

# 成熟期间不同部位延边黄牛肉嫩度及质构特性的相关性分析

金颖<sup>1</sup>, 董玉影<sup>1</sup>, 李官浩<sup>1</sup>, 李玉林<sup>2</sup>, 梁成云<sup>1\*</sup>

(1.延边大学农学院, 延吉 133002;

2.国家肉牛牦牛产业技术体系延边实验站, 延吉 133002)

**摘要:** 为分析延边黄牛肉嫩度与质构特性的相关性, 试验对不同部位延边黄牛肉的嫩度及质构特性进行测定, 得到各组肉样在成熟期间的变化规律。结果表明: 延边黄牛肉的不同部位和成熟时间对其质构参数影响显著。剪切力与硬度之间相关性显著, 相关系数为0.975。

**关键词:** 延边黄牛肉; 不同部位; 成熟时间; 嫩度; 质构特性

中图分类号: TS 251.5<sup>+</sup>2 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2015)03-0132-04

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2015.03.035

## Correlation analysis of tenderness and texture characteristics in different parts of Yanbian yellow beef during ripening time

JIN Ying<sup>1</sup>, DONG YU-ying<sup>1</sup>, LI Guan-hao<sup>1</sup>, LI Yu-lin<sup>2</sup>, LIANG Cheng-yun<sup>1\*</sup>

(1.Agricultural College of Yanbian University, Yanji 133002; 2.National Beef Yak Industry Technology System of Yanbian Experiment Station, Yanji 133002)

**Abstract:** In order to analyze the correlation between tenderness and texture characteristics, tenderness and texture characteristics of different parts in Yanbian beef were determined. Consequently, the variation of different beef groups during the period of maturity was obtained. The results showed that both different parts and ripening time of Yanbian yellow beef have significant effects on its texture characteristics. The correlation of shear force and hardness is remarkable, and the coefficient is 0.975.

**Key words:** Yanbian yellow beef; different parts; ripening time; tenderness; textural characteristics

牛肉因具有蛋白质含量高、氨基酸种类丰富、脂肪含量低等优点其消费比重逐渐上升, 而嫩度作为肉品质的重要指标之一, 成为了影响消费的重要因素<sup>[1]</sup>。对肉嫩度的客观评定是借助于仪器来衡量切断力、弹力、压缩力等指标, 而最通用的是切断力, 又称剪切力<sup>[2]</sup>。李超等<sup>[3]</sup>研究了肉在加热过程中嫩度的变化规律, 在0~100℃剪切力值呈先上升后下降的趋势。质地多面剖析法

(Texture Profile Analysis, 简称TPA)即采用科学的方法对质地评价术语进行分类、定义, 使之可以成为进行交流的客观信息<sup>[4]</sup>。它主要通过模拟人口腔的咀嚼运动, 对样品进行2次压缩后形成了质地曲线, 并从中分析包括硬度、黏附性、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性等基本机械特性。张馨木<sup>[5]</sup>研究了试验参数对TPA测试结果的影响显著性, 从而确定测试冷鲜肉的质构剖面分析方法的

收稿日期: 2014-10-09

\*通讯作者

作者简介: 金颖(1990—), 女(朝鲜族), 吉林人, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工。



最佳条件。F.Ruiz de Huidobro等<sup>[6]</sup>研究发现, TPA测试在预测熟牛肉感官品质方面具有更好的评估效果。

目前, 由于食品质构测试仪型号、试验参数及精密度等问题的存在, 使得国内对于测定肉制品质构特性方面没有统一标准。因此, 本试验通过对不同部位延边黄牛肉成熟期间嫩度及质构特性的相关性进行分析, 从而为进一步提高肉品质的研究提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选取龙井长白山彝福清真肉业有限公司32月龄的延边黄牛去势公牛, 屠宰后将胴体置于 $(4 \pm 1)$  °C条件下成熟72 h后, 选取背最长肌、腱子肉及牛腩作为试验材料, 装入内含冰袋的保温箱中, 运至实验室, 置于 $(4 \pm 1)$  °C冰箱中贮藏。分别于第0、2、4、6、8、10、12天对试验肉样的质地特性进行分析研究。

### 1.2 测定指标与方法

1.2.1 剪切力的测定 将3 cm厚肉样剔除脂肪及筋膜, 放入自封袋, 于80 °C水浴锅中加热, 待肉样中心温度达到70 °C后取出, 冷却至室温。将肉样切成1 cm × 1 cm × 2 cm大小, 用美国FTC公司的TMS-Pro食品物性分析仪测定成熟期间不同部位肉样的剪切力值。试验重复3次。

1.2.2 TPA的测定 参照羿庆燕等<sup>[7]</sup>的方法稍作修改。将肉样切成5 cm × 4 cm × 3 cm大小并剔除脂肪及筋膜后立即放入自封袋, 于80 °C水浴锅中加热, 待肉样中心温度达到70 °C后取出, 冷却至室温。选择直径为1.27 cm的圆形取样器沿与肌纤维平行方向钻取肉样, 用TMS-Pro食品物性分析仪测定成熟期间不同部位肉样的质构参数。试验重复3次。

1.2.3 统计分析 采用SPSS20.0统计软件及Excel软件对试验数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同部位延边黄牛肉成熟期间剪切力分析

由表1可知, 成熟过程中不同部位延边黄牛肉剪切力整体变化呈下降趋势, 且随成熟时间延长变化差异显著。吴菊清等<sup>[8]</sup>研究发现, 宰后成熟过程中冷却牛肉的剪切力值呈下降趋势。不同部位的肌肉因其肌纤维粗细不同, 结缔组织的量和质

表1 不同部位延边黄牛肉成熟期间剪切力 N

成熟时间/d	背最长肌	腱子肉	牛腩
0	67.07 ± 2.49 <sup>Ba</sup>	79.63 ± 4.02 <sup>Aa</sup>	68.03 ± 2.68 <sup>Ba</sup>
2	62.07 ± 2.73 <sup>Bb</sup>	71.17 ± 2.05 <sup>Ac</sup>	63.33 ± 1.47 <sup>Bb</sup>
4	59.17 ± 1.97 <sup>Bbc</sup>	67.37 ± 1.38 <sup>Ad</sup>	61.53 ± 1.11 <sup>Bb</sup>
6	58.47 ± 0.70 <sup>Cc</sup>	75.33 ± 1.27 <sup>Ab</sup>	64.10 ± 1.74 <sup>Bb</sup>
8	56.63 ± 2.46 <sup>Bc</sup>	64.87 ± 1.27 <sup>Ad</sup>	56.30 ± 0.96 <sup>Bc</sup>
10	51.67 ± 1.72 <sup>Bd</sup>	60.80 ± 0.72 <sup>Ac</sup>	45.87 ± 0.67 <sup>Cd</sup>
12	42.53 ± 1.20 <sup>Bc</sup>	53.53 ± 1.10 <sup>Af</sup>	37.57 ± 0.76 <sup>Cc</sup>

注: 同行右肩标大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ); 同列右肩标小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。

差异很大。一般来说运动量较大的肌肉因其具有强壮致密的结缔组织支持, 剪切力值偏大<sup>[2]</sup>, 与本试验腱子肉剪切力值显著高于其他部位牛肉的结果相符。

### 2.2 不同部位延边黄牛肉成熟期间TPA参数分析

表2 不同部位延边黄牛肉成熟期间硬度 N

成熟时间/d	背最长肌	腱子肉	牛腩
0	39.33 ± 1.76 <sup>Ca</sup>	48.67 ± 1.62 <sup>Aa</sup>	43.00 ± 1.44 <sup>Bb</sup>
2	37.00 ± 1.77 <sup>Ca</sup>	42.90 ± 1.57 <sup>Bb</sup>	47.67 ± 2.56 <sup>Aa</sup>
4	29.93 ± 0.67 <sup>Cb</sup>	34.53 ± 1.03 <sup>Bd</sup>	37.83 ± 0.91 <sup>Ac</sup>
6	28.40 ± 0.80 <sup>Bb</sup>	37.10 ± 1.22 <sup>Ac</sup>	35.57 ± 0.83 <sup>Ac</sup>
8	24.60 ± 1.11 <sup>Bc</sup>	31.47 ± 1.27 <sup>Ac</sup>	29.77 ± 1.71 <sup>Ad</sup>
10	18.77 ± 2.40 <sup>Bd</sup>	25.30 ± 1.08 <sup>Af</sup>	21.63 ± 0.95 <sup>Bc</sup>
12	12.00 ± 0.89 <sup>Bc</sup>	20.90 ± 0.70 <sup>Ae</sup>	11.30 ± 0.40 <sup>Bf</sup>

注: 同行右肩标大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ); 同列右肩标小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。

由表2可知, 成熟过程中牛肉硬度变化规律总体呈下降趋势, 且试验前8 d牛腩及腱子肉的硬度值显著高于背最长肌。肉的硬度在某种程度上也可以理解为肉的嫩度, 嫩度越好, 则硬度值越低。Kazuhiko Shiranita等<sup>[9]</sup>提出了一个观察肉质实际图像的系统, 研究发现大理石花纹在决定高档肉质主导参数方面起到重要作用。与本试验背最长肌由于大理石花纹最明显, 因此与其硬度值最小的结果相符合。

表3 不同部位延边黄牛肉成熟期间黏附性 mJ

成熟时间/d	背最长肌	腱子肉	牛腩
0	0.49 ± 0.04 <sup>Bb</sup>	0.62 ± 0.60 <sup>Aa</sup>	0.61 ± 0.03 <sup>Ab</sup>
2	0.37 ± 0.05 <sup>Ccd</sup>	0.66 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	0.55 ± 0.03 <sup>Bc</sup>
4	0.34 ± 0.05 <sup>Bd</sup>	0.52 ± 0.04 <sup>Ab</sup>	0.47 ± 0.05 <sup>Ad</sup>
6	0.42 ± 0.02 <sup>Bbc</sup>	0.48 ± 0.06 <sup>Bb</sup>	0.71 ± 0.04 <sup>Aa</sup>
8	0.63 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	0.34 ± 0.02 <sup>Cc</sup>	0.54 ± 0.04 <sup>Bc</sup>
10	0.36 ± 0.05 <sup>Bcd</sup>	0.61 ± 0.03 <sup>Aa</sup>	0.35 ± 0.02 <sup>Cc</sup>
12	0.23 ± 0.03 <sup>Bc</sup>	0.30 ± 0.06 <sup>ABc</sup>	0.32 ± 0.01 <sup>Ac</sup>

注: 同行右肩标大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ); 同列右肩标小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。

由表3可知,成熟时间以及不同部位对延边黄牛肉黏附性值影响显著。Massimiliano Spaziani等<sup>[10]</sup>通过对意大利低酸香肠研究发现,在贮藏中后期,黏附性值显著降低,与本试验中后期各组肉样黏附性显著降低相一致。由于在贮藏后期肉样腐败变质,导致表面细菌生长繁殖,影响其黏附性,进而对一些肉制品产生消极作用<sup>[11]</sup>。

表4 不同部位延边黄牛肉成熟期间内聚性

成熟时间/d	背景长肌	腱子肉	牛腩
0	0.53±0.04 <sup>Bbh</sup>	0.65±0.01 <sup>Aa</sup>	0.42±0.01 <sup>Gd</sup>
2	0.48±0.02 <sup>Cb</sup>	0.54±0.02 <sup>Bd</sup>	0.59±0.04 <sup>Aa</sup>
4	0.56±0.01 <sup>Aa</sup>	0.48±0.03 <sup>Be</sup>	0.58±0.03 <sup>Aa</sup>
6	0.50±0.03 <sup>Cb</sup>	0.61±0.02 <sup>Abc</sup>	0.54±0.01 <sup>Bb</sup>
8	0.54±0.01 <sup>Bab</sup>	0.58±0.01 <sup>Ac</sup>	0.54±0.01 <sup>Bb</sup>
10	0.57±0.01 <sup>Ba</sup>	0.61±0.01 <sup>Abc</sup>	0.53±0.02 <sup>Cb</sup>
12	0.55±0.02 <sup>Ba</sup>	0.64±0.02 <sup>Aab</sup>	0.49±0.01 <sup>Cc</sup>

注:同行右肩标大写字母不同表示差异显著(P<0.05);同列右肩标小写字母不同表示差异显著(P<0.05)。

由表4可知,成熟过程中不同部位延边黄牛肉的内聚性差异显著,但整体的变化规律无明显趋势。内聚性表示测试样品经过第一次压缩变形后所表现出来的对第二次压缩所做正功之比,是与物质断裂前的变形程度有关的机械质地特性<sup>[12]</sup>。

表5 不同部位延边黄牛肉成熟期间弹性 mm

成熟时间/d	背景长肌	腱子肉	牛腩
0	3.39±0.11 <sup>Bb</sup>	3.65±0.07 <sup>Ac</sup>	3.17±0.09 <sup>Cd</sup>
2	2.57±0.05 <sup>Cd</sup>	3.73±0.07 <sup>Abc</sup>	3.37±0.02 <sup>Be</sup>
4	3.15±0.13 <sup>Cc</sup>	3.48±0.07 <sup>Bd</sup>	4.07±0.05 <sup>Aa</sup>
6	3.60±0.03 <sup>Ba</sup>	4.28±0.11 <sup>Aa</sup>	3.46±0.03 <sup>Cc</sup>
8	3.63±0.05 <sup>Ba</sup>	3.82±0.07 <sup>Ab</sup>	3.69±0.06 <sup>Bb</sup>
10	3.24±0.04 <sup>Cc</sup>	3.69±0.05 <sup>Ac</sup>	3.43±0.07 <sup>Be</sup>
12	3.70±0.10 <sup>Ca</sup>	4.35±0.02 <sup>Aa</sup>	4.16±0.03 <sup>Ba</sup>

注:同行右肩标大写字母不同表示差异显著(P<0.05);同列右肩标小写字母不同表示差异显著(P<0.05)。

由表5可知,肉样的弹性变化规律整体呈先上升后下降的趋势,且成熟时间与不同部位对各组肉样的弹性影响显著。试验中期弹性值最佳,而试验第12天各组肉样的弹性值偏高,可能是由于在贮藏最后1 d肉样腐败变质,导致表面黏度增加,致使弹性值增加。Mohammad Shafiur Rahman等<sup>[13]</sup>研究发现弹性和水分含量有关,当含水量为21.5%时,弹性值达到顶峰。

由表6可知,不同部位延边黄牛肉在试验第2天胶黏性无明显差异,而在其他成熟时间,各组肉样胶黏性差异显著。胶黏性是用于描述半固态测试样品的黏性特性,数值上用硬度和内聚性的

表6 不同部位延边黄牛肉成熟期间胶黏性 N

成熟时间/d	背景长肌	腱子肉	牛腩
0	17.23±1.12 <sup>Bb</sup>	23.67±1.46 <sup>Aa</sup>	17.77±0.55 <sup>Bab</sup>
2	15.63±1.00 <sup>bc</sup>	15.50±0.70 <sup>c</sup>	15.87±1.16 <sup>c</sup>
4	21.60±1.48 <sup>Ba</sup>	24.57±1.52 <sup>Aa</sup>	18.30±0.70 <sup>Cab</sup>
6	13.37±1.00 <sup>Bde</sup>	15.90±0.20 <sup>Ac</sup>	16.97±1.27 <sup>Abc</sup>
8	11.63±0.32 <sup>Cof</sup>	13.30±0.82 <sup>Bd</sup>	18.93±0.21 <sup>Aa</sup>
10	14.50±1.11 <sup>Bcd</sup>	18.27±0.75 <sup>Ab</sup>	12.97±1.22 <sup>Bd</sup>
12	10.63±0.93 <sup>Bf</sup>	13.67±0.31 <sup>Ad</sup>	9.67±0.25 <sup>Be</sup>

注:同行右肩标大写字母不同表示差异显著(P<0.05);同列右肩标小写字母不同表示差异显著(P<0.05)。

乘积表示。在本试验中,硬度、内聚性、取样等多种因素影响了肉的状态,导致肉样胶黏性值无明显变化规律。

表7 不同部位延边黄牛肉成熟期间咀嚼性 mJ

成熟时间/d	背景长肌	腱子肉	牛腩
0	30.00±2.12 <sup>Gd</sup>	56.45±2.29 <sup>Bd</sup>	64.14±2.17 <sup>Abc</sup>
2	24.97±6.26 <sup>Be</sup>	52.79±1.11 <sup>Ac</sup>	55.86±2.20 <sup>Ade</sup>
4	37.12±2.01 <sup>Be</sup>	63.06±0.88 <sup>Ac</sup>	67.37±9.86 <sup>Ab</sup>
6	46.08±1.78 <sup>Ca</sup>	53.46±0.54 <sup>Be</sup>	78.52±0.88 <sup>Aa</sup>
8	42.21±0.38 <sup>Cab</sup>	58.57±0.73 <sup>Bd</sup>	82.50±0.87 <sup>Aa</sup>
10	38.76±0.99 <sup>Cbc</sup>	70.01±1.81 <sup>Aa</sup>	58.49±0.51 <sup>Bcd</sup>
12	32.25±0.20 <sup>Gd</sup>	66.65±0.98 <sup>Ab</sup>	49.52±0.56 <sup>Be</sup>

注:同行右肩标大写字母不同表示差异显著(P<0.05);同列右肩标小写字母不同表示差异显著(P<0.05)。

由表7可知,不同部位和成熟时间对延边黄牛肉咀嚼性影响显著。咀嚼性用于描述固态测试样品从咀嚼固体产品至可被吞咽时所需做功的大小。随成熟时间的延长,肉样的水分含量降低,咀嚼性增大。而在贮藏后期,肉样在微生物的作用下发生腐败变质,胶原蛋白分解,导致咀嚼性降低,因此本试验数据变化趋势出现与之相近的结果。

### 2.3 不同部位延边黄牛肉成熟期间剪切力及TPA参数的相关性分析

表8 不同部位延边黄牛肉成熟期间剪切力与TPA参数的相关性

参数	剪切力	硬度	黏附性	内聚性	弹性	胶黏性	咀嚼性
剪切力	1						
硬度	0.975**	1					
黏附性	0.544	0.406	1				
内聚性	-0.479	-0.589	-0.15	1			
弹性	-0.445	-0.551	0.182	0.441	1		
胶黏性	0.598	0.599	-0.091	0.104	-0.524	1	
咀嚼性	-0.179	-0.349	0.339	0.268	0.626	-0.217	1

注:\*\*在0.01水平(双侧)上显著相关。

由表8可知,剪切力与硬度、黏附性、胶黏性



呈正相关,与内聚性、弹性、咀嚼性呈负相关。剪切力与硬度的相关性最大,相关系数为0.975,两者在0.01水平上高度显著相关。W.R.Caine等<sup>[14]</sup>研究了牛肋骨的感官特性、质构及剪切力之间的关系,结果表明TPA相对于剪切力能更全面的反映出牛肋骨的感官特性。

### 3 讨论

影响牛肉嫩度的因素有很多,不同部位对延边黄牛肉嫩度及TPA参数影响显著。丁武等<sup>[15]</sup>采用一次穿透测定法对不同部位肉的嫩度进行测定,结果表明,同一胴体上不同部位牛肉嫩度不同。成熟时间对延边黄牛肉嫩度影响显著,随着时间的延长,肉样嫩度下降。与刘丽等<sup>[16]</sup>研究的宰后成熟一定的时间可显著降低肉的剪切力值,提高肉的嫩度相符合。本试验中,剪切力与硬度的相关系数为0.975,两者之间显著相关。而湛启亮<sup>[17]</sup>通过对牛肉嫩度进行分析得到,肌纤维直径、结缔组织含量、筋膜颜色值与剪切力值的相关系数分别为:0.833、0.835、0.856,为利用机器视觉预测牛肉嫩度提供依据。因此,本研究还将进一步对影响嫩度的相关参数指标进行分析。

#### 参考文献:

- [1] 曹建民,田露,张越杰.我国牛肉消费及其对猪肉价格变化的反应研究[J].中国畜牧杂志,2012,48(12):12-15
- [2] 周光宏.畜产品加工学[M].北京:中国农业出版社,2002
- [3] 李超,徐为民,王道营,等.加热过程中肉嫩度变化的研究[J].食品科学,2009,30(11):262-265
- [4] 吴洪华,姜松.食品质地及其TPA测试[J].食品研究与开发,2005,26(5):128-131
- [5] 张馨木.质构仪测定冷鲜肉新鲜度方法的研究[D].长春:吉林大学,2012
- [6] F Ruiz de Huidobro, E Miguel, B Bla'zquez, et al. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat[J]. Meat Science,2005,69:527-536
- [7] 羿庆燕,董玉影,梁成云,等.不同等级延边黄牛肉成熟期间质构参数分析[J].食品科技,2013,38(07):155-159
- [8] 吴菊清,李春保,周光宏,等.宰后成熟过程中冷却牛肉、猪肉色泽和嫩度的变化[J].食品科学,2008,29(10):136-139
- [9] Kazuhiko Shiranita, Tsuneharu Miyajima, Ryuzo Takiyama. Determination of meat quality by texture analysis[J]. Pattern Recognition Letters,1998,19:1319-1324
- [10] Massimiliano Spaziani, Manuela Del Torre, Mara Lucia Stecchini. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles[J]. Meat Science,2009,81:77-85
- [11] Fiszman S M, Damasio M H. Instrumental measurement of adhesiveness in solid and semi-solid foods[J]. Journal of Texture Studies,2000,31:69-91
- [12] 孙彩玲,田纪春,张永祥.TPA质构分析模式在食品研究中的应用[J].实验科学与技术,2007,5(2):1-4
- [13] Mohammad Shafiur Rahman, Sohrab Aliakbar Al-Farsi. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content[J]. Journal Of Food Engineering,2005,66:505-511
- [14] W R Caine, J L Aalhus, D R Best, et al. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks[J]. Meat Science,2005,64:333-339
- [15] 丁武,魏益民,江胜龙.物性仪测定肉嫩度的研究[J].肉类工业,2003,(5):21-24
- [16] 刘丽,周光宏,王丽哲,等.宰后成熟时间对牛肉品质的影响[J].食品科学,2002,23(1):33-36
- [17] 湛启亮.牛肉嫩度预测技术研究[D].南京:南京农业大学,2012

## 重要声明

食品科技杂志社已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费随食品科技杂志当期的稿酬一并支付。作者如无特殊声明本刊视为同意本社上述声明,若有异议,请在投稿时以书面形式通知本刊。

《食品科技》杂志社