

独龙牛及其杂种的肉质特性与营养成分的差异性分析

黄梅芬¹, 张继才¹, 和占星^{1*}, 雷波², 高月娥¹, 刘彦培¹, 杨凯¹, 赵婷婷¹, 杨世平¹, 祁芬², 王安奎^{1*}

(1. 云南省草地动物科学研究院, 云南昆明 650212)

(2. 云南海潮集团听牧肉牛产业股份有限公司, 云南寻甸 655209)

摘要: 为探讨独龙牛及其杂种公牛眼肉和西冷的肉质特性、营养含量等差异, 分别测定比较其肉质特性和营养成分等。结果表明: 杂种牛眼肉 L^* 值为 34.30, 比独龙牛高 7.23 ($P<0.01$), 杂种牛眼肉和西冷的剪切力值分别为 4.38 kg/cm² 和 4.72 kg/cm², 比独龙牛分别高 0.79 kg/cm² 和 1.15 kg/cm² ($P>0.05$), 独龙牛肉嫩度更佳; 杂种牛眼肉的失水率 28.23%, 比独龙牛低 7.49% ($P<0.05$); 杂种牛西冷的蛋白质和灰分含量分别为 23.25% 和 1.27%, 分别比其眼肉高 2.20% 和 0.07% ($P<0.01$), 灰分含量显著高于独龙牛 0.02% ($P<0.05$); 杂种牛西冷的氨基酸总量及鲜味、甜味和苦味氨基酸含量分别为 20.154%、5.47%、4.73% 和 9.81%, 比其眼肉分别高 1.986% ($P<0.01$)、0.52% ($P<0.05$)、0.40% ($P<0.05$) 和 1.07% ($P<0.01$); 两部位肉的第一限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸, 其评分值范围 56.74%~57.66%, 苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸和赖氨酸评分值均 >100%, 属于优质蛋白质肉。该研究表明: 同一品种牛西冷的肉质特征和营养价值优于眼肉; 杂种牛的肉色、保水性、脂肪沉积、矿物营养及风味改善明显, 为通过种间杂交创新利用开发特色牛肉产品提供了科学依据。

关键词: 独龙牛; 杂种牛; 肉质特性; 营养价值; 氨基酸

文章编号: 1673-9078(2025)01-190-198

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2025.1.1310

Analysis of the Difference in Meat Quality and Nutrient Components of Dulong Cattle (*Bos frontalis*) and Its Hybrids

HUANG Meifen¹, ZHANG Jicai¹, HE Zhanxing^{1*}, LEI Bo², GAO Yuee¹, LIU Yanpei¹, YANG Kai¹,

ZHAO Tingting¹, YANG Shiping¹, QI Fen², WANG Ankui^{1*}

(1. Yunnan Academy of Grasslands and Animal Science, Kunming 650212, China)

(2. Tingmu Cattle Industry Limited Company of Yunnan Haichao Group, Xundian 655209, China)

引文格式:

黄梅芬, 张继才, 和占星, 等. 独龙牛及其杂种的肉质特性与营养成分的差异性分析 [J]. 现代食品科技, 2025, 41(1): 190-198.

HUANG Meifen, ZHANG Jicai, HE Zhanxing, et al. Analysis of the difference in meat quality and nutrient components of dulong cattle (*Bos frontalis*) and its hybrids [J]. Modern Food Science and Technology, 2025, 41(1): 190-198.

收稿日期: 2023-10-31

基金项目: 云南省重大科技专项(种业农产品深加工专项基金)(202002AE320009; 2019ZG011); 云南省重点研发(农业领域)(2018BB028); 云南省科技惠民项目(农业)(2017RA016); 云南省科技特派团寻甸肉牛产业科技特派团项目(2021104BI090024); 现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-37)

作者简介: 黄梅芬(1965-), 女, 硕士, 研究员, 研究方向: 畜牧科研与技术推广, E-mail: huangmeifen10@126.com; 共同第一作者: 张继才(1972-), 男, 硕士, 研究员, 研究方向: 畜牧科研与技术推广, E-mail: ynzjc@126.com

通讯作者: 和占星(1963-), 男, 硕士, 研究员, 研究方向: 畜牧科研与技术推广, E-mail: hezx81@126.com; 共同通讯作者: 王安奎(1972-), 男, 硕士, 研究员, 研究方向: 畜牧科研与技术推广, E-mail: ynwak@126.com

Abstract: To explore the differences in meat quality and nutrient contents in the ribeye meat and sirloin meat of Dulong bull (DB) and its hybrid bull (HB), the meat quality characteristics and nutrient components of ribeye meat and sirloin meat were determined and compared between DB and HB. The results showed that the L^* value of hybrid bull ribeye meat was 34.30, which was 7.23 higher than that of DB ($P<0.01$). The shear force values of HB's ribeye meat and sirloin meat were 4.38 kg/cm² and 4.72 kg/cm², respectively, which were 0.79 kg/cm² and 1.15 kg/cm² higher than those of DB's ribeye meat and sirloin meat ($P>0.05$), respectively. The tenderness of DB was better compared with HB. The water loss rate of HB's ribeye meat was 28.23%, which was 7.49 lower than that of DB ($P<0.05$). The protein and ash contents of HB's sirloin meat were 23.25% and 1.27%, respectively, which were 2.20% and 0.07% higher than those of their ribeye meat ($P<0.01$), with HB's ash content being significantly higher than that of DB (by 0.02%; $P<0.05$). The contents of total amino acid, umami amino acid, sweet amino acid, and bitter amino acid of HB's sirloin meat were 20.154%, 5.47%, 4.73%, and 9.81%, respectively, which were 1.986% ($P<0.01$), 0.52% ($P<0.05$), 0.40% ($P<0.05$), and 1.07% ($P<0.01$), respectively, higher than those of its ribeye meat. The first-limiting amino acid included methionine plus cysteine, with scores ranging from 56.74% to 57.66%, the scores of threonine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine plus tyrosine, and lysine were all over 100%, indicating high-quality protein meat. This study showed that for the same breed cattle, the meat quality characteristics and nutritional value of the the sirloin meat were better than those of the ribeye meat. The meat color, water retention, fat deposition, mineral nutrition and flavor of the hybrid cattle were significantly improved. This study provides a scientific basis for the development of characteristic beef products through innovative utilization of interspecies hybridization.

Key words: dulong cattle (mithun, *Bos frontalis*); hybrid cattle; meat characteristics; nutritional evaluation; amino acid

肉类是优质动物蛋白的极佳来源, 可供人体所需的必需氨基酸和各种微量营养素^[1]。牛肉具有肉质鲜美、蛋白质高、脂肪低、营养全面等特性^[2,3], 是蛋白质的重要来源, 深受大众喜爱。随着人们对食品的消费需求从“保障供给”向“营养健康”的转变, 饮食与健康之间关系越来越受到人们的关注^[2], 对牛肉产品的质量也提出了更高要求。大额牛 (*Bos frintailis*) 属于 *Bos* 属独立的牛种, 主要分布在印度东北部、缅甸、不丹、孟加拉国、中国和马来西亚等国家的海拔从 1 000~3 000 m 的灌木丛和森林地带的山区^[4,5]。在中国, 大额牛产于云南省贡山独龙族怒族自治县的独龙江流域及高黎贡山一带, 是半野生珍稀牛种^[6], 《国家畜禽遗传资源品种名录 (2021 年版)》规定中国大额牛的品种名为独龙牛。独龙牛肉具有肉质细嫩、口感好、高蛋白、低脂肪、营养价值高的特性^[7], 与普通牛 (*Bos taurus*) 和瘤牛 (*Bos indicus*) 种间杂交产生的后代, 其在生长发育和肉质等方面的杂种优势突出^[8-12], 开发高原特色高品质肉类前景好。大额牛被视为是一种能高效地将森林生物量转换成有价值牛肉的牛种^[4], 其肉比除猪肉以外的任何其他物种的肉更嫩更优, 在国际有机肉类市场具有竞争优势^[5]。牛肉品质特性因受品种、营养状况、性别等影响而存在差异^[13], 本研究比较在相同舍饲条件下独龙牛公牛

及独龙牛与黄牛杂交公牛 (以下称杂种公牛或杂种牛) 西冷和眼肉两部位肉的品质特性、营养成分和氨基酸含量差异性, 为纯种独龙牛的扩繁增效、可持续性杂交创新利用及优质肉品的开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试肉样

选 2~2.5 岁健康的舍饲独龙牛 (大额牛) 公牛 4 头、独龙牛与本地黄牛杂交公牛 5 头, 按照 GB/T19477-2004 《牛屠宰操作规程》进行屠宰, 胴体在 4 °C 冷库中排酸 7 d, 参照 GB/T 17238-2008 《鲜冻分割牛肉》进行精细分割胴体, 分别取左胴体的眼肉和西冷肉各 1 kg, 剔除筋膜, 放入自封袋中标记后在 -18~-20 °C 低温冷冻保存备用。

1.2 仪器与设备

FOSS 8400 全自动凯氏定氮仪, 丹麦福斯分析仪器公司; FOSS 2050 全自动脂肪仪, 丹麦福斯有限公司; Biochrom 30⁺ 氨基酸分析仪, 英国柏楛有限公司; CR-400 色差计, 柯尼卡美能达中国投资有限公司; SX2-8-10T2 马弗炉, 上海博讯实业有限公司; 梅特勒 AL-204 电子天平, 梅特勒-托利多国际贸易上海有限公司等。

1.3 方法

1.3.1 样品处理

将不同部位肉样 18 份在 4 °C 解冻 24 h, 用家用小型电动绞肉机绞成肉糜, 待用。

1.3.2 肉嫩度测定

参照 NY/T 1180-2006 《肉嫩度的测定 剪切力测定法》。

1.3.3 色差测定

将待测肌肉块的新切面暴露在空气中氧合 40 min 后, 用已进行白板校正的 CR-400 色差计, 采用 D₆₅ 光源进行亮度 (L^* 值)、红色度 (a^* 值)、黄色度 (b^* 值) 的测定, 每个样品重复测定 3 次。

1.3.4 失水率

参照 NY/T 1333-2007 《畜禽肉质的测定》中压力失水率的测定方法测定。

1.3.5 蒸煮损失

取 300 g 肉块, 用热收缩膜真空包装, 在 80 °C 热恒温水浴锅中蒸煮, 直至肉块中心温度达 70 °C, 解开包装膜, 冷却晾干后称重, 计算蒸煮损失率。蒸煮损失率计算公式如下:

$$C = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

C —蒸煮损失率, %;

W_1 —生肉肉样质量, g;

W_2 —肉样蒸煮后的质量, g。

1.3.6 常规营养成分测定

1.3.6.1 水分含量测定

采用直接干燥法, 参照 GB 5009.3-2016 《食品安全国家标准 食品中水分的测定》。

1.3.6.2 蛋白质含量测定

采用凯氏定氮法, 参照 GB 5009.5-2010 《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》。

1.3.6.3 脂肪含量测定

采用酸水解法, 参照 GB 5009.6-2016 《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》。

1.3.6.4 灰分含量测定

采用高温炉灼烧称重法, 参照 GB 5009.4-2016 《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》。

1.3.7 氨基酸含量测定

氨基酸含量测定参照 GB 5009.124-2016 《食品

安全国家标准 食品中氨基酸的测定》, 对供试肉样的 17 种氨基酸含量采用酸水解法分别测定。依据兰永清等^[14]方法将氨基酸的呈味特性划分成鲜味氨基酸、甜味氨基酸和苦味氨基酸三类功能性氨基酸。

1.3.8 蛋白质营养价值评分

采用 FAO/WHO 制定的参比氨基酸模式分值的方法 (FAO/WHO, 1985)^[15] 评价独龙牛及其杂种公牛不同部位肉的蛋白质营养价值。氨基酸分值 (Amino Acid Score, AAS) 按下列公式计算:

$$S = \frac{T}{R} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

S —氨基酸评分值 (AAS), %;

T —测定样品蛋白质中氨基酸含量, mg/g;

R —需求或理想模式蛋白质中氨基酸含量, mg/g。

如果 S 低于 100, 表明该氨基酸属于限制性氨基酸, 如果 S 高于 100, 表明该氨基酸是非限制性氨基酸。

1.4 数据统计分析

用 Excel 2013 对数据进行处理, 用 SPSS 19.0 软件对数据分别进行独立样本 T-test 同质性方差和异质性方差分析, 结果以平均值 ± 标准差表示, 并以 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 作为显著性和极显著性判断标准。

2 结果与讨论

2.1 独龙牛和杂种公牛两部位肉的肉质特性比较

肉质特性受品种、年龄、性别和饲料营养等因素的影响^[16,17]。肉色是肌肉生理生物化学和微生物学变化的外部体现^[18], 受动物年龄、胴体重量、胴体肥度及肉的 pH 值和肌内脂肪含量等因素的影响^[19]。表 1 所示, 独龙牛眼肉 (Dulong Bull Ribeye, DBR) 的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值分别为 27.07、20.79 和 6.66, 比其西冷 (Dulong Bull Striploin, DBS) 的分别高 0.87、3.48 和 1.16, 杂种牛眼肉 (Hybrid Bull Ribeye, HBR) 的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值分别为 34.30、21.68 和 8.76, 比其西冷 (Hybrid Bull Striploin, HBS) 的分别高 3.14、2.89 和 0.74, 但均差异不显著 ($P > 0.05$); 杂种牛眼肉的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值比独龙牛的分别高 7.23 ($P < 0.01$)、0.89

($P>0.05$)和0.94($P>0.05$),杂种牛西冷的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值比独龙牛的分别高4.96、1.48和1.36,但均无显著差异($P>0.05$)。表明独龙牛及其杂种牛眼肉的肉色值高于其西冷,杂种牛眼肉和西冷的肉色值均相应地高于独龙牛同部位肉,也表明通过种间杂交可使肉色得到较明显的改善。

剪切力是评价肉嫩度的客观指标,剪切力值越低,表示肌肉越嫩^[11,20]。因此,剪切力直接影响到肉的食用品质和商业价值。但目前对嫩度的评价尚无统一标准,Kazala等^[21]认为剪切力 $<4.37\text{ kg/cm}^2$ 为嫩,4.37~5.37 kg/cm^2 为中等, $>5.37\text{ kg/cm}^2$ 为韧,美国农业部规定的剪切力值 $\leq 3.62\text{ kg/cm}^2$ 即达到高档牛肉嫩度标准。瘤牛种Nellore和Guzerat与普通牛种杂交,其杂种优势对肉类品质的改善有好处^[22]。表1所示,独龙牛眼肉和西冷的剪切力值很接近,分别为3.59 kg/cm^2 和3.57 kg/cm^2 ($P>0.05$),为嫩肉级别,达到美国农业部规定的高档牛肉嫩度标准,比印度大额牛成年公牛的剪切力值5.69 kg/cm^2 ^[1]和湘西黄牛与安格斯杂交牛同部位肉的4.20~4.26 kg/cm^2 ^[23]低;独龙牛与黄牛杂交后代公牛眼肉的剪切力值4.38 kg/cm^2 ,比其西冷的4.72 kg/cm^2 低0.34 kg/cm^2 ($P>0.05$),均达中等嫩度级别;杂种牛眼肉和西冷的剪切力值比独龙牛的分别高0.79 kg/cm^2 和1.15 kg/cm^2 ($P>0.05$),低于2.5岁麦洼公牦牛西冷的5.13 kg/cm^2 ^[24],与独龙牛与云南黄牛杂交一代西冷的4.71 kg/cm^2 ^[11]相近,其嫩度不及湘西黄牛与安格斯杂交牛的同部位肉^[23],但比印度大额牛成年公牛肉^[1]更嫩。结果表明眼肉的嫩度优于西冷,独龙牛肉的嫩度优于其杂种牛肉。

失水率和蒸煮损失率是衡量肉品的保水性、贮藏性、加工出品率的主要指标,受遗传和屠宰过

程中管理等因素影响^[25]。表1所示,独龙牛眼肉的失水率为35.72%,比其西冷的36.15%低0.43% ($P>0.05$);杂种牛眼肉的失水率28.23%,比其西冷的32.37%低4.14% ($P>0.05$);杂种牛眼肉和西冷的失水率分别比独龙牛的低7.49% ($P<0.05$)和3.78% ($P>0.05$)。表明眼肉的持水性优于西冷,尤以杂种牛眼肉的持水性显著优于独龙牛眼肉,说明杂种牛肉的持水性得到改善,进而增加肉的多汁性,有利于提高加工出品率及肉制品的感官质量。独龙牛眼肉的蒸煮损失率为30.55%,比其西冷的32.61%低2.06% ($P>0.05$);杂种牛眼肉的蒸煮损失率为35.02%,比其西冷的32.91%高2.11% ($P>0.05$);杂种牛眼肉和西冷的蒸煮损失率比独龙牛的同部位肉分别高4.47%和0.30% ($P>0.05$)。表明同一品种不同部位肉和不同品种同一部位肉的蒸煮损失率都存在一定差异。另外,独龙牛及其杂种牛的西冷蒸煮损失率分别比印度大额牛的34.62%^[1]低1.71%和2.01%,表明供试肉样加工出品率均比印度大额牛高。

2.2 独龙牛和杂种公牛两部位肉的营养品质比较

肉类富含重要营养成分,但含量各不相同,其营养价值由水分、脂肪和蛋白质含量综合决定^[26]。

牛肉常规营养成分中水分占比最大,肌肉水分含量达70%~80%^[27]。图1a所示,独龙牛和杂种牛眼肉和西冷的水分含量在74.56%~75.86%间,且两品种的两部位肉水分含量分别比较差异不显著($P>0.05$),略高于印度大额牛成年公牛的73.66%^[1]和黄牛的73.28%^[28],其含量在GB 18394-2020《畜禽肉水分限量》中规定的牛肉水分含量 $\leq 77\%$ 的范围内。

表1 独龙牛及其杂种公牛眼肉和西冷的肉质特性

Table 1 Meat characteristics of ribeye and striploin of Dulong bull and its hybrid bull

项目	杂种公牛		独龙牛公牛	
	①眼肉	②西冷	③眼肉	④西冷
亮度 L^* 值	34.30 ± 3.26 ^A	31.16 ± 2.89	27.07 ± 0.84 ^B	26.20 ± 1.64
红色度 a^* 值	21.68 ± 4.18	18.79 ± 4.70	20.79 ± 1.95	17.31 ± 4.32
黄色度 b^* 值	8.76 ± 2.07	8.02 ± 2.03	7.82 ± 0.88	6.66 ± 1.81
剪切力/(kg/cm^2)	4.38 ± 0.78	4.72 ± 0.73	3.59 ± 0.71	3.57 ± 0.52
压力失水率/%	28.23 ± 4.54 ^b	32.37 ± 4.75	35.72 ± 0.37 ^a	36.15 ± 4.94
蒸煮损失率/%	35.02 ± 3.14	32.91 ± 3.54	30.55 ± 3.21	32.61 ± 2.42

注:表中同部位肉中同行编号①与③、②与④的比较右肩标注小写字母a、b和大写字母A、B表示分别达到5%和1%显著水平。

蛋白质是肌肉重要的组成成分之一,其含量变化直接影响肉的品质。牛肉是蛋白质的重要来源之一,其蛋白质含量是体现牛肉营养价值的主要指标,其含量范围在19.19%~23.5%^[26,29],仅次于水分。牛肉的蛋白质含量受遗传群体、饲料类型和管理方法的影响,且不同部位肉间存在差异^[30,31]。图1b所示,独龙牛及其杂种牛西冷的蛋白质含量分别为22.75%和23.25%,比眼肉的21.77%和21.05%分别高0.98% ($P>0.05$)和2.20% ($P<0.01$),杂种牛西冷的蛋白质含量极显著高于其眼肉的。杂种牛西冷的蛋白质含量接近印度成年大额牛的23.78%^[1],而独龙牛的蛋白质含量低于印度成年大额牛的,但供试部位肉的蛋白质含量明显高于云岭牛肉的16.17%^[32]和青海本地黄牛的17.99%^[28],高于牦牛的20.60%和犏牛的20.63%^[28],均稍高于云南黄牛肉的21.32%^[33]。

脂肪在肉制品中发挥着重要的作用,影响肉的感官^[34]。脂肪含量与多汁性、嫩度、风味有一定的关联,含量低时感官评价就较差,可接受度较低,含量过高则影响人体健康。牛肉脂肪含量范围为0.30%~6.83%^[26,29],印度大额牛胴体脂肪含量为0.4%~3.58%^[5]。图1c所示,独龙牛和杂种牛眼肉的脂肪含量分别为1.27%和1.90%,比其西冷的0.68%和1.00%分别高0.59%和0.90%,杂种牛眼肉和西冷的脂肪含量亦比独龙牛的分别高0.63%和0.32%,但均无显著差异 ($P>0.05$),以杂种牛的脂肪沉积能力稍强。供试独龙牛及其杂种牛的脂肪含量高于印度成年大额牛公牛的0.66%^[1],但明显低于育肥云岭牛肉脂肪含量的15.87%^[32]、牦牛的11.10%、犏牛的8.36%和青海本地黄牛的12.14%^[28],属于低脂肪肉品。

灰分是衡量食品矿物质含量的基础,对肉品的营养价值起着重要作用。灰分含量与肌肉的色泽、收缩性和保水性存在一定的关联。图1d所示,独龙牛眼肉和西冷的灰分含量均为1.25%,杂种牛西冷的灰分含量为1.27%,极显著比其眼肉的高0.07% ($P<0.01$);独龙牛与杂种牛的眼肉灰分含量比较差异不显著 ($P>0.05$),杂种牛西冷的灰分含量显著比独龙牛的高0.02% ($P<0.05$),而且其灰分含量也高于印度成年大额牛公牛的1.07%^[1]、同龄槟榔江公水牛的1.09%^[35]和22月龄吉安阉牛眼肉和西冷的1.14%^[36]。表明独龙牛及其杂种的肉属于矿物质含量丰富的肉品。

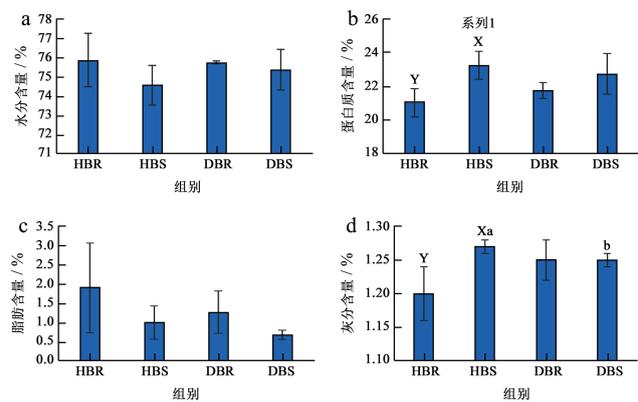


图1 独龙牛公牛及其杂种公牛眼肉和西冷的主要营养成分比较

Fig.1 Comparison of main nutritional components in ribeye and striploin of Dulong bull and its hybrid bull

注: HBR: 杂种牛眼肉, HBS: 杂种牛西冷, DBR: 独龙牛眼肉, DBS: 独龙牛西冷; 图中大写字母 X、Y 表示同品种两部位肉间比较达到1%的显著水平, 小写字母 a、b 表示两品种同一部位肉间比较达到5%的显著水平。

2.3 独龙牛和杂种公牛的肉氨基酸含量差异性

氨基酸对肉品的风味和在人体生命活动的维系中都起着重要作用。肌肉中氨基酸的种类和含量是影响肌肉营养价值及肉品质的首要指标,而必需氨基酸(Essential Amino Acids, EAA)的含量和比例是评价营养水平的主要指标^[37]。表2所示,供试部位肉样的17种氨基酸中含量从高到低依次排列前5位的分别为谷氨酸(3.041%~3.447%)、天冬氨酸(1.759%~2.018%)、赖氨酸(1.683%~1.874%)、亮氨酸(1.607%~1.777%)和精氨酸(1.113%~1.315%)。氨基酸总量(Total Amino Acids, TAA)和必需氨基酸含量以杂种牛的西冷最高,其次是独龙牛的西冷,杂种牛眼肉的最低。独龙牛西冷的必需氨基酸含量、非必需氨基酸(Nonessential Amino Acid, NAA)含量和氨基酸总量分别为7.875%、11.612%和19.486%,分别略高于眼肉0.568%、0.742%和1.31%,分别比较差异不显著 ($P>0.05$);杂种牛西冷的必需氨基酸含量、非必需氨基酸含量和氨基酸总量分别为8.034%、12.119%和20.154%,分别比眼肉的高0.828% ($P<0.01$)、1.158% ($P<0.05$)和1.31% ($P<0.01$),且除蛋氨酸、甘氨酸、脯氨酸和胱氨酸含量外,其他13种氨基酸含量分别比较显著 ($P<0.05$)或极显著 ($P<0.01$)高于眼肉

的。结果表明以西冷的氨基酸含量明显高于眼肉的。独龙牛及其杂种同部位肉的各项氨基酸含量比较,除独龙牛眼肉的组氨酸含量(0.729%)明显高于其杂种牛的0.600%($P < 0.05$)外,其余氨基酸含量相近($P > 0.05$);独龙牛及其杂种牛的西冷所含的各种氨基酸含量分别比较无显著差异($P > 0.05$)。其中,供试肉样的氨基酸总量和必需氨基酸含量均分别比育肥云南黄牛上脑肉的22.61%和9.47%低^[33],比育肥云岭牛上脑肉的17.58%和7.02%高^[32]。

EAA/TAA 和 EAA/NEAA 比值如表 2 所示。独龙牛眼肉和西冷的 EAA/TAA 分别为 40.20% 和

40.41%, 杂种牛眼肉和西冷的 EAA/TAA 分别为 39.67% 和 39.87%, 均高于犏牛的 38.14% 和牦牛的 37.88%^[28]。独龙牛眼肉和西冷的 EAA/NEAA 比值分别为 67.23% 和 68.80%, 杂种牛眼肉和西冷的 EAA/NEAA 的比值分别为 65.75% 和 66.31%, 均高于牦牛的 EAA/NEAA 比值 61.47% 和犏牛 EAA/NEAA 比值 61.03%^[28]。根据 FAO/WHO 理想蛋白质模式要求,质量较好的食物蛋白质组成中 EAA/TAA 应在 40% 左右, EAA/NEAA 应在 60% 以上^[38],表明独龙牛及其杂种牛肉的氨基酸组成符合 FAO/WHO 的理想模式,属高质量的肉类食物范畴。

表 2 独龙牛及其杂种公牛眼肉和西冷的氨基酸含量比较 (%)

Table 2 Comparison of amino acid contents in ribeye and striploin of Dulong bull and its hybrid bull (%)

项目	杂种公牛		独龙牛公牛	
	①眼肉	②西冷	③眼肉	④西冷
必需氨基酸 (EAA)	7.206±0.418 ^Y	8.034±0.291 ^X	7.307±0.044	7.875±0.614
赖氨酸	1.683±0.063 ^Y	1.874±0.060 ^X	1.713±0.021	1.837±0.121
亮氨酸	1.607±0.104 ^Y	1.777±0.060 ^X	1.620±0.024	1.736±0.111
缬氨酸	0.975±0.072 ^Y	1.080±0.038 ^X	0.986±0.021	1.048±0.071
异亮氨酸	0.937±0.051 ^Y	1.050±0.040 ^X	0.953±0.027	1.009±0.080
苏氨酸	0.903±0.069 ^Y	1.014±0.037 ^X	0.899±0.013	0.962±0.047
苯丙氨酸	0.823±0.050 ^Y	0.925±0.032 ^X	0.852±0.019	0.907±0.054
蛋氨酸	0.278±0.085	0.313±0.082	0.284±0.027	0.375±0.130
非必需氨基酸 (NEAA)	10.961±0.652 ^Y	12.119±0.458 ^X	10.870±0.178	11.612±0.825
谷氨酸	3.136±0.151 ^Y	3.447±0.105 ^X	3.041±0.008	3.257±0.193
天冬氨酸	1.810±0.140 ^Y	2.018±0.093 ^X	1.759±0.032	1.899±0.131
精氨酸	1.180±0.081 ^Y	1.315±0.069 ^X	1.113±0.009	1.179±0.078
丙氨酸	1.131±0.080 ^Y	1.247±0.038 ^X	1.129±0.030	1.199±0.091
甘氨酸	0.842±0.056	0.893±0.039	0.836±0.053	0.858±0.090
丝氨酸	0.759±0.049 ^Y	0.840±0.029 ^X	0.753±0.018	0.802±0.040
脯氨酸	0.700±0.000	0.740±0.055	0.700±0.000	0.750±0.071
酪氨酸	0.656±0.050 ^Y	0.730±0.035 ^X	0.657±0.005	0.718±0.049
组氨酸	0.600±0.047 ^{Yb}	0.739±0.040 ^X	0.729±0.030 ^a	0.785±0.071
胱氨酸	0.148±0.021	0.149±0.013	0.151±0.004	0.165±0.011
氨基酸总量 (TAA)	18.168±1.066 ^Y	20.154±0.729 ^X	18.176±0.222	19.486±1.439
EAA/TAA	39.67±0.26	39.87±0.43	40.20±0.25	40.41±0.17
EAA/NEAA	65.75±0.71	66.31±1.18	67.23±0.63	68.80±0.47

注:不同部位肉中同行编号①与②、③与④分别比较右肩标注小写字母 x、y 和大写字母 X、Y 分别表示达到 5% 和 1% 的显著水平,下同。

2.4 独龙牛和杂种公牛两部位肉的风味氨基酸含量比较

肉的品质不仅表现在营养功能上,还体现在其呈味上,而呈味主要源于氨基酸^[39]。呈味氨基酸是优质蛋白质的重要组成成分,可影响到机体健康^[40]。杂交方式对特征部位肉氨基酸含量的增加也有一定影响^[41],而饲养环境、排酸方式和时间影响牛肉风味的丰富度^[42,43]。表3所示,独龙牛西冷的鲜味氨基酸、甜味氨基酸和苦味氨基酸的含量分别为5.16%、4.57%和9.59%,比眼肉的分别高0.36%、0.25%和0.68% ($P>0.05$);杂种牛西冷的鲜味氨基酸、甜味氨基酸和苦味氨基酸的含量分别为5.47%、4.73%和8.91%,明显比其眼肉的分别高0.52% ($P<0.05$)、0.40% ($P<0.05$)和1.07% ($P<0.01$)。杂种牛眼肉的鲜味氨基酸、甜味氨基酸和苦味氨基酸含量分别为4.95%、4.33%和8.74%,比独龙牛眼肉的分别高0.15%、0.01%和低0.17%,差异不显著 ($P>0.05$);杂种牛西冷的鲜味氨基酸、甜味氨基酸和苦味氨基酸含量比独龙牛的分别高0.31%、0.165%和0.22%,差异不显著 ($P>0.05$)。表明西冷风味略优于眼肉,且以杂种牛西冷风味更突出,说明通过杂交可以使肉的风味有所改善。

表3 独龙牛及其杂种公牛眼肉和西冷风味氨基酸含量比较 (%)

Table 3 Comparison of flavored amino acid contents in ribeye meat and striploin of Dulong bull and its hybrid bull (%)

项目	杂种公牛		独龙牛公牛	
	①眼肉	②西冷	③眼肉	④西冷
鲜味氨基酸	4.95±0.29 ^y	5.47±0.20 ^x	4.80±0.04	5.16±0.32
甜味氨基酸	4.33±0.25 ^y	4.73±0.17 ^x	4.32±0.11	4.57±0.34
苦味氨基酸	8.74±0.52 ^y	9.81±0.38 ^x	8.91±0.06	9.59±0.76

2.5 独龙牛和杂种公牛肉的氨基酸评分比较

氨基酸评分能反映蛋白质构成和利用率的关系,有助于合理膳食,达到氨基酸互补,使氨基酸模式更接近人体的需要,从而提高混合食物蛋白质的营养价值。独龙牛和杂种公牛肉的氨基酸评分结果见表4。供试牛眼肉和西冷肉样的必需氨基酸评分都高于FAO/WHO的推荐值,表明两部位肉的蛋白质营养价值高,属于优质蛋白质牛肉。其中,独龙牛西冷的苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸+胱氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸的评分值比其眼肉的分别高2.48%、2.17%、10.38%、1.43%、2.65%、3.39%和3.64%,但差异不显著 ($P>0.05$);杂种牛西冷的苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸的评分值比其眼肉的分别高1.98%、0.56%、1.75%、0.26%、1.77%和1.18%,蛋氨酸+胱氨酸的评分值比眼肉低0.92%,均无显著差异 ($P>0.05$)。杂种牛眼肉的苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸+胱氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸的评分值分别比独龙牛眼肉的高3.83%、2.81%、0.50%、1.80%、2.61%、1.33%和1.60%,差异不显著 ($P>0.05$);杂种牛西冷的苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸和亮氨酸的评分值比独龙牛的分别高3.33%、1.20%、2.12%和0.22%,而蛋氨酸+胱氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸则分别比独龙牛的低10.80%、0.29%和0.17%,但差异不显著 ($P>0.05$)。表明独龙牛和杂种牛的西冷和眼肉的第一限制性氨基酸均为蛋氨酸+胱氨酸,与云岭牛肉第一限制氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸^[33]的结论相似,但与牦牛肉的第一限制氨基酸为缬氨酸^[44]的结果不同。

表4 独龙牛及其杂种公牛眼肉和西冷的氨基酸评分值比较

Table 4 Comparison of the amino acid score in ribeye meat and striploin of Dulong bull and its hybrid bull

项目	FAO/WHO 模式 mg/g 蛋白质	杂种公牛		独龙牛公牛	
		①眼肉	②西冷	③眼肉	④西冷
苏氨酸/%	40	107.11±4.54	109.09±3.26	103.28±3.75	105.76±0.33
缬氨酸/%	50	132.23±5.32	132.79±3.58	129.42±5.57	131.59±2.02
蛋氨酸+胱氨酸/%	35	57.66±12.48	56.74±10.31	57.16±1.73	67.54±14.12
异亮氨酸/%	40	111.22±2.83	112.97±3.02	109.42±0.78	110.85±2.99
亮氨酸/%	70	108.98±3.19	109.24±2.20	106.37±3.82	109.02±1.26
苯丙氨酸+酪氨酸/%	60	116.96±3.38	118.73±3.55	115.63±3.51	119.02±1.34
赖氨酸/%	55	145.41±2.01	146.59±4.06	143.12±4.78	146.76±2.02

3 结论

纯种独龙牛眼肉和西冷的品质特性和营养含量较相近,以眼肉的肉色略优于西冷,脂肪含量高于西冷,氨基酸总量差异小;杂种牛西冷的蛋白质、灰分和氨基酸的含量明显高于其眼肉,营养更丰富。与独龙牛肉比较,杂种牛肉的肉色得到明显改善,脂肪沉积能力有所提升;独龙牛肉达到高档牛肉嫩度标准,杂种牛肉达到较嫩的牛肉标准。独龙牛及其杂种牛眼肉和西冷的蛋白质含量为21.05%~23.25%,必需EAA/TAA值达39.67%~40.41%,EAA/NEAA比值达65.75%~68.80%,属优质蛋白质牛肉。独龙牛及其杂种牛西冷的三种风味氨基酸含量高于眼肉,其西冷和眼肉的氨基酸评分值超过FAO/WHO提供的必需氨基酸模式评分值,可满足人类对必需氨基酸需要。

参考文献

- [1] LALCHAMLIANI, GEETA C, ABHIJIT M, et al. Quality evaluation of meat from adult male mithun (*Bos frontalis*) [J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2019, 8(5): 137-149.
- [2] HAUG A, VHILE S G, BERG J, et al. Feeding potentially health promoting nutrients to finishing bulls changes meat composition and allow for product health claims [J]. Meat Science, 2018, 145(11): 461-468.
- [3] 王煦,崔繁荣,叶治兵,等.金川牦牛和中国西门塔尔牛肉品质差异研究[J].中国牛业科学,2019,45(5):1-5.
- [4] MOYOG O. Commoditisation and sustainable management of mithun (*Bos frontalis*) in Arunachal Pradesh, north-east India [J]. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 2012, 1(3): 39-43.
- [5] MONDAL M, BARUAH K K, RAJKHOWA C. Application of biotechnology for augmentation of productivity in mithun (*Bos frontalis*) [J]. Global Journal of Animal Scientific Research, 2014, 2(4): 357-364.
- [6] 和占星,亏开兴,袁希平,等.凤凰山迁地保种大额牛的外貌特征及主要习性[J].云南农业大学学报,2009,24(2): 225-230.
- [7] 葛长荣,陈韬,袁希平.大额牛、云南瘤牛屠宰性能研究[J].黄牛杂志,1996,22(3):31-33.
- [8] HUQUE K S, RAHMAN M M, JALIL M, JALIL M. A Study on the growth pattern of mithuns (*Bos frontalis*) and their crossbred calves [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2001, 14(9): 1245-1249.
- [9] 和占星,张继才,亏开兴,等.大额牛(*Bos frontalis*)与瘤牛(*Bos indicus*)的种间杂交研究[J].中国农业科学,2011,44(17):3622-3633.
- [10] 和占星,王朋武,罗在仁,等.大额牛(*Bos frontalis*)与黄牛(*Bos taurus*)的种间杂交研究[J].中国农业科学,2015, 48(13):2676-2686.
- [11] 范江平,叶绍辉,葛长荣,等.杂交大额牛肉质特性研究初报[J].云南农业大学学报,2005,20(4):600-602.
- [12] 王喆,赵志军,李天平,等.大额牛×婆罗门(GBF1)牛与云岭牛肉品质比较研究[J].中国畜牧兽医,2015,42(8):2042-2047.
- [13] 王金兰.西门塔尔及其杂交牛肉营养成分分析及西门塔尔特征部位差异蛋白的鉴定[D].兰州:甘肃农业大学,2017.
- [14] 兰永清,吴志勇,王荣民,等.江西地方品种黄牛产肉性能及肉品质分析研究[J].中国畜牧兽医,2011,38(10):203-207.
- [15] LISTED, NO AUTHERS. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation [J]. World Health Organization Technical Report Series, 1985, 724: 1-206.
- [16] GAGAOUA M, TERLOUW E M C, MICOL D, HOCQUETTE J F, et al. Sensory quality of meat from eight different types of cattle in relation with their biochemical characteristics [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2016, 15(7): 1550-1563.
- [17] 刘笑笑,张鑫,王蕾,等.性别对沃金黑牛肉食用品质的影响[J].食品安全导刊,2022,10:74-76.
- [18] 秦召,康相涛,李国喜.肌纤维组织与肌肉品质的关系[J].安徽农业科学,2006,34(22):5872-5873,5878.
- [19] PRIOLO A, MICOL D, AGABRIEL J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. a review [J]. Animal Research, 2001, 50(3): 185-200.
- [20] 郑旭,曾露,柏先泽,等.不同解冻处理对猪肉理化特性及微生物数量的影响[J].肉类研究,2018,32(4):14-19.
- [21] KAZALA E C, LOZAMAN J, MIR P S, et al. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagu cattle [J]. Journal Animal Science, 1999, 77(7): 1717-1725.
- [22] GAMA L T, BRESSAN M C, RODRIGUES E C, et al. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain [J]. Meat Science, 2013, 93(1): 98-104.
- [23] MAO Y W, DAAVID L. HOPKIN, et al. Beef quality with different intramuscular fat content and proteomic analysis using isobaric tag for relative and absolute quantitation of differentially expressed proteins [J]. Meat Science, 2016, 118(8): 96-102.
- [24] 赵洪文,安添午,官久强,等.不同年龄麦洼牦牛肉品质分析[J].黑龙江畜牧兽医,2021,1:142-144,148.

- [25] KITTIPONG S, SANCHAI J, BULGUL T, et al. Effect of improving lamphun cattle with black angus on carcass and meat quality [J]. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2015, 5: 145-150.
- [26] 任秋斌,郑世学,李海鹏,等.中国西门塔尔牛前肢肌肉组织学和理化特性的研究[J].中国畜牧兽医,2011,38(1): 244-247.
- [27] 郎玉苗,沙坤,李海鹏,等.中国培育品种肉品质特性比较分析[J].肉类研究,2013,27(5):244-247.
- [28] 付永,魏雅萍,孟茹.牦牛、犏牛和黄牛生产性能、肉营养品质及风味物质的比较[J].动物营养学报,2013,25(11): 2734-2740.
- [29] 崔国梅.夏南牛和中国西门塔尔牛肉品特性的比较研究[D].南京:南京农业大学,2011.
- [30] LEGAKO J F, BROOKS J C, O'QUINN T G, et al. Consumer palatability scores and volatile beef flavour compounds of five USDA quality grades and four muscles [J]. Meat Science, 2015, 100(4): 291-300.
- [31] 郝婉名,朱超智,赵改名,等.西门塔尔牛杂交牛不同部位肉间的差异性[J].肉类研究,2019,33(1):14-18.
- [32] 金显栋,杨凯,王安奎,等.云岭牛高档牛肉主要营养成分和氨基酸含量分析及评价[J].中国草食动物科学,2016, 36(6):21-24.
- [33] 金显栋,刘学洪,王安奎,等.云南黄牛及其杂交后代的牛肉氨基酸含量分析[J].中国牛业科学,2013,39(5):8-12.
- [34] SELANI M M, SHIRADO G A N, MARGIOTTA G B, et al. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger [J]. Meat Science, 2016, 112 (2): 69-76.
- [35] LI Q, WANG Y W, TAN L Q, et al. Effects of age slaughter performance and meat quality of Binlangjian male buffalo [J]. Saudi Journal of Biological Sciences, 2018, 25: 248-252.
- [36] 桂干北,曾泽,胡桂芬,等.阉牛不同部位肉品质比较[J].饲料研究,2023,46(11):118-122.
- [37] 王晓梅.内蒙古地区不同品种肉牛生产性能和肉品质及脂肪代谢相关基因mRNA表达量的比较研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2012.
- [38] 侯丽,柴沙驼,刘书杰.青海牦牛肉与秦川牛肉氨基酸和脂肪酸的比较研究[J].肉类研究,2013,27(3):30-36.
- [39] 余群力,蒋玉梅,王存堂,等.白牦牛肉成分分析及评价[J].中国食品学报,2005,5(4):124-126.
- [40] LARSSON T, KOPPANG E O, ESPE M, et al. Fillet quality and health of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed a diet supplemented with glutamate [J]. Aquaculture, 2014, 426-427(1): 288-295.
- [41] FLORES M, ARISTOY M, SPANIER A M, et al. Non-volatile components effects on quality of "Serrano" dry-cured ham as related to processing time [J]. Journal of Food Science, 1997, 62(6): 1235-1239.
- [42] 熊飙,李英姣,苏江伟,等.不同饲养环境对肉牛生长性能、屠宰性能及肉品质的影响[J].云南畜牧兽医,2023, 4:12-15.
- [43] 王海波,符健慧,钟金城,等.排酸方式和时间对高档育肥安格斯牛肉品质的影响[J].食品工业科技,2024,45(11): 79-85.
- [44] 侯成立,李欣,王振宇,等.不同部位牦牛肉氨基酸、脂肪酸含量分析与营养价值评价[J].肉类研究,2019,33(2):52-57.