙蒙亮，天津市津南区小站动物检疫申报点的兽医康国强已经收拾好工作箱。箱子里装着采样管、宣传册、免疫证明和一只用了多年的听诊器。他的行程安排得满满当当——上午要去养殖场指导疫病净化，中午赶到农村集市讲解疫检流程，下午进社区为宠物义诊，晚上还要参加一场人畜共患病防控培训。

这是天津市“统筹发展与安全、守护生命健康——天津兽医在行动”系列宣传活动中再普通不过的一天，也是千百名基层兽医日常工作的缩影。

第一站：养殖场里的“技术指导员”

上午8点，康国强驱车来到津南区会馆村一家养殖场，养殖场负责人梁广利老远就迎上来：“康老师，您可来了！最近有几只羊食欲不振，正想请您看看。”

康国强熟练地穿上防护服，走进圈舍。他一边检查羊群状况，一边向围拢过来的工人们讲解：“羊圈是容易滋生细菌的地方，一定要加强栏舍消毒，注意通风。”他从工作箱里拿出《动物疫病净化技

术手册》，结合现场情况，讲解如何通过科学管理阻断疫病垂直传播。

“动物疫病净化不仅是企业责任，更是对全社会食品安全负责。”康国强语气诚恳，“做好源头防控，咱们的畜禽产品才能让老百姓吃得放心。”去年，康国强的团队累计深入养殖场(户)开展技术指导1100余次。

第二站：集市上的“普法宣传员”

上午10点，康国强赶到旭日园菜市场。集市入口处，“动物检疫乡村行”的红色横幅格外醒目。

康国强和同事摆起摊位，刚把《动物检疫申报流程明白纸》摆上桌，几位养殖户就围了上来。“康老师，我自己养了20多只羊，想卖的话怎么报检？”“从外地买牛回来要办什么手续？”问题一个接一个，康国强耐心解答，手把手教他们使用“津牧通”客户端进行检疫申报。摊位上还摆放着真假兽药对比样品，他拿起一包假兽药：“大家看，这包装粗糙，批准文号是编造的，买了不仅白花钱，还可能害了牲畜。”

这样的集市宣传，天津市今年已开展

多场。康国强说：“很多散养户法律意识不强，我们就要走到他们身边，把政策讲明白、说透彻。”

第三站：社区里的“宠物医生”

下午2点，康国强转战小站镇福堤园社区。广场上，“养宠不掉链，家园更美好”主题活动正在举行。居民们牵着爱犬排起长队，等待接受义诊和健康咨询。

“您家的狗狗去年打过疫苗了吗？”“外出一定要牵绳，既安全又文明。”康国强一边为一只泰迪犬义诊，一边向主人讲解养宠注意事项。旁边的普法咨询台前，其他年轻兽医正在解答居民提出的关于《天津市养犬只防疫管理办法》的相关问题。

活动现场，图文并茂的宣传挂图吸引了不少市民驻足。“原来给狗打疫苗不仅是保护狗，更是保护家人！”“病死宠物不能随便扔，有专门处理渠道”……居民的讨论让康国强倍受鼓舞。

这一天，他们仅在这个社区就为40多只犬只进行了免疫，发放宣传材料200余份。“兽医进社区，不仅服务了市民，更传播了文明养宠理念。”该社区主任感慨道。

第四站：夜晚的“知识充电桩”

晚上7点，康国强回到小站检疫申报点会议室。这里正在举办布鲁氏菌病防控专题培训，参训的有基层防疫员、养殖户代表等50余人。

康国强走上讲台，结合白天在养殖场看到的情况，讲解布病的防控要点。投影仪上播放着病例图片和防控流程图，台下的养殖户认真记录。培训结束后，几位养殖户还围着他问个不停。

“这样的培训我们每月都有，既要给群众宣传，也要给自己充电。”康国强说。今年以来，天津市已开展各类专题培训7场，覆盖510人次。

星夜归途：平凡中的坚守

晚上9点，康国强结束了一天的工作。车上，他翻看着手机里当天的照片：养殖户恍然大悟的表情、学员们认真听讲的眼神、社区居民满意的微笑……这些瞬间，让他忘却了疲惫。“如今的兽医是技术员，也是宣传员，更是服务者。”他感慨地说。

这一天，康国强辗转了养殖场、集市、社区、检疫申报点4个地方，直接服务群众近百人。在天津市，每天都有数百名像



■技术人员为养殖户家的羊采精，准备进行化验检测。资料图片

康国强这样的兽医奔走在一

线。

天津“兽医在行动”开展以来，已累计举办主题活动12场次，覆盖各类主体1.1万个，发放宣传资料1.6万余份，提供咨询服务400余人次，解答问题近千个。数字背后，是一个个鲜活的故事，是一次次真诚的交流。天津市农业农村委畜牧兽医处处长肖建国表示：“我们通过‘十进一近’工作法，就是要让动物防疫宣传横向到边、纵向到底，打通‘最后一公里’。”

从养殖场到社区再到集市，兽医们用脚步丈量责任，用专业守护安全。他们不

仅是动物的救治者，更是公共卫生安全的守护者；不仅是法律法规的执法者，更是文明理念的传播者。

康国强在当天的朋友圈发了这样一段话：“从晨光到星夜，很累，但值得。我们守护的不仅是动物的健康，更是人与动物和谐共处的美好家园。”

明天，太阳照常升起，康国强和他的同事们又将奔赴新的站点。在这张日益密实的动物防疫宣传网中，每一个节点都闪耀着专业与责任的光芒，共同筑牢那道看不见却至关重要的公共卫生安全屏障。