

中国牛肉食用品质评价方法研究及应用

张亚伟 赵丽萍 耿春银 孟庆翔 任丽萍*

(中国农业大学 动物科学技术学院/动物营养国家重点实验室,北京 100193)

摘要 为探讨借鉴 MSA 体系建立我国统一的牛肉质量评价及预测标准体系的可能性,在澳大利亚肉类标准体系(MSA)的基础上,利用消费者感官评定试验,通过 2×6 因子试验设计,研究了烹饪方法和牛肉品种来源对牛肉食用品质的影响。结果表明:1)烹饪方式和牛肉品种来源对嫩度、多汁性、风味和整体喜欢程度等各项牛肉感官食用品质指标均具有显著的影响($P < 0.001$)。煎牛肉的各项食用指标得分明显优于涮牛肉,其中煎牛肉的嫩度、多汁性、风味和整体喜欢程度得分分别比涮牛肉高出 16%、12%、12%和 15%;同时,和牛、安格斯和荷斯坦奶公犊等专门化肉牛品种牛肉的食用品质明显优于利木赞、西门塔尔和晋南牛等瘦肉型和本地肉牛品种;2)MQ4 得分次序与消费者对牛肉质量的实测等级排序有些许差异,但整体趋势相同。研究证明基于 MSA 体系原理来构建符合我国肉牛产业现状的牛肉质量评价和分级体系是可行的。

关键词 澳大利亚肉类标准;烹饪方式;牛肉品种;食用品质;质量分级

中图分类号 S823

文章编号 1007-4333(2017)02-0061-06

文献标志码 A

Research and application of beef eating quality evaluation method in China

ZHANG Yawei, ZHAO Liping, GENG Chunyin, MENG Qingxiang, REN Liping*

(College of Animal Science and Technology/State Key Laboratory of Animal Nutrition,
China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract In order to investigate the possibility of establish unified system of beef quality evaluation and prediction in China based on the Meat Standards Australia (MSA) system. The effect of different cooking methods and the varieties of beef on edible quality were studied by using consumer sensory evaluation test through 2×6 factorial experiment design. The results showed that: 1) Different cooking methods and varieties of beef have significant effects ($P < 0.001$) on various of sensory eating quality indexes such as tenderness, juiciness, flavor, and overall satisfaction; The edible quality score of fry beef is better than chaffy dish beef. The score of tenderness, juiciness, flavor and overall satisfaction for fry beef are increased by 16%, 12%, 12% and 15% compared to that of chaffy dish beef, respectively. Meanwhile, the edible quality of specialization beef breeds such as wagyu, angus or veal is better than carcass-type or native cattle breeds such as Limousin, Simmental or Jinnan; 2) The rank order of MQ4 score and beef quality classification display subtle difference but the overall trend is the same. In conclusion, on the basis of the principle of MSA system, establishing unified system of beef quality evaluation and prediction conforms that the current situation of beef cattle industry in China is feasible.

Keywords Meat Standards Australia; cooking methods; beef breed; edible quality; quality classification

收稿日期: 2016-03-02

基金项目: 北方玉米秸秆产业化处理及其养殖肉牛关键技术与示范(20150314); 国家肉牛牦牛产业技术体系(CARS-38)

第一作者: 张亚伟, 博士研究生, E-mail: ywz718@163.com

通讯作者: 任丽萍, 教授, 主要从事反刍动物营养和肉品质评价方向的研究, E-mail: renlp@cau.edu.cn

近年来,我国牛肉的消费量逐年递增,牛肉产量从2002年的521.9万t增加到2013年的673.2万t^[1],肉牛产业也随之逐渐兴起。但我国的肉牛产业是在役用牛的基础上发展而来,产业化水平较低,加之肉用牛品种众多,地理环境迥异,各种条件的复杂性导致我国目前尚没有一种普遍推广且行之有效的牛肉质量分级国家标准^[2];牛肉不能按质定价进而导致价格及消费市场较为混乱。因此,建立行之有效的牛肉质量分级和预测标准对规范和引导我国肉牛产业的健康发展具有重要意义。

澳大利亚目前正在使用一种以消费者食用品质为基础的牛肉分级体系,即 Meat Standard Australia(MSA)。Watson 等^[3-4]和 Polkinghorne 等^[5]详细论述了 MSA 体系食用质量评价试验方案、数据的采集和统计分析方法及 MSA 预测模型的开发和演变过程,霍云龙等^[6]也对其进行了详细的介绍。与中、美、欧盟等国^[7-11]现行的对单一的肉牛胴体分级方案不同,MSA 体系的独特之处在于其以消费者对不同烹饪方式下不同部位牛肉的食用品质感官评价为基础,并整合饲料、饲养和肉牛屠宰、分割、加工等肉牛产业所有关键环节的基本信息,运用各种统计方法和手段确定影响牛肉感官评分的关键控制点、动物和胴体特性及预测模型,最终达到在控制产业关键点的基础上根据动物特性和胴体特性来预测各部位牛肉切块食用品质的目的。

早在2008年,澳大利亚所有合格肉牛胴体中通过 MSA 体系进行分级的比例就达到了40%^[5]。由于 MSA 体系全面、准确、科学和开放性的特征,韩国^[12]、日本^[13]和法国^[14]等国的科学家先后跟澳大利亚肉类协会合作,结合其本国牛肉消费和食用特点,共同开展了 MSA 体系在其本国的适用性研究,结果表明虽然 MSA 体系在各国应用的区分度有所不同,但经过数据库的补充和模型参数的调整之后均可以很好的预测各国牛肉的食用品质,准确度可达70%左右,表明 MSA 体系有作为一种国际性的统一的牛肉分级标准系统的潜力,对我国牛肉分级标准的建立也可能有很大的借鉴意义。

牛肉的嫩度、多汁性等感官特性能直接或间接作用于消费者的食用体验,而消费者对某种烹饪方式下某部位牛肉的感官指标评分则是 MSA 体系衡量牛肉优劣的标准。MSA 体系通过大量的消费者试验来对牛肉的嫩度(tn)、多汁性(ju)、风味(fl)和总体满意程度(ov)4项感官指标进行评分,并由4

个感官评分根据不同权重生成一个综合肉质感官得分 MQ4;同时由消费者分配给每块测试牛肉以4种不同的质量等级(不满意、一般、良好、优秀),最后通过对 MQ4 与牛肉质量等级差异判别分析确定各质量等级间的 MQ4 分数限,最终达到由动物和胴体特性来预测 MQ4 分数进而预测牛肉质量等级的目的。然而,国内对牛肉食用感官品质评价方面的研究报道较少。

在此基础上,本研究采集了国内市场上常见的西门塔尔、安格斯、利木赞、晋南牛、和牛及荷斯坦奶公犍等不同种类的牛肉,在 MSA 体系标准感官试验的基础上结合我国特有的牛肉消费和食用习惯进行了牛肉食用品质评价试验,旨在评价不同种类牛肉的食用品质差异,并初步探讨借鉴 MSA 体系建立我国系统的牛肉质量评价及预测标准体系的可能性。

1 材料与方法

1.1 牛肉来源及试验器材

试验共采集西门塔尔、安格斯、利木赞、晋南牛、和牛及荷斯坦奶公犍6种类型的牛背最长肌肉,每种类型3头牛;其中利木赞牛(24月龄)、晋南牛(24月龄)、西门塔尔牛(24月龄)和荷斯坦奶公犍(8月龄)均来自中国农业大学肉牛试验基地,安格斯牛(24月龄)购自北京庆金宝养殖专业合作社,和牛(30月龄)购自北京和牛生物科技有限公司。除荷斯坦奶公犍进行单栏饲养外,所有试验用牛均采用畜舍散栏饲养和集中育肥的饲养方式;利用荷斯坦奶公犍饲喂牛奶或代乳粉至屠宰而生产出的牛肉又称为小白牛肉,此方式也是国内近些年逐渐兴起的牛肉生产方式之一。所有试验用牛均在北京金维福仁有限公司进行屠宰分割加工后冷冻保藏。铁板烧设备由中国农业大学肉牛研究中心定制,燃气加热,温度可调;火锅设备使用美的电磁炉(WK2102T)。所有品尝试验均在中国农业大学肉牛研究中心肉品质评价实验室进行。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 试验设计

本试验采用2×6因子试验设计,试验因素分别为烹饪方式和牛肉品种类型,烹饪方式包括煎(铁板烧)和涮(火锅)2种,牛肉种类有利木赞、安格斯、晋南牛、和牛、西门塔尔牛和小白牛肉,每个品种牛肉分别取自3头牛,且来自于每头牛的牛肉分别由12人组成的牛肉品尝专业小组进行品尝鉴定。2种烹

饪方式分别在 2 d 进行,共采集 $2\times6\times3\times12=432$ 个牛肉品质评分表。

1.2.2 牛肉品尝鉴定小组的组成及培训

牛肉品尝鉴定小组人员由男、女各 6 名组成,全部为从事牛羊肉品质评价工作的一线工作者,均受过中国农业大学肉牛研究中心的培训,熟悉牛肉感官品尝评价程序,且经过多次品尝试验筛选,年龄跨度为 20~60 岁。在试验进行前,肉牛研究中心另专门邀请了 MSA 体系研发和推广单位澳大利亚 murdoch 大学的研究员 Liselotte Pannier 对牛肉品尝小组进行了有关 MSA 体系品尝试验方法的培训。

1.2.3 牛肉的准备、烹饪及呈递

各种类牛肉分别按照煎和涮 2 种烹饪方式进行准备:1)煎(铁板烧):将外肌肉切成厚度为 1.5 cm 左右的肉块,由专业厨师在 230 ℃下煎成五分熟左右,再切成 1.5 cm×1.5 cm×1.5 cm 的小块后呈递给评价员,煎的过程中仅添加少量玉米油以防止粘板,不添加任何调味品。2)涮(火锅):使用切片机将牛肉切成厚度为 1 mm 的薄片,使用电磁炉将水烧开后调节功率至 1 000 W 保持沸腾状态,牛肉片在开水中烹煮 15 s 后呈递给评价员,不添加任何调味品;不同种类的牛肉烹煮时换水以防止滋味交叉。

为消除评价员食用牛肉的顺序对食用品质评定造成的干扰,牛肉样品的呈递按照 6×6 的拉丁方顺序进行。即每次每个类型均挑出一头牛的肉来烹饪,相邻的 2 个评价员每次均评价某个品种一头牛的肉,最后保证每个批次每头牛的肉在 12 个评价员评价的 6 块肉中每个次序上出现的次数相等。因此每个评价员共需要评价 18 块肉,只品不咽,且相邻的 2 次品尝之间需要用白开水漱口,品尝过程中根据评分表的内容进行评分,并将呈递过程中的牛肉编号附于评分表上。

1.3 评价指标及评分表

基于 MSA 体系牛肉食用品质评价试验改良增减而成的中文评价指标及评分表如表 1 所示。由表可知,评分表采集内容除评价员的基本信息外,主要包括嫩度、多汁性、风味强度、整体喜欢程度等感官评价指标和评价员对牛肉质量的综合评价。其中 4 项感官指标的评价标准已标注于表中,评价员可根据感官指标的表述和评分界限对所评价牛肉在 0~100 分的范围内进行评分。评价员对牛肉质量的综合评价即为该牛肉在评价员心中的质量等级,为牛肉等级的实测值,本试验将其分为不满意、一般、良好、优秀 4 个等级,分别记 0、3、4、5 分。

表 1 中国农业大学肉牛研究中心牛肉感官品质评分表

Table 1 Sensory panel analysis sheet of Beef Cattle Research Center-China Agricultural University								
评价员编号:	性别:男 女			受教育程度:		每周吃牛肉次数:		
Your NO.	Gender:Male Female			Education:		Times of eating beef per wk:		
品尝牛肉号码:	烹饪方式:煎 涮					评分表编号:		
Beef cut NO. :	Cooking method:Fry Chaffy dish					Sheet NO. :		
指标	得分 Score							
Item	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0
嫩度	极老	非常老	较老	略老	适中	较嫩	非常嫩	极嫩
Tenderness	Extremely tough←←←←←Intermediate→→→→→Perfect tender							
多汁性	极干	非常干	较干	少汁	适中	汁较多	非常多	极丰富
Juiciness	Extremely dry←←←←←Intermediate→→→→→Perfect abundant							
风味强度 Flavor	无	非常少	较少	略有	适中	较多	非常强	极强
	None←←←←←Intermediate→→→→→Best strong							
整体喜欢程度	极低	非常低	较低	勉强	适中	较高	非常高	极高
Overall liking	Extremely weak←←←←←Intermediate→→→→→Best strong							
牛肉质量综合评价	不满意		一般		良好		优秀	
Quality classification	Unsatisfactory		Good everyday		Better than everyday		Premium quality	

1.4 统计分析

利用原始感官试验数据根据 MSA 体系 MQ4 分数计算模型的固定权重值(MQ4=0.3 tn+0.1 ju+

0.3 fl+0.3 ov)计算 MQ4 值,所有原始数据经 Excel 简单处理后,采用 SAS 9.0 软件包 GLM 模型进行多因素无交互作用的方差分析,均值采用

Duncan 氏法进行多重比较,显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

试验结果如表 2 所示。烹饪方式和牛肉品种对牛肉的各项感官品质评定指标和质量等级均有极显著的影响($P < 0.001$)。从烹饪方式对牛肉品质影响的结果来看,煎牛肉的各项感官品质指标得分均优于涮牛肉,而不同种类的牛肉对各项感官指标的影响却有所不同。对于不同种类牛肉的嫩度评分而言,小白牛肉>和牛>安格斯>晋南牛和利木赞>西门塔尔;对于多汁性而言,评分次序则为和牛>小白牛肉>安格斯>利木赞>晋南>西门塔尔,其中安格斯和小白牛肉之间、晋南牛肉和西门塔尔牛肉之间的多汁性评分没有显著差异;风味的评分顺序则是小白牛肉>和牛>安格斯>晋南牛>利木赞>西门塔尔,其中小白牛肉、和牛、安格斯和晋南牛的牛肉风味评分在统计上不存在显著差异;整体喜欢程度评分的品种排序则为和牛>小白牛肉>安格斯>晋南牛>利木赞>西门塔尔,其中小白牛肉分别与和牛肉、安格斯牛肉之间没有显著差异,但和牛肉整体喜欢程度评分显著大于安格斯牛肉,而利木赞与晋南牛肉之间没有显著差异。

就牛肉感官品质评分的权重加和指标 MQ4 得分次序而言,则为和牛>小白牛肉>安格斯>晋南>利木赞>西门塔尔,其中和牛肉与小白牛肉之间、晋南牛和利木赞牛肉之间 MQ4 得分在统计上不存在显著差异;实测等级评价次序则为和牛>安格斯>西门塔尔>晋南>小白牛肉>利木赞,其中晋南、小白牛肉分别与利木赞、西门塔尔牛肉质量评级在统计上没有显著差异,但西门塔尔实测质量评级显著优于利木赞牛肉。

3 讨论

3.1 不同烹饪方式对牛肉感官食用品质的影响

本试验通过消费者感官测试来评价国内不同牛肉种类和烹饪方式对牛肉食用品质的影响。由试验结果可知,不同烹饪方式对牛肉感官食用品质具有显著的影响,煎牛肉的各项食用品质评分及质量等级评分要明显优于涮牛肉。原因之一可能是在煎制牛肉时加入了少量玉米油以防止粘板,虽然玉米油的香味并不浓郁,但玉米油的添加势必会对牛肉食用品质造成积极的影响,而涮牛肉的过程中会导致

肉中水分和油脂部分流失到水中,最终导致煎牛肉的食用品质评分优于涮牛肉。值得一提的是,实际生活中,消费者在以涮的方式食用牛肉时,一般均会辅以麻酱等佐料,因此本试验仅能说明牛外脊肉本身的食用品质在使用煎的方式时要优于涮牛肉,但可对消费者提供一定的借鉴。

3.2 不同牛肉品种来源对其感官食用品质的影响

试验结果表明,牛肉品种来源对牛外脊肉的感官食用品质具有显著的影响,而不同的牛肉品种来源对不同食用品质指标的影响也略有不同。嫩度是影响牛肉感官品质的重要指标,就本试验结果而言,小白牛肉、和牛肉、安格斯牛肉显著高于晋南牛肉、利木赞牛肉和西门塔尔牛肉,其原因可能是小白牛屠宰年龄较低、肉质较嫩,和牛和安格斯牛肉脂肪含量较高,而晋南牛、西门塔尔和利木赞均属于瘦肉型牛,且后者的肌纤维直径较大所致^[15]。其他三项感官指标的结果与嫩度测定相似,和牛、安格斯、小白牛肉的风味、多汁性和整体喜欢程度均要优于利木赞、晋南和西门塔尔牛肉,其中和牛肉的各项食用质量评分均较高,而西门塔尔牛肉的各项食用质量评分最低,表明除利木赞外,国外专门化肉牛品种的食用质量要普遍优于国内肉牛品种;另一方面,Xie 等^[16]和权富生等^[17]的报道表明,安格斯、利木赞等国外专门化肉牛品种的生长性能和经济效益较国内肉牛品种要高,这对我国肉牛产业肉牛品种的选育具有一定的指导意义。

3.3 借鉴 MSA 体系建立我国肉品质标准的可能性探讨

试验结果表明,利用消费者感官食用品质测定可以显著($P < 0.001$)区分不同品种牛外脊肉的食用品质,证明在 MSA 体系构建原理的基础上根据我国消费者的食用习惯建立我国的牛肉质量分级标准具有理论和实际上的可行性。

由 4 项感官食用品质指标通过不同的权重计算得到的肉质评分值 MQ4 是 MSA 体系预测模型的基础,权重代表了 4 种感官指标对最终肉质评分的相对重要性,MSA 体系 MQ4 计算模型的权重值是根据肉类科学原理和大量试验数据的统计分析而得出的最优值^[2]。本试验通过即成的权重值计算得出的牛肉品种 MQ4 得分排序和通过消费者实测打分得到的牛肉质量等级顺序虽较为相似,但尚有一定的差异,这表明 MSA 体系目前使用 MQ4 计算权重并不完全适合我国消费者的食用习惯,这与 Thompson^[12]、

表 2 烹饪方式和牛肉品种来源对食用品质的影响

Table 2 The effect of cooking methods and different varieties of beef on edible quality

项目 Item	烹饪方式 Cooking method		牛肉种类 Beef breed					SEM	P 值 P - value		
	煎 Fry	涮 Chaffy dish	和牛 Wagyu	安格斯 Angus	利木赞 Limousin	晋南 Jinnan	西门塔尔 Simmental		小白牛 Veal	烹饪方式 Cooking method	牛肉品种 Beef breed
嫩度 Tenderness	70.72 a	61.69 b	75.00 b	70.14 c	59.90 d	59.90 d	53.82 e	78.47 a	8.31	<0.001	<0.001
多汁性 juiciness	70.70 a	60.99 b	73.44 a	68.23 b	64.06 c	63.19 cd	60.59 d	68.58 b	9.67	<0.001	<0.001
风味 Flavor	73.79 a	65.86 b	73.79 a	73.44 a	67.19 b	70.66 a	61.98 c	71.88 a	10.51	<0.001	<0.001
整体喜欢程度 overall liking	73.26 a	65.16 b	76.56 a	73.09 b	64.24 c	67.19 c	60.24 d	73.96 ab	9.51	<0.001	<0.001
MQ4	72.08 a	62.94 b	74.88 a	70.78 b	63.17 c	64.15 c	58.59 d	73.49 a	7.53	<0.001	<0.001
质量等级 Quality classification	4.07 a	3.47 b	4.15 a	4.03 a	3.47 c	3.67 bc	3.71 b	3.61 bc	0.63	<0.001	<0.001

注：每行数字后上标相同字母表示在 0.05 水平上无显著差异(Duncan test)。

Note: Values followed by the same letters in each row are not significantly different at 0.05 level from each other according to Duncan Test.

Polkinghorne^[13]和 Legrand^[14]等分别在韩国、法国和日本等地区得到的试验结果相同,因此尚需要进行进一步的比较对比试验和数据分析加以确定适合我国消费者的 MQ4 计算权重值。

3.4 试验存在问题及下一步的工作重点

本试验仅意在证明我国现存的几种常见牛肉品种的食用品质差异和基于 MSA 体系构建我国牛肉品质评价和分级标准的可能性,因此只选择 6 个常见的肉牛品种以消费者评价小组来评价,而对饲养环节并没有加以控制,也未测定几种牛肉的理化性质以分析造成食用品质差异的原因。下一步工作重点是通过系统的控制饲养和屠宰环节的关键控制点,同时利用屠宰后得到的牛肉进行大规模消费者品尝试验,并增加不同部位牛肉的评价和测定,再通过系统化的数据分析建立预测模型,最终构建适应于我国肉牛产业现状的牛肉质量评价和分级体系。

4 小 结

本试验在 MSA 体系的基础上通过消费者感官食用品质试验评价了我国常见的 6 个种类牛外肌肉的食用品质,结果表明和牛、安格斯等专门化肉牛品种的食用品质普遍优于晋南、利木赞和西门塔尔等地方和瘦肉型品种牛肉食用品质。此外,试验也表明,虽然 MSA 体系的某些内容如计算 MQ4 分数的权重值可能不能完全适合于我国消费者的食用习惯,但基于 MSA 体系原理来构建符合我国肉牛产业现状的牛肉质量评价和分级体系是可行的。

参考文献 References

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴:2014[M]. 北京: 中国统计出版社,2014
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Statistics Yearbook*: 2014 [M]. Beijing: China Statistics Press,2014
- [2] 汤晓艳,王敏,钱永忠,毛雪飞,孙宝忠,周光宏. 牛肉分级标准及分级技术发展概况综述[J]. 食品科学,2011(19):288-293
Tang X Y, Wang M, Qian Y Z, Mao X F, Sun B Z, Zhou G H. An overview of standards and techniques for beef grading[J]. *Food Science*, 2011(19):288-293 (in Chinese)
- [3] Watson R, Gee A, Polkinghorne R, Porter M. Consumer assessment of eating quality-development of protocols for Meat Standards Australia (MSA) testing[J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008,48(11):1360
- [4] Watson R, Polkinghorne R, Thompson J. Development of the Meat Standards Australia (MSA) prediction model for beef palatability [J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008,48(11):1368
- [5] Polkinghorne R, Thompson J, Watson R, Gee A, Porter M. Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system [J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008,48(11):1351
- [6] Polkinghorne R, Thompson J, Hocquette J. 澳大利亚肉类标准和分级体系[J]. 霍云龙,译. 肉类研究,2015,29(2):43-48
Polkinghorne R, Thompson J, Hocquette J writing. Overview of meat standards Australia (MSA) and cuts based grading scheme[J]. Huo Y L, Translate. *Meat Research*, 2015,29(2):43-48 (in Chinese)
- [7] United States Department of Agriculture. *Official United States Standards for Grades of Carcass Beef* [M]. Washington DC:USDA,1989
- [8] Canadian Beef Grading Agency. *Canadian Beef Carcass Grading Regulations* [M]. Calgary: Canadian Beef Grading Agency,1997
- [9] Japan Meat Grading Association. *New Beef Grading Standards* [M]. Tokyo: Japanese Meat Grading Association, 1988
- [10] Kim C, Lee E. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef[J]. *Meat Science*, 2003,63:397-405
- [11] Hocquette J, Legrand I, Jurie C, Pethick D, Micol D. Perception in France of the Australian system for the prediction of beef quality (Meat Standards Australia) with perspectives for the European beef sector[J]. *Animal Production Science*, 2011,51(1):30
- [12] Thompson J, Polkinghorne R, Hwang I, Gee A, Cho S, Park B, Lee J. Beef quality grades as determined by Korean and Australian consumers [J]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 2008,48(11):1380
- [13] Polkinghorne R, Nishimura T, Neath K, Watson, Ray. Japanese consumer categorisation of beef into quality grades, based on Meat Standards Australia methodology [J]. *Animal Science Journal*, 2011,82(2):325-333
- [14] Legrand I, Hocquette J, Polkinghorne R, Pethick D. Prediction of beef eating quality in France using the Meat Standards Australia system[J]. *Animal*, 2013,7(3):524-529
- [15] 解祥学,孟庆翔,任丽萍,代俊芳,李蕊. 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,2011,15(1):66-72
Xie X X, Meng Q X, Ren L P, Dai J F, Li R. Study on characteristic of muscle fiber from six breeds of cattle in China [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2011,15(1):66-72 (in Chinese)
- [16] Xie X X, Meng Q X, Ren L P, Shi F H, Zhou B. Effect of cattle breed on finishing performance, carcass characteristics and economic benefits under typical beef production system in China[J]. *Italian Journal of Animal Science*, 2012,11(3):312-316
- [17] 权富生,辛亚平,张涌,朱仕恩. 国内外引进安格斯肉牛的利用现状[J]. 中国牛业科学,2010(6):73-77
Quan F S, Xin Y P, Zhang Y, Zhu S E. The introduction and utilization of angus cattle in China[J]. *China Cattle Science*, 2010(6):73-77 (in Chinese)