

不同质量等级延边黄牛肉肌纤维的组织特性

羿庆燕¹, 董玉影¹, 李官浩¹, 刘笑笑², 梁成云^{1,*}

(1. 延边大学农学院, 吉林 延吉 133002; 2. 吉林省农业科学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 选取36月龄延边黄牛的眼肉作为肉样, 对剪切力、肌纤维组织特性及各指标的相关性进行分析, 结果表明: 剪切力整体呈现下降趋势, 成熟时间和质量等级对剪切力影响显著($P < 0.05$)。随成熟时间延长, 肌纤维密度和肌原纤维小片化指数(MFI)增大, 肌纤维直径和肌纤维面积减小, 嫩度得到提高。成熟时间和质量等级对肌纤维组织特性影响显著($P < 0.05$), 各质量等级延边黄牛肉嫩度大小为: 特级1⁺ > 优一级 > 优二级 > 普通级, 说明成熟对牛肉嫩度有所提高, 质量等级越高牛肉嫩度越好。

关键词: 延边黄牛; 剪切力; 肌纤维

Muscle Fiber Characteristics of Beef Samples of Yanbian Yellow Cattle from Different Quality Grades

YI Qing-yan¹, DONG Yu-ying¹, LI Guan-hao¹, LIU Xiao-xiao², LIANG Cheng-yun^{1,*}

(1. Agricultural College of Yanbian University, Yanji 133002, China;

2. Jilin Academy of Agriculture Science, Changchun 130012, China)

Abstract: The shear force and muscle fiber characteristics as well as correlation between both of ribeyes of 36-month-old Yanbian yellow cattle were analyzed. The results obtained showed that the shear force of beef ribeye exhibited an overall downward trend with postmortem aging time, and was affected by both aging time and quality grade significantly ($P < 0.05$). Moreover, with prolonged aging time, the muscle fiber density and myofibril fragmentation index (MFI) were increased, while muscle fiber area and diameter were reduced, thereby improving the tenderness. Both aging time and quality grade had a significant impact on muscle fiber characteristics ($P < 0.05$). Various quality grades were ranked in decreasing order of tenderness: prime 1⁺ > 1st choice > 2nd choice > ordinary, indicating that beef tenderness can be improved by aging and the higher quality grade, the better tenderness.

Key words: Yanbian yellow cattle; shear force; muscle fiber

中图分类号: S872

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123(2013)06-0010-04

延边黄牛与世界知名的日本和牛、韩国韩牛系出同源。早在上世纪60年代初, 延边黄牛就被国家列入全国著名五大地方良种牛之一^[1]。延边黄牛是优良地方品种肉牛, 有其独特的优点。嫩度是肉的主要食用品质指标, 也是消费者最为关心的指标。肉的嫩度是食用时的口感, 反映了肉的质地。最常用的评价方法是测量肉的剪切力, 测出试样被切断时所需的最大剪切力, 此剪切力越小则说明嫩度越好^[2]。肌纤维是肌肉组织的基本单位, 随着牛月龄的增加, 肌纤维直径增大^[3]。肌纤维细, 则肉质嫩度高, 烹调后口感细嫩。随着肌纤维直径的增加其剪切力增大, 嫩度降低^[4]。肌原纤维小片化指数(myofibril fragmentation index, MFI)反映了肌原纤维的分解、断

裂程度, 它是衡量肌肉成熟嫩化程度的一个指标^[5]。由于组织蛋白酶及其他因素的作用, 肌原纤维的结构遭到破坏, 原本完整的肌原纤维断裂成含不同数目肌节的小片, MFI值增加, 嫩度增加^[6]。成熟前与成熟后的肌原纤维及结缔组织都发生了明显变化, 宰后牛肉在0~2℃成熟72h明显高于成熟48h的MFI值, 而MFI值与剪切力值成正相关^[7]。

研究表明: 大理石花纹等级对蒸煮损失有显著影响, 对pH值和剪切力值无显著影响^[8]。质量等级对牛肉半键肌的剪切力有一定影响, 优一级的牛肉剪切力较为显著地低于普通级的牛肉^[9]。汤晓艳等^[10]选取了优一级、优二级和普通级黄牛肉的外脊为研究对象, 分析了

收稿日期: 2013-03-05

基金项目: 吉林省科技厅项目(20110232)

作者简介: 羿庆燕(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为高档牛肉生产技术。E-mail: 13944308046@163.com

*通信作者: 梁成云(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为高档牛肉生产技术。E-mail: cyliang@ybu.edu.cn

嫩度、保水性的差别，质量等级对外脊的剪切力值有显著影响。牛肉等级越高，嫩度、保水性越好。牛肉的价格和口感因等级不同有很大差异，不同级别的牛肉，其组织结构有明显的差异。不同质量等级的延边黄牛肉既能满足消费者对高档牛肉的要求，也能很好的实现产品价值。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

选择珥春天一韩烨畜牧有限公司36月龄的健康公牛，屠宰后迅速将胴体置于 $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下冷却48h后，取下眼肉作为实验肉样。根据延边黄牛胴体等级标准进行等级划分后，进行托盘包装，在 $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 条件下实验，第1、3、5、7、9、11、13天进行指标测定。

1.2 仪器与设备

YL3回转式切片机 上海仪表厂；多功能显微镜 日本Olympus光学株式会社；TMS-PRO食物物性分析仪 美国FTC公司。

1.3 方法

1.3.1 剪切力测定

用正方形的取样器 $(3\text{cm} \times 3\text{cm})$ 钻取肉样，选择燕尾型探头，然后用TMS-PRO食物物性分析仪测定每个肉样的剪切力值(N)。测定3次，取平均值。

1.3.2 肌纤维结构测定

取肌肉组织 $3\text{cm} \times 2\text{cm} \times 1\text{cm}$ ，固定于甲醛溶液中，石蜡包埋，常规切片(厚度 $6 \sim 8\mu\text{m}$)，苏木精-伊红染色法(hematoxylin-eosin staining, HE)染色。每个样品制3片标本，用显微观察，并用显微图像分析仪测定以下指标：肌纤维根数(密度)：在 10×10 倍显微镜下对每个样品在面积为 0.25mm^2 的肌纤维根数进行测定，再换算成每平方毫米纤维根数；肌纤维面积：在 10×40 倍显微镜下对每个样品进行100根肌纤维横断面积的测量；肌纤维直径：假设肌纤维呈圆柱形，根据肌纤维面积计算求得肌纤维直径； $\text{肌纤维直径} = 2 \times (\text{肌纤维面积} / \pi)^{1/2}$

1.3.3 MFI测定

参考汪家政等^[11]的方法并稍加改进。取贮存48h制备好的肉样切碎，取4.0g放入100mL的离心管中，加入40mL MFI缓冲溶液($20\text{mmol/L K}_2\text{HPO}_4$ 、 $20\text{mmol/L KH}_2\text{PO}_4$ 、 100mmol/L KCl 、 1mmol/L EDTA 、 1mmol/L MgCl_2 、 1mmol/L NaN_3)，混匀，4000r/min低温离心15min，弃去上清液，在沉淀中加入20mL浸提液，再离心15min，沉淀用10mL浸提液溶解后用单层纱布过滤，将滤液稀释至0.5mg/mL蛋白质含量，在540nm波长下比色，记录OD值。计算公式： $\text{MFI} = \text{OD值} \times 200$ 。

2 结果与分析

2.1 不同质量等级延边黄牛肉成熟期间剪切力的比较分析

嫩度是肉质好坏的决定因素和最重要的感官特征，嫩度值是反映肌肉嫩度的最主要的指标之一，其值越低表示肌肉越嫩^[2]。剪切力可以直接反映肉的嫩度，剪切力越小，肉嫩度越好^[12]。影响牛肉嫩度的因素有很多，其中肌肉部位不同及贮藏的时间对其嫩度都有明显影响^[13]。同一分割肉不同位点的剪切力存在较大差异^[14]。一般认为，在相同年龄被屠宰的牛其剪切力不会因品种不同而发生变化^[15]。成熟技术是改善肉品质量的一项重要手段，随着成熟时间的延长，牛肉的嫩度显著提高。牛肉在屠宰后的储藏过程中，因为肌原纤维蛋白质的水解，熟化作用可以用来降低剪切力^[16]。从图1可知：剪切力变化复杂，整体呈现下降趋势，不同质量等级延边黄牛肉剪切力随时间变化差异显著($P < 0.05$)。剪切力越小则说明嫩度越好，部位及宰后成熟时间对嫩度提高有显著影响，并且随着成熟时间的延长变化显著^[17-18]。

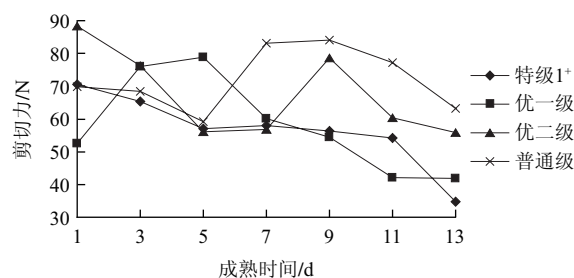
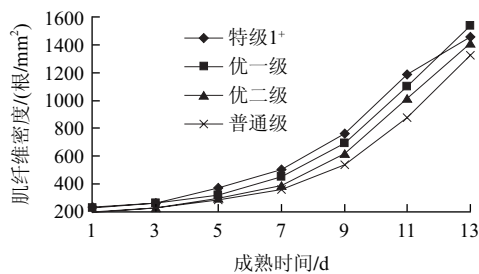


图1 不同质量等级延边黄牛肉成熟期间的剪切力

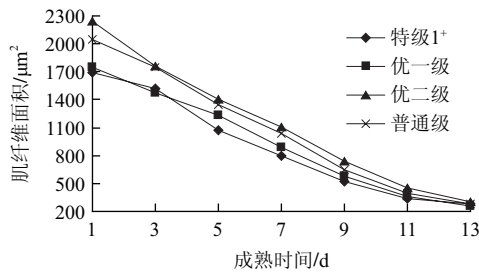
Fig.1 Influence of quality grade on beef shear force as a function of aging time

2.2 不同质量等级延边黄牛肉肌纤维组织特性的比较分析

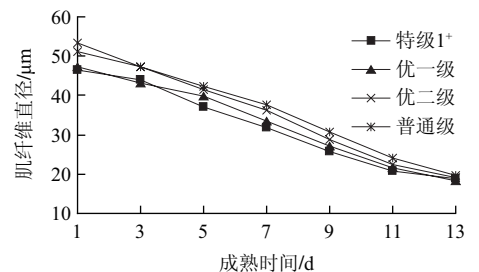
肌肉的质量主要由肌纤维数目和肌纤维横截面积决定。肌纤维直径越细，肌纤维密度越大，肌纤维面积越小，系水力越强，肌肉越细嫩^[19]。由图2可知：随成熟时间延长，肌纤维密度增大。成熟时间和质量等级对肌纤维密度影响显著($P < 0.05$)。肌纤维密度为：特级1+ > 优一级 > 优二级 > 普通级，肌纤维密度越大，牛肉越嫩。肌纤维面积随成熟时间的延长而变小，成熟时间和质量等级对肌纤维面积影响显著($P < 0.05$)。肌纤维面积越小，肉质越细嫩。肌纤维直径随成熟时间的延长而减小，表明肉越来越嫩。成熟时间和质量等级对肌纤维直径影响显著($P < 0.05$)。



A. 肌纤维密度



B. 肌纤维面积



C. 肌纤维直径

图2 不同质量等级延边黄牛肉成熟期间的肌纤维组织特性

Fig.2 Influence of quality grade on muscle fiber characteristics as a function of aging time

2.3 不同质量等级延边黄牛肉MFI的比较分析

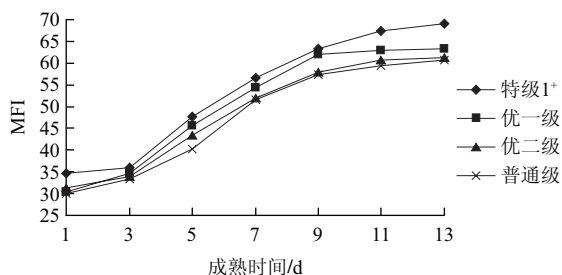


图3 不同质量等级延边黄牛肉成熟期间的MFI

Fig.3 Influence of quality grade on MFI as a function of aging time

在成熟过程中由于酶及其他因素的作用,肌原纤维的结构遭到破坏,原本完整的肌原纤维断裂成含不同数目肌节的小片,即MFI增加^[20]。MFI越大,表明肌原纤维内部结构的完整性受到破坏的程度越大,有利于提高嫩度^[21]。实验证明^[22],宰后成熟可显著影响肌原纤维小片

化程度,从而显著影响肉的嫩度。由图3可知,肌原纤维小片化指数随成熟时间的延长而变大,除实验第1天,成熟时间对肌原纤维小片化指数影响显著($P<0.05$)。

2.4 相关性分析

肌纤维越细,肉质越嫩;肌纤维越粗,肉质越差^[23-24]。一般情况下肌纤维密度与肌纤维直径呈负相关。肌肉的组成结构和肌纤维组织学特性与肉品质密切相关^[25]。由表1可知,肌纤维密度与肌纤维面积和肌纤维直径显著相关($P<0.05$),肌纤维面积与肌纤维直径和肌原纤维小片化指数极显著相关($P<0.01$)。剪切力与肌纤维组织特性密切相关。

表1 剪切力与肌纤维组织特性指标的相关性

Table 1 Correlation analysis between shear force and muscle fiber characteristics

	剪切力	肌纤维密度	肌纤维面积	肌纤维直径	MFI
剪切力	1.00				
肌纤维密度	-0.65	1.00			
肌纤维面积	0.54	-0.87*	1.00		
肌纤维直径	0.57	-0.93*	0.99**	1.00	
MFI	0.51	0.84	-0.96**	-0.95*	1.00

注:*.表示 $P<0.05$ 水平显著,**.表示 $P<0.01$ 水平显著。

3 结论

随成熟时间延长,肌纤维密度和MFI增大,肌纤维直径和肌纤维面积减小,嫩度得到提高。成熟时间和质量等级对剪切力和肌纤维组织特性影响显著,各质量等级延边黄牛肉嫩度大小为:特级1+>优一级>优二级>普通级。

参考文献:

- [1] 李镇,刘利,金国彪.珲春市延边黄牛产业发展现状及对策[J].中国畜牧兽医文摘,2012,28(6):24-26.
- [2] 戴瑞彤,吴国强.肉嫩度的研究进展[J].肉类工业,2000(10):32-35.
- [3] 湛启亮,彭增起,沈明霞.牛肉肌纤维直径和结缔组织含量与嫩度相关性研究[J].食品科学,2012,33(13):126-129.
- [4] LEPETIT J. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness[J]. Meat Science, 2007, 76(1): 147-159.
- [5] 蒲海燕,李影球,陈宇前.我国冷却肉发展现状、存在的问题及对策[J].肉类工业,2006(10):39-41.
- [6] CULLER R D, SMITH G C, CROSS H R, et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical/physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle[J]. Journal of Food Science, 2007, 43(4): 1177-1180.
- [7] KRIESE P R, SOARES A L, GVARNIERI P D, et al. Biochemical and sensorial evaluation of intact and boned broiler breast meat tenderness during ageing[J]. Food Chemistry, 2007, 104(4): 1618-1621.
- [8] 汤晓艳,周光宏,徐幸莲.大理石花纹、生理成熟度对牛肉品质的影响[J].食品科学,2006,27(12):114-117.



- [9] 潘超. 冷却牛肉卫生质量控制及不同等级牛肉品质的比较研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [10] 汤晓艳, 周光宏, 徐幸莲. 不同质量等级的中国黄牛肉在成熟过程中的品质变化研究[J]. 食品科学, 2005, 26(4): 66-69.
- [11] 汪家政, 范明. 蛋白质技术手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [12] 刘汉丽, 张红霞, 韩玲, 等. 甘南牦牛肉成熟过程中剪切力、钙激活酶变化规律分析[J]. 畜牧兽医杂志, 2013, 32(1): 31-33.
- [13] DENOYELLE C, LEBIHAN E. Intramuscular variation in beef tenderness[J]. Meat Science, 2003, 66(1): 241-247.
- [14] 林芳栋, 蒋珍菊, 廖珊, 等. 质构仪检测参数与食用肌肉[J]. 肉类研究, 2009, 34(2): 176-179.
- [15] SANUDOC, MACIEES, OLLETA J L, et al. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices[J]. Meat Science, 2004, 66(4): 925-932.
- [16] MUCHENJE V, DZAMA K, CHIMONYO M, et al. Tick susceptibility and its effects on growth performance and carcass characteristics of Nguni, Bonsmara and Angus steers raised on natural pasture[J]. Animal, 2008, 2(2): 298-304.
- [17] 杨启元, 施远翔, 张晓红, 等. 新鲜牛肉贮藏时间和系水力对其嫩度变化的相关性分析[J]. 新疆畜牧业, 2010(7): 11-14.
- [18] 刘丽, 周光宏, 王丽哲. 宰后成熟时间对牛肉品质的影响[J]. 食品科学, 2002, 23(1): 33-36.
- [19] 徐舶, 周光宏, 徐幸莲, 等. 不同部位鹿肉在宰后成熟过程中超微结构的变化[J]. 南京农业大学学报, 2008, 31(1): 107-111.
- [20] 王道营, 刘芳, 诸永志, 等. 宰后成熟过程中麻鸭肉质指标变化研究[J]. 浙江农业学报, 2010, 22(5): 599-602.
- [21] 李泽, 靳焱, 马霞. 不同贮藏温度下宰后羊肉的肉质变化及其影响因素[J]. 农业工程学报, 2010, 26(增刊1): 338-341.
- [22] 刘佳东. 宰后牦牛肉成熟机理及肉用品质变化研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011.
- [23] 周金星, 毕亚玲, 高登慧. 肌肉组织学结构及其与肉品品质的关系[J]. 山地农业生物学报, 2004, 23(5): 438-441.
- [24] CHOIY M, KIM B C. Muscle fiber characteristics myofibrillar protein isoforms, and meat quality[J]. Livestock Science, 2009, 122(2/3): 105-118.
- [25] 杨博辉, 姚军, 王敏强, 等. 大通牦牛肌肉纤维组织学特性研究[J]. 中国草食动物, 2001, 3(5): 34-35.