

文献著录格式：于行峰，李念，蒋莹，等. 广西东山猪遗传资源保护和利用研究进展 [J]. 浙江农业科学, 2024, 65 (12): 3039-3043.  
DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20230762

# 广西东山猪遗传资源保护和利用研究进展

于行峰<sup>1</sup>, 李念<sup>1</sup>, 蒋莹<sup>1</sup>, 阳筠<sup>1</sup>, 唐智军<sup>2</sup>, 邓晓玲<sup>2</sup>, 唐军旺<sup>3\*</sup>

(1. 桂林市畜牧站 (桂林市草地监理站), 广西 桂林 541000; 2. 全州县畜牧技术推广站, 广西 桂林 541500;  
3. 桂林医学院, 广西 桂林 541000)

**摘要:** 近年来, 广西壮族自治区有序开展东山猪等地方猪种的保护与利用工作并在保种方面取得了一定成效。本文主要阐述了东山猪的品种起源与遗传资源保护利用的相关进展, 总结了在东山猪品种基础研究方面取得的成果, 并提出品种保护与利用的建议, 旨在为东山猪遗传资源的保护和利用提供科学参考。

**关键词:** 东山猪; 品种保护; 开发利用

**中图分类号:** S828 **文献标志码:** A **文章编号:** 0528-9017(2024)12-3039-05

## Research progress on the protection and utilization in genetic resources of Dongshan pig in Guangxi

YU Xingfeng<sup>1</sup>, LI Nian<sup>1</sup>, JIANG Ying<sup>1</sup>, YANG Yun<sup>1</sup>, TANG Zhijun<sup>2</sup>,  
DENG Xiaoling<sup>2</sup>, TANG Junwang<sup>3\*</sup>

(1. Guilin Animal Husbandry Station (Guilin Grassland Supervision Station), Guilin 541000, Guangxi;  
2. Quanzhou Animal Husbandry Technology Promotion Station, Guilin 541500, Guangxi;  
3. Guilin Medical University, Guilin 541000, Guangxi)

**Abstract:** In recent years, Guangxi Zhuang Autonomous Region has carried out the protection and utilization of local pig breeds such as Dongshan pig in an orderly manner and achieved certain results in species preservation. In this paper, the origin of Dongshan pig breed and the progress in the protection and utilization of genetic resources were described, the achievements in the basic research of Dongshan pig breed were summarized, and the suggestions on breed protection and utilization were put forward, aiming at providing scientific reference for the protection and utilization of Dongshan pig genetic resources.

**Keywords:** Dongshan pig; breed protection; development and utilization

种源安全已被提升到关系国家安全的战略高度, 2021年, 中央全面深化改革委员会第二十次会议审议通过了《种业振兴行动方案》。2022年, 在中华人民共和国全国人民代表大会和中国人民政治协商会议上, 陈化兰院士提出: 大力推动养殖畜禽的优良品种创新和产业化, 要像重视主粮作物种业一样, 高度重视畜禽种业发展。

为了贯彻落实行动方案, 广西壮族自治区相继出台了《广西农业种质资源保护与利用规划(2021—2035年)》和《广西种业振兴行动实施

方案》, 以全面加强农业种质资源保护, 实现种业高质量发展。地方畜禽遗传资源是在特定自然和社会经济条件下形成的, 具有明显的地方特色。广西的畜禽遗传资源丰富, 现有地方畜禽品种37个<sup>[1]</sup>, 其中7个被列入国家畜禽遗传资源品种名录, 东山猪被收录其中。近年来, 在自治区指导下, 桂林市有序实施东山猪的保种方案, 并在东山猪遗传资源的保护和利用上取得了一定的成效。本文综述了在东山猪保种现状、基础研究和品种开发利用等方面的研究进展, 以期为其他地方猪种的保护和开发利

收稿日期: 2024-07-27

基金项目: 广西科技基地和人才专项(2019AC20328); 桂林市科学研究与技术开发计划项目(20210224-5)。

作者简介: 于行峰(1984—), 男, 高级畜牧师, 硕士, 研究方向为动物繁殖技术推广, E-mail: 1328048356@qq.com。

通信作者: 唐军旺(1981—), 男, 畜牧师, 博士, 研究方向为动物遗传育种与繁殖, E-mail: tangjunwang@163.com。

要提供理论依据。

东山猪因原产于广西全州县东山瑶族乡而得名。东山猪的中心产区为全州县东山瑶族乡,辐射全县以及周边县区。全州县属亚热带季风气候,无霜期长、四季分明、光照充足、雨量充沛,农业资源丰富,是典型的农业大县;全州县主产水稻,是全国100个商品粮生产基地县之一<sup>[2]</sup>,东山猪中心产区东山瑶族乡地处高寒山区,山多地少,海拔均为800 m以上,全年三分之一时间为云雾笼罩,年平均气温15.2℃<sup>[3]</sup>,因此,该区域产粮少,青绿饲料多。长期以来,当地瑶族群众主要通过繁殖猪苗取得主要收入,以青粗饲料喂养东山猪,因而使东山猪具备了耐寒、耐粗饲、抗逆性强的特性。1996年起,自治区水产畜牧兽医局每年拨款用于支持东山猪的保种工作。1997年,东山乡作为东山猪的原产地和保种基地,饲有东山公猪36头、母猪2100头,每年向社会提供东山母猪1.5万头<sup>[3]</sup>。据统计,2004年,东山猪母猪存栏约7万头,能繁母猪约6万头<sup>[2]</sup>。此后,因生产效率和消费习惯的改变,三元杂瘦肉型商品猪的市场占有率逐步提高,而东山猪的饲养量逐渐减少。至2021年5月,东山猪能繁母猪的数量仅为350头<sup>[4]</sup>。

## 1 品种来源

东山猪形成历史悠久。东山猪饲养起始于明初,据考证,东山瑶族乡《盘邓李归阴祭单》中记载了清代光绪至“民国”年间,东山先民驯养东山猪的历史事实<sup>[5]</sup>。全州县历来有养猪习惯,长期以来流传着“穷人靠养猪”的谚语,除种田外,养猪是农家的主要收入来源。在全州县还有农户专门养东山猪公猪,凭借在乡镇内赶公猪配种来创收,因而对公猪的选择有着严格的标准。20世纪50年代末,全州县选定东山猪为本地良种猪推广饲养;70年代,东山猪被中国农业科学院鉴定为全国良种猪之一,并载入《中国良种猪》<sup>[6]</sup>。在粮油紧张的年代,东山猪因肥肉率高而深得群众喜爱。经过长期自然和人工的选择,逐渐形成了东山猪母猪“两头乌,狮子头,蒲扇耳,杆子腰,包袱肚,棕粑脚,锥子尾”的地方品种特征<sup>[7]</sup>。

## 2 品种保护

### 2.1 种质资源普查

1976年,我国启动了第一次全国畜禽遗传资源普查。1986年,《中国猪品种志》中收录了东山

猪这一种质资源的相关信息。1979年,广西壮族自治区启动了第一次畜禽遗传资源调查,1987年,东山猪作为广西的地方品种被编入《广西家畜家禽品种志》,并于1995年被收录于《广西通志(农业志)》中。2002年,国家农业部启动了第二次全国畜禽遗传资源调查,2004年,广西被国家确定为调查试点省(自治区)之一,由广西畜牧总站承担调查工作,并于2017年出版了《广西畜禽遗传资源志》,其中详细记录了东山猪的形成和分布、品种溯源及现状、品种特征、体重和体尺、繁殖性能、育肥性能、肉质性状、饲养管理、品种保护与研究利用现状等重要内容,初步摸清了东山猪的基本情况。2021年,农业农村部发布了《全国农业种质资源普查总体方案(2021—2023年)》,在全国范围内组织开展包括畜禽遗传资源在内的农业资源普查,以摸清农业种质资源基本情况和变化趋势,进行抢救性收集保护,同时发掘一批优异新资源。广西壮族自治区成立了不同畜禽品种专家组,制定普查实施方案,组织开展东山猪普查、样品采集、品种鉴定、生产性能测定及生物材料收集保存等工作。在普查中发现,全州县的东山猪公猪数量由1984年500头下降到2022年31头;能繁母猪数量由65390头下降到3170头,饲养量呈下降的趋势,公猪和能繁母猪数量2022年比1984年分别下降了93.80%和95.15%,数量下降明显(表1),这可能和生猪养殖规模化,散养群体减少有关。此外,因产地不同,东山猪在毛色特征方面有明显差异,这说明东山猪的遗传多样性较为丰富,同时,同龄的东山猪母猪在体重、体高、体长和胸围指标上2006年比1984年分别增加了20.33%、4.09%、10.25%和5.41%,这体现了东山猪养殖生产效率的提高(表2)。

表1 1984—2022年东山猪主要产地种群变化情况

Table 1 Population changes of Dongshan pig in major producing areas from 1984-2022

| 年份   | 公猪数量/头 | 能繁母猪数量/头 |
|------|--------|----------|
| 1984 | 500    | 65 390   |
| 2006 | 150    | 60 000   |
| 2022 | 31*    | 3 170*   |

注:带\*为全州县农业部门初步调查数据。

### 2.2 建立品种资源保护体系

国家陆续出台并完善了一系列关于畜禽遗传资源保护和利用的相关法律法规、建设规划和扶持政策,将畜禽遗传资源保护与利用工作提到了更高的

表2 东山猪代表性表型性状及品质特性

Table 2 Representative phenotypic traits and quality characteristics of Dongshan pig

| 年份   | 性别 | 月龄 | 样本数/头 | 体重/kg  | 体高/cm | 体长/cm  | 胸围/cm  |
|------|----|----|-------|--------|-------|--------|--------|
| 1984 | 公猪 | 24 | 2     | 63.39  | 63.00 | 115.0  | 91.75  |
|      | 母猪 | 48 | 35    | 85.42  | 64.05 | 115.6  | 105.90 |
| 2006 | 公猪 | 19 | 37    | 63.88  | 61.79 | 112.74 | 91.81  |
|      | 母猪 | 48 | 161   | 102.79 | 66.67 | 127.45 | 111.63 |

注:调查样本中,东山乡猪中四白两黑猪占89%,小花猪8%,大花猪3%;安和乡猪中四白两黑猪占70%,花猪30%。

高度。2023年3月起施行的新修订的《畜牧法》中明确提出要加强畜禽遗传资源保护,实行分类分级保护,同时鼓励和支持畜禽种业自主创新。1986年版《中国猪品种志》和2011年版《中国畜禽遗传资源志·猪志》中均收录了东山猪。2013年,农业部正式批准了对东山猪实施农产品地理标志登记保护,东山猪的地方属性得到确认,品质和特色得到进一步保证。

广西壮族自治区始终积极落实国家对畜禽遗传资源实行分级保护的政策,早在1996年,自治区水产畜牧兽医局就开始了东山猪的保种工作,每年拨款3万~5万元<sup>[3]</sup>。2002年,首次颁布了《广西畜禽品种资源保护名录》,对包括东山猪在内的13个地方畜禽品种制定了保护计划和措施以进行重点保护。后来,该名录在2009年和2011年进行了两次修订,东山猪均始终被收录在内。广西于2011年启动了自治区级畜禽遗传资源保护场申报工作,2019年,在全州建立了1个自治区级东山猪保种场,以点带面,形成了保种场保种、核心区和辐射区群众多点饲养的动态保护模式。

全州县积极落实东山猪保种工作,出台了许多不同的政策措施。其中,2015年,全州县使用生猪调出大县奖励资金,对全县范围内养殖东山猪的养殖户进行补贴,补贴标准为母猪补贴500元·头<sup>-1</sup>,公猪1000元·头<sup>-1</sup>,仔猪50元·头<sup>-1</sup>。

近年来,超低温保存动物遗传材料的保种方法得到了有效应用,自治区专家组研究制定了广西东山猪遗传材料收集和保存配套技术方案,截至2021年,完成了东山猪冷冻精液、耳组织、体细胞等遗传材料的采集保存工作。在东山猪保种工作上,广西壮族自治区形成了以遗传资源保护场区饲养活体和遗传材料集中保存的综合保护体系。

### 2.3 编制地方标准

为进一步加强东山猪的保护,原全州县畜牧水产事业管理局在充分调查的基础上起草了《东山猪品种标准》。2005年,广西壮族自治区正式颁布了《东山猪品种标准》(DB45/T 239—2005),

标准中明确了东山猪的品种特征特性、生长发育、繁殖性能、种猪等级评定、种猪出场标准等内容,为广西壮族自治区和湖南省部分地区的东山猪繁殖、选种选育及生产管理等提供了技术规范。

## 3 猪种基础研究

### 3.1 品种溯源

早在1981年,李琼华等<sup>[8]</sup>研究了瘦肉型猪与东山猪杂交对提高瘦肉率的影响,该研究以东山猪为母本,分别获得提高母猪产仔数和仔猪断乳窝重、商品猪胴体瘦肉率、商品猪经济效益的最佳杂交组合,为东山猪生产效益的提高提供了重要参考。随着市场经济的发展,人们对瘦肉率 and 经济效益的追求导致了地方种猪数量的减少。

为了保护现有的地方猪遗传资源,科技工作者对地方猪品种的遗传多样性做了大量研究。1989年,黄路生等<sup>[9]</sup>通过4个血液蛋白位点的多态性研究发现,东山猪和通城猪、监利猪、沙子岭猪、赣西两头乌、蒙山猪以及金华猪等各品种(系)群体间具有共同的起源。孙俊丽等<sup>[10]</sup>和张冰等<sup>[11]</sup>利用4个微卫星位点和mtDNA D-loop区对广西地方猪种的遗传多样性和遗传关系进行分析发现,东山猪群体遗传多样性较丰富,但存在杂合子缺失、等位基因分布不均、近交严重及显著偏离Hardy-Weinberg平衡等现象<sup>[10]</sup>。莫家远等<sup>[12]</sup>利用芯片数据从基因组范围内对广西地方猪种进行遗传结构分析发现,东山猪和陆川猪群体有着明显的亲缘关系,而与巴马香猪没有明显的亲缘关系。黎旺长等<sup>[13]</sup>对包括东山猪在内的6个群体进行全基因组重测序研究发现,东山猪与巴马香猪、陆川猪的亲缘关系较低,在进化树上,东山猪独立成为一个分支,而巴马香猪和陆川猪则形成了另一个分支。品种溯源及与其他猪种的亲缘关系研究为东山猪的保种和开发利用提供了重要的理论依据。

### 3.2 静态保种技术研究

人工授精技术在生猪生产中的应用已经十分成熟,2019年,邓祝新等<sup>[14]</sup>在完成东山猪遗传材料

采集和保存工作后详细总结出了一套适合东山猪的冷冻精液制作技术要点。由于猪是多胎动物,导致其胚胎移植技术在生产实践中应用较少。在地方猪遗传资源保存工作中,通常将地方猪种的配子、胚胎、体细胞和DNA等进行冷冻保存,以建立遗传资源库。卯升义等<sup>[15]</sup>通过猪体细胞克隆技术,生产了乌金猪火毛系,并分析了其生长发育能力及繁殖性能,为体细胞克隆技术在东山猪保种上的应用提供了理论依据。截至2021年,广西壮族自治区已经完成对东山猪“静态保种”<sup>[16]</sup>工作。

### 3.3 分子信息的研究

东山猪有着典型的华中“两头乌”毛色,具有耐寒、耐粗饲、抗逆性强等特点。近年来,科学家们通过分子手段对东山猪的一些特有性状进行了研究与探索。利用26个微卫星座位评估了56个东山猪个体,检测到平均等位基因数13.92个,有效等位基因数为1.06~13.02,多态信息含量为0.051~0.918,杂合度为0.053~0.923,具有特有等位基因IGF1(219:0.02)、S0228(276:0.06)、SW911(147:0.01),优势等位基因S0002(198:0.50)、SW240(94:0.61)、SW72(100:0.61)、SW911(159:0.58)、SW951(125:0.97)<sup>[17]</sup>,这一研究从DNA分子学水平说明了东山猪具有丰富的遗传多样性,并建议对东山猪进行保种。黄敏<sup>[18]</sup>利用全基因组高密度SNP芯片分析了地方猪种两头乌毛色相关的基因组选择信号,研究发现,EDNRB基因是决定东山猪两头乌毛色表型主效基因。近年来,利用转录组测序技术对地方猪在肉质等性状进行差异表达分析,已经取得不少成果。已有利用转录组测序技术研究德保猪、北京黑猪、莱芜猪和沙子岭猪等地方猪肉质性状方面的相关报道<sup>[19]</sup>。虽然利用转录组测序技术对东山猪在经济性状进行差异表达分析的研究尚缺,但对国内地方猪和外种猪的对比研究为东山猪的研究提供了理论基础。在未来的探索工作中,希望科技工作者继续扩大对包括东山猪在内的地方猪种基因信息的研究,从遗传角度进一步解析地方猪和外种猪以及地方猪之间在生长发育、肉质性状、繁殖、适应性等方面的表型差异。

### 3.4 异种移植研究

国内最早以猪为研究对象的异种移植应用研究始于1996年<sup>[20]</sup>。我国地方猪种的多样性及长期近交繁育的特点,使其遗传相对稳定,个体差异小,进而有可能被用作实验动物。在猪异种移植应用的

研究中,发现了猪内源性逆转录病毒(porcine endogenous retrovirus, PERV)的存在,其对猪异种器官移植构成了主要风险<sup>[21]</sup>。PERV具有多种亚型,其中最具有感染性的主要有A、B、C三种亚型病毒<sup>[22]</sup>。王亚楠等<sup>[23]</sup>对包括东山猪在内的地方猪种进行了PERV的亚型分析,发现在东山猪中对人细胞系的感染能力较弱的env-AB型为主要亚型,未鉴定出C亚型。对东山猪内源性逆转录病毒亚型的研究,为东山猪的跨物种移植提供了理论基础,在研究东山猪是否适宜用于异种移植的过程中,还有可能发现其独特生物学特性,从而推动东山猪产业的进一步发展。

## 4 东山猪保种与利用的建议

### 4.1 加强种质特性、疾病防控和新品种培育等基础研究

随着全基因组测序及SNP芯片技术在畜禽领域的研究与应用,对我国地方猪种遗传性状的相关研究与分析推动了地方猪种的保护和开发利用工作。目前,对于东山猪种质特性、疾病防控、新配套系培育和产品深加工等方面的基础研究还比较薄弱,对用RNA测序方法揭示东山猪的肉质性状等方面的研究还处于空白阶段,因此,需要进一步从分子水平多角度地研究东山猪的特性,充分挖掘基因信息,为东山猪保种与开发利用提供有力的技术理论支撑。

### 4.2 强化遗传资源保护多元体系建设

采取“动态保种”和“静态保种”<sup>[17]</sup>相结合的保护方式,不断构建和完善多元保护体系。一是不断强化原产地保护场区建设,争取更高级别的保种场建设项目,提高保种场建设标准,保证东山猪的群体数量及家系要求。二是以核心群所在地为中心,建立东山猪保护区,制定政策,引导保护区内农户多点散养,达到小群体大规模的效果,以保证东山猪的群体数量和规模。三是积极引导社会力量,根据东山猪的肉质特性进行合理开发利用,在保护中利用,以促进种质资源保护。四是建立东山猪遗传材料数据库,利用生物技术保存配子、胚胎、组织等遗传材料。五是对东山猪种群动态进行常态化监测,及时了解东山猪种群变化情况,为科学制定保种计划提供依据。

### 4.3 品种保护与开发利用并重

一是通过现代育种技术加强对东山猪的选育,在保持品种遗传多样性的同时提高生产性能。二是

以东山猪为素材,以市场需求为导向并结合其特点,培育更适合现代消费需求的新品种(配套系)。近年来,以杜洛克为父本,东山猪为母本杂交生产的杜东猪受到养殖户和消费者的青睐。三是加强东山猪产业上下游配套技术体系建设,为东山猪产业的高质量发展提供技术保障。四是授权企业利用地理标志标识,引导企业大力开展品牌建设,探索风味即食猪肉深加工工艺,打造优质、高端的东山猪猪肉品牌,创建东山猪产业新业态,促进创新种质资源的高效利用。五是利用核心产区的瑶文化赋能东山猪,开发瑶文化康养旅游产业,加强东山猪饮食文化宣传,适时建设东山猪产业园区,开发相关文创产品,推动东山猪产业和文旅产业的融合发展。

## 5 展望

东山猪的保护与利用工作虽取得了一定的成效,但仍面临诸多挑战。2018年,非洲猪瘟疫情的发生,导致原有的自治区级东山猪保种场退出市场。核心产区农户缺乏科学的保种措施,导致东山猪生产性能退化现象日趋严重。分子育种技术在地方猪种保种选育中的应用还处于起步阶段,需要更加深入地研究和验证。东山猪是我们乡愁的一部分,在后非洲猪瘟时代,社会更加关注包括东山猪在内的地方猪种的生存空间和产品市场空间。在东山猪的保护利用过程中,政府不仅要加强产业规划,不断精准施策,强化科技驱动,建立健全种质资源保护体系切实保护东山猪的遗传多样性,加强东山猪产业上下游配套技术体系建设,加快新品种(配套系)培育步伐,更要以市场为导向精准定位消费人群,充分利用优势种质特征,深入挖掘传统农耕文化,发展地方特色康养文旅,推动农业经济与文旅经济融合发展,形成保护与开发利用协调发展的产业格局,实现东山猪产业的高质量发展。

## 参考文献:

- [1] 李岚,黄鑫茹,卿珍慧,等. 2019年广西畜禽遗传资源保护与利用工作情况[J]. 广西畜牧兽医, 2020, 36(3): 104-106.
- [2] 陈家贵. 广西畜禽遗传资源志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 24-29.
- [3] 全州县地方志编纂委员会. 全州县志: 1991-2005[M]. 南宁: 广西人民出版社, 2018: 161-162.
- [4] 庞慧敏,蒋少莹,何婉媚. 留住猪肉“土”味面临诸多挑战[N]. 工人日报, 2021-05-21(4).
- [5] 《东山瑶社会》编写组. 东山瑶社会[M]. 南宁: 广西民族出版社, 2002.
- [6] 唐楚英,全州县志编纂委员会. 全州县志[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1998: 186-188.
- [7] 广西家畜家禽品种志编辑委员会. 广西家畜家禽品种志[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1987: 39.
- [8] 李琼华,谢丽燕,覃树华,等. 瘦肉型猪与广西东山猪杂交对提高瘦肉率的研究[J]. 广西农学院学报, 1987, 6(1): 91-102.
- [9] 黄路生,邹峰. 中国部分猪种同种异名问题的研究 I. 中南及华东六省区两头乌猪及小耳猪遗传关系的研究[J]. 畜牧兽医学报, 1989, 20(2): 117-122.
- [10] 孙俊丽,张冰,潘天彪,等. 基于微卫星位点研究7个广西地方猪种的遗传关系[J]. 西南农业学报, 2016, 29(6): 1475-1480.
- [11] 张冰,廖海洪,农素群,等. 广西5个猪种和国外3个猪种mtDNA D-loop序列遗传多样性及进化分析[J]. 中国畜牧兽医, 2015, 42(7): 1807-1815.
- [12] 莫家远,李月月,路玉洁,等. 广西地方猪群体遗传结构、选择信号分析和ROH检测[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(S1): 206-213.
- [13] 黎旺长,刘玮玮,龙佳佳,等. 基于基因组重测序的广西地方猪种遗传多样性和选择信号分析[J]. 南方农业学报, 2023, 54(8): 2415-2422.
- [14] 邓祝新,魏莎,黄丽云,等. 广西东山猪的冷冻精液制作要点[J]. 中国畜牧业, 2022(6): 59-60.
- [15] 卯升义,李卓,奎华,等. 体细胞克隆技术在乌金猪遗传资源保护上的应用[J]. 畜牧兽医学报, 2020, 51(9): 2130-2137.
- [16] 张树山,韩雪峻,姜红菊,等. “静态保种”在中国地方猪种遗传资源保护中的应用进展[J]. 上海农业学报, 2020, 36(5): 148-152.
- [17] 孙飞舟. 采用微卫星DNA标记评估中国地方猪种遗传多样性[D]. 北京: 中国农业大学, 2002.
- [18] 黄敏. 利用全基因组高密度SNP芯片解析中国代表性地方猪种群遗传结构及其高原适应性与两头乌毛色形成的分子机制[D]. 南昌: 江西农业大学, 2019.
- [19] 石岗,刘刁,冯韶华,等. 转录组测序及其在猪上的研究进展[J]. 猪业科学, 2019, 36(5): 110-112.
- [20] 李幼平,何秋明,蔡绍晖,等. 异种移植与中国地方猪种资源的利用[J]. 中国修复重建外科杂志, 1999, 13(1): 47-50.
- [21] PATIENCE C, TAKEUCHI Y, WEISS R A. Infection of human cells by an endogenous retrovirus of pigs[J]. Nature Medicine, 1997, 3(3): 282-286.
- [22] 张立,步宏,李胜富,等. 中国两种地方猪种内源性逆转录病毒的亚型分析[J]. 四川大学学报(医学版), 2003, 34(2): 197-199.
- [23] 王亚楠,刘静,刘榜,等. 中国两头乌猪品种内源性逆转录病毒基因研究[J]. 中国实验动物学报, 2013, 21(3): 70-74.

(责任编辑:杜琳)