

不同烹饪方式的牛里脊质构品质比较

刘方圆¹, 周文达¹, 李晓²

(1. 天津职业大学旅游管理学院, 天津 300350) (2. 四川旅游学院烹饪学院, 四川成都 610100)

摘要: 分析不同烹饪方式对黄牛牛里脊质构参数、脂肪酸含量的影响。购买新鲜黄牛牛里脊, 分为 5 等份, 分别做生牛里脊、炖制、烤制、油煎、真空低温烹饪。对比烹饪方式对黄牛牛里脊持水力、pH、粗蛋白、粗脂肪、感官品质、色泽、质构参数、脂肪酸含量的影响。真空低温牛里脊的持水力、pH 值、粗蛋白、粗脂肪分别为 89.98%、6.12、23.69 mg/g、23.69%。牛里脊色泽、嫩度、多汁性、风味评分分别为 8.86、8.49、8.84、8.62 分, 色泽参数 L*值、a*值、b*值、c*值、h⁰值分别为 45.15、4.12、14.82、15.39、15.39; 质构参数硬度、粘性、弹性、咀嚼性、内聚力、剪切力分别为 8.36 N、0.62 N·s、6.98 mm、42.68 N·s、0.42 N/cm²、25.39 N; 饱和脂肪酸含量、不饱和脂肪酸含量均较高。真空低温牛里脊与炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊持水力、pH、粗蛋白、粗脂肪、感官品质、色泽、质构参数、脂肪酸含量相比, 具有统计学差异 ($p < 0.05$)。由上述结果可知, 不同烹饪的牛里脊与生牛里脊相比, 存在一定的微观结构、质构变化和营养物质改变, 真空低温烹饪方式下黄牛牛里脊微观结构较为完整, 对质构的影响较小, 更好的保留脂肪酸等营养成分, 符合对黄牛牛里脊的烹饪要求。

关键词: 黄牛牛里脊; 炖制; 烤制; 油煎; 真空低温烹饪

文章编号: 1673-9078(2021)03-220-226

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.3.0828

Comparison of Ridge Texture Quality in Cattle with Different Cooking

Methods

LIU Fang-yuan¹, ZHOU Wen-da¹, LI Xiao²

(1. Tianjin Vocational Institute, Tourism Management, Tianjin 300350, China)

(2. Culinary Institute of Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, China)

Abstract: The effects of different cooking methods on texture parameters and fatty acid content of beef tenderloin were analyzed. Fresh beef sirloin was divided into 5 equal parts to make raw and the cooked beef tenderloin by stewing, roasting, frying and vacuum low-temperature cooking. The effects of cooking methods on water holding capacity, pH, crude protein, crude fat, sensory quality, color, texture parameters and fatty acid content of beef tenderloin were compared. The water holding capacity, pH value, crude protein and crude fat of beef tenderloin were 89.98%, 6.12%, 23.69 mg/g and 23.69 % respectively. The color, tenderness, juiciness and flavor scores of beef tenderness, juiciness and flavor were 8.86, 8.49, 8.84 and 8.62, respectively. The color parameters L* value, a* value, b* value, c* value and H⁰ value were 45.15, 4.12, 14.82, 15.39 and 15.39, respectively; the texture parameters hardness, viscosity, elasticity, chewiness, cohesion and shear force were 8.36 N, 0.62 N·s, 6.98 mm, 42.68 N·s, 0.42 N/cm², 25.39 respectively N. The contents of saturated fatty acid and unsaturated fatty acid were higher. There were significant differences in water holding capacity, pH, crude protein, crude fat, sensory quality, color, texture parameters and fatty acid content between vacuum low-temperature beef tenderloin and stewed beef tenderloin, roasted sirloin and fried beef sirloin ($p < 0.05$). According to the above results, there are some changes in microstructure, texture and nutrients between different cooking beef tenderloin and raw beef tenderloin. The microstructure of beef tenderloin under vacuum low-temperature cooking is more complete, which has less effect on texture and better retention of nutrients such as fatty acids, which meets the requirements of beef tenderloin cooking.

引文格式:

刘方圆,周文达,李晓.不同烹饪方式的牛里脊质构品质比较[J].现代食品科技,2021,37(3):220-226

LIU Fang-yuan, ZHOU Wen-da, LI Xiao. Comparison of ridge texture quality in cattle with different cooking methods [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(3): 220-226

收稿日期: 2020-09-02

基金项目: 天津职业大学科学研究基金项目 (20202101)

作者简介: 刘方圆(1993-)女, 助教, 研究方向: 西餐工艺

Key words: beef tenderloin; stewing; roasting; frying; vacuum low temperature cooking

牛肉是目前世界上三大肉类消耗品之一,因其含有丰富的蛋白质、矿物质丰富、氨基酸含量平衡、消化吸收率较高、低胆固醇、低脂肪等特性深受人们青睐,与其他肉类相比更接近人们营养素的需求,享有“肉中骄子”的美称^[1]。人们对肉制品的品质表现为更高层次的需求,“优良肉品”已经成为目前的潮流,牛里脊肉是脊骨里面的一条瘦肉,肉质细嫩,适于滑炒、滑溜、软炸等,其含有丰富的蛋白质,氨基酸组成比猪肉更接近人体需要,可在一定程度上提高食用者机体抵抗能力,适用于组织修复、失血修复、生长发育等人群,属于补益佳品^[2]。

目前多采用食用品质、营养品质、安全品质、加工品质等来评价肉制品品质,其中食用品质包括色泽、嫩度、多汁性、风味等,营养品质包括水分、粗脂肪、粗蛋白、维生素、碳水化合物、矿物质等营养素,安全品质包括新鲜度、致病菌含量等,加工品质包括肉成熟程度、结缔组织含量、肉组织状态、蛋白质变性程度等^[3,4]。其烹饪方式包括湿热法和干热法两类,其中煨、炖、烧、焖、煮均属于湿热法,炒、炸、煎、炙、烤均属于干热法^[5]。传统的高温烹饪方式不仅会影响肉的食用口感,还会损失营养物质和风味。真空低温烹饪方式属于一种新型的食物烹饪方式,因其具有风味性好、锁住营养成分的有点目前已经广泛应用于多种食物的烹饪中^[6]。真空低温烹饪方式运用真空包装将氧气隔绝,在肉制品安全烹饪温度的基础上,不仅保证肉制品内外温度均匀,还在一定程度上保证了肉制品的食用安全性^[7,8]。随着真空低温烹饪方式的不断应用发现,此种烹饪方式不仅在一定程度上减少了牛肉质量、水分流失,还很好的保留了肉制品的营养物质和风味,口感较高,符合人们对肉制品品质的要求^[9]。在本文研究中分析油煎与真空低温烹饪方式对黄牛牛里脊质构参数、脂肪酸含量的影响,寻找较为合适的烹饪黄牛牛里脊的方式,以期能为黄牛牛里脊的烹饪加工技术提供新方式。

1 材料与方 法

1.1 材 料

研究原料:新鲜黄牛牛里脊,购于天津市生鲜市场。

主要仪器:pH仪购于东南科仪;分光测色仪购于上海臣莲生物科技发展有限公司;冷冻离心机购于杭州诺丁科学器材有限公司;ColorQuest XE色差仪购于

美国HuterLab公司;MK-301热电偶接触式测温仪购于杭州美控自动化技术有限公司;梅特勒AL204电子天平购于瑞士梅特勒-托利多公司;物性测试仪(质构仪)购于上海瑞玢国际贸易有限公司;SP-6000气相色谱仪、SP-4290微处理器、氢火焰离子检测器(FID)均购于美国Sigma公司。

主要试剂:苏木精-伊红(Hematoxylin-Eosin)试剂购自上海嵘崑达实业有限公司;10种脂肪酸甲酯标准品(纯度均>97%)购自美国Sigma公司;三氟化硼甲醇溶液(色谱级),美国Sigma公司;甲醇(色谱级)、正己烷(色谱级)、95%乙醇,天津市科密欧化学试剂有限公司;氢氧化钾(分析纯)购自国药集团化学试剂有限公司。

1.2 方 法

1.2.1 烹 饪 方 式

将所购买的新鲜黄牛牛里脊结缔组织去除,水洗后使用干净纱布将表面水分擦去,切成 $3\times 3\times 2.5$ mm的肉块,使用盐腌制处理10 min,盐用量为牛里脊重量的0.8%,将橄榄油均匀涂抹于牛里脊表面,分为5等份。其中1等份不做烹饪处理,另外4等份分别使用炖制、烤制、油煎、真空低温4种烹饪方式烹饪。炖制烹饪方式:加10 mL油,将腌制好的牛里脊翻炒10 min后,加入800 mL水,炖制60 min。烤制烹饪方式:将腌制好的牛里脊在 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下烤制40 min,烤至20 min时翻面,之后立即使用保鲜膜包好后在冰水中水浴冷却。油煎烹饪方式:将腌制好的牛里脊在 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的不粘锅中,双面各煎制2 min,直至中心温度达到 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$,之后立即使用保鲜膜包好后在冰水中水浴冷却。真空低温烹饪方式:将牛里脊放入至真空包装袋中,真空包装抽气20 s,在温度为 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水浴锅中水浴加工45 min,之后立即在冰水中水浴冷却。

1.2.2 微 观 结 构 观 察

取牛里脊组织,切割为 $1.5\times 1.5\times 2$ mm大小的组织块,做脱水、包埋、石蜡切片、烤片处理,参照HEMATOXYLIN&EOSIN (H.E.)染色方法做苏木精-伊红染色(HE),使用光学显微镜观察牛里脊微观结构。

1.2.3 持 水 力、pH、粗 蛋 白、粗 脂 肪、微 生 物 测 定

持水力测定:取8 g牛里脊样本,切碎,放置于离心管中,记做Wa,在7000 r/min的冷冻离心机中进行离心处理20 min,之后取出样本使用滤纸将样本表

面的水分吸干后称量质量,记做 W_b ,计算持水力,重复3次,取平均值。

$$\text{持水力}/\% = \frac{W_b}{W_a} \times 100\%$$

pH测定:取8g牛里脊样本切碎,加入至pH值为7.0的蒸馏水90mL中浸泡0.5h,此期间不停搅拌,之后参照GB 5009.237-2016使用pH仪测定牛里脊pH值,重复3次,取平均值。

粗蛋白质测定:参照GB 5009.5-2010《食品安全国家标准食品中蛋白质测定》对牛里脊粗蛋白质进行测定。

粗脂肪测定:参照GB/T 5009.6-2003《食品中脂肪的测定》采用索氏抽提法对牛里脊粗脂肪进行测定。

微生物测定:参照GB 4789.2-2010《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》对牛里脊中菌落总数进行测定。

1.2.4 感官品质评定

请10名经过培训的鉴评员对黄牛牛里脊样本进行感官评价,参照GB/T 22210-2007《肉与肉制品感官评定规范》评价黄牛牛里脊感官品质,以下列评分标准评价,取10名鉴评员评分的均值。

表1 黄牛牛里脊感官评分

Table 1 Sensory score of sirloin of cattle

感官评分项目	评价标准	评分/分
	色泽泛白	<6
色泽	表面浅褐色、内部浅红色	6~7
	均匀棕色色泽、内部粉红色	8~9
嫩度	质地粗糙,难以咀嚼和吞咽	<6
	质地较硬,可咬断,吞咽顺畅	6~7
多汁性	质地柔软,较易咬断,较易吞咽	8~9
	肉汁较少,咀嚼时较为干燥	<6
风味	肉汁较多,咀嚼时略微干燥	6~7
	肉汁较多,咀嚼滋润	8~9
风味	略有生腥味或者异味	<6
	无不良风味	6~7
	新鲜肉香味,同时存在适宜的咸味	8~9

1.2.5 色泽测定

采用分光测色仪测定生牛里脊、炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊、真空低温牛里脊色泽,采用标准白板、黑板矫正,使用CIE 1976 L*a*b*表色系统测定,记录黄牛牛里脊L*值(亮度)、a*值(红度)、b*值(黄度)、c*值(饱和度)、h°值(色调角)。

$$c^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}; h^{\circ} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

1.2.6 质构参数测定

将生牛里脊、炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊、真空低温牛里脊放置于20~25℃室温中平衡处理后,顺着牛里脊纤维肌方向取1cm³的肉柱,使用物性测试仪(质构仪)对黄牛牛里脊质构参数硬度、粘性、弹性、咀嚼性、内聚力、剪切力进行测定,重复测量3次,取平均值。

1.2.7 脂肪酸含量测定

使用气相色谱法测定生牛里脊、炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊、真空低温牛里脊脂肪酸含量,使用SP-6000气相色谱仪、SP-4290微处理机、氢火焰离子检测器(FID)(均购于美国Sigma公司),取3g黄牛牛里脊,使用酸水解法提取脂肪,在室温下使用氢氧化钾-甲醇做样本甲酯化,取甲酯化样本液,采用氮气浓缩液做气相色谱分离、定量测定。气相色谱分析条件:FID,玻璃色谱柱3mm×2mm,担体为80~100目酸洗CHROMOSORB NW/8%~10%(m/m)二乙二醇琥珀酸酯(DEGS),检测器温度、柱温、汽化室温度均为250℃。样品中的脂肪sauna组分浓度和微处理机上的相应色谱峰的峰面积表现为线性关系,使用面积归-化法自动计算出峰面积与百分数,打印出色谱峰图,分析黄牛牛里脊脂肪酸含量。脂肪酸包括饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸,其中饱和脂肪酸包括肉豆蔻酸(C14:0)、十五碳酸(C15:0)、棕榈酸(C16:0)、十七碳酸(C17:0)、硬脂酸(C18:0)。单不饱和脂肪酸包括棕榈油酸(C16:1n7)、油酸(C18:1n9),多不饱和脂肪酸包括亚油酸(C18:2n6)、a-亚麻酸(C18:3n3)、二十碳三烯酸(C20:3n6)。

1.3 统计学处理

采用SPSS 21.0统计软件进行分析,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)进行描述,多组间比较采用F值检验,两组间比较采用实施独立样本t检验, $p < 0.05$ 则说明差异具有统计学意义。

2 结果与讨论

2.1 烹饪方式对黄牛牛里脊微观结构的影响

肌肉纤维属于一种可影响牛里脊品质的内在因素,肌纤维密度、直径、面积比例、结缔组织以及肌节长度均会影响到肌肉品质,肌纤维密度越大、越细,则说明肉质越嫩^[10]。在本文中分析4种烹饪方式对黄牛牛里脊微观结构的影响,结果如图1所示,新鲜生牛里脊肌纤维结构较为致密、均匀,肌纤维间空隙较小。4种烹饪处于后的牛里脊肌纤维均存在拉伸膨胀,

肌纤维间隙变大, 肌内膜断裂, 结缔组织、可溶性胶原蛋白液化等微观结构变化现象, 但真空低温牛里脊对微观结构的影响较小, 说明烹饪会在一定程度上影响牛肉肌肉纤维, 但真空低温牛里脊对肌纤维的影响较小, 口感更嫩。

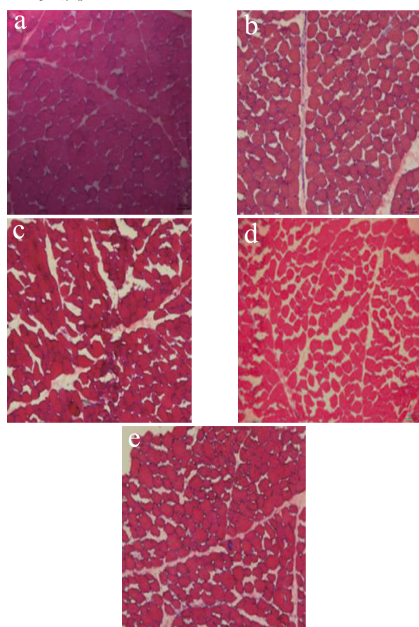


图 1 4 种烹饪方式对黄牛牛里脊微观结构的影响 (HE×200)

Fig.1 The effect of four cooking methods on the microstructure of beef tenderloin

注: a: 生牛里脊; b: 炖制牛里脊; c: 烤制牛里脊; d: 油煎牛里脊; e: 真空低温牛里脊。

2.2 烹饪方式对黄牛牛里脊持水力、pH、粗蛋白、粗脂肪的影响

营养成分主要包括蛋白质、水分、氨基酸、脂肪酸、脂肪以及矿物质等, 其中肉制品中以水分含量最多, 与蛋白质、脂肪等共同占肉制品质量的 95%以上, 肉制品中水分含量对其加工品质和储藏性能会产生一定的影响^[11]。肉的风味主要来源于脂肪, 脂肪不仅会提升肉的味道, 还会使消费者体会到肉质爽口和补充机体所需的脂肪。温度过高或者处理时间过长均会导致水分流失, 影响脂肪、蛋白质含量^[12]。肉制品保水性通常采用持水力进行评价, 当持水力较低时肉的食品品质随之降低^[13]。pH 值可衡量牛里脊品质, pH 值越高, 说明蛋白质结构化学键在处理酸性基团显著减少^[14]。在本文中分析 4 种烹饪方式对黄牛牛里脊持水力、pH、粗蛋白、粗脂肪的影响, 结果如表 2 所示, 4 种烹饪方式处理的牛里脊持水力均低于生牛里脊, pH 值、粗蛋白、粗脂肪均高于生牛里脊, 具有统计学差异 ($p < 0.05$)。真空低温牛里脊的持水力、粗蛋白、粗脂肪分别为 89.98%、23.69、23.69 均高于炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊, 且 pH 值为 6.12 低于炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊, 说明烹饪会促使牛里脊水分丢失, 但真空低温烹饪方式可更好的保留牛里脊的营养物质和水分。

表 2 4 种烹饪方式对黄牛牛里脊持水力、pH 值、粗蛋白、粗脂肪的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Effects of four cooking methods on the hydraulic power, pH value, crude protein and crude fat of cattle ridge

项目	持水力/%	pH 值	粗蛋白质/(mg/g)	粗脂肪/%
生牛里脊	98.26±2.46 ^a	6.00±0.15 ^a	18.56±1.15 ^a	3.79±0.15 ^a
炖制牛里脊	86.49±1.58 ^b	6.40±0.59 ^b	19.65±1.02 ^b	2.03±0.06 ^b
烤制牛里脊	80.02±1.66 ^c	6.42±0.62 ^b	21.16±1.25 ^c	2.11±0.05 ^{bc}
油煎牛里脊	85.26±1.25 ^b	6.35±0.58 ^c	23.25±1.28 ^d	2.18±0.02 ^{cd}
真空低温牛里脊	89.98±3.45 ^{bd}	6.12±0.45 ^{ac}	25.69±0.15 ^e	2.89±0.15 ^e

注: 同列数据右肩字母不同表示差异性显著, $p < 0.05$, 下同。

表 3 4 种烹饪方式对黄牛牛里脊感官品质的影响 ($\bar{x} \pm s$, 分)

Table 3 Effects of four cooking methods on sensory quality of beef tenderloin

项目	色泽	嫩度	多汁性	风味
生牛里脊	-	-	-	-
炖制牛里脊	6.63±0.35 ^a	6.69±0.52 ^a	8.02±0.28 ^a	7.69±0.28 ^a
烤制牛里脊	7.13±0.28 ^b	7.00±0.28 ^b	6.29±0.34 ^b	8.10±0.15 ^b
油煎牛里脊	8.12±0.15 ^c	8.41±0.10 ^c	8.75±0.03 ^c	8.46±0.06 ^c
真空低温牛里脊	8.86±0.06 ^d	8.49±0.09 ^c	8.84±0.05 ^c	8.62±0.12 ^c

2.3 烹饪方式对黄牛牛里脊感官品质的影响

色泽、嫩度、多汁性、风味等均是评价熟肉制品

感官品质的指标, 其中嫩度是反映肉品质的重要因素, 肉制品的嫩度是反映多种肌肉蛋白结构特性的指标, 在外界因素的影响下, 与蛋白分解、变性情况相

关,在咀嚼时是否爽口,在一定程度上影响人们的购买欲^[15]。在本文中分析4种烹饪方式对黄牛牛里脊感官品质的影响,结果如表3所示,真空低温牛里脊色泽、嫩度、多汁性、风味评分分别为8.86分、8.49分、8.84分、8.62分均高于炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊,具有统计学差异($p<0.05$),说明真空低温烹饪感官品质更优,牛肉色泽、嫩度、多汁性、风味更加符合人们的需求。

2.4 烹饪方式对黄牛牛里脊色泽的影响

食品色泽是食品光泽和颜色的总称,是消费者对肉制品的初印象,直接影响消费者对肉制品的购买欲,属于可反映肉品质的一样评价指标^[16]。通常消费者所观察到的色泽为肉的肌肉色泽,其主要来源于肌红蛋白,其色泽变化主要来源于肌红蛋白所处的状态和含量^[17]。虽然牛肉色泽在正常范围内的变化不会对风味、营养价值产生太大的影响,但会影响消费者购买欲。目前多采用L*值(亮度)、a*值(红度)、b*值(黄度)、c*值(饱和度)、h⁰值(色调角)对肉制品品质进行测定,其中L*值代表亮度,值越大说明肉制品的光泽度、亮度越好,a*值代表红度,值越大说明肉制品的色泽越好,肉越新鲜,c*值代表饱和度,值越大说明肉制品色泽越鲜艳^[18]。在本文研究中在本文研究中分析4种烹饪方式对黄牛牛里脊色泽的影响,结果如表4所示,4种烹饪处理后的牛里脊L*值、b*值、c*值、h⁰值均高于生牛里脊,a*值低于生牛里脊,具有统计学差异($p<0.05$);真空低温牛里脊色泽参数L*值、a*值、b*值、c*值、h⁰值分别为45.15、4.12、14.82、15.39、15.39均高于炖制牛里脊、烤制牛里脊、

油煎牛里脊,具有统计学差异($p<0.05$)。说明经烹饪后牛里脊色泽均优于生牛里脊,且经真空低温烹饪的牛里脊色泽更为理想,可能与真空低温烹饪在水浴过程中可导致较多的肌原纤维蛋白变性聚合促使光散射相关。

2.5 烹饪方式对黄牛牛里脊质构参数的影响

质构是消费者从牛肉入口前触碰、咀嚼、吞咽等整个过程中的总体印象,包括硬度、粘性、弹性、咀嚼性、内聚力以及剪切力等,其中硬度所代表的为物体变形所需要的力,随着烹饪时间的延长和烹饪温度的升高,肉制品的肌肉纤维结构被破坏、蛋白质结构变性,导致水分丧失,使得肌肉组织变硬,进而增加肉制品的硬度^[19]。弹性所代表的是物体在外部因素的影响下产生变化后去除影响力后恢复至原有形态的能力^[20]。咀嚼性与弹性、凝聚力、硬度相关,所代表的是固体食物咀嚼为可吞食状态下所需要消耗的能量大小^[21]。剪切力是可直观反映肉制品的嫩度^[22]。在本文中研究中分析4种烹饪方式对黄牛牛里脊质构参数的影响,结果如表5所示,4种烹饪处理的牛里脊硬度低于生牛里脊,粘性、弹性、咀嚼性、内聚力、剪切力均高于生牛里脊,具有统计学差异($p<0.05$),真空低温牛里脊质构参数硬度、粘性、弹性、咀嚼性、内聚力、剪切力分别为8.36 N、0.62 Ns、6.98 mm、42.68 Ns、0.42 N/cm²、25.39 N均低于炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊,具有统计学差异($p<0.05$)。说明不同烹饪方式均会对牛里脊的质构产生影响,真空低温牛里脊硬度粘性、弹性、咀嚼性、内聚力、剪切力均较低,表明真空低温牛里脊质构较佳。

表4 4种烹饪方式对黄牛牛里脊色泽的影响($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Effect of four cooking methods on the color of beef tenderloin

项目	L*值	a*值	b*值	c*值	h ⁰ 值
生牛里脊	24.43±1.49 ^a	11.89±1.12 ^a	10.15±0.68 ^a	11.62±0.10 ^a	41.68±0.68 ^a
炖制牛里脊	28.69±0.49 ^b	8.02±0.52 ^b	10.36±0.32 ^a	12.02±0.21 ^a	52.16±0.28 ^b
烤制牛里脊	29.54±0.34 ^b	8.12±0.34 ^b	10.98±0.28 ^b	12.96±0.34 ^b	56.35±0.67 ^c
油煎牛里脊	30.26±1.13 ^c	8.92±0.35 ^c	11.46±0.38 ^{bc}	13.35±0.58 ^{bc}	60.12±2.46 ^d
真空低温牛里脊	45.15±2.15 ^d	4.12±0.26 ^d	14.82±0.39 ^d	15.39±1.02 ^d	71.49±1.02 ^e

表5 4种烹饪方式对黄牛牛里脊质构参数的影响($\bar{x} \pm s$)

Table 5 Effects of four cooking methods on texture parameters of sirloin in cattle

项目	硬度/N	粘性 MJ/(N·s)	弹性/mm	咀嚼性 MJ/(N·s)	内聚力 RATIO/(N/cm ²)	剪切力/N
生牛里脊	11.20±0.45 ^a	0.56±0.12 ^a	5.98±0.05 ^a	26.36±1.12 ^a	0.35±0.05 ^a	16.55±0.10 ^a
炖制牛里脊	10.23±0.32 ^b	0.89±0.07 ^b	9.15±0.67 ^b	62.45±1.69 ^b	0.76±0.06 ^b	31.26±0.68 ^b
烤制牛里脊	9.98±0.62 ^c	0.82±0.08 ^c	8.99±0.13 ^b	58.67±1.00 ^c	0.62±0.07 ^c	30.15±0.95 ^b
油煎牛里脊	9.40±0.15 ^d	0.76±0.15 ^d	8.54±0.15 ^{bc}	55.16±1.25 ^d	0.55±0.05 ^d	28.19±0.52 ^c
真空低温牛里脊	8.36±0.26 ^e	0.62±0.15 ^e	6.98±0.15 ^d	42.68±0.10 ^c	0.42±0.15 ^e	25.39±0.15 ^d

表 6 4 种烹饪方式黄牛牛里脊脂肪酸含量的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Table 6 Effect of four cooking methods on fatty acid content of beef tenderloin

项目	饱和脂肪酸/(g/kg)				
	肉豆蔻酸(C14:0)	十五碳酸(C15:0)	棕榈酸(C16:0)	十七碳酸(C17:0)	硬脂酸(C18:0)
生牛里脊	1.10±0.25 ^a	0.26±0.02 ^a	18.39±0.05 ^a	0.53±0.15 ^a	24.50±0.15 ^a
炖制牛里脊	1.29±0.13 ^b	0.20±0.05 ^b	18.02±0.68 ^a	0.32±0.01 ^b	26.98±0.65 ^b
烤制牛里脊	1.23±0.29 ^c	0.22±0.03 ^c	18.10±0.72 ^a	0.39±0.03 ^c	25.46±0.72 ^a
油煎牛里脊	1.20±0.15 ^{cd}	0.23±0.15 ^c	18.11±0.15 ^a	0.45±0.02 ^d	24.93±0.15 ^a
真空低温牛里脊	1.15±0.15 ^c	0.28±0.15 ^d	18.99±0.15 ^a	0.55±0.11 ^a	14.32±0.15 ^c
项目	不饱和脂肪酸/(g/kg)				
	棕榈油酸(C16:1n7)	油酸(C18:1n9)	亚油酸(C18:2n6)	α -亚麻酸(C18:3n3)	二十碳三烯酸(C20:3n6)
生牛里脊	1.15±0.25 ^a	23.25±0.15 ^a	26.32±2.45 ^a	3.35±0.15 ^a	0.58±0.15 ^a
炖制牛里脊	3.12±0.09 ^b	15.32±1.62 ^b	21.02±1.42 ^b	2.42±0.23 ^b	2.05±0.09 ^b
烤制牛里脊	2.98±0.07 ^b	17.26±1.32 ^c	23.15±1.36 ^c	2.99±0.21 ^c	1.68±0.10 ^c
油煎牛里脊	2.68±0.15 ^c	19.38±0.22 ^d	25.46±1.62 ^a	3.01±0.51 ^c	1.45±0.05 ^d
真空低温牛里脊	2.05±0.10 ^d	23.15±1.12 ^a	28.69±0.15 ^d	5.46±0.15 ^d	1.28±0.22 ^e

2.6 烹饪方式对黄牛牛里脊脂肪酸含量的影响

肌肉中的脂肪酸组成不仅会影响牛肉风味，还与人体健康相关。通常情况下脂肪中的饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸与牛肉品质呈现为正相关的关系，其脂肪酸含量高低可影响牛肉的多种特性，包括风味、香味、嫩度等^[23]。营养学界将脂肪酸分为饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸，其中不饱和脂肪酸又被分为单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸^[24]。在牛肉中改善风味的脂肪酸为以油酸为主的不饱和脂肪酸，此类脂肪酸较易被氧化，进而产生大量的低级酮、醛、酸等，增加具有肉香特征的化合物含量^[25]。在牛肉中发挥咀嚼、嫩度的脂肪酸为碳原子在 14-18 的饱和脂肪酸。饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸与牛肉口感、品质相关^[26]。在本文中分析 4 种烹饪方式黄牛牛里脊脂肪酸含量的影响，结果如表 6 所示，4 种烹饪方式处理的牛里脊脂肪酸含量与生牛里脊相比，具有统计学差异($p < 0.05$)；真空低温牛里脊肉豆蔻酸、十五碳酸、棕榈酸、十七碳酸、棕榈油酸、油酸、亚油酸、 α -亚麻酸、二十碳三烯酸含量较高，硬脂酸含量较低，与炖制牛里脊、烤制牛里脊、油煎牛里脊相比，具有统计学差异($p < 0.05$)。说明烹饪会对牛里脊脂肪酸含量产生影响，但真空低温烹饪方式可更好的保留牛里脊中脂肪酸，减少营养成分流失，所烹饪的牛里脊口感脆化、硬度、弹性、咀嚼度适中，更加符合人们对饮食营养的需求。

3 结论

经不同烹饪方式处理的牛里脊与生牛里脊相比，均存在一定的微观结构、质构变化和营养物质改变现象，真空低温烹饪方式下黄牛牛里脊微观结构较为完整，对质构的影响较小，更好的保留脂肪酸等营养成分，符合对黄牛牛里脊的烹饪要求。

参考文献

- [1] Valenzuela P L, Montalvo Z, Mata F, et al. Effects of beef protein supplementation in male elite triathletes: a randomized, controlled, double-blind, cross-over study [J]. J Am Coll Nutr, 2020, 18: 1-8
- [2] 徐迅, 卜俊芝. 不同烹调方法对牛里脊营养和感官品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(22): 144-149
XU Xun, BU Jun-zhi. Effects of different cooking methods on nutrition and sensory quality of beef tenderloin [J]. Ridge Food Industry Technology, 2016, 37(22): 144-149
- [3] Yu H H, Song Y J, Kim Y J, et al. Predictive model of growth kinetics for *Staphylococcus aureus* in raw beef under various packaging systems [J]. Meat Sci, 2020, 9(165): 108108
- [4] Grigoletto L, Ferraz J B S, Oliveira H R, et al. Genetic architecture of carcass and meat quality traits in Montana tropical® composite beef cattle [J]. Front Genet, 2020, 27(11): 123
- [5] Mosley D, Su T, Murff H J, et al. Meat intake, meat cooking methods, and meat-derived mutagen exposure and risk of

- sessile serrated lesions [J]. *Am J Clin Nutr*, 2020, 111(6): 1244-1251
- [6] El Kadri H, Alaizoki A, Celen T, et al. The effect of low-temperature long-time (LTLT) cooking on survival of potentially pathogenic *Clostridium perfringens* in beef [J]. *Int J Food Microbiol*, 2020, 28(320): 108540
- [7] Lepper-Bilic A N, Berg E P, Buchanan D S, et al. Effectiveness of oxygen barrier oven bags in low temperature cooking on reduction of warmed-over flavor in beef roasts [J]. *Meat Sci*, 2014, 96(3): 1361-1364
- [8] 康晓风,黎家奇,闫寒,等.真空低温烹饪技术在水产品加工中的应用及展望[J].食品工业科技,2019,40(22):353-357, 363
KANG Xiao-feng, LI Jia-qi, YAN Han, et al. Application and prospect of vacuum low temperature cooking technology in aquatic products processing [J]. *Food Industry Technology*, 2019, 40(22): 353-357, 363
- [9] 孟祥忍,王恒鹏,谢静,等.真空低温烹饪对牛肉微观结构与理化性质的影响[J].食品与发酵工业,2019,45(9):152-158
MENG Xiang-ren, WANG Heng-peng, XIE Jing, et al. Effect of vacuum low temperature cooking on microstructure and physicochemical properties of beef [J]. *Food and Fermentation Industry*, 2019, 45(9): 152-158
- [10] Ebarb S M, Phelps K J, Drouillard J S, et al. Effects of anabolic implants and ractopamine-HCl on muscle fiber morphometrics, collagen solubility, and tenderness of beef longissimus lumborum steaks [J]. *J Anim Sci*, 2017, 95(3): 1219-1231
- [11] Keshavarzi Z, Barzegari Banadkoki S, Faizi M, et al. Comparison of transmission FTIR and ATR spectra for discrimination between beef and chicken meat and quantification of chicken in beef meat mixture using ATR-FTIR combined with chemometrics [J]. *J Food Sci Technol*, 2020, 57(4): 1430-1438
- [12] Choi S H, Gharahmany G, Walzem R L, et al. Ground beef high in total fat and saturated fatty acids decreases X receptor signaling targets in peripheral blood mononuclear cells of men and women [J]. *Lipids*, 2018, 53(3): 279-290
- [13] Lee S J, Lee S Y, Kim G D, et al. Effects of self-carbon dioxide-generation material for active packaging on pH, water-holding capacity, meat color, lipid oxidation and microbial growth in beef during cold storage [J]. *J Sci Food Agric*, 2017, 97(11): 3642-3648
- [14] Crichton S O J, Kirchner S M, Porley V, et al. High pH thresholding of beef with VNIR hyperspectral imaging [J]. *Meat Sci*, 2017, 134: 14-17
- [15] Lee Y, Lee B, Kim H K, et al. Sensory quality characteristics with different beef quality grades and surface texture features assessed by dented area and firmness, and the relation to muscle fiber and bundle characteristics [J]. *Meat Sci*, 2018, 145: 195-201
- [16] Berger J, Kim Y H B, Legako J F, et al. Dry-aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins [J]. *Meat Sci*, 2018, 145: 285-291
- [17] Soulat J, Picard B, Léger S, et al. Prediction of beef carcass and meat quality traits from factors characterising the rearing management system applied during the whole life of heifers [J]. *Meat Sci*, 2018, 140: 88-100
- [18] Hughes J, Clarke F, Purslow P, et al. A high rigor temperature, not sarcomere length, determines light scattering properties and muscle colour in beef *M. sternomandibularis* meat and muscle fibres [J]. *Meat Sci*, 2018, 145: 1-8
- [19] Hanagasaki T, Asato N. Changes in free amino acids and hardness in round of Okinawan delivered cow beef during dry- and wet-aging processes [J]. *J Anim Sci Technol*, 2018, 25(60): 23
- [20] Wang X, Miao J, Chang T, et al. Evaluation of GBLUP, BayesB and elastic net for genomic prediction in Chinese Simmental beef cattle [J]. *PLoS One*, 2019, 14(2): e0210442
- [21] Wilfong A K, McKillip K V, Gonzalez J M, et al. Determination of the effect of brand and product identification on consumer palatability ratings of ground beef patties [J]. *J Anim Sci*, 2016, 94(11): 4943-4958
- [22] Fabre R, Dalzotto G, Perlo F, et al. Cooking method effect on Warner-Bratzler shear force of different beef muscles [J]. *Meat Sci*, 2018, 138: 10-14
- [23] Flowers S, Hamblen H, Leal-Gutiérrez J D, et al. Fatty acid profile, mineral content, and palatability of beef from a multibreed Angus-Brahman population [J]. *J Anim Sci*, 2018, 96(10): 4264-4275