

排酸处理对沃金黑牛肉品质的影响

王蕾¹, 刘笑笑¹, 刘丽宅¹, 赵云辉¹, 张鑫¹, 秦立红¹, 宋桂莲²,
赵玉民^{1*}, 吴健^{1*}

(1. 吉林省农业科学院/吉林省肉用草食家畜生产技术国际联合研究中心/农业农村部肉牛遗传育种重点实验室, 长春 130033; 2. 公主岭市南崴子街道综合服务中心, 吉林 公主岭 136100)

摘要:为研究排酸处理对沃金黑牛肉品质的影响, 选择体重接近、健康无病、发育正常的沃金黑牛8头, 同一饲养管理, 饲养至30月龄进行屠宰, 宰后取同一背最长肌12~13肋处西冷部位, 试验分为未排酸组和排酸组(4℃排酸6d), 分别测定剪切力、肉色、加压失水率、离心失水率、蒸煮损失、滴水损失、熟肉率、pH值等食用品质参数, 水分、粗蛋白、肌内脂肪等营养品质参数以及黏合力、凝聚性、弹性、黏结性、黏性、咀嚼度、硬度等质构特性参数。结果表明, 食用品质: 未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样的pH值、加压失水率、离心损失、滴水损失、剪切力之间差异极显著($P<0.01$)。肉色L*值: 未排酸处理组、排酸处理24h组、排酸处理6d组差异极显著($P<0.01$)。肉色a*值: 未排酸处理组和排酸处理24h组差异不显著($P>0.05$), 与排酸处理6d组差异极显著($P<0.01$)。肉色b*值: 未排酸处理组和排酸处理24h组差异显著($P<0.05$), 未排酸处理组和排酸处理24h组分别与排酸处理6d组差异极显著($P<0.01$)。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样的熟肉率、蒸煮损失之间无显著差异($P>0.05$)。营养品质: 未排酸处理组肉样和排酸处理组肉样粗蛋白差异显著($P<0.05$)。未排酸处理组肉样和排酸处理组肉样的水分、肌内脂肪之间无显著差异($P>0.05$)。质构特性: 未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样黏合力、弹性差异极显著($P<0.01$)。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样凝聚性、黏结性、硬度差异显著($P<0.05$)。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样黏性、咀嚼度差异不显著($P>0.05$)。综上食用品质、营养品质以及质构特性分析得出, 低温排酸处理6d组的沃金黑牛肉品质整体上优于未排酸处理组。

关键词:排酸处理; 沃金黑牛; 牛肉品质

中图分类号: S823.9⁺2

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2024)06-0065-07

The Effect of Acid Discharge on Meat Quality of Woking Black Cattle

WANG Lei¹, LIU Xiaoxiao¹, LIU Lizhai¹, ZHAO Yunhui¹, ZHANG Xin¹, QIN Li hong¹, SONG Guilian², ZHAO Yumin^{1*}, WU Jian^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences/Jilin Provincial International Joint Research Center for Meat Herbivorous Livestock Production Technology/Key laboratory of Beef Cattle Genetics and Breeding, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Changchun 130033; 2. Gongzhuling Nanwaizi Neighbourhood Comprehensive Service Center, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: To study the effect of acid discharge on meat quality of Woking black cattle. 8 Woking black cattle of close weight, healthy, free from disease and normal development were selected to study, which fed to 30 months for slaughter in the same feeding condition. After slaughter, the same dorsal longest muscle was taken at 12-13 ribs in the sirloin area. The test was divided into no acid group and acid group (acid at 4°C for 6 d). The evaluating eating quality parameters such as shear force, meat color, pressing loss, centrifuging loss, cooking loss, drip loss, cooked meat rate, pH value, nutritional quality parameters such as moisture, crude protein, intramuscular fat, and textural characteristics parameters such as adhesion, cohesiveness, springiness, bonding, stickiness, chewiness, hardness etc. were measured separately. The results showed that: Evaluating eating quality, the differences between the pH value, pressing loss, centrifuging loss, drip loss, and shear force of the no acid group and acid group were highly significant ($P<$

收稿日期: 2024-01-02

基金项目: 吉林省科技发展计划重大科技专项(YDZJ202203CGZH049、YDZJ202203CGZH039); 现代农业产业技术体系项目(CARS-37)

作者简介: 王蕾(1982-), 女, 副研究员, 硕士, 主要从事畜产品品质评价研究。

通讯作者: 赵玉民, 男, 博士, 研究员, E-mail: zhaoym-02-12@vip.163.com

吴健, 男, 博士, 研究员, E-mail: wujian0303@126.com

0.01). The meat color L^* values were highly significant ($P<0.01$) among no acid group, acid 24 h group and acid 6 d group. The meat color a^* values, the differences between the no acid group and acid 24 h group were not significant ($P>0.05$), while the differences among no acid group, acid 24 h group and acid 6 d group were highly significant ($P<0.01$). The meat color b^* values were significantly ($P<0.05$) different between no acid group and acid 24 h group, while highly different ($P<0.01$) among no acid group and acid 24 h group and acid 6 d group, respectively. There was no significant difference on the cooked meat rate and cooking loss between the no acid group and acid group ($P>0.05$). Nutritional quality, there was a significant difference in crude protein between the non acid group and acid group ($P<0.05$). There was no significant difference between the moisture and intramuscular fat of no acid group and acid group ($P>0.05$). Textural characteristics, the differences in adhesion and springiness between the no acid group and acid group were highly significant ($P<0.01$). The differences in cohesiveness, bonding and hardness between no acid group and acid group were significant ($P<0.05$). The differences in stickiness and chewiness between the no acid group and acid group were not significant ($P>0.05$). The meat analysis of evaluating eating quality, nutritional quality and textural characteristics of Woking black beef showed that the overall quality of Woking black beef of acid group was better than no acid group.

Key words: Acid discharge Process; Woking black cattle; Beef quality

屠宰后的肌肉组织经过一系列生化反应可以转化为适宜食用的肉,这个过程包括肉的僵直、解僵和成熟等。排酸过程是一种后成熟工艺,也是提高牛肉品质的有效手段^[1]。排酸牛肉又称冷却排酸牛肉,在0~4℃下排酸可使牛肉经历较为充分的解僵和成熟过程,能有效抑制微生物的生长繁殖,不分泌毒素。通过自溶酶的作用,使部分肌浆蛋白分解为肽和氨基酸,使肉变得柔嫩多汁、肉质细嫩、滋味好,食用也更安全^[2-3]。排酸肉经过较为充分的解僵成熟过程后,可以使肉变得柔嫩多汁,具有良好的滋味和口感。

和牛是世界公认的高档牛肉品种,黑毛和牛是日本和牛主体牛种^[4],其肉鲜嫩多汁、肌肉脂肪中饱和脂肪酸含量很低,风味独特,富有强烈的大理石花纹,肉质富于弹性,得名“雪花牛肉”^[5]。沃金黑牛是采用“级进杂交+精准选择”方法,以黑毛和牛为父本,延边牛为母本培育而成,肉质接近黑毛和牛。目前对沃金黑牛的研究报道甚少。本试验对沃金黑牛未排酸处理与排酸处理的肉样进行食用品质、营养品质以及质构特性分析,探究该品种作为雪花型高品质肉牛新品种的可行性。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 试验动物

采集8头30月龄体重达700 kg左右的沃金黑牛公牛,饲养条件一致,屠宰前禁食禁水,由吉林省长春皓月清真肉业股份有限公司提供。屠宰及

排酸均在吉林省长春皓月清真肉业股份有限公司完成。

1.1.2 主要仪器设备

RH-1000型肉品系水力测定仪:广州润湖仪器有限公司;pH-STAR型pH计:Matthaus;CR 400型色差仪:柯尼卡美能达;Velocity 14 R型离心机:澳大利亚Dynamica;C-LM3B型嫩度仪:东北农业大学;ML 204 T电子天平:梅特勒-托利多集团;Kjeltec 8400全自动凯氏定氮仪:上海技越国际贸易有限公司;LLODY TA1质构分析仪:云谱仪器(上海)有限公司。

1.1.3 主要试剂

硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、硫酸钾(K_2SO_4)、硫酸(H_2SO_4)、硼酸(H_3BO_3)、甲基红指示剂($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$)、溴甲酚绿指示剂($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$)、亚甲基蓝指示剂($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)、氢氧化钠(NaOH)、95%乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)、无水乙醚($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$)。

1.2 试验方法

1.2.1 样品采集及排酸

按照吉林省长春皓月清真肉业股份有限公司屠宰流程进行屠宰。屠宰后采集左侧胴体背最长肌12~13肋处肉样1 kg,置于0~4℃实验箱运回实验室;其余胴体放入4℃排酸冷库中进行排酸处理,排酸6 d后进行分割,取胴体右侧同一部位,采用同一种方式运回实验室。

1.2.2 pH值测定

将pH计插入剥离的肉样中,深度应不小于1 cm,将电极头部完全包埋在肉样中,在不同部位测3次,取平均值。

1.2.3 肉色测定

肉色测定用样品表面应平整,测量时避开结缔组织、血瘀和脂肪。沿肌纤维垂直方向切取厚度不低于2 cm的肉块,将肉样平放在托盘上,新切面朝上。校正好仪器,将色差计的镜头垂直置于肉面上,镜口紧扣肉面(不能漏光),测定并记录肉样的亮度值(L*)、红度值(a*)、黄度值(b*),3次重复,取平均值。

1.2.4 熟肉率测定

取肌肉称重,待水沸腾后置于钢蒸屉上沸水蒸30 min,将蒸煮后肌肉取出后于0~4 °C冷却2 h,称重,计算熟肉率。

1.2.5 加压失水率测定

沿肌纤维垂直方向取1 cm厚、直径2.5 cm的圆形肉柱,称重,用双层纱布包裹,再用上下各18层定性滤纸包裹,在无限压缩仪上加压35 kg,并保持5 min。去掉纱布和滤纸后再次称重,测得加压失水率,3次重复,取平均值。

1.2.6 离心失水率测定

切取两块10 g左右的肉块放在天平上称重,称重后用定性滤纸将肉样包裹好,放入50 mL的离心管(内有脱脂棉),4 °C,9 000 r/min,离心10 min,取出称重。

1.2.7 滴水损失测定

沿肌纤维方向将肉切成2.0 cm×3.0 cm×5.0 cm的肉条,将切好的肉样称重,置于充气塑料袋中。用细铁丝钩钩住肉样一端,保持肉样垂直向下,不接触食品袋,扎紧袋口悬吊于冰箱冷藏层,保存24 h。取出肉样用洁净滤纸轻轻拭去肉样表层汁液后称重,计算滴水损失,3次重复,取平均值。

1.2.8 蒸煮损失测定

沿与肌肉自然走向垂直的方向切取2.54 cm厚的肉块,去除样品表面的结缔组织、脂肪和筋膜,使表面平整。将肉块装在塑料蒸煮袋中放入80 °C水浴中,使肉块完全浸没在水中,袋口不得浸入水中,当肉块中心温度达到70 °C时取出肉样袋。将肉样袋放入4 °C冰箱中过夜(约12 h)后,肉块蒸煮前后的重量损失占其原重量的百分比即为蒸煮损失,3次重复,取平均值。

1.2.9 剪切力测定

测定完蒸煮损失的肉样,用直径1.27 cm的圆形取样器沿肌纤维平行的方向钻切肉样,孔样长度不少于2.5 cm,取样位置应距离样品边缘不少于5 mm,两个取样边缘间距不少于5 mm,测定样品数量不少于3个,沿肌纤维垂直方向剪切肉

柱,记录剪切力值,取其平均值。

1.2.10 营养品质测定

水分:参照GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》采用直接干燥法测定;蛋白质:按照GB/T 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》采用凯氏定氮法测定;肌肉脂肪:参照GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》采用索氏抽提法测定。

1.2.11 质构特性测定

测试部位选择表面相对平整、质构相对均匀的肉块,切割成80 mm×80 mm×10 mm的规格,被测试的表面积为80 mm×80 mm。采用FG/SCY2探头,每个条件平行测定6个点,去掉最大值与最小值,求得平均值。

测试条件为:负载5 gf,测前速度2.0 mm/s;测中速度1.0 mm/s;测后速度1.0 mm/s;两次下压间隔时间5 s;压缩比50%。

1.3 数据处理

采用SPSS 17.0对检测数据进行统计分析,同时进行方差分析,用“平均值±标准差”来表示,以LSD法评价差异显著性。

2 结果与分析

2.1 沃金黑牛肉排酸前后pH值的变化

屠宰后不同时间沃金黑牛肉pH值的变化见表1。屠宰45 min到24 h,pH值变化较大。未排酸处理组(45 min)肉样pH值与排酸24 h组、排酸6 d组pH值差异极显著($P<0.01$)。

表1 沃金黑牛肉排酸前后pH值的比较

项目	未排酸组(45 min)	排酸组(24 h)	排酸组(6 d)
pH值	6.42±0.19A	5.67±0.19B	5.54±0.08B

注:同行小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$),相同字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$),下同

2.2 沃金黑牛肉排酸前后肉色的变化

表2为沃金黑牛肉排酸前后肉色的比较。肉色L*值,未排酸处理组和排酸处理24 h组、排酸6 d组差异极显著($P<0.01$)。肉色a*值,未排酸处理组和排酸处理24 h组差异不显著($P>0.05$),未排酸处理组和排酸处理24 h组分别与排酸处理6 d组差异极显著($P<0.01$)。肉色b*值,未排酸处理组和排酸处理24 h组差异显著($P<0.05$),未排酸处理组和排酸处理24 h组分别与排酸处理6 d组差异极显著($P<0.01$)。

表2 沃金黑牛肉排酸前后肉色的比较

项目	未排酸组(45 min)	排酸组(24 h)	排酸组(6 d)
L*值	34.53±2.09A	41.20±3.28B	45.69±2.54C
a*值	16.17±1.14A	16.74±3.14A	18.99±0.69B
b*值	5.62±0.28Aa	7.34±2.10Ab	9.64±1.09B

2.3 沃金黑牛肉排酸前后保水性变化

未排酸处理组和排酸处理组沃金黑牛肉保水性测定结果见表3。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样的熟肉率、蒸煮损失之间无显著差异($P>0.05$)。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样的加压失水率、离心损失、滴水损失之间差异极显著($P<0.01$)。

表3 沃金黑牛肉排酸前后保水性的比较 %

项目	未排酸组	排酸组
熟肉率	68.32±4.63	69.33±6.77
加压失水率	18.95±5.11A	25.96±2.72B
离心损失	10.85±3.99A	22.75±2.28B
滴水损失	0.54±0.12A	0.36±0.12B
蒸煮损失	11.82±3.05	13.18±2.87

2.4 沃金黑牛肉排酸前后剪切力变化

未排酸处理组和排酸处理组沃金黑牛肉剪切力测定结果见表4。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样的剪切力差异极显著($P<0.01$)。

表4 沃金黑牛肉排酸前后剪切力的比较

项目	未排酸组	排酸组
剪切力/N	37.48±13.18A	19.85±5.38B

2.5 沃金黑牛肉排酸前后营养品质的变化

未排酸处理组和排酸处理组沃金黑牛肉营养品质测定结果见表5。未排酸处理组肉样和排酸处理组肉样粗蛋白差异显著($P<0.05$)，未排酸处理组肉样和排酸处理组肉样的水分、肌肉脂肪差

异不显著($P>0.05$)。

表5 沃金黑牛肉排酸前后营养品质的比较 %

项目	未排酸组	排酸组
水分	51.84±4.13	48.18±6.80
粗蛋白	17.96±0.59b	18.97±0.82a
肌肉脂肪	25.33±3.89	26.12±5.57

2.6 沃金黑牛肉排酸前后质构特性的变化

未排酸处理组和排酸处理组沃金黑牛肉质构特性测定结果见表6。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样黏合力、弹性差异极显著($P<0.01$)。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样凝聚性、黏结性、硬度差异显著($P<0.05$)。未排酸处理组肉样与排酸处理组肉样黏性、咀嚼度差异不显著($P>0.05$)。

表6 沃金黑牛肉排酸前后质构特性的比较

项目	未排酸组	排酸组
黏合力/N	0.25±0.11A	0.41±0.10B
凝聚性	0.48±0.07a	0.40±0.06b
弹性	0.64±0.03A	0.56±0.01B
黏结性/N	-0.26±0.12a	-0.42±0.11b
黏性/N	28.56±20.19	18.26±8.35
咀嚼度/N	18.43±12.92	10.25±4.65
硬度/N	12.56±6.65a	6.82±2.32b

排酸前嫩度与质构指标的相关性分析结果见表7。在排酸前嫩度与肉质质构的7个指标相关性不显著($P<0.05$)，与咀嚼度、硬度、凝聚性、黏合力和黏性呈正相关；与弹性和黏结性呈负相关。黏合力与黏性、咀嚼度、硬度呈极显著正相关关系，相关系数为0.964、0.949、0.877；黏合力与凝聚性呈显著负相关关系，相关系数为-0.822；黏合力与黏结性呈极显著负相关关系，相关系数为-0.998。凝聚性与黏结性呈显著正相关关系，相关系数为0.832；与黏性呈显著负相关关系，相

表7 排酸前嫩度与质构指标的相关性分析

项目	嫩度	黏合力	凝聚性	弹性	黏结性	黏性	咀嚼度	硬度
嫩度	1							
黏合力	0.255	1						
凝聚性	0.086	-0.822*	1					
弹性	-0.118	-0.118	0.463	1				
黏结性	-0.260	-0.998**	0.832*	0.169	1			
黏性	0.213	0.964**	-0.720*	0.092	-0.945**	1		
咀嚼度	0.204	0.949**	-0.687	0.153	-0.927**	0.998**	1	
硬度	0.216	0.877**	-0.544	0.302	-0.848**	0.960**	0.973**	1

注： $P>0.05$ 表示无相关性；“*”表示显著相关($P<0.05$)；“**”表示极显著相关($P<0.01$)，下同

关系数为-0.720;与弹性呈不显著正相关关系,与咀嚼度、硬度呈不显著负相关关系。弹性与其他指标都呈不显著正相关关系。黏结性与黏性、咀嚼度、硬度呈极显著负相关关系,相关系数为-0.945、-0.927、-0.848。黏性与咀嚼度、硬度都呈极显著正相关关系,相关系数为0.998、0.960。咀嚼度与硬度呈极显著正相关关系,相关系数为0.973。

排酸后嫩度与质构指标的相关性分析结果见表8。在排酸后嫩度与肉质质构的7个指标相关性不显著($P<0.05$),与凝聚性、弹性、黏结性呈正相关关系;与黏合力、黏性、咀嚼度、硬度呈负相关关系。黏合力与弹性、黏性、咀嚼度、硬度呈不

显著正相关关系,相关系数为0.054、0.662、0.668、0.701;黏合力与凝聚性呈显著负相关关系,相关系数为-0.806;黏合力与黏结性呈极显著负相关关系,相关系数为-0.985。凝聚性与黏结性呈极显著正相关关系,相关系数为0.850;与黏性、咀嚼度、硬度呈极显著的负相关关系,相关系数为-0.910、-0.920、-0.876;与弹性呈不显著负相关关系。弹性与其他指标都呈不显著相关性关系。黏结性与黏性、咀嚼度、硬度呈显著负相关关系,相关系数为-0.744、-0.747、-0.774。黏性与咀嚼度、硬度都呈极显著正相关关系,相关系数为0.999、0.988。咀嚼度与硬度呈极显著正相关关系,相关系数为0.984。

表8 排酸后嫩度与质构指标的相关性分析

项目	嫩度	黏合力	凝聚性	弹性	黏结性	黏性	咀嚼度	硬度
嫩度	1							
黏合力	-0.651	1						
凝聚性	0.390	-0.806*	1					
弹性	0.100	0.054	-0.233	1				
黏结性	0.592	-0.985**	0.850**	0.007	1			
黏性	-0.195	0.662	-0.910**	-0.051	-0.744*	1		
咀嚼度	-0.198	0.668	-0.920**	-0.012	-0.747*	0.999**	1	
硬度	-0.209	0.701	-0.876**	-0.139	-0.774*	0.988**	0.984**	1

3 讨 论

pH值是衡量肉品质好坏的一个重要指标,pH值变化速度与程度是改变肉品质的主要因素。正常屠宰后呈中性或者偏弱碱性,随后肌肉产生乳酸,导致pH值逐渐下降,达到一定程度趋于稳定,不再变化^[6]。排酸过程就是pH值下降,抑制微生物生长,同时在酶的作用下,肌肉中肌浆蛋白被分解,分解成多肽和氨基酸,增加风味,可以使口感得到改善。pH值还与肌肉颜色密切相关,pH值高,肌肉持水性强,提高肌肉表面的吸光能力,从而肉色深。本试验中,屠宰45 min未排酸处理时,pH值为6.42,24 h内下降迅速,下降到5.67,24 h后下降缓慢,排酸处理6 d后pH值下降至5.54,最后趋于稳定。未排酸处理时肉色L*值为34.53,排酸处理6 d后肉色值上升至45.69,肉色变亮。

肉色是衡量肉品质的重要指标之一,直接影响消费者的购买欲望,因此肉色可以用来衡量牛肉的经济价值。肉色主要取决于肌红蛋白和血红蛋白,血红蛋白主要存在于血液中,屠宰时随

血液流失,而肌红蛋白是肌浆内的球状血红素蛋白质,存在于放血的胴体中,为主要呈色物质,因此,肌红蛋白决定肉的颜色。肌红蛋白的3种化学存在形式(L*、a*和b*)是反映肉的颜色。L*为亮度值,值越大亮度越大。随着排酸时间的持续,肉牛肌肉L*测定值都在一定时间内增大。a*为红度值,其值由负到正变化,表示肉色由绿色逐渐变为红色。b*为黄度值,其值由负变到正,表示肉色由蓝色逐渐变为黄色。本试验排酸前后沃金黑牛肉的肉色之间差异极显著($P<0.01$),排酸处理后牛肉L*、a*、b*值与排酸前相比均上升,且均大于0。

熟肉率和蒸煮损失也是评价肉品质的重要指标,与肉的多汁性和系水力密切相关。试验表明,排酸前后沃金黑牛肉的熟肉率、蒸煮损失之间无显著差异($P>0.05$),但数值上未排酸牛肉的熟肉率、蒸煮损失值更小。因此,排酸过程使沃金黑牛肉的水分流失较少。

加压失水率、离心损失、滴水损失是反映肌肉含水量的重要指标,随着排酸时间的增加,肌肉持水能力逐渐降低,可能是由于肌纤维微观结构

变化,保水能力下降引起的。本试验结果表明,排酸前后沃金黑牛的加压失水率和离心损失差异极显著($P<0.01$),排酸后加压失水率和离心损失值都变大,均在正常范围内。排酸前后沃金黑牛肉的滴水损失值差异极显著($P<0.01$),排酸后滴水损失值变小,与许兰娇等^[7]的研究结果一致。

剪切力是体现肉嫩度的指标,其值越低,表示肉越嫩,品质越高^[8]。研究显示,排酸能够显著改善牛肉的嫩度,且随排酸时间的延长,水分逐渐减少,肌内脂肪增加,减少肌纤维的数量,从而提高肉的嫩度^[9-12]。本试验排酸前剪切力值为37.48 N,排酸后剪切力值为19.85 N,都是较好嫩度的牛肉,且排酸后剪切力值变小,嫩度改善程度明显^[13]。对牛肉食用品质适用性评价的研究显示,牛排和涮牛肉嫩度适宜的剪切力值为4.39 kg,高于5.23 kg以上口感变韧^[14]。在对红安格斯×中国草原红牛杂交一代效果研究显示,剪切力48.82 N,嫩度达到1级^[15]。本试验采集沃金黑牛背最长肌12~13肋骨肉样,即西冷牛排部位,试验结果显示排酸前后嫩度值较小,是很好的牛排原料。

牛肉中的营养成分主要组成是水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分等。牛肉的蛋白质含量因牛的品种、产地、饲养方式等不同而略有不同,一般都在20%以上,比猪肉和羊肉高,本试验中沃金黑牛肉不论排酸处理前还是排酸处理后蛋白质含量却在20%以下。肌内脂肪不论排酸前还是排酸后含量却在20%以上,高于其他牛种,这是遗传黑毛和牛的特性,高肌内脂肪含量提高了沃金黑牛肉的风味。因为牛肉中脂肪含量可以影响肉的风味,并且肌内脂肪对于肌肉的纹理和保水性还具有明显的改善作用^[16-17]。研究表明,夏和杂一代牛的脂肪含量比纯种夏南牛高,由于杂一代牛受到了和牛遗传特性的影响,改良了夏南牛牛肉品质,提高了夏和杂一代牛的脂肪含量^[18]。

质构特性是反映肉质品质特性的测定方法之一,质构特性包括硬度、弹性、凝聚性、咀嚼度和黏合力等,是食品极其重要的品质特性,其能够更全面反映牛肉的质地特性^[19-20]。硬度是肉质保持形状的内部结合力的质地特性;弹性更是表示肉品在外力作用下发生形变与恢复原来状态的能力;牛肉的硬度、弹性和咀嚼度都是衡量其适口性的指标,其中硬度和咀嚼度值越低,牛肉嫩度越好,品质越高。凝聚性是反映肌肉结合紧密程度。瑞士褐牛在屠宰后成熟前6 d质构特性的变化中表明,随着成熟时间的延长,牛肉的硬度、

弹性、咀嚼性不断降低^[21],本试验结果与之一致。梁山黄牛排酸第5~7天,硬度下降幅度较大,下降趋势较明显^[22],可能是由于后期凉山黄牛肉内部结构组织被破坏,僵直解除,肌肉变软使硬度值下降^[23-24]。本试验结果表明,排酸前后沃金黑牛肉的黏性、咀嚼度无显著差异,排酸后沃金黑牛肉的黏合力极显著高于排酸前,排酸后弹性极显著低于排酸前,排酸后凝聚性、黏结性、硬度显著低于排酸前。因此,排酸后牛肉的肉质更软、更有弹性、嫩度更好,更易咀嚼。随着排酸的进行,牛肉经过解僵与成熟,肌肉中蛋白质分子之间的相互作用力被破坏,导致肌肉的内部结构发生变化,使得弹性、凝聚性、硬度等明显降低。

研究表明,剪切力与硬度之间相关性显著,相关系数为0.975^[25]。肉的嫩度与硬度、咀嚼度等相关^[26],肉的黏结性、凝聚性、弹性均影响肉的质构性状。硬度与胶着性、胶着性与咀嚼度高度相关,相关系数分别为0.90和0.91^[27]。本试验结果表明,排酸前嫩度与咀嚼度、硬度、凝聚性、黏合力和黏性呈正相关;与弹性和黏结性呈负相关。排酸后嫩度与凝聚性、弹性、黏结性呈正相关;与黏合力、黏性、咀嚼度、硬度呈负相关。因此,要综合评价肉的品质性状还有待于进行更深入的分析。

4 结 论

本研究通过对沃金黑牛肉低温排酸处理6 d后其食用品质、营养品质以及质构特性进行分析得出,低温排酸处理后沃金黑牛肉品质整体上优于排酸处理前,食用品质的肉色和嫩度2个指标最突出,牛肉色泽、pH值正常,熟肉率提高,具有加工性能好、加工损失低等特点;营养品质方面,蛋白质含量和肌内脂肪含量均有提高,营养价值较高;质构特性中咀嚼度低于排酸处理前,硬度显著低于排酸处理前,口感更好。可见,排酸处理6 d后,沃金黑牛肉的品质更优,具有较高的开发价值,经过杂交改良,其肉质品质明显改善,为生产高品质牛肉及优质特色牛肉产品加工提供参考依据。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 张成龙,李锐,樊永亮.不同品种及排酸成熟时间对南方黄牛嫩度的影响[J].中国牛业科学,2015,41(4):21-23.

- [3] 刘腾.分割牛肉冷却成熟及贮藏对其品质的影响研究[D].福州:福建农林大学,2016.
- [4] Lunt D K,Riley R P,Smith S B.Growth and carcass characteristics of Angus and American Wagyu steers[J]. Meat Science, 1993, 34(3): 327-334.
- [5] 刘沂霖.澳洲和牛与延边黄牛杂交 F_1 代、 F_2 代生长性能与肉品质的比较[D].长春:吉林大学,2021.
- [6] 朱学伸.动物宰后肌肉成熟期间乳酸含量与pH的变化[D].南京:南京农业大学,2007.
- [7] 许兰娇,江浩筠,瞿明仁,等.排酸处理对锦江牛牛肉品质的影响研究[J].江西农业大学学报,2018,40(2):345-349.
- [8] 史新平,陈燕,徐玲,等.肉用西门塔尔牛与和牛杂交群体的肉品质分析[J].中国畜牧兽医,2018,45(4):953-960.
- [9] 王恒鹏,王引兰,吴鹏,等.排酸牛肉的品质变化规律及其烹煮时机的优选[J].食品与发酵工业,2020,46(1):222-228.
- [10] 王喆,李天平,刁开兴,等.成熟过程中牛肉肉质变化规律研究[J].中国牛业科学,2017,43(5):18-20.
- [11] Braghieri A,Cifuni G F,Girolami A,et al.Chemical,physical and sensory properties of meat from pure and crossbred Podolian bulls at different ageing times[J]. Meat Science, 2004, 69(4): 681-689.
- [12] Mangrum K S,Tuttle G,Duckeett S K,et al.The effect of supplementing rumen undegradable unsaturated fatty acids on marbling in early-weaned steers[J].Journal Animal Science, 2016, 94(2): 833-844.
- [13] 闫向民,谢鹏贵,崔繁荣,等.排酸成熟时间对不同品种牛肉肉质影响的研究[J].畜牧与兽医,2018,50(12):21-24.
- [14] 毛衍伟.牛肉食用品质保证关键控制点研究[D].泰安:山东农业大学,2008.
- [15] 吴健,于永生,秦立红,等.红安格斯×中国草原红牛杂交一代效果研究[J].东北农业科学,2021,46(5):63-66,116.
- [16] 邵静,冯健,尹宝珍,等.延边黄牛阉牛和母牛肉质性状比较分析[J].东北农业科学,2019,44(5):61-64,102.
- [17] Lavieri N,Williams S K.Effects of packaging systems and fat Concentrations on microbiology,sensory and physical properties of ground beef stored at $(4\pm 1)^{\circ}\text{C}$ for 25 days[J].Meat Science, 2014,97(4):534-541.
- [18] 柏峻,梁欢,赵向辉,等.夏南牛与夏和杂一代(F_1)牛肉品质比较研究[J].江西农业大学学报,2017,39(2):366-370.
- [19] Chen L, Opara L U. Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods—A review[J]. Journal of Food Engineering, 2013, 119(3): 497-507.
- [20] 郝红涛,赵改名,柳艳霞,等.肉类制品的质构特性及其研究进展[J].食品与机械,2009,25(3):125-128.
- [21] Ruiz de Huidobro F, Miguel E, Onega E, et al.Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days postmortem[J]. Meat Science, 2003, 65(4): 1439-1446.
- [22] 舒一梅,郑翔,达小梅,等.不同排酸时间对凉山黄牛牛肉品质的影响[J].食品工业科技,2022,43(1):344-350.
- [23] 孙天利.冰温保鲜技术对牛肉品质的影响研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2013.
- [24] 张丽,王莉,周玉春,等.适宜宰后成熟时间提高牦牛肉品质[J].农业工程学报,2014,30(15):325-331.
- [25] 金颖,董玉影,李官浩,等.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[J].食品科技,2015,40(3):132-135.
- [26] 王亮,张宝善,李林强,等.猪牛羊肌肉组织质构特性差异比较及肌纤维分析[J].中国牛业科学,2016,42(3):34-38.
- [27] 李莹,张伟敏,黄海珠,等.三种猪肉质构特性比较研究[J].食品研究与开发,2018,39(10):22-27.

(责任编辑:王 昱)