

牛品种和性别对牛肉脂肪及脂肪酸含量的影响

王 喆¹,袁希平¹,王安奎¹,咎林森²,杨世平¹,
金显栋¹,张继才¹,付美芬¹,黄必志¹

(1 云南省草地动物科学研究院,云南 昆明 650212;2 西北农林科技大学 动物科技学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】研究肉牛品种及性别对牛肉肌肉脂肪、脂肪酸含量的影响,为肉牛的品种改良和育肥提供参考。【方法】选择年龄相近((12±1)月龄)的 BMU 阉公牛 15 头、云南黄牛 9 头(母牛 4 头,阉公牛 5 头)、短云杂阉公牛 6 头、西云杂阉公牛 4 头,在相同条件下经过 12~14 个月的强制育肥,取 7~9 胸肋肌肉进行脂肪及脂肪酸含量测定。【结果】阉牛和母牛的牛肉脂肪及脂肪酸含量差异不显著($P>0.05$),4 个品种牛的牛肉脂肪含量差异也不显著($P>0.05$);云南黄牛肉的肉豆蔻酸含量显著($P<0.05$)低于短云杂牛和西云杂牛,与 BMU 牛肉差异不显著($P>0.05$);云南黄牛肉的棕榈酸含量显著($P<0.05$)低于其他 3 个品种的牛肉。BMU 牛肉的亚油酸、多不饱和脂肪酸含量极显著($P<0.01$)高于短云杂牛,云南黄牛肉的亚油酸含量显著($P<0.05$)高于短云杂牛。【结论】性别对牛肉的脂肪和脂肪酸含量没有显著影响;品种对牛肉的肉豆蔻酸、棕榈酸和亚油酸含量有显著影响,而对其他 7 种脂肪酸含量无显著影响。

【关键词】 BMU 牛;云南黄牛;短云杂牛;西云杂牛;性别;脂肪;脂肪酸

【中图分类号】 S823.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)04-0024-05

Effect of different breeds and gender of cattle on fat and fatty acid content of beef

WANG Zhe¹, YUAN Xi-ping¹, WANG An-kui¹, ZAN Lin-sen², YANG Shi-ping¹,
JIN Xian-dong¹, ZHANG Ji-cai¹, FU Mei-fen¹, HUANG Bi-zhi¹

(1 Academy of Grassland and Animal Science, Kunming, Yunnan 650212, China; 2 College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 This study was to investigate the effect of different breeds and gender of cattle on fat and fatty acid content of beef, and to provide evidence for the varietal improvement and fattening. 【Method】 The Ribeye samples of 15 BMU feedlot steers, 9 Yunnan cattle (YN, 4 female and 5 feedlot steers), 6 Shorthorn × Yunnan cattle (SHY) feedlot steers, 4 Simmental × Yunnan cattle (SIY) feedlot steers which had been fattened for 12—14 months were collected and sealed in clean fresh frozen bag. Crude fat and fatty acid contents of beef were determined. 【Result】 There were no significant differences ($P>0.05$) for crude fat and fatty acid content of beef between the female cattle and the steers. There were no significant differences ($P>0.05$) for crude fat of beef among the BMU steers, YN steers, SHY steers, SIY steers. Relative content of Myristic acid of beef from the YN steers was significantly lower ($P<0.05$) than that from the SHY steers and SIY steers, but was not significantly different ($P>0.05$) compared with that of the BMU steers. Relative content of Hexa-decanoic acid of beef from the YN steers was significantly lower ($P<0.05$) than that from the BMU steers, SHY steers and SIY steers. Relative content of Linoleic acid and polyunsaturated fatty acids of beef from the BMU steers was significantly higher ($P<0.01$) than

* [收稿日期] 2010-09-19

[基金项目] 云南省科研院所技术开发研究专项(2007CF008); 农业科技创新工程项目(2008LA018)

[作者简介] 王 喆(1972—),男,云南陆良人,副研究员,硕士,主要从事牛羊繁殖及其肉质研究。E-mail: ynwangzhe@126.com

[通信作者] 黄必志(1964—),男,云南腾冲人,研究员,博士,主要从事草地畜牧业研究。E-mail: h bz@ynb. cn

that from the SHY steers. Relative content of Linoleic acid of beef from the YN steers was significantly higher($P<0.05$) than that from the SHY steers.【Conclusion】 There were no ($P>0.05$) gender differences for the crude fat and fatty acid levels of beef. Breeds only affected Myristic acid, Hexadecanoic acid and Linoleic acid content of beef. There were no ($P>0.05$) breed differences for the other 7 fatty acids of beef.

Key words: BMY cattle; Yunnan cattle; Shorthorn×Yunnan cattle; Simmental×Yunnan cattle; gender; crude fat; fatty acid

随着生活水平的不断提高,人们对肉品质提出了更高的要求,不仅要求肉质鲜嫩、口味好,营养全面、均衡,而且还要求肉品符合绿色、健康食品的标准,因此世界各国对肉品质问题进行了广泛的研究。牛肉富含维生素、矿物质及多种微量元素,对人体健康具有重要意义,但牛肉中因含有较多的饱和脂肪酸(SFA)而受到消费者的广泛关注。SFA可增加血清胆固醇含量,降低低密度脂蛋白(LDL)水平,加速动脉硬化,进而导致冠心病(CHD)的发生,而不饱和脂肪酸(PUFA)则可以降低CHD发生的危险性^[1]。所以,肉及肉产品中脂肪酸的组成,成为消费者选择肉品的标准^[2]。

肉牛品种是影响牛肉脂肪酸组成的因素之一^[3-4]。育肥程度也会影响牛肉脂肪酸的组成^[5]。本试验选择的研究对象为BMY牛、云南黄牛、短云杂牛和西云杂牛,均是云南省主要的肉牛品种。BMY牛具有婆罗门、莫利灰和云南黄牛血统,是云南省草地动物科学研究院历经40多年选育的结晶,该牛生长快、早熟性好、繁殖能力强、抗蝇性能好。短云杂牛是短角牛和云南黄牛的F₁代;西云杂牛为西门塔尔和云南黄牛的F₁代。目前尚未见关于这些品种牛牛肉脂肪酸的系统报道,更未见这些品种肉牛高强度、长期育肥的肉质分析报告。本试验测定了这些品种牛肌肉脂肪和脂肪酸的含量水平,探讨了品种、性别对牛肉脂肪和脂肪酸含量的影响,旨在提供和丰富相关基础性资料,为肉牛品种改良和育肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验牛及饲养管理

选择年龄相近((12±1)月龄)的BMY阉公牛15头、云南黄牛9头(母牛4头,阉公牛5头)、短云杂阉公牛6头和西云杂阉公牛4头共34头牛,将不同品种、不同性别的试验牛于2008-01—2009-03在云南省草地动物科学研究院“高档牛肉生产示范基地”进行育肥,饲养管理按云南省草地动物科学研究

院“高档牛肉生产技术规程”进行,精饲料按该研究院“高档牛肉生产饲料配方”配制,由该研究院实验饲料厂生产提供。试验牛在相同的饲养环境和管理方式下,采用高精料(精料在日粮中的质量比超过60%)进行为期12~14个月的强制育肥后屠宰。

1.2 试验设计

1.2.1 品种对牛肉脂肪及脂肪酸含量的影响

选择年龄相近((12±1)月龄)、性别相同(阉公牛)的BMY牛、云南黄牛、短云杂牛和西云杂牛,在相同的饲养条件、管理水平下进行相同时间的强制育肥,屠宰、分割后取眼肉进行脂肪和脂肪酸含量测定,分析品种对脂肪及脂肪酸含量的影响。

1.2.2 性别对牛肉脂肪及脂肪酸含量的影响

选择年龄相近((12±1)月龄)的云南黄牛阉公牛和母牛进行试验,在上述相同的饲养、管理、育肥条件下强制育肥,屠宰后取眼肉进行脂肪及脂肪酸含量测定,分析性别对脂肪及脂肪酸含量的影响。

1.3 肉样采取

强制育肥结束后,对供试肉牛进行屠宰分割,每头牛均取7~9胸肋眼肉(Ribeye)1 kg装入洁净保鲜袋中待测。

1.4 脂肪及脂肪酸含量的测定

肉样脂肪(CF)含量参考GB/T 5009.6—2003采用索氏抽提法^[6]测定。

肉样脂肪酸的组成和含量由西北农林科技大学食品学院实验中心测定,单位用质量分数(%)表示。

1.5 数据处理

对试验所得数据用SPSS17.0软件进行方差分析,结果以“平均数±标准差”表示,以 $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 品种和性别对牛肉肌间脂肪含量的影响

由表1可见,从品种来看,牛肉脂肪含量以短云杂牛最高,其次为云南黄牛,西云杂牛最低,但4个品种间脂肪含量差异并不显著($P>0.05$)。从性别

上比较,阉牛肉脂肪含量高于母牛,但差异也未达显著水平($P>0.05$)。

表 1 不同品种、性别牛牛肉脂肪含量的差异

Table 1 Effect of different breeds and gender of cattle on fat and fatty acid content of beef						%
指标 Index	品种 Breed				云南黄牛性别 Gender of YN cattle	
	BMY 牛 BMY cattle	云南黄牛 YN steer	短云杂牛 SHY steer	西云杂牛 SIY steer	阉公牛 Steer	母牛 Female
脂肪含量 Fat content	20.3±4.6	21.7±10.8	24.2±5.3	17.9±3.9	21.0±10.8	17.2±2.1

2.2 品种和性别对牛肉脂肪酸含量的影响

2.2.1 性别对脂肪酸的影响 由表 2 可见,在所分析的几种脂肪酸成分中,除硬脂酸、十七烷酸、花生一烯酸和亚油酸含量以云南黄牛阉公牛高于母牛外,其他脂肪酸含量均以母牛高于公牛,但所有脂肪酸含量在云南黄牛阉公牛与母牛间均无显著性差异($P>0.05$),说明性别对牛肉脂肪酸组成和含量没有明显影响($P>0.05$)。

2.2.2 品种对脂肪酸的影响 由表 3 可知,在 4 种供试肉牛中,云南黄牛肉豆蔻酸含量最低,与短云杂牛和西云杂牛相比差异显著($P<0.05$),但与

BMY 牛差异不显著($P>0.05$);云南黄牛的棕榈酸含量最低,与其他 3 个品种牛相比差异均达显著水平($P<0.05$);BMY 牛的亚油酸含量最高,极显著高于短云杂牛($P<0.01$),云南黄牛的亚油酸含量也显著高于短云杂牛($P<0.05$);其余脂肪酸含量在 4 个品种牛间没有显著差异($P>0.05$)。饱和脂肪酸含量以西云杂牛最高,但各品种间差异不显著($P>0.05$);单不饱和脂肪酸含量以云南黄牛最高,品种间差异也不显著($P>0.05$);多不饱和脂肪酸含量以 BMY 牛最高,极显著高于短云杂牛($P<0.01$),但与其他 2 品种间差异不显著($P>0.05$)。

表 2 性别对牛肉脂肪酸含量的影响

Table 2 Effect of different gender of cattle on fatty acid content of beef						%
脂肪酸组成 Composition of fatty acid	云南黄牛阉牛 YN steer	云南黄牛母牛 YN female	脂肪酸组成 Composition of fatty acid	云南黄牛阉牛 YN steer	云南黄牛母牛 YN female	
肉豆蔻酸 Myristic acid	2.29±0.66	2.33±0.66	油酸 Octadecenoic acid	50.69±6.69	52.74±4.85	
棕榈酸 Hexadecanoic acid	22.27±3.33	23.30±2.75	花生一烯酸 Peanut olefine acid	0.49±0.09	0.44±0.16	
硬脂酸 Stearic acid	13.45±3.73	8.91±2.43	亚油酸 Linoleic acid	2.35±0.24	1.90±0.22	
十七烷酸 Heptadecylic acid	0.57±0.07	0.47±0.12	亚麻酸 Linoleic acid	0.50±0.32	0.54±0.20	
棕榈油酸 9-hexadecenoic acid	3.91±1.19	4.97±1.67	其他成分 The other ingredients	2.71±1.14	3.42±0.76	
肉豆蔻烯酸 Myristoleic acid	0.76±0.28	0.97±0.33				

表 3 不同品种牛牛肉脂肪酸含量的差异

Table 3 Effect of different breeds of cattle on fatty acid content of beef						%
脂肪酸组成 Composition of fatty acid	BMY 牛 BMY cattle	云南黄牛 YN steer	短云杂牛 SHY steer	西云杂牛 SIY steer		
肉豆蔻酸 Myristic acid	2.72±0.45 ab	2.29±0.66 a	3.09 ±0.53 b	3.17±0.58 b		
棕榈酸 Hexadecanoic acid	25.44±2.80 a	22.27±3.33 b	26.02±1.19 a	26.10±2.54 a		
硬脂酸 Stearic acid	13.85±2.88	13.45±5.73	12.41±2.45	13.72±3.66		
十七烷酸 Heptadecylic acid	0.66±0.11	0.57±0.12	0.57±0.09	0.64±0.19		
棕榈油酸 9-hexadecenoic acid	3.24±0.65	3.91±1.39	4.06±0.93	3.84±1.29		
肉豆蔻烯酸 Myristoleic acid	0.75±0.22	0.76±0.38	1.01±0.18	0.95±0.60		
油酸 Octadecenoic acid	46.90±3.31	50.69±6.69	46.57±2.83	45.48±1.70		
花生一烯酸 Peanut olefine acid	0.38±0.11	0.49 ±0.16	0.48±0.08	0.39±0.08		
亚油酸 Linoleic acid	2.52±0.47 Aa	2.35±0.34 a	1.86±0.27 Bb	2.10±0.10 ab		
亚麻酸 Linoleic acid	0.43±0.11	0.50±0.32	0.40±0.05	0.41±0.10		
其他成分 The Other Ingredients	3.13±0.69	2.71±1.14	3.52±0.62	3.20±0.53		
饱和脂肪酸 Saturated fatty acid	42.67±4.13	38.58±9.36	42.10±3.43	43.63±3.34		
单不饱和脂肪酸 Monounsaturated fatty acids	51.28±3.77	55.86±8.18	52.12±3.60	50.67±2.78		
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acids	2.95±0.55 Aa	2.86±0.57 a	2.27±0.30 Bb	2.51±0.12 a		

注:表中同行数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。
Note:Different small letters in the same line represent significant difference at $P<0.05$. Different capital letters in the same line represent significant difference at $P<0.01$.

3 讨 论

3.1 品种和性别对牛肉脂肪含量的影响

肉品的脂肪含量是影响肉品食用口感的一个重

要因素^[7]。在一定范围内,由于牛肉所含的挥发性香味物质主要存在于肌间脂肪中,其风味物质的种类和含量因脂肪含量的升高而增加,从而使肉的品质得以改善,能够满足广大消费者的需求^[8],因此脂

肪在肌肉间的沉积量成为评价牛肉的重要指标。本研究发现,性别对肌内脂肪含量没有显著影响,这与姜碧杰等^[9]的研究结果不同,可能是因为本试验没有选择公牛,只选择了阉公牛和母牛进行比较,而阉公牛和母牛肉质的差异较小。同时还发现,品种对肌肉脂肪含量也没有显著影响,这与 Muchenje 等^[10]的研究结果一致,但与 Vieira 等^[11]、Cuvellier 等^[12]的报道不一致,可能是因为牛的品种和饲养管理方式不同所致。

3.2 品种和性别对牛肉脂肪酸组成与含量的影响

本研究结果表明,品种对牛肉中肉豆蔻酸、棕榈酸的含量有一定影响,这与 Garcia 等^[3]的研究结果一致。另有研究也显示,品种对部分脂肪酸含量有一定影响^[10,13-14],但由于牛品种和饲养水平不同,故受影响的脂肪酸种类亦略有不同。

3.2.1 脂肪酸组成与风味 牛肉中发挥风味作用的脂肪酸主要是不饱和脂肪酸,其中以油酸(C18:1)为首的单不饱和脂肪酸的作用较大,其作用的人体器官主要是鼻腔,其次为口腔;发挥耐咀嚼和易碎口感作用的主要是饱和脂肪酸,其中以碳原子在14~18的饱和脂肪酸的作用较大,其作用的人体器官主要是口腔,其次为鼻腔。融合风味和口感的满足感取决于总不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例及单不饱和脂肪酸占总脂肪酸的百分比。日本和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为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^[15]。

本研究发现,BMY牛、云南黄牛、短云杂牛和西云杂牛阉公牛肉品中的总不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例分别为1.27:1,1.52:1,1.29:1和1.22:1,其中以云南黄牛的比例最高,达到了和牛水平,其他3品种牛的比例略低,但基本接近和牛的下限值。BMY牛、云南黄牛、短云杂牛、西云杂牛阉公牛肉品中单不饱和脂肪酸占总脂肪酸的百分比分别为53%,57%,54%和52%,其中以云南黄牛的比例最高,达到和牛的水平,其他3品种略低。本试验结果提示,云南黄牛牛肉脂肪酸构成比例合理,风味较好,是一个优良的地方品种。

3.2.2 脂肪酸组成与健康 通常认为,饱和脂肪酸可提高人体血液中低密度脂蛋白的含量,有引发心血管疾病特别是冠状动脉硬化疾病的潜在危险^[16-17]。有研究表明,普通牛肉中的饱和脂肪酸含量约占脂肪酸总量的50%以上^[18]。本研究表明,供试的4个品种牛肉的饱和脂肪酸含量差异不显著,

平均值为38.58%~43.63%,均低于50%,说明这个4品种牛肉均具有饱和脂肪酸含量较低的特点,有利于人体的健康。有研究认为,肉豆蔻酸是饱和脂肪酸中导致胆固醇升高的最主要因素,棕榈酸则能降低血清中的胆固醇含量^[19]。本研究中,云南黄牛肉的肉豆蔻酸含量最低,与BMY牛差异不显著,但显著低于短云杂牛和西云杂牛;其棕榈酸含量也显著低于其他3个品种。整体而言,BMY牛肉由于含有较低的肉豆蔻酸和较高的棕榈酸,所以其牛肉的饱和脂肪酸组成是4个品种中最好的。

不饱和脂肪酸可降低血浆总胆固醇的水平,增强抗氧化酶的活性,可预防动脉粥样硬化并降低患冠心病的危险,还具有降血压和降血糖以及防止记忆下降、促进生长发育的作用。人体一旦缺少了不饱和脂肪酸,身体各方面的机能就会产生一系列病变^[8]。不饱和脂肪酸包括单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸。单不饱和脂肪酸(MUFA)对降低心血管疾病有重要意义。在单不饱和脂肪酸中具有代表性的是油酸,它具有降低低密度脂蛋白胆固醇的效果,可以预防动脉硬化,而且并不降低对人体有益的高密度脂蛋白胆固醇水平;同时还可以降低甘油三酯的熔点,提高脂肪球的流动性及其代谢能力,因此对于其他脂肪酸的吸收具有积极作用^[18,20]。多不饱和脂肪酸具有多种特殊的生物活性,除了可降低血浆胆固醇含量外^[21],还在生物系统中具有广泛功能,对稳定细胞膜功能、调控基因表达、维持细胞因子和脂蛋白平衡、抗心血管疾病以及促进生长发育等具有重要作用^[18]。本研究中,BMY牛肉的亚油酸含量及多不饱和脂肪酸含量在4个供试肉牛品种中最高,其极显著高于短云杂牛。综上所述,BMY牛肉由于含有较低的肉豆蔻酸和较高的棕榈酸,以及含有高的亚油酸及多不饱和脂肪酸,所以,BMY牛肉的脂肪酸构成在4个牛肉品种中最好。

[参考文献]

- [1] 陈银基,周光宏,鞠兴荣,等. 蒸煮与微波加热对牛肉肌肉脂肪中脂肪酸组成的影响[J]. 食品科学,2008,29:130-136.
Chen Y J, Zhou G H, Ju X R, et al. Effects of cooking and microwave heating on fatty acid compositions of beef intramuscular lipid[J]. Food Science, 2008, 29: 130-136. (in Chinese)
- [2] Sierra V, Aldai N, Castro P, et al. Prediction of the fatty acid composition of beef by near infrared transmittance spectroscopy[J]. Meat Science, 2008, 78: 248-255.
- [3] Garcia P T, Pensel N A, Sancho A M, et al. Beef lipids in rela-

- tion to animal breed and nutrition in Argentina [J]. *Meat Science*, 2008, 79: 500-508.
- [4] Aldai N, Murray B E, Olivan M, et al. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physicochemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls [J]. *Meat Science*, 2006, 72: 486-495.
- [5] Numberg K, Wegner J, Ender K, et al. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals [J]. *Livestock Production Science*, 1998, 56: 145-156.
- [6] 全国信息与文献工作标准化技术委员会. GB/ T 5009. 6—2003 食品中脂肪的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2003. National Technical Committee of Standardization for Information and Documents. GB/ T 5009. 3—2003 Determination of fat in food [S]. Beijing: Standards Press of China, 2003. (in Chinese)
- [7] 尤娟, 罗永康, 张岩春. 驴肉脂肪和脂肪酸组成的分析与评价 [J]. *中国食物与营养*, 2008(9): 55-56.
You J, Luo Y K, Zhang Y C, et al. Analysis and evaluation of fat and fatty acid composition of meat from donkey [J]. *Food and Nutrition in China*, 2008(9): 55-56. (in Chinese)
- [8] 梁大勇, 管林森, 张双奇, 等. 日粮精粗比对荷斯坦青年公牛生长和肉质的影响 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2009, 37(12): 63-67.
Liang D Y, Zan L S, Zhang S Q, et al. Effect of different levels of concentrate to forage ration on growth and meat quality of Holstein Young-Bull [J]. *Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed*, 2009, 37(12): 63-67. (in Chinese)
- [9] 姜碧杰, 管林森, 辛亚平, 等. 性别对秦川牛肉品质的影响 [J]. *中国农学通报*, 2010, 26(6): 1-4.
Jiang B J, Zan L S, Xin Y P, et al. Effect of gender on meat quality of qinchuan cattle [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(6): 1-4. (in Chinese)
- [10] Muchenje V, Hugo A, Dzama K. Cholesterol levels and fatty acid profiles of beef from three cattle breeds raised on natural pasture [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2009, 22: 354-358.
- [11] Vieira C, Cerdeño A, Serrano E, et al. Breed and ageing extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen) [J]. *Livestock Science*, 2007, 107: 62-69.
- [12] Cuvelier C, Cabaraux J F, Dufrasne I, et al. Performance, laughter characteristics and meat quality of young bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds fattened with sugarbeet pulp or a cerealbased diets [J]. *Animal Science*, 2006, 88(1): 125-132.
- [13] De Smet S, Raes K, Demeyer D. Meat fatty acid composition as affected by genetic factors: a review [J]. *Animal Research*, 2004, 53: 81-98.
- [14] Laborde F L, Mandell I B, Tosh J J, et al. Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers [J]. *Journal of Animal Science*, 2001, 79: 355-365.
- [15] 常石英作. 牛体脂肪の脂肪酸組成とトリアシルグリセロール分子種との関連 [J]. *日本畜産学会報*, 1993(2): 128-134.
- [16] Calder P C, Deckelbaum R J. Fat as a physiological regulator: the news gets better [J]. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 2003(6): 127-131.
- [17] Raes K, Smet S, Demeyer D, et al. Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids [J]. *Anim Sci*, 2001, 73: 253-260.
- [18] 李鹏, 孙京新, 王凤舞, 等. 白牦牛肉脂肪酸分析及功能性评价 [J]. *食品科学*, 2008, 29: 106-108.
Li P, Sun J X, Wang F W, et al. Fatty acid composition assay and function evaluation of white Yak meat [J]. *Food Science*, 2008, 29: 106-108. (in Chinese)
- [19] 陈银基, 鞠兴荣, 周光宏, 等. 饱和脂肪酸分类与生理功能 [J]. *中国油脂*, 2008, 33: 35-38.
Chen Y J, Ju X R, Zhou G H, et al. Classification and physiological function of saturated fatty acids [J]. *China Oils and Fats*, 2008, 33: 35-38. (in Chinese)
- [20] Monteiro A C G, Santos-Silva J, Bessa R J B, et al. Fatty acid composition of intramuscular fat of bulls and steers [J]. *Livestock Science*, 2006, 99: 13-19.
- [21] Monteiro A C G, Santos-Silva J, Bessa R J B. Fatty acid composition of intramuscular fat of bulls and steers [J]. *Livestock Science*, 2006, 99: 13-19.