

不同部位双峰驼肉的食用品质及营养成分分析

孙树远, 何 静, 吉日木图*

(内蒙古农业大学 食品科学与工程学院, 内蒙古自治区 呼和浩特 010018)

摘要: 为了探究双峰驼不同部位肉的品质特性差异及加工适宜性, 为双峰驼肉的精细化加工提供理论依据, 选取 8 岁龄阿拉善双峰驼的里脊、外脊、胸肉、腹肉、臀肉、骆驼霖、腱子肉 7 个部位肉样, 检测不同部位双峰驼肉的食用品质, 并对其营养成分和质构特性进行分析。结果表明, 里脊的色差最小, 颜色较鲜艳, 保水性适中; 外脊的脂肪(质量分数 6.50%)较高, 嫩度较好, 但水分含量(质量分数 66.11%)低导致其保水性较差; 胸肉的硬度最低, 具有良好的弹性和嫩度且所含氨基酸和脂肪酸最丰富、种类最齐全; 腹肉具有较高的脂肪(质量分数 9.03%)、良好的保水性; 臀肉的硬度、熟肉率和内聚性最差; 骆驼霖的蛋白质(质量分数 21.27%)较高且脂肪(质量分数 0.33%)较低; 腱子肉的水分含量(质量分数 75.27%)较高且系水率(0.89%)最大, 但脂肪酸种类较少。结果表明, 阿拉善双峰驼不同部位肉的品质特性存在差异, 各部位肉有其适宜的加工方式。

关键词: 双峰驼肉; 食用品质; 营养成分; 分析比较

中图分类号: TS 207.3 文章编号: 1673-1689(2022)09-0046-11 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2022.09.006

Analysis and Comparison of Edible Quality and Nutritional Components of Bactrian Camel Meat from Different Parts

SUN Shuyuan, HE Jing, Jirimutu*

(College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

Abstract: This study explored the differences of meat quality characteristics and processing suitability of different parts of Bactrian camel to provide a theoretical basis for the fine processing of Bactrian camel meat. The edible quality was investigated and the nutritional components and texture characteristics were analyzed from seven parts of the 8-year-old Alxa Bactrian camel, including tenderloin, sirloin, brisket, plate and flank, round, hindleg and shank. The results showed that the tenderloin had the smallest color difference with bright color and moderate water retention. The sirloin had the higher fat content (6.50%) with better tenderness and poor water retention due to the lower water content (66.11%). The brisket had the lowest hardness with good elasticity and tenderness, containing the richest and most complete varieties of amino acids and fatty acids. The plate and flank had the higher fat content (9.03%) and good water retention. The round has the worst hardness, cooked meat rate and cohesion. The hindleg had the higher protein content (21.27%) and

收稿日期: 2021-04-10

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFE0203300); 内蒙古关键技术攻关计划项目(2019GG359)。

* 通信作者: 吉日木图(1965—), 男, 博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事骆驼基因组与骆驼产品开发研究。

E-mail: yeluotuo1999@vip.163.com

lower fat content (0.33%). The shank had the higher moisture content (mass ratio of 75.27%) and largest water holding rate (0.89%) with less fatty acids varieties. The results showed that the meat quality characteristics of different parts of Alxa Bactrian camel was varied, and each part had its appropriate processing methods.

Keywords: Bactrian camel meat, edible quality, nutritional components, analytic comparison

骆驼主要生活在非洲北部和亚洲西部,联合国粮食及农业组织报告显示,全世界约有骆驼 3 000 万头,其中分布在非洲的骆驼约占总数的 88%,剩余的 12%则分布在亚洲^[1]。独特的生存环境特征使骆驼具有饲养成本低、性格温顺、寿命长、耐力强等优点以及耐高温、耐严寒、耐饥饿、耐粗饲、抗风沙、抗疾病等生理特性^[2]。骆驼属主要包括单峰驼和双峰驼。我国是世界上双峰驼的主要分布区域之一,目前我国约有骆驼 33 万多头,主要分布在新疆、内蒙古、甘肃、青海等地^[3]。双峰驼平均可产肉 230 kg 左右,最高可达 400 kg 以上^[4]。从营养角度分析,驼肉中的水分含量(质量分数)为 70%~77%,还含有 18%~23%的蛋白质和 1.0%~1.4%的灰分(均为质量分数),是一种典型的高蛋白质、高水分的瘦型肉类^[5-6]。驼肉中的脂肪质量分数为 1.1%~4.2%^[7],与其他红肉类相比,骆驼肉中所含营养种类更齐全,蛋白质含量较丰富,且脂肪含量和胆固醇含量较低^[8],并含有多种人体必需的脂肪酸、矿物质和维生素等。因此可将骆驼肉视为对人类健康有价值的肉类来源。

目前,人们对牛肉、羊肉等生活中较为常见的肉类研究较多。骆驼地域性较强、分布不广泛,骆驼养殖主要集中在非洲、阿拉伯国家、蒙古、中国西北部等地区。如果在相同年龄屠宰动物,驼肉的质量与牛肉相当^[9],但因为驼肉的物理化学性质和结构特征尚未得到充分认知而导致应用范围狭窄。由于驼肉的研究发展受到地理条件等因素的约束,致使人们目前对驼肉的了解不够全面,进行的研究较少。除此之外,有相关研究表明,双峰驼肉的嫩度虽然较差,但肉色鲜红且呈大理石纹,柔软多汁,系水率和熟肉率都较高^[10],具有良好的加工性能,是人类理想的动物性食品。由此可见,驼肉与其他畜肉相比是一种更为健康的肉食选择^[11]。

作者采集 8 岁龄阿拉善双峰驼 7 个部位的分

割肉,对不同部位的双峰驼肉品质进行检测,测定其常规营养组分、质构特性、氨基酸和脂肪酸含量,并对实验结果进行聚类分析,进一步分析比较不同部位分割肉的食用品质及营养成分,以达到快速鉴别驼肉品质的目的,为后续开展优质加工性驼肉制品的研发提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

双峰驼肉:取自内蒙古自治区阿拉善双峰驼,在屠宰后 24 小时内获得,获得后放入实验室-20 ℃冰箱中保存待用。

1.2 仪器与设备

Kjeltec 8100 FOSS 新一代凯氏定氮仪:上海展仪仪器设备有限公司产品;YJ-388A 色差仪:柯尼卡美能达(中国)投资有限公司产品;FE28 台式 pH 计:瑞士 Mettler Toledo 仪器公司产品;DHG/50 Hz 电热鼓风干燥箱、箱式电阻炉:上海一恒科学仪器有限公司产品;EX224HZ 电子天平:奥豪斯仪器(常州)有限公司产品;L-8900 型氨基酸分析仪:日立公司产品;GC-2014C 气相色谱仪:日本岛津公司产品;5810R 高速冷冻离心机:德国 Eppendorf 公司产品;FK-A(JJ-2)组织捣碎机:北京中西华大科技有限公司产品;SXT-02 型索氏抽提器:上海洪记仪器设备有限公司产品;TA-XT ExpressC 质构仪:北京微讯超技仪器技术有限公司产品;封闭电炉:上海力辰邦西仪器科技有限公司产品;电磁炉:浙江苏泊尔股份有限公司产品。

1.3 方法

1.3.1 取样部位 主要选取骆驼胴体的 7 个部位进行取样,涵盖了骆驼胴体的前、中、后 3 大位置,具体部位及名称见表 1。以 8 岁龄不同部位的双峰驼肉为研究对象,通过检测驼肉的主要肉用品质(挥发性盐基氮、pH、色差、失水率、系水率和熟肉

率),营养成分(水分、脂肪、蛋白质、脂肪酸、氨基酸)和质构特性(硬度、弹性、内聚性、咀嚼性、胶着度和回复性)对驼肉的品质特性进行分析。

表 1 双峰驼胴体部位及名称

Table 1 Carcass parts and names of Bactrian camel

名称	胴体部位
里脊	脊椎骨内侧的条状嫩肉
外脊	为背最长肌
胸部	胸口两肢前腿中间胸脯肉
腹肉	骆驼腹部及靠近骆驼肋处的松软肌肉
臀肉	取自后腿近臀部的肉,外形呈圆滑状
骆驼霖	后腿部位
腱子肉	大腿上的肌肉,有肉膜包裹的,内藏筋

1.3.2 骆驼肉蛋白质的测定 根据标准 GB5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法测定骆驼肉中的蛋白质^[12]。

1.3.3 骆驼肉脂肪的测定 根据标准 GB5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中的索氏抽提法测定骆驼肉中的脂肪^[13]。

1.3.4 骆驼肉水分的测定 根据标准 GB5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的直接干燥法测定骆驼肉中的水分^[14]。

1.3.5 骆驼肉挥发性盐基氮的测定 根据标准 GB5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》中的半微量定氮法测定骆驼肉中的挥发性盐基氮^[15]。

1.3.6 骆驼肉 pH 的测定 将样品搅碎,称取 10.0 g,加到含有 90 mL 水的锥形瓶中,振荡 30 min 过滤,测定滤液的 pH。同一试样平行 3 次,取测定结果的平均值。

1.3.7 骆驼肉系水率的测定 失水率的测定参考标准 NY/T 1333—2007 中的离心法进行。取肉中心部位约 10 g 左右样品,精确称取并记录肉质量 m_1 ,用脱脂棉包裹肉样,置于离心管中。在 4℃条件下,于 9 000 r/min 离心 10 min。取出肉样,去除脱脂棉,精确称取并记录肉质量 m_2 。按照公式(1)计算失水率。

$$\text{失水率}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

参考张晓红等的方法^[16],采用直接干燥法测定驼肉中水分含量,使用公式(2)计算系水率。

$$\text{系水率}(\%) = \text{水分含量} - \text{失水率} \quad (2)$$

1.3.8 骆驼肉熟肉率的测定 剥除肉中所有肉眼可见脂肪、筋膜,切取肉样为 5 cm×3 cm×2 cm(长×宽×高)的肉块^[17]。室温条件下准确称量(m_1),放入 100℃水浴锅中蒸煮 30 min,将温度计探针插入肉的中心部位,中心温度达 80℃说明肉已经熟制。取出肉样,冷却至室温,准确称量(m_2)。

$$\text{熟肉率}(\%) = \frac{m_2}{m_1} \times 100 \quad (3)$$

1.3.9 骆驼肉质构特性的测定 采用质构多面剖析法(texture profile analysis,TPA)进行驼肉样品硬度、弹性、内聚性、咀嚼性、胶着度和回复性的测定。预设参数如下:专用探头为 TA/5 柱形探头(直径 5 mm),测试前速度为 2 mm/s,测试中速度为 1 mm/s,测试后速度为 1 mm/s,目标参数为变形量,变形量 40%,触发力 8 g。以上述参数,对所有样品进行全质构实验^[18]。

1.3.10 骆驼肉氨基酸、脂肪酸的测定 根据标准 GB5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》中规定方法测定骆驼肉中的氨基酸^[19]。

根据标准 GB5009.168—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定》中规定方法测定骆驼肉中的脂肪酸^[20]。

1.4 数据处理与分析

使用 Microsoft Excel 2010 处理实验数据。通过 SPSS 26.0 对数据进行统计分析,采用单因素 ANOVA 对数据进行显著性分析,判定数据间的显著性差异($P < 0.05$)。采用 Origin 2018 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 驼肉食用品质测定结果

驼肉不同部位的食用品质测定结果见表 2。pH、失水率、熟肉率、挥发性盐基氮、系水率等理化指标分别反映了不同部位驼肉的酸碱度、失水程度、加工易熟度、新鲜程度、保持水分的能力。结果表明,不同部位双峰驼肉各理化指标存在差异。不同部位双峰驼肉的 pH 为 5.54~5.76,呈弱酸性;不同部位双峰驼肉的失水率为 8.04%~17.05%,腱子肉的失水率最低,里脊肉的失水率最高,表示腱子肉在一定外力条件下,经一定时间所失去的水分最少,肉质柔嫩,肉质较好,里脊肉所失水分较多,肉质较松散;不同部位双峰驼肉的熟肉率为 49.37%~

60.02%,差异较小,腱子肉的熟肉率最高,臀肉的熟肉率最低,说明腱子肉最适合加工处理;不同部位双峰驼肉的挥发性盐基氮为 6.99~9.08 mg/hg,骆驼霖的挥发性盐基氮最低,腹肉的挥发性盐基氮最高,证明骆驼霖的肉质新鲜程度最高;不同部位双峰驼肉的系水率为 69.11%~89.67%,腱子肉的系水率最高,里脊肉的系水率最低,说明腱子肉的肌肉组织较丰富、保水性较好、保持水分能力强。

肉的肌糖原含量及降解速率、纤维组成差异等因素均会对肉的 pH 产生影响。肉的 pH 低,则易发色、保存期长、风味好;肉的 pH 高则肉的颜色和持水性好。各部位双峰驼肉的 pH 差异不大,且均属于

正常肉的 pH 范围,说明实验所用肉样的肉质正常。失水率和系水率均反映了肉在外界条件下保持水分的能力,失水率与其保水性成反比,系水率与保水性呈正比。腱子肉失水率最低,系水率最高,肉质柔嫩,肉质最好。熟肉率指肉熟后与生肉的质量比率,反映了肉在加工过程中蒸煮损失的多少,熟肉率高说明蒸煮损失少,易加工成熟。挥发性盐基氮指动物性食品由于酶和细菌的作用,在腐败过程中,使蛋白质分解而产生氨以及胺类等碱性含氮物质,含量越低说明肉质越新鲜,腐败程度越低。实验测定结果与李秀丽的研究结论较为一致^[21],说明驼肉的食用品质较好,是一种理想的食用肉类。

表 2 不同部位驼肉食用品质比较

Table 2 Comparison of edible quality of camel meat from different parts

名称	pH	失水率/%	系水率/%	熟肉率/%	TVB-N 质量分数/(mg/hg)
里脊	5.55±0.24 ^c	17.05±6.62 ^a	69.11±8.89 ^d	54.93±2.60 ^b	8.45±0.88 ^a
外脊	5.60±0.13 ^{bc}	14.40±4.03 ^{abc}	76.86±6.38 ^c	55.90±2.38 ^b	7.24±1.84 ^a
胸肉	5.62±0.18 ^{bc}	12.17±2.60 ^{bc}	83.26±3.51 ^b	55.01±3.42 ^b	8.36±1.95 ^a
腹肉	5.68±0.20 ^{ab}	10.94±3.33 ^{cd}	85.16±4.90 ^{ab}	57.03±1.64 ^b	9.08±2.23
臀肉	5.54±0.16 ^c	14.97±3.83 ^{ab}	80.96±5.25 ^{bc}	49.37±1.37 ^c	8.38±0.87 ^a
骆驼霖	5.60±0.15 ^{bc}	13.76±3.50 ^{abc}	81.20±5.24 ^{bc}	55.44±2.10 ^b	6.99±1.09 ^a
腱子肉	5.76±0.23 ^a	8.04±2.37 ^d	89.67±3.69 ^a	60.02±2.17 ^a	7.79±0.75 ^a

注:不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.2 驼肉色差测定结果

表 3 为不同部位的驼肉色差比较结果。由表 3 可知,不同部位双峰驼肉的亮度值 L^* 为 28.35~32.50,差异较小。而不同部位的红色值 a^* 和黄色值 b^* 之间存在差异,胸肉的 b^* 值显著高于其他部位,可能由于胸肉表面脂肪较多,暴露于空气中使其被氧化程度较高所导致,需进行更深入的实验研究探究具体原因。经测定胸肉的 L^* 值和 b^* 值最高,证明其肉色亮度最好,但营养物质流失最多;腹肉的 a^* 值最高,证明其血红蛋白含量最高,肉色最鲜艳。

肉的颜色深浅主要由其肌红蛋白的含量决定。另外肌肉均由红、白两种肌纤维混合组成,红肌纤维内含有较多的肌浆,因此肌红蛋白含量高;而白肌纤维所含肌红蛋白数量少,所以红肌纤维含量多的组织色泽较红,白肌纤维含量多的组织色泽较淡。由于各部位肉的红、白肌纤维组成比例不同导致其 a^* 值存在差异,其中腹肉的 a^* 值最大,为 16.04;腱子肉 a^* 值最小,为 13.50。由于骆驼腹腔内

的氧分压较高,有利于氧合,导致腹肉的运动和需氧量更大使其颜色鲜红。对比宋洁等对甘南牦牛肉色差的测定结果可知,驼肉的 L^* 值和 a^* 值与牦牛肉相比总体差异较小, b^* 值明显低于牦牛肉^[22]。说明双峰驼肉的色泽较好,肌红蛋白含量较高。

表 3 不同部位驼肉色差比较

Table 3 Comparison of color difference in different parts of camel meat

名称	L^*	a^*	b^*
里脊	30.22±2.34 ^{ab}	14.54±2.59 ^a	5.52±1.23 ^{ab}
外脊	32.17±2.88 ^a	14.67±2.35 ^a	5.79±1.02 ^{ab}
胸肉	32.50±1.72 ^a	15.77±3.58 ^a	6.13±0.93 ^a
腹肉	30.64±4.10 ^{ab}	16.04±3.31 ^a	5.35±1.61 ^{ab}
臀肉	29.09±1.70 ^b	14.85±4.48 ^a	4.85±1.32 ^{abc}
骆驼霖	29.02±2.39 ^b	14.37±2.86 ^a	4.74±0.88 ^{bc}
腱子肉	28.35±1.91 ^b	13.50±2.31 ^a	3.86±0.85 ^c

注:不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.3 驼肉营养成分测定结果

不同部位驼肉的营养成分测定结果见表4。不同部位双峰驼肉的营养成分差异显著。双峰驼肉的水分含量(质量分数)为66.11%~75.27%,其中水分含量较高的部位是腱子肉,外脊肉最低。不同部位双峰驼肉中蛋白质以骆驼霖(21.27%)和腱子肉(20.97%)的质量分数较高,臀肉蛋白质质量分数(18.13%)最低。7个部位肉的脂肪测定结果差异较大,其中骆驼霖(0.33%)和腱子肉(0.50%)的脂肪质量分数较低,腹肉的脂肪质量分数(9.03%)最高。

表4 不同部位驼肉营养成分比较

Table 4 Comparison of nutritional components in different parts of camel meat

名称	质量分数/%		
	水分	蛋白质	脂肪
里脊	71.33±0.04 ^b	20.80±2.51 ^a	3.53±4.34 ^{ab}
外脊	66.11±0.05 ^c	19.57±0.75 ^a	6.50±4.74 ^{ab}
胸肉	72.92±0.02 ^{ab}	20.00±1.78 ^a	2.47±1.54 ^{ab}
腹肉	73.00±0.02 ^{ab}	20.70±1.73 ^a	9.03±7.02 ^a
臀肉	74.00±0.01 ^{ab}	18.13±2.14 ^a	1.30±0.53 ^{ab}
骆驼霖	74.33±0.02 ^{ab}	21.27±1.15 ^a	0.33±0.15 ^b
腱子肉	75.27±0.01 ^a	20.97±0.74 ^a	0.50±0.17 ^b

注:不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

肉的水分含量可从一定程度上对其贮藏加工性和风味产生影响,经测定结果可知,不同部位双

峰驼肉的水分含量差异较小,说明胴体部位对水分含量的影响较小。蛋白质和脂肪均是人体主要的营养素,也是相关肉类营养成分测定的重要指标^[23]。骆驼霖和腱子肉的蛋白质均高于其他部位,脂肪低于其他部位;由于上述两个部位为骆驼运动频率最高的部位,因此肌肉组织较丰富,肌纤维较紧密,脂肪较低,蛋白质较高。对比马肉^[24]和山羊肉^[25]的营养成分测定结果,驼肉的蛋白质高于其他常见畜禽肉类,脂肪则低于其他常见肉类。因此充分证明驼肉是一种典型的高水分、低脂肪的瘦型肉类。

2.4 驼肉质构特性测定结果

不同部位驼肉的质构测定结果见表5。不同部位双峰驼肉的硬度为1 466.96~1 999.11 g,臀肉、骆驼霖和腱子肉的硬度较大,分别为1 999.11、1 978.79、1 774.58 g,肉较韧;胸肉部位的硬度最小(1 466.96 g),肉较嫩;各部位弹性差异较小(0.61~0.80 mm),胸肉和腱子肉的弹性较大,里脊和外脊的弹性较小;各部位驼肉的内聚性与回复性差异较小,其中胸肉的内聚性和回复性均高于其他部位肉,分别为0.54和0.20,臀肉的内聚性最低(0.46),外脊的回复性最差(0.14)。不同部位驼肉咀嚼性差异较大。腱子肉的胶着度为586.53,显著低于其他部位肉。分析可知,臀肉的硬度最大,不易咀嚼;而胸肉的弹性、咀嚼性、回复性最好,说明其肉质嫩度最高。

表5 不同部位驼肉质构特性比较

Table 5 Comparison of texture characteristics of camel meat from different parts

名称	硬度/g	弹性/mm	内聚性	胶着度	咀嚼性	回复性
里脊	1 503.73±284.07	0.61±0.10 ^c	0.53±0.04 ^a	981.17±338.33	637.24±169.51	0.17±0.05 ^{abc}
外脊	1 606.64±341.65	0.62±0.04 ^c	0.48±0.05 ^{ab}	747.18±255.55	486.29±131.31	0.14±0.03 ^c
胸肉	1 466.96±109.15	0.80±0.11 ^a	0.54±0.12 ^a	982.27±364.86	793.44±170.08	0.20±0.04 ^a
腹肉	1 822.16±396.31	0.67±0.04 ^{bc}	0.51±0.07 ^{ab}	701.22±218.17	600.91±151.26	0.19±0.04 ^a
臀肉	1 999.11±403.59	0.66±0.09 ^{bc}	0.46±0.07 ^b	840.77±277.01	561.94±141.70	0.15±0.03 ^{bc}
骆驼霖	1 978.79±463.54	0.68±0.13 ^{bc}	0.50±0.05 ^{ab}	991.57±321.54	709.60±243.39	0.17±0.03 ^{abc}
腱子肉	1 774.58±363.29	0.76±0.09 ^{ab}	0.51±0.06 ^{ab}	586.53±163.44	586.53±163.44	0.19±0.05 ^{abc}

注:不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

硬度指肉在食用时口感的老嫩,反映了肉的质地,由肌肉中各种蛋白质的结构和结缔组织的特性决定^[26]。胸肉的硬度最小,弹性、咀嚼性、回复性等其他食用品质也好于其他部位肉。可能与运动越多的部位肌肉负荷越大,使其有强壮且致密的结缔组织支持,致使肌肉硬度较大有关。对比张丽等对甘南

牦牛肉^[27]以及罗毅皓等对大通牦牛肉^[28]质构特性的测定结果发现,驼肉的硬度及其他质构特性与牦牛肉相近。

2.5 驼肉氨基酸质量分数测定结果

表6为不同部位双峰驼肉的氨基酸测定结果。7个部位的双峰驼肉氨基酸总质量分数存在较大差

异。18 种常见氨基酸于驼肉中测出 16 种,色氨酸和半胱氨酸未被检出。在测定的 16 种氨基酸中,谷氨酸质量分数最高,其次是天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸、精氨酸;甲硫氨酸和酪氨酸的质量分数较低。经

分析可得,驼肉中最丰富的必需氨基酸(EAA)为赖氨酸、亮氨酸和缬氨酸。除色氨酸外,其他 EAA 在不同部位双峰驼肉中均被检测出。

表 6 不同部位驼肉氨基酸质量分数
Table 6 Amino acid content in different parts of camel meat

名称	质量分数/(g/hg)									
	Lys	Phe	Met	Ile	Leu	Thr	Val	Ser	Asp	Glu
里脊	1.61±0.24 ^b	0.72±0.40	0.50±0.44	0.93±0.07	1.66±0.06	0.91±0.06	1.02±0.07	0.80±0.03	1.88±0.15	3.17±0.10
外脊	1.76±0.09 ^{ab}	0.67±0.21	0.48±0.21	0.92±0.02	1.63±0.01	0.95±0.07	0.97±0.04	0.81±0.06	1.90±0.07	2.99±0.06
胸肉	1.71±0.10 ^{ab}	0.75±0.40	0.50±0.44	0.86±0.09	1.55±0.12	0.89±0.07	0.94±0.11	0.79±0.66	1.78±0.10	2.97±0.22
腹肉	1.24±0.16 ^c	0.71±0.15	0.52±0.07	0.92±0.11	1.64±0.21	0.92±0.12	1.01±0.12	0.81±0.11	1.92±0.23	3.14±0.41
臀肉	1.72±0.08 ^{ab}	0.71±0.11	0.45±0.95	0.78±0.14	1.44±0.25	0.81±0.15	0.86±0.14	0.73±0.11	1.61±0.29	2.73±0.46
骆驼霖	1.88±0.11 ^{ab}	0.81±0.70	0.50±0.11	0.97±0.07	1.69±0.10	0.96±0.05	1.02±0.78	0.83±0.03	1.93±0.10	3.24±0.27
腱子肉	1.95±0.14 ^a	0.73±0.20	0.55±0.29	0.94±0.06	1.69±0.09	0.96±0.10	1.02±0.40	0.83±0.09	1.96±0.81	3.31±0.17
名称	质量分数/(g/hg)									
	Ala	Gly	His	Tyr	Arg	Pro	TAA	EAA	NEAA	
里脊	1.17±0.05	0.82±0.02	1.05±0.15 ^{ab}	0.70±0.01	1.48±0.41 ^b	0.74±0.02 ^{ab}	19.14±0.89 ^a	7.34±0.14 ^a	11.80±0.86 ^a	
外脊	1.10±0.02	0.79±0.02	0.94±0.19 ^{ab}	0.65±0.04	1.20±0.02 ^{bc}	0.62±0.04 ^b	18.37±0.31 ^a	7.39±0.12 ^a	10.98±0.19 ^{ab}	
胸肉	1.09±0.10	0.82±0.10	0.88±0.17 ^{ab}	0.66±0.03	1.16±0.10 ^{bc}	0.70±0.04 ^{ab}	18.08±1.45 ^a	7.21±0.55 ^a	10.87±0.90 ^{ab}	
腹肉	1.16±0.14	0.87±0.11	1.11±0.11 ^a	0.65±0.10	1.93±0.21 ^a	0.80±0.10 ^a	18.98±2.29 ^a	6.97±0.93 ^a	12.01±1.39 ^a	
臀肉	0.99±0.15	0.74±0.11	0.81±0.14 ^b	0.60±0.11	1.05±0.18 ^c	0.63±0.10 ^b	16.68±2.40 ^a	6.78±0.79 ^a	9.54±1.36 ^b	
骆驼霖	1.18±0.09	0.87±0.05	0.97±0.02 ^{ab}	0.73±0.07	1.28±0.10 ^{bc}	0.71±0.05 ^{ab}	19.55±1.28 ^a	7.81±0.54 ^a	11.73±0.74 ^a	
腱子肉	1.19±0.05	0.90±0.05	1.01±0.09 ^{ab}	0.67±0.04	1.28±0.05 ^{bc}	0.66±0.03 ^b	19.67±0.99 ^a	7.85±0.55 ^a	11.82±0.46 ^a	

注:必需氨基酸(EAA)包括 Lys、Phe、Met、Ile、Leu、Thr、Val,其余为非必需氨基酸(NEAA);不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

双峰驼肉的总氨基酸(TAA)为 16.68~19.67 g/hg,腱子肉的 TAA 最高,其次是骆驼霖、里脊、腹肉等,分别为 19.67、19.55、19.14、18.89 g/hg;臀肉的 TAA 相对较少,为 16.68 g/hg。双峰驼肉所含的 EAA 中,赖氨酸在各个部位中较高且分布比较均匀,腱子肉的 EAA 高于其他部位,为 7.85 g/hg;臀肉的 EAA 较低,为 6.78 g/hg。同时双峰驼肉也含有丰富的非必需氨基酸(NEAA),其中谷氨酸、天冬氨酸和精氨酸较多,不同部位中腹肉所含的 NEAA 最多,为 12.01 g/hg。不同部位双峰驼肉中 EAA 与 TAA 的比值(EAA/TAA)为 37.00%~41.67%,与联合国粮食及农业组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)的推荐值 40%^[13]较接近,其中胸肉和骆驼霖的 EAA/TAA 值完全符合 FAO 和 WHO 的推荐值,明显优于牦牛肉的测定值(44.3%)^[29-31];且双峰驼肉的 EAA 与 NEAA 的比值(EAA/NEAA)为 58.00%~71.00%,与双全等的测定结果相近^[32],说明双峰驼肉所含的蛋白质营

养价值较高,可作为优质蛋白质的主要来源之一。

2.6 驼肉脂肪酸质量分数测定结果

表 7 为不同部位驼肉中脂肪酸测定结果。7 个部位的双峰驼肉中含有多种脂肪酸,且不同部位之间脂肪酸质量分数差异显著($P<0.05$)。在所有检测到的脂肪酸中,豆蔻酸($C_{14:0}$)、棕榈酸($C_{16:0}$)、硬脂酸($C_{18:0}$)、油酸($C_{18:1n-9c}$)及亚油酸($C_{18:2n-6c}$)较高,上述 5 种脂肪酸中,腹肉的豆蔻酸最高;外脊所含的棕榈酸和硬脂酸最高;腱子肉和骆驼霖分别含有最高的油酸和亚油酸。饱和脂肪酸(SFA)中棕榈酸和硬脂酸最高,二者总质量约占总脂肪酸(TFA)质量的 43%。侯成立等检测的西藏那曲牦牛肉中棕榈酸和硬脂酸占总脂肪酸质量的 40%^[33],与作者研究结果相近。

外脊、里脊和腹肉部位的饱和脂肪酸(SFA)相对较多,质量分数分别为 59.14%、55.17%和 53.67%,显著高于骆驼霖和腱子肉。而骆驼霖和腱

表 7 不同部位驼肉脂肪酸质量分数

Table 7 Fatty acid content in different parts of camel meat

名称	质量分数/%										
	C ₄₀	C ₆₀	C ₈₀	C ₁₀₀	C ₁₁₀	C ₁₂₀	C ₁₃₀	C ₁₄₀	C ₁₄₁	C ₁₅₀	
里脊	0.11±0.13	0.01±0.01	0.05±0.05	0.15±0.13	—	0.51±0.36	0.04±0.03 ^a	8.76±2.98	0.25±0.10 ^b	0.65±0.32	
外脊	0.01±0.01	0.02±0.03	0.03±0.01	0.08±0.03	—	0.35±0.07	0.02±0.01 ^{ab}	8.81±1.23	0.20±0.06 ^b	0.53±0.04	
胸肉	0.02±0.02	0.01±0.02	0.02±0.01	0.06±0.01	—	0.40±0.07	0.03±0.01 ^{ab}	9.75±2.09	0.46±0.30 ^b	0.53±0.06	
腹肉	0.05±0.07	0.01±0.01	0.06±0.06	0.05±0.09	—	0.55±0.17	0.04±0.01 ^a	10.51±3.04	0.44±0.10 ^b	0.74±0.38	
臀肉	0.09±0.07	0.01±0.01	0.02±0.00	0.07±0.02	—	0.36±0.01	0.02±0.00 ^{ab}	8.89±0.26	0.49±0.08 ^b	0.45±0.03	
骆驼霖	0.01±0.02	—	—	0.03±0.03	—	0.21±0.18	—	6.50±1.23	0.33±0.08 ^b	0.46±0.13	
腱子肉	0.04±0.04	—	—	0.03±0.04	—	0.30±0.05	—	8.71±1.64	0.92±0.19 ^a	0.31±0.04	
名称	质量分数/%										
	C _{15:1}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{17:0}	C _{17:1}	C _{18:0}	C _{18:1n-9t}	C _{18:1n-9c}	C _{18:2n-6c}	C _{18:2n-6e}	
里脊	—	32.88±1.59 ^{ab}	4.63±0.64 ^{bc}	0.68±0.15 ^{ab}	0.15±0.27 ^{ab}	11.05±2.35	0.10±0.17 ^b	30.81±0.92 ^{ab}	—	5.28±1.61 ^b	
外脊	—	35.41±1.11 ^a	3.93±0.38 ^c	0.72±0.05 ^{ab}	—	12.96±1.13	0.29±0.17 ^{ab}	32.61±1.28 ^{ab}	0.20±0.17 ^{ab}	2.46±0.49 ^b	
胸肉	—	28.64±1.38 ^{ab}	6.15±2.30 ^{bc}	0.65±0.06 ^{ab}	0.22±0.38 ^{ab}	10.67±3.02	0.41±0.16 ^a	31.77±1.85 ^a	0.01±0.01 ^{ab}	4.13±2.07 ^b	
腹肉	—	32.44±1.57 ^{ab}	5.78±0.78 ^{bc}	0.73±0.43 ^a	0.63±0.19 ^a	11.48±7.83	0.19±0.17 ^{ab}	19.28±15.95 ^b	0.42±0.44 ^a	3.14±0.63 ^b	
臀肉	—	28.50±1.45 ^{ab}	6.53±0.42 ^b	0.57±0.04 ^{ab}	0.40±0.31 ^{ab}	8.72±0.81	0.29±0.05 ^{ab}	33.51±3.27 ^{ab}	0.22±0.17 ^{ab}	6.25±3.27 ^b	
骆驼霖	—	24.15±3.31 ^b	4.95±1.39 ^{bc}	0.43±0.13 ^{ab}	0.57±0.15 ^a	8.66±0.96	0.06±0.06 ^b	30.11±6.50 ^{ab}	—	14.18±7.24 ^a	
腱子肉	—	25.78±1.71 ^{ab}	9.32±1.50 ^a	0.33±0.02 ^b	0.17±0.29 ^{ab}	5.48±0.90	0.19±0.07 ^{ab}	34.61±1.90 ^a	—	7.73±3.07 ^{ab}	
名称	质量分数/%										
	C _{18:3n-3}	C _{18:3n-6}	C _{20:0}	C _{20:1}	C _{20:2}	C _{20:3n-3}	C _{20:3n-6}	C _{20:4}	C _{20:5n-3}	C _{21:0}	
里脊	1.22±0.35	—	0.16±0.08	0.30±0.13	0.06±0.02 ^{ab}	0.05±0.02 ^{ab}	0.16±0.10 ^b	1.14±0.65 ^b	0.37±0.18	0.03±0.01 ^{ab}	
外脊	0.71±0.13	—	0.18±0.04	0.31±0.03	0.01±0.02 ^b	0.01±0.02 ^{bc}	0.04±0.06 ^b	0.37±0.20 ^b	0.08±0.08	0.01±0.01 ^b	
胸肉	0.86±0.14	0.01±0.01	0.18±0.06	0.33±0.05	0.04±0.01 ^{ab}	0.03±0.01 ^{abc}	0.13±0.10 ^b	1.03±0.85 ^b	0.31±0.26	0.03±0.01 ^{ab}	
腹肉	1.04±0.39	0.01±0.01	0.21±0.17	0.38±0.23	0.04±0.02 ^{ab}	0.06±0.02 ^a	0.09±0.01 ^b	0.50±0.11 ^b	4.23±7.14	0.04±0.05 ^{ab}	
臀肉	1.13±0.35	0.01±0.01	0.15±0.05	0.38±0.06	0.06±0.03 ^a	0.05±0.01 ^{ab}	0.21±0.13 ^b	1.71±1.10 ^b	0.45±0.29	0.05±0.02 ^a	
骆驼霖	1.60±0.99	—	0.09±0.08	0.29±0.16	0.02±0.03 ^{ab}	—	0.63±0.36 ^a	4.18±2.47 ^a	1.26±1.20	—	
腱子肉	0.93±0.13	—	0.04±0.04	0.40±0.06	0.07±0.02 ^a	0.02±0.04 ^{abc}	0.34±0.12 ^{ab}	2.64±0.81 ^{ab}	0.53±0.08	—	
名称	质量分数/%										
	C _{22:0}	C _{22:1}	C _{22:2n-6}	C _{22:6}	C _{23:0}	C _{24:0}	C _{24:1}	SFA	UFA	MUFA	PUFA
里脊	0.03±0.04 ^c	0.21±0.24	0.01±0.01	0.07±0.03	0.03±0.02	0.04±0.05	0.02±0.02	55.17±2.57 ^{ab}	44.82±2.49 ^{bc}	35.99±0.52 ^{ab}	8.83±2.89 ^b
外脊	—	0.04±0.04	—	0.04±0.03	0.02±0.03	0.01±0.01	—	59.14±1.27 ^{ab}	40.46±1.07 ^{bc}	36.23±1.65 ^{ab}	4.24±0.78 ^b
胸肉	0.04±0.02 ^c	0.11±0.09	0.01±0.01	0.06±0.05	0.03±0.00	0.03±0.01	0.01±0.01	51.12±1.78 ^{abc}	48.96±1.82 ^{ab}	41.74±1.63 ^a	7.21±3.13 ^b
腹肉	0.19±0.17 ^{bc}	0.05±0.05	0.01±0.01	0.02±0.02	0.13±0.19	6.34±10.88	0.01±0.01	53.67±6.04 ^a	44.66±5.07 ^c	35.74±5.66 ^b	8.91±3.04 ^b
臀肉	0.04±0.01 ^c	0.12±0.07	0.03±0.04	0.08±0.04	0.04±0.02	0.03±0.01	0.05±0.05	48.01±2.49 ^{bc}	51.97±2.52 ^{ab}	40.94±2.80 ^a	11.03±5.28 ^b
骆驼霖	0.77±0.43 ^a	0.45±0.40	—	0.02±0.03	—	—	0.01±0.01	41.31±4.71 ^c	58.47±4.86 ^a	45.92±7.23 ^{ab}	12.55±1.94 ^a
腱子肉	0.48±0.10 ^{ab}	0.46±0.37	—	0.07±0.08	—	—	0.01±0.01	41.52±2.55 ^c	59.88±4.25 ^a	45.51±2.48 ^a	12.91±3.82 ^{ab}

注:不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

子肉所含的不饱和脂肪酸(UFA)显著高于其他部位($P<0.05$),质量分数分别为 58.47%和 59.88%。此外,骆驼霖和腱子肉的单不饱和脂肪酸(MUFA)也高于其他部位肉,且油酸高于其他的 MUFA。油酸在各部位分布较均匀,腱子肉中油酸相对最多,腹肉中最少,质量分数分别为 34.61%和 19.28%。而双峰驼肉的多不饱和脂肪酸(PUFA)低于 MUFA,亚油酸是双峰驼肉中主要的 PUFA,在骆驼霖中较多,质量分数为 14.18%,与其他部位差异显著($P<0.05$)。双峰驼肉 PUFA 与 SFA 比值(PUFA/SFA)较高的部位为骆驼霖和腱子肉,分别为 0.57 和 0.31,外脊部位的 PUFA/SFA 值最小,为 0.07。前人的研究充分证明了单不饱和脂肪酸可降低胰岛素抵抗,降低血总胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白,升高对人体健康有益的高密度脂蛋白,降低患大血管疾病的风险^[34]。双峰驼肉的单不饱和脂肪酸高于梅花鹿肉^[35]、伊拉兔肉^[36]和呼伦贝尔羊肉^[37],脂肪酸种类及含量丰富且分布均匀,这些数据都说明了驼肉在营养价值方面有着独特的优势,因此可以考虑将驼肉当作原料进行相关肉质产品的研发。

2.7 不同部位双峰驼肉营养成分的聚类分析

2.7.1 不同部位双峰驼肉常规营养成分聚类热图分析 为了分析不同部位双峰驼肉之间的食用品质及其营养成分差异,对不同部位双峰驼肉的常规营养成分进行聚类分析,结果见图 1。上侧树状为不

同部位双峰驼肉样品间的聚类,左侧树状为常规营养成分含量的聚类,中间部分填充颜色的深浅,反映出各样品中常规营养成分含量的高低^[38]。从左侧的常规营养成分来看,双峰驼肉样品被聚为两大类,其中一类是水分和蛋白质,另一类为脂肪。对照填充颜色来看,蓝色系越深,则代表其含量越高;红色系越浅,代表其含量越低。从上侧聚类来看,双峰驼肉样品被聚为 4 大类:第 1 类为外脊,第 2 类为臀肉,第 3 类为腹肉,第 4 类为胸肉、骆驼霖、里脊、腱子肉 4 种分割肉。第 4 类分割肉中又可细分为 2 类,一类是里脊和胸肉,另一类是骆驼霖和腱子肉,其中骆驼霖和腱子肉的营养成分含量较为相近。总体分析,7 种部位双峰驼肉的常规营养成分含量之间存在差异,说明不同部位会对肉的食用品质及营养成分产生影响。侯成立等对牦牛肉的营养成分测定结果表明,常规营养成分也分为 3 类^[33],与该实验聚类分析结果一致。

2.7.2 不同部位双峰驼肉氨基酸聚类热图分析 为了分析不同部位双峰驼肉之间的食用品质及其营养成分差异,对不同部位双峰驼肉的氨基酸含量进行聚类分析,结果见图 2。上侧树状为不同部位双峰驼肉样品间的聚类,左侧树状为氨基酸含量的聚类,中间部分填充颜色的深浅,反映出各样品中氨基酸含量的高低^[38]。从左侧氨基酸的聚类来看,16 种氨基酸大致可分为必需氨基酸和非必需氨基酸。

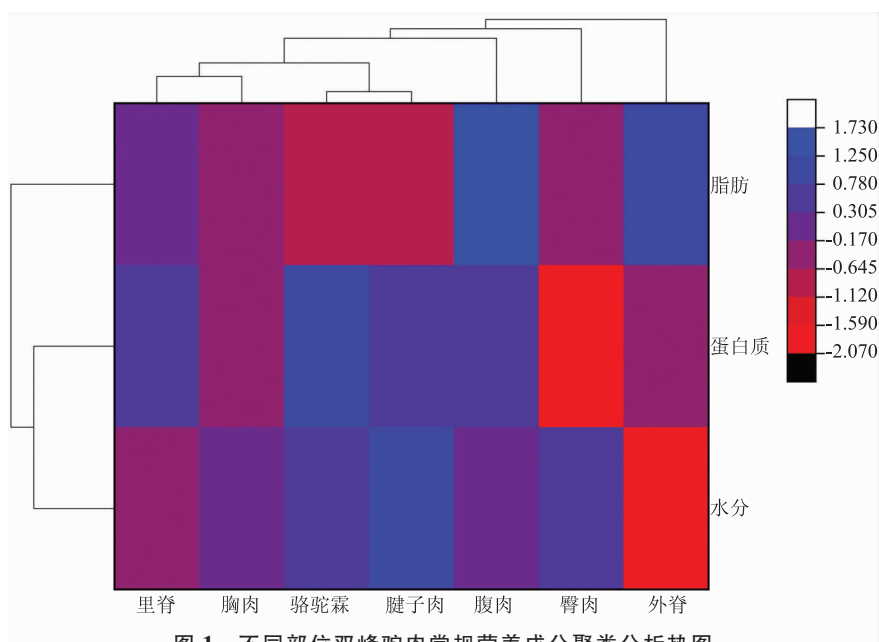


图 1 不同部位双峰驼肉常规营养成分聚类分析热图

Fig. 1 Cluster analysis thermogram of nutrient components in different parts of Bactrian camel meat

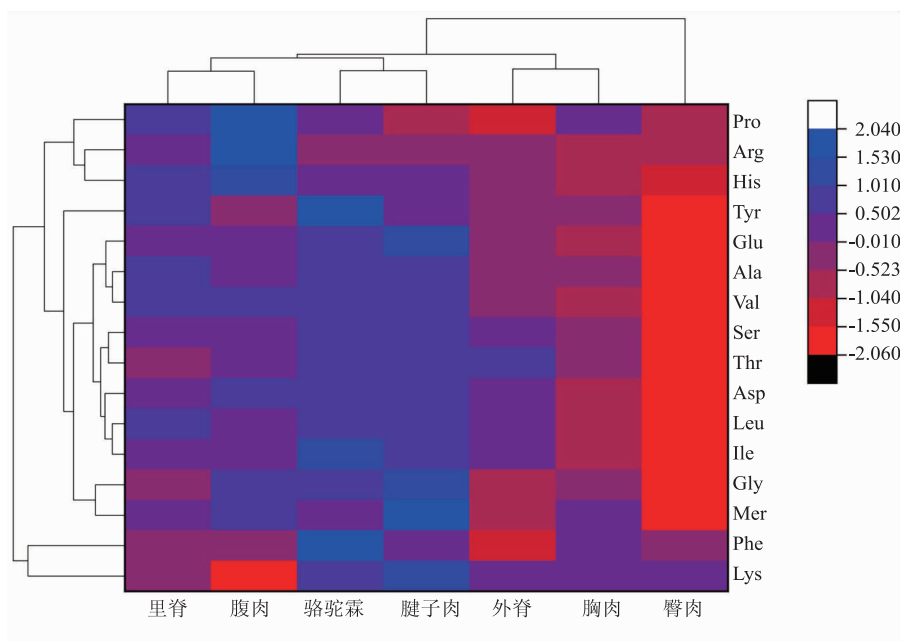


图2 不同部位双峰驼肉氨基酸聚类分析热图

Fig. 2 Amino acid cluster analysis thermogram of Bactrian camel meat from different parts

对照填充颜色来看,蓝色系越深,则代表其含量越高;红色系越浅,代表其含量越低。从上侧聚类来看,双峰驼肉样品可分为2类,臀肉为第1类,其余6种部位分割肉为第2类。相比于其他6种部位分割肉,臀肉的氨基酸最低,除脯氨酸、精氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸4种氨基酸含量稍高外,其余12种氨基酸含量都相对较低。第2类的6种部位分割肉可细分为3类,第一类为骆驼霖和腱子肉,其氨基酸含量最高;第二、三类分别为里脊和腹肉、外脊和胸肉,其氨基酸含量相对较低。由图可知,肉的不同部位是导致其氨基酸含量差异的主要因素。该聚类结果与之前的常规营养成分分析一致,较好地反映了不同部位双峰驼肉氨基酸间的差异。该结果与侯成立等的分析结果存在差异^[33],驼肉的氨基酸聚类结果分类少于牦牛肉,说明驼肉不同部位之间的氨基酸差异小于牦牛肉。

2.7.3 不同部位双峰驼肉脂肪酸聚类热图分析

为了分析不同部位双峰驼肉之间的食用品质及其营养成分差异,对不同部位双峰驼肉的脂肪酸含量进行聚类分析,结果见图3。上侧树状为不同部位双峰驼肉样品间的聚类,左侧树状为脂肪酸含量的聚类,中间部分填充颜色的深浅,反映出各样品中脂肪酸含量的高低^[38]。从左侧脂肪酸的聚类分析来看,脂肪酸大体分为两类,大部分以饱和脂肪酸和不饱

和脂肪酸进行区分。对照填充颜色来看,蓝色系越深,则代表其含量越高;红色系越浅,代表其含量越低。从上侧聚类来看,双峰驼肉样品被分为3大类:骆驼霖和腱子肉为第1类;腹肉为第2类;其余分割肉为第3类。与上述分析一致,骆驼霖与腱子肉的脂肪酸含量及种类相近,7种部位双峰驼肉的脂肪酸总含量存在差异,说明不同部位会对肉的脂肪酸含量造成影响。但由聚类热图可知,各类脂肪酸含量差异较小,说明各组样品重现性良好。对比牦牛肉^[33]的脂肪酸聚类分析结果发现,驼肉与牦牛肉的聚类分组结果均为3类,与常规营养成分聚类结果一致,说明两种肉类所含脂肪酸种类及含量差异较小。

3 结 语

不同部位的双峰驼肉均具有很高的营养价值,但不同部位驼肉中的蛋白质、脂肪、水分、氨基酸及脂肪酸等营养素含量之间存在差异。分析结果表明,驼肉中的营养物质丰富,蛋白质含量丰富且脂肪含量少,含有多种氨基酸与脂肪酸,符合理想的蛋白质比例与脂肪比例,是较为理想的食用肉种类。综上所述,可根据不同部位肉的品质特点制作不同的驼肉产品。里脊、外脊的保水性差、熟肉率适中、脂肪含量较高,适合烤制、煎炸;骆驼霖熟肉率、

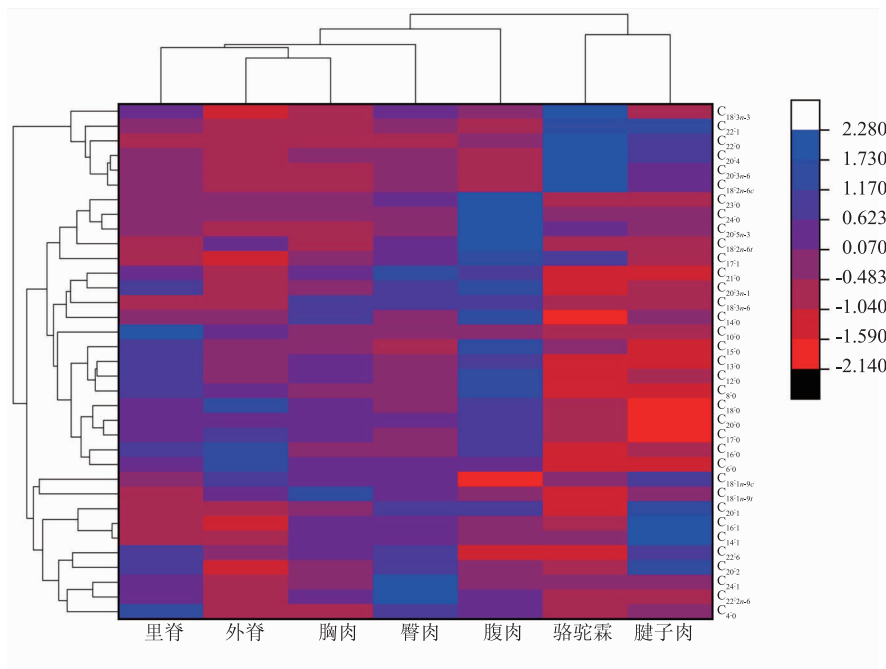


图3 不同部位双峰驼肉脂肪酸聚类分析热图

Fig. 3 Thermogram of fatty acid cluster analysis of Bactrian camel meat from different parts

保水性等适中,可做酱卤类制品;腹肉脂肪含量高、熟肉率及保水性适中,适合加工成酱卤、扒烧类产品;胸肉熟肉率较差、水分相对较少,内聚性、胶着度、回复性较佳,可做肉干类制品或者肉糜产品;臀

肉熟肉率及色泽较差、硬度比较大,适合加工成酱卤制品;腱子肉保水性好、熟肉率大,适合做成酱卤制品,但硬度较大,可做嫩化处理。研究可为后续高品质特色驼肉产品的加工与开发提供基础数据支持。

参考文献:

- [1] 陆东林,张静,何晓瑞. 骆驼和驼乳[J]. 新疆畜牧业,2008(1):13-18.
- [2] 吴爱华. 浅谈骆驼乳用和肉用价值[J]. 中国畜禽种业,2016,12(2):62-64.
- [3] HASSAN A R, HUSSEIN A, MOHAMED A R, et al. Nutritive value of the dromedary camel meat[J]. *SVU-International Journal of Veterinary Sciences*, 2019, 2(1): 68-74.
- [4] ABDULLAH B B, ATAKAN K. Carcass and meat quality characteristics of camel[J]. *Adnan Menderes Universitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2018(2): 113-117.
- [5] ASKALE A, SAMSON L. Medicinal value of camel milk and meat[J]. *Journal of Applied Animal Research*, 2018, 46(1): 552-558.
- [6] ESKANDARI M H, MAJLESI M, GHEISARI H R, et al. Comparison of some physicochemical properties and toughness of camel meat and beef[J]. *Journal of Applied Animal Research*, 2013, 41(4): 442-447.
- [7] ISAM T K, ISSA S A, ABDULAZIZ Y, et al. Camel meat production and quality: a review[J]. *Journal of Camel Practice and Research*, 2018, 25(1): 9-23.
- [8] 杨丽,傅樱花,张兆肖,等. 骆驼肉的营养价值、食用品质及加工现状[J]. 肉类研究, 2018, 32(6): 55-60.
- [9] NAFISEH S, MAHDI K, JAVAD K, et al. Comparison of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage[J]. *Meat Science*, 2008, 80(3): 892-895.
- [10] 李秀丽,双全,乌云,等. 阿拉善双峰骆驼肉品质分析[J]. 食品科技, 2012, 37(7): 120-123.
- [11] 哈那提·吐尔逊汉,杰恩斯古丽·吐尔德拜. 浅谈骆驼的经济价值[J]. 新疆畜牧业, 2010(1): 12-14.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定:GB 5009.228—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 张晓红,秦菊,杨东树,等. 伊犁马肉水分含量与失水率和系水力的分析研究[J]. 新疆农业科学,2014,51(12):2290-2295.
- [17] MA Y,YUAN Y P,BI X F,et al. Tenderization of yak meat by the combination of papain and high-pressure processing treatments[J]. **Food and Bioprocess Technology**, 2019, 12(4):681-693.
- [18] 中华人民共和国农业部. 肉嫩度的测定 剪切力测定法:NY/T 1180—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定:GB 5009.124—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [20] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [21] 李秀丽. 阿拉善双峰驼肉的品质特性研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2012.
- [22] 宋洁,余群力,金现龙,等. 甘南牦牛肉肉质特性与食用品质相关性分析[J]. 食品科学,2016,37(17):52-56.
- [23] 吴法平,马雪清,闫忠心,等. 茶卡羊不同部位肉品质分析及评价[J]. 黑龙江畜牧兽医,2019(12):54-57.
- [24] 赵立男,杨随霞,阮超霞,等. 马肉不同部位的品质特性分析[J]. 肉类研究,2013,27(7):35-39.
- [25] 沙玉柱,徐振飞,刘秀,等. 陇东黑山羊肉品质及脂肪酸特征研究[J]. 中国畜牧杂志,2019,55(10):67-70.
- [26] 马欣欣,双全,李秀丽,等. 木瓜蛋白酶对骆驼肉嫩化效果的研究[J]. 食品工业,2012,33(12):60-62.
- [27] 张丽,师希雄,余群力,等. 甘南牦牛肉肉质构特性分析[J]. 肉类研究,2013,27(9):19-21.
- [28] 罗毅皓,刘书杰,吴克选. 大通牦牛肉食用品质研究[J]. 食品研究与开发,2010,31(1):20-23.
- [29] 李维红,高雅琴,杨晓玲,等. 不同牦牛肉氨基酸质量分析[J]. 湖北农业科学,2018,57(12):89-90,105.
- [30] 周恒量,李诚,刘爱平,等. 九龙牦牛不同部位肉中脂肪酸组成分析评价[J]. 食品与生物技术学报,2017,36(11):1225-1231.
- [31] 李升升,靳义超. 基于主成分和聚类分析的牦牛部位肉品质评价[J]. 食品与生物技术学报,2018,37(2):159-164.
- [32] 双全,索如嘎,李秀丽,等. 阿拉善双峰驼不同部位肌肉氨基酸的研究[J]. 中国草食动物科学,2016,36(4):27-30.
- [33] 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.
- [34] LEAH G G,HARRIS-JANZ S,JONES P. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors[J]. **Lipids**,2011,46(3):209-228.
- [35] 金春爱,崔松焕,赵卉,等. 不同部位梅花鹿肉营养品质分析[J]. 食品工业科技,2020,41(14):276-286.
- [36] 王毅,贺雅非,陈红霞,等. 不同部位伊拉兔肉脂肪酸组成的对比分析[J]. 食品科学,2014,35(4):137-141.
- [37] 刘莉敏,郭军,杨春雪,等. 呼伦贝尔羊短尾品系不同部位肉营养成分的测定和评价[J]. 中国食物与营养,2016,22(8):63-67.
- [38] 于静. 新疆不同驴乳营养成分对比及其聚类分析[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2020.