

索效军, 肖贤方, 张年, 等. 夷陵牛生长性能、屠宰性能及肉质性状分析 [J]. 畜牧与兽医, 2025, 57 (6): 1-5.

SUO X J, XIAO X F, ZHANG N, et al. Analysis of growth performance, slaughter performance and meat quality traits of Yiling cattle [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2025, 57 (6): 1-5.

夷陵牛生长性能、屠宰性能及肉质性状分析

索效军^{1,2}, 肖贤方³, 张年¹, 陶虎¹, 张凤¹, 上官爱哨¹, 陈孟杰¹, 熊琪^{1*}

(1. 湖北省农业科学院畜牧兽医研究所, 湖北 武汉 430064;

2. 动物胚胎工程及分子育种湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430064;

3. 湖北丰联佳沃农业开发有限公司, 湖北 宜昌 443200)

摘要: 旨在研究夷陵牛的生长性能、屠宰性能和肉质性状。对 56 头成年夷陵牛体重和体尺指标进行测定, 对 91 头夷陵牛初生及 6、12、18 月龄阶段的体重进行测定, 并选取育肥后的夷陵牛 20 头 (公母各半) 测定其屠宰性能和肉质性状。结果: 生长性能方面, 夷陵公牛的体重及体尺指标均显著优于母牛个体 ($P<0.05$); 屠宰性能方面, 夷陵公牛屠宰率为 55.56%, 净肉率为 46.36%, 胴体产肉率为 83.44%, 肉骨比为 (5.04±0.85), 眼肌面积为 68.10 cm², 夷陵母牛屠宰率为 49.32%, 净肉率为 40.23%, 胴体产肉率为 81.57%, 肉骨比为 (4.43±0.73), 眼肌面积为 56.34 cm², 差异均显著 ($P<0.05$); 肉质性状方面, 夷陵公母牛在大理石花纹、肉色、嫩度等指标方面基本保持一致, 鲜肉中氨基酸比例以及多种不饱和脂肪酸比例适当。综上, 夷陵牛肉品质较好, 夷陵公牛具有良好的产肉性能, 可生产高档牛肉, 夷陵母牛需通过本品种选育结合导入杂交进一步提高肉用性能。

关键词: 夷陵牛; 体重; 体尺; 屠宰性能; 肉质

中图分类号: S823

文献标志码: A

文章编号: 0529-5130(2025)06-0001-05

Analysis of growth performance, slaughter performance and meat quality traits of Yiling cattle

SUO Xiaojun^{1,2}, XIAO Xianfang³, ZHANG Nian¹, TAO Hu¹, ZHANG Feng¹, SHANGGUAN Aishao¹, CHEN Mengjie¹, XIONG Qi^{1*}

(1. Institute of Animal Science and Veterinary Medicine, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China;

2. Hubei Key Laboratory of Animal Embryo and Molecular Breeding, Wuhan 430064, China;

3. Hubei Fenglian Jiawo Agricultural Development Co., Ltd., Yichang 443200, China)

Abstract: The aim of this study is to investigate the growth performance, slaughter performance, and meat quality traits of Yiling cattle. The body weight and body size indicators of 56 adult Yiling cattle were measured, and the body weight of 91 Yiling cattle at the stages of birth, 6, 12, and 18 months of age was determined. Twenty fattened Yiling cattle (half male and half female) were selected to measure their slaughter performance and meat quality traits. The results showed that in terms of growth performance, the body weight and body size indicators of Yiling male cattle were significantly better than those of female cattle ($P<0.05$). In terms of slaughter performance, the slaughter rate of Yiling male cattle was 55.56%, the net meat rate was 46.36%, the carcass meat yield was 83.44%, the meat-to-bone ratio was (5.04±0.85), and the eye muscle area was 68.10 cm². For Yiling female cattle, the slaughter rate was 49.32%, the net meat rate was 40.23%, the carcass meat yield was 81.57%, the meat-to-bone ratio was (4.43±0.73), and the eye muscle area was 56.34 cm², with significant differences ($P<0.05$). In terms of meat quality traits, Yiling male and female cattle basically maintained consistency in indicators such as marbling, meat color, and tenderness, and the proportion of amino acids and various unsaturated fatty acids in fresh meat was appropriate. The research results indicate that Yiling beef has good quality, Yiling male cattle have good meat production performance and can produce

收稿日期: 2024-05-23; 修回日期: 2025-04-25

基金项目: 湖北省技术创新计划项目 (2024BBB048); 湖北省中央引导地方科技发展专项 (2023EGA108); 武汉市知识创新专项项目基础研究项目 (202302020101014)

第一作者: 索效军, 男, 副研究员

* 通信作者: 熊琪, 研究员, 研究方向: 肉牛育种与营养, E-mail: 752292414@qq.com.

high-grade beef, and Yiling female cattle need to be further improved in meat performance through intraspecific breeding combined with crossbreeding.

Keywords: Yiling cattle; body weight; body size; slaughter performance; meat quality

据《夷陵州志》记载,古夷陵地区饲养黄牛的历史已有 500 余年,2015 年 10 月,湖北省宜昌市开展了为期 16 个月的夷陵牛遗传资源的挖掘和鉴定工作;2017 年 1 月,通过国家畜禽遗传资源委员会鉴定;2018 年 1 月,夷陵牛正式成为我国第 55 个地方黄牛品种(原农业部发布第 2637 号公告);2020 年 5 月,夷陵牛入选《国家畜禽遗传资源品种名录》,为湖北省种质资源创新奠定了基础^[1]。夷陵牛是广泛分布在湖北省宜昌市一带的地方品种,据第三次全国畜禽遗传资源普查统计,2021 年夷陵牛存栏数 10 958 头,其中种公牛 1 869 头,能繁母牛 7 698 头。夷陵牛体型适中,主要以棕黄色、黑色、板栗色等毛色为主,最典型的特征是“两黑一笋”,即黑眼圈、黑鼻镜、笋角,公母牛均有角。母牛头清秀且稍长,颈部细长,肩峰较小,尻斜,尾帚大过飞节;公牛颈粗短,肩峰较高,腰背平直,腹部圆大^[2]。2020 年 12 月,夷陵牛肉在全国首届“中国牛·优质牛肉品鉴大会”上经理化检测、消费者评价、专家品鉴等环节后,被评为“最具效益奖”和肉质“最具特色奖”两项大奖^[1]。夷陵牛抗病性好、耐湿热气候、耐粗饲,公母牛体重体尺差别大,养殖成本低,雪花牛肉产出率高,市场潜力巨大。经过多年的纯种繁育及选种选配,生产性能有了大幅提高,但与专门化肉牛品种相比,还存在生长速度慢、产肉性能低、出栏周期长等诸多不足。因此,本研究拟对夷陵牛生长性能、屠宰性能及肉质性状进行分析,以期挖掘其肉用潜力提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验设计及饲养管理

从湖北省某夷陵牛养殖场选取 91 头夷陵牛(公牛 28 头,母牛 63 头)对初生及 6、12、18 月龄的体重进行测定。选取 56 头成年夷陵牛(公牛 17 头,母牛 39 头)进行体重体尺测定。选取健康状态良好的 20 头夷陵牛(30~36 月龄,公母各半),单栏饲养,舍饲育肥,全混合日粮(TMR)饲喂,日饲喂 2 次(8:00 和 17:00),自由采食、饮水,正常驱虫、免疫。饲料由 30% 全株玉米、60% 玉米、7% 豆粕、1% 石粉、1.6% 盐、0.4% 磷酸钙组成,营养水平为综合净能 6.90 MJ/kg,粗蛋白 12%,中性洗涤纤维 9.00%,钙 1.15%,磷 0.52%。育肥结束后进行屠宰测定和肉质分析。

1.2 测定指标及方法

按 NY/T 2660—2014《肉牛生产性能测定技术规范》方法进行体重、体尺测定。宰前 24 h 禁食,2 h 禁水,并根据 NY 467—2001《畜禽屠宰卫生检疫规范》标准实施屠宰。按照 GB/T 27643—2011《牛胴体及鲜肉分割》进行胴体测量与分割。将牛胴体 4 ℃ 排酸 72 h 后,先用硫酸纸绘出第 12~13 肋间背最长肌的横切面轮廓,由求积仪进行眼肌面积测定^[3]。

每头牛分别采集 1 kg 背最长肌,低温保存进行检测分析。按照 NY/T 676—2010《牛肉等级规格》利用采样比色板对大理石花纹和脂肪颜色进行评分,由 3 人同时评分取中值。采用便携式手持式 pH 计测定宰后 45 min 及 24 h 的左侧胸肌 pH 值并记录为 pH₀ 值和 pH₂₄ 值,同一部位测定 3 次后,取平均值。采用便携式色谱仪测定亮度(L^*)、红度(a^*)、黄度(b^*)值,同一部位测定 3 次后,取平均值。按照 NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》测定方法,采用数显式肌肉嫩度仪进行剪切力测定,测定 3 次取平均值。取 2 cm×3 cm×5 cm 肉块,称重记为 W_1 ,后沿平行肌纤维方向悬挂于 4 ℃ 冰箱,24 h 后分别称重记为 W_2 。按照 NY/T 1333—2007《畜禽肉质的测定》中进行肌肉系水力测定。按照 GB 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》的测定方法采用氨基酸分析仪进行氨基酸测定。脂肪酸按饱和度可分为饱和脂肪酸(SFA)和不饱和脂肪酸(USFA),同时根据不饱和双键的个数又可将 USFA 分为单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸(PUFA)。按照 GB 5009.168—2016《食品中脂肪酸的测定》的测定方法进行脂肪酸含量测定。

1.3 数据统计与分析

利用 SPSS 26.0 进行统计分析,试验结果采用“平均值±标准差”表示, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 生长性能

由表 1 可知,各阶段夷陵公牛体重均高于母牛,初生及 6 月龄差异不显著($P>0.05$),12 月龄差异显著($P<0.05$),18 月龄差异极显著($P<0.01$),说明在相同的饲养环境中夷陵公牛增重性能高于母牛。由表 2 可知,成年夷陵公母牛的体重和体尺差异

极显著 ($P < 0.01$)。肉牛肉用性能指数 (BPI) 是活重与体高之比值, 经计算夷陵公母牛的 BPI 指数分别

为 (3.65 ± 0.16) kg/cm 和 (2.57 ± 0.15) kg/cm, 夷陵公牛属于役肉兼用型, 母牛属于役用型。

表 1 夷陵牛不同阶段体重比较

kg

性别	初生重	6月龄重	12月龄重	18月龄重
公牛	21.1±1.2	108.5±17.7	154.6±17.7 ^a	181.7±22.4 ^A
母牛	20.9±2.4	105.9±19.6	135.9±13.6 ^b	158.4±29.9 ^B

注: 同列数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下同。

表 2 成年夷陵牛体重及体尺

性别	体重/kg	鬃甲高/cm	十字部高/cm	体斜长/cm	胸围/cm	管围/cm	胸宽/cm	坐骨端/cm
公牛	460.0±38.5 ^A	125.9±8.6 ^A	127.2±7.5 ^A	152.4±9.5 ^A	180.0±12.4 ^A	19.3±0.7 ^A	24.7±3.4 ^A	22.6±2.3 ^A
母牛	295.6±45.5 ^B	114.7±4.4 ^B	117.7±4.7 ^B	131.6±8.7 ^B	166.7±9.7 ^B	15.8±1.1 ^B	20.5±5.2 ^B	16.4±2.6 ^B

2.2 育肥性能

由表 3 可知, 公母牛初测体重差异显著 ($P <$

0.05), 终测体重、日增重指标差异极显著 ($P < 0.01$), 表明夷陵公牛生长速度更快。

表 3 30~36 月龄夷陵牛育肥性能比较

性别	育肥时间/d	初测体重/kg	终测体重/kg	日增重/kg
公牛	150	271.1±32.1 ^a	373.1±28.5 ^A	0.68±0.06 ^A
母牛	150	223.9±14.7 ^b	308.1±10.1 ^B	0.56±0.05 ^B

2.3 屠宰性能

由表 4 可知, 夷陵公牛各屠宰性能指标均显著高

于夷陵母牛 ($P < 0.05$), 说明夷陵公牛的屠宰性能优于母牛。

表 4 35~41 月龄夷陵牛屠宰性能

性别	宰前活重/kg	胴体重/kg	净肉重/kg	骨重/kg	眼肌面积/cm ²	屠宰率/%	净肉率/%	肉骨比
公牛	357.6±28.4 ^A	213.1±15.8 ^A	167.0±15.8 ^A	44.5±5.9 ^A	71.1±7.3 ^A	59.6±1.9 ^A	46.7±2.0 ^A	3.75 ^a
母牛	305.6±20.2 ^B	161.2±12.4 ^B	125.1±10.9 ^B	35.1±3.6 ^B	57.6±6.7 ^B	52.7±1.6 ^B	40.9±1.7 ^B	3.56 ^b

2.4 肉质性状

对背最长肌的大理石花纹、肉色、嫩度等指标进行了差异性分析。由表 5 可知, 夷陵牛背最长肌各理化指标在不同性别组间无显著性差异 ($P > 0.05$)。

由表 6 可知, 公牛氨基酸总量 (TAA) 为 18.77%, 略高于母牛 (18.74%), 但差异不显著 ($P > 0.05$)。同时, 夷陵公、母牛背最长肌必需氨基酸含量 (EAA) 与非必需氨基酸含量 (NEAA) 无显

著差异 ($P > 0.05$), 说明夷陵牛背最长肌这两类氨基酸含量未存在性别差异。

由表 7 可知, 成年夷陵公、母牛背最长肌脂肪酸总量均值分别为 2.155 g/100 g 和 2.191 g/100 g, 且性别间无显著差异 ($P > 0.05$), 但夷陵公牛肉中 n-6 PUFA 含量以及 n-6 PUFA/n-3 PUFA 显著高于夷陵母牛 ($P < 0.05$)。

表 5 夷陵牛背最长肌理化指标

性别	肌肉大理石花纹评分	肉色			脂肪颜色评分	嫩度/(kg·cm ⁻²)	pH ₀ 值	pH ₂₄ 值	肌肉系水力
		L*值	a*值	b*值					
公牛	1.6±0.3	30.4±2.7	15.1±1.6	4.4±0.9	1.4±0.5	4.03±0.8	6.4±0.2	5.5±0.2	1.4±0.1
母牛	1.5±0.2	28.3±3.0	14.6±1.2	6.8±0.5	1.2±0.3	4.41±0.6	6.5±0.3	5.6±0.4	1.5±0.1

表 6 夷陵牛背最长肌氨基酸含量 ($n=10$)

性别	每 100 g 含量/g			(EAA/NEAA) /%	(EAA/TAA) /%
	TAA	EAA	NEAA		
公牛	18.77±1.23	7.65±0.65	11.12±0.87	68.79±2.14	40.76±0.56
母牛	18.74±1.15	7.58±0.55	11.16±0.99	67.92±2.68	40.45±0.47

表 7 夷陵牛背最长肌脂肪酸含量

脂肪酸	公牛	母牛
豆蔻酸* / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.054±0.017	0.055±0.015
棕榈酸* / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.546±0.021	0.567±0.015
十七碳酸* / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.036±0.009	0.034±0.002
硬脂酸* / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.571±0.067	0.654±0.056
棕榈油酸 Δ / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.106±0.024	0.125±0.021
油酸 Δ / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.588±0.054	0.573±0.049
亚油酸 $\#$ / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.183±0.010	0.112±0.007
α -亚麻酸 $\#$ / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.022±0.008	0.017±0.009
花生四烯酸 $\#$ / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.034±0.007	0.036±0.005
二十碳五烯酸 $\#$ / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.015±0.002	0.018±0.003
脂肪酸总量 / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	2.155±0.302	2.191±0.469
n-3 PUFA / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.037±0.003	0.035±0.009
n-6 PUFA / ($g \cdot 100 g^{-1}$)	0.217±0.006 ^a	0.148±0.007 ^b
n-6 PUFA/n-3 PUFA	5.865±0.311 ^a	4.229±0.235 ^b

注: * 为饱和脂肪酸, Δ 为单不饱和脂肪酸, $\#$ 为多不饱和脂肪酸。

3 讨论

3.1 生长性能

生长性能是衡量肉牛生长速度最重要的指标之一,包括体重的增加、体尺的增长等。已有研究表明,在相同饲养管理条件下,公牛的生长速度明显高于母牛^[4],本研究结果与上述结论一致。在本研究中,通过测量夷陵牛体重、体高、十字部高、体斜长、胸围、管围、坐骨端宽等指标数据,研究性别对夷陵牛生长性能的影响,发现成年夷陵牛体重体尺与湖北省内郟巴黄牛、恩施黄牛^[5]接近。相较于 2015 年的数据,夷陵牛各项生长性能指标均发生了较大增长,尤其是体重与胸围,成年夷陵公、母牛体重分别由 2015 年的 123~379 kg 和 102~320 kg 相比,增加到了 460 kg 和 295.56 kg;成年夷陵公、母牛胸围分别由 2015 年的 98~175 cm 和 108~165 cm 增加到 187.00 cm 和 168.67 cm,体高、十字部高、体斜长、管围相较 2015 年也有了不同程度的增长^[2],但公牛增加更多,说明夷陵牛公牛生长速度更快,这可能是由于多年来夷陵公牛长期的提纯复壮和系统选育,而夷陵母牛未受系统选育,产肉性能较低。夷陵公牛为

役肉兼用型牛 (BPI=3.65),夷陵母牛为役用型牛 (BPI=2.57),因此夷陵牛母牛可通过本品种选育结合导入外血,提高肉牛养殖的经济效益。

3.2 屠宰性能

屠宰性能可直接反映肉牛养殖的经济效益,其中胴体重、屠宰率、净肉率等指标是判断肉牛屠宰性能好坏的参考指标,亦是衡量肉牛产肉量和生长发育的主要依据^[6]。根据国家肉牛牦牛产业技术体系测算,2023 年屠宰肉牛平均胴体重约为 253 kg/头^[7]。本研究中夷陵公牛平均胴体重为 255.58 kg,略高于 2023 年屠宰肉牛的平均胴体重水平,而母牛的平均胴体重为 145.77 kg,大幅低于 2023 年屠宰肉牛的平均胴体重水平,说明夷陵母牛普遍存在个体小、种质资源开发利用深度不够的现象。相较于 2015 年测定数据^[2],夷陵公牛的屠宰率、净肉率分别增长了 8.46% 和 7.46%,夷陵母牛的屠宰率、净肉率分别增长了 2.22% 和 1.33%,说明其产肉性能有一定提高。另外,比较发现夷陵牛屠宰率、净肉率和胴体率与湖北省内黄陂黄牛^[5]、枣北黄牛相近^[5],而低于国内晋南牛^[8]、平凉红牛^[9]、鲁西牛^[10]等品种。眼肌面积不仅与肉牛产肉量密切相关,也与屠宰和胴体等指标呈现正相关^[11]。与我国地方良种黄牛测定结果相比,夷陵牛眼肌面积低于郟县红牛 85.4 cm²^[12]、吉安牛 78.94 cm²^[13]、延边牛 71.00 cm²^[14],表明夷陵牛在屠宰性能方面与国内某些品种黄牛相比存在一定的差距,需作进一步选育提高。

3.3 肉质性状

肉质受多种因素影响,可由嫩度、pH 值、肉色和系水力等指标来衡量。嫩度受其内部结构影响,剪切力大小是衡量肉嫩度的主要指标,嫩度与剪切力呈反比,剪切力越小,肌肉越嫩^[15-16]。本试验中夷陵公母牛的剪切力分别为 4.03 kg 和 4.41 kg,说明夷陵牛肉有较好的嫩度。pH 值与系水力、肉色等密切相关,能够直接对肉的风味、质地、烹煮损失、色泽和货架时间产生影响,牛屠宰后肌肉 pH₀ 值通常在 6.5 左右, pH₂₄ 值通常在 5.4~5.6^[17]。本试验显示,夷陵牛背最长肌 pH₀ 值和 pH₂₄ 值均处于正常范围,而且公母牛 pH 值接近,无明显差异,说明该试验牛的肉质正常。

L^* 、 a^* 和 b^* 值可综合反映肉的颜色情况,直观

反映肉质优劣, L^* 值越大说明光泽度越好, a^* 值越大说明肉颜色越好, 而 b^* 值越小说明肉越新鲜^[16], 当牛肉 a^* 值大于 14.5 时, 超过 95% 的调查者认为是可接受的肉色^[18]。本试验中, 夷陵牛背最长肌肉色较好, L^* 、 a^* 、 b^* 值在不同性别间无显著差异, 但公牛 L^* 、 a^* 值较大, 说明夷陵公牛在肉色方面表现更为出色。系水力作为衡量肌肉保水性的重要指标, 也是鉴定肉品质的重要参考指标, 但未有客观定量方法, 通常用滴水损失来评定, 滴水损失越低, 系水力越大, 保水性越高, 肉质越好, 本试验中夷陵公母牛滴水损失均无显著差异, 具有良好的加工性能。

氨基酸和脂肪酸是人体必需的营养物质, 是影响牛肉营养价值和风味的重要因素^[19-20]。根据联合国粮农组织 (FAO) 对优质蛋白的模式标准, 质量较好的食物蛋白质组成中 EAA/TAA 在 40% 以上, EAA/NEAA 在 60% 以上^[21]。本研究发现夷陵公母牛背最长肌中都含有 7 种必需氨基酸和 9 种非必需氨基酸, 其中夷陵公、母牛 EAA/TAA 平均值分别为 40.76% 和 40.45%, EAA/NEAA 分别为 68.79% 和 67.92%, 符合 FAO 及世界卫生组织的优质蛋白标准。本研究共测定了 10 种脂肪酸, n-6 PUFA 和 n-3 PUFA 均是人体必需脂肪酸, 主要功能是调节机体内的许多代谢过程, 与现代诸多疾病的发生与调控息息相关^[22]。n-6 PUFA/n-3 PUFA 比例平衡影响人类营养生理、基因表达和免疫性能^[23]。本研究中的夷陵牛肉 n-6 PUFA/n-3 PUFA 分布范围为 3.994 : 1 ~ 6.176 : 1, 符合世界卫生组织 n-6 PUFA/n-3 PUFA 摄入标准^[24], 因此, 夷陵牛肉中必需氨基酸和脂肪酸含量丰富且营养比较均衡, 营养价值高。

4 结论

夷陵牛公牛生长性能、屠宰性能指标均显著优于母牛个体, 夷陵牛公牛肉品质好, 可生产高档牛肉, 夷陵母牛可以通过本品种选育结合导入杂交进一步提高肉用性能, 以支撑夷陵牛特色肉牛产业健康发展。

参考文献:

- [1] 沈洪学. 夷陵牛从无到有的实践探索 [J]. 中南农业科技, 2023, 44 (7): 52-54.
- [2] 沈洪学, 朱德江, 田彦孜, 等. 夷陵黄牛品种资源调查报告 (三): 夷陵黄牛肉用选育及产业化开发思路 [J]. 中国牛业科学, 2016, 42 (6): 78-80.
- [3] 刘丽, 周光宏, 孙宝忠. 我国牛胴体等级标准中部分指标的测定方法研究 [J]. 肉类研究, 2001 (2): 21-23.
- [4] 岳萌萌, 卜也, 刘利, 等. 早期去势对荷斯坦公犊生长性能、屠宰性能及肉品质的影响 [J]. 动物营养学报, 2022, 34 (3): 1632-1641.
- [5] 丁山河, 陈红頌. 湖北省家畜家禽品种志 [M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2004.
- [6] RUTHERFORD N H, GORDON A W, ARNOTT G, et al. The effect of beef production system on the health, performance, carcass characteristics, and meat quality of holstein bulls [J]. *Animals (Basel)*, 2020, 10 (10): 1922.
- [7] 曹兵海, 曹建民, 李俊雅, 等. 2023 年度肉牛牦牛产业与技术发展报告 [J]. 中国畜牧杂志, 2024, 60 (3): 335-338.
- [8] 李苗, 张岱阳, 王泽昭, 等. 晋南牛的生长性能、屠宰性能及肉品质测定分析 [J]. 中国畜禽种业, 2023, 19 (7): 29-36.
- [9] 王秀娟, 高翰, 李海鹏, 等. 平凉红牛生长性能、胴体及肉质性状分析 [J]. 中国农业科学, 2023, 56 (3): 559-571.
- [10] 葛菲, 李海鹏, 李俊雅, 等. 鲁西牛生长性能、屠宰性能及肉品质测定分析 [J]. 山东农业科学, 2022, 54 (4): 112-120.
- [11] 吴健, 于永生, 秦立红, 等. 红安格斯×中国草原红牛杂交一代效果研究 [J]. 东北农业科学, 2021, 46 (5): 63-66.
- [12] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国畜禽遗传资源志·牛志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 6-9.
- [13] 桂干北, 曾泽, 毛春瑕, 等. 吉安牛屠宰性能及肉品质测定 [J]. 饲料研究, 2022, 45 (11): 67-70.
- [14] 桑国俊. 三种杂交组合肉牛眼肌面积分析 [J]. 中国牛业科学, 2018, 44 (2): 15-18.
- [15] 刘萍, 赵敏霖, 许娅虹, 等. 德系西门塔尔×荷斯坦公牛的屠宰性能和肉质性状分析 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59 (5): 110-116.
- [16] LEE B, CHOI Y M. Correlation of marbling characteristics with meat quality and histochemical characteristics in longissimus thoracis muscle from hanwoo steers [J]. *Food Sci Anim Resour*, 2019, 39 (1): 151-161.
- [17] 吴珊珊, 王学侨, 王鑫, 等. MSTN 基因编辑鲁西牛屠宰性状与肉用品质分析 [J]. 农业生物技术学报, 2023, 31 (1): 87-97.
- [18] HOLMAN B W, VAN DE VEN R J, MAO Y, et al. Using instrumental (CIE and reflectance) measures to predict consumers' acceptance of beef colour [J]. *Meat Sci*, 2017, 127: 57-62.
- [19] 徐磊, 贾玉堂, 赵拴平, 等. 安格斯牛×大别山牛杂交牛肉肉质特性和营养特性的研究 [J]. 中国草食动物科学, 2017, 37 (6): 20-23.
- [20] 孔琳, 严昌国. 全价混合日粮对延边黄牛肉中脂肪酸和氨基酸含量的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2016, 52 (17): 60-61.
- [21] 高翰, 李海鹏, 李俊雅, 等. 渤海黑牛的屠宰性能与肉质分析 [J]. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2022, 53 (2): 228-239.
- [22] 双金, 敖力格日玛, 敖长金. 苏尼特羊体脂脂肪酸组成的研究 [J]. 畜牧兽医学报, 2015, 46 (8): 1363-1374.
- [23] 蔡妙颜, 李冰, 袁向华. 膳食中的脂肪酸平衡 [J]. 粮油食品科技, 2003 (2): 37-39.
- [24] 张强, 姜辉, 平措占堆, 等. 仲巴牦牛产肉性能及肉营养指标分析 [J]. 中国畜牧杂志, 2020, 56 (10): 75-79.