

孙灵霞, 李嘉辉, 祝超智, 等. 巴西内洛尔牛不同部位肉品质特性分析 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(1): 93–100. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021030370

SUN Lingxia, LI Jiahui, ZHU Chaozhi, et al. Analysis of Differences in Meat Quality Characteristics of Different Parts of Brazilian Nellore Cattle[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(1): 93–100. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021030370

巴西内洛尔牛不同部位肉品质特性分析

孙灵霞¹, 李嘉辉¹, 祝超智¹, 赵改名¹, 魏法山^{2,*}

(1.河南农业大学食品科学技术学院, 河南郑州 450002;

2.河南省产品质量监督检验院, 河南郑州 450004)

摘要:探究巴西内洛尔牛不同部位肉品质特性的差异及加工适宜性, 为巴西内洛尔牛的精细化加工提供理论依据。本实验选取 36 月龄巴西内洛尔牛, 腱肉、臀肉、肩肉、大黄瓜条、霖肉和腩肉等 6 个部位肉样, 进行营养及食用品质特性等方面的研究。结果表明: 巴西内洛尔牛 6 个部位之间肉品质特性具有较大差异。腱肉的解冻损失 (4.65%) 低, 胶原蛋白含量 (25.77%) 较高; 肩肉拥有良好的色泽 (L^* 值 40.34) 但保水性较差; 臀肉具有良好的嫩度、保水性、乳化特性和凝胶特性; 霖肉蒸煮损失 (26.44%) 较大, 但胶原蛋白含量较高且乳化特性和凝胶特性较好; 大黄瓜条脂肪含量 (6.26%) 高, 蒸煮损失低, 肌间脂肪明显; 腩肉呈现出解冻损失 (4.64%) 低, 蒸煮损失 (19.38%) 高的特点。巴西内洛尔牛不同部位肉的品质特性存在较大差异, 针对各部位肉之间的差异, 选择适宜的加工方式。霖肉适宜于肉糜类产品的加工; 腩肉适宜于冷冻储藏类产品的加工; 肩肉可以采用肉糜类和烤制的加工工艺; 臀肉可以采用蒸煮、酱卤、干制和烤制的加工方式; 腱肉适宜于蒸煮和酱卤类产品的开发; 大黄瓜条适宜于蒸煮和烤制的加工工艺。

关键词:巴西内洛尔牛, 不同部位, 品质特性, 加工适宜性

中图分类号: TS251.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)01-0093-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021030370

本文网刊:



Analysis of Differences in Meat Quality Characteristics of Different Parts of Brazilian Nellore Cattle

SUN Lingxia¹, LI Jiahui¹, ZHU Chaozhi¹, ZHAO Gaiming¹, WEI Fashan^{2,*}

(1.College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2.Henan Province Product Quality Supervision and Inspection Center, Zhengzhou 450004, China)

Abstract: Explore the differences in meat quality characteristics and processing suitability of different parts of Brazilian Nellore cattle, and provide a theoretical basis for the refined processing of Brazilian Nellore cattle. In this experiment, 6-part meat samples of 36 months old Brazilian Nellore cattle were selected, including tendon, rump, shoulder, large cucumber strips, rind, and belly to study nutrition and eating quality characteristics. The results showed that the meat quality characteristics of the 6 parts of Brazilian Nellore cattle were quite different. The thawing loss of tendon was low (4.65%), and the collagen content (25.77%) was higher; shoulder meat had good color (L^* value 40.34) but poor water retention; rump had good tenderness, water retention, emulsification and gel properties; the cooking loss of rind meat (26.44%) was large, but the collagen content was higher, and the emulsification and gel properties were better; the fat content (6.26%) of large cucumber strips was high, the cooking loss was low, and the intermuscular fat was obvious; the belly meat showed the characteristics of low thawing loss (4.64%) and high cooking loss (19.38%). There were big differences in the quality characteristics of different parts of Brazilian Nellore cattle. In view of the differences between the different parts of meat, the appropriate processing method should be selected. Rind meat is suitable for the processing of meat emulsion products; belly meat is suitable for the processing of frozen storage products; shoulder meat can be processed by meat emulsion and roasting; rump meat can be processed by steaming, marinating, drying and roasting

收稿日期: 2021-03-30

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系建设资助 (CARS-37)。

作者简介: 孙灵霞 (1980-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 肉品加工及风味控制研究, E-mail: linger198003@163.com。

* 通信作者: 魏法山 (1976-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 食品安全检测, E-mail: weifashan@aliyun.com。

method; tendon is suitable for cooking and the development of sauce-based products; and the large cucumber strips is suitable for steaming and roasting methods.

Key words: Brazilian Nellore cattle; different parts; quality characteristics; processing suitability

近年来,随着我国居民生活水平的不断提高,加上非洲猪瘟对猪肉市场的影响,极大地促进了消费者对牛肉的消费热情^[1]。根据预测^[2],我国牛肉的消费量在 2030 年将上升至 1646 万吨。但我国肉牛生产能力受饲养成本上升、投入产出效率低等因素制约而发展缓慢,国内牛肉产量从 2011 年 610 万吨仅增长到了 2020 年 670 万吨。随着国内消费量的增加,产需缺口将进一步增大^[3-4]。

随着产需缺口的增大,牛肉进口量增长迅猛,2015 年我国重启巴西牛肉进口贸易,2016 年巴西便跃升成为我国进口牛肉的第一来源地,2018 年我国从巴西进口牛肉贸易额达 13.75 亿美元,2020 年便增至 41.75 亿美元^[5],而在巴西牛业养殖中超过 80% 的牛是瘤牛,其中内洛尔牛占据了 90%^[6]。

巴西以其资源和环境的优势,通过大规模的放牧散养控制牛肉成本,继而大量出口。但巴西国内以育种、饲养管理和产肉性能等方面研究居多,针对国内多变的加工方式并未有所涉及;同时国内对于内洛尔牛各部位肉间的品质特性研究甚少,针对其加工适宜性更少见报道。因此,本实验通过对 36 月龄巴西内洛尔牛不同部位肉进行营养、食用品质等方面的研究,针对其不同部位肉差异性进一步研究其加工适宜性,为巴西内洛尔牛肉在中国市场的精细化利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

选取 36 月龄巴西内洛尔牛腱肉、肩肉、霖肉、臀肉、腩肉、大黄瓜条等 6 个部位肉样(图 1)作为研究对象,所有样品肉均来自巴西马托格罗索第 42 厂。胴体在 0~4 ℃ 排酸 72 h 后分割,在 -18 ℃ 真空包装条件下运输至实验室后 -40 ℃ 保存备用;异丙醇 分析纯,洛阳昊华化学试剂有限公司;硫酸、盐酸 优级纯,广州和为医药科技有限公司;氢氧化钠、正丙醇、硫酸钾、硫酸铜、磷酸氢二钠、磷酸氢二钾、氯化钾、磷酸二氢钾、一水合柠檬酸 均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司;大豆油 上海嘉里食品工业有限公司。

MJ-PB80 料理机 广东美的的有限公司; M-LM3B 沃布剪切力仪 东北农业大学工程学院; HI 99163 pH 计、EC-215 电导率仪 德国 Hanna 公司; TMS-Pro 物性测试仪 英国 Stable Micro Systems 公司; Minolta CR-5 台式色差仪 日本 Konica Minolta 公司; X-64R 台式离心机 美国 Beckman Coulter 公司; 35172 BRUZ 拍打均质机 法国 AES Chemunex 公司。

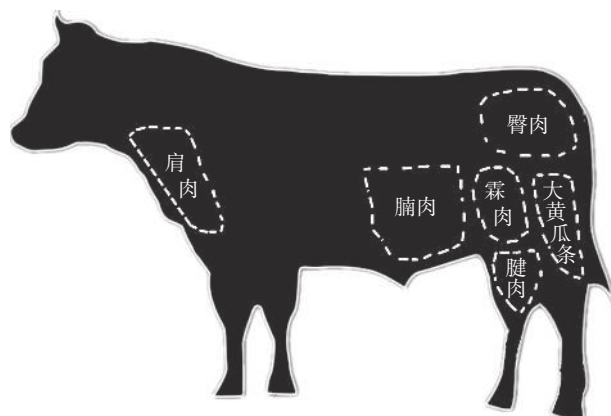


图 1 巴西内洛尔牛不同部位分割图

Fig.1 Segmentation of different parts of Brazilian Nellore cattle

1.2 实验方法

1.2.1 营养特性测定

1.2.1.1 样品前处理 肉样于 0~4 ℃ 环境中解冻,剔除肉样表面的脂肪和肌膜,以及肌肉中的筋膜,切块,并用料理机将肉块绞成糜状。

1.2.1.2 水分含量 按照 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准食品中水分的测定》进行测定。

1.2.1.3 蛋白质含量 按照 GB/T 5009.5-2016《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》进行测定。

1.2.1.4 脂肪含量 按照 GB/T 5009.6-2016《食品安全国家标准食品中脂肪的测定》进行测定。

1.2.1.5 胶原蛋白含量 通过样品中羟脯氨酸含量来计算胶原蛋白的含量。参照 GB/T9695.23-2008《肉与肉制品羟脯氨酸含量测定》进行。

1.2.2 pH 的测定 采用便携式 pH 计,按照 GB 5009.237-2016《食品安全国家标准食品 pH 值的测定》中的方法进行测定,每个样品做三次平行取其平均值。

1.2.3 色差 参考冯静等^[7]的方法进行测定,待样品解冻后,用色差仪对肉样的亮度(L^* 值)、红度(a^* 值)、黄度(b^* 值)等进行测定,记录参数。

1.2.4 保水性

1.2.4.1 解冻损失 参考赵改名等^[8]的方法进行测定,0~4 ℃ 环境中解冻,解冻前质量记为 m_1 (g);解冻后质量记为 m_2 (g)。按照公式(1)计算。

$$\text{解冻损失}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad \text{式 (1)}$$

1.2.4.2 蒸煮损失 参考 Li 等^[9]的方法进行测定,样品置于密封袋,在 85 ℃ 的恒温水浴锅中煮至中心温度 75 ℃,捞出样品后室温平衡 30 min,吸水纸擦干表面水分。水浴前质量记为 m_3 (g);水浴后的质量记为 m_4 (g),按照公式(2)计算。

$$\text{蒸煮损失}(\%) = \frac{m_3 - m_4}{m_3} \times 100$$

式 (2)

1.2.5 质构 质构测定:将肉样装入蒸煮袋中后置于水浴锅中,于 85 ℃ 热水中煮至中心温度达到 70 ℃,冷却至温度为 25 ℃,用刀修整肉块的边沿,找出肌纤维的自然走向,之后用刀沿肌纤维的自然走向将肉样修整为 1.5 cm×1.5 cm×0.5 cm 的肉块进行测定。测定条件:采用 TMS-Pro 物性测试仪,使用 P50 探头,测前速率 2.0 mm/s,测试速率 2.0 mm/s,测后速率 10.0 mm/s,压缩变形率 50%,探头 2 次测定间隔时间 5 s,触发类型自动。对样品的硬度、弹性、咀嚼性进行测定。每个部位肉样测定 10~15 次求平均值。

剪切力测定:测量样品使用经过 1.2.4.2 步骤后的样品,参考 Silva 等^[10]的方法,将样品沿肌纤维方向修整成 1.5 cm×1 cm×1 cm 形状,使用剪切力仪对样品的剪切力值进行测量。

1.2.6 乳化性测定

1.2.6.1 乳化能力 参考汪张贵等^[11]的测定方法,使用料理机破碎样品,加入缓冲液并过滤制得盐溶性蛋白溶液,使用电导率仪对盐溶性蛋白溶液的电导率进行测定。

1.2.6.2 乳化稳定性 选择 1.2.6.1 乳化能力测定过程中处于乳化崩解点时的样品管,吸取少量乳化液于离心管,记离心前的重量为 m_5 (g),离心管密封后马上 80 ℃ 水浴 30 min,室温冷却后于 4000 r/min 条件下离心 5 min,离心完毕后去除管内水分称其质量记为 m_6 (g)。乳化稳定性按照公式(3)计算。

$$\text{乳化稳定性}(\%) = \frac{m_5 - m_6}{m_5} \times 100$$

式 (3)

1.2.7 凝胶性测定

1.2.7.1 凝胶的制备 参考郝婉名等^[12]的方法进行凝胶的制备。

1.2.7.2 凝胶保水性的测定 将制备好的凝胶转移出来,装入离心管后称重记为 m_7 ;称重密封后在 4 ℃、5000 r/min 的条件下离心 10 min,离心完毕去除管内水分后称重记为 m_8 (g)。凝胶保水性按照公式(4)计算。

$$\text{凝胶保水性}(\%) = \frac{m_7 - m_8}{m_7} \times 100$$

式 (4)

1.2.7.3 凝胶质构的测定 使用 TMS-Pro 物性测试仪对样品的硬度、咀嚼性等指标进行测定。测定条件:使用 P50 探头,测前速率 2.0 mm/s,测试速率 2.0 mm/s,测后速率 10.0 mm/s,压缩变形率 50%,探头 2 次测定间隔时间 5 s,触发类型自动。

1.3 数据处理与统计分析

数据使用 SPSS 16.0 软件统计分析,使用 Origin 8.5 进行绘图。采用 Duncan's 进行显著性差异检验,显著性水平为 $P<0.05$ 。结果以平均值±标准差表示。

2 结果与讨论

2.1 巴西内洛尔牛不同部位肉的营养特性

由表 1 可知,巴西内洛尔牛不同部位之间营养特性均存在较大的差异($P<0.05$)。水分含量是牛肉品质评价标准中的基本参数,对牛肉的品质特性以及储藏期等具有较大影响^[13]。巴西内洛尔牛腱肉水分含量(77.94%)最高,腩肉(77.69%)次之,大黄瓜条(70.39%)最低($P<0.05$),与 Anaruma 等^[13]所测得阉割雄性内洛尔牛宰后 24 h 平均 74% 的水分含量范围基本一致,从水分含量方面看,经过长时间的冷冻储运过程,内洛尔牛的水分含量前后并未有较大变化。据研究,巴西肉类行业采用真空包装方式,以控制长时间储运过程中的水分损失^[5]。

蛋白质是肉类以及肉制品中的重要营养物质之一,蛋白质含量对牛肉风味物质的产生、保水性以及乳化性能有着重要影响^[14-15]。巴西内洛尔牛霖肉的蛋白质含量(19.41%)最高,腱肉(16.85%)最低($P<0.05$);肩肉、臀肉、大黄瓜条和腩肉蛋白质含量没有较大差异,基本维持在 18.50% 左右。与赵改名等^[16-17]测定新疆褐牛、西门塔尔牛不同部位蛋白质含量平均 20% 的含量相比,巴西内洛尔牛肉的蛋白质含量明显较低。该实验结果与 Malheiros 等^[18]的研究结果一致,巴西内洛尔牛的蛋白质含量较国内相关品种偏低,可能与该品种的品质特性有关。

脂肪的沉积对于牛肉制品的风味形成极其关键,研究发现肉制品中挥发性香气物质中 60% 来自于肉类加工过程中的脂质氧化过程^[19-20]。且脂肪的沉积会使大理石花纹更加明显,直接反映牛肉的嫩度,剪切力等方面指标^[21-22]。巴西内洛尔牛大黄瓜条的脂肪含量(6.26%)最高($P<0.05$),臀肉和腩肉次之,

表 1 巴西内洛尔牛不同部位肉的营养特性

Table 1 Nutritional characteristics of meat in different parts of Brazilian Nellore cattle

部位名称	水分含量(%)	蛋白质含量(%)	脂肪含量(%)	胶原蛋白含量(%)
腱肉	77.94±0.26 ^a	16.85±0.60 ^c	1.97±0.42 ^c	25.77±0.47 ^b
肩肉	76.52±0.57 ^b	18.21±0.31 ^b	2.50±0.15 ^c	17.27±0.49 ^c
臀肉	74.16±0.42 ^d	18.94±0.24 ^{ab}	3.74±0.19 ^b	14.56±0.21 ^d
霖肉	75.13±0.42 ^c	19.41±0.42 ^a	2.14±0.14 ^c	16.83±0.19 ^c
大黄瓜条	70.39±0.56 ^e	18.23±0.32 ^b	6.26±0.28 ^a	10.78±0.12 ^e
腩肉	77.69±0.01 ^a	18.53±0.86 ^{ab}	3.63±0.37 ^b	32.05±0.14 ^a

注:表中数据为平均值±标准差;同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$);表2、表3同。

且两者无明显差异($P>0.05$), 腱肉脂肪含量(1.97%)最低。除大黄瓜条外, 其他部位与国内肉牛相比, 脂肪水平基本一致, 均属于低脂肪水平, 该结果与郭同等^[23]研究结果一致。根据实验过程中的观察, 大黄瓜条肌纤维中有明显的脂肪沉积, 大理石花纹明显, 因而脂肪含量较高。

胶原蛋白是肉中的重要组成部分, 与肉的嫩度、保水性等品质及加工方式有较大关系^[24]。表1显示, 内洛尔牛腩肉(32.05%)最高($P<0.05$), 大黄瓜条(10.78%)最低($P<0.05$), 其他部位均存在明显差异性。根据相关报道^[25-26], 胶原蛋白含量高的部位适宜于采用酱卤的加工方式, 因为在卤煮类产品长时间的煮制过程中, 胶原蛋白发生溶解性变化和凝胶化, 可以达到提高嫩度和口感的目的。胶原蛋白含量明显较高, 根据相关研究^[27], 其差异性可能与不同部位肉的运动量和活动性存在差异有关。此结果显示, 进口巴西内洛尔牛更适宜于酱卤制品的加工工艺。

2.2 巴西内洛尔牛不同部位肉的 pH

牛肉 pH 与肉中糖原酵解速度与程度有关, 在屠宰阶段, pH 的下降速度和最终 pH 会影响肉的品质, 主要因为肉中糖原分解产生乳酸进而使 pH 产生变化^[28-29]。由图2可知, 巴西内洛尔牛腱肉 pH 较高, 为 6.39, 腩肉部位 pH 次之, 为 5.92, 可能与宰前有较强的应激反应有关, 导致该部位糖原在宰前大量消耗, 影响了 pH 的下降速度和程度, 使得最终 pH 较高^[30]; 根据 Muchenje 等^[31]的研究, 牛肉最终 pH 大于 5.8 和 L^* 值小于 28 时, 可能会出现黑干肉 (dark, firm and dry, DFD), 在本实验中, 腱肉和腩肉 pH 虽然较高, 但 L^* 值处在正常范围, 因此并未出现 DFD 肉现象。其他各部位肉 pH 均在正常范围内, 存在差异性的原因可能为不同部位肉的肌纤维特性与糖酵解能力不同^[32]。

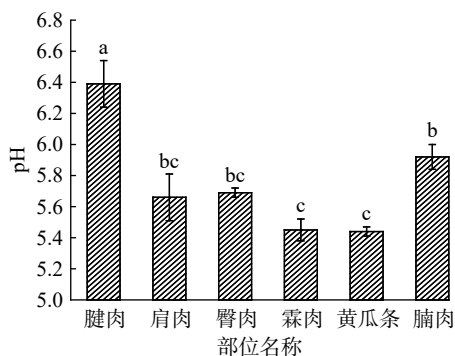


图2 巴西内洛尔牛不同部位肉的 pH

Fig.2 pH meat in different parts of Brazil Nellore cattle

注: 同一指标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$); 图3~图5同。

2.3 巴西内洛尔牛不同部位肉的色差

肉色是消费者在购买过程中最直观的评判标准^[33], 肉色由肌红蛋白含量、肌肉纤维类型、饲料中叶绿素等多方面因素决定^[34-35]。由图3可知, 巴西内洛尔牛腩肉和肩肉 L^* 值较高, 臀肉和大黄瓜条 L^* 值较低,

可能与腩肉和肩肉含有较高比例 I 型肌纤维有关。宰后排酸过程中 I 型肌纤维与肌红蛋白竞争氧气, 导致肌红蛋白氧化程度降低, 进而影响肉色^[36]。

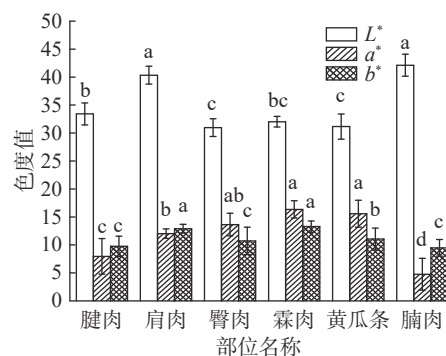


图3 巴西内洛尔牛不同部位肉的色泽

Fig.3 Color of meat in different parts of Brazil Nellore cattle

Olivera 等^[37]认为红度值 (a^* 值) 是肉最重要的颜色参数, 将会极大影响消费者的购买欲望。其中霖肉和大黄瓜条 a^* 值较高, 腩肉 a^* 值最低 (4.76); 而腩肉 L^* 值较高, 导致腩肉颜色较淡, 出现红度值过低的状况。 a^* 值主要受到肉中氧合肌红蛋白与高铁肌红蛋白比例的影响, 氧合肌红蛋白比例高则 a^* 值较高^[38], 霖肉和大黄瓜条 a^* 值较高, 可能是该部位氧合肌红蛋白比例较高导致肉色更加鲜红^[39]。 b^* 值在各个部位中并未有太大差异。综合国外^[40-41]对巴西内洛尔牛的肉色评定, L^* 、 a^* 和 b^* 值均在内洛尔种群中属于正常水平。且与国内牛肉相比, 肉色并未有太大区别。

2.4 巴西内洛尔牛不同部位肉的保水性

由图4可知, 霖肉 (12.06%) 和肩肉 (10.25%) 的解冻损失较大; 霖肉的蒸煮损失 (26.44%) 最高; 据报道^[42-43], 内洛尔牛肉的蒸煮损失在 14.1%~20.8% 之间, 最高可达 27.7%。不同部位肉的蒸煮损失存在差异性, 可能与肌纤维的横向和纵向收缩、蛋白质和胶原蛋白变性有关^[44]。本实验中, 巴西内洛尔牛蒸煮损失平均为 20.6%, 较国内相关品种 30% 左右的蒸煮损失^[16-17], 具有一定程度的优势, 因而进口巴西内洛尔牛较适宜于蒸煮类和卤煮类加工工艺。

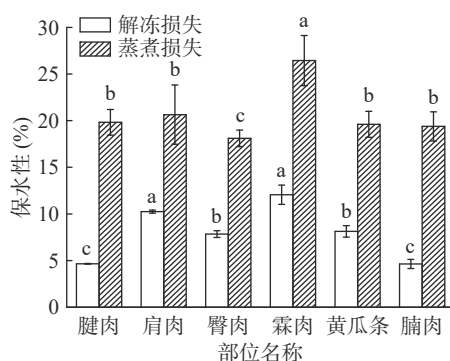


图4 巴西内洛尔牛不同部位肉的保水性

Fig.4 Water retention of meat in different parts of Brazil Nellore cattle

2.5 巴西内洛尔牛不同部位肉的质构

肉的嫩度受到组成成分等因素的影响。肉的组成成分差异则包括肌纤维类型和组成比例、胶原蛋白含量、脂肪含量等方面^[45-46]。由表 2 可知, 巴西内洛尔牛大黄瓜条硬度(2352.30 g)最高, 臀肉硬度(809.67 g)最低, 腱肉次之; 大黄瓜条咀嚼性(2281.64 g)最高, 臀肉咀嚼性(618.53 g)最低, 腱肉次之。可以看到, 肉样硬度与咀嚼性变化趋势基本相同。根据相关报道^[25-26], 胶原蛋白含量与嫩度呈正相关, 与此对应的大黄瓜条胶原蛋白含量(10.78 %)最低, 其硬度最高, 咀嚼性最差。

2.6 巴西内洛尔牛不同部位肉的剪切力

肉嫩度是影响肉品质的重要因素之一, 与品种、饲养时间、部位、肌肉组织和结缔组织含量等多种因素有关^[47]。内洛尔种群的肉嫩度具有较大的差异性, 本实验结果显示, 霖肉剪切力最高(9.66 kg); 腩肉剪切力最低(6.15 kg)。有报道指出^[25,26], 牛肉剪切力与胶原蛋白含量有关, 胶原蛋白含量越高的部位, 剪切力越低。与本实验中对应的, 腩肉胶原蛋白含量(32.05%)最高, 嫩度也最好。根据剪切力值, Malheiros 等^[48]对内洛尔牛种群中划分了三个等级: 嫩肉(3.5 kg)、硬肉(5.8 kg)和极硬肉(8.2 kg)。Custódio 等^[49]和 Sant'anna 等^[40]也观察到内洛尔品种的高变异性(平均 6.05 kg, 范围在 1.79~11.35 kg)。本实验中各部位剪切力值均在 6.0 kg 以上, 根据 Custódio 和 Sant'anna 的研究结果, 本实验所用胴体在内洛尔牛种群中属于嫩度较差的群体, 在消费市场, 普遍认为巴西内洛尔牛嫩度远不及欧洲和亚洲品种^[50]。

2.7 巴西内洛尔牛不同部位肉的乳化特性和凝胶特性

乳化特性和凝胶特性是主要的蛋白质功能特性^[51], 该特性与肉糜类产品的稳定性有着直接关系。

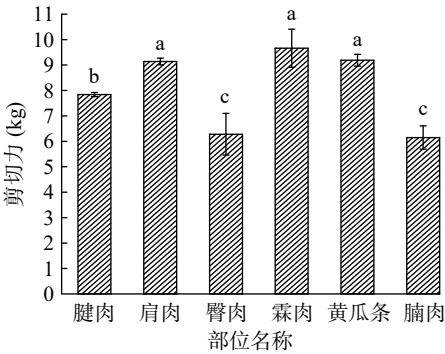


图 5 巴西内洛尔牛不同部位肉的剪切力
Fig.5 Shear force of meat in different parts of Brazil Nellore cattle

由表 3 可知, 巴西内洛尔牛腩肉乳化能力(13.59 g/mL)最高, 肩肉(6.47 g/mL)最低; 肩肉的乳化稳定性(67.24%)最好, 与赵改名等^[17]的研究结果一致。乳化特性与多种因素有关, 其中盐溶性蛋白含量越高, 乳化稳定性越好^[52]。研究发现^[53]pH 会影响盐溶性蛋白的溶解度, 进而影响肉类的乳化凝胶特性, pH 越高, 保水性越好, 因此腩肉较高的 pH 有助于维持较好的乳化特性。

肉的凝胶特性对肉制品的加工过程影响较大, 加工过程中的蛋白质受热发生胶凝作用, 从而对肉制品的结构产生影响。凝胶特性会较大程度地影响产品的质构、粘着力、保水保油性和感官特性等方面。表 3 数据显示, 巴西内洛尔牛霖肉的凝胶保水性(98.16%)最高; 腩肉的凝胶硬度(157.08 g)和凝胶弹性(0.49)均为最低, 不适合肉糜和凝胶类产品, 这与赵改名等^[54]关于云岭牛相关特性的研究结果一致。臀肉、霖肉和大黄瓜条的凝胶保水性、硬度和弹性综合表现较好, 可能与这些部位蛋白质含量较高有关, 从而具有更加稳定的凝胶结构, 相关特性表现更好^[55]。

表 2 巴西内洛尔牛不同部位肉的质构

Table 2 Texture of meat in different parts of Brazilian Nellore cattle

部位名称	硬度(g)	弹性	咀嚼性(g)
腱肉	882.10±243.21 ^c	0.24±0.02 ^a	689.12±91.60 ^c
肩肉	1338.06±346.63 ^{bc}	0.39±0.16 ^a	1486.41±230.84 ^b
臀肉	809.67±125.34 ^c	0.24±0.03 ^a	618.53±51.18 ^c
霖肉	1567.74±119.60 ^b	0.24±0.05 ^a	1464.33±55.12 ^b
大黄瓜条	2352.30±571.91 ^a	0.20±0.02 ^a	2281.64±72.23 ^a
腩肉	1067.72±99.88 ^{bc}	0.28±0.15 ^a	1020.86±148.69 ^c

表 3 巴西内洛尔牛的乳化和凝胶特性

Table 3 Emulsifying and gel characteristics of different parts of meat of Brazilian Nellore cattle

部位名称	乳化能力(g/mL)	乳化稳定性(%)	凝胶保水性(%)	凝胶硬度(g)	凝胶弹性
腱肉	7.88±0.32 ^c	48.48 ±1.48 ^b	80.85±4.41 ^b	241.09±23.65 ^c	0.51±0.023 ^{cd}
肩肉	6.47±0.69 ^d	67.24 ±0.60 ^a	96.48±1.87 ^a	247.02±1.60 ^c	0.62±0.008 ^{bc}
臀肉	10.31±2.33 ^b	65.36 ±0.92 ^a	97.64±0.23 ^a	1484.97±81.77 ^a	0.86±0.027 ^a
霖肉	9.19±0.65 ^c	63.39 ±2.30 ^a	98.16±0.35 ^a	946.46±25.34 ^b	0.79±0.027 ^a
大黄瓜条	10.13±1.89 ^b	51.60 ±0.87 ^b	97.32±0.22 ^a	1497.22±128.08 ^a	0.65±0.040 ^b
腩肉	13.59±2.21 ^a	48.89 ±0.68 ^b	91.66±0.81 ^a	157.08±15.26 ^c	0.49±0.078 ^d

3 结论

巴西内洛尔牛各部位肉品质存在较大差异。霖肉蒸煮损失较大,但其胶原蛋白含量较高,且乳化特性和凝胶特性较好,适宜于肉糜类产品的加工;腩肉具有低解冻损失高蒸煮损失的特点,适宜于冷冻储藏类产品的加工;肩肉解冻损失和蒸煮损失均较高,但其拥有良好的色泽和居中的乳化特性和凝胶特性,可以采用肉糜类和烤制的加工工艺;臀肉保水性最好,嫩度最佳,乳化特性和凝胶特性较高,可以采用蒸煮、酱卤、干制和烤制的加工方式;腱肉解冻保水性较好,且胶原蛋白含量高,适宜于蒸煮和酱卤类产品的开发;大黄瓜条蒸煮损失较小,脂肪含量高,肌间脂肪明显,适宜于蒸煮和烤制的加工工艺。

综合来看,进口自巴西的内洛尔牛,虽在经过长时间的冷冻储运过程后,保水性较国内一些品种牛肉更好,适合于蒸煮类和酱卤类产品的开发利用;但其因品种问题,导致该牛肉嫩度较差,会影响肉制品加工行业的使用;另外,可能由于其自身品种特性原因,导致其蛋白质含量较低,营养品质方面存在缺陷。

参考文献

- [1] 王楚婷,刘爱军,王远浓. 中国牛肉市场的供给与需求分析[J]. 福建茶叶, 2020, 42(3): 57-59. [WANG Chuting, LIU Aijun, WANG Yuannong. Analysis of the supply and demand of beef market in China[J]. *Fujian Tea*, 2020, 42(3): 57-59.]
- [2] OECD / FAO OECD-FAO agricultural outlook 2016-2025[R]. OECD Publishing, Paris, 2016.
- [3] 刘春鹏,肖海峰. 中国牛肉供求现状及趋势分析[J]. 农业经济与管理, 2016(4): 79-87. [LIU Chunpeng, XIAO Haifeng. Analysis of the current situation and trend of beef supply and demand in China[J]. *Agricultural Economics and Management*, 2016(4): 79-87.]
- [4] 中华人民共和国国家统计局. 指标-农业-畜产品产量-牛肉产量 [EB/OL][2021-5-17] <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>
- [5] 中华人民共和国海关总署 [EB/OL][2021-5-17] <http://www.customs.gov.cn/转至http://43.248.49.97/海关统计数据在线查询平台>
- [6] MILLEN D D, PACHECO R D L, MEYER P M, et al. Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil[J]. *Animal Frontiers*, 2011, 1(1): 46-52.
- [7] 冯静,锡文林,冯克明,等. 西门塔尔牛对中国西部地区本地黄牛的改良效果[J]. 新疆畜牧业, 2012(8): 36-38. [FENG Jing, XI Wenlin, FENG Keming, et al. The improvement effect of Simmental cattle on local yellow cattle in western China[J]. *Xinjiang Animal Husbandry*, 2012(8): 36-38.]
- [8] 赵改名,王可,祝超智,等. 青海高原型牦牛不同部位肉的品质差异研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(13): 60-65. [ZHAO Gaiming, WANG Ke, ZHU Chaozhi, et al. Study on meat quality differences of different parts of Qinghai high-prototype yak[J]. *Food Research and Development*, 2020, 41(13): 60-65.]
- [9] LI Chunbao, CHEN Yinji, XU Xinglian, et al. Effects of low-voltage electrical stimulation and rapid chilling on meat quality characteristics of Chinese elow crossbred bulls[J]. *Meat Science*, 2010, 72(1): 9-17.
- [10] SILVA D R G, HOLMAN B W B, KERR M J, et al. Effect of homogenisation speed and centrifugation on particle size analysis of beef and the relationship with shear force[J]. *Meat Science*, 2018, 143(SEP.): 219-222.
- [11] 汪张贵,闫利萍,彭增起,等. 脂肪剪切乳化和蛋白基质对肉糜乳化稳定性的重要作用[J]. 食品工业科技, 2011, 32(8): 466-469. [WANG Zhanggui, YAN Liping, PENG Zengqi, et al. Importance of shearing fat emulsification and protein matrix in meat batter stability[J]. *Food Industry Science and Technology*, 2011, 32(8): 466-469.]
- [12] 郝婉名,祝超智,赵改名,等. 西门塔尔杂交牛不同部位肉间的差异性[J]. 肉类研究, 2019, 33(1): 14-18. [HAO Wanming, ZHU Chaozhi, Zhao Gaiming, et al. Differences in meat quality among different parts of crossbred simmental cattle[J]. *Meat Research*, 2019, 33(1): 14-18.]
- [13] ANARUMA R J, REIS L G, FELÍCIO de P E, et al. Castration age and growth, meat production and meat quality of Nellore male cattle[J]. *Animal Production Science*, 2020, 60(5): 725-731.
- [14] 杨玉莹,张一敏,董鹏程,等. 不同品种牛肉品质特性概述[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(6): 271-276. [YANG Yuying, ZHANG Yimin, Dong Pengcheng, et al. Overview of the quality characteristics of different varieties of beef[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2018, 44(6): 271-276.]
- [15] 汪张贵,闫利萍,彭增起,等. NaCl浓度和pH对肉糜中脂肪微粒蛋白吸收量及凝胶特性的影响[J]. 食品工业科技, 2011, 32(10): 190-193. [WANG Zhanggui, YAN Liping, PENG Zengqi, et al. The effect of NaCl concentration and pH on the absorption of fat microprotein and gel properties in meat emulsion[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2011, 32(10): 190-193.]
- [16] 赵改名,茹昂,郝婉名,等. 不同母本西门塔尔杂交牛各部位肉品质与蛋白质功能特性的差异性研究[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(7): 78-85. [ZHAO Gaiming, RU Ang, HAO Wanming, et al. Study on the differences in meat quality and protein functional properties of different female Simmental crossbred cattle[J]. *Food and Fermentation Industry*, 2021, 47(7): 78-85.]
- [17] 赵改名,张桂艳,茹昂,等. 新疆褐牛不同部位肉品质特性差异分析[J]. 现代食品科技, 2021, 37(2): 261-267, 137. [ZHAO Gaiming, ZHANG Guiyan, Ru Ang, et al. Analysis of the difference in meat quality characteristics of different parts of Xinjiang brown cattle[J]. *Modern Food Technology*, 2021, 37(2): 261-267, 137.]
- [18] MALHEIROS J M, ENRIQUEZ-VALENCIA C E, SILVA J, et al. Carcass and meat quality of Nellore cattle (*Bos taurus indicus*) belonging to the breeding programs[J]. *Livestock Science*, 2020, 242: 104277.
- [19] TIMON M L, VENTANAS J, CARRAPISO A I. Subcutaneous and intermuscular fat characterisation of dry-cured Iberian hams[J]. *Meat Science*, 2001, 58(1): 85-91.
- [20] DIRINCK P, OPSTAELE F V, VANDENDRIESSCHE F. Flavour differences between northern and southern European cured

- hams[J]. *Food Chemistry*, 1997, 59(4): 511–521.
- [21] BOTTEMA M J, KRUK Z A, GONTAR A, et al. Evidence of marbling as a single connected entity[J]. *Meat Science*, 2019, 161: 108004.
- [22] LEE B, YOON S, CHOI Y M. Comparison of marbling fleck characteristics between beef marbling grades and its effect on sensory quality characteristics in high-marbled Hanwoo steer[J]. *Meat Science*, 2019, 152(JUN.): 109–115.
- [23] 郭同军. 去势影响西门塔尔牛脂肪沉积的生理机制研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2015. [GUO Tongjun. Study on the physiological mechanism of castration affecting fat deposition in Simmental cattle[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2015.]
- [24] NISHIUMI T, KUNISHIAM R, NISHIMURA T, et al. Intramuscular connective tissue components contributing to raw meat toughness in various porcine muscles[J]. *Animal Science and Technology*, 1995, 66(4): 341–348.
- [25] A M D A, A C B, B P E, et al. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure-Science-Direct[J]. *Food Quality and Preference*, 2003, 14(4): 277–288.
- [26] 任璐璐. 原料肉和宰后状态对酱牛肉食用品质的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2013. [REN Lulu. The influence of raw meat and post-slaughter status on the edible quality of sauced beef[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2013.]
- [27] 李晓波, 赵文博, 莎丽娜. 肌肉胶原蛋白特性对嫩度的影响[J]. *肉类研究*, 2008(2): 23–25, 46. [LI Xiaobo, ZHAO Wenbo, SHA Lina. The effect of muscle collagen properties on tenderness[J]. *Meat Research*, 2008(2): 23–25, 46.]
- [28] WICKS J, BELINE M, GOMEZ J F M, et al. Muscle energy metabolism, growth, and meat quality in beef cattle[J]. *Agriculture*, 2019; 9.
- [29] ZHOU G H, LIU L, XIU X L. Productivity and carcass characteristics of pure and crossbred Chinese Yellow Cattle[J]. *Meat Science*, 2001, 58(4): 359–362.
- [30] 王晶, 罗欣, 朱立贤, 等. 不同极限 pH 值牛肉品质差异及机制的研究进展[J]. *食品科学*, 2019, 40(23): 283–288. [WANG Jing, LUO Xin, ZHU Lixian, et al. Research progress on the difference and mechanism of beef quality with different pH limit[J]. *Food Science*, 2019, 40(23): 283–288.]
- [31] MUCHENJE V, DZAMA K, CHIMONYO M, et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review[J]. *Food Chemistry*, 2009, 112(2): 279–289.
- [32] 苏琳. 巴美肉羊肌纤维特性、糖酵解潜力对羊肉品质的影响和 MyHC 表达量分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015. [SU Lin. The effect of muscle fiber characteristics and glycolytic potential of Bami mutton sheep on mutton quality and analysis of MyHC expression[D]. Huhhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2015.]
- [33] AROEIRA C N, FILHO R A T, FONTES P R, et al. Freezing, thawing and aging effects on beef tenderness from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle[J]. *Meat Science*, 2016, 116(Jun.): 118–125.
- [34] DALEY C A, ABBOTT A, DOYLE P S, et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef[J]. *Nutrition Journal*, 2010, 9(1): 10.
- [35] 吴菊清, 李春保, 周光宏, 等. 宰后成熟过程中冷却牛肉、猪肉色泽和嫩度的变化[J]. *食品科学*, 2008(10): 136–139. [WU Juqing, LI Chunbao, ZHOU Guanghong, et al. Changes in color and tenderness of chilled beef and pork during maturation after slaughter[J]. *Food Science*, 2008(10): 136–139.]
- [36] PICARD B, GAGAOUA M, GAGAOUA M, et al. Muscle fiber properties in cattle and their relationships with meat qualities: An overview[J]. *J Agric Food Chem*, 2020, 68: 6021–6039.
- [37] OLIVERA D F, BAMBICHA R, LAPORTE G, et al. Kinetics of colour and texture changes of beef during storage[J]. *Journal of Food Science & Technology*, 2013, 50(4): 821–825.
- [38] 李若绮. 宰后冷藏过程中牛肉肉用品质变化及抗氧化物质对肉色稳定性影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015. [LI Ruoli. Changes in beef meat quality during post-slaughter refrigeration and the effect of antioxidants on meat color stability[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2015.]
- [39] 陈璐. 骨骼肌显微结构及超微结构与猪肉嫩度的关系[D]. 南京: 南京师范大学, 2008. [CHEN Lu. The relationship between skeletal muscle microstructure and ultrastructure and pork tenderness[D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2008.]
- [40] SANT'ANNA A C, VALENTE T D S, MAGALHÃES A F B, et al. Relationships between temperament, meat quality, and carcass traits in Nellore cattle1[J]. *J Anim Sci*, 2019, 97: 4721–4731.
- [41] FIDELIS H A, BONILHA S, TEDESCHI L O, et al. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nellore cattle[J]. *Meat Science*, 2017, 128: 34–39.
- [42] GOUVÊA V N D, BIEHL M V, ANDRADE T S, et al. Effects of soybean oil or various levels of whole cottonseed on growth performance, carcass traits, and meat quality of finishing bulls[J]. *Livestock Science*, 2020, 232: 103934.
- [43] GESTEIRA S M, OLIVEIRA R L, TRAJAN J D S, et al. Fatty acid profile, physicochemical composition and sensorial attributes of salted and sun-dried meat from young Nellore bulls supplemented with condensed tannins[J]. *PLoS One*, 2019, 14(4).
- [44] DOMINGUEZ-HERNANDEZ E, SALASEVICIENE A, ERTBJERG P. Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms[J]. *Meat Science*, 2018, 143(SEP.): 104–113.
- [45] 曹宪福, 杨志成, 姜廷波, 等. 肌肉嫩度的影响因素分析[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2016(21): 60–63. [CAO Xianfu, YANG Zhicheng, JIANG Tingbo, et al. Analysis of influencing factors of muscle tenderness[J]. *Heilongjiang Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2016(21): 60–63.]
- [46] 孙红霞, 黄峰, 张春江, 等. 肉品嫩度的影响因素以及传统炖煮方式对肉制品嫩度的影响[J]. *食品科技*, 2016, 41(11): 94–98. [SUN Hongxia, HUANG Feng, ZHANG Chunjiang, et al. The influencing factors of meat tenderness and the influence of traditional stewing methods on meat tenderness[J]. *Food Science and Technology*, 2016, 41(11): 94–98.]
- [47] STARKEY C P, GEESINK G H, ODDY V H, et al. Explaining the variation in lamb longissimus shear force across and within ageing periods using protein degradation, sarcomere length and col-

lagen characteristics[J]. *Meat Science*, 2015, 105(Jul.): 32–37.

[48] A J M M, CRUZ ELENA ENRÍQUEZ-VALENCIA B, C B O D S D, et al. Association of CAST2, HSP90AA1, DNAJA1 and HSPB1 genes with meat tenderness in Nellore cattle[J]. *Meat Science*, 2018, 138: 49.

[49] CUSTODIO L, PRADOS L F, OLIVEIRA I M, et al. Do mycotoxin contaminated diets and yeast cell wall adsorbent affect meat quality of Nellore bulls finished in feedlot? -A short communication[J]. *Meat Science*, 2019, 158(12): 107865.1–107865.4.

[50] LADEIRA M M, SCHOONMAKER J P, SWANSON K C, et al. Review: Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat[J]. *Animal*, 2018, 12(s2): 1–13.

[51] 康大成, 刘云国, 张万刚. 高功率超声波对蛋白质功能特性的影响及其在肉品加工中的应用研究进展[J]. *食品科学*, 2019, 40(23): 289–297. [KANG Dacheng, LIU Yunguo, ZHANG Wangang. The effect of high-power ultrasound on the functional properties of protein and its application in meat processing[J]. *Food Science*, 2019, 40(23): 289–297.]

[52] 汪张贵. 肌肉蛋白与脂肪剪切乳化机理的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2010. [WANG Zhanggui. Study on the shear emulsification mechanism of muscle protein and fat[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2010.]

[53] ISHIOROSHI M, SAMEJIMA K, YASUI T. Heat-induced gelation of myosin filaments at a low salt concentration[J]. *Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan*, 2006, 47(12): 2809–2816.

[54] 赵改名, 李佳麒, 祝超智, 等. 云岭牛不同部位肉的品质特性分析[J]. *现代食品科技*, 2020, 36(3): 22–28. [ZHAO Gaiming, LI Jiaqi, ZHU Chaozhi, et al. Analysis of the quality characteristics of different parts of Yunling cattle[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2020, 36(3): 22–28.]

[55] 周长旭, 靳红果, 辛营营, 等. 蛋白质量浓度对鸡蛋热诱导凝胶特性的影响[J]. *食品科学*, 2012, 33(9): 118–121. [ZHOU Changxu, JIN Hongguo, XIN Yingying. The effect of protein concentration on heat-induced gel properties of eggs[J]. *Food Science*, 2012, 33(9): 118–121.]