基于BMY牛的肉品质评价指标及其影响因素

王明媛[1,2]，张　曦[1]，黄必志[2]，王安奎[2]，刘建勇[2]，王　喆[2]，袁希平[2,*]
（1.云南农业大学动物科学技术学院，云南 昆明　650201；2.云南省草地动物研究院，云南 昆明　650212）

摘　要：以BMY杂交牛为主要参考对象，对几项主要牛肉品质评价指标及影响因素进行分析概述。结果表明：评价牛肉品质的优劣与各项评价指标密切相关，改善牛的个体因素、饲养管理和屠宰因素以及日粮营养等因素能够大大提高牛肉品质，使我国肉牛养殖厂能够找到合理调控肉品质的因素，为我国生产优质牛肉提供参考。

关键词：肉牛品质；评价指标；影响因素；BMY牛

A Review on Evaluation Indices and Influencing Factors of Beef Quality Using BMY Cattle as an Example

WANG Ming-yuan[1,2], ZHANG Xi[1], HUANG Bi-zhi[2], WANG An-kui[2], LIU Jian-yong[2], WANG Zhe[2], YUAN Xi-ping[2,*]
(1. College of Animal Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming　650201, China;
2. Academe of Grassland and Animal Science of Yunnan Province, Kunming　650212, China)

Abstract: This article reviews several main evaluation indices and influencing factors of beef quality using BMY (1/2 Brahman, 1/2 Murray Grey, and 1/4 Yunnan Yellow cattle) cross-bred cattle as an example. Beef quality is closely related to the evaluation indices and can be greatly increased by improving individual factors in cattle, raising management, slaughtering and dietary nutrition. Based on this, factors for reasonable regulation of beef quality will be sought out by cattle farmers in China which will in turn provide references for producing quality beef.

Key words: quality beef; evaluation index; influencing factors; BMY beef
中图分类号：TS251.7　　文献标志码：A　　文章编号：1001-8123（2014）02-0029-05

牛肉是具有高蛋白、低脂肪、低胆固醇，氨基酸组成比猪肉更接近人体需要的肉类，食用价值较高，随着科学技术的不断发展及人民生活水平的逐渐提高，高档、优质、绿色牛肉更受消费者的欢迎和青睐。自2001年青岛农业大学活体细胞克隆牛诞生，这些历史性的发展开创了我国高品质牛肉自主繁育和产业化的先河，相继的陕西秦宝优质牛肉，山东阳信亿利源优质牛肉，这些优质牛肉产业的发展逐一填补了国产高品质牛肉生产的空白，到2010年，中国畜牧业协会牛业分会举办“中国优质牛肉生产状况通报会”，2011年，中国雪花牛肉产业联盟正式成立，至此全国高品质绿色牛肉市场的总规模已达到5.31万 吨，与2001年相比增长了81.85%，以6.87%年均复合增长率进行市场预测，至2015年底，我国高品质绿色牛肉可达7.40万 吨，这标志着我国高档牛肉产业进入了新的发展阶段[1-5]。

BMY牛作为优良品种的代表，它是云南省草地动物科学研究院用1/2婆罗门牛（Brahman）、1/4莫累灰牛（Murray Grey）、1/4云南黄牛（Yunnan Yellow cattle）3 个品种进行杂交，历经30年选育形成的1 个热带、亚热带肉牛品种，它保留了云南黄牛的适应性强、耐粗饲、肉风味好，莫累灰牛生长快、繁殖性能高、肉质好，婆罗门牛的耐热抗蜱、易饲养管理等优良特性，是兼具耐热抗蜱、耐粗饲、育肥和优良繁殖性能的肉牛新品种[6]。本文通过对牛肉品质的评价指标及影响因素进行分析概述，并以BMY牛肉品质现状为例进行探讨，来总结影响牛肉品质的研究新进展，为我国优质牛肉的发展提供参考。

1　牛肉品质的客观评价指标

1.1　肉色

肉的色泽是人们对所购牛肉的第一印象，它在正常的范围内变化不影响牛肉的营养价值和风味，其重要意义在于它是肌肉的生理学、生物化学和微生物学变化的外观表象，通过感官给消费者以好或坏的影响，在某种程度上影响食欲和商品价值，如果是微生物引起的色泽变化则更会影响肉的卫生质量。因此，肉品的颜色是肉品质量和肉品卫生检验的一项重要指标。许多因素会影响牛肉色泽（表1），如酶、肌肉脂肪的多样性、肌红蛋

收稿日期：2014-01-02
基金项目：云南省教育厅科研究基金项目（2012J100）；国家现代农业（香蕉茎叶）产业技术体系建设专项（CARS-38）
作者简介：王明媛（1990—），女，硕士研究生，研究方向为畜产品质量检测。E-mail：9341187847@qq.com
*通信作者：袁希平（1956—），男，研究员，本科，研究方向为肉牛育种及动物营养。E-mail：yxp@ynbp.cn

白含量、牛的饮食、牛的运动情况和年龄变化等[7]，放牧饲养的牛，其脂肪多为黄色，这是因为牧草中含有大量的β-胡萝卜素；此外，以草料为主的饲料，季节变化可导致牛肉胴体产生黄色脂肪外观[8]，然而有的消费者却可能认为有黄色脂肪的肉一般来自于老龄或有病的牛，但肉的颜色是由多种因素决定的，不能单单用肉的颜色来判定肉的品质，需要综合考虑。

表1 影响牛肉色泽的因素

Table 1 Major influencing factors of beef color

因素	影响
肌红蛋白含量（myoglobin，Mb）	肌红蛋白含量越多，颜色越深。肌红蛋白含量受多种因素的影响，如品种、性别、年龄、肌肉解剖部位、营养等
年龄	年龄愈大，肌肉Mb含量愈高，肉色愈深
运动	运动量大的肌肉Mb含量高，肉色深
pH值	终pH>6.0，不利于氧合Mb形成，肉色黑暗
肌红蛋白的化学状态	氧合Mb呈鲜红色，高铁Mb呈褐色
细菌繁殖	促进高铁Mb形成，肉色变暗
电刺激	有利于改善牛、羊的肉色
宰后处理	迅速冷却有利肉保持鲜红颜色，放置时间加长，温度升高均促进Mb氧化，肉色变深
腌制（亚硝基形成）	生成亮红色的亚硝基肌红蛋白，加热后形成粉红色的亚硝基血色原

1.2 嫩度

牛肉的嫩度可归结为人对肉的感觉，比如由舌头感知的柔软性，由牙齿感知的韧性和黏附性，包括入口后是否容易被咬开、嚼碎的难易程度和咀嚼后剩余的残渣量3 个方面[9]。牛肉的嫩度差异与牛的年龄、生理状况、营养、品种和屠宰分割等均有关系（表2）。云南省草地动物科学研究院的专家们在对BMY牛进行研究时发现，18月龄左右的BMY牛，全身各部位牛肉嫩度都较好，均能做烤肉；但30月龄以上的牛，只有几个部位的牛肉可以做烤肉。一般而言，幼龄牛的肉比老龄牛嫩；另外，不同部位BMY牛肉的嫩度差异显著，牛尖峰、西冷、眼肉较嫩，尾龙扒等较老；经过长期育肥的BMY牛，营养良好、肌肉脂肪含量高、大理石纹丰富、肉的嫩度好；而放牧条件下的BMY牛，肌肉脂肪含量低、肉质较老，其原因可能是肌肉脂肪有改变结缔组织的作用。

牛肉嫩度的差异主要是由于从屠宰到加工成成品后肌肉的组织成分组成，如结缔组织含量、肌原纤维蛋白质粗细等，及肌原纤维蛋白质结构发生变化造成（表2）。比如，若屠宰后的肉迅速冷冻，肌肉纤维会严重收缩造成冷脆性，烹饪后仍需借助外力来切割纤维，肉越坚韧需要的力就越大，这就是Warner-Bratzler氏剪切力（Warner-Bratzler shear force，WBSF）[10]。较客观的方法是测定Wamer-Bratzler剪切力值。Desetnafsi等[11]得出的区分牛肉韧与嫩的剪切力值：当牛肉剪切力值大于5.38 kg/cm^{2}时，消费者认为牛肉较韧，不喜欢；当剪切力值小于4.37 kg/cm^{2}时，消费者认为牛肉较嫩，更容易接受。而美国消费者认为当牛肉剪切力值在4.6 kg/cm^{2}以上时，牛肉较韧；当剪切力值低于3.9 kg/cm^{2}时牛肉较嫩[12]。云南省草地动物科学研究院研究结果显示，长期强度育肥BMY牛分割肉块的剪切力平均值（2.66±1.15）kg/cm^2，都低于3.5 kg/cm^2，满足高档牛肉标准。在相同的饲养管理条件下，分割肉块剪切力平均值BMY牛较云南主要的肉牛品种（云南黄牛、短云杂、西云杂）低，肉质最嫩。

表2 牛肉嫩度的主要影响因素

Table 2 Major influencing factors of beef tenderness

因素	影响
年龄	年龄愈大，肉亦愈老
运动	一般情况运动多的肉质较老
性别	公畜肉一般较母畜和腌畜肉老
大理石纹	与肉的嫩度有一定程度的正相关
成熟	（排酸）成熟的时间、温湿度、空气流动等环境影响
品种	不同品种的畜禽肉在嫩度上有一定差异
电刺激	电刺激和延迟冷却可以有效预防冷收缩，降低剪切力从而改善嫩度
成熟	尽管和aging一样均指成熟，而有特指将肉放在10~15 ℃环境中解僵，这样可以防止冷收缩
肌肉	肌肉不同，嫩度差异很大，源于其中的结缔组织的量和质不同所致
僵直	动物宰后将发生死后僵直，此时肉的嫩度下降，僵直过后，成熟肉的嫩度得到恢复
解冻僵直	导致嫩度下降，损失大量水分

1.3 风味

风味主要包括香味和滋味，牛肉中的蛋白质、脂肪、核糖及其降解产物在受热过程中发生反应，产生的化学物质形成了牛肉的风味[13]。它是肉中固有成分经过复杂的生物化学变化，产生各种有机化合物所致。呈味性能与其分子结构有关，呈味物质均具有各种发香基团。如羟基（—OH）、羧基（—COOH）、醛基（—CHO）、羰基（—CO）、硫氢基（—SH）、酯基（—COOR）、氨基（—NH_2）、酰胺基（—CONH）、亚硝基（—NO_2）、苯基（—C_6H_5）。风味的形成是一个复杂反应过程，已经分离出1000多种挥发性风味物质[14-15]，但到目前为止还无法客观确定其中哪一种物质起关键作用。游离氨基酸、肌酐、有机酸、核苷酸等是呈味物质的重要前体物（表3）。含硫化合物及芳香族化合物和脂肪分解产物对风味均有重要影响[16]。研究发现谷氨酸和天冬氨酸属鲜味氨基酸，苯丙氨酸和异亮氨酸对酸味有正面作用，而酪氨酸却对酸味有负面作用[17-18]。

牛肉肌内脂肪对肉的紧实性具有明显的改善作用，这种脂肪与肉品等级规格、肉质中的纹理、紧实性及大理石纹之间有高度的相关性[19]，然而肉味前体物质并不存在于肌肉组织中，而是存在于肌内脂肪组织中，脂肪对牛肉的特征风味有着良好的作用。牛肉风味物质的种类和含量因粗脂肪含量的升高而增加。万发春等[14]研究表明，牛肉中应保持不低于3%的脂肪，肌内脂肪过低回事牛肉风味显著下降，长期强度育肥的BMY分割牛肉粗脂肪含量（14.03±5.49）%，相同实验条件下，高于西杂和云南黄牛，从而使肉的品质改善，能够满足广大消费者的需求。

表3 与牛肉风味相关的氨基酸和肽

Table 3 Amino acid and peptides associated with beef flavor

滋味	化合物
甜	葡萄糖、果糖、核糖、甘氨酸、丝氨酸、脯氨酸、羟脯氨酸
咸	无机盐、谷氨酸钠、天冬氨酸钠
酸	天冬氨酸、谷氨酸、组氨酸、天冬酰胺、琥珀酸、乳酸、二氢吡咯羧酸、磷酸
苦	肌酸、肌酐酸、次黄嘌呤、鹅肌肽、肌肽、其他肽类、组氨酸、精氨酸、蛋氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、酪氨酸
鲜	MSG、5'-IMP、5'-GMP，其他肽类

1.4 脂肪酸与氨基酸

1.4.1 氨基酸

牛肉中氨基酸的种类和含量是决定其所含蛋白质营养价值的主要因素，氨基酸与肉质的关系主要取决于所含人体必需氨基酸和酸性氨基酸的水平[20-21]。质量较好的食物蛋白质组成中必需氨基酸与总氨基酸（EAA/TAA）之比约为40%，必需氨基酸与非必需氨基酸（EAA/NEAA）之比在60%以上[22]。在长期强度育肥条件下，BMY牛肉的EAA/TAA为40.21%，EAA/NEAA为72.25%，根据FAO/WHO（联合国粮农组织/世界卫生组织）模式，对BMY牛肉中必需氨基酸进行评价，其肉内只有蛋氨酸和胱氨酸是限制性氨基酸，其他必需氨基酸含量均高于FAO/WHO中的氨基酸模式比例，说明BMY牛肉已经达到优质蛋白的水平[23]。

1.4.2 脂肪酸

脂肪酸是脂类物质的基本成分，脂肪酸的含量及组成变化使个体呈现功能性的差异，评价牛肉品质的优劣，必须要考虑脂肪酸组成的整个体系，如饱和脂肪酸（saturated fatty acid，SFA）与不饱和脂肪酸（unsaturated fatty acid，UFA）的比，不饱和脂肪酸中各类脂肪酸组成（如单不饱和脂肪酸（monounsaturated fatty acid，MUFA）与多不饱和脂肪酸（polyunsaturated fatty acid，PUFA）比例，ω-3、ω-6系多不饱和脂肪酸比例），还要考虑牛肉中的一些具有特殊作用的脂肪酸、各类脂肪酸的功能特点，如共轭亚油酸（conjugated linoleic acid，CLA）、二十碳五烯酸（eicosapentaenoic acid，EPA）、二十二碳六烯酸（docosahexaenoic acid，DHA）等，以及脂肪酸在不同加工条件下的变化。除此之外，Raes等[24]研究发现UFA中，ω-3、ω-6系PUFA比例，即ω-6/ω-3应小于5。大量研究表明：SFA中的肉豆蔻酸是导致冠心病和胆固醇升高的最主要的因素，棕榈酸则能降低血清中胆固醇的含量，而CLA具有抗肿瘤、抗氧化、抑制动脉粥样硬化、提升机体免疫力，提高骨骼密度，防止糖尿等多种重要生理功能[25-27]。

BMY牛饱和脂肪酸含量占总脂肪酸的38.58%，即UFA/SFA约为1.59，而人类膳食所需要的UFA与SFA比例为0.7最为适宜[25]，这说明BMY牛肉具有饱和脂肪酸含量低的特点。而世界公认的优质牛肉日本和牛的牛肉能使人得到满足感的总不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例在1.3∶1～1.8∶1，平均为1.37∶1，单不饱和脂肪酸占总脂肪酸的百分比在55%以上[28]。BMY牛总不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例为1.27∶1，基本接近和牛的下限值。单不饱和脂肪酸占总脂肪酸的百分比为53%，接近和牛水平，和进口牛肉的比例相当，在相同实验条件下，BMY牛肉的肉豆蔻酸含量较云南主要肉牛品种（短云杂和西云杂）低，棕榈酸含量较高，亚油酸含量及多不饱和脂肪酸含量较云南主要肉牛（短云杂、西云杂、云南黄牛）高[28]。

牛肉中脂肪酸的组成及含量主要受遗传（品种和性别）、饲养管理和营养因素影响。可以通过引进、改造国外良种肉牛与本地品种进行多元杂交，再者，通过日粮营养改善牛肉脂肪酸组成和含量，改变UFA组成，提高ω-3系PUFA和共轭亚油酸，减少SFA，使牛肉中脂肪酸含量充分被人体所吸收利用，因此，把调控手段放在饲养管理和肉牛日粮营养上有着重大的意义。

2 影响牛肉品质的关键因素

2.1 个体因素

2.1.1 品种

不同品种间的牛肉品质差异较大，主要表现在大理石纹、色泽、风味、嫩度上，其蛋白和脂肪等营养的含量也有所差异（表4）。不同品种对牛肉屠宰性能影响的差异导致其肉品质的差异，婆罗门牛的屠宰率要高于安格斯牛、而大理石纹脂肪含量、嫩度和多汁性却比安格斯牛差[29]。另外有研究表明，不同品种的牛肉，其肌纤维组织结构存在差异，而肌纤维的密度和含量均会对肉牛品质造成影响[30]。

表4 不同品种、性别牛肉脂肪及粗蛋白含量差异[29]

Table 4 Effect of different breeds and genders of cattle on fat and crude protein content of beef[29]

%

指标	品种				云南黄牛性别	
	BMY牛	云南黄牛	短云杂牛	西云杂牛	阉公牛	母牛
脂肪含量	20.3±4.6	21.7+10.8	24.2±5.3	17.9±3.9	21.0±10.8	17.2±2.1
粗蛋白含量	19.15±2.16	19.7±2.85	19.65±3.19	21.74±3.6	20.73±3.02	19.72±2.85

2.1.2 性别

性别的不同主要影响到肉的质地、大理石花纹、嫩度、风味，对肉的化学组成也有一定影响。性激素对脂类组成、代谢的影响有关，因此影响牛肉的风味[31]。不同性别肉牛其遗传基因和性激素的作用方式不同，生长速度也有所差异，从而导致肉牛胴体组成、肉品质量以及肉的风味的不同，Costa等[32]研究了肉牛的性别对不同部位肌肉中的总脂肪、中性脂肪和磷脂含量影响，发现公牛肉中饱和脂肪酸含量较高，但是单不饱和脂肪酸的含量低于母牛肉。Park等[33]和Nvaeena等[34]的研究表明，

阉牛肉品质要高于母牛和公牛的肉品质，一般来说，阉牛的肉质要优于母牛，而公牛最差。

2.1.3 年龄

一般来说，低年龄牛肉的肉水分含量、蛋白质含量高，多汁性、系水力、嫩度好，但肌内脂肪含量低，大理石花纹、风味差。在24月龄以后，年龄对脂肪沉积的作用才表现出来，且随年龄的增大，大理石花纹愈丰富，而在24月龄之前，年龄与花纹无特定的关系[35]。

2.2 饲养管理及屠宰因素

饲养方式、饲养环境、屠宰前后管理、运输等因素均能影响牛肉品质，有研究表明，通过增加育肥天数来改善牛肉的大理石花纹、眼肌面积和产品等级[36]。早期断奶能生产出的牛肉品质较高，对牛实行早期断奶能生产出更高品质的牛肉，并减少无用脂肪的沉积[37]。宰前应激可影响屠宰后的酸化速率和程度，从而导致蛋白质变性速度异常、肉品系水力下降和失色加快，肉品质下降。近年来研究结果发现，有机铬可减轻运输过程的应激而提高肉品质量，给应激牛补充铬元素能降低血清皮质醇和提高血液免疫球蛋白水平，可使动物变得安定，减少应激和损伤从而避免对肉质的不良影响[38]。

屠宰过程的很多因素，如温度、成熟时间等都会影响牛肉的嫩度、系水力、色泽和脂肪稳定性等[39]。牛宰后胴体温度会发生很大的变化，牛宰后胴体的温度一般较高，如果不进行冷却处理，会导致牛肉发生热收缩和蛋白质变性，嫩度和系水力下降。在牛的屠宰过程中，尽量避免因操作不当而增加原料肉中的微生物数量，初始微生物含量的高低是影响牛肉失色和腐败变质速度的最主要原因[40]。宰后成熟是改善牛肉嫩度的最有效方式。尸僵后随着成熟时间的延长牛肉的嫩度和风味会逐渐改善。另外，Panjon等[41]也发现不同的屠宰季节影响了肉中的脂肪酸组成、肉pH值以及感官特性。这可能是由于不同的季节温度、湿度等影响到牛的生理特征，进而影响到肉的品质。

2.3 日粮添加剂

国外在对牛肉饲料添加剂的研究主要有脂肪、饲用微生物、非蛋白氮、脂溶性维生素、矿物质等，这些都能对肉品质产生不同程度的影响[42]。但由于实际添加的经济成本问题，这方面研究并不完善，Afshar等[43]研究指出日粮中添加脂肪是减少甲烷排放最有前途的措施，当脂肪添加量高达130 g/kg干物质时，日粮中脂肪含量和甲烷产生量以及干物质采食量之间存在线性关系。日粮单独添加酵母或与离子载体混合添加均可以提高肉牛瘤胃微生物环境，提高饲料的利用效率[44]。Nade等[45]研究发现，与饲喂高水平VA相比，饲喂低水平VA和胡萝卜素有利于牛肉大理石花纹的形成，牛肉肌内脂肪含量也较高。Tipton等[46]通过对杂交牛补充VD_3，研究发现补充VD_3可以改善牛肉的嫩度，而VE改善牛肉品质中的关键作用是作为有效的脂溶性抗氧化剂，改善牛肉色泽的稳定性，维持细胞膜的完整性，减少脂肪氧化，降低滴水损失，延长新鲜度。

3 结 语

总的来说，牛肉客观评价指标有多种，最主要的有肉色、嫩度、风味、氨基酸和脂肪酸，影响这些指标的因素复杂多变，不能通过单一的指标来评价牛肉，而应通过多种情况和多项指标来客观的评价牛肉的优良；影响牛肉的品质的因素主要有个体因素、饲养管理及屠宰因素和日粮营养情况等，合理地协调这些影响因素可大大提高牛肉的品质。还可进一步通过研究培育多元杂交牛或引进国外牛种，多开发像BMY牛这样的优良新品种牛，并综合考虑各因素之间的相互效应，与人类膳食机理想结合，提高牛肉对人类有益的营养含量，降低有害物质形成，通过个体及环境等因素采用先进的饲养、育肥以及屠宰技术进一步提高牛肉品质，使我国优质牛肉产业迈向国际先进行列。

参考文献：

[1] 张路培, 袁峥嵘. 中国高档牛肉现状及发展趋势[J]. 中国畜牧杂志, 2012, 48(4): 34-40.

[2] 田路, 张贺, 张越杰. 中国牛肉贸易国际竞争力及其影响因素分析[J]. 中国畜牧杂志, 2013, 49(24): 25-34.

[3] 赵广飞. 国产优质牛肉可跟国外品牌媲美[EB/OL]. (2013-6-17). 中华农业新闻网, http://www.farmer.com.cn/wlb/nmrb/nb5/201006170057.htm.

[4] 田露, 王军, 张越杰. 中国牛肉市场价格动态变化及其关联效应分析[J]. 农业经济问题, 2012(12): 79-83.

[5] 霍灵光, 田露, 张越杰. 中国牛肉需求量中长期预测分析[J]. 中国畜牧杂志, 2010(2): 43-47.

[6] 杨国荣, 李天平, 付美芬, 等. BMY牛及其杂交优势利用研究[C]//第七届(2012)中国牛业发展大会论文集. 北京: 中国畜牧业协会牛业分会, 2012.

[7] LAWRIE R A, LEDWARD D A. Lawrie's meat science[M]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006: 270-312.

[8] BAUBLT R T, BROWN A H Jr, POHLMAN F W, et al. Carcass and beef color characteristics of three biological types of cattle grazing cool-season forages supplemented with soy hulls[J]. Meat Science, 2004, 68(2): 297-303.

[9] 李梦熹, 黄斯, 关荣发, 等. 牛肉品质性状与感官指标关系的研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32(7): 91-93.

[10] RAZMINOWICZ R H, KREUZER M, SCHEEDER M R L. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef[J]. Meat Science, 2005, 71(3): 351-361.

[11] DESTEFANIS G, BURGIPAAGLIA A, BARGE M T, et al. Relationship between beef consumer tenderness perception and warner-BRATELER shear force[J]. Meat Science, 2008, 78: 153-156.

[12] SULLIVAN G A, CALKINS C R. Ranking beef muscles for warner-BRATZLER shear force and trained sensory Panel ratings from published literature[J]. Journal of Food Quality, 2011, 34(3): 195-203.

[13] 段晨磊, 孙静静. 牛肉品质的评定指标及测定方法[J]. 饲料广角, 2013(22): 39-41.
[14] 万发春, 张幸开, 张丽萍, 等. 牛肉品质评定的主要指标[J]. 中国畜牧兽, 2004 , 31(12): 17-19.
[15] RAMARATHNAM N, RUBIN L J, DIOSADY L L. Studies on meat flavor.4.fractionation, characterization, and quantitation of volatiles from uncured and cured beef and chicken[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1993, 41(6): 939-945.
[16] 余梅, 毛华明, 黄必志. 牛肉品质的评定指标及影响牛肉品质的因素[J]. 中国畜牧兽医, 2007, 34(2): 33-34.
[17] 吴志勇, 王荣民, 杨艳, 等. 江西地方品种水牛产肉性能及肉品质分析研究[J]. 中国畜牧兽医, 2011(1): 227-232.
[18] CARERI M, MANGIA A, BARBIERI G, et al. Sensory property relation to chemical data of Italian-type dry-cured ham[J]. Food Science, 1993, 58(5): 968-972.
[19] 杜玮, 于青云, 周磊, 等. 不同品种犊牛及其不同部位的肉品质研究[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(1): 142-144.
[20] 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(3): 58-60.
[21] 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.
[22] 王喆, 袁希平, 王安奎, 等. 牛品种"性别对高档牛肉粗蛋白和氨基酸含量的影响[J]. 云南农业大学学报, 2011(5): 633-688.
[23] 刘建勇, 杨国荣, 李乔仙, 等. BMY牛产肉性能及胴体品质评价[J]. 中国农业通报, 2004, 20(6): 7-8.
[24] RAES K, SMET S D, DEMEYER D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review[J]. Animal Nutrition and Feed Technology, 2004, 113: 199-221.
[25] 茅慧玲, 刘建新. 反刍动物肌肉脂肪酸营养调控研究进展[J]. 饲料工业, 2010(23): 30-34.
[26] NUERNBERG K, FISCHER A, NUERNBERG G, el al. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate[J]. Accounts of Chemical Research, 2008, 74: 279-283.
[27] WARREN H E, SCOLLAN N D, ENSER M, et al. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of three ages. animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition[J]. Meat Science, 2007, 78: 256-269.
[28] 王喆, 袁希平, 王安奎. 牛品种和性别对牛肉脂肪及脂肪酸含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(4): 26-28.
[29] ELZO M A, JOHNSON D, WASDIN J G, et al. Carcass and meat palatability breed differences and heterosis effects in an Angus-Brahman multibreed population[J]. Meat Science, 2012, 90: 87-92.
[30] 解祥学, 孟庆翔, 任丽萍, 等. 我国6个肉牛品种肌肉纤维特征研究[J]. 中国农业大学学报, 2011, 16(1): 66-72.
[31] 吴端钦, 贺志雄, 乔君毅. 牛肉品质影响因素及改善技术的研究进展[J]. 肉类研究, 2012, 26(10): 41-44.
[32] COSTA P, ROSEIRO L C, PARTIDÁRIO A. et al. Influence of slaughter season and sex on fatty acid composition, cholesterol and α-tocopherol contents on different muscles of Barrosã-PDO veal[J]. Meat Science, 2006, 72: 130-139.
[33] PARK G B, MOON S S, KO Y D, et al. Influence of slaughter weight and sex on yield and quality grades of HANWOO (Korean native cattle) carcasses[J]. Journal of Animal Science, 2002, 80: 129-136.
[34] NVAEENA B M, MENDIRATTA S K. Tenderization of spent hen meat using gender extract[J]. British Poultry Science, 2001, 423: 344-349.
[35] 胡宝利. 不同年龄秦川牛胴体性状与肉质性状的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001.
[36] 鲁云风, 梁子安, 文祯中. 优质牛肉生产影响因素探讨[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2008(5): 41-42.
[37] BLANCO M, VILLALBA D, RIPOLL G, et al. Effects of early weaning and breed on calf performance and carcass and meat quality in autumn-born bull calves[J]. Livestock Science, 2009, 120: 103-115.
[38] WATER G ,VERJANS F, GEERS R, et.al Effect of short of slaughter calves pH and colour profiles veal[J]. Livestock Production Science, 2003, 82: 171-179.
[39] 刘正柱, 董辉. 影响牛肉品质的因素及牛肉嫩度的改善方法[J]. 山东畜牧兽医, 2013(8): 19-20.
[40] 李永鹏, 韩玲. 宰后牛肉色泽稳定性及其影响因素[J]. 肉类研究, 2012, 26(11): 38-41.
[41] PANJON O , KANG S M, LEEI S, et al. The quality characteristics of m.longissimus from HANWOO (Korean cattle) steer with different raising altitudes and slaughter seasons[J]. Livestock Science, 2011, 136: 240-246.
[42] 高玉红, 顾宪蕊, 于海川, 等. 2011年国外肉牛饲料添加剂的研究进展[J]. 中国牛业科学, 2012(4): 39-42.
[43] AFSHAR M A , NASER M S. Factors affecting mitigation of methane emission from ruminants I: feeding strategies[J]. Asian journal of animal and Veterinary Advances, 2011, 6: 888-908.
[44] SWYER K L,CARLSON B A, NIGHTINGALE K K, et al. Naturally colonized beef cattle population fed combinations of yeast culture and an ionophore in finishing diets containing dried distiller's Grains with solubles had similar fecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7[J]. Journal of Food Protection, 2011, 74(6): 912-918.
[45] NADE T, HIRABARA S, OKUMURA T, et al. Effects of vitamin A on carcass composition concerning youngers teers fattening of WAGYU cattle[J]. Asia Journal of Animal Science, 2003, 16: 353-358.
[46] TIPTON N C, KING D A, PASCHAL J C, et al. Effects of oral vitamin D_3 supplementation and supplement withdrawal on the accumulation of magnesium, calcium, and vitamin D in the serum, liver, and muscle tissue and subsequent carcass and meat quality of BOSINDICUS influenced cattle[J]. Meat Science, 2007, 75: 150-158.