

# 庆阳驴种质资源概述及保护利用建议

施海娜<sup>1</sup>, 梁万鹏<sup>1</sup>, 罗康宁<sup>1</sup>, 徐振飞<sup>1</sup>, 刘雨田<sup>1</sup>, 张金霞<sup>1</sup>, 朱正生<sup>1</sup>, 靳善宁<sup>2</sup>,  
许鸿<sup>3</sup>, 杨志文<sup>4</sup>

(1. 庆阳市农业科学研究院, 甘肃 庆阳 745000; 2. 环县畜牧技术推广中心, 甘肃 环县 745700; 3. 环县环城镇农业农村综合服务中心, 甘肃 环县 745700;  
4. 环县罗山乡农业农村综合服务中心, 甘肃 环县 745799)

**摘要:** 庆阳驴是甘肃省庆阳市重要的地方畜禽种质资源, 在畜禽品种遗传改良和畜牧业经济开发方面具有潜力。明确庆阳驴的遗传特性、种群变化等资源现状, 有利于促进庆阳驴后继的保种开发利用。我们基于对相关文献梳理归纳, 结合农业农村部“物种品种资源保护”项目的实施进行实地调研, 系统地分析了庆阳驴的存栏规模与分布、品种形成、基本特征特性、遗传多样性、体尺体重演变和保种现状, 提出了相应的保护利用建议。

**关键词:** 庆阳驴; 种质资源; 遗传多样性; 保护利用

**中图分类号:** S822

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-2172(2023)09-0805-05

[doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2023.09.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.2097-2172.2023.09.004)

## Overview, Protection and Utilization for Germplasm Qingyang Donkey

SHI Haina<sup>1</sup>, LIANG Wanpeng<sup>1</sup>, LUO Kangning<sup>1</sup>, XU Zhenfei<sup>1</sup>, LIU Yutian<sup>1</sup>, ZHANG Jinxian<sup>1</sup>,  
ZHU Zhengsheng<sup>1</sup>, JIN Shanning<sup>2</sup>, XU Hong<sup>3</sup>, YANG Zhiwen<sup>4</sup>

(1. Qingyang Academy of Agricultural Sciences, Qingyang Gansu 745000, China; 2. Huanxian Animal Husbandry Technology Extension Centre, Huanxian Gansu 745700, China; 3. Huancheng Township Agriculture and Rural Comprehensive Service Centre, Huanxian, Huanxian Gansu 745700, China; 4. Luoshan Township Agriculture and Rural Comprehensive Service Centre, Huanxian, Huanxian Gansu 745799, China)

**Abstract:** Qingyang donkey is an importantly local livestock and poultry germplasm resource in Gansu Qingyang district, which has potential in livestock breeding and economic development of animal husbandry. Clarifying Qingyang Donkeys' genetic status such as variety characteristics, population changes is beneficial for promoting their conservation, development, and utilization. Based on literature review and the implementation of the 'Species and Variety Resource Protection' project granted by the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, this paper systematically analyzed population size and distribution, breeding formation, basic characteristics, genetic diversity, body size and weight evolution, and conservation status of Qingyang donkeys, finally putting forward corresponding suggestions on protection and utilization.

**Key words:** Qingyang donkey; Germplasm resource; Genetic diversity; Protection and utilization

庆阳驴是甘肃省庆阳市的重要地方品种资源, 也是一种重要的农耕文化遗产, 2011年被收录入《中国畜禽遗传资源志 马驴驼志》<sup>[1]</sup>。2010年9月13日, 农业部批准对“庆阳驴”实施农产品地理标志登记保护<sup>[2]</sup>。随着国家对大健康的重视, 消费者对药食同源保健品认可度越来越高, 驴的经

济价值及营养价值也成了人们关注的焦点, 学术界的相关研究增多<sup>[3-16]</sup>。驴的肉、皮、奶及其他副产品等兼具食用、保健、药用、美容等多种用途, 已从古方药品逐渐走向人们的餐桌和日常生活<sup>[4]</sup>。加之随着农业机械化的普及, 畜力被农机所替代, 驴等大家畜的役用功能逐渐消失。但是

收稿日期: 2022-05-24; 修订日期: 2023-07-12

**基金项目:** 农业农村部“物种品种资源保护”项目(2130135); 科技部“家养动物种质资源平台项目(XXZZ182019254); 甘肃省农业农村厅“甘肃马驴种质资源评价利用及高效养殖技术研究与示范”项目(GARS-TSYZ-2); 农业农村部种业管理司“甘肃省第三次全国畜禽遗传资源系统调查”项目(19220535)。

**作者简介:** 施海娜(1988—), 女, 甘肃庆阳人, 高级畜牧师, 硕士, 研究方向为动物遗传育种与繁殖、家畜种质资源保护与评价。Email: ShiHaina0716@163.com。

**通信作者:** 罗康宁(1967—), 男, 甘肃宁县人, 高级农艺师, 主要从事农作物栽培技术研究。Email: 348301506@qq.com。

庆阳驴在部分偏远山区山地耕种时仍有使用,不过种群数量急剧下降,品种濒危风险较大。我们借助农业农村部“物种品种资源保护”项目的实施进行实地调研,并结合相关资料文献系统地分析了庆阳驴的品种起源、基本特征、遗传多样性、体尺体重演变、存栏及分布、保种情况等,提出了今后的保种开发利用建议,以明确庆阳驴这一优良家畜品种的遗传特性、种群变化等资源现状,为促进庆阳驴后继的保种开发利用和产业发展提供借鉴。

### 1 庆阳驴原产地自然地理概况

庆阳驴主产区庆阳市位于北纬  $35^{\circ} 15' \sim 37^{\circ} 10'$ 、东经  $106^{\circ} 20' \sim 108^{\circ} 45'$ ,地处甘肃东部、黄土高原西端,属黄河中游内陆地区。地势南低北高,北部为黄土丘陵沟壑区,东部为黄土低山丘陵区,中南部为黄土高原沟壑区。总面积  $2.71$  万  $\text{km}^2$ ,海拔  $885 \sim 2\,082$  m。内陆性季风气候,冬寒较短,夏少酷暑,秋季多雨。年平均气温  $9.5 \sim 10.7$   $^{\circ}\text{C}$ ,无霜期  $120 \sim 180$  d,多年平均降水量为  $356.1 \sim 684.9$  mm,降水时空分布不均,由南向北逐渐减少。年均蒸发量  $1\,306.1$  mm。光照充足,年平均日照时数长  $2\,154.2 \sim 2\,491.9$  h。总体上呈干旱、温和、光富的特点。主要河流有马莲河、蒲河、洪河、四郎河、葫芦河等 5 条,有较大支流 27 条。土壤以黑垆土、黄绵土、山地灰褐土等为主,土层深厚,质地良好。总耕地面积  $69.36$  万  $\text{hm}^2$ ,种植的农作物主要有小麦、玉米、高粱、油菜、谷子、荞麦、燕麦、马铃薯等,农副产品丰富,素有“陇东粮仓”之称。草地面积  $88.98$  万  $\text{hm}^2$ ,栽培牧草主要有紫花苜蓿、红豆草、沙打旺、草木樨等,饲料条件较好。良好的自然条件和饲草资源是庆阳驴产业得以形成和持续发展的重要因素之一。

### 2 庆阳驴的存栏规模及分布

多年来,庆阳驴的存栏数量呈逐年大幅下降的趋势。1986 年存栏 13.04 万头,2000 年存栏 10.78 万头,2003 年存栏 8.04 万头,2006 年存栏 2.55 万头<sup>[17]</sup>。2021 年,借助农业农村部“物种品种资源保护”项目的实施在全市进行了庆阳驴群体数量调查统计,当年年底总存栏仅 4 336 头<sup>[18]</sup>,其中种公驴 602 头,能繁母驴 2 903 头。饲养方式

以散养居多,有 3 223 头,占 74.3%;集中饲养数量为 1 114 头,占 25.7%。散养种群主要分布在环县、镇原县、华池县等地的 30 多个乡镇,西峰区、庆城县、合水县、正宁县和宁县等地有零星养殖。总体来看,庆阳驴不仅数量在持续下降,分布区域范围也在迅速缩小,饲养数量区域分布极不平衡,山区饲养最多,山边及川区次之,塬区最少。

### 3 庆阳驴的品种形成缘由与特征特性

#### 3.1 庆阳驴的品种形成缘由

庆阳养驴业历史悠久。据《汉书·西域传》记载,“敦煌、酒泉及八国往来,人、马、驴囊驼食皆苦之”。汉代“丝绸之路”开拓后,西域就有养驴者,到隋唐极盛时期又输入了不少的驴。8 世纪以后,黄土高原地区的农业经营模式逐渐以种植业为主,因种植业生产需要和农畜商品的交易及运输,驴的饲养和贩卖也就变得越来越活跃。关中驴因其生产性能好、体质外貌优良而深受人们的欢迎,于是民间就有了要求改良培育当地驴品种的诉求。从地理位置上看,庆阳处于关中驴分布区和蒙古驴分布区的交界地带,牲畜交易便利而频繁,当地的自然环境又相对优越,饲草料充足,品种繁多,为庆阳驴的品种构成奠定了基础,于是经过民间长期的选育选配,形成了大小适中、体型优秀的庆阳驴。20 世纪 50 年代初,当时的甘肃省畜牧厅就在有关资料中将庆阳驴作为地方优良畜禽品种加以推介宣传。1980 年 7 月下旬,在庆阳西峰召开的鉴定会上,甘肃农业大学、西北农学院有关专家通过现场观测鉴定,以及对有关资料的分析后认为,庆阳驴符合成为一个品种的要求和地方品种所具备的条件,建议继续沿用民间已经存在的名称,定名为“庆阳驴”<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 庆阳驴的特征特性

3.2.1 体貌特征 庆阳驴属中型驴,体格粗壮结实,体态匀称。其头大小适中,面部平直,耳不过长,颈肌厚,鬃毛短稀。胸部发育良好,肋骨较拱圆,背腰平直,腹部充实,尻部稍斜而不尖,肌肉发育良好。嘴和眼圈多为白色或灰白色,腹毛多灰白色,民众称其为“粉嘴亮眼白肚皮”。体长稍大于体高。骨骼结实,眼大圆亮,四肢端正,管部干燥,蹄小圆厚,蹄尖坚韧<sup>[2]</sup>,正如当地民

众所说:“四蹄两行双板颈, 罐罐蹄子圆眼睛。”被毛多为黑色, 有少量的青毛色和灰毛色。黑毛驴的嘴周围、眼圈和腹下、四肢上部内侧多为灰白色或淡灰色。

3.2.2 繁殖性能 公驴适宜配种年龄为 2.5~3.0 岁, 母驴适配年龄以 2.0~2.5 岁为宜。成年公驴平均射精量 68 mL<sup>[4]</sup>, 但因个体及饲养管理条件不同个体差异较大。公驴营养良好, 配种、役用合理时, 一般可利用到 18~20 岁, 在饲养条件较好的情况下, 每头母驴一生最多可产仔畜 12~13 头, 一般 7~9 头。发情周期平均为 24.7(16~45) d, 发情周期长短似与年龄无明显关系, 而季节和营养有一定的影响。发情旺季的 5—6 月, 发情周期有变短的趋势。

3.2.3 生产性能 庆阳驴主要有两方面的用途, 一是产肉, 二是役用。育肥至中等以上膘情的庆阳驴, 体重一般可达 300 kg, 平均屠宰率 50% 以上, 净肉率 35.7%。另外, 庆阳驴以驮乘为主, 间作挽用, 能适应多种农事劳役, 如拉车、耕地、驮运、骑乘、碾磨等, 是山区农业生产和驮载运输不可缺少的畜力。1 头成年驴可驮重 80~90 kg, 日行程 30~50 km。1 个工作日 2 头驴可耕地 0.17~0.20 hm<sup>2</sup>。

### 3.3 庆阳驴的遗传多样性

多数研究表明, 庆阳驴的遗传多样性丰富。刘建斌等<sup>[19]</sup>、卢长吉等<sup>[20]</sup>和雷初朝等<sup>[21]</sup>均通过对包括庆阳驴在内的中国家驴品种的 mtDNA D-loop 区序列测序, 进行遗传多样性和系统进化分析, 发现庆阳驴的单倍型多样度和核苷酸多样性

均高于中国家驴的平均值, 表明庆阳驴的遗传多态性丰富。然而, 赵朝霞等<sup>[22]</sup>通过对 6 个家驴品种 mtDNA D-Loop 部分序列的遗传多样性分析表明, 庆阳驴的单倍型多样性较低, 这说明其多样性相对贫乏, 现存栏量也仍在急剧下降, 应加大对该品种资源的保护, 否则将会导致品种灭绝。

庆阳驴的起源与国内其他地区的驴品种有着较为密切的遗传关联。Zhang 等<sup>[23]</sup>、Zeng 等<sup>[24]</sup>的研究表明, 新疆、庆阳、西吉、关中等地驴品种之间的遗传距离较近; 中国本土的驴虽然遗传变异丰富, 但其品种间的遗传分化相对较低, 贡沙驴、德州驴、泌阳驴、太行驴、家米驴、庆阳驴和青海驴等为一类。朱文进等<sup>[25]</sup>通过分析中国驴品种的遗传多样性和系统发生关系, 将大型品种关中驴、晋南驴、广灵驴、德州驴和中型品种庆阳驴聚为一类。王刚<sup>[26]</sup>研究发现, 庆阳驴等家驴品种 3 号染色体上的 NCAPG 和 LCOR 基因与体型密切相关, 该基因可能是影响庆阳驴等家驴品种体型大小差异的重要原因。

## 4 庆阳驴的体尺演变

2019 年 5 月, 庆阳市农业科学研究院分析了环县、华池县、镇原县及西峰区等地散养户和镇原县太平镇庆阳鑫禾牧业有限公司庆阳驴养殖基地的庆阳驴体尺测定数据, 调查对比结果见表 1。从表 1 可以看出, 与 1972 年相比, 1980 年庆阳驴的体高、体长、胸围和管围等分别平均提高 9.80%、8.13%、6.14% 和 7.96%; 与 1980 相比, 2004 年庆阳驴的体高、体长、胸围和管围等变化不明显。从 2007 年开始, 庆阳驴的体高、体长、

表 1 庆阳驴体尺变化

| 年份/年 | 性别 | 调查数量/头 | 体高/cm  | 体长/cm  | 胸围/cm  | 管围/cm | 数据来源                            |
|------|----|--------|--------|--------|--------|-------|---------------------------------|
| 1972 | 公  | 154    | 113.57 | 115.16 | 123.45 | 14.14 | 《庆阳地区畜牧志》 <sup>[27]</sup>       |
|      | 母  | 431    | 113.19 | 116.08 | 125.33 | 13.64 |                                 |
| 1980 | 公  |        | 127.00 | 129.00 | 134.00 | 15.50 | 《中国畜禽遗传资源志 马驴驼志》 <sup>[1]</sup> |
|      | 母  |        | 122.00 | 121.00 | 130.00 | 14.50 |                                 |
| 2004 | 公  | 15     | 126.00 | 129.00 | 135.00 | 15.00 | 姜西安等 <sup>[28]</sup>            |
|      | 母  | 15     | 122.00 | 109.00 | 129.00 | 14.00 |                                 |
| 2007 | 公  | 10     | 129.41 | 130.00 | 150.75 | 17.60 | 《中国畜禽遗传资源志 马驴驼志》 <sup>[1]</sup> |
|      | 母  | 50     | 124.93 | 125.63 | 144.43 | 16.36 |                                 |
| 2019 | 公  | 31     | 136.22 | 130.68 | 149.83 | 15.67 | 庆阳市农业科学研究院                      |
|      | 母  | 47     | 132.49 | 127.20 | 136.00 | 15.00 |                                 |



胸围和管围等又有所提高；到 2019 年，庆阳驴的体高、体长、胸围和管围等已分别比 2004 年提高 8.35%、9.00%、8.21% 和 5.80%。这是由于 20 世纪 90 年代，随着农村道路条件的改善，机械代替畜力，驴的役用性能逐渐弱化，且因繁殖周期长、养殖效益低，使得驴产业的发展滞后，忽视了品种改良选育。到了 21 世纪初，随着驴产品市场行情好转，产地民众才重新重视养驴业，对庆阳驴本品种的选育有积极效果。

### 5 庆阳驴的种质资源保种现状

庆阳驴于 2011 年被收入《中国畜禽遗传资源志 马驴驼志》<sup>[1]</sup>，且已载入《中国畜禽遗传资源志》及《国家畜禽遗传资源品种名录(2021 年版)》。2009 年，被甘肃省确定为省级畜禽遗传资源保护品种之一，禁止在畜禽品种保种场(区)内开展任何形式的杂交。同时，在镇原县建成了具有地方种畜禽经营许可资质的庆阳鑫禾牧业有限公司庆阳驴养殖基地，正在申请省级以上保种场。2019 年，庆阳市农业科学研究院承担了农业农村部“物种品种资源保护(2130135)”和科技部“家养动物种质资源平台”的“庆阳驴遗传材料制作与保存”项目，成功制作庆阳驴冷冻精液 6 147 剂(0.5mL/剂)，已经被农业农村部种畜品质监督检验测试中心验收合格，并长期储存至全国畜牧总站国家家畜基因库，填补了庆阳驴遗传物质保存保种的空白，且可以实现庆阳驴鲜精采集、人工授精以及冷冻精液的制作、利用和保存，扩大了种公驴不受地域限制的配种和基因交流。同时，按照《全国农业种质资源普查总体方案(2021—2023 年)》和《第三次全国畜禽遗传资源普查实施方案(2021—2023 年)》要求，由甘肃农业大学牵头，当地畜牧工作者配合，收集了庆阳驴的血液材料，即将进一步通过分子技术构建庆阳驴分子身份证、组装参考基因组和挖掘优势基因。

### 6 庆阳驴种质保护存在的问题及开发建议

目前，庆阳驴资源保护利用中存在两大问题。一是种群规模增长缓慢。随着农业机械化的普及，庆阳驴的役用功能逐步消失，仅在偏远山区有少量用于农田耕种，在很大程度上减少了驴作为农事工具的需求量；另外，驴的繁殖周期较长，基本为单胎繁殖。两个原因叠加的结果是庆阳驴的

种群数量增长缓慢。二是品种退化明显。主要原因是对地方优良种质资源的保护意识不强，农户因缺少纯种公驴，随意对散养的庆阳驴与不同品种之间进行杂交，导致后代逐渐失纯；企业对舍饲集中圈养的驴没有进行严格的品种分群饲养，缺少保种的各项措施。为此，需要从加强保护、扩大规模、提高效益三个方面加强庆阳驴的保护开发力度。

#### 6.1 加强保护力度

争取国家畜禽种质资源保护项目，开展地方驴资源保护和开发利用工作，提高驴品种保护开发能力。开展育种研究和繁育推广，从源头提升庆阳驴产业发展水平。根据产业发展需要，争取建立或者加入驴产业相关产业技术体系，围绕保种育种、繁殖推广、科学养殖、疫病防治、产品加工等开展联合攻关，强化驴产业科技支撑，促进养驴业健康发展。

#### 6.2 扩大种群规模

组织开展庆阳驴养殖标准化示范创建活动，以“良种化、养殖设施化、生产规范化、防疫制度化、粪污无害化”为主要内容，在本地建立庆阳驴示范场，以点带面，提升庆阳驴养殖的规模化和标准化水平。统筹考虑养驴业发展，开展示范创建活动，加强先进养殖工艺、技术和装备的推广力度，提升庆阳驴产业发展水平。

#### 6.3 提高养殖效益

与高校、科研机构及加工企业进合作，规范性能测定和屠宰技术<sup>[8-9]</sup>，加大驴皮、驴肉、驴奶、驴血等产品研发力度，提高庆阳驴产业的综合经济效益。在肉驴养殖模式、饲料、疫病防控等方面给予养殖者技术指导，增加养殖效益。开发风干驴肉等休闲食品，开通线上、线下销售模式，打通庆阳驴产业链各种产品的销售渠道，稳步提高庆阳驴养殖者和加工企业的收益水平。

#### 参考文献：

- [1] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国畜禽遗传资源志 马驴驼志[M]. 北京：中国农业出版社，2011.
- [2] 《甘肃畜牧兽医》编辑部. 庆阳驴[J]. 甘肃畜牧兽医，2021，51(9)：80.
- [3] 施海娜，刘 哲，徐振飞，等. 浅谈庆阳市地方种畜

- 遗传资源保护现状及对策[J]. 中国畜禽种业, 2023, 19(5): 14-22.
- [4] 施海娜, 梁永虎, 李世恩, 等. 庆阳驴精液品质和血清生化指标检测分析[J]. 现代畜牧兽医, 2022(11): 53-58.
- [5] LIU Y, LI H, WANG M, et al. Genetic architectures and selection signatures of body height in Chinese indigenous donkeys revealed by next-generation sequencing [J]. *Anim Gene*, 2022, 53(4): 487-497.
- [6] 张晨, 杨泉, 王云鹏, 等. 饲料能量水平对德州驴生长性能、营养物质消化率及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2022, 34(2): 1158-1164.
- [7] 吴玮琪, 赵宏杰, 金晓, 等. 高温季节福利化管理对驴驹生长性能、血清免疫和激素指标的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(12): 6953-6963.
- [8] 中国畜牧业协会. 驴生产性能测定技术规范 T/CAAA 048-2020[S]. 北京: 畜牧产业杂志社, 2021: 23-27.
- [9] 中国畜牧业协会. 驴屠宰技术规范 T/CAAA 049-2020[S]. 北京: 畜牧产业杂志社, 2021: 28-31.
- [10] 丁召亮, 刘文强, 王涛, 等. 规模化驴场妊娠母驴标准化生产管理技术探究[J]. 中国畜禽种业, 2021, 17(8): 95-96.
- [11] 李璇玥, 肖海霞, 李超, 等. 不同月龄段公、母疆岳驴体重、体尺变化分析的研究[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(7): 162-167.
- [12] 李旭, 章海风, 周晓燕, 等. 驴肉4个部位挥发性物质分析比较[J]. 美食研究, 2019, 36(2): 28-32.
- [13] 庆阳市畜牧技术推广中心. 庆阳驴品种资源开发利用技术研究[EB/OL]. (2019-04-24)[2023-05-12]. <https://www.tech110.net/portal.php?mod=view&aid=623879>.
- [14] 林靖凯, 格日乐其木格, 白东义, 等. 驴肉肉品质及营养价值影响因素的研究进展[C]//中国畜牧业协会, 聊城市人民政府, 东阿县人民政府. 第四届(2018)中国驴业发展大会暨第二届国际毛驴产业发展论坛论文集. [出版者不详], 2018.
- [15] 李景芳, 王燕, 陆东林. 驴肉用性能和驴肉的营养价值[J]. 新疆畜牧业, 2018, 33(12): 11-16.
- [16] 李敏, 刘海兵, 刘冰, 等. 季节变化对德州驴精液品质的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(1): 210-213.
- [17] 陆军, 常宏, 郭宗弟, 等. 庆阳驴品种资源调查报告[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2007(2): 66-67.
- [18] 甘肃省统计局. 甘肃统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2022.
- [19] 刘建斌, 杨博辉, 郎侠, 等. 中国9个家驴品种 mtDNA D-loop 部分序列分析与系统进化研究[J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46(3): 1-6.
- [20] 卢长吉, 谢文美, 苏锐, 等. 中国家驴的非洲起源研究[J]. 遗传, 2008, 30(3): 324-328.
- [21] 雷初朝, 葛庆兰, 蒋永青, 等. 中国家驴 mtDNA 遗传多样性与起源研究[C]//中国畜牧兽医学学会畜禽遗传标记学分会. 第十次全国畜禽遗传标记研讨会论文集. 第十次全国畜禽遗传标记研讨会论文集. [出版者不详], 2006.
- [22] 赵朝霞, 刘文忠, 朱文进, 等. 六个家驴品种 mtDNA D-Loop 部分序列的遗传多样性分析[J]. 中国草食动物, 2008, 28(4): 3-5.
- [23] ZHANG R F, XIE W M, ZHANG T, et al. High polymorphism at microsatellite loci in the Chinese donkey [J]. *Genet Mol Res*, 2016, 15(2): 280-291.
- [24] ZENG L, DANG R, DONG H, et al. Genetic diversity and relationships of Chinese donkeys using microsatellite markers[J]. *Arch Anim Breed*, 2019, 62(1): 181-187.
- [25] 朱文进, 张美俊, 葛慕湘, 等. 中国8个地方驴种遗传多样性和系统发生关系的微卫星分析[J]. 中国农业科学, 2006, 12(2): 398-405.
- [26] 王刚. 基于全基因组测序分析中国家驴群体遗传结构及体型大小选择信号[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.
- [27] 庆阳地区畜牧志编纂委员会. 庆阳地区畜牧志[M]. 庆阳: 庆阳地区畜牧志编纂组, 1997.
- [28] 姜西安, 张建堂. 庆阳市养驴业调查[J]. 中国草食动物, 2004(5): 38-39.