

我国与进口羊排肉的营养品质对比分析

朱宏, 仇菊*, 梁克红, 王靖 (农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081)

摘要 [目的]分析对比我国不同产区主要地方品种与进口羊排肉的营养品质与质构差异。[方法]选取内蒙古锡林郭勒、巴彦淖尔、新疆博尔塔拉、伊犁、甘肃肃北和宁夏盐池,以乌珠穆沁羊、滩羊、哈萨克羊3个地方品种为主,同时对比来自澳大利亚和新西兰的进口羊排,品种分别为澳洲白与无角陶赛特羊。分析羊排的蛋白、脂肪、脂肪酸、氨基酸、维生素、矿物质含量以及质构参数。[结果]羊排蛋白含量为42.7~216.0 g/kg,变异系数为39.98%;脂肪含量为21.7~516.7 g/kg,变异系数高达67.88%;维生素的变异系数由大到小依次为 V_E 、烟酸、 B_2 、叶酸;矿物质元素的变异系数由大到小依次为硒、钙、磷、钾、铁。[结论]羊排的营养成分受品种、饲养方式、地理环境等综合影响,其中,脂肪、蛋白含量、 V_E 、硒等成分受影响最大。

关键词 羊排肉;不同产地;地方品种;营养成分;质构

中图分类号 TS201.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)21-0205-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.21.056



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparative Analysis of Nutritional Quality of Domestic and Imported Lamb Chops

ZHU Hong, QIU Ju, LIANG Ke-hong et al (Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081)

Abstract [Objective] To analyze and compare the nutritional quality and texture differences between the local varieties in China and imported lamb chops. [Method] This article selected Xilingol and Bayannur of Inner Mongolia, Bortala and Yili of Xinjiang, Subei of Gansu and Yanchi of Ningxia, mainly three local breeds of Ujimqin sheep, Tan sheep, and Kazakh sheep. The imported lamb chops were Australian white and hornless Dorset sheep. The protein, fat, fatty acid and amino acid, vitamin, mineral content and texture parameters of lamb steaks were analyzed. [Result] The protein content of lamb chops ranged from 42.7 to 216.0 g/kg, the coefficient of variation (CV) was 39.98%; the range of fat content was 21.7 - 516.7 g/kg, the CV was as high as 67.88%. The CV of vitamins from large to small was V_E , niacin, B_2 , folic acid; the CV of mineral elements from large to small was selenium, calcium, phosphorus, potassium, iron. [Conclusion] The nutritional composition of lamb steaks is comprehensively affected by variety, feeding system, geographical environment, etc. Among all composition, fat, protein, V_E and selenium are most affected.

Key words Lamb chops; Different origin; Local varieties; Nutritional ingredient; Texture

我国是养羊大国,羊存栏量、出栏量和羊肉产量均居世界第一位,具有丰富的绵羊品种资源。根据《中国畜禽遗传资源志(羊志)》记载,乌珠穆沁羊、滩羊、哈萨克羊等均属我国地方绵羊品种^[1]。此外,乌珠穆沁羊、滩羊入选《中国国家畜禽遗传资源保护名录》。乌珠穆沁羊为蒙古羊在乌珠穆沁草甸草原特定的自然、气候等条件下,经过长期的自然选择和人工选择培育而形成的一个优良类型,属肉脂粗毛羊,以体大、尾大、肉脂多、羔羊生长发育快而著称^[2]。滩羊起源于蒙古羊,是其适应宁夏及周边自然资源和气候条件,经长期自然和人工选择的结果。哈萨克羊是新疆优良地方绵羊品种,长期放牧饲养于天山、阿勒泰地区及准噶尔盆地边缘,曾是新疆数量最多、分布最广的绵羊品种。这些地方品种耐粗饲、抗逆性和抗病力强,生产性能各具特色,是我国肉羊产业可持续发展的宝贵资源和育种素材。

近年来,在质量安全体系已经十分完备的情况下,羊肉营养品质与口感已经成为消费者、生产者、研究人员追求的下一个目标。目前,已有关于地方品种羊肉营养品质的评价研究,包括新疆多浪羊、小尾寒羊、乌拉特羊等^[3-4],然而针对我国主要产区具有代表性的绵羊品种缺乏系统对比分析。此外,我国进口羊肉主要来自澳大利亚与新西兰,占据市场

一定份额,品种包括澳洲白、无角陶赛特羊等^[5]。我国绵羊肉与国外进口绵羊肉的差异也需要对比研究。笔者选取中东部农牧交错带肉羊优势区域主要产区内蒙古锡林郭勒乌珠穆沁羊、西北肉羊优势区域的代表产区新疆、甘肃哈萨克羊和宁夏滩羊为代表,分析其后排肉营养成分和质构特性的差异,同时以澳大利亚澳洲白、新西兰无角陶赛特羊作为参照,以期为消费者、肉制品加工企业的原料选择提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品。所有样品均采集于产地,选取8月龄的绵羊,屠宰后在4℃下冷藏24h,然后在-80℃下贮存待用。具体样品信息如表1所示。

1.1.2 试剂。高氯酸(分析纯,上海沪试实验室器材股份有限公司);氢氧化钠(分析纯,北京化工);磷酸(分析纯,北京化工);磷酸氢二钾(分析纯,西陇化工);乙腈(百灵威,色谱纯);L-肉碱标准品(纯度≥99%,百灵威);B7离子对试剂(庚烷磺酸钠 $C_7H_{25}SO_3Na$,百灵威)。

1.1.3 仪器。高效液相色谱仪(1260 Infinity, Agilent公司);梅特勒电子分析天平(万分之一);离心机(上海安亭科学仪器厂);旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂);KQ-500DE型超声清洗机(北京星德仪器设备有限公司);SHB-III循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 成分检测方法。脂肪测定参照GB 5009.6—2016第

基金项目 农业农村部食物与营养发展研究所基本业务费(1610422019008)。

作者简介 朱宏(1988—),男,内蒙古呼和浩特人,助理研究员,博士,从事食物营养评价研究。*通信作者,副研究员,博士,从事食物营养评价研究。

收稿日期 2020-05-15

二法^[6];蛋白质测定参照 GB 5009.5—2016 第一法^[7];脂肪酸测定参照 GB 5009.168—2016 第三法^[8];氨基酸测定参照 GB 5009.124—2016^[9];维生素 A 测定参照 GB 5009.82—2016 第一法^[10];维生素 B₁ 测定参照 GB 5009.84—2016 第二法^[11];维生素 B₂ 测定参照 GB 5009.85—2016 第二法^[12];维

生素 E 测定参照 GB 5009.82—2016 第一法^[10];烟酸测定参照 GB 5009.89—2016 第一法^[13];叶酸测定参照 GB 5009.211—2014^[14];钙、磷、铁、钾、硒测定参照 GB 5009.268—2016 第二法^[15]。

表 1 样品信息

Table 1 Sample information

序号 No.	样品简称 Sample abbreviation	产地 Producing area	农牧区划分 Agricultural and pastoral area division	品种 Variety	主要饲料 Main feed	海拔 Altitude m	饲养类型 Feeding type
1	T蒙1	内蒙古锡林郭勒阿巴嘎旗	牧区	乌珠穆沁羊	禾本科牧草	800~1 200	放牧
2	T蒙2	内蒙古巴彦淖尔	农牧区	乌拉特羊	谷饲	1 000	圈养
3	T蒙3	内蒙古锡林郭勒乌珠穆沁	牧区	乌珠穆沁羊	禾本科牧草	800~1 200	放牧
4	T宁1	宁夏盐池	农牧区	滩羊	禾本科牧草	1 600	放牧
5	T宁2	宁夏盐池	农牧区	滩羊	禾本科牧草	1 600	放牧
6	T疆1	新疆博尔塔拉	农牧区	哈萨克羊	禾本科牧草	826	放牧
7	T疆2	新疆伊犁	牧区	哈萨克羊	禾本科牧草	2 300	放牧
8	T澳	澳大利亚	牧区	澳洲白	禾本科牧草	800~1 200	放牧
9	T兰	新西兰	牧区	无角陶赛特羊	禾本科牧草	800~1 200	放牧
10	T祁	甘肃肃北	牧区	哈萨克羊	禾本科牧草	3 500	放牧

L-肉碱测定采用液相色谱法。色谱柱:日本岛津 VP-ODS-C₁₈ 柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm);流动相:含有 0.006 mol/L 庚烷磺酸钠的 0.05 mol/L 磷酸氢二钾水溶液(用磷酸调节 pH 至 2.6)-乙腈,体积比为 95:5;柱温 30 ℃,流速 0.800 mL/min;检测波长 220 nm;进样量 20 μL。

1.2.2 质构测定方法。硬度、弹性、内聚性、胶着性和咀嚼性 5 个指标由 CT3 物性检测仪进行测定,测定方法如下:剔除筋腱、脂肪和骨头后,将样品制成 20 mm×20 mm×15 mm 立方块后,置于自封袋内,于 4 ℃ 平衡待用;直径为 12 mm 的圆柱形探头,探头下降高度为 42 mm,上行和下行速度为 1 mm/s,形变量为 40%;每类样品重复检测 5 次。对于所得的结果,取平均值并计算误差范围。

样品嫩度根据 NY/T 1180—2006 为依据,使用 CT3 物性检测仪 TA-SB 夹具进行检测,检测条件如下:取肉样长×宽×高不少于 6 cm×3 cm×3 cm 剔除筋腱、脂肪和骨头的整块肉样,在测定过程中从肉样进行取样,长度不少于 2.5 cm,取样边缘距肉样边缘不少于 5 mm。取样后立即测定。采用 TA-

SB 夹具,测试速度 2 mm/s,上升速度 1 mm/s,数据频率 30 点/s。

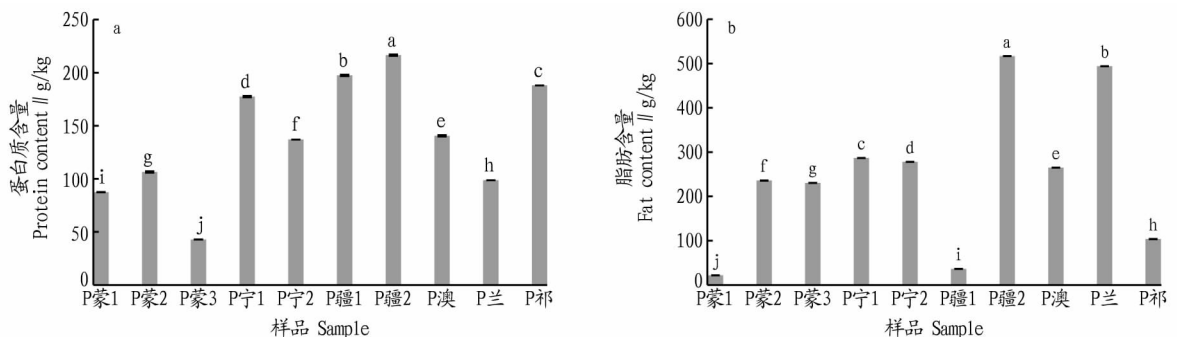
肉样嫩度计算公式为 $X = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} - x_0$,其中, X 为肉

样嫩度(N); x_1, x_2, \dots, x_n 为有效孔样最大剪切力(N); x_0 为卸载剪切力(N); n 为有效孔样数量。

1.3 数据分析 数据分析采用 SPSS 16.0 软件。利用 Duncan 多重比较分析不同羊肉样品间营养成分与质构特性的差异。

2 结果与分析

2.1 蛋白质和脂肪含量 从图 1 可以看出,羊排中蛋白质含量是 42.7~216.0 g/kg, P 疆 2 最高, P 蒙 3 最低,变异系数为 39.98%。从产区上看,新疆、宁夏、甘肃的羊排样品中蛋白质含量普遍高于内蒙古的羊排样品。羊排中脂肪含量是 21.7~516.7 g/kg, P 疆 2 最高, P 蒙 1 最低,变异系数为 67.88%。中国食物成分表并无羊排蛋白质或脂肪的含量信息,该研究的数据可以作为补充,为羊排营养品质评价和膳



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P < 0.05$)

图 1 羊排中蛋白质(a)和脂肪(b)含量($n=3$)

Fig. 1 Protein (a) and fat (b) content in lamp chops

食相关研究提供数据支撑。结果显示,不同地区甚至相同品种间,羊排中蛋白质、脂肪含量都存在显著差异。影响羊肉营养成分的因素有很多,包括畜龄、性别、品种、去势与否、育肥性能、营养饲料水平等,此外,还与产区的气候、土壤、水质等相关^[16]。

2.2 脂肪酸组成 从表 2 可以看出,羊排中饱和脂肪酸(SFA)含量为 45.87%~56.48%,变异系数为 6.76%;单不饱和脂肪酸(MUFA)含量为 39.00%~48.68%,变异系数为 6.79%;多不饱和脂肪酸(PUFA)含量为 2.25%~5.62%,变异系数为 24.96%。其中,多不饱和脂肪酸比例较高的有 P 蒙 1、P 蒙 2 和 P 疆 1,均在 5.00%以上。PUFA/SFA 值为 0.04~0.12, P 蒙 1 最高,变异系数为 30.08%。一般肉类 PUFA/SFA 为 0.1,营养学家建议的为 0.4^[17]。

脂肪酸组成的差异更多来源于饲养方式,即放牧或舍饲^[18]。放牧情况下,草场草料的脂肪酸多以十八碳三烯酸为主,而谷物日粮中的十八碳二烯酸居多。因此,放牧羊肉中 n-3 多不饱和脂肪酸含量却远高于舍饲羊肉,且共轭亚油酸等对人体有益的功能性脂肪酸的比例也得到大幅度提高, n-6:n-3 不饱和脂肪酸的比例也更加趋近平衡^[19]。

2.3 氨基酸组成 10 个样品中,均检测到 18 种氨基酸,其中必需氨基酸(EAA)8 种,非必需氨基酸(NEAA)10 种。氨基酸的种类和含量丰富,其中,谷氨酸、天冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸含量较高。氨基酸总量(TAA)最高的是 P 疆 1,为 186.0 g/kg,与其他样品存在显著差异。从氨基酸组成上看,必需氨基酸含量与氨基酸总量比(EAA/TAA)超过 40%的有 P 蒙 3、P 宁 1 和 P 澳,其余样品分布在 36.49%~39.53%;必

需氨基酸含量与非必需氨基酸含量比(EAA/NEAA)超过 60%的样品有 P 蒙 1、P 兰、P 蒙 2、P 宁 2、P 蒙 3、P 宁 1 和 P 澳(表 3)。根据联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)对蛋白质理想模式的定义,质量较好的蛋白质的氨基酸组成中,EAA/TAA 应在 40%左右,EAA/NEAA 应在 60%以上^[20]。

表 2 羊排中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸和多不饱和酸组成比例
Table 2 Composition ratio of saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid and polyunsaturated acid in lamb chops

样品 Sample	饱和脂肪酸 SFA %	单不饱和 脂肪酸 MUFA %	多不饱和脂 肪酸 PUFA %	PUFA/ SFA
P 蒙 1	45.87	48.68	5.45	0.12
P 蒙 2	47.76	47.04	5.17	0.11
P 蒙 3	56.33	41.43	2.25	0.04
P 宁 1	55.78	40.51	3.70	0.07
P 宁 2	52.77	42.97	4.28	0.08
P 疆 1	50.65	43.77	5.62	0.11
P 疆 2	53.55	41.74	4.67	0.09
P 澳	51.80	44.70	3.49	0.07
P 兰	52.48	44.14	3.34	0.06
P 祁	56.48	39.00	4.43	0.08
变异系数 CV//%	6.76	6.79	24.96	30.08

从鲜味氨基酸(以谷氨酸和天冬氨酸计)含量来看,P 疆 1 含量最高,为 48.1 g/kg,最低的是 P 宁 1,含量为 30.1 g/kg。甘氨酸、精氨酸、天冬氨酸、丙氨酸和谷氨酸 5 种氨基酸是形成肉品香味的必需前体氨基酸,与肉质的鲜味有直接关系^[21]。

表 3 羊排中总氨基酸、必需氨基酸、非必需氨基酸和鲜味氨基酸含量

Table 3 Contents of total amino acids, essential amino acids, non-essential amino acids and umami amino acids in lamb chops

样品 Sample	氨基酸总量 TAA//g/kg	必需氨基酸 EAA//g/kg	非必需氨基酸 NEAA//g/kg	鲜味氨基酸 FAA (以谷氨酸和天冬氨酸计) g/kg	EAA/TAA %	EAA/NEAA %
P 蒙 1	141.0	54.8	88.7	38.1	38.85	61.76
P 蒙 2	136.5	53.6	84.2	34.6	39.24	63.65
P 蒙 3	159.5	64.6	97.3	37.5	40.50	66.43
P 宁 1	137.5	57.8	83.3	30.1	42.06	69.47
P 宁 2	160.5	63.5	98.9	41.4	39.53	64.19
P 疆 1	186.0	70.0	118.5	48.1	37.63	59.06
P 疆 2	140.0	51.1	90.9	38.0	36.49	56.20
P 澳	149.0	64.0	87.5	38.3	42.96	73.16
P 兰	161.0	63.1	100.5	38.4	39.19	62.81
P 祁	148.5	55.2	94.7	40.3	37.16	58.27
变异系数 CV//%	10.06	10.19	10.97	11.97	5.22	8.16

2.4 维生素 在所有样品中均未检测出维生素 A 与维生素 B₁。从图 2 可以看出,羊排中的维生素 B₂ 含量是 0.21~0.35 mg/kg, P 疆 1 最高,变异系数为 15.95%;维生素 E 含量是 0.17~0.90 mg/kg,最高的是 P 蒙 3,变异系数为 67.44%;烟酸含量是 4.50~7.55 mg/kg,最高的是 P 宁 2,变异系数为 19.26%;叶酸含量是 22.5~29.0 μg/kg, P 兰最高, P 蒙 2 最低,但多数样品之间没有显著性差异,变异系数仅为 8.12%。变异系数较大的成分有维生素 E,较小的是叶酸。维生素 E

极易受到饲料成分的影响。叶酸在羊排中的含量较稳定,受品种、产地等因素影响较小。

2.5 矿物质含量 从表 4 可以看出,钙含量为 33.45~135.85 mg/kg, P 宁 1 最高;磷含量为 1 101.5~2 154.5 mg/kg, P 蒙 1 最高;钾含量为 1 688.0~3 239.0 mg/kg, P 疆 1 最高;铁含量为 8.63~16.50 mg/kg, P 澳最高;硒含量为 0~0.127 mg/kg, P 蒙 2 最高。变异系数由大到小依次为硒、钙、磷、钾、铁。

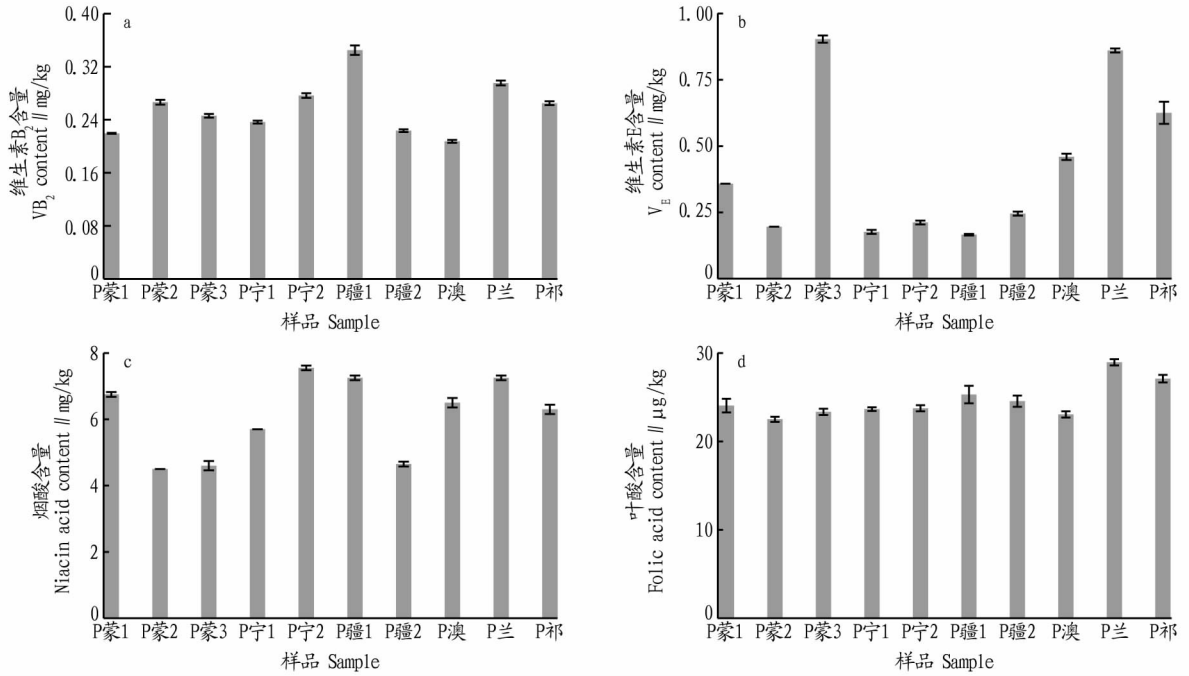


图2 不同羊排样品中维生素含量(n=3)

Fig. 2 Vitamin content in different lamb chops samples

动物产品中矿物元素含量主要与地理环境和日粮的类型相关。羊肉组织中矿物元素的组成受天然沉积物和饲料中元素补充物的双重影响,会导致产地溯源的不确定性,这是限制矿物元素组成在羊肉产品产地溯源中应用的主要原因^[22]。有研究利用羊肉中矿物元素指纹分析技术追溯羊肉的产地来源,结果显示羊肉中矿物元素含量组成在地域间有明显差异,农区元素含量普遍高于牧区,脱脂羊肉中Ca、Zn、Be、Ni、Fe、Ba、Sb、Mn和Se 9种元素含量的地域差异与土壤相关,它们对农牧区的正确判别率达90%以上,对农区和牧区的正确判别率为70%左右^[16]。

表4 不同羊排样品中矿物质含量

Table 4 Mineral content in different lamb chops samples mg/kg

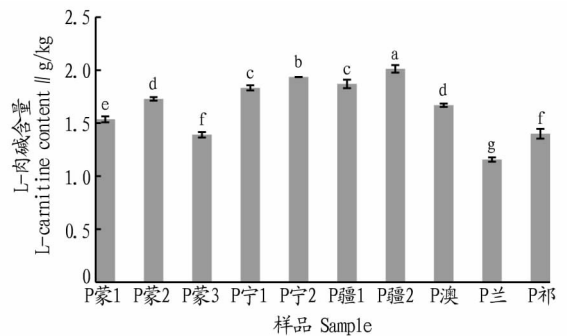
样品 Sample	钙 Ca	磷 P	钾 K	铁 Fe	硒 Se
P蒙1	45.81 g	2 154.5 a	3 106.0 b	15.46 c	0.066 c
P蒙2	124.45 b	1 350.5 e	2 005.5 f	11.09 g	0.127 a
P蒙3	59.75 f	1 107.0 f	1 731.5 g	10.80 g	0.056 d
P宁1	135.85 a	1 354.5 e	2 072.0 f	12.89 e	0.096 b
P宁2	33.45 i	1 598.5 d	2 376.5 d	13.14 e	0.096 b
P疆1	43.66 h	2 147.5 a	3 239.0 a	11.66 f	0.095 b
P疆2	72.45 e	1 101.5 f	1 688.0 h	8.63 h	0.044 e
P澳	116.50 c	1 647.0 c	2 297.0 e	16.50 a	0.036 f
P兰	61.76 f	1 315.0 e	1 957.5 f	16.06 b	0.000 g
P祁	98.28 d	1 808.5 b	2 797.5 c	14.40 d	0.000 g
变异系数 CV//%	46.51	24.68	23.67	19.60	69.22

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$)

2.6 L-肉碱 从图3可以看出,羊排肉中L-肉碱含量是1.15~2.01 g/kg, P疆2最高, P兰最低。L-肉碱是参与脂肪

代谢的一种关键物质,能促进脂肪酸进入线粒体进行氧化分解,有利于促进脂肪代谢平衡^[23]。由于肉碱大多来源于牛、羊肉,故可作为特征性的营养成分。



注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P < 0.05$)

图3 羊排样品中L-肉碱含量(n=3)

Fig. 3 L-carnitine content in lamb chops samples

2.7 质构特性 从表5可以看出,各产地的10种羊排的质构特性具有差异。P兰样品具有综合较高的咀嚼特性。嫩度是0.49~6.44 N,变异系数高达90.50%;硬度是10.04~45.04 N,变异系数为54.01%;弹性是0.52~3.46 mm,变异系数为42.27%;内聚性是3.17~7.96,变异系数为26.64%;胶着性为0~0.80 N,变异系数为74.95%;咀嚼性是0.10~0.40 mJ,变异系数为30.48%。

肉的质构特性是构成肉品质的重要因素,是评价口感的重要依据。上述参数以适中为宜,过大或过小均影响肉的口感。嫩度、硬度、弹性和内聚性这几个质构指标与肉中各种蛋白质(尤其是肌原纤维蛋白)的结构特性、含水量、肌肉

中脂肪的分布状态及肌纤维中脂肪数量等有关。有研究指出,嫩度好的低月龄羔羊肉适宜涮制食用,蛋白质和脂肪含

量较高的适宜熏制与烤制食用^[24]。

表 5 不同羊排样品的质构特性

Table 5 Texture characteristics of different lamb chops samples

样品 Sample	嫩度 Tenderness N	硬度 Hardness N	弹性 Elasticity mm	内聚性 Cohesiveness	胶着性 Adhesion N	咀嚼性 Chewiness mJ
P 蒙 1	1.53	17.78	2.96	4.34	0.22	0.30
P 蒙 2	0.94	20.84	1.84	4.76	0.63	0.20
P 蒙 3	0.49	12.54	2.42	5.78	0.24	0.26
P 宁 1	1.60	10.04	2.15	5.96	0.80	0.10
P 宁 2	2.50	23.74	0.98	5.11	0.18	0.22
P 疆 1	1.29	34.78	3.35	5.14	0.15	0.27
P 疆 2	1.18	11.78	0.52	3.17	0.66	0.23
P 澳	0.58	27.84	3.46	4.92	0.27	0.25
P 兰	6.44	45.04	2.19	7.96	0.00	0.40
P 祁	2.75	10.64	2.56	3.50	0.31	0.28
变异系数 CV//%	90.50	54.01	42.27	26.64	74.95	30.48

3 结论

对内蒙、新疆、甘肃、宁夏主要优势地方品种(乌珠穆沁羊、哈萨克羊、滩羊)以及澳大利亚、新西兰进口羊排肉的营养成分及质构特性进行分析,结果显示,羊排中蛋白质含量为 42.7~216.0 g/kg,变异系数为 39.98%;脂肪含量为 21.7~516.7 g/kg,变异系数高达 67.88%;维生素的变异系数由大到小的顺序为 V_E、烟酸、B₂、叶酸;矿物质元素的变异系数由大到小依次为硒、钙、磷、钾、铁。总体来看,营养成分受品种、饲养方式、地理环境等综合影响。蛋白质含量与品种有关,放牧会增加羊排中不饱和脂肪酸的含量,地理环境与饲料共同影响羊排的矿物质元素含量特征;口感受饲养方式影响较大,放牧会导致羊肉硬度较高。其中,脂肪、蛋白质含量、V_E、硒等成分受影响最大。

参考文献

- [1] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国畜禽遗传资源志(羊志)[M]. 北京:中国农业出版社,2011.
- [2] 薛宝玲,曹志军,蔡永敏,等. 不同月龄乌珠穆沁羊肌纤维类型与肉品质的变化分析[J]. 食品研究与开发,2019,40(18):193-197.
- [3] 王贵印,高爱琴,达布希拉图,等. 乌拉特羊肉品质特性分析报告[J]. 新疆农业科学,2010,47(S2):173-178.
- [4] 李述刚,许宗运,侯旭杰,等. 新疆多浪羊肉营养成分分析[J]. 肉类研究,2005(7):30-31.
- [5] 叶云,李秉龙. 中国—澳大利亚自由贸易区建立对中国羊肉及其制品进口及相关影响分析[J]. 世界农业,2014(12):105-111,183.
- [6] 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,2017:16.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.

- [10] 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 食品中维生素 A、D、E 的测定:GB 5009.82—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [11] 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 食品中维生素 B1 的测定:GB 5009.84—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [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 食品中维生素 B2 的测定:GB 5009.85—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 食品中烟酸和烟酰胺的测定:GB 5009.89—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016:16.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中叶酸的测定:GB 5009.211—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2015:16.
- [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 食品中多元素的测定:GB 5009.268—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 孙淑敏,郭波莉,魏益民,等. 基于矿物元素指纹的羊肉产地溯源技术[J]. 农业工程学报,2012,28(17):237-243.
- [17] 张巧娥,敖长金. 影响羊肉脂肪酸组成的因素[J]. 畜牧与兽医,2007,39(3):19-21.
- [18] 王柏辉,杨蕾,苏日娜,等. 饲养方式对苏尼特羊屠宰性能、羊肉品质及脂质氧化性能的影响[J]. 食品科学,2018,39(23):41-46.
- [19] RICARDO H A, FERNANDES A R M, MENDES L C N, et al. Carcass traits and meat quality differences between a traditional and an intensive production model of market lambs in Brazil: Preliminary investigation[J]. Small ruminant research, 2015, 130: 141-145.
- [20] 关海宁,迟殿忠,刁小琴,等. 基于 FAO/WHO 相对氨基酸新评分模式的建立及其应用探讨[J]. 粮油加工, 2008(12): 114-116.
- [21] 陈晓勇,孙洪新,田树军,等. 寒泊肉羊与小尾寒羊产肉性能及肉品质比较[J]. 畜牧与兽医, 2015, 47(9): 40-44.
- [22] SUN S M, GUO B L, WEI Y M, et al. Multi-element analysis for determining the geographical origin of mutton from different regions of China[J]. Food chemistry, 2011, 124(3): 1151-1156.
- [23] 杨能,张惟杰. L-肉碱的生理功能与生物学方法生产[J]. 生物化学与生物物理进展, 1992, 19(2): 81-85.
- [24] 柴佳丽,王振宇,侯成立,等. 不同品种羊肉熏制加工适宜性评价模型研究[J]. 食品科学, 2017, 38(19): 75-80.

(上接第 204 页)

- [13] 韩广,徐璐,孙晓云,等. 空气污染指数的前馈神经网络预测方法[J]. 计算机与应用化学, 2016, 33(2): 147-151.
- [14] 车四方. 前馈神经网络的混合训练算法及其离群鲁棒回归问题研究

[D]. 杭州:中国计量学院,2015.

- [15] 龙伶俐,薛雅琳,宫旭洲,等. 花生油:GB/T 1534—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [16] 龙伶俐,薛雅琳,夏天文,等. 棕榈油:GB/T 15680—2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.