

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20241111011

引用格式: 钱聪, 胡俊伟, 王欢, 等. 平凉红牛牛肉品质性状分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(4): 120–125.
QIAN C, HU JW, WANG H, *et al.* Analysis on beef quality characteristics of Pingliang red cattle [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(4): 120–125. (in Chinese with English abstract).

平凉红牛牛肉品质性状分析

钱聪^{1,2}, 胡俊伟³, 王欢¹, 刘璇¹, 雷元华^{1*}

(1. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193; 2. 平凉市畜牧渔业站, 平凉 744000;
3. 甘肃省平凉红牛研究院, 平凉 744000)

摘要: **目的** 研究平凉红牛牛肉品质特性。**方法** 取A3级平凉红牛第12~13胸肋间眼肌, 通过测定蛋白质、脂肪、水分含量及氨基酸、脂肪组成, 以及剪切力和蒸煮损失, 对平凉红牛牛肉营养特性、嫩度和保水性进行分析, 并分别对生鲜和煎制牛排、涮制肉片进行感官评价, 最后以A3级进口雪花牛肉作为参照进行比较, 对平凉红牛肉品质性状进行全面分析。**结果** 平凉红牛牛肉与进口雪花牛肉的粗蛋白、水分和总脂肪含量均无显著差异($P>0.05$); 平凉红牛牛肉氨基酸含量丰富, 必需氨基酸/总氨基酸比值达到 0.45 ± 0.05 , 高于A3级进口雪花牛肉(0.42 ± 0.00); 平凉红牛牛肉具有饱和脂肪酸低、不饱和脂肪酸含量高的优点, 脂肪酸含量总体低于进口雪花牛肉, 但差异不显著($P>0.05$); 平凉红牛牛肉剪切力为 (4219.10 ± 225.29) g, 显著高于进口雪花牛肉($P<0.05$)。感官评价结果表明, 生鲜平凉红牛牛肉品质略低于进口雪花牛肉, 但熟制平凉红牛牛肉的评分较高, 特别是咀嚼弹性、多汁性和余味显著高于进口雪花牛肉($P<0.05$)。**结论** 平凉红牛A3级雪花牛肉完全达到进口雪花牛肉品质水平。

关键词: 平凉红牛; 雪花牛肉; 品质; 感官评价

Analysis on beef quality characteristics of Pingliang red cattle

QIAN Cong^{1,2}, HU Jun-Wei³, WANG Huan¹, LIU Xuan¹, LEI Yuan-Hua^{1*}

(1. Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Pingliang Animal Husbandry and Fisheries Station, Pingliang 744000, China; 3. Institute of Pingliang Red Cattle, Pingliang 744000, China)

ABSTRACT: Objective To study the beef quality characteristics of Pingliang red cattle. **Methods** The 12–13 thoracic intercostal eye muscles of A3 grade Pingliang red cattle were taken. The nutritional characteristics, tenderness and water retention of Pingliang red cattle were analyzed by measuring the protein, fat, moisture content, amino acid and fat composition, as well as the shear force and cooking loss. The sensory evaluation of raw and fried steak and rinsed meat slices were carried out respectively. The meat quality of A3 grade imported snowflake beef was

收稿日期: 2024-11-11

基金项目: 平凉红牛屠宰加工相关标准建设研究与集成示范推广应用项目(PL-STK-2022B-047); 乌审黑牛核心群选育和高效扩繁综合配套技术集成与示范项目(ZD20232316); 国家现代农业(肉牛牦牛)产业技术体系建设专项(CARS-37); 河北省现代农业(肉牛)产业技术体系创新团队建设项目(HBCT2023190204); 中国农业科学院科技创新工程项目(ASTIP-IAS-12)

第一作者: 钱聪(1988—), 男, 硕士, 畜牧师, 主要研究方向为畜产品质量安全。E-mail: 330547345@qq.com

*通信作者: 雷元华(1988—), 男, 工程师, 主要研究方向为牛肉分割与深加工。E-mail: 410819295@qq.com

compared, and the meat quality of Pingliang red cattle was comprehensively analyzed. **Results** There was no significant difference in crude protein, moisture and total fat content between Pingliang red cattle and imported snowflake beef ($P>0.05$); Pingliang red beef was rich in amino acids, and the ratio of essential amino acids to total amino acids was 0.45 ± 0.05 , which was higher than that of A3 grade imported snowflake beef (0.42 ± 0.00); Pingliang red cattle had the advantages of low saturated fatty acid and high unsaturated fatty acid content. The fatty acid content of Pingliang red cattle was lower than that of imported snowflake beef, but the difference was not significant ($P>0.05$); the shear force of Pingliang red beef was (4219.10 ± 225.29) g, which was significantly higher than that of imported snowflake beef ($P<0.05$). Sensory evaluation results showed that fresh Pingliang red beef was slightly lower than imported snowflake beef, but cooked Pingliang red beef scored higher, especially chewing elasticity, juiciness and aftertaste were significantly higher than imported snowflake beef ($P<0.05$). **Conclusion** Pingliang red cattle A3 grade snowflakes beef can completely reach the quality level of imported snowflake beef, but the content and distribution of functional fatty acid needs to be regulated.

KEY WORDS: Pingliang red cattle; snowflake beef; quality; sensory evaluation

0 引言

近年来,优质牛肉上升为高端主打食材,消费者对优质牛肉的品牌更加关注,消费市场对优质牛肉的消费需求已上升为满足人民群众幸福生活的大事。平凉红牛是指在甘肃省平凉市特定的饲养传统、自然环境和气候条件下,以平凉当地黄牛为基础,先后引进秦川牛、利木赞牛、南德温牛等国内外优良品种培育而成当地特色牛种^[1]。经过饲养环境、饲养方式、生产工艺的改良,平凉红牛可生产出与进口牛肉相媲美的雪花牛肉,在大理石花纹、肉色、脂肪颜色及风味口感方面均达到优质雪花牛肉的质量要求^[2-3],并且具有“三率”高的特点(屠宰率 58.19%、净肉率 44.03%、胴体产肉率 75.68%)^[4],这些优点使“平凉红牛”品牌影响力和知名度不断增强^[5]。此外,平凉红牛也是全国首例活牛类商标^[6],是具有良好肉用性能的优质高档牛肉新类群^[7-9],已达到生产高档优质雪花牛肉的质量要求。但受多种因素制约,平凉肉牛产肉性能及肉品质鲜有系统性研究。为深入挖掘平凉红牛肉的品质特性,助力平凉红牛产业发展,本研究开展平凉红牛肉质分析和感官评定实验,并与进口雪花牛肉进行对比,以期平凉红牛的开发利用提供数据支撑,并为平凉红牛逐步发展成为高品质牛肉竞争品牌提供一定的理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

筛选以当地饲养模式饲养、质量等级达到 A3 级别的平凉红牛 3 头,屠宰分割后在 0~4 °C 温度下成熟 14 d,取背最长肌和股二头肌部位肉在 -30 °C 以下冻结, -18 °C 环境储存运输。以进口 A3 级雪花牛肉作为参照。

GR-150 型沃普式剪切力仪(美国曼哈顿公司); YYW-2

型应变式控制式无侧限压力仪(南京土壤仪器厂有限公司); HH-4 数显恒温水浴锅(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司); Kjeltec 8400 型全自动凯氏定氮仪、Soxtec 8000 型脂肪测定仪(丹麦 FOSS 公司); LA8080 型氨基酸分析仪(日本日立公司); GC-2014 型气相色谱仪(日本岛津公司)。

1.2 方法

1.2.1 品质指标测定

分别取 A3 级平凉红牛和进口牛肉 12~13 胸肋间眼肌,在 4 °C 条件下解冻 24 h,进行肉品质测定。

剪切力的测定:按照 NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》;压力法失水率的测定:按照 NY/T 1333—2007《畜禽肉质的测定》;蒸煮损失的测定:取 5 cm×4 cm×4 cm 的肉块置于蒸煮袋,放入水浴锅内,水浴温度 80 °C,当样品中心温度达到 72 °C 时,立即取出肉样,冷却至室温,根据前后质量差计算蒸煮损失;蛋白质的测定:按照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》;脂肪含量的测定:按照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》;水分含量的测定:GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》;氨基酸的测定:按照 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》;脂肪酸的测定:按照 GB 5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》中的外标法。

1.2.2 感官评价方法

分别取平凉红牛和进口牛肉的背最长肌和股二头肌进行感官评价。首先对生鲜样品进行评价,然后取背最长肌切 15 mm 厚牛排,200 °C 扒板煎至中心温度为 70 °C;股二头肌切 1.5 mm 薄片,沸水加热 15 s。由 13 名专家组成评价小组,按照 Likert 量表法分别从色泽、大理石花纹、汁液浸出和外观可接受性对生鲜样品,从切面颜色、肉香

气、嫩度、多汁性、残渣量和总体可接受性等指标对熟制样品进行感官评价,以 9 分制打分,其中 1 分表示非常不喜欢,9 分表示非常喜欢。

1.3 数据处理

实验重复 3 次测定,通过单因素方差分析(analysis of variance, ANOVA)对数据进行统计分析,通过 Duncan 多重检验将极显著差异定义为 $P < 0.01$,显著差异定义为 $P < 0.05$ 。统计分析主要使用 SPSS 26.0 版软件进行。

2 结果与分析

2.1 食用品质结果分析

肉品通常以剪切力值的大小评价肉品的嫩度,剪切力值越大,肉越老,反之越嫩。与西式肉制品相比,中式牛肉多为高熟度加工,包括炖、煮、蒸、炒、涮等烹饪方式。研究发现^[10],当牛肉剪切力为 0~2 kg 时,中式烹饪牛肉菜肴嫩度被评价为很嫩;2~5 kg 为嫩;5~7 kg 为一般;7~9 kg 为较粗硬;9~10 kg 为粗硬;而当牛肉剪切力达到 11 kg 以上时,其所制中式菜肴肉质很粗硬。而西式菜肴多为低熟度加工,主要采用煎制、烤制和低温煮制,其根据剪切力将嫩度划分为 <4.2 kg 为嫩;4.2~5.6 kg 为一般;>5.6 kg 为较韧^[11]。

如表 1 所示,平凉红牛牛肉的剪切力为(4219.10±225.29) g,进口雪花牛肉的剪切力为(3816.23±257.99) g,分别与上述中西式菜肴嫩度标准比较可知,两种牛肉烹饪后均可达到较嫩的评价等级。平凉红牛牛肉剪切力显著高于进口雪花牛肉($P < 0.05$),这可能是由于两种牛肉的肌纤维类型、结缔组织及脂肪的含量、分布和化学状态不同^[12]。LIANG 等^[11]分析不同等级的黄牛和杂交牛也发现,肌内脂肪含量与剪切力呈显著负相关,二者剪切力的差异主要是由脂肪含量差异引起的。

表 1 食用品质结果($n=3$)
Table 1 Results of food quality ($n=3$)

检测项目	剪切力/g	压榨失水率/%	蒸煮损失率/%
平凉红牛牛肉	4219.10±225.29 ^a	34.17±5.62 ^a	32.87±2.90 ^a
进口雪花牛肉	3816.23±257.99 ^b	29.64±1.39 ^a	31.03±3.93 ^a

注:同列肩标小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),表 2 同。

压榨失水率和蒸煮损失率是体现牛肉保水性能的重要指标,失水率越小牛肉的保水性能越好。此外,蒸煮损失与加工肉品的营养价值和多汁性密切相关,蒸煮损失越少,水分流失越少,多汁性就越好,伴随汁液中流失的可溶性蛋白也越少,故营养损失也较少^[13]。如表 1 所示,A3 级平凉红牛牛肉和进口雪花牛肉背最长肌的压榨失水率和蒸煮损失率均在 30%左右,平凉红牛牛肉略高于进口雪花

牛肉,但无显著差异($P < 0.05$)。王煦等^[14]测定得到西门塔尔牛外脊和辣椒条的蒸煮损失率为 26%,低于本研究结果,可能与不同牛种、部位肉有关;此外,肉中的脂肪含量也与蒸煮损失呈正相关^[14],因此脂肪含量较高的部位肉更适合短时煎烤的加工方式。

2.2 营养成分结果分析

如表 2 所示,平凉红牛牛肉和进口雪花牛肉在营养成分方面均无显著差异($P > 0.05$)。蛋白质是构成机体组织、器官的重要组成部分,平凉红牛牛肉蛋白质含量达到(20.27±1.80)%,可作为重要的动物性蛋白来源。水分含量直接影响肉类的贮藏加工和食用品质^[15]。本研究中平凉红牛牛肉水分含量为(62.7±5.65)%,符合 GB 18394—2020《畜禽肉水分限量》中对牛肉水分含量≤77%的规定。肌内脂肪影响肉嫩度、多汁性和风味。烹饪过程中肉中脂质经脱水、脱羧、水解、脱氢和碳-碳裂解反应发生热降解,产生醛类、酮类、烃类等挥发性风味物质^[16]。研究表明脂肪含量 2.5%~3%时肉品风味更佳^[17],平凉红牛牛肉中脂肪含量为(16.73±7.45) g/100 g,远高于此范围,表明其烹饪后具有良好的风味。

表 2 营养成分含量表($n=3$)
Table 2 Nutrient content table ($n=3$)

指标	粗蛋白含量/%	水分含量/%	总脂肪含量/(g/100 g)
平凉红牛牛肉	20.27±1.80 ^a	62.7±5.65 ^a	16.73±7.45 ^a
进口雪花牛肉	16.36±2.28 ^a	52.2±6.19 ^a	27.90±11.17 ^a

2.3 氨基酸含量结果分析

如表 3 所示,A3 级平凉红牛牛肉中 TAA 含量为(14.33±0.70) g/100 g,其中 EAA 含量为(6.42±0.71) g,NEAA 含量为(7.91±0.98) g,与进口雪花牛肉差异不显著($P > 0.05$),均能达到进口雪花牛肉的水平,且较进口雪花牛肉更高。根据联合国粮食及农业组织与世界卫生组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, FAO/WHO)的模式标准,优质蛋白的 EAA/TAA 应约为 40%左右,EAA/NEAA 应在 60%以上^[17],

表 3 氨基酸含量表($n=3$)
Table 3 Content of amino acid ($n=3$)

指标	平凉红牛牛肉	进口雪花牛肉
NEAA/(g/100 g)	7.91±0.98 ^a	7.49±1.09 ^a
EAA/(g/100g)	6.42±0.71 ^a	5.32±0.79 ^a
TAA/(g/100 g)	14.33±0.70	12.81±1.87
EAA/NEAA	0.83±0.19	0.71±0.00
EAA/TAA	0.45±0.05	0.42±0.00

注:非必需氨基酸(non-essential amino acid, NEAA);必需氨基酸(essential amino acid, EAA);总氨基酸(total amino acid, TAA);同行肩标小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),表 4、5。

平凉红牛肉 EAA/TAA 达到 45%(对应表 3 中 0.45 ± 0.05), EAA/NEAA 达到 83%(对应表 3 中 0.83 ± 0.19), 符合优质蛋白标准。氨基酸是牛肉风味的重要前体物, 其与还原糖发生美拉德反应是生成肉香味的重要途径之一。同时氨基酸自身也是重要的呈味物质, 赖氨酸、精氨酸、组氨酸、异亮氨酸以苦味为主, 甘氨酸以甜味为主, 谷氨酸、天冬氨酸以酸味为主, 其盐类是重要的呈现特殊鲜味的物质^[18], 因此氨基酸含量丰富对于提高熟制肉的风味具有重要贡献。

2.4 脂肪酸含量结果分析

如表 4 所示, A3 级平凉红牛肉的脂肪酸总量为 (19.280 ± 5.792) g/100 g, 其中 SFA 总量为 (4.011 ± 0.940) g/100 g, MUFA 总量为 (7.105 ± 2.734) g/100 g, PUFA 总量为 (8.163 ± 2.222) g/100 g, 与进口雪花牛肉脂肪酸含量相比均无显著差异 ($P>0.05$)。PUFA 对人体有重要的生理功能, PUFA 和 SFA 的比值(P/S)高于 0.45 表明脂肪酸营养价值高^[19], 平凉红牛肉 P/S 为 2.03, 远高于推荐值, 表明其 PUFA 含量丰富。

PUFA 中含量较高的脂肪酸是反式亚油酸, 占 PUFA 含量的 96%。其中反式亚油酸中存在一类具有功能性的共轭亚油酸(conjugated linoleic acid, CLA), 它存在反刍动物体内, 是通过瘤胃动物肠道中的微生物将食入的亚油酸异构化而合成。研究发现 CLA 具有抗动脉粥样硬化、降低胆固醇、抑制脂肪累积、增强机体免疫能力等生理功能^[20]。平凉红牛肉中反式亚油酸含量 $[(7.833\pm 2.235)$ g/100 g] 较高。此外, *n*-3 和 *n*-6 系列 PUFA 也对人体具有特殊功能^[21-22]。WHO 和 FAO 提出膳食中 *n*-6 PUFA/*n*-3 PUFA 的合适比例为 5:1~10:1^[23-26], 但平凉红牛肉 *n*-6/*n*-3 的比例高达 139.85:1, 远超最佳比例范围, 在后续生产中需通过日粮营养调控加以改善^[27-30]。

表 4 脂肪酸含量(g/100 g, *n*=3)

Table 4 Content of fatty acid (g/100 g, *n*=3)

脂肪酸	平凉红牛肉	进口雪花牛肉
SFA	4.011 ± 0.940^a	5.184 ± 0.692^a
MUFA	7.105 ± 2.734^a	8.015 ± 0.583^a
反式亚油酸(C _{18:2n6t})	7.833 ± 2.235	12.320 ± 2.185
PUFA	8.163 ± 2.222^a	12.699 ± 2.245^a
不饱和脂肪酸	15.268 ± 4.852	20.714 ± 2.264
总脂肪酸	19.280 ± 5.792^a	25.898 ± 2.840^a
<i>n</i> -6 PUFA	7.959 ± 2.162	12.398 ± 2.152
<i>n</i> -3 PUFA	0.098 ± 0.070	0.152 ± 0.033
<i>n</i> -6 PUFA/ <i>n</i> -3 PUFA	139.85:1	82.20:1

注: 饱和脂肪酸(saturated fatty acids, SFA); 单不饱和脂肪酸(monounsaturated fatty acids, MUFA); 多不饱和脂肪酸(polyunsaturated fatty acid, PUFA)。

2.5 感官评价结果分析

从颜色、大理石花纹(脂肪沉积)、气味和整体可接受性等方面对生鲜平凉红牛肉和进口雪花牛肉进行感官评价, 结果如表 5 所示。生鲜平凉红牛肉和进口雪花牛肉之间各指标均无显著差异 ($P>0.05$), 但进口雪花牛肉得分整体略高于平凉红牛肉。取背最长肌煎制牛排, 股二头肌切片涮制, 进一步对熟肉样品作感官评价。结果表明, 平凉红牛肉煎制牛排的咀嚼弹性、持续多汁性、咬入度和余味显著高于进口雪花牛肉, 其余指标均差异不显著 ($P<0.05$), 且煎制牛排和涮制牛肉得分整体高于进口雪花牛肉。综上分析可知, 尽管平凉红牛肉在颜色、

表 5 感官评价结果(*n*=13)

Table 5 Results of sensory evaluation (*n*=13)

部位/形态/加热方式	背最长肌		股二头肌		
	平凉红牛肉	进口雪花牛肉	平凉红牛肉	进口雪花牛肉	
生鲜肉评价	脂肪颜色	6.38 ± 1.33	7.31 ± 1.38	6.58 ± 1.38	6.77 ± 1.17
	肌肉颜色	6.46 ± 1.33	7.38 ± 1.12	6.83 ± 1.11	6.85 ± 0.99
	脂肪沉积	6.38 ± 1.26	7.15 ± 1.14	6.58 ± 1.08	6.15 ± 1.91
	光泽	6.31 ± 1.44	6.92 ± 1.12	6.67 ± 0.98	7.00 ± 1.08
	细致度	6.38 ± 1.50	6.62 ± 1.50	6.75 ± 1.06	6.92 ± 0.86
	坚挺度	6.38 ± 1.39	6.85 ± 1.46	6.42 ± 0.67	6.69 ± 1.32
	香气	6.62 ± 1.39	6.69 ± 1.44	6.17 ± 1.03	6.85 ± 0.69
	整体可受性	6.54 ± 1.39	7.00 ± 1.35	6.58 ± 1.16	7.00 ± 0.91
	肉色	7.08 ± 1.12	6.69 ± 0.95	6.15 ± 1.28	6.31 ± 1.03
	脂肪色	7.25 ± 1.06	6.62 ± 1.33	6.46 ± 1.27	6.00 ± 1.63
熟制肉评价	光泽	7.15 ± 1.21	6.69 ± 1.18	6.69 ± 0.85	6.31 ± 1.25
	汁液渗出	7.23 ± 0.93	6.54 ± 1.27	6.08 ± 1.32	6.00 ± 1.47
	嗅闻香气	7.31 ± 1.03	6.69 ± 1.44	6.31 ± 1.03	5.77 ± 1.24
	细腻程度	7.17 ± 1.11	6.62 ± 1.19	6.31 ± 1.18	5.69 ± 1.65
	咀嚼弹性	7.38 ± 0.96^a	6.46 ± 1.13^b	6.69 ± 0.95	6.00 ± 1.73
	咬入度	7.31 ± 1.11^a	6.23 ± 1.17^b	6.62 ± 0.87	5.69 ± 1.38
	嚼透度	7.23 ± 1.09	6.62 ± 0.96	6.46 ± 0.88	6.15 ± 1.68
	初始多汁性	7.15 ± 0.80	6.31 ± 1.44	6.15 ± 1.14	5.54 ± 1.76
	持续多汁性	7.46 ± 0.78^a	6.38 ± 1.19^b	6.31 ± 1.18	5.62 ± 1.71
	咀嚼香气	7.31 ± 0.85	6.62 ± 1.39	6.62 ± 1.19	5.85 ± 1.68
余香	7.15 ± 0.90	6.46 ± 1.39	6.77 ± 1.09	5.46 ± 1.76	
初始滋味	7.08 ± 1.04	6.31 ± 1.55	6.54 ± 1.05	5.46 ± 1.66	
咀嚼滋味	7.23 ± 0.93	6.38 ± 1.45	6.85 ± 1.07	5.85 ± 1.77	
余味/回味	7.46 ± 0.88^a	6.38 ± 1.33^b	6.83 ± 1.34	5.54 ± 1.90	
残渣	6.69 ± 1.44	6.08 ± 1.55	6.38 ± 1.19	5.54 ± 1.66	
整体可受性	7.46 ± 0.88	6.62 ± 1.39	6.77 ± 1.24	5.85 ± 1.86	

脂肪沉积等外观方面稍显逊色,但其烹饪后,无论是煎制牛排还是涮制肉片均表现出良好的外观、口感和滋味,表明平凉红牛牛肉完全可以达到甚至优于同级别进口雪花牛肉的品质。

由此可以看出,仅从外观如肉色和大理石花纹对牛肉进行评级,结果并不客观,对于平凉红牛牛肉而言,虽然外观欠佳但熟制肉的口感风味均优于进口雪花牛肉,因此在牛肉等级标准的制定过程中,应充分考虑影响最终牛肉口感的因素,才能准确体现牛肉的品质和价值。

3 结论

通过分析平凉红牛牛肉品质特性和感官评价可得出以下结论:平凉红牛牛肉嫩度较好,适合短时加工方式;TAA含量丰富且符合理想模式,属于优质的动物蛋白;其不饱和脂肪酸含量很高,富含CLA等功能性脂肪酸,但n-6 PUFA/n-3 PUFA比值较高,需要通过营养调控加以改善。感官评价结果显示平凉红牛牛肉在口感和滋味方面表现突出,完全可以达到A3级进口雪花牛肉的品质水平。

参考文献

- [1] 邱忠玉. 培育中的平凉红牛发展措施[J]. 中国牛业科学, 2009, 35(4): 66-68.
QIU ZY. Development measures for the cultivation of Pingliang red cattle [J]. China Cattle Science, 2009, 35(4): 66-68.
- [2] 李文彬, 徐建峰, 李三禄, 等. “平凉红牛”肉用指数的相关研究[J]. 中国牛业科学, 2011, 37(6): 29-31.
LI WB, XU JF, LI SL, *et al.* Correlation study on carcass index of “Pingliang red cattle” [J]. China Cattle Science, 2011, 37(6): 29-31.
- [3] 刘一亚, 陈柏林, 穆亚梅, 等. 平凉红牛肉质营养成分测定分析[J]. 中国草食动物科学, 2015, 35(1): 73-75.
LIU YY, CHEN BL, MU YM, *et al.* Determination and analysis of nutrient composition of Pingliang red cattle meat [J]. China Herbivore Science, 2015, 35(1): 73-75.
- [4] 田健民, 田海东. 平凉红牛产业发展的机遇与对策[J]. 畜牧兽医杂志, 2022, 41(4): 46-47.
TIAN JM, TIAN HD. Opportunities and countermeasures for the development of Pingliang red bull industry [J]. Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2022, 41(4): 46-47.
- [5] 李文彬, 徐建峰, 闫晓波, 等. 平凉红牛杂交类群生长发育测定及肉用性能分析[J]. 中国牛业科学, 2010, 36(2): 13-15.
LI WB, XU JF, YAN XB, *et al.* Growth and development measurement and carcass performance analysis of Pingliang red cattle hybrid groups [J]. China Cattle Science, 2010, 36(2): 13-15.
- [6] 张长庆, 李浩, 黄建伟, 等. 基于品牌化思维的平凉红牛产业化开发探究[J]. 中国牛业科学, 2024, 50(2): 80-84.
ZHANG CQ, LI H, HUANG JW, *et al.* Exploration of industrialization development of Pingliang red bull based on brand thinking [J]. China Cattle Science, 2024, 50(2): 80-84.
- [7] 胥富春. 中国牛·优质牛肉发展新思路探讨[N]. 平凉日报, 2020-11-12(003).
XU FC. Discussion on new development ideas of Chinese cattle and quality beef [N]. Pingliang Daily, 2020-11-12(003).
- [8] 郭丽娜, 张长庆, 李三禄, 等. 平凉市牛产业发展现状与思考[J]. 中国牛业科学, 2020, 46(3): 37-39.
GUO LN, ZHANG CQ, LI SL, *et al.* Development status and consideration of cattle industry in Pingliang City [J]. China Cattle Science, 2020, 46(3): 37-39.
- [9] 陈丽丽, 赵康, 张漫, 等. 平凉红牛生长性状及胴体性状育种值预计趋势研究[J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59(4): 157-160.
CHEN LL, ZHAO K, ZHANG M, *et al.* Research on the estimated trends of breeding values for growth traits and carcass traits in Pingliang red cattle [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2023, 59(4): 157-160.
- [10] 韩永胜. 肉牛生产力的指标测定与影响因素分析[J]. 现代畜牧科技, 2016(8): 7-10.
HAN YS. Measurement of beef cattle productivity indicators and analysis of influencing factors [J]. Modern Animal Husbandry and Technology, 2016(8): 7-10.
- [11] LIANG RR, ZHU H, MAO YW, *et al.* Tenderness and sensory attributes of the *Longissimus lumborum* muscles with different quality grades from Chinese fattened yellow crossbred steers [J]. Meat Science, 2016, 112: 52-57.
- [12] 尹靖东. 动物肌肉生物学与肉品科学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2011.
YIN JD. Animal muscle biology and meat science [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2011.
- [13] 孙红霞, 黄峰, 丁振江, 等. 不同加热条件下牛肉嫩度和保水性的变化及机理[J]. 食品科学, 2018, 39(1): 84-90.
SUN HX, HUANG F, DING ZJ, *et al.* Changes and mechanisms of beef tenderness and water holding capacity under different heating conditions [J]. Food Science, 2018, 39(1): 84-90.
- [14] 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.
WANG X, CUI FR, YE ZB, *et al.* Study on the difference in meat quality between Jinchuan yak and Chinese simmental cattle [J]. China Cattle Science, 2019, 45(5): 1-5.
- [15] 郎玉苗, 谢鹏, 韩爱云, 等. 中国西门塔尔牛公牛和母牛肉质差异研究[J]. 肉类研究, 2015, 29(8): 1-4.
LANG YM, XIE P, HAN AIY, *et al.* Study on the difference in meat quality between male and female Chinese simmental cattle [J]. Meat Research, 2015, 29(8): 1-4.
- [16] SHAHIDI F. Flavor of meat and meat products—An overview [M]. Boston: Springer US, 1994.
- [17] 尼玛群宗, 达瓦, 陈瑶, 等. 西藏雅江雪牛与牦牛肉质特性比较研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(11): 3642-3648.
NYIMA QZ, DA W, CHEN Y, *et al.* Comparative study on meat quality characteristics between Tibetan Yajiang snow cattle and yak [J]. Journal of

- Food Safety & Quality, 2020, 11(11): 3642–3648.
- [18] 廖兰, 赵谋明, 崔春. 肽与氨基酸对食品滋味贡献的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(12): 107–113.
- LIAO L, ZHAO MM, CUI C. Research progress on the contribution of peptides and amino acids to food taste [J]. Food and Fermentation Industries, 2009, 35(12): 107–113.
- [19] 柯海瑞, 康怀彬, 程伟伟, 等. 高温处理对牛肉脂肪酸及脂肪氧化的影响[J]. 食品与机械, 2019, 35(12): 63–69.
- KE HR, KANG HB, CHENG WW, *et al.* Effect of high-temperature treatment on fatty acids and fat oxidation in beef [J]. Food and Machinery, 2019, 35(12): 63–69.
- [20] 付石军, 霍芳, 郭时金, 等. 功能性共轭亚油酸在饲料中的应用进展[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(15): 62–65.
- FU SJ, HUO F, GUO SJ, *et al.* Progress in the application of functional conjugated linoleic acid in feed [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2014(15): 62–65.
- [21] 伍金华. 调节食物中 ω -6 和 ω -3 脂肪酸合适比例研究的进展[J]. 国外医学卫生学分册, 2006, 33(2): 70–73.
- WU JH. Research progress on regulating the appropriate ratio of ω -6 and ω -3 fatty acids in food [J]. Foreign Medical Sciences (Hygiene Section), 2006, 33(2): 70–73.
- [22] KEYS A, ANDERSON JT, GRANDE F. Serum cholesterol response to changes in the diet [J]. Metabolism, 1965, 14: 776–787.
- [23] 余文三. 多不饱和脂肪酸的研究概况[J]. 国外医学: 卫生学分册, 1998, 25(6): 359–362.
- YU WS. Research overview of polyunsaturated fatty acids [J]. Foreign Medical Sciences (Hygiene Section), 1998, 25(6): 359–362.
- [24] 李鹏, 孙京新, 王凤舞, 等. 白牦牛肉脂肪酸分析及功能性评价[J]. 食品科学, 2008, 29(4): 106–108.
- LI P, SUN JX, WANG FW, *et al.* Fatty acid analysis and functional evaluation of white yak meat [J]. Food Science, 2008, 29(4): 106–108.
- [25] SHEARD PR, ENSER MF, HAYDON KD, *et al.* Shelf life and quality of pork and pork products with raised n-3 PUFA [J]. Meat Science, 2000, 55: 213–221.
- [26] 吴时敏. 脂肪酸的膳食平衡研究进展[J]. 山东食品科技, 2001, 3(1): 33–34.
- WU SM. Research progress on dietary balance of fatty acids [J]. Shandong Food Science and Technology, 2001, 3(1): 33–34.
- [27] 孔园园, 王生华, 李发弟, 等. 靖远羊羔肉品质特征评价研究[J]. 中国畜禽种业, 2024, 20(8): 20–33.
- KONG YY, WANG SH, LI FD, *et al.* Evaluation of quality characteristics of Jingyuan lamb meat [J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2024, 20(8): 20–33.
- [28] 许辰杨, 杨悠悠, 石诗余, 等. 5 种不同畜禽肉中脂肪酸组成和脂质差异分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(18): 161–172.
- XU CY, YANG YY, SHI SY, *et al.* Analysis of fatty acid composition and lipid differences in five different types of livestock and poultry meat [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(18): 161–172.
- [29] 张孝红, 张季, 秦臻, 等. 基于脂肪酸差异分析黔北麻羊腿肉品质[J]. 肉类研究, 2023, 37(12): 39–45.
- ZHANG XH, ZHANG J, QIN Z, *et al.* Evaluation of leg meat quality of Qianbei Ma sheep based on fatty acid composition analysis [J]. Meat Research, 2023, 37(12): 39–45.
- [30] 李晨萱, 李品, 郭时惠, 等. 不同油脂对黄羽肉鸡生产性能、肉品质及肌肉脂肪酸组成的影响[J]. 南京农业大学学报, 2023, 46(6): 1125–1133.
- LI CX, LI P, GUO SH, *et al.* Effects of different oils on production performance, meat quality, and muscle fatty acid composition of yellow-feathered broilers [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2023, 46(6): 1125–1133.

(责任编辑: 于梦娇 韩晓红)