

柴达木福牛肉质特性及其安全性分析

丰永红¹, 刘亚娜^{1,2}, 谢鹏¹, 郎玉苗¹, 李海鹏¹, 孙宝忠^{1,*}

(1. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193; 2. 甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为了解柴达木福牛肉质特性, 以犏力巴牛和牦牛为对照, 对其常规营养指标、氨基酸组成及安全性指标进行检测分析。结果表明: 柴达木福牛剪切力极显著低于犏力巴牛和牦牛 ($P < 0.01$), 失水率显著低于牦牛 ($P < 0.05$), L^* 值和 a^* 值高于犏力巴牛和牦牛; 蛋白质、水分、脂肪含量均与犏力巴牛无显著性差异, 但蛋白质、水分含量均低于牦牛 ($P < 0.05$), 脂肪含量高于牦牛 ($P < 0.05$); 3种牛肉的主要氨基酸组成基本一致, 除脯氨酸外, 柴达木福牛与犏力巴牛的氨基酸组成无显著差异, 与牦牛的氨基酸组成差异较大且没有规律性, 总体来说比牦牛肉氨基酸含量高; 安全性指标分析表明柴达木福牛肉符合绿色食品的要求。综上, 柴达木福牛肉是一种美味营养、健康安全的高档牛肉。

关键词: 柴达木福牛; 犏力巴牛; 牦牛; 氨基酸评分; 安全性

Meat Quality Characteristics and Safety Analysis of Qaidamford Cattle

FENG Yonghong¹, LIU Yana^{1,2}, XIE Peng¹, LANG Yumiao¹, LI Haipeng¹, SUN Baozhong^{1,*}

(1. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100193, China;

2. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Meat quality characteristics of Qaidamford cattle such as shear force, pH value, L^* , a^* , b^* , protein content, fat content and amino acid profile were compared with those of Galiba cattle and yak. The results showed that the shear force of Qaidamford cattle meat was significantly lower ($P < 0.01$) than that of Galiba cattle and yak meat. The water loss rate of Qaidamford cattle meat was lower ($P < 0.05$) than that of yak meat. L^* and a^* of Qaidamford cattle were higher than those of Galiba cattle and yak meat. Qaidamford cattle meat had slightly lower contents of protein and water ($P < 0.05$) but higher fat content ($P < 0.05$) than yak meat. The main amino acids in beef from the three breeds were basically the same. There was no difference between Qaidamford cattle and Galiba cattle in terms of amino acid profile except for proline. Compared with yak meat, Qaidamford cattle meat had higher amino acid content. The meat of Qaidamford cattle measured up to the standard of green food according to the results of safety indexes. In conclusion, Qaidamford cattle can produce high quality beef which is delicious, highly nutritious, safe and beneficial to our health.

Key words: Qaidamford cattle; Galiba cattle; yak; amino acid score; safety

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2015) 09-0006-05

doi: 10.15922/j.cnki.rlyj.2015.09.002

柴达木福牛(原称柴达木三元杂交牛)是利用当地牦牛、柴达木黄牛和引进的安格斯等肉牛畜种资源, 应用牦牛远缘轮回种间杂交技术生产的优质商品肉牛。其含有牦牛25%、柴达木黄牛25%和肉牛50%的血液, 具有祖代适应高寒气候、耐粗饲、适宜舍饲养殖、抗病能力强的生物学特点, 又具有父本初生质量大、生长发育快、饲料报酬高、肉质细嫩、大理石花纹明显、肉质品质好等肉用牛的优良基因特点^[1]。

柴达木盆地境内空气清新、环境纯净、无污染, 是

建设有机牛羊肉生产基地的理想场所^[2], 而且柴达木福牛在育肥过程中只以天然的饲草、秸秆和安全的添加剂作为牛生长所需营养的补充, 因此生产出来的福牛具有绿色、安全、健康的特点, 是市场上不可多得的中高档肉牛^[3]。

高档牛肉价格与普通牛肉相比往往较高。目前, 国内市售的普通牛肉价格多在30~40元/kg, 而高档牛肉可达130~170元/kg, 部分顶级肉品甚至达到3000元/kg左右^[2]。2012年9月, 洋嘉公司成功培育出高原牦牛三元

收稿日期: 2015-04-16

基金项目: 国家现代农业(肉牛牦牛)产业技术体系建设专项(NYCYTX-38); 公益性行业(农业)科研专项(201203009)

作者简介: 丰永红(1977—), 女, 博士研究生, 研究方向为农产品质量与食物安全。E-mail: yike556@163.com

*通信作者: 孙宝忠(1964—), 男, 研究员, 博士, 研究方向为肉品质量与安全。E-mail: baozhongsun@163.com

牛,通过国家有关科研院校和专家的鉴定,以每千克高出普通牛肉数十倍的价格进入北京、上海等国内高端市场^[3]。青海省海西州在“十二五”期间就把柴达木福牛作为重点打造的农牧业百亿元产业,不断壮大柴达木福牛的养殖规模,并成为了引领海西州农牧业发展的支柱性产业^[4]。

目前国内已有关于柴达木三元杂交牛屠宰性能、产肉率等方面的研究^[5-7],布仁朝格图等^[7]仅对柴达木福牛的营养成分进行了测定分析,但关于柴达木福牛肉质特性全面分析的报道较少,而对其质量特性的全面分析,将有助于充分挖掘该杂交牛种的食用价值,为推进柴达木福牛产业的发展提供理论支持,有益于牧区的增值增收。本实验选取3~4岁的柴达木福牛,通过与同龄孕力巴牛(母犏牛与公牦牛或公黄牛反交产生)^[7]、牦牛肉质特征对比,分析柴达木福牛肉的食用品质、营养特性及安全性优势。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

柴达木福牛、孕力巴牛肉样采自青海夏华清真肉食品有限公司;牦牛肉样采自甘肃省甘南藏族自治州安多清真绿色食品有限公司。分别在屠宰场随机选取发育正常、健康无病的年龄约3~4岁的柴达木福牛、孕力巴牛、牦牛各6头。按照GB/T19477—2004《牛屠宰操作规程》进行屠宰,0~4℃冷库成熟3d后分割,分别采取左半胴体背最长肌约2kg肉样,去除表面脂肪、筋腱、污血等杂物,真空包装后置于-18℃的冰箱保存。样品测试前置于0~4℃冰箱解冻。

17种氨基酸标准混合液、各重金属标准储备液 中国计量科学研究院;农药兽药标准品 美国Sigma公司。

1.2 仪器与设备

TA.XT Plus型质构仪 英国Stable Micro System公司;BS214D型电子天平 北京赛多利斯仪器系统有限公司;RZ-158D型飞利浦绞肉机 荷兰飞利浦公司;HI99163型pH计 德国哈纳有限公司;Oakton 300型热电偶温度计 美国Oakton分析仪器有限公司;CR-400型色差仪 日本柯尼卡美能达公司;HH-4型可调恒温数显水浴锅 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司;KDY-9820型凯氏定氮仪 北京市通润源机电技术有限公司;Soxtec-2050型全自动索氏抽提系统 丹麦Foss公司;L-8900型全自动氨基酸分析仪 日立高新技术株式会社;7890A-5975C型气-质联用仪、色谱柱 美国

安捷伦科技有限公司;Solaar M6型原子吸收光谱仪 美国热电公司;PF7型原子荧光光度计 北京普析通用仪器有限公司有限责任公司。

1.3 方法

1.3.1 剪切力测定

将解冻后的肉样切成约6cm×3cm×3cm大小,参照NY/T 1180—2006《肉嫩度的测定 剪切力测定法》测剪切力值。

1.3.2 pH值测定

解冻后的肉样参照GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品pH测定》中非均质样品的测试法进行测定。

1.3.3 肉色测定

屠宰成熟3d后,将分割的背最长肌肉块的新切面在空气中氧合40min,使用色差计进行亮度(L*)、红色度(a*)、黄色度(b*)的测定。每个样品重复测定3次,取平均值。

1.3.4 失水率测定

参照NY/T 1333—1007《畜禽肉质的测定》压力法失水率的测定方法进行检测,按式(1)计算。

$$\text{失水率}/\% = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

式中: m_0 为加压前肉样质量/g; m_1 为加压后肉样质量/g。

1.3.5 蒸煮损失测定

将称量好的肉样(m_2)装入蒸煮袋,放入80℃的恒温水浴锅(1500W)中,用电偶测温仪测量肉样中心温度,待肉样中心温度达到70℃时,将肉样取出冷却至中心温度为0~4℃,称质量(m_3)。蒸煮损失按式(2)计算。

$$\text{蒸煮损失}/\% = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \times 100 \quad (2)$$

1.3.6 营养指标测定

蛋白质、脂肪、水分、氨基酸测定分别参照:GB 5009.5—2010《食品中蛋白质的测定》、GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品 总脂肪含量测定》、GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》、GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》。

1.3.7 安全性指标测定

重金属和农药残留按照NY/T 843—2009《绿色食品 肉及肉制品》的规定检测,并参照该标准对各指标的要求。

1.4 数据分析

采用Excel 2007进行数据处理,用SPSS 19.0统计分析软件进行两独立样本t检验,结果均以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的食用品质对比

表1 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的食用品质
Table 1 Eating quality of Qaidamford cattle, Galiba cattle and yak meat

品种	剪切力/kg	pH	L*	a*	b*	失水率/%	蒸煮损失/%
柴达木福牛	4.08±0.93 ^a	5.37±0.15	37.64±2.57 ^b	20.40±1.97 ^b	10.14±0.88	29.63±0.39 ^a	28.15±3.06 ^{ab}
犏力巴牛	6.01±2.60 ^b	5.49±0.15	32.71±2.13 ^a	18.86±1.94 ^a	9.17±1.06	30.21±0.37 ^b	30.29±1.73 ^b
牦牛	9.70±0.10 ^c	5.56±0.07	33.60±1.43 ^a	19.78±1.66 ^{ab}	9.84±0.41	32.76±3.07 ^b	27.89±2.54 ^a

注：同列小写字母不同，表示差异显著 ($P<0.05$)；同列大写字母不同，表示差异极显著 ($P<0.01$)。

由表1可知，柴达木福牛的剪切力极显著小于犏力巴牛和牦牛 ($P<0.01$)；pH值略低于犏力巴牛和牦牛；L*值显著大于犏力巴牛和牦牛 ($P<0.05$)，a*值显著大于犏力巴牛 ($P<0.05$)，大于牦牛但差异不显著 ($P>0.05$)；b*值高于犏力巴牛和牦牛 ($P>0.05$)；失水率比牦牛和犏力巴牛低，且与牦牛差异显著 ($P<0.05$)；蒸煮损失比牦牛略高，但低于犏力巴牛。

剪切力值是反映肉嫩度的直接指标，值越小则表明肌肉越嫩^[8]。而对于牛肉来说，嫩度是决定其食用品质的最关键因素。Destefanis等^[9]的实验表明，当剪切力 >5.38 kg为韧；4.37~5.37 kg为中等； <4.36 kg为嫩。由此可知，柴达木福牛肉的肌肉较嫩，而犏力巴牛肉和牦牛肉的肌肉较韧。L*值和a*值说明柴达木福牛的肉色较之犏力巴牛和牦牛要鲜亮，而肉色是肌肉评定的重要内容，也是决定消费者购买欲望的重要因素^[10]，因此从肉色的角度来说，消费者更愿意接受柴达木福牛。保水性是肉品重要的食用品质指标，失水率与保水性呈负相关性，失水率越低，保水性越好。保水性与肉制品的风味、营养成分、多汁性、嫩度密切相关，直接影响肉品的贮藏与加工^[11]。由失水率值可知，柴达木福牛的保水性比犏力巴牛和牦牛好，因此在贮藏加工过程中其肌肉的营养损失相对较少。柴达木福牛的蒸煮损失较之牦牛肉略高，但较之犏力巴牛低，可预测其在加工过程中，肉质量损失和成品得率介于此两种牛之间。综上分析，柴达木福牛的食用品质优于犏力巴牛和牦牛，可作为高档牛肉以更高的价格出售，为企业和牧民获取更大的经济利益。

2.2 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的营养品质对比

2.2.1 常规营养指标

由表2可知，柴达木福牛肉蛋白质、水分、脂肪含量均与犏力巴牛肉无显著性差异 ($P>0.05$)。但与牦牛肉相比，柴达木福牛肉蛋白质、水分含量低 ($P<0.05$)，脂肪含量高 ($P<0.05$)。

表2 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的常规营养指标

Table 2 Proximate nutritive indexes of Qaidamford cattle, Galiba cattle and yak meat

营养指标	柴达木福牛	犏力巴牛	牦牛
蛋白质	23.48±0.60 ^b	23.20±0.24 ^b	24.70±0.60 ^a
水分	67.98±1.44 ^b	68.13±1.50 ^b	75.99±1.72 ^a
脂肪	5.41±1.38 ^a	5.15±1.73 ^a	1.40±0.33 ^b

注：同行小写字母不同，表示差异显著 ($P<0.05$)；同行大写字母不同，表示差异极显著 ($P<0.01$)。表3同。

据2011年中国公共卫生报道^[12]，中国2.7亿在校大学生蛋白质摄入量仅为推荐摄入量的65%；并且，针对上海市II型糖尿病患者营养状况的调查显示，蛋白质摄入明显不足，且供能比不合理，因此亟需补充优质蛋白质。相比于其他畜禽肉的蛋白质含量，如猪肉约15%、鸡肉约20%、鸭肉约16%、羊肉15%~20%^[13]，柴达木福牛肉（蛋白质含量23.45%）更符合消费者对高蛋白膳食的需求。

肌肉内部的脂肪含量影响肉的风味、多汁性、嫩度以及肉的感官特性，通常肉中脂肪含量3%~7.5%是可以接受的^[14]。柴达木福牛肉相对于牦牛较高的脂肪含量，也正是其嫩度比牦牛高的原因之一，而在肉类加工过程中脂肪的氧化分解产生大量风味物质赋予肉类滋味和香气，可以预测，柴达木福牛肉比牦牛肉具有更多风味物质和更佳口感。当然，高脂肪含量也可能造成不良气味的产生。尽管柴达木福牛肉的脂肪含量在可接受的范围之内，但相比于牦牛肉、普通牛肉^[15]、藏羊肉^[16]，柴达木福牛肉中的脂肪含量还是偏高，对于必须严格控制脂肪摄入的消费群体，企业可通过一定的饲料配比来调节柴达木福牛肉中的脂肪含量。

2.2.2 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的氨基酸组成对比

表3 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的氨基酸组成

Table 3 Amino acid profile of Qaidamford cattle, Galiba cattle and yak meat

氨基酸	柴达木福牛	犏力巴牛	牦牛肉
缬氨酸	1.06±0.01 ^B	1.04±0.03 ^B	1.30±0.02 ^A
蛋氨酸	0.78±0.01 ^A	0.72±0.02 ^A	0.39±0.01 ^B
异亮氨酸	1.02±0.03	0.97±0.04	0.80±0.03
亮氨酸	1.96±0.06 ^A	1.95±0.03 ^A	1.55±0.07 ^B
苏氨酸	1.07±0.04	1.05±0.02	1.10±0.03
苯丙氨酸	1.21±0.07 ^A	1.26±0.06 ^A	1.02±0.05 ^B
赖氨酸	1.99±0.07	1.98±0.10	1.80±0.07
天冬氨酸	2.03±0.04 ^A	2.03±0.07 ^A	1.79±0.06 ^B
丝氨酸	0.86±0.02 ^B	0.86±0.02 ^B	1.01±0.02 ^A
谷氨酸	3.47±0.08 ^A	3.43±0.1 ^A	3.06±0.10 ^B
脯氨酸	0.55±0.30 ^B	0.29±0.03 ^C	1.03±0.06 ^A
甘氨酸	0.89±0.01 ^A	0.9±0.03 ^A	0.76±0.03 ^B
丙氨酸	1.31±0.05 ^A	1.29±0.03 ^A	1.09±0.05 ^B
胱氨酸	0.49±0.03 ^A	0.48±0.05 ^A	0.36±0.01 ^B
组氨酸	1.01±0.04	1.04±0.05	0.99±0.03
精氨酸	1.52±0.05 ^A	1.51±0.03 ^A	1.08±0.06 ^B
酪氨酸	0.82±0.02 ^B	0.81±0.06 ^B	1.11±0.13 ^A
必需氨基酸	9.08	8.96	7.93
非必需氨基酸	12.79	12.49	12.28
水解氨基酸总量	21.87	21.45	20.21
必需氨基酸/总氨基酸/%	41.52	41.77	39.24
必需氨基酸/非必需氨基酸/%	70.99	71.74	64.58

由表3可知, 柴达木福牛、犏力巴牛、牦牛的主要组成氨基酸基本一致, 包括谷氨酸、天冬氨酸、赖氨酸、亮氨酸、精氨酸, 这与布仁朝格图等^[7]对柴达木三元杂交牛的氨基酸含量检测结果相一致: 谷氨酸2.99 g/100 g、赖氨酸2.14 g/100 g、天冬氨酸2.12 g/100 g、亮氨酸2.00 g/100 g、精氨酸1.47 g/100 g。柴达木福牛肉中脯氨酸含量极显著高于犏力巴牛肉 ($P < 0.01$), 除此之外, 其他氨基酸含量与犏力巴牛相比均无显著性差异 ($P > 0.05$)。与牦牛肉相比, 氨基酸含量存在个体差异, 且没有规律性, 其中蛋氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸及精氨酸含量均极显著高于牦牛肉 ($P < 0.01$), 而缬氨酸、丝氨酸、脯氨酸、酪氨酸含量均极显著低于牦牛肉。其中精氨酸和丙氨酸含量高, 有利于人体胶原的合成, 特别是对儿童生长发育有重要的促进作用^[17-18]; 而天冬氨酸和谷氨酸属于呈味氨基酸, 能赋予肉品鲜味^[19]。因此, 从氨基酸组成的角度来说, 柴达木福牛肉和犏力巴牛肉的营养品质要优于牦牛肉。

参照联合国粮农组织 (Food and Agriculture Organization of United States, FAO) /世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 标准氨基酸模式对3种牛肉的氨基酸进行评分, 由于本研究中未检测色氨酸, 因此仅分析其他7种必需氨基酸的含量和评分。

表4 柴达木福牛与犏力巴牛、牦牛的氨基酸评分
Table 4 Amino acid scores of Qaidamford cattle, Galiba cattle and yak meat

氨基酸	FAO/ WHO	柴达木福牛		犏力巴牛		牦牛	
		AA	AAS	AA	AAS	AA	AAS
苏氨酸	40	45.6	113.9	45.3	113.1	44.5	111.3
缬氨酸	50	45.1	90.3	44.8	89.7	52.6	105.3
胱氨酸+蛋氨酸	35	54.1	154.5	51.7	147.8	30.4	86.8
异亮氨酸	40	43.4	108.6	41.8	104.5	32.4	81.0
亮氨酸	70	83.5	119.3	84.1	120.1	62.8	89.6
苯丙氨酸+酪氨酸	60	86.5	144.1	89.2	148.7	86.2	143.7
赖氨酸	55	84.8	154.1	85.3	152.2	72.9	132.5
总计	350	442.9	884.8	442.2	879.1	381.8	750.2

注: AA表示每克蛋白质中某种氨基酸的含量/(mg/g); AAS表示氨基酸评分。

由表4可知, 柴达木福牛和犏力巴牛的必需氨基酸评分很接近, 除了缬氨酸评分分别为90.3和89.7, 相对偏低外, 其他6种必需氨基酸评分均在100以上, 而牦牛肉中蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸的氨基酸评分分别为86.8、81.0和89.6, 均低于柴达木福牛肉和犏力巴牛肉的氨基酸评分。质量较好的食物蛋白质组成中理想模式为必需氨基酸与总氨基酸的比值为40%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值在60%以上^[20], 而柴达木福牛肉中必需氨基酸与总氨基酸的比值为41.52%, 非常接近40%; 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值为70.99%, 超过60%; 同

时, 参考柴达木福牛的氨基酸评分, 可知柴达木福牛可以作为优质蛋白质的来源。

2.2.3 柴达木福牛肉安全性指标测定结果分析

表5 柴达木福牛和犏力巴牛的安全性指标
Table 5 Safety indexes of Qaidamford cattle and Galiba cattle meat

指标	指标限量	mg/kg	
		柴达木福牛	犏力巴牛
无机砷 (以As计)	≤0.05	未检出 (<0.04)	未检出 (<0.04)
铅 (以Pb计)	≤0.1	未检出 (<0.005)	0.026
总汞 (以Hg计)	≤0.05	未检出 (<0.000 15)	未检出 (<0.000 15)
镉 (以Cd计)	≤0.1	未检出 (<0.000 1)	未检出 (<0.000 1)
铜 (以Cu计)	≤10	3.4	3.06
铬 (以Cr计)	≤0.5	0.04	0.024
氟 (以F计)	≤1.0	未检出 (<0.1)	未检出 (<0.1)
六六六 (BHC)	≤0.05	未检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)
滴滴涕 (DDT)	≤0.05	未检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)
敌敌畏	≤0.02	未检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)
土霉素	不得检出 (<0.1)	未检出 (<0.005)	未检出 (<0.005)
金霉素	不得检出 (<0.1)	未检出 (<0.005)	未检出 (<0.005)
四环素	不得检出 (<0.1)	未检出 (<0.005)	未检出 (<0.005)
磺胺二甲噻啶	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)
磺胺邻二甲氧嘧啶	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)
磺胺间二甲氧嘧啶	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)
磺胺间甲氧嘧啶	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)
磺胺甲噁唑	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)
磺胺噻唑啉	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)	未检出 (<0.05)
唑乙醇	不得检出 (<0.05)	未检出 (<0.04)	未检出 (<0.04)
盐酸克伦特罗	不得检出 (<0.002)	未检出 (<0.002)	未检出 (<0.002)
氯霉素	不得检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)
呋喃唑酮	不得检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)	未检出 (<0.01)

注: 本检测标准参照NY/T 843—2009。

由表5可知, 对于最受关注的重金属指标铅、砷、汞、镉, 柴达木福牛肉中均未检出, 即按照检测精密程度分别为铅<0.005 mg/kg、无机砷<0.04 mg/kg、总汞<0.000 15 mg/kg、镉<0.000 1 mg/kg, 远远低于我国农业部规定的绿色食品中对畜肉的要求; 而犏力巴牛肉检出铅为0.026 mg/kg。柴达木福牛肉中的铜和铬含量略高于犏力巴牛肉, 但都符合绿色食品的标准要求。六六六、滴滴涕、土霉素、金霉素、盐酸克伦特罗等农药残留和兽药残留均未在柴达木福牛肉和犏力巴牛肉中检出, 对比检测检出限值, 均符合绿色食品的规定。由此可知, 柴达木福牛肉和犏力巴牛肉的重金属及农残药残指标均符合NY/T 843—2009中对畜肉的要求, 柴达木福牛安全性高, 消费者可放心食用。质量安全标准为柴达木福牛肉走入高端牛肉市场增加了有利筹码。

3 结论

通过对柴达木福牛、犏力巴牛和牦牛的食用品质、氨基酸组成、安全指标的分析对比, 表明作为牦牛远缘

轮回种间杂交技术生产的商品肉牛，柴达木福牛肉的食用品质、氨基酸含量和评分优于牦牛肉和犏力巴牛肉，且安全性符合NY/T 843—2009中对畜肉的要求，可作为高档牛肉出售。

参考文献：

- [1] 扎西卓玛, 布仁朝格图, 马玉林, 等. 柴达木福牛产业发展模式的探讨[C]//中国牛业发展大会. 海南: 中国畜牧业协会牛业分会, 2014: 104-109.
- [2] 罗永红. “柴达木三元杂交牛”产业发展分析[J]. 柴达木开发研究, 2012(6): 7-9.
- [3] 张蕴. 柴达木福牛: 福气更牛气[N]. 青海日报, 2014-11-12(1).
- [4] 许显庆. 乌兰县柴达木福牛生产调查[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2014, 44(3): 26-27.
- [5] 徐建忠. 弗西本三元杂交牛产肉性能研究[J]. 中国草食动物科学, 2014, 34(3): 70-71; 75.
- [6] 白小明, 冯小芳. 三元杂交牛育肥效果及产肉性能对比试验[J]. 中国牛业科学, 2010, 36(1): 17-20.
- [7] 布仁朝格图, 马玉林, 王照忠, 等. 柴达木三元杂交牛试验初报[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(8): 85-87.
- [8] 周光宏, 徐幸莲. 肉品学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 238.
- [9] DESTEFANIS G, BRUGIAPAGLIA A, BARGE M T, et al. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force[J]. Meat Science, 2008, 78: 153-156.
- [10] MANCINI R A, SUMAN S P, KONDA M K R, et al. Effect of carbon monoxide packaging and lactate enhancement on the color stability of beef steaks stored at 1 °C for 9 days[J]. Meat Science, 2009, 81(1): 71-76.
- [11] BARTOŇ L, BUREŠ D, KOTRBA R, et al. Comparison of meat quality between eland (*Taurotragus oryx*) and cattle (*Bos taurus*) raised under similar conditions[J]. Meat Science, 2014, 96(1): 346-352.
- [12] 汤红梅, 方红, 许慧琳, 等. 上海市闵行区中小学生学习与营养状况调查[J]. 中国公共卫生, 2013, 29(8): 1143-1146.
- [13] 李勇. 营养与食品卫生[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2005: 271.
- [14] 任发政, 李兴民, 张原飞, 等. 现代肉品加工与质量控制[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 24.
- [15] 田甲春, 余群力, 保善科, 等. 不同地方类群牦牛肉营养成分分析[J]. 营养学报, 2011, 33(5): 531-533.
- [16] 刘海珍, 焦小鹿, 范涛. 青海藏羊肉的品质特性研究[J]. 中国草食动物, 2005, 25(4): 57-58.
- [17] UHE A M, COLLIER G R, O'DEA K. A comparison of the effects of beef, chicken and fish protein on satiety and amino acid profiles in lean male subjects[J]. The Journal of Nutrition, 1992, 122(3): 467-472.
- [18] LUDDEN P A, KERLEY M S. Amino acid and energy interrelationships in growing beef steers: II. effects of energy intake and metabolizable lysine supply on growth[J]. Journal of Animal Science, 1998, 76(12): 3157-3168.
- [19] 孙远明, 余群力. 食品营养学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 55-60.
- [20] 金显栋, 杨凯, 陈新, 等. 婆罗门牛肉主要营养成分及氨基酸含量测定分析[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2014(3): 26-27.