



## 不同父系和性别对育肥力巴牛生产性能、屠宰性能、肉品质和经济效益的影响

李岩 牛小莹 朱旭鑫 何克磊 党智 周建伟

### **Paternity and gender effects on the production and slaughter performance, meat quality, and economic benefit of fattening Galiba cattle**

LI Yan, NIU Xiaoying, ZHU Xuxin, HE Kelei, DANG Zhi, ZHOU Jianwei

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0701>

### 您可能感兴趣的其他文章

#### Articles you may be interested in

#### 放牧与舍饲对育肥羊生产性能及肉品质的影响

Research progress on the regulation of pasture fattening and stall fattening on production performance and meat quality of fattening sheep

草业科学. 2023, 40(4): 1069 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0309>

#### 北川白山羊与其杂交羊生产性能、屠宰性能及肉品质的比较

Comparison of growth performance, carcass traits, and meat quality of the Beichuan white goat and its crossbreed

草业科学. 2023, 40(11): 2917 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0788>

#### 粗饲料对滩羊生产性能、肉品质及血清生化指标的影响

Effects of roughage types on production performance, meat quality, and serum biochemical indices of Tan sheep

草业科学. 2023, 40(12): 3177 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0764>

#### 基于不同品种青贮玉米的绵羊育肥效果

Study of the fattening effect of different varieties of silage corn on sheep

草业科学. 2023, 40(8): 2151 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0392>

#### 添加菊粉和单宁后肉羊的生长、屠宰性能及肉品质

Growth, slaughter performance, and meat quality of Mutton sheep after add inulin and tannin

草业科学. 2022, 39(7): 1459 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0452>

#### 不同NFC/NDF日粮对育肥赣西山羊生长性能、肉品质和器官发育的影响

Effects of diets with different non-fibrous carbohydrate/neutral detergent fiber ratios on growth performance, meat quality, and organs development of Ganxi goats

草业科学. 2022, 39(9): 1923 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0699>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0701

李岩, 牛小莹, 朱旭鑫, 何克磊, 党智, 周建伟. 不同父系和性别对育肥犏力巴牛生产性能、屠宰性能、肉品质和经济效益的影响. 草业科学, 2024, 41(6): 1407-1417.

LI Y, NIU X Y, ZHU X X, HE K L, DANG Z, ZHOU J W. Paternity and gender effects on the production and slaughter performance, meat quality, and economic benefit of fattening Galiba cattle. Pratacultural Science, 2024, 41(6): 1407-1417.



## 不同父系和性别对育肥犏力巴牛生产性能、屠宰性能、肉品质和经济效益的影响

李岩<sup>1</sup>, 牛小莹<sup>2</sup>, 朱旭鑫<sup>1</sup>, 何克磊<sup>3</sup>, 党智<sup>3</sup>, 周建伟<sup>4</sup>

(1. 甘肃省畜牧技术推广总站, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘南藏族自治州畜牧技术服务中心, 甘肃 合作 747000;

3. 合作市畜牧工作站, 甘肃 合作 747000; 4. 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 本研究旨在通过舍饲育肥试验, 探究不同父系和性别对犏力巴牛生产性能、屠宰性能、肉品质及经济效益的影响, 以期为甘南州提高该畜种的资源利用率和实现科学养殖提供理论依据。试验采用2×2双因子设计, 选取3周岁、体况相近、体重[(151±9.2) kg]的健康犏力巴牛24头, 其中黄犏力巴和牦犏力巴牛各12头(公母各半)。试验饲料由精料和粗料两部分构成, 其中精料饲喂量为每头牛2.50 kg·d<sup>-1</sup>, 粗料自由采食。结果表明: 1) 黄犏力巴牛终末体重和日增重均显著高于牦犏力巴牛( $P<0.05$ ), 且犏力巴公牛的日增重显著高于母牛( $P<0.001$ )。黄犏力巴牛的料重比显著低于牦犏力巴牛( $P<0.001$ ), 且犏力巴公牛的料重比具有低于母牛的趋势( $P=0.057$ ); 2) 黄犏力巴牛育肥前的体斜长和育肥后的胸围显著高于牦犏力巴牛( $P<0.05$ ); 3) 黄犏力巴牛宰前活重和胴体重显著高于牦犏力巴牛( $P<0.05$ ), 且犏力巴公牛的胴体重具有大于母牛的趋势( $P=0.084$ ); 4) 犏力巴牛牛肉的剪切力、熟肉率和失水率不受其父系、性别及其交互作用的影响( $P>0.10$ ); 5) 黄犏力巴牛的增重价值和育肥收入均显著高于牦犏力巴牛( $P<0.001$ ), 且公牛的增重价值和育肥收入显著高于母牛( $P<0.001$ )。综上所述, 在甘南州开展犏力巴牛的舍饲育肥工作是可行的, 其育肥经济效益排序为黄犏力巴公牛>黄犏力巴母牛>牦犏力巴公牛>牦犏力巴母牛。

**关键词:** 犏力巴牛; 父系; 生产性能; 肉品质; 经济效益; 舍饲育肥; 体尺指标

文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2024)06-1407-11

### Paternity and gender effects on the production and slaughter performance, meat quality, and economic benefit of fattening Galiba cattle

LI Yan<sup>1</sup>, NIU Xiaoying<sup>2</sup>, ZHU Xuxin<sup>1</sup>, HE Kelei<sup>3</sup>, DANG Zhi<sup>3</sup>, ZHOU Jianwei<sup>4</sup>

(1. Animal Husbandry Technology Promotion Station of Gansu Province, Lanzhou 730000, Gansu, China;

2. Animal Husbandry Technology Service Center of Gannan Tibetan Autonomous Prefecture, Hezuo 747000, Gansu, China;

3. Animal Husbandry workstation of Hezuo City, Hezuo 747000, Gansu, China;

4. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China)

**Abstract:** In this study, we aimed at investigating how different paternities and genders could affect Galiba cattle fattening-related production performance, slaughter performance, meat quality, and economic benefits in order to provide a theoretical basis for promoting the resource utilization efficiency in the case of this cattle breed and achieving precision animal husbandry in the Gannan Tibetan Autonomous Prefecture. Twelve healthy Huang-Galiba cattle and 12 healthy Mao-Galiba

收稿日期: 2023-12-14 接受日期: 2024-03-06

基金项目: 甘肃省农业农村厅科技项目(GNKJ-2021-42、GNKJ-2022-21)

第一作者: 李岩(1985-), 女, 甘肃民勤人, 高级畜牧师, 硕士, 主要从事畜牧技术推广工作。E-mail: 2806239131@qq.com

通信作者: 周建伟(1985-), 男, 浙江兰溪人, 研究员, 博士, 研究方向为藏系反刍家畜营养代谢与调控。E-mail: zhoujw@lzu.edu.cn

cattle (half male and half female), all aged 3 years old and with similar body weight  $[(151 \pm 9.2) \text{ kg}]$  were used in a  $2 \times 2$  factorial design study. The experimental diets consisted of concentrate and wheat straw: The concentrate was fed at  $2.50 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$  per cattle while wheat straw was supplied as a voluntary intake. We obtained the following results. First, the Huang-Galiba cattle final body weight and average daily gain (ADG) were higher than those of Mao-Galiba cattle ( $P < 0.05$ ), while the ADG in male Galiba cattle was beyond that of females ( $P < 0.001$ ). The feed-to-gain ratio (F/G) of Huang-Galiba cattle was lower than that of Mao-Galiba cattle ( $P < 0.001$ ), and the F/G of male Galiba cattle tended to remain below that of females ( $P = 0.057$ ). Second, the body diagonal length before the experiment and chest girth after Huang-Galiba cattle fattening were higher than those of Mao-Galiba cattle ( $P < 0.05$ ). Third, the Huang-Galiba cattle live (before slaughter) and carcass weights were beyond those of Mao-Galiba cattle ( $P < 0.05$ ), and the carcass weight of male Galiba cattle was higher than that of females ( $P = 0.084$ ). Fourth, Galiba meat shear force, cooked meat rate, and driage were not affected by paternity, gender, and their interactions ( $P > 0.10$ ). Finally, the economic value of Huang-Galiba cattle body weight gain and fattening income were bigger than that of Mao-Galiba cattle ( $P < 0.001$ ), while that of male Galiba cattle were higher than that of females ( $P < 0.001$ ). In conclusion, the Galiba cattle fattening strategy is feasible in Gannan Prefecture with the following economic benefit sequencing: Male Huang-Galiba > female Huang-Galiba > male Mao-Galiba > female Mao-Galiba.

**Keywords:** Galiba cattle; paternity; production performance; meat quality; economic benefit; feedlot fattening; body size

**Corresponding author:** ZHOU Jianwei E-mail: [zhoujw@lzu.edu.cn](mailto:zhoujw@lzu.edu.cn)

甘南藏族自治州地处青藏高原东北缘,是我国最重要的草地畜牧业生产基地之一,其中牦牛是该区域的主要当家畜种。犏牛是牦牛与黄牛经远缘杂交所生成的杂种后代,其在生产性能、肉乳品质、适应力及役用性等方面均高于牦牛<sup>[1]</sup>,杂种优势现象明显,因而犏牛培育一直受到当地牧民群众的青睐;但是公犏牛因生精异常而导致无法生育,仅雌犏牛具有繁殖后代的能力。杂力巴牛是公牦牛或者公黄牛与雌犏牛级进杂交生成的下一代杂种牛,通常冠以父系牛名的第一个字进行命名,即牦杂力巴牛或者黄杂力巴牛<sup>[2]</sup>。据调研,甘南州的杂力巴牛存栏数量约为4.2万头,其主要是以诱导雌犏牛怀孕泌乳为目的而附带所产生。然而,由于杂力巴牛存在“杂种解体”现象,以往普遍认为其在体型、生产性能上均低于亲本牦牛或者黄牛,故除少数用于制作血清外,大多数在刚出生时就被直接淘汰<sup>[3]</sup>,因此对于杂力巴牛的资源利用程度尚未充分挖掘。近年来研究发现,杂力巴牛肉不但具有高蛋白、低脂肪及矿物质丰富等特点,而且在嫩度、保水性等肉用品质上也优于牦牛肉,深受我国青藏高原及其毗邻地区消费市场的欢迎与推崇<sup>[1,4]</sup>。另外,随着高寒地区牧民思想的不断解放和养殖技术的蓬勃发展,杂力巴牛在舍饲条件下搭配科学的饲料配方和应用先进的饲养管理方法,其同样能够获得与牦牛相

当的生产性能,因而杂力巴牛将来可能会有非常广阔的饲养前景。研究表明,父本遗传基因是决定子代动物生产性能、肉品质及饲料转化效率的关键因素<sup>[5-6]</sup>,选择优异性状的种公牛进行配种繁育工作是目前我国肉牛行业中最常见的实用措施。此外,性别因素不但决定了动物拥有不同的生理构造,而且其性激素种类和分泌水平同样存在差异,进而影响生产性能、肉品质与经济收益<sup>[7]</sup>。基于此,本研究针对甘南藏族自治州杂力巴牛资源利用率低的养殖现状,借助舍饲育肥与屠宰试验,探究不同父系及性别对杂力巴牛生产性能、肉品质及养殖效益的影响,旨在为充分挖掘该畜种的潜在应用价值和拓宽农牧民增收渠道提供理论基础与科学依据,最终助力高原特色畜牧业实现高质量可持续发展。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验时间与地点

试验于2022年5月至8月在甘肃省甘南藏族自治州合作市繁宏牛羊养殖专业合作社(35°01'43.88" N, 102°57'52.93" E,海拔2 936 m)开展。

### 1.2 试验设计与饲养管理

试验采用 $2 \times 2$ 双因子设计,选取3周岁、体况相近、体重 $[(151 \pm 9.2) \text{ kg}]$ 的健康杂力巴牛24头,

其中牦力巴和黄力巴牛各 12 头(公母各半)。试验开始前对所有力巴牛逐只进行驱虫防疫处理。试验饲料由精料和粗料两部分构成,其中精料补充料购自临洮德华饲料有限公司,供应量为每头牛  $2.50 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$ ;粗料自由采食,为单一的小麦秸秆。试验饲料的原料组成与营养水平如表 1 所列,其中代谢能 (metabolizable energy, ME) 主要参考《中国饲料成分及营养价值表》<sup>[8]</sup>进行计算,即  $ME = 0.82 \times [0.209 \times CP + 0.322 \times EE + 0.084 \times CF + 0.002 \times NFE^2 + 0.046 \times NFE - 0.627]$ , 式中 CP 为粗蛋白 (crude protein, %), EE 为粗脂肪 (ether extract, %), CF 为粗纤维 (crude fiber, %), NFE 为无氮浸出物 (nitrogen free extract, %)。整个育肥试验共 100 d, 其中预试期 10 d, 正试期 90 d。所有试验牛系单栏(长  $2.5 \text{ m} \times$  宽  $1.5 \text{ m}$ ) 饲养, 饲料每天分两次定时饲喂(07:00 和 18:00), 自由饮水。饲喂过程采用先精后粗的投喂顺序, 优先保证精料补充料采食完全后再投喂粗料。在整个试验期间, 保持圈舍温度白天  $\geq 16 \text{ }^\circ\text{C}$ , 晚上  $\geq 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,

每隔 3 d 打扫一次圈舍, 保持圈舍清洁通风。

### 1.3 样品采集与指标测定

#### 1.3.1 饲料样品采集与养分测定

在整个试验期间, 每间隔 15 d 分别采集粗料和精料各 100 g; 待试验结束后, 将所有采集的饲料样品按精料和粗料分成两大类, 然后在  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  烘箱内烘干 48 h。烘干恒重后, 饲料样品用粉碎机 (FZ102, 中国) 粉碎, 过 1 mm 筛子, 装于自封袋中常温保存, 后续用于测定其概略养分。干物质 (dry matter, DM) 和粗灰分 (ash) 分别根据 GB/T 6435—2014 与 GB/T 6438—2007<sup>[9-10]</sup> 利用全自动水分灰分分析仪 (Prep ASH-229, 瑞士) 进行测定; 中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维主要参照 Van Soest 等<sup>[11]</sup> 的方法使用半自动纤维分析仪 (A200i, 美国) 进行测定; CP 含量根据 GB/T 6432—2018<sup>[12]</sup> 使用半自动凯氏定氮分析仪 (Kjeltec-8200, 丹麦) 进行测定; EE 含量根据 GB/T 6433—2006<sup>[13]</sup> 使用全自动脂肪分析仪 (XT15i, 美国) 进行测定。

表 1 饲料原料组成与营养水平

Table 1 Experimental diet ingredients and chemical compositions

原料成分 Ingredient	小麦秸秆 Wheat straw	精料 Concentrate	营养水平 Nutrient level	小麦秸秆 Wheat straw	精料 Concentrate
玉米 Corn/%	—	56.0	干物质 Dry matter/%	92.21	90.59
豆粕 Soybean meal/%	—	9.8	粗蛋白质 Crude protein/%	4.30	16.22
棉籽粕 Cottonseed meal/%	—	9.2	中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber/%	78.82	20.27
麦芽根 Barley malt sprout/%	—	10.0	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber/%	46.33	10.61
玉米蛋白粉 Corn gluten meal/%	—	9.0	粗脂肪 Ether extract/%	1.67	3.27
大豆油 Soybean oil/%	—	1.0	灰分 Ash/%	9.52	6.00
氯化钠 NaCl/%	—	1.0	代谢能 Metabolizable energy <sup>2)</sup> /(MJ·kg <sup>-1</sup> )	6.09	9.98
碳酸氢钠 NaHCO <sub>3</sub> /%	—	1.5			
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub> /%	—	1.0			
氯化镁 MgCl <sub>2</sub> /%	—	0.5			
预混料 Premix <sup>1)</sup> /%	—	1.0			
合计 Total/%	—	100.0			

<sup>1)</sup>为每千克预混料提供: VA 150 000 IU、VD3 30 000 IU、VE 600 IU、VK<sub>3</sub> 10 mg、VB<sub>1</sub> 10 mg、VB<sub>2</sub> 28 mg、VB<sub>12</sub> 100 μg、VB<sub>9</sub> 4 mg、VB<sub>3</sub> 200 mg、VB<sub>5</sub> 50 mg、VB<sub>7</sub> 2 mg、碘 16.5 mg、硒 6 mg、钴 4 mg、铜 0.2 g、铁 2.25 g、锌 1.1 g、钙 130 g、磷 21 g、镁 15.5 g、锰 1.6 g。<sup>2)</sup>代谢能根据中国饲料成分及营养价值表进行计算, 其余为实测值。

<sup>1)</sup> The premix provided the following per kg components: Vitamin A 150 000 IU, Vitamin D3 30 000 IU, Vitamin E 600 IU, Vitamin K<sub>3</sub> 10 mg, Vitamin B<sub>1</sub> 10 mg, Vitamin B<sub>2</sub> 28 mg, Vitamin B<sub>12</sub> 100 μg, Vitamin B<sub>9</sub> 4 mg, Vitamin B<sub>3</sub> 200 mg, Vitamin B<sub>5</sub> 50 mg, Vitamin B<sub>7</sub> 2 mg, I 16.5 mg, Se 6 mg, Co 4 mg, Cu 0.2 g, Fe 2.25 g, Zn 1.1 g, Ca 130 g, P 21 g, Mg 15.5 g, and Mn 1.6 g. <sup>2)</sup> ME was calculated according to the Tables of Feed Composition and Nutrition Values in China, while the others were measured values.

### 1.3.2 生长性能、采食量及料重比

分别在试验开始前与结束后,连续 3 d 晨饲前对所有试验牛进行空腹称重并记录数据,以计算平均日增重 (average daily gain, ADG)。在整个试验期,每天记录试验牛的投喂量,于次日晨饲前清理料槽并记录其剩料量,据此可计算干物质采食量 (dry matter intake, DMI), 并且进一步可得到料重比 (feed/gain, F/G)。

### 1.3.3 体尺测量

参考 Ozkaya 和 Bozkurt<sup>[14]</sup> 的方法,在试验开始前与结束后,使用皮尺测量所有犂力巴牛的体高、体斜长、胸围和管围数据并记录在册。

### 1.3.4 屠宰性能

育肥试验结束后,所有试验牛运送至附近的屠宰场进行集中屠宰。屠宰前禁食 24 h, 禁水 2 h。屠宰性能的测定主要参考 Ma 等<sup>[15]</sup> 的方法,具体计算公式如下:

胴体重 = 宰前活重 - [头重 + 蹄重 + 皮重 + 尾重 + 内脏 (保留肾脏及其周围脂肪) 重];

屠宰率 = (胴体重/宰前活重) × 100%。

试验牛胴体劈半后,在第 12—13 根肋骨间使用硫酸纸绘制出背最长肌的横切面轮廓,并据此来计算眼肌面积,具体测定方法参照文献 [16-17]。

### 1.3.5 肉品质

试验牛屠宰后,采集其左侧胴体背最长肌,剔除肉块表面的皮下脂肪及结缔组织,用于测定肉品失水率,测定方法主要参考 NY/T 1333—2007《畜禽肉质的测定》<sup>[18]</sup>,剪切力测定方法主要参考 NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定剪切力测定法》<sup>[19]</sup>。

熟肉率的主要测定方法:将处理后的背最长肌肉样分为大小相同的 3 小块,称重并记录为  $W_1$ ,接着放在 80 °C 水浴锅中蒸煮 30~45 min,煮熟后取出冷却至室温,用吸水纸吸干表面水分后再次称重,并记录为  $W_2$ ,最后根据公式 (熟肉率 =  $W_2 / W_1 \times 100\%$ ) 进行计算。

失水率的主要测定方法:采集试验牛的背最长肌 1 份,再利用直径为 2.52 cm 的圆形取样器顺肌纤维方向切入,取中心厚度约为 1 cm 样品一块,立即用天平进行称重 ( $m_1$ ),接着在该肉样横截面上下各覆盖 18 层定性滤纸,置于压力计上,匀速加压至 35.0 kg,保持 5 min,撤去压力后,将肉样再次进行

称重 ( $m_2$ ),最后根据公式 [失水率 =  $(m_1 - m_2) / m_1 \times 100\%$ ] 进行计算。

剪切力的主要测定方法:将剔除筋膜及表面脂肪的背最长肌样品 (约 5.0 cm 左右厚度) 置于 80 °C 水浴锅中加热,待肉块中心温度达到 70 °C 左右时,取出肉样并冷却至室温,接着用滤纸吸干其表面水分,顺着肌纤维方向利用圆形取样器 (直径 1.27 cm) 切入取样,在垂直该肉块肌纤维方向使用嫩度仪 (TA-X12 型) 刀片进行横切,获得的峰值数据即为剪切力。

### 1.3.6 经济效益分析

在整个育肥试验期间,饲粮根据先精后粗的方式进行投料,每头试验牛饲喂 2.50 kg·d<sup>-1</sup> 的精料被完全采食,同时也记录了其粗料的饲喂量和剩料量,而试验当年的小麦秸秆市场价格为 1.20 yuan·kg<sup>-1</sup>,该精料补充料价格为 3.75 yuan·kg<sup>-1</sup>,据此可计算得到试验牛所消耗的饲料成本。根据试验牛的增重与屠宰率以及带骨牛肉市场价格 (60.0 yuan·kg<sup>-1</sup>),计算可得育肥增重价值,在不计劳动力成本的情况下,最终可初步评估其育肥经济效益。

## 1.4 数据统计与分析

本研究采用的是 2 × 2 双因素试验设计,固定因子分别是犂力巴牛的父亲系 (黄牛与牦牛) 和性别 (公牛与母牛)。试验数据使用 Excel 2016 进行初步整理后,通过 SAS 9.2 软件进行双因素方差分析 (Two-way ANOVA)。数据的统计分析模型为:  $Y = \mu + P + G + (P \times G) + E_0$ , 其中  $Y$  代表因变量,  $\mu$  代表平均值,  $P$  代表犂力巴牛父亲系的效应,  $G$  代表犂力巴牛性别的效应,  $P \times G$  代表犂力巴牛父亲系与性别的交互作用,  $E_0$  代表残差。当  $P < 0.05$  时表示差异显著,  $0.05 \leq P < 0.10$  时表示有趋势,  $P \geq 0.10$  时表示差异不显著。

## 2 结果

### 2.1 犂力巴牛的采食量、生长性能与料重比

如表 2 所列,试验牛初始体重较为接近,但是黄犂力巴牛终末体重显著高于牦犂力巴牛 ( $P < 0.05$ ),从而造成黄犂力巴牛的平均日增重显著高于牦犂力巴牛 ( $P < 0.001$ ),并且犂力巴公牛的平均日增重显著高于母牛 ( $P < 0.001$ )。另外,饲粮干物质

表 2 不同父系和性别对力巴牛生产性能的影响  
Table 2 Effects of different paternities and genders on Galiba cattle production performance

项目 Item	牦力巴 Mao-Galiba		黄力巴 Huang-Galiba		SEM	<i>P</i>		
	♂	♀	♂	♀		父系 Paternity	性别 Gender	交互 Interaction
初始体重 Initial body weight/kg	148	142	160	153	9.20	0.159	0.431	0.990
终末体重 Final body weight/kg	205	194	231	215	10.20	0.012	0.115	0.738
干物质采食量 Dry matter intake/(kg·d <sup>-1</sup> )	7.19	6.88	7.43	7.15	0.34	0.131	0.085	0.900
平均日增重 Average daily gain/(g·d <sup>-1</sup> )	630	577	798	686	23.90	< 0.001	< 0.001	0.112
料重比 Feed/gain	12.3	12.8	10.0	11.3	0.61	< 0.001	0.057	0.230

采食量在牦力巴和黄力巴牛之间无差异 ( $P > 0.10$ ), 而力巴公牛采食量具有高于母牛的趋势 ( $P = 0.085$ )。黄力巴牛料重比显著低于牦力巴牛 ( $P < 0.001$ ), 且力巴公牛的料重比具有低于其母牛的趋势 ( $P = 0.057$ )。

## 2.2 育肥前后力巴牛体尺指标

在育肥前, 黄力巴牛的体斜长显著高于牦力巴牛 ( $P < 0.01$ ) (表 3); 在育肥后, 黄力巴牛的胸围显著大于牦力巴牛 ( $P < 0.05$ ), 且力巴公牛的胸围具有大于其母牛的趋势 ( $P = 0.087$ )。其余体尺指标在育肥前后均不受其父系、性别及其交互作用的影响 ( $P > 0.10$ )。

## 2.3 力巴牛屠宰性能和肉品质

黄力巴牛的胴体重显著高于牦力巴牛 ( $P < 0.001$ ), 且力巴公牛的胴体重具有高于母牛的趋势 ( $P = 0.084$ ) (表 4)。然而, 力巴牛的屠宰率、眼肌面积、剪切力、熟肉率和失水率均不受其父系、性别以及交互作用的影响 ( $P > 0.10$ )。

## 2.4 力巴牛育肥经济效益

在整个育肥试验期间, 力巴牛的饲料成本基本相近, 不受其父系、性别及其交互作用的影响 ( $P > 0.10$ ) (表 5)。然而, 黄力巴牛的增重价值与育肥收入显著高于牦力巴牛 ( $P < 0.001$ ), 并且力巴公牛的增重价值与育肥收入也显著高于母牛 ( $P < 0.01$ )。

表 3 不同父系和性别对力巴牛体尺指标的影响  
Table 3 Effects of different paternities and genders on Galiba cattle body size

项目 Item	牦力巴 Mao-Galiba		黄力巴 Huang-Galiba		SEM	<i>P</i>		
	♂	♀	♂	♀		父系 Paternity	性别 Gender	交互 Interaction
育肥前 Before fattening								
体斜长 Body oblique length/cm	56.7	52.0	71.8	68.6	6.50	< 0.01	0.272	0.825
体高 Body height/cm	104	101	107	103	3.70	0.505	0.270	0.838
胸围 Chest circumference/cm	137	128	143	135	5.60	0.730	0.642	0.595
管围 Cannon circumference/cm	25.7	23.4	26.9	24.8	2.64	0.326	0.157	0.737
育肥后 After fattening								
体斜长 Body oblique length/cm	123	120	128	124	7.00	0.175	0.364	0.841
体高 Body height/cm	102	105	107	105	6.40	0.584	0.942	0.529
胸围 Chest circumference/cm	154	149	164	158	4.80	0.029	0.087	0.831
管围 Cannon circumference/cm	33.6	33.7	34.6	34.5	3.17	0.826	0.757	0.732

表4 不同父系和性别对杂力巴牛屠宰性能和肉品质的影响  
Table 4 Effects of different paternities and genders on Galiba cattle slaughter performance and meat quality

项目 Item	牦力巴 Mao-Galiba		黄杂力巴 Huang-Galiba		SEM	P		
	♂	♀	♂	♀		父系 Paternity	性别 Gender	交互 Interaction
宰前活重 Live weight before slaughter/kg	204	195	233	215	10.20	0.012	0.115	0.738
胴体重 Carcass weight/kg	106	99	121	113	7.80	<0.001	0.084	0.786
屠宰率 Dressing percentage/%	51.9	50.8	51.9	52.6	0.95	0.130	0.268	0.451
眼肌面积 Loin muscle area/cm <sup>2</sup>	68.2	67.3	68.8	69.1	1.36	0.180	0.672	0.348
剪切力 Shear force/kg	6.95	7.09	7.09	6.97	0.36	0.866	0.882	0.516
熟肉率 Cooked meat rate/%	65.3	65.8	66.2	65.0	2.36	0.902	0.767	0.513
失水率 Driage/%	23.6	22.8	22.8	23.3	1.28	0.808	0.830	0.361

表5 不同父系和性别对杂力巴牛育肥经济效益的影响  
Table 5 Effects of different paternities and genders on Galiba cattle economic benefits

项目 Item	牦力巴 Mao-Galiba		黄杂力巴 Huang-Galiba		SEM	P		
	♂	♀	♂	♀		父系 Paternity	性别 Gender	交互 Interaction
饲料成本 Feed cost/(yuan·head <sup>-1</sup> )	1409	1374	1435	1405	24.6	0.225	0.142	0.743
增重价值 Economic value of weight gain/(yuan·head <sup>-1</sup> )	1759	1585	2253	1932	80.4	<0.001	<0.001	0.342
育肥收入 Economic income of fattening/(yuan·head <sup>-1</sup> )	350	211	818	527	67.5	<0.001	<0.01	0.127

### 3 讨论

#### 3.1 不同父系和性别对杂力巴牛生长性能、料重比以及体尺指标的影响

杂力巴牛是牦牛的杂种后代,其一直以来都是参照牦牛进行饲养管理;由于常年在高寒草地上自然放牧而没有任何补饲,杂力巴牛的体重随着牧草季节性枯荣交替而呈现“夏壮、秋肥、冬瘦、春乏”的恶性循环,生产效率十分低下。本研究中,杂力巴牛的初始体重不受父系及性别因素的影响,这可能是由于其前期在自然放牧条件下遭受了饲草匮乏的境遇而导致生长发育受阻,从而造成试验牛不同遗传基因所决定的生产潜力未能得到充分发挥。前期的相关研究也发现,若饲粮营养供应不足,即使是优良品种的肉牛也无法发挥其应有的生产潜力<sup>[20]</sup>。在舍饲育肥条件下,饲粮及其养分供给充足,黄杂力巴牛的终末体重和平均日增重都显著高于牦杂

力巴牛,说明前者在生产性能相关的遗传基因方面更具优势,可能更多地继承了黄牛高生产性能的优良特征<sup>[21]</sup>。杂力巴公牛的日增重显著高于母牛,这与其他品种肉牛的育肥结果相一致<sup>[22-24]</sup>,其原因是公牛分泌的雄性激素可以促进其机体的生长发育,从而展现出更快的生长速度。本研究中,杂力巴牛的日增重为577~798 g·d<sup>-1</sup>,与牦牛在中高营养条件下的舍饲育肥效果(446~770 g·d<sup>-1</sup>)基本相当<sup>[25]</sup>,因此杂力巴牛也具有一定的饲养价值。料重比是畜牧业中用于衡量饲料转化效率的重要指标,黄杂力巴牛较牦杂力巴牛具有更低的料重比,表明前者的饲料转化效率更高,但是即使是后者,其饲料利用效率也基本接近中低营养水平下育肥牦牛的料重比<sup>[26]</sup>。

体尺数据能够直观地反映出动物体格大小、躯体结构和生长状况<sup>[27-28]</sup>,也能间接反映家畜组织器官的发育水平与生理机能<sup>[29-30]</sup>,因此体尺测量在反刍动物的生产实践和繁殖育种中有着广泛应用。在

肉牛体重估测模型中,一般常选用体斜长、胸围和体高作为主要体尺指标<sup>[31]</sup>,因为它们与体重间存在密切的正相关关系<sup>[32-33]</sup>。本研究中,育肥前黄犏力巴牛的体斜长显著高于牦犏力巴牛,但是体高、胸围和管围在两组间无差异,表明前者具有更大的体格,而黄犏力巴牛体重虽然上高于牦犏力巴牛,但是没有达到显著水平。李红梅等<sup>[34]</sup>在犏力巴犏牛的调研中也发现,黄犏力巴犏牛的体斜长显著高于牦犏力巴犏牛,但是体高、胸围和管围在两组间无差异,这与本研究结果相一致。育肥后,黄犏力巴牛的胸围显著大于牦犏力巴牛,并且犏力巴公牛的胸围也有大于母牛的趋势,这与终末体重和日增重相吻合,该结果说明胸围可以作为预测舍饲育肥条件下犏力巴牛体重的一个关键指标。类似地,吴锦波等<sup>[35]</sup>在三江牛上的研究也发现,在所有体尺指标中,胸围与体重的相关性系数最高。

### 3.2 不同父系和性别对犏力巴牛屠宰性能、肉品质以及经济效益的影响

屠宰性能反映了家畜肌肉组织中营养物质的沉积情况,与养殖效益密切相关<sup>[36]</sup>,其中胴体重、屠宰率及眼肌面积是衡量家畜产肉能力的重要指标<sup>[37-39]</sup>。经过90 d的舍饲育肥,黄犏力巴牛的宰前活重和胴体重均高于牦犏力巴牛,这表明黄犏力巴牛在产肉能力和饲料养分沉积方面表现更加出色,展现出更好的育肥效果。本研究中,犏力巴牛的屠宰率在50.8%~52.6%,与周琪等<sup>[40]</sup>在犏力巴牛上所报道的(53.8%~54.6%)接近,且与九龙牦牛的屠宰率相当(48.5%~55.0%)<sup>[41]</sup>,但显著低于西门塔尔等优良品种肉牛的屠宰率(56%~60%)<sup>[42]</sup>。然而,前期的文献中报道6月龄犏力巴犏牛的屠宰率仅为39.8%~45.2%<sup>[3-4]</sup>,显著低于本研究中3周岁犏力巴牛的,推测其原因可能是由于年龄不同所造成。类似地,在其他肉牛上的研究也发现,屠宰率随着动物年龄增大而提高<sup>[43]</sup>。

肉嫩度通常用剪切力来表示,剪切力越小则嫩度越好,而且肉嫩度在一定程度上直接决定了消费者的购买意愿。研究表明,嫩度主要受肉中结缔组织含量与分布、肌纤维直径、肌内脂肪和肌浆蛋白质含量的影响<sup>[44]</sup>。根据剪切力大小,Sullivan和Calkins<sup>[45]</sup>划分了消费者对肉品嫩度的喜好程度,即喜欢(<4.0 kg)、可接受(4.1~5.2 kg)和不喜欢(>5.3

kg)。本研究中犏力巴牛肉的剪切力不受父系和性别因素的影响,在6.95 g~7.09 kg,与周琪等<sup>[40]</sup>报道的(6.58~7.17 kg)接近,但是均处于消费者不喜欢的嫩度范畴。Liu等<sup>[46]</sup>研究发现放牧与舍饲育肥牦牛牛肉的剪切力分别是10.88和8.76 kg,显著大于本研究中犏力巴牛的剪切力,因此犏力巴牛牛肉相较牦牛牛肉在肉品质上更容易被消费者所接受。失水率和熟肉率是衡量肉品持水能力的关键指标。肉的失水过程会伴随着水溶性蛋白质、维生素和其他营养物质的损失<sup>[47]</sup>,因此失水率和熟肉率与肉的风味、多汁性、营养成分以及市场盈利直接相关,失水率越小、熟肉率越高,则肉品质越好。在本研究中,犏力巴牛的失水率是22.8%~23.6%,与周琪等<sup>[40]</sup>报道的(22.9%~23.1%)接近;然而后者的熟肉率仅为55.0%~55.8%,明显低于本研究的65.0%~66.2%,这说明本研究条件下育肥获取的犏力巴牛肉在加工过程中损失更小,从而市场盈利将更多。

饲料费用支出一般占畜禽养殖总成本的60%~80%<sup>[48]</sup>,所以该项成本的高低是决定能否盈利的关键。本研究中,精饲料限量供给而粗饲料自由采食,干物质采食量在各试验组间基本无差异;根据市场价格进行成本核算,发现犏力巴牛在育肥期间的饲料成本支出不受其父系和性别因素的影响。由于黄犏力巴牛的生产性能显著高于牦犏力巴牛,公牛的生产性能显著高于母牛,并且饲料成本支出无差异,这也就造成黄犏力巴牛增重价值和育肥收入高于牦犏力巴牛,公牛的增重价值和育肥收入高于母牛,养殖经济效益排序为黄犏力巴公牛>黄犏力巴母牛>牦犏力巴公牛>牦犏力巴母牛。张金山等<sup>[32]</sup>对美新杂交褐牛、新疆褐牛和西门塔尔牛进行为期120 d的育肥试验,结果显示其育肥收入分别是435、79和228 yuan·头<sup>-1</sup>,这与本研究中牦犏力巴牛的育肥收入相当,而显著低于黄犏力巴公牛(818 yuan·头<sup>-1</sup>)与母牛(527 yuan·头<sup>-1</sup>)。由此可见,在甘南州对犏力巴牛进行舍饲育肥是可行的,特别是黄犏力巴牛,其能够获得较为可观的经济收益。

## 4 结论

在本研究条件下,黄犏力巴牛的生产性能和屠宰性能优于牦犏力巴牛,且公牛较母牛具有更好的饲养效果,其育肥经济效益排序为黄犏力巴公牛>黄犏力巴母牛>牦犏力巴公牛>牦犏力巴母牛。另



外, 试验结果也表明, 在甘南州实施杂力巴牛的舍饲育肥策略是可行的, 这对提升该畜种的应用价值、拓宽牧民增收渠道以及助力高原特色畜牧业发展具有重要意义。

### 参考文献 References:

- [1] 石红梅, 虎淑贞, 丁考仁青, 李鹏霞, 才让闹日, 马登录, 马忠涛, 高尕, 万玛吉, 牛晓丽. 甘南州犏牛产业发展思考. 中国牛业科学, 2019, 45(4): 53-54.  
SHI H M, HU S Z, Dingkaorenqing, LI P X, Cairangnaori, MA D L, MA Z T, GAO G, WAN M J, NIU X L. Reflections on the development of the cattle-yak industry in Gannan state. Chinese Cattle Science, 2019, 45(4): 53-54.
- [2] 马桂琳, 杨勤, 万玛吉, 张潭英, 李红梅, 赵元芳, 宫玉霞, 杨江海, 丁考仁青, 蔺成友. 不同品种杂力巴犏牛育肥效果观测. 中国牛业科学, 2015, 41(5): 19-21.  
MA G L, YANG Q, WAN M J, ZHANG T Y, LI H M, ZHAO Y F, GONG Y X, YANG J H, Dingkaorenqing, LIN C Y. Fatted effect observation of different varieties of "Galiba" calf. Chinese Cattle Science, 2015, 41(5): 19-21.
- [3] 杨振, 石生光, 姬万虎, 庞生久, 杨银芳, 杨小丽, 郭丽, 王润丽, 牟艳, 郝恩强. 牦牛与黄牛杂交 F<sub>2</sub> 代犏牛生长发育相关指标分析. 中国畜牧兽医文摘, 2012, 28(1): 46.  
YANG Z, SHI S G, JI W H, PANG S J, YANG Y F, YANG X L, GUO L, WANG R L, MOU Y, HAO E Q. Analysis of growth and development related indicators of F<sub>2</sub> generation calves from yak-cattle hybrids. Chinese Abstracts of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2012, 28(1): 46.
- [4] 刘汉丽, 马桂琳, 杨勤, 张红霞, 李红梅, 万玛吉, 赵元芳, 蔺成友, 文志平, 丁考仁青, 张潭瑛, 宫玉霞, 田原. 优质杂力巴牛生产模式及肉品质分析. 中国牛业科学, 2015, 41(4): 28-30.  
LIU H L, MA G L, YANG Q, ZHANG H X, LI H M, WAN M J, ZHAO Y F, LIN C Y, WEN Z P, Dingkaorenqing, ZHANG T Y, GONG Y X, TIAN Y. The analysis of Galiba cattle production model and its meat quality. Chinese Cattle Science, 2015, 41(4): 28-30.
- [5] GRITSENKO S, RUCHAY A, KOLPAKOV V, LEBEDEV S, GUO H, PEZZUOLO A. On-barn forecasting beef cattle production based on automated non-contact body measurement system. *Animals*, 2023, 13(4): 611.
- [6] WANG Y J, WANG Z S, HU R, PENG Q H, XUE B, WANG L Z. Comparison of carcass characteristics and meat quality between Simmental crossbred cattle, cattle-yaks, and Xuanhan yellow cattle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2020, 101(9): 3927-3932.
- [7] 庄蕾, 黄伟华, 刘梦, 韩翠, 张艳, 吴森. 性别对早胜牛牛肉品质的影响研究. 青海大学学报, 2021, 39(6): 59-64.  
ZHANG L, HUANG W H, LIU M, HAN C, ZHANG Y, WU S. Study on the influence of sex on the meat quality of Zaosheng cattle. *Journal of Qinghai University*, 2021, 39(6): 59-64.
- [8] 中国饲料成分及营养价值表 (第 32 版). 中国饲料, 2021(23): 98-107.  
Tables of feed composition and nutritive values in China (32nd Edition). *China Feed*, 2021(23): 98-107.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 6435—2014 饲料中水分的测定. 北京: 中国标准出版社, 2015.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Determination of Moisture in Feed Stuffs: GB/T6435—2014. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T6438—2007 饲料中粗灰分的测定. 北京: 中国标准出版社, 2007.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Determination of Crush ash in Feed Stuffs: GB/T6438—2007. Beijing: Standards Press of China, 2007.

- [11] VAN SOEST P J, ROBERTSON J B, LEWIS B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 1991, 74(10): 3583-3597.
- [12] 中华人民共和国国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T6432—2018 饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法. 北京: 中国标准出版社, 2018.  
State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the People's Republic of China. Determination of Crude Protein in Feeds—Kjeldahl Method: GB/T 6432—2018. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T6433—2006 饲料中粗脂肪的测定. 北京: 中国标准出版社, 2006.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Determination of Crude fat in Feeds: GB/T6433—2006. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [14] OZKAYA S, BOZKURT Y. The accuracy of prediction of body weight from body measurements in beef cattle. *Archives Animal, Breeding*, 2009, 52(4): 371-377.
- [15] MA Z Y, ZHAO Z W, WANG H C, ZHOU J W, ZHANG C F. Effect of supplementary levels of rumen-protected lysine and methionine on growth performance, carcass Traits, and meat quality in feedlot yaks (*Bos grunniens*). *Animals*, 2021, 11(12): 3384.
- [16] 中华人民共和国农业部. NY/T2660—2014 肉牛生产性能测定技术规范. 北京: 中国农业出版社, 2014.  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Technical Specification of Beef Cattle Performance Test: NY/T 2660—2014. Beijing: China Agriculture Press, 2014.
- [17] 韩静, 陈龙宾, 王丽学, 于化福, 李宁, 刘景喜. 紫玉米及其秸秆对育肥牛生长性能及肉质影响的研究. *天津农业科学*, 2023, 29(S1): 29-33, 37.  
HAN J, CHEN L B, WANG L X, YU H F, LI N, LIU J X. Effects of purple corn and its straw on meat quality of beef cattle. *Tianjin Agricultural Sciences*, 2023, 29(S1): 29-33, 37.
- [18] 中华人民共和国农业部. NY/T 1333—2007 畜禽肉质的测定. 北京: 中国标准出版社, 2007.  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Determination of Livestock and Poultry Meat Quality: NY/T 1333—2007. Beijing: Standards Press of China, 2007.
- [19] 中华人民共和国农业部. NY/T 1180—2006 肉嫩度的测定剪切力测定法. 北京: 中国农业出版社, 2006.  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Determination of Meat Tenderness Shear Force Method: NY/T 1180—2006. Beijing: Standards Press of China, 2007.
- [20] 程财. 乌拉盖草原牧草营养价值评定及不同饲喂水平对肉牛生产性能的影响. 呼和浩特: 内蒙古农业大学硕士论文, 2019.  
CHENG C. Nutritional value assessment and different feeding levels of forage grass in Wulagai grassland effect on the performance of beef cattle. Master Thesis. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2019.
- [21] LIU X J, YANG Z M, YANG J F, WANG D Y, NIU J Z, BAI B Q, SUN W, MA S K, CHENG Y F, HAO L Z. A comparative study of growth performance, blood biochemistry, rumen fermentation, and ruminal and fecal bacterial structure between yaks and cattle raised under high concentrate feeding conditions. *Microorganisms*, 2023, 11(10): 2399.
- [22] MARCONDES M I, VALADARES FILHO S D C, PAULINO P V R, DETMANN E, PAULINO M F, DINIZ L L, SANTOS T R. Performance of animals fed individually or in groups and carcass traits of Nelore cattle from three sexual classes. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 2008, 37(12): 2243-2250.
- [23] BUREŠ D, BARTOŇ L. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science*, 2012, 63(1): 34-43.
- [24] SÁNCHEZ D, MARTI S, VERDÚ M, GONZÁLEZ J, FONT-I-FURNOLS M, DEVANT M. Characterization of three different mediterranean beef fattening systems: performance, behavior, and carcass and meat quality. *Animals*, 2022, 12(15): 1960.
- [25] KANG K, MA J, WANG H Z, WANG Z S, PENG Q H, HU R, ZOU H W, BAO S K, ZHANG W H, SUN B Z. High energy diet improves growth performance, meat quality and gene expression related to intramuscular fat deposition in finishing yaks raised by

- barn feeding. *Veterinary Medicine and Science*, 2020, 6(4): 755-765.
- [26] 甘水燕, 刘红山, 裴成芳, 吴刀才让, 周建伟, 李发弟. 低精料舍饲育肥条件下牦牛与黄牛生长性能、养分消化、瘤胃发酵和血液生理指标的对比研究. *动物营养学报*, 2023, 35(1): 369-379.
- GAN S Y, LIU H S, PEI C F, Wudaozhicairang, ZHOU J W, LI F D. Comparison study of growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood physiological indexes between yaks (*Bos grunniens*) and cattle (*Bos taurus*) under low concentrate barn fattening. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2023, 35(1): 369-379.
- [27] YANG G Y, XU X S, SONG L, ZHANG Q R, DUAN Y C, SONG H B. Automated measurement of dairy cows body size via 3D point cloud data analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022, 200: 107218.
- [28] 陈宏福, 韦体, 张俊松, 徐红伟, 高丹丹, 曹忻, 蔡勇, 杨具田, 王瑞, 郭鹏辉. 兰州大尾羊体重和体尺性状适宜预测模型. *草业科学*, 2023, 40(6): 1648-1655.
- CHEN H F, WEI T, ZHANG J S, XU H W, GAO D D, CAO X, CAI Y, YANG J T, WANG R, GUO P H. A suitable prediction model of body weight and trait measurements of Lanzhou fat-tailed sheep. *Pratacultural Science*, 2023, 40(6): 1648-1655.
- [29] 王德辉, 王勇, 付照武, 李富祥. 不同品种·系统后备绵羊零死亡率模式的效益评价. *安徽农业科学*, 2015, 43(24): 116-118, 121.
- WANG D H, WANG Y, FU Z W, LI F X. Effectiveness evaluation of zero mortality model of different breed and system reserve sheep. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2015, 43(24): 116-118, 121.
- [30] 杨燕, 王冠东, 吕慎金, 李馥霞, 李付武, 张庆国. 沂蒙黑山羊成年母羊体重及体尺性状的回归分析. *中国草食动物科学*, 2017, 37(6): 17-19.
- YANG Y, WANG G D, LYU S J, LI F X, LI F W, ZHANG Q G. Regression analysis on body weight and body measurement in Yimeng black goat. *Chinese Herbivore Science*, 2017, 37(6): 17-19.
- [31] 杨文章, 岳文斌. 肉牛养殖综合配套技术. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- YANG W Z, YUE W B. *Comprehensive Supporting Technology for Beef Cattle Breeding*. Beijing: China Agriculture Press, 2001.
- [32] 张金山, 颜庭生, 闫向民, 杜玮, 李红波, 周振勇, 李娜, 张扬. 不同肉牛品种生长发育及育肥效果试验. *中国畜禽种业*, 2012, 8(7): 55-57.
- ZHANG J, YAN T S, YAN X M, DU W, LI H B, ZHOU Z Y, LI N, ZHANG Y. Experiment on growth, development and fattening effects of different beef cattle breeds. *The Chinese Livestock and Poultry Breeding*, 2012, 8(7): 55-57.
- [33] 赵东祥, 王楷, 和晓明, 陆颖, 方云霞, 梁昌兴, 何祖春, 刘萍丹, 岳丹, 邓卫东, 席冬梅. 文山高峰牛母牛体重与体尺的相关性分析. *中国牛业科学*, 2023, 49(1): 46-51.
- ZHAO D X, WANG K, HE X M, LU Y, FANG Y X, LIANG C X, HE Z C, LIU P D, YUE D, DENG W D, XI D M. Correlation analysis between body weight and body size of Wenshan cattle. *Chinese Cattle Science*, 2023, 49(1): 46-51.
- [34] 李红梅, 马桂琳, 刘汉丽, 杨勤, 丁考仁青, 蔺成友, 张红霞, 文志平, 张潭瑛, 赵元芳, 宫玉霞, 万玛吉. 不同品种犏力巴犏牛屠宰试验对比研究. *中国牛业科学*, 2015, 41(4): 18-20.
- LI H M, MA G L, LIU H L, YANG Q, Dingkaorenqing, LIN C Y, ZHANG H X, WEN Z P, ZHANG T Y, ZHAO Y F, GONG Y X, WAN M J. Comparative study of Galiba cattle slaughter test of different breeds. *Chinese Cattle Science*, 2015, 41(4): 18-20.
- [35] 吴锦波, 何世明, 蹇尚林, 胡红春, 钟金城, 苏元君, 刘建, 何鸣, 冉强, 蒙欣. 三江牛体重与体尺的测定与相关性分析. *中国牛业科学*, 2017, 43(1): 14-17.
- WU J B, HE S M, JIAN S L, HU H C, ZHONG J C, SU Y J, LIU J, HE M, RAN Q, MENG X. Detction and correlation analysis of body weight and body size indexes for Sanjiang cattle. *Chinese Cattle Science*, 2017, 43(1): 14-17.
- [36] 周力, 李雪清, 李鹏翔, 侯生珍, 桂林生. 不同青贮饲料对欧拉型藏羊生长性能、屠宰性能和经济效益的影响. *饲料研究*, 2020, 43(10): 5-8.
- ZHOU L, LI X Q, LI P C, HOU S Z, GUI L S. Effect of different silage on growth performance, slaughter performance and economic benefit of Oula Tibetan sheep. *Feed Research*, 2020, 43(10): 5-8.
- [37] 程光民, 陈凤梅, 刘公言, 伏桂华, 王成森, 周全州, 徐相亭. 全株玉米青贮中植物乳杆菌及其与尿素混合添加对杜泊绵羊生长性能、屠宰性能及肌肉品质的影响. *动物营养学报*, 2019, 31(12): 5857-5865.

- CHENG G M, CHEN F M, LIU G Y, FU G H, WANG C S, ZHOU Q Z, XU X T. Effects of *Lactobacillus plantarum* and it mixed with urea added in whole corn silage on growth performance, slaughter performance and muscle quality of Dorper sheep. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31(12): 5857-5865.
- [38] 赵雨薇, 任春环, 赵梦宇, 唐俊, 张子军, 黄榭锋. 放牧与舍饲对育肥羊生产性能及肉品质的影响. *草业科学*, 2023, 40(4): 1069-1082.
- ZHAO Y W, REN C H, ZHAO M Y, TANG J, ZHANG Z J, HUANG Y F. Research progress on the regulation of pasture fattening and stall fattening on production performance and meat quality of fattening sheep. *Pratacultural Science*, 2023, 40(4): 1069-1082.
- [39] 周力, 侯生珍, 吴振岭, 孙胜男, 阮珍珍, 韩丽娟, 桂林生. 不同比例小麦颗粒饲料对青海藏羊屠宰性能和复胃发育的影响. *草业科学*, 2023, 40(4): 1048-1057.
- ZHOU L, HOU S Z, WU Z L, SUN S N, YUAN Z Z, HAN L J, GUI L S. Effects of different wheat granule proportions on slaughtering performance and regurgitation development of Qinghai Tibetan sheep. *Pratacultural Science*, 2023, 40(4): 1048-1057.
- [40] 周琪, 魏彦明, 钱续, 康蓉, 韩向敏. 不同青贮饲料对力巴牛生产性能及血清指标的影响. *家畜生态学报*, 2023, 44(4): 41-45.
- ZHOU Q, WEI Y M, QIAN X, KANG R, HAN X M. Effect of different silages on growth performance and serum biochemical indexes of Galiba cattle. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 2023, 44(4): 41-45.
- [41] ZI X D, ZHONG G H, WEN Y L, ZHONG J C, LIU C L, NI Y A, YEZI Y H, ASHI M G. Growth performance, carcass composition and meat quality of Jiulong-yak (*Bos grunniens*). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2004, 17(3): 410-414.
- [42] 钱续, 豆艳丽, 白露, 韩向敏. 力巴牛夏季育肥试验. *中国牛业科学*, 2021, 47(3): 34-36, 41.
- QIAN X, DOU Y L, BAI L, HAN X M. Fattening experiment of Galiba cattle in summer in Yuzhong county. *Chinese Cattle Science*, 2021, 47(3): 34-36, 41.
- [43] 孙麇, 雷虹, 何芳, 李剑波, 浣成, 张佰忠, 易康乐. 不同年龄阶段安格斯牛与湘西黄牛屠宰性能和肉品质的比较. *南方农业学报*, 2021, 52(4): 1116-1123.
- SUN A, LEI H, HE F, LI J B, HUAN C, ZHANG B Z, YI K L. Comparative study of slaughter performance and meat quality of Angus cattle and Xiangxi yellow cattle of different ages. *Journal of Southern Agriculture*, 2021, 52(4): 1116-1123.
- [44] CHEN F, WEI J T, YANG X H, ZHAO N, ZHANG W, HUANG S W, YAN N D, GUO W Z. Effect of pelleted total mixed rations with different levels of intact rapeseed on performance, carcass traits, serum biochemical indices and meat quality of Boer goats. *Animal Production Science*, 2019, 59(1): 82-88.
- [45] SULLIVAN G A, CALKINS C R. Ranking beef muscles for Warner-Bratzler shear force and trained sensory panel ratings from published literature. *Journal of Food Quality*, 2011, 34(3): 195-203.
- [46] LIU Y X, MA X M, XIONG L, WU X Y, LIANG C N, BAO P J, YU Q L, YAN P. Effects of intensive fattening with total mixed rations on carcass characteristics, meat quality, and meat chemical composition of yak and mechanism based on serum and transcriptomic profiles. *Frontiers in Veterinary Science*, 2021, 7: 599418.
- [47] HUFF-LONERGAN E, LONERGAN S M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 2005, 71(1): 194-204.
- [48] 贾友刚, 赵敏, 王向荣, 张遨然, 燕磊, 安沙, 梁作纯, 李勇, 杜欣, 韩健, 周桂莲. 新希望六和“猪、禽多元化日粮应用”见实效. *中国畜牧业*, 2022, 21: 36-37.
- JIA Y G, ZHAO M, WANG X R, ZHANG A R, YAN L, AN S, LIANG Z C, LI Y, DU X, HAN J, ZHOU G L. New hope liuhe's "application of diversified diets for pigs and poultry" exhibited effective results. *China Animal Industry*, 2022, 21: 36-37.

(责任编辑 魏晓燕)