

# 哈萨克风干牛肉加工过程中理化及感官品质的变化规律

沙坤<sup>1,2</sup>, 党欣<sup>2</sup>, 李海鹏<sup>2</sup>, 张杨<sup>3</sup>, 郎玉苗<sup>2</sup>, 雷元华<sup>2</sup>, 孙宝忠<sup>2,\*</sup>

(1. 中国农业大学烟台研究院, 山东 烟台 264670; 2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;  
3. 新疆维吾尔自治区畜牧科学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 研究哈萨克风干牛肉加工过程中理化及感官品质的变化规律。结果表明: 在哈萨克风干牛肉加工过程中, 肉样的水分含量从74.05 g/100 g下降到58.72 g/100 g ( $P < 0.05$ ),  $a_w$ 值从0.97下降到0.94 ( $P < 0.05$ ), 而蛋白质含量从20.28 g/100 g增加到32.69 g/100 g ( $P < 0.05$ ); 脂肪含量从1.96 g/100 g增加到3.95 g/100 g ( $P < 0.05$ )。加工过程同样显著影响了亮度 ( $L^*$ )、红度 ( $a^*$ )、黄度 ( $b^*$ ) 值及硫代巴比妥酸反应活性物质值 ( $P < 0.05$ )。而pH值在加工过程中没有发生显著变化 ( $P > 0.05$ )。加工引起了原料牛肉外观特征的改变, 最终形成的哈萨克风干牛肉表面干硬、呈褐色, 具有该产品独特的气味。

**关键词:** 哈萨克风干牛肉; 理化性质; 感官品质

## Changes in the Physicochemical and Sensory Quality of Kazakh Dry-Cured Beef during Processing

SHA Kun<sup>1,2</sup>, DANG Xin<sup>2</sup>, LI Haipeng<sup>2</sup>, ZHANG Yang<sup>3</sup>, LANG Yumiao<sup>2</sup>, LEI Yuanhua<sup>2</sup>, SUN Baozhong<sup>2,\*</sup>

(1. Yantai Research Institute of China Agricultural University, Yantai 264670, China;  
2. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;  
3. Animal Science Academy of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Ürümqi 830000, China)

**Abstract:** Kazakh dry-cured beef is a traditional meat product with nomadic characteristics. In this study, changes in the physicochemical properties and sensory quality of Kazakh dry-cured beef were investigated during its processing. The moisture content decreased ( $P < 0.05$ ) from 74.05 to 58.72 g/100 g during processing, the protein content increased ( $P < 0.05$ ) from 20.28 to 32.69 g/100 g, and the fat content increased ( $P < 0.05$ ) from 1.96 to 3.95 g/100 g. The manufacturing process affected lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ), yellowness ( $b^*$ ), and 2-thiobarbituric acid reactive substance (TBARs) values ( $P < 0.05$ ). The pH did not change significantly ( $P > 0.05$ ) during processing. Processing changed the appearance characteristics of raw beef. The final product had a dry hard surface, showing a brown color and unique flavor. This research will provide a theoretical basis and a useful reference for commercialization of the traditional process of Kazakh dry-cured beef production.

**Key words:** Kazakh dry-cured beef; physicochemical properties; sensory quality

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2015) 09-0016-04

doi: 10.15922/j.cnki.rlyj.2015.09.004

哈萨克风干牛肉是新疆地区的特色民族食品, 它是利用新疆地区低温低湿的特殊自然气候条件, 将牛肉进行切条、抹盐、风干后形成的一种传统肉制品。每到秋季, 是草原上牲畜最肥壮的时期, 牧民们便开始大量制作风干牛肉。传统的哈萨克风干牛肉都是在自然条件下制作的, 没有固定的制作周期, 制作完成的时间要取决于肉块的大小和风干时的气候条件(温度、湿度及空气

的流通)。与国外一些生食的干腌牛肉不同<sup>[1-3]</sup>, 哈萨克风干牛肉通常要经过煮或炸等烹调后食用, 产品具有独特的香气和耐嚼的质地, 倍受人们的青睐, 目前它已成为新疆特色的旅游食品, 逐渐被外界认可和喜爱。

当前, 哈萨克风干牛肉主要以牧民手工制作及一些小企业生产为主, 产品质量很不稳定, 市场流通量小, 不能满足消费者的饮食需求, 提升其工业化生产程度已

收稿日期: 2015-04-11

基金项目: 国家自然科学基金地区基金项目(31460403); “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD47B00)

作者简介: 沙坤(1978—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为畜产品加工与安全。E-mail: kun.sha@163.com

\*通信作者: 孙宝忠(1964—), 男, 研究员, 博士, 研究方向为畜产品加工与质量安全。E-mail: baozhongsun@163.com

成为当地食品工业发展的迫切需求。而与哈萨克风干牛肉相关的研究还鲜有报道,本实验对哈萨克风干牛肉传统工艺加工过程中品质形成规律进行研究,将为其现代化工艺改造提供理论依据和有益参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

原料牛肉购买于新疆阿勒泰地区巴里巴盖食品厂,取自6头新疆褐牛(2~3岁)左侧的背最长肌。

硫代巴比妥酸、三氯乙酸、氯仿 北京化工厂;乙二胺四乙酸、1,1,3,3-四乙氧基丙烷(1,1,3,3-tetraethoxy propane, TEP)标准液、二甲苯 上海国药集团化学试剂有限公司;食盐(食品级)。

### 1.2 仪器与设备

XS105型电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;KDY-9820凯氏定氮仪 北京市通润源机电技术有限责任公司;Soxtec-2050全自动索氏抽提系统 丹麦Foss公司;IQ 160型pH计 美国Spectrum Technologies公司;Hygro Palm AW1型便携式快速水活性仪 北京罗杰卓越科技有限公司;CR-400型色差仪 日本美能达公司;HH-4数显恒温水浴锅 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司;Tu-1901双光束紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司;TA.XT.plus型质构仪 英国Stable Micro Systems公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 哈萨克风干牛肉的制作

风干牛肉的加工采用传统制作工艺:原料肉→修整分割→腌制→风干→成品

工艺要点:1)原料肉:牛屠宰后,胴体在0~4℃冷却24 h,之后取每头牛左侧胴体的背最长肌肉。2)修整分割:首先用刀修去每条背最长肌肉表面的筋膜及多余的脂肪,然后沿顺肌纤维方向分割成小条,肉条宽度约5 cm,厚度约3 cm,长度约15~20 cm。3)腌制:将修割好的肉条置于密闭容器里,按原料肉质量的2%加入食盐,将食盐搅拌均匀直至溶解,在0~4℃条件下腌制2 d。4)风干:将腌制后的肉条用钩子吊挂在通风的清洁房间里进行自然风干,风干时温度为3~6℃,相对湿度为45%~55%,风干时间为6 d。

#### 1.3.2 样品采集

风干6 d后的产品即为成品风干牛肉,分别选取原料肉、腌制2 d、风干2 d、风干4 d和风干6 d,在此5个工艺点采集样品,每个取样点选取6个样品,真空包装后在-18℃冷冻贮藏,用于后续的分析。

#### 1.3.3 哈萨克风干牛肉理化指标的测定

##### 1.3.3.1 失重率的计算

$$\text{失重率}/\% = \frac{\text{失重前样品质量} - \text{失重后样品质量}}{\text{失重前样品质量}} \times 100$$

##### 1.3.3.2 成分含量测定

水分含量按照GB/T 9695.15—2008《肉与肉制品水分含量测定》蒸馏法<sup>[4]</sup>测定;蛋白质含量按照GB/T 9695.11—2008《肉与肉制品氮含量测定》<sup>[5]</sup>方法测定;脂肪含量按照GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品总脂肪含量测定》<sup>[6]</sup>方法测定;以上实验每个样品平行测定2次。pH值按照GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品pH测定》<sup>[7]</sup>方法测定;将待测样品于0~4℃冰箱解冻,放至室温,将pH值标准液校正过的pH测定仪插入肉制品内部测定pH值,每个肉样重复测量3次,取平均值。

##### 1.3.3.3 $a_w$ 测定

按照GB/T 23490—2008《食品水分活度的测定》<sup>[8]</sup>水分活度仪扩散法测定,每个样品平行测定3次。

##### 1.3.3.4 肉色测定

肉色采用CIEL\*a\*b\*色彩系统表示,使用色差计测定样品的亮度( $L^*$ )、红度( $a^*$ )和黄度( $b^*$ )值。测定时新切厚度2 cm的肉块,并在空气中氧合30 min。将色差仪进行预热、校正后,对氧化后的肉样表面进行测定,每个样品平行测定3次,记录样品的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值,结果取平均值。

##### 1.3.3.5 硫代巴比妥酸反应活性物质(thiobarbituric acid reaction substances, TBARs)值测定

肉样的脂肪氧化程度通过测定TBARs值方法进行评价,测定方法参照文献[9],测定结果以1 kg干基中丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量计。

##### 1.3.4 质地特性的测定

将待测样品于0~4℃冰箱解冻,然后在沸水中煮制40 min,取出后冷却到室温(22℃左右),切3~4个1 cm×1 cm×1 cm的正方体用于质地的测定。

质地的测定采用质构剖面分析(texture profile analysis, TPA)模式,使用P50型圆柱形探头,压缩程度为75%,测试前速率2 mm/s,测试速率1 mm/s,测试后速率2 mm/s,引发力5 g,停留时间2 s。

##### 1.3.5 感官品质的测定

###### 1.3.5.1 外观特征观察

在风干牛肉的加工过程中,观察并记录风干牛肉的外观特征,分别从颜色、质地和气味等方面进行感官品质描述。

###### 1.3.5.2 感官特性评价

肉样的感官特性评价由12名品评人员完成,由具有肉品品评经验的肉品研究专业的教师和研究生组成。品评人员按照参考文献[10-11]中的方法进行挑选和培训,对感官特性,包括外观、气味、口感、滋味和总体可接受性进行喜好性评价。评价按9分制进行:1分为极令人讨厌的;2分为很令人讨厌的;3分为令人讨厌的;4分为有点令人讨厌的;5分为一般;6分为有点

令人喜欢的；7分为令人喜欢的；8分为很令人喜欢的；9分为极令人喜欢的。被评价的样品预先在沸水中煮制40 min，然后冷却到室温（22℃左右），切成1 cm×1 cm×1 cm肉块用于感官评价。品评实验在标准感官实验室进行，分6次会议完成，每次会议每个品评人员评价5个样品。评价时肉样被放置在白色餐盘中，由随机的3位数字编码后呈送给品评人员。在评价过程中提供纯净水给品评人员，用于消除样品之间的影响。

#### 1.4 数据统计

数据统计使用SPSS 19.0软件完成，单因素方差分析和多重比较方法用于平均值间的比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 哈萨克风干牛肉加工过程中理化特性变化

表1 哈萨克风干牛肉加工过程中理化特性的变化

Table 1 Changes in the physicochemical properties of Kazakh dry-cured beef during processing

指标	原料肉	腌制2 d	风干2 d	风干4 d	风干6 d
失重率/%	0.00±0.00 <sup>d</sup>	1.50±0.54 <sup>d</sup>	16.37±1.91 <sup>e</sup>	27.94±2.39 <sup>b</sup>	32.77±3.29 <sup>a</sup>
蛋白质含量/(g/100 g)	20.28±1.31 <sup>d</sup>	20.23±1.86 <sup>d</sup>	23.44±1.93 <sup>e</sup>	29.43±1.03 <sup>b</sup>	32.69±1.71 <sup>a</sup>
水分含量/(g/100 g)	74.05±0.97 <sup>a</sup>	72.23±1.17 <sup>a</sup>	68.11±1.24 <sup>b</sup>	63.78±4.37 <sup>c</sup>	58.72±0.88 <sup>d</sup>
脂肪含量/(g/100 g)	1.96±0.18 <sup>b</sup>	2.44±0.37 <sup>ab</sup>	2.76±0.87 <sup>a</sup>	2.96±0.93 <sup>a</sup>	3.95±1.84 <sup>a</sup>
TBARs/(mg/kg)	4.03±0.84 <sup>c</sup>	16.01±4.00 <sup>d</sup>	24.96±4.69 <sup>d</sup>	27.12±7.33 <sup>d</sup>	30.80±6.01 <sup>d</sup>
<i>L</i> *	36.19±3.42 <sup>d</sup>	31.30±1.01 <sup>b</sup>	31.89±2.20 <sup>b</sup>	32.54±0.94 <sup>b</sup>	33.02±1.66 <sup>b</sup>
<i>a</i> *	19.75±2.15 <sup>d</sup>	15.77±3.74 <sup>ab</sup>	15.60±3.97 <sup>ab</sup>	12.96±6.02 <sup>b</sup>	10.88±3.90 <sup>b</sup>
<i>b</i> *	11.49±2.57 <sup>a</sup>	8.98±1.86 <sup>ab</sup>	8.03±1.25 <sup>ab</sup>	6.46±3.05 <sup>b</sup>	8.36±1.52 <sup>a</sup>
pH	5.46±0.11 <sup>a</sup>	5.62±0.33 <sup>a</sup>	5.61±0.18 <sup>a</sup>	5.58±0.11 <sup>a</sup>	5.63±0.13 <sup>a</sup>
<i>a</i> <sub>w</sub>	0.98±0.00 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>b</sup>	0.96±0.02 <sup>bc</sup>	0.95±0.02 <sup>bc</sup>	0.94±0.01 <sup>c</sup>

注：同行字母不同，表示差异显著（ $P<0.05$ ）。下同。

由表1可知，哈萨克风干牛肉加工过程中肉块的失重率逐渐地增加（ $P<0.05$ ），这主要由腌制和风干过程中汁液（主要是水分）损失引起的，加工结束时肉块的失重率达到了32.77%。水分的损失同样导致了水分含量和水分活度的下降。在加工过程中，肉块的水分含量从最初的74.05 g/100 g下降到58.72 g/100 g（ $P<0.05$ ）。 $a_w$ 值从原料肉的0.98下降到了0.94（ $P<0.05$ ），这使得肉的贮存性能得到增强，但是该水分活度条件下只能抑制大多数细菌的增长，仍有滋生一些致病微生物如单增李斯特菌、金黄色葡萄球菌等的风险。因此，为提高该产品的食用安全性，仍需要采用低温贮存、合适的包装方式及添加防腐剂等栅栏措施。

随着加工过程中水分的逐渐损失，肉样的蛋白质含量和脂肪含量均呈现逐渐增加的趋势，蛋白质含量从最初的20.28 g/100 g增加到32.69 g/100 g（ $P<0.05$ ），脂肪含量从最初的1.96 g/100 g增加到3.95 g/100 g（ $P<0.05$ ），成品风干牛肉呈现高蛋白、低脂肪的营养

特性。关于pH值，其在整个加工过程中没有呈现出显著性的变化（ $P>0.05$ ），最终的pH值为5.63。

关于肉色的变化，亮度（ $L^*$ ）、红度（ $a^*$ ）和黄度（ $b^*$ ）值在加工过程中均呈现下降的趋势。 $L^*$ 值从最初的36.19减少到33.02（ $P<0.05$ ），表明肉的亮度变暗。据Molinero等<sup>[1]</sup>的报道，在西班牙的干腌牛肉“Cecina”的干燥成熟过程中， $L^*$ 也呈现了相似的变化规律，研究指出 $L^*$ 值的降低与肉块中水分含量的减少相关，水分含量的减少导致了肌红蛋白等色素浓度的增高，使得光的透射率降低，进而导致 $L^*$ 值的降低。 $a^*$ 值作为一个衡量肉及肉制品肉色稳定性的重要指标，从最初的19.75减少到10.88（ $P<0.05$ ），表明肌肉的红度降低。肌肉中正铁肌红蛋白的累积可能是导致加工过程中 $a^*$ 值下降的重要原因<sup>[12]</sup>。对于 $b^*$ 值，从原料肉的11.49减少到风干4 d后的6.46（ $P<0.05$ ），而风干6 d后又增加到了8.36（ $P<0.05$ ），其变化与水分的损失，盐分的扩散及脂肪的氧化有很大关系<sup>[13-14]</sup>。

通过对TBARs值测定评价肉块脂肪氧化的程度。在风干牛肉加工过程中，TBARs值显著增加（ $P<0.05$ ），从原料肉中的4.03 mg/kg增加到了30.80 mg/kg，表明脂肪氧化在加工过程中快速发生了。脂肪氧化是干腌肉制品香气形成的重要来源<sup>[15-16]</sup>，但是过度氧化的发生也会带给肉制品不良的气味<sup>[17]</sup>。Wood等<sup>[18]</sup>认为肉样TBARs值大于0.5 mg/kg时，会引起肉制品的酸败味，但本研究产品并未有不愉快的气味。这种差异可能跟原料肉性质、取样方法、测定方法不同有关。但是较高的TBARs值会影响肉制品中脂肪的稳定性<sup>[19]</sup>。

### 2.2 哈萨克风干牛肉加工过程中质地特性的变化

表2 哈萨克风干牛肉加工过程中质地特性的变化

Table 2 Changes in textural properties of Kazakh dry-cured beef during processing

指标	原料肉	腌制2 d	风干2 d	风干4 d	风干6 d
硬度/kg	18.23±0.36 <sup>a</sup>	17.54±0.99 <sup>a</sup>	14.01±0.44 <sup>b</sup>	13.32±1.71 <sup>b</sup>	12.53±0.42 <sup>b</sup>
弹性	0.48±0.15	0.56±0.07	0.58±0.08	0.59±0.05	0.61±0.01
黏结力	0.56±0.05 <sup>a</sup>	0.53±0.06 <sup>ab</sup>	0.49±0.02 <sup>bc</sup>	0.46±0.03 <sup>c</sup>	0.47±0.03 <sup>c</sup>
黏性/kg	8.67±0.91 <sup>a</sup>	8.93±0.45 <sup>a</sup>	7.01±0.19 <sup>ab</sup>	4.59±0.56 <sup>b</sup>	4.64±1.51 <sup>b</sup>
咀嚼度/kg	5.46±0.79 <sup>a</sup>	5.36±0.09 <sup>a</sup>	3.59±0.62 <sup>b</sup>	2.99±0.79 <sup>b</sup>	3.58±0.26 <sup>b</sup>

由表2可知，在加工过程中，硬度、咀嚼度分别从原料肉的18.23、5.46 kg降低到12.53、3.58 kg（ $P<0.05$ ），黏结力、黏性值分别从0.56、8.67 kg降低到0.47、4.64 kg（ $P<0.05$ ），而弹性值呈现了增加的趋势，但变化不显著（ $P>0.05$ ）。产品质地特性的变化与加工过程中的水分含量和蛋白质的状态有关<sup>[20]</sup>。相关分析结果表明，硬度与水分含量呈显著正相关（ $r=0.937$ ），与蛋白质含量呈显著负相关（ $r=-0.903$ ）；黏结力与水分含量呈显著正相关（ $r=0.908$ ），与蛋白质含量呈显著负相关（ $r=-0.885$ ）；黏性与水分含量呈显

著正相关 ( $r=0.945$ ), 与蛋白质含量呈显著负相关 ( $r=-0.970$ )。与本研究结果不同, 西班牙的干腌牛肉“Cecina”在加工过程中(210~360 d), 硬度与水分含量呈负相关, 即随水分含量降低硬度值变大, 这种差异可能与两种产品加工时间不同、脱水程度不同有关, 同时也与TPA分析时样品的处理方法不同有关。

### 2.3 哈萨克风干牛肉加工过程中感官品质的变化

#### 2.3.1 外观特征的变化

表3 哈萨克风干牛肉加工过程中外观特征变化

Table 3 Changes in appearance characteristics of Kazakh dry-cured beef during processing

加工工艺点	外观特征
原料肉	肌肉呈红色, 表面有光泽, 湿润柔软, 有正常鲜牛肉气味
腌制2 d	肌肉红色变浅色, 表皮依旧湿润, 略有腌制气味
风干2 d	表面较干硬, 内部肌肉较软, 色泽变红棕色, 产生哈萨克风干牛肉特有气味
风干4 d	表面形成硬壳, 内部肌肉相对变硬, 色泽进一步变深, 气味变得明显
风干6 d	表面完全变干硬, 内部弹性变小, 呈褐色, 气味愈加浓郁

由表3可知, 随着腌制、风干工艺的进行, 肌肉颜色逐渐变暗, 亮度降低, 由红色逐渐变成褐色, 这与前述色差计测定的肉色的变化趋势是一致的。同时, 由于哈萨克风干牛肉制作环境湿度较低, 水分外部扩散强烈, 牛肉表面水分散失迅速而形成硬壳, 内部肌肉弹性逐渐变小。在风干阶段, 哈萨克风干牛肉特有风味逐渐形成。

#### 2.3.2 感官特性的变化

表4 哈萨克风干牛肉加工过程中感官特性变化

Table 4 Changes in sensory quality of Kazakh dry-cured beef during processing

指标	原料肉	腌制2 d	风干2 d	风干4 d	风干6 d
外观	4.62±0.50 <sup>e</sup>	5.47±0.80 <sup>bc</sup>	5.96±0.43 <sup>ab</sup>	6.55±0.14 <sup>a</sup>	6.51±0.18 <sup>a</sup>
气味	5.42±0.23 <sup>b</sup>	5.51±0.81 <sup>b</sup>	5.82±0.33 <sup>a</sup>	5.68±0.46 <sup>c</sup>	5.58±0.47 <sup>b</sup>
口感	4.90±0.12 <sup>b</sup>	5.82±0.91 <sup>b</sup>	6.27±0.35 <sup>a</sup>	6.43±0.17 <sup>a</sup>	6.50±0.22 <sup>a</sup>
滋味	4.26±0.31 <sup>b</sup>	5.49±1.05 <sup>a</sup>	6.04±0.37 <sup>a</sup>	5.87±0.36 <sup>c</sup>	5.92±0.59 <sup>a</sup>
总体可接受性	4.43±0.45 <sup>c</sup>	5.30±1.09 <sup>bc</sup>	5.88±0.26 <sup>ab</sup>	6.56±0.30 <sup>a</sup>	6.41±0.09 <sup>a</sup>

由表4可知, 与原料牛肉相比, 哈萨克风干牛肉成品在外观(6.51分)、口感(6.50分)、气味(5.58分)和滋味(5.92分)得分均增加了, 且各项得分均在5.00分以上, 同时总体可接受性获得较高得分(6.41分), 表明这种在新疆特殊的自然条件及独特的加工方法下生产出的风干牛肉制品比较受评价人员的喜欢。

## 3 结论

在哈萨克风干牛肉加工过程中, 脱水作用引起了水分含量和水分活度的下降, 增加了贮藏性能, 同时水分的损失也引起了蛋白质和脂肪含量的增加。加工过程同样影响了肉色的3个指标( $L^*$ 、 $a^*$ 和 $b^*$ 值)和TBARS值, 相比原料, 成品哈萨克风干牛肉的亮度变得更暗,

红度和黄度变得更浅, 脂肪氧化引起了TBARS值的显著增加。而pH值在整个加工过程中没有呈现显著的变化。成品哈萨克风干牛肉表面干硬, 呈褐色, 具有其特有的风味。

### 参考文献:

- PETIT T, CARO Y, PETIT A S, et al. Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa[J]. Meat Science, 2014, 96(3): 1313-1317.
- WEŚIERSKA E, SZOŁTYSIK M, MIGDAŁ W. The properties of fermented beef products ripened as entire primal cuts of *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus* and *mm. psoas major* and *minor*[J]. Annals of Animal Science, 2014, 14(1): 197-212.
- MOLINERO C, MARTINEZ B, RUBIO B, et al. The effects of extended curing on the microbial, physicochemical and sensorial characteristics of Cecina de León [J]. Meat Science, 2008, 80: 370-379.
- 深圳市计量质量检测研究院, 中国商业联合会商业标准中心. GB/T 9695.15—2008 肉与肉制品 水分含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- 深圳市计量质量检测研究院, 中国商业联合会商业标准中心中国国家标准化管理委员会. GB/T 9695.11—2008 肉与肉制品 氮含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- 中国商业联合会商业标准中心. GB/T 9695.7—2008 肉与肉制品 总脂肪含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 9695.5—2008 肉与肉制品 pH测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 23490—2009 食品水分活度的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- SØRENSEN G, STORGAARD S, JØRGENSEN A. Critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products[J]. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 1996, 202: 205-210.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 16291.2—2012 感官分析选拔、培训与管理评价员一般原则第一部分: 优选评价员[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 16291.2—2010 感官分析选拔、培训与管理评价员一般原则第二部分: 专家评价员[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- MANCINI R A, HUNT M C. Current research in meat color[J]. Meat Science, 2005, 71: 100-121.
- OLMO A, CALZADA J, NUÑEZ M. Lipolysis, lipid peroxidation, and color characteristics of Serrano hams from Duroc and Large White pigs during dry-curing[J]. Journal of Food Science, 2013, 78: C1659-C1664.
- LORENZO J M. Changes on physico-chemical, textural, lipolysis and volatile compounds during the manufacture of dry-cured foal “cecina” [J]. Meat Science, 2014, 96: 256-263.
- MARUŠIĆ N, PETROVIĆ M, VIDAČEK S, et al. Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds[J]. Meat Science, 2011, 88(4): 786-790.
- WANG J M, JIN G F, ZHANG W G, et al. Effect of curing salt content on lipid oxidation and volatile flavour compounds of dry-cured turkey ham[J]. LWT-Food Science and Technology, 2012, 48: 102-106.
- MURIEL E, ANDRES A, PETRON M J, et al. Lipolytic and oxidative changes in Iberian dry-cured loin[J]. Meat Science, 2007, 75: 315-323.
- WOOD J D, ENSER M, FISHER A V et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review[J]. Meat Science, 2008, 78: 343-358.
- RUBIO B, MARTÍNEZ B, GARCÍA-CACHÁN M D, et al. Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichón manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids[J]. Meat Science, 2008, 80: 1182-1187.
- MONIN G, MARINOVA P, TALMANT A, et al. Chemical and structural changes in dry-cured hams (*Bayonne hams*) during processing and effects of the dehairing technique[J]. Meat Science, 1997, 47: 29-47.