

牦牛肉品质特性研究进展

拜彬强^{1,2,3}, 郝力壮^{1,2,3}, 柴沙驼^{1,2,3}, 牛建章^{1,2,3}, 王万邦^{1,2,3}, 刘书杰^{1,2,3,*}

(1.青海省高原放牧家畜营养与生态国家重点实验室培育基地, 青海省高原放牧家畜动物营养与饲料科学重点实验室, 青海 西宁 810016; 2.青海高原牦牛研究中心, 青海 西宁 810016; 3.青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016)

摘要: 牦牛肉品质特性是实现牦牛肉高价值的基础, 本文综述近年来对牦牛肉品质的相关研究, 从营养品质、食用品质、加工品质及卫生品质等几方面做系统综述, 说明牦牛肉具有营养丰富、安全无污染等特点, 但食用品质略次于普通牛肉(因人的喜好而异)。

关键词: 牦牛肉; 营养品质; 食用品质; 加工品质; 卫生品质

Progress in Understanding Meat Quality Characteristics of Yak

BAI Bin-qiang^{1,2,3}, HAO Li-zhuang^{1,2,3}, CHAI Sha-tuo^{1,2,3}, NIU Jian-zhang^{1,2,3}, WANG Wan-bang^{1,2,3}, LIU Shu-jie^{1,2,3,*}

(1. State Key Laboratory of Cultivating Base of Plateau Grazing Animal Nutrition and Ecology of Qinghai Province, Key Laboratory of Plateau Grazing Animal Nutrition and Feed Science of Qinghai Province, Xining 810016, China; 2. Qinghai Plateau Yak Research Center, Xining 810016, China; 3. Qinghai Academy of Animal Science and Veterinary Medicine, Xining 810016, China)

Abstract: The quality characteristics of yak meat provide the foundation for developing high-value yak meat products. This paper provides a systematic review of recent studies regarding yak meat quality in terms of nutritional quality, eating quality, processing quality and hygienic quality. It is concluded that yak meat is rich in nutrients, free from contamination and safe to eat, although its eating quality is inferior to that of beef (depending on consumer preference).

Key words: yak meat; nutritional quality; eating quality; processing quality; hygienic quality

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)17-0290-07

doi:10.7506/spkx1002-6630-201417055

牦牛是青藏高原及其毗邻地区特有牛种, 放牧于海拔3 000 m以上的高寒草地, 适应高海拔地区缺氧、高寒和牧草匮乏等极端恶劣环境, 是高原畜牧业最重要的优势畜种。我国牦牛资源丰富, 约有1 300多万头, 占世界牦牛总数的90%以上, 主要分布在青海、西藏、四川、甘肃、云南、新疆等地区^[1], 利用了其他牛种无法利用的1.33亿 hm²高寒草场资源, 可提供奶、肉、毛、绒、皮革、役力、燃料等生产、生活必需品, 具有不可替代性, 是该区域草地畜牧业经济发展的资源依托。

当前, 高寒草地超载过牧、草地退化严重, 牦牛肉按照市场普通牛肉的价格出售成为这一稀缺资源产业可持续发展的瓶颈, 牦牛肉优质优价是实现牦牛产业可持续发展的必由之路。近年来, 众学者根据丹麦学者Anderson^[2]提出的现代肉质的内涵对牦牛肉做了大量研究, 但结果较为分散, 缺乏系统的总结和提炼, 无法全面回答“牦牛肉品质特性是什么?”这一问题。本文通

过综述牦牛肉相关研究, 对牦牛肉品质做了全面的阐述, 总结肉品质特性, 为牦牛肉实现商品化高附加值和进一步调控牦牛肉品质提供参考。

1 营养品质

1.1 蛋白质及氨基酸

肉中蛋白质的含量仅次于水分, 占20%左右, 均为完全蛋白质, 且包括人体所必需的所有氨基酸^[3]。长期以来对于牦牛肉粗蛋白含量测定的研究很多, 针对四川、甘肃牦牛, 李鹏^[4]和牛小莹^[5]等研究发现甘南牦牛肉蛋白质含量分别为21.43%和23.18%, 显著高于甘南当地黄牛肉(20.19%, $P<0.05$), 以及安格斯(21.07%)、夏洛来(20.32%)和西门塔尔(21.39%)牛肉, 略低于秦川牛(22.15%)和鲁西黄牛(22.44%)^[4]; 田甲等^[6]研究发现, 甘南牦牛肉蛋白质含量为22.11%、天祝白

收稿日期: 2013-10-26

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2012CB722906);

“十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD13B01); 青海省重大科技平台建设项目(2011-Z-Y12A; 2012-Z-Y08)

作者简介: 拜彬强(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为牦牛肉品质调控。E-mail: binqiangbai@163.com

*通信作者: 刘书杰(1966—), 男, 研究员, 学士, 研究方向为反刍动物营养与生产。E-mail: mkylshj@126.com

牦牛为21.85%、肃南牦牛为22.85%，均高于天祝黄牛（20.25%）；胡萍^[7]、王存堂^[8]和余群力^[9]等测得天祝牦牛肉蛋白含量分别为22.4%、21.85%、22.35%，均显著高于当地黄牛（20.65%、20.04%、20.60%， $P<0.05$ ）；此外，邱翔^[10]研究发现，四川麦洼牦牛肉蛋白含量最高可达23.31%，显著高于川南、峨边、平武、宜汉黄牛（ $P<0.01$ ）；九龙牦牛蛋白含量为19.78%，高于峨边、平武黄牛，但低于川南、宜汉黄牛。针对西藏牦牛，洛桑^[11]和姬秋梅^[12]等研究发现：藏北牦牛蛋白质含量为21.43%；帕里牦牛眼肌平均粗蛋白22.37%，肋肌平均粗蛋白16.43%；嘉黎牦牛眼肌粗蛋白21.86%，肋肌平均粗蛋白20.17%；斯布牦牛眼肌平均粗蛋白22.73%，肋肌平均粗蛋白19.16%。这些结果说明牦牛同一个体不同部位的蛋白质含量差异很大。针对青海牦牛，郭永萍^[13]测得青海（刚察）牦牛肉蛋白质平均含量为23.3%；张辉^[14]和冶成君^[15]等对青海大通牦牛肉营养成分分析发现，6月龄犏牦牛蛋白含量分别为24.1%和19.15%，成年牦牛肉蛋白含量为27.6%，这说明，随着年龄的增长，牦牛肉蛋白质会逐渐沉积；侯丽等^[16]研究结果表明，青海青南、环湖、大通的成年牦牛肉的蛋白质含量最低为22.67%，大通6月龄犏牦牛肉蛋白质含量为22.95%，均高于秦川牛肉（22.35%），但差异不显著（ $P>0.05$ ）；焦小鹿等^[17]研究发现，青海牦牛肉蛋白质含量（22.65%）显著高于当地同龄黄牛（20.97%， $P<0.05$ ）；刘海珍^[18]对青海各地区牦牛肉品质分析结果显示青海（果洛、玉树、海西、大通及共和）牦牛肉平均蛋白质含量为22.65%，显著高于当地同龄黄牛肉（20.97%， $P<0.05$ ）。此外，前苏联Солдатов等^[19]测得北高加索山区牦牛肉（成年）蛋白质含量为23.0%，高于一般家畜肌肉中蛋白质平均含量（20%）^[3]。

以上研究除张辉^[14]和冶成君^[15]等的研究中有6月龄牦牛，其他均选取3~5岁成年实验牛，取样部位以背最长肌为主（姬秋梅的研究取样部位为肋肌和眼肌）。对比发现，李鹏等^[4]研究的甘南牦牛、洛桑等^[11]研究的藏北牦牛肉蛋白含量均比甘南黄牛、安格斯牛、夏洛来牛、西门塔尔牛和南阳牛都高，仅略低于秦川牛和鲁西黄牛；而牛小莹等^[5]研究的甘南牦牛和张辉等^[14]研究的大通牦牛蛋白含量不仅高于李鹏等^[4]研究的甘南牦牛，而且高于秦川牛和鲁西黄牛；刚察牦牛和北高加索牦牛蛋白含量均高于甘南黄牛、秦川牛、鲁西黄牛、安格斯牛、夏洛来牛、西门塔尔牛和南阳牛；青海（青南、大通、环湖、果洛、玉树、海西、共和地区）牦牛、麦洼牦牛、田甲春等^[6]研究的甘南牦牛、天祝牦牛、肃南牦牛以及胡萍^[7]、王存堂^[8]、余群力^[9]等研究的天祝白牦牛蛋白含量均高于秦川牛、天祝黄牛、青海当地各种黄牛、四川黄牛（川南、峨边、平武及宜汉）；而邱翔等^[10]研究的

九龙牦牛蛋白含量低于某些黄牛；此外，姬秋梅等^[12]的研究发现，肋肌比眼肌蛋白质含量低。综上分析发现，甘肃地区牦牛肉蛋白质平均含量约为22.24%；四川地区牦牛肉蛋白质含量约为21.55%；西藏地区牦牛蛋白质平均含量约为21.43%；青海地区牦牛肉蛋白质平均含量约为23.77%。均高于甘南、天祝、川南、峨边、平武、宜汉、青海（果洛、玉树、海西、大通及共和）黄牛、安格斯牛、夏洛来牛、西门塔尔牛蛋白质含量。

蛋白质的营养价值取决于各种氨基酸的含量和比例^[20]，肉中氨基酸组成与人体非常接近，因此肉类蛋白营养价值较高^[21]。目前，牦牛肉中氨基酸组成也已有大量研究，郭淑珍等^[22]研究发现，甘南牦牛肉中18种氨基酸的总量（total amino acids, TAA）、必需氨基酸（essential amino acid, EAA）和非必需氨基酸（nonessential amino acid, NEAA）含量均高于秦川牛、鲁西黄牛、安格斯牛、夏洛来牛以及西门塔尔牛肉；EAA/TAA为38.04%，接近推荐值40%，EAA/NEAA为61.40%，高于推荐值60%。田甲春等^[6]研究表明，牦牛肉的TAA、EAA、鲜味氨基酸总和均高于天祝黄牛肉。这表明甘肃牦牛氨基酸水平优于其他牛种。胡萍^[7]、王存堂^[8]和余群力^[9]等对甘肃天祝牦牛肉进行了分析，分别测得天祝牦牛肉中TAA比当地黄牛高2.04%、1.6%、11.3%，EAA比当地黄牛高0.87%、0.873%、12.9%，EAA/TAA分别为37.820%、38.350%和37.8%，均接近推荐值40%，且EAA/NEAA均高于60%，符合推荐比例。另外，相关学者对青海牦牛也进行了很多研究。侯丽等^[16]研究结果表明，青海成年牦牛肉的TAA和EAA含量略高于秦川牛肉（ $P>0.05$ ），组成与秦川牛肉相近，但犏牦牛肉的氨基酸含量稍差一些。焦小鹿等^[17]研究发现，牦牛肉的TAA显著高于当地黄牛肉（ $P<0.05$ ），NEAA含量极显著高于当地黄牛肉（ $P<0.01$ ），而EAA含量与当地黄牛肉中EAA含量间无显著差异（ $P>0.05$ ）。刘海珍^[18]对青海各地区牦牛肉品质分析结果显示，青海（果洛、玉树、海西、大通及共和）牦牛肉中TAA高于当地黄牛（ $P<0.05$ ），NEAA总量极显著高于当地黄牛（ $P<0.01$ ），EAA高于当地黄牛，但差异不显著（ $P>0.05$ ）。此外，邱翔等^[10]研究发现，九龙牦牛、麦洼牦牛EAA/TAA和EAA/NEAA的比值均高于WHO/FAO提出的40%左右和60%以上的规定，且氨基酸评分高于4个黄牛品种。

以上研究除焦小鹿^[17]、刘海珍^[18]和张辉^[14]等的研究对象为2岁和6月龄牦牛外，其他研究对象均为3~4岁实验牛，取样部位以背最长肌为主。对比发现，郭淑珍等^[22]研究的甘南牦牛和青海牦牛、田甲春等^[6]研究的甘南牦牛、天祝牦牛、肃南牦牛以及胡萍^[7]、王存堂^[8]、余群力^[9]等研究的天祝白牦牛总氨基酸和必需氨基酸的含量均高

研究均显示,甘肃各地牦牛肉多不饱和脂肪酸含量较高。针对青海各地牦牛肉,侯丽^[16]、焦小鹿^[17]、刘海珍^[18]、朱喜艳^[27]等做了大量研究,研究表明,大通成年牦牛、环湖地区成年牦牛肉的饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量较高,均在40%以上,且两种牦牛肉所含饱和脂肪酸及单不饱和脂肪酸差异均不显著($P>0.05$);青南地区成年牦牛肉多不饱和脂肪酸、必需脂肪酸(essential fatty acid, EFA)、多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸比值和 $n-3$ 多不饱和脂肪酸均显著高于秦川牛肉;棕榈酸、EPA和 $n-6/n-3$ 值均显著低于秦川牛肉;大通成年牦牛肉PUFA、EFA、 $n-6$ 多不饱和脂肪酸和 $n-6/n-3$ 值均显著低于秦川牛肉,环湖地区成年牦牛肉中饱和脂肪酸(十五烷酸、十七烷酸)、单不饱和脂肪酸(棕榈油酸)和多不饱和脂肪酸(顺-12,15-十八碳二烯酸)均显著高于秦川牛肉, $n-6/n-3$ 值均显著低于秦川牛肉(9.84);这3种牦牛肉的 $n-6/n-3$ 值均比秦川牛肉合理,都在4.0左右,其中犏牦牛(6月龄,取两侧10~14肋骨背最长肌)肉的P:S值为1.15,符合推荐值;果洛、玉树、海西、大通及共和地区牦牛肉饱和脂肪酸占脂肪总量的百分比与当地黄牛肉间无显著差异($P>0.05$)。焦小鹿等^[17]研究结果表明,青海牦牛肉脂肪酸含量与当地黄牛肉含量无显著差异($P>0.05$)。朱喜艳等^[27]发现,青海环湖牦牛肉主要脂肪组成与日本和牛肉相似。此外,丁凤焕^[30]对比牦牛、犏牛和黄牛发现(3种牛均取自果洛),3种牛肉中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸的含量均无显著差异($P>0.05$);牦牛肉中多不饱和脂肪酸含量低于犏牛,但高于黄牛($P<0.05$);牦牛P:S为0.27,与犏牛和黄牛无显著差异。

以上研究实验对象均为2~4岁牛,取样部位以背最长肌为主。对比发现,青海牦牛(环湖、大通、果洛)、天祝白牦牛、甘南牦牛肉饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量均高,与当地黄牛相当或高于当地黄牛;青海(果洛、青南、环湖)牦牛、李鹏等^[29]研究的天祝白牦牛、田甲春等^[6]研究的甘南牦牛、天祝牦牛、肃南牦牛、王存堂等^[8]研究的天祝牦牛肉中多不饱和脂肪酸含量均高于当地黄牛肉;青海(青南、环湖、大通)牦牛肉的 $n-6/n-3$ 比例比秦川牛合理;丁凤焕^[30]研究的青海果洛牦牛、大通犏牦牛及天祝牦牛的P:S均低于推荐值(0.4)。

综上所述,牦牛肉多不饱和脂肪酸和必需脂肪酸含量丰富(高于当地黄牛), $n-6/n-3$ 比例合理,但饱和脂肪酸含量较高,P:S比例偏小;统计显示,成年牦牛(甘南牦牛、藏北牦牛北高加索牦牛、青南牦牛、环湖牦牛、大通牦牛、天祝牦牛、青海果洛、刚察、玉树、海西、及共和地区牦牛、麦洼牦牛、九龙牦牛、肃南牦牛)肉平均脂肪含量约为2.7%,犏牦牛(大通牦牛)肉脂肪含量为2.3%;而其他牛肉(秦川牛、鲁西黄牛、

安格斯牛、夏洛来牛、西门塔尔牛、南阳牛、川南、峨边、平武、宜汉及各地当地黄牛)平均脂肪含量约为3.46%。说明牦牛脂肪含量低于其他牛种,这可能是牦牛为适应寒冷环境,持续消耗脂肪,导致脂肪沉积减少造成的。

1.3 维生素、矿物质及灰分

维生素是维持动物正常生理功能的一类低分子有机化合物。动物对维生素的需要量很少,但如果缺乏或过量,都会引起不良症状^[31-32]。肉中的维生素主要有VA、VB₁、VB₂、VC、VD、烟酸、叶酸等。不同肉类的维生素含量也有所不同。都占林等^[33]研究青海(海北)牦牛肉、刘海珍^[18]研究青海(果洛、玉树、海西、大通及共和)牦牛肉发现,牦牛肉中VA、VD含量极显著高于当地同龄黄牛($P<0.01$),VE含量显著高于当地同龄黄牛($P<0.05$)。但谢荣清等^[34]却发现各年龄段的麦洼牦牛肉中均未检出VD。此外刘勇^[35]将成年牦牛与犏牦牛比较发现,犏牦牛VB₁含量显著高于成年牦牛,VB₂含量极显著高于成年牦牛。

矿物质是指一些无机盐类和元素,肉中矿物质含量约为1.5%^[36]。这些无机物在肉中通常以单独游离状态、螯合状态及与糖蛋白或酯结合的方式存在,主要包括Na、K、Mg、Ca、Fe、Mn、Zn等。目前,关于牦牛肉中矿物质的研究已有报道,李鹏等^[4]研究发现,甘南牦牛肉灰分含量(1.08%)显著高于当地黄牛(0.96%),这表明牦牛肉矿物质总量较高。刘海珍^[18]分析青海各地牦牛肉结果显示,果洛、玉树、海西、大通及共和地区牦牛肉平均灰分含量与当地黄牛差异不显著($P>0.05$),但Mg、Zn、Mn含量较高,尤其Zn含量极显著高于当地黄牛肉含量($P<0.01$),此外,牦牛肉Se含量(0.44 mg/kg)比当地黄牛(0.47 mg/kg)低,但差异不显著($P>0.05$)。邱翔等^[10]研究发现,麦洼牦牛肉中灰分含量为1.03%,低于峨边、川南、宜汉黄牛肉,但高于平武黄牛,麦洼牦牛肉Ca含量高于峨边、川南、平武、宜汉黄牛肉($P<0.05$),Fe、Zn和Mn元素含量高于当地黄牛肉($P<0.01$)。胡萍等^[7]测得天祝牦牛Fe含量为37.3 mg/100 g,明显高于当地同龄黄牛肉($P<0.01$)。牛小莹等^[5]研究表明,甘南牦牛肉中灰分含量为1.04%,和鲁西黄牛肉、西门塔尔牛肉含量相同,比秦川牛略高0.03%,比安格斯和夏洛来牛肉分别低0.32%、2.80%;Fe含量为38.20 mg/100 g,比秦川牛肉、鲁西黄牛和安格斯牛肉分别高12.61、18.51、33.06 mg/100 g。田甲春等^[6]测得天祝牦牛肉中灰分含量为1.09%,显著高于天祝黄牛肉($P<0.05$);K、Ca、Fe、Zn、Mg的含量均高于天祝黄牛肉,Mn、Cu含量和天祝黄牛肉之间没有显著差别。王存堂^[8]研究表明天祝牦牛肉中灰分含量为1.16%,显著高于当地黄牛($P<0.01$);Ca、P含量与当地黄牛

相当 ($P>0.05$), Fe含量比当地黄牛高 ($P<0.01$), Cu、Zn含量均高于当地黄牛 ($P<0.05$)。余群力等^[9]测得天祝牦牛肉中灰分含量为1.07%, 与当地黄牛相当; Ca、P、Zn、Mg、Mn等元素含量与当地黄牛肉中含量基本相同, 但牦牛肉中Fe含量比当地黄牛肉高26.0%。朱喜艳^[37]对比青海牦牛和日本和牛发现, 青海湖、湟源、门源地区牦牛肉Fe的含量 (105.7 mg/g) 为日本和牛肉 (60.5 mg/g) 的2倍, Mn含量为日本和牛肉的5~8倍; 干燥牦牛肉样品中Se的平均含量为47 ng/g, 而日本和牛肉中Se的平均含量为179 ng/g。此外, 刘勇^[35]对比牦牛和成年牦牛发现, 青海大通牦牦牛Ca、Se含量显著高于成年牦牛 ($P<0.05$), Fe、Zn含量低于成年牦牛 ($P<0.05$)。

以上研究均以2~5岁实验牛为研究对象, 取样部位以背最长肌为主。对比发现, 青海(海北、果洛、玉树、海西、大通及共和)牦牛肉富含VA、VB₁、VB₂和VE。其中VE含量均显著高于当地黄牛肉; 李鹏等^[4]研究的甘南牦牛、田甲春等^[6]和王存堂^[8]研究的天祝牦牛肉灰分含量均显著高于当地黄牛肉; 青海(青海湖、湟源、门源、大通、果洛、玉树、海西、及共和)牦牛、甘南牦牛、天祝牦牛及麦洼牦牛、九龙牦牛、肃南牦牛中Fe元素显著高于其他牛肉(秦川牛、鲁西黄牛、安格斯牛、夏洛来牛、西门塔尔牛、南阳牛、川南、峨边、平武、宜汉及各地当地黄牛), 这主要是因为牦牛为适应高海拔缺氧的生活环境, 体内含有大量肌红蛋白以贮存O₂, 而肌红蛋白是含Fe蛋白质^[9]。此外多种牦牛中Zn、Ca含量也高于其各自当地牛种; 青海(青海湖、湟源、门源、果洛、玉树、海西、大通及共和)牦牛肉中硒含量均显著低于青海当地黄牛和日本和牛肉, 这可能是因为青藏高原本身就是缺硒地区, 导致牦牛摄入硒不足造成的。

2 食用、加工品质

肉的食用品质与加工品质相互渗透, 关系密不可分。而消费者对肉品质的评级往往是从食用品质评价开始的。来得财等^[38]研究表明, 青海(海西)牦牛肉宰后24 h pH值为5.65, 比当地黄牛肉和西门塔尔牛肉分别低0.02、0.54, 比秦川牛肉高0.08, 但差异不大, 均属于正常范围; 青海牦牛肉色深红(4.3分)、大理石纹适中(3分), 系水率为65.31%, 比当地黄牛肉低2.49%, 比秦川牛肉和西门塔尔牛肉分别高11.4%、4.22%; 青海牦牛肉的熟肉率为55.22%, 比当地黄牛肉、秦川牛肉和西门塔尔牛肉分别低1.95%、9.23%、3.04%; 牦牛肉的剪切力值为4.87 kg/cm², 比秦川牛肉高0.31 kg/cm², 比当地黄牛肉和西门塔尔牛肉分别低0.26、0.38 kg/cm²,

说明牦牛肉嫩度略高于秦川牛肉, 而低于当地黄牛肉和西门塔尔牛肉。景缘等^[39]研究结果显示, 青海大通牦牛L*值为30.0, 极显著低于青海海北小黄牛(6月龄) (35.1, $P<0.01$); 剪切力为4.819 kg/cm², 极显著低于青海海北小黄牛 (6.36 kg/cm², $P<0.01$); 宰后1 h pH值为6.47, 显著高于青海海北小黄牛 (6.38, $P<0.05$); 宰后24 h pH值为5.60, 显著高于青海海北小黄牛 (5.48, $P<0.05$)。刘海珍^[18]研究了青海各地区牦牛的肉品质特性, 结果显示果洛、玉树、海西、大通及共和地区牦牛肉肌红蛋白含量均高于当地同龄黄牛 ($P<0.01$), 故肉色较当地黄牛深; 牦牛失水率比当地黄牛高1.08%, 相应的牦牛肉系水率比当地黄牛肉低2.49%, 但两品种间失水率和系水率差异不显著 ($P>0.05$); 牦牛肉大理石纹评分比当地黄牛低0.26分 ($P<0.05$); 牦牛肉和当地黄牛肉的宰后1、24 h pH值以及熟肉率均无显著差异 ($P>0.05$)。侯丽等^[40]比较青海牦牛肉与秦川牛肉食用品质和加工品质发现, 大通牦牦牛肉的L*值、多汁性、剪切力、凝胶强度、蒸煮损失率与秦川牛肉差异不显著 ($P>0.05$); 大通成年牦牛肉的a*值、b*值、多汁性、滴水损失、剪切力、滴水损失、乳化稳定性、凝胶强度、凝胶弹性和蒸煮损失率与秦川牛肉差异不显著 ($P>0.05$); 青南地区的成年牦牛肉的L*、a*、b*值、多汁性、剪切力、乳化能力、乳化稳定性与秦川牛肉的差异极显著 ($P<0.01$); 环湖地区的成年牦牛肉的L*值、多汁性、剪切力、乳化稳定性与秦川牛肉的差异极显著 ($P<0.01$)。此外, 洛桑等^[11]研究发现, 藏北牦牛肉在pH值正常范围内, 与内地黄牛比较, 肌肉嫩度剪切值稍高, 系水力高6.10%、失水率低3.63%、熟肉率高10.06%。王存堂^[8]研究天祝牦牛表明, 白牦牛肉色评分为4.50, 比当地黄牛高0.75 ($P<0.05$), 大理石纹评分为3.00, 与当地黄牛相当 ($P>0.05$); 宰后1 h pH值为6.80, 比当地黄牛高0.3 ($P<0.01$), 宰后24 h pH值为5.35, 与当地黄牛相当 ($P>0.05$), 各pH值均属正常值; 失水率为33.05%, 系水力为54.63%, 均与当地黄牛相当 ($P>0.05$); 熟肉率为68.74%, 比当地黄牛高6.31% ($P<0.01$); 肌纤维直径46.75 μ m, 剪切力值4.19 kg/cm², 均显著高于当地黄牛 ($P<0.01$)。因此, 天祝白牦牛除嫩度稍差外, 肉色鲜红, 大理石纹分布均匀, 无异常肉质, 系水力和熟肉率较高, 食用品质较好。

以上研究, 除景缘等^[39]研究6月龄牦牛外, 其他均以2~5岁实验牛为研究对象, 取样部位以背最长肌为主。对比发现, 青海牦牛(大通、青南、环湖、果洛、玉树、海西及共和)、甘南牦牛、天祝牦牛、藏北牦牛宰后pH值均在正常范围内; 除青海成年牦牛和天祝白牦牛之外, 牦牛肉的色泽均要暗于其他牛肉, 这是因为

牦牛为适应高寒生态条件, 血红蛋白与肌红蛋白含量较高造成的^[15]; 除青海大通牦牛之外, 牦牛肉的嫩度均低于其他牛肉, 除天祝白牦牛肉保水性与其他黄牛相当之外, 牦牛肉的保水性均高于其他牛肉, 甘南牦牛、藏北牦牛、天祝白牦牛、大通牦牛熟肉率均高于其他牛肉。牦牛肉这些特征产生的具体原因还有待于进一步研究; 青海牦牛肉大理石花纹评分低于其他牛肉, 这是因为牦牛肉肌间脂肪含量较低。

近年来, 有学者研究了犏牦牛与成年牦牛肉食用品质的差异, 刘勇^[35]研究发现, 犏牦牛肉的肉色、大理石纹的评分均显著低于成年(2~3岁)牦牛($P<0.05$); 犏牦牛和成年牦牛肉宰后24 h pH值差异不显著($P>0.05$); 犏牦牛肉肌纤维直径、剪切力分别为23.62 μm 、3.46 kg/cm^2 , 均极显著低于成年牦牛(57.23 μm 、4.55 kg/cm^2 , $P<0.01$); 犏牦牛肉的系水力、熟肉率分别为69.43%、66.84%, 显著高于成年牦牛(67.48%、57.64%, $P<0.05$), 而失水率为20.57%, 显著低于成年牦牛(23.52%, $P<0.05$)。刘子溱等^[41]研究表明, 犏牦牛肉的系水力、宰后pH值均高于成年牦牛肉, 而失水率、熟肉率、剪切力均低于成年牦牛肉, 说明青海大通牦牛肉比成年牦牛肉食用品质高; 罗毅皓等^[42]对大通牦牛肉食用品质研究表明, 成年牦牛(2~3岁)的肉色、大理石纹均高于犏牛, 呈显著性差异; 宰后pH值相当, 差异不显著。犏牛的系水力、熟肉率均高于成年牦牛, 而失水率、肌纤维直径、剪切力均低于成年牦牛。冶成君^[15]研究结果表明, 牦牛肉的宰后pH值均保持在5.0以上; 肌肉色泽暗红, 切面有光泽; 口感细嫩, 咀嚼时肉稍干, 系水率较高可达90%以上; 熟肉率均在55%以上; 由于脂肪含量很少, 大理石纹评分低。

以上研究表明, 犏牦牛肉色、大理石花纹评分差于成年牦牛肉, 嫩度、系水率、熟肉率均显著高于成年牦牛肉, 此外, 犏牦牛与成年牦牛肉宰后pH值均处于正常范围。

3 安全性

因牦牛地处高原无污染地区, 所以牦牛肉被普遍认为是安全无污染的产品。相关研究也日趋完善, 郭永萍^[13]分析青海刚察县草原牦牛肉, 其中砷 $<0.01 \text{ mg}/\text{kg}$ 、汞 $<0.02 \text{ mg}/\text{kg}$ 、镉 $<1.5 \times 10^{-5} \text{ mg}/\text{kg}$ 、铬 $<2.0 \times 10^{-4} \text{ mg}/\text{kg}$ 、铅 $<0.19 \text{ mg}/\text{kg}$, 均符合NY5044—2008《无公害食品 牛肉》^[43]的要求。刘海珍^[18]测得青海(果洛、玉树、海西、大通及共和)牦牛肉中药物残留含量很低, 且均低于NY5044—2008的要求。刘勇^[35]研究青海大通牦牛肉发现, 犏牦牛肉中铅和汞的检出值远低于GB 18393—2001《牛羊屠宰产品品质检验规则》^[44]以

及NY5044—2008的最大检出限量值, 未检出砷; 磺胺类、呋喃唑酮药残也未检出。罗晓林等^[45]研究高原型和环湖型牦牛、半血野牦牛肉质特性发现, 各项重金属含量均低于NY5044—2001《无公害食品牛肉》^[46], 所有样品均未检出农药残留。罗毅皓等^[47]发现, 青海大通牦牛肉中磺胺类、呋喃唑酮在成年牦牛和犏牦牛肉中均未检出。

以上研究表明牦牛肉的重金属残留、农药和兽药残留检测结果均符合国家标准, 为安全无污染肉品, 这是因为牦牛生长的地区海拔较高, 远离污染源。

4 结 语

大量研究表明, 牦牛肉是一种高品质的肉类。从营养方面来讲, 牦牛肉富含蛋白质, 脂肪含量较低, 氨基酸含量丰富、种类齐全, 且比例适宜; 多不饱和脂肪酸含量丰富、 $n-6/n-3$ 合理、含有EPA和DHA等功能性脂肪酸; 此外, 牦牛肉富含维生素、矿物质元素, 特别是对人体有益的Fe元素含量最为丰富; 这表明牦牛肉营养品质优于其他牛种, 但牦牛肉也有P:S偏小、饱和脂肪酸含量偏高、功能性成分Se含量偏低等缺陷。从食用、加工品质来讲, 牦牛肉色泽和大理石花纹评分较低, 嫩度较差, 所以整体的感官、口感等品质次于其他牛肉(也可能因人而异); 但牦牛肉pH值处于正常范围、保水性好, 熟肉率高。从安全性来讲, 牦牛肉的重金属残留、农药和兽药残留检测结果均符合国家标准, 为安全无污染肉品。

牦牛肉品质研究已趋于成熟, 牦牛肉丰富的营养价值、本身的稀缺性及其安全无污染的特点, 使得牦牛产业的前景越发广阔。但目前, 由于牦牛肉没有适合自己的肉质分级标准以及人们对牦牛肉的认识不够等原因, 使得牦牛肉经济效益低下, 牦牛业经济发展缓慢。因此, 在对牦牛肉品质研究的基础上, 对牦牛肉品质进一步调控优化, 并制定出相应的适合牦牛肉的品质分级标准, 可以使牦牛肉被消费者广泛接受从而推动牦牛产业的发展, 让牦牛肉产品不仅面向国内市场, 同时走向国际市场、走上高端路线。

参考文献:

- [1] 张玲勤. 抓住西部大开发机遇, 加快青海牦牛业发展[J]. 中国奶牛, 2003(3): 10-12.
- [2] ANDERSON H J. What is pork quality[M]//WENK C, FERNANDEZ J A, DUPUIS M. Quality of meat and fat in pigs as affected by genetic and nutrition. Zurich Switzerland: EAAP Publication, 2000: 15-16.
- [3] 马美湖, 葛长荣, 罗欣, 等. 动物性食品加工学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 23.
- [4] 李鹏, 余群力, 杨勤, 等. 甘南黑牦牛肉品质分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2006, 41(6): 114-117.

- [5] 牛小莹, 郭淑珍, 赵君, 等. 甘南牦牛肉营养成分含量研究分析[J]. 畜牧兽医杂志, 2008, 28(2): 101-102.
- [6] 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.
- [7] 胡萍, 赵玉霞, 权玉玲, 等. 天祝县白牦牛肉、乳营养成分分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(8): 1621-1623.
- [8] 王存堂. 天祝白牦牛肉肉质特性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006: 17-25.
- [9] 余群力, 蒋玉梅, 王存堂, 等. 白牦牛肉成分分析及评价[J]. 中国食品学报, 2005, 5(4): 124-127.
- [10] 邱翔, 张磊, 文勇立, 等. 四川牦牛、黄牛主要品种肉的营养成分分析[J]. 食品科学, 2010, 31(15): 112-116.
- [11] 洛桑, 旦增, 布多, 等. 藏北牦牛肉成分和营养品质的分析研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(29): 14198-14199; 14223.
- [12] 姬秋梅, 普穷, 达娃央拉, 等. 西藏三大优良类群牦牛的产肉性能及肉品质分析[J]. 中国草食动物, 2000, 2(5): 3-6.
- [13] 郭永萍. 刚察县草原牦牛肉成分和营养品质的分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2011(16): 42.
- [14] 张辉, 雷风. 牦牦牛肉营养成分测定[J]. 青海畜牧兽医杂志, 1997, 27(4): 32-33.
- [15] 冶成君. 优质牦牛肉肉质的综合评价[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2004, 34(4): 18-19.
- [16] 侯丽, 柴沙驼, 刘书杰, 等. 青海牦牛肉与秦川牛肉氨基酸和脂肪酸的比较研究[J]. 肉类研究, 2013, 27(3): 30-36.
- [17] 焦小鹿, 刘海珍, 范涛. 青海牦牛肉的营养品质分析[J]. 中国草食动物, 2005, 25(3): 57-58.
- [18] 刘海珍. 青海牦牛、藏羊的肉品质特性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2005: 29-44.
- [19] COJIDATOB A II, 王朝芳. 牦牛肉的营养价值与化学成份[J]. 中国牦牛, 1993(2): 28-31.
- [20] WU Guoyao. Intestinal mucosal amino acid catabolism[J]. The Journal of Nutrition, 1998, 128(8): 1249-1252.
- [21] 周光宏. 肉品加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 10.
- [22] 郭淑珍, 牛小莹, 赵君, 等. 甘南牦牛肉与其他良种牛肉氨基酸含量对比分析[J]. 中国草食动物, 2009, 29(3): 58-60.
- [23] LASS A, ZIMMERMANN R, HAEMMERLE G, et al. Adipose triglyceride lipase-mediated lipolysis of cellular fat stores is activated by CGI-58 and defective in Chanarin-Dorfman Syndrome[J]. Cell Metabolism, 2006, 3(5): 309-319.
- [24] WOOD J D. Production and processing practice to meet consumer needs[M]//BATTERHAM E. Manipulating pig production IV. Australia: Australasian Pig Science Association, 1993: 135-147.
- [25] HUGO A, ROODT A E. Significance of porcine fat quality in meat technology: a review[J]. Food Reviews International, 2007, 23(2): 175-198.
- [26] WOOD J D, ENSER M, FISHER A V, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review[J]. Meat Science, 78: 343-358.
- [27] 朱喜艳, 曹旭敏, 武田博. 青海牦牛与日本牛动物性食品脂肪酸含量比较分析[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2005, 35(4): 16-17.
- [28] ENSER M, HALLETT K, HEWITT B, et al. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail[J]. Meat Science, 1996, 42(4): 443-456.
- [29] 李鹏, 王存堂, 张徐兰. 白牦牛肉脂肪酸组成及分析[J]. 肉类工业, 2007(9): 21-23.
- [30] 丁凤焕. 牦牛、犏牛及黄牛肉脂肪酸和风味物质测定及生产性能的比较分析[D]. 西宁: 青海大学, 2008: 17-19.
- [31] LEHR H A, VAJKOCZY P, MENDER M D, et al. Do vitamin E supplements in diets for laboratory animals jeopardize findings in animal models of disease[J]. Free Radical Biology and Medicine, 1999, 26(3/4): 472-481.
- [32] WALDENSTEDT L. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers[J]. Journal of Animal And Feed Sciences, 2006, 126: 291-307.
- [33] 都占林, 刘海珍. 青海牦牛的产肉性能及肉品中维生素含量的分析[J]. 中国草食动物, 2009, 29(3): 62.
- [34] 谢荣清, 罗光荣, 杨平贵, 等. 不同年龄牦牛肉肉质测试与分析[J]. 中国草食动物, 2006, 26(2): 58-59.
- [35] 刘勇. 犏牦牛肉用品质、脂肪酸及挥发性风味物质研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010: 19-31.
- [36] 于福清, 文杰, 陈继兰, 等. 矿物质元素对肉品质质量的影响[J]. 国外畜牧科技, 2001, 28(4): 42-44.
- [37] 朱喜艳. 青海牦牛肉与日本牛肉中矿物元素含量的对比分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2010(18): 33-34.
- [38] 来得财, 马黎明. 青海牦牛与其他肉牛产肉性能及肉的食用品质对比分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2012(13): 70-71.
- [39] 景缘, 余群力, 韩玲, 等. 青海大通牦牛肉食用品质与血清生化指标的相关性分析[J]. 食品科学, 2013, 34(7): 38-41.
- [40] 侯丽, 柴沙驼, 刘书杰, 等. 青海牦牛肉与秦川牛肉食用品质和加工品质的比较研究[J]. 食品科学, 2013, 34(11): 49-52.
- [41] 刘子濠, 张玉斌, 韩玲, 等. 青海大通牦牛肉与成年牦牛肉品质的比较[J]. 甘肃农业大学学报, 2013, 48(2): 110-113.
- [42] 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.
- [43] 农业部农产品质量安全中心, 中国农业大学动物科技学院. NY5044—2008 无公害食品 牛肉[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [44] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 18393—2001 牛羊屠宰产品品质检验规则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [45] 罗晓林, 童子保, 马志杰, 等. 高原型和环湖型牦牛、半血野牦牛肉肉质特性研究[J]. 草业与畜牧, 2008(4): 43-46.
- [46] 农业部农产品质量安全中心, 中国农业大学动物科技学院. NY5044—2001 无公害食品 牛肉[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [47] 罗毅皓, 刘书杰. 青海大通牦牛肉氨基酸及风味分析[J]. 食品科技, 2010, 35(2): 106-113.