

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.10.018

宰前饮用复合磷酸盐水对延边黄牛肉 贮藏品质的影响

The effects of drinking compound phosphate water before slaughter
on the meat quality of Yanbian yellow cattle

张金天^{1,2} 侯婷婷¹ 梁成云¹

ZHANG Jin-tian^{1,2} HOU Ting-ting¹ LIANG Cheng-yun¹

许海林³ 朴春香¹ 李官浩¹

XU Hai-lin³ PIAO Chun-xiang¹ LI Guan-hao¹

(1. 延边大学食品研究中心, 吉林 延吉 133000; 2. 延吉市政务服务和数字化建设管理局,
吉林 延吉 133000; 3. 龙井长白山彝福清真肉业有限公司, 吉林 延吉 133000)

(1. Food Research Center of Yanbian University, Yanji, Jilin 133000, China;

2. Yanji Municipal Services and Digital Construction Administration, Yanji, Jilin 133000, China;

3. Longjing Changbai Mountain Benfu Qingzhen Meat Industry Limited, Yanji, Jilin 133000, China)

摘要:以延边黄牛为研究对象,考察宰前分别饮用浓度为0.05%、0.10%、0.15%的复合磷酸盐水对宰后贮藏期牛肉的色泽、pH、持水力以及嫩度的影响。结果表明:宰前饮用复合磷酸盐水可提高贮藏期间延边黄牛肉的 a^* 值以及保水性,进而改善牛肉的色泽和嫩度,在一定程度上提高延边黄牛肉品质,并以饮用0.10%的复合磷酸盐水最佳。

关键词: 延边; 黄牛; 复合磷酸盐; 品质; 持水率; 嫩度

Abstract: The effects of compound phosphate water with concentration of 0.05%, 0.10% and 0.15% before slaughter on the color, pH, water holding capacity and tenderness of post-mortem storage beef of Yanbian yellow cattle were investigated. The results showed that drinking compound phosphate water before slaughter could increase the a^* value and water retention of Yanbian yellow beef during storage, thereby improving the color and tenderness of beef, and finally improving the quality of Yanbian yellow beef to a certain extent. It was found that drinking 0.10% compound phosphate water worked best.

Keywords: Yanbian; yellow cattle; complex phosphate; quality; water holding rate; tenderness

延边黄牛是中国五大优良品种之一,具有产肉性能良好、风味独特等优点,深受国内外消费者的喜爱^[1]。黄牛宰前管理与宰前应激密切相关,可通过改善宰前管理因素减少宰前应激而提高肉品质。宰前管理因素的改善主要包括改善饲养方式、屠宰方式和运输方式等。申佳洁等^[2]研究发现在日粮中添加富硒酵母可提高延边黄牛肉中必需氨基酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸含量,对改善延边黄牛肉的风味有显著影响;于伽等^[3]研究发现日粮中添加亚麻籽能够降低延边黄牛肉中饱和脂肪酸,提高脂肪组织中脂肪酸合成相关酶类;王慧明等^[4]研究发现:硫磺负离子复合制剂饲喂可提高延边黄牛肉中鲜味氨基酸、必需氨基酸和不饱和脂肪酸含量。关于延边黄牛的相关研究^[2,4]多限于饲养过程中在饲料中添加有益物质,或在宰后贮藏保鲜期间添加食品添加剂。通过宰前短期饮水过程中添加有益物质用于缓解动物应激,从而改善延边黄牛肉品质的相关研究目前尚未见报道。

磷酸盐是肉制品加工企业常用的一种食品添加剂,具有提高肉制品保水性和改善肉制品质构的作用^[5]。目前广泛应用于肉制品中的磷酸盐有焦磷酸盐、三聚磷酸盐、六偏磷酸盐3种^[6]。肌肉的保水性对肉的嫩度、多汁性、香气、色泽、营养损失等食用品质有直接影响^[7-8]。试验拟采取在宰前饮水中添加复合磷酸盐方式,研究

基金项目: 吉林省科技厅项目(编号:20170300003N Y)

作者简介: 张金天,男,延吉市政务服务和数字化建设管理局助理农艺师,硕士。

通信作者: 朴春香(1979—),女,延边大学讲师,博士。

E-mail: expiao@ybu.edu.cn

李官浩(1973—),男,延边大学教授,博士。

E-mail: ghli@ybu.edu.cn

收稿日期: 2019-07-03

其对延边黄牛肉贮藏期间品质的影响,旨在为后续进一步探究其作用机制提供相应的参考依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

延边黄牛:龙井市长白山彝福清真肉业有限公司;

焦磷酸钠、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠:食品级(纯度 98%以上),市售;

钼酸铵、硫酸、偏钒酸铵、磷酸二氢钾、高氯酸、无水乙醇、硝酸、甲醛等:分析纯,科密欧化学试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器与设备

pH 值直测仪:PH-STAR 型,德国麦斯特公司;

便携式色差仪:CR-410 型,日本柯尼卡美能达公司;

紫外—可见分光光度计:U-3900 型,日本日立公司;

速冻离心机:Z400K 型,德国 Sigma 公司;

食品物性分析仪:TMS-Pro 型,美国 FTC 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 试验分组 将 16 头延边黄牛随机分成 4 组。在延边黄牛屠宰前 24 h 时,对其个体进行编号及禁食供水处理。对照组饮用自来水,试验组(A、B、C)饮用浓度分别为 0.05%,0.10%,0.15%的复合磷酸盐水(焦磷酸钠:三聚磷酸钠:六偏磷酸钠质量比 1:5:14),各组采用自由饮水的方式,并在宰前 3 h 时停止供水。

1.2.2 pH 的测定 参照杜燕等^[9]的方法。

1.2.3 颜色的测定 参照金海莉等^[10]的方法。

1.2.4 剪切力的测定 参照 Neath 等^[11]的方法。

1.2.5 滴水损失的测定 参照赵婉竹等^[12]的方法。

1.2.6 蒸煮损失的测定 参照袁璐等^[13]的方法。

1.2.7 解冻损失及煎后损失的测定 将肉样切成 8 cm×8 cm×1 cm(长×宽×厚)规格相同的肉块,取 3 块称重后放入自封袋中并置于-20℃冰箱冷冻 24 h,常温下解冻并称重,将解冻后的肉块在 175~180℃的温度下油煎,油煎时间为 2.30~2.45 min 至七成熟,取出称重,分别按式(1)、(2)计算解冻损失和煎制损失。

$$M_1 = m_1 - m_2, \quad (1)$$

$$M_2 = m_2 - m_3, \quad (2)$$

式中:

M_1 ——解冻肉样水分损失,g;

M_2 ——煎肉水分损失,g;

m_1 ——冷冻前样品重量,g;

m_2 ——解冻后样品重量,g;

m_3 ——煎后样品重量,g。

1.2.8 磷酸盐残留量的测定 参照 GB 5009.87—2016《食品中磷的测定》第一法对牛肉中磷酸盐的含量进行测定,并将测定结果与 GB 2760—2014《食品安全标准 食品添加剂使用标准》进行对比。

1.2.9 数据处理 采用 SPSS Statistics 17.0 统计软件对试验结果进行方差分析,并采用邓肯检验法标记差异显著性,分析结果用“平均值±标准差”表示, $P<0.05$ 为结果差异显著。

2 结果与讨论

2.1 对延边黄牛肉 pH 的影响

由图 1 可知,随着贮藏时间的延长,各组 pH 值呈上升趋势。在贮藏 1,4,10 d 时对照组延边黄牛肉的 pH 与试验组之间均无显著差异($P>0.05$)。在贮藏 7,14 d 时对照组延边黄牛肉的 pH 显著高于试验组 B($P<0.05$),与试验组 A 和 C 之间无显著差异($P>0.05$)。结果表明,在相同的贮藏条件下试验组 B 延边黄牛肉的 pH 值变化最小。

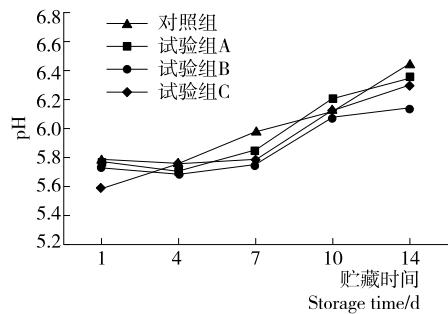


图 1 复合磷酸盐对贮藏期间延边黄牛肉 pH 的影响
Figure 1 Effect of compound phosphate treatment on pH value of Yanbian yellow beef during storage

2.2 对延边黄牛肉色泽的影响

在贮藏期间由于延边黄牛肉系水力的变化,同时牛肉表面的脂肪氧化等都会对贮藏期间延边黄牛肉的颜色造成影响。由图 2(a)可知,贮藏期间各组延边黄牛肉的 L^* 值呈先上升后下降的趋势;试验组 B 的 L^* 值在贮藏期间除 1 d 外均显著低于对照组($P<0.05$);试验组 A 和 C 在贮藏期间除 7 d 显著低于对照组($P<0.05$)外,其他时间与对照组无显著性差异($P>0.05$)。由图 2(b)可知,随着贮藏时间的延长,各组延边黄牛肉的 a^* 值均呈下降趋势;贮藏期间对照组的 a^* 值均高于试验组,且与试验组 B 和 C 之间差异显著($P<0.05$)。由图 2(c)可知,贮藏期间延边黄牛肉的 b^* 值呈逐渐上升趋势,且试验组与对照组间无显著差异($P>0.05$)。综上所述,宰前饮用复合磷酸盐水对延边黄牛肉 a^* 值影响显著($P<0.05$),但对延边黄牛肉 L^* 值和 b^* 值无显著影响($P>0.05$)。由于肌肉中的血红蛋白可与氧气发生反应生成氧合肌红蛋白,氧合肌红蛋白越高,红度越高,然而氧合肌红蛋白又可以发生逆反应,即肌肉在空气中放置时间过长,会导致氧合肌红蛋白分解过多,使红色度降低^[14]。因此, a^* 值越高肉越新鲜。通过分析可知,复合磷酸盐处理能够提

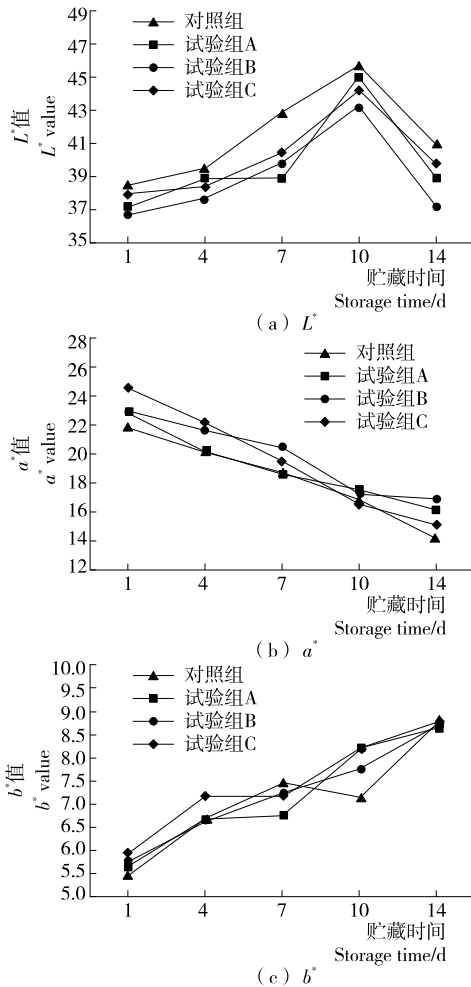


图2 复合磷酸盐处理对贮藏期间延边黄牛肉 L^* 、 a^* 、 b^* 值影响

Figure 2 Effect of compound phosphate treatment on the L^* , a^* , b^* value of Yanbian yellow beef during storage

高牛肉的红色度,使其颜色处于新鲜状态,其中试验组 B 最为新鲜。

2.3 对延边黄牛肉剪切力值的影响

由图 3 可知,随着贮藏时间的延长,各组延边黄牛肉的剪切力值均呈下降趋势,其原因是肉在成熟的过程中,胶原蛋白的热稳定性会降低,溶解度增高改变了胶原蛋白的结构和性质^[15]。贮藏期间对照组的剪切力值显著高于试验组 B 和 C ($P < 0.05$),而试验组 A 仅贮藏 14 d 时的剪切力值显著低于对照组 ($P < 0.05$)。相关研究^[16-17]表明,应激会使肌细胞内部的能量降低,肌动蛋白和肌球蛋白由于能量不足很难分离,导致肌纤维收缩造成剪切力值升高。通过剪切力的测定,证明采取活体饮用复合磷酸盐水的形式能够改善肉的嫩度,试验中试验组 B 的剪切力值始终最低,说明其品质最佳。

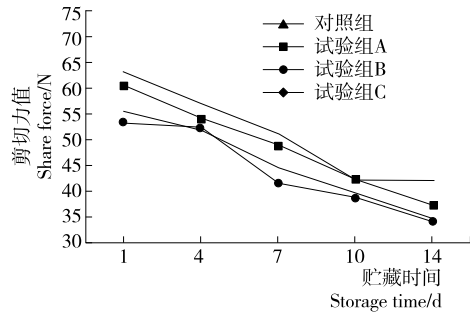
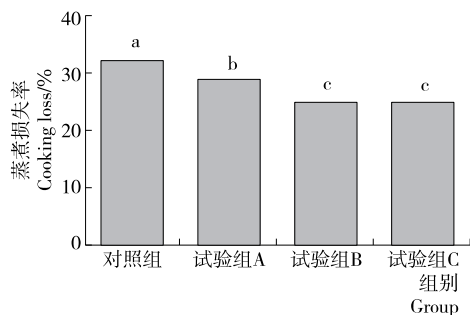


图3 复合磷酸盐处理对贮藏期间延边黄牛肉剪切力值的影响

Figure 3 Effect of compound phosphate treatment on shear force value of Yanbian yellow beef during storage

2.4 对延边黄牛肉蒸煮损失的影响

蒸煮损失率可以反映出牛肉的保水性和出品率,同时也能够用于鉴别牛肉的食用和加工品质^[18]。由图 4 可知,贮藏初期试验组的蒸煮损失显著低于对照组 ($P < 0.05$),试验组 B 和 C 的蒸煮损失显著低于试验组 A ($P < 0.05$),但试验组 B 和 C 之间无显著差异 ($P > 0.05$)。试验组的蒸煮损失显著低于对照组,可能是由于宰前对照组延边黄牛应激程度较大肉中 ATP 含量不足,使肌肉处于收缩状态,系水力降低,导致贮藏初期牛肉蒸煮损失率较高^[19]。说明复合磷酸盐能改善延边黄牛肉的保水性,提高肉的品质。



字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)

图4 复合磷酸盐处理对贮藏初期延边黄牛肉蒸煮损失率的影响

Figure 4 Effect of compound phosphate treatment on cooking loss rate of Yanbian cattle at the initial stage of storage

2.5 对延边黄牛肉解冻损失及煎制损失的影响

由表 1 可知,解冻后试验组的延边黄牛肉水分损失显著低于对照组 ($P < 0.05$),其中试验组 B 的质量损失最低,为 (4.06 ± 0.61) g,且与试验组 A 和 C 差异显著 ($P < 0.05$)。煎制后试验组 B 质量损失显著低于对照组 ($P < 0.05$),而试验组 A 和 C 与对照组无显著差异 ($P < 0.05$)。可进一步说明宰前饮用复合磷酸盐水可提高延边黄牛肉

表 1 复合磷酸盐处理对延边黄牛肉解冻损失及煎制损失的影响[†]

Table 1 Effect of compound phosphate treatment on moisture loss of frozen dried meat samples of Yanbian cattle

组别	解冻损失	煎制损失
对照组	6.69±0.78 ^a	12.67±1.91 ^a
试验组 A	5.28±0.85 ^b	12.04±0.96 ^{ab}
试验组 B	4.06±0.61 ^c	10.96±0.73 ^c
试验组 C	5.47±0.64 ^b	11.91±0.66 ^{ab}

[†] 同列字母不同表示差异显著(P<0.05)。

的系水力,与蒸煮损失率指标互应。其原因可归结于,饲喂磷酸盐水后肉中的 PO₄³⁻ 含量增加,增加了离子强度有利于肌原纤维蛋白的溶出,并在有磷酸盐存在时与肌浆蛋白形成一种特殊的三维网状结构,使水聚集在网状结构内,提高了持水力^[20]。试验结果表明,试验组 B 的解冻损失和煎制损失最低,效果最佳。

2.6 对延边黄牛肉滴水损失的影响

滴水损失值与猪肉的嫩度和多汁性密切相关,是评价肉制品保水性的重要指标^[21]。由表 2 可知,随着贮藏时间的延长各组滴水损失先呈上升趋势,于第 14 天开始下降。贮藏期间试验组滴水损失值显著低于对照组(P<0.05),其中试验组 B 的滴水损失值最低。试验中,随着贮藏时间的延长其滴水损失值呈上升的趋势,其原因可归结于贮藏的过程中,肌纤维蛋白发生降解,造成水分从肌细胞中渗出^[22],与侯旭等^[23] 研究结果相似。试验组的滴水损失值显著低于对照组(P<0.05),与蒸煮损失率和冷冻肉样水分损失值相似,进一步说明宰前饮用复合磷酸盐水对延边黄牛肉系水力影响显著。综合蒸煮损失、解冻损失、煎制损失及滴水损失可知,试验组 B 的延边黄牛肉系水力最佳。

2.7 对延边黄牛肉磷酸盐含量的影响

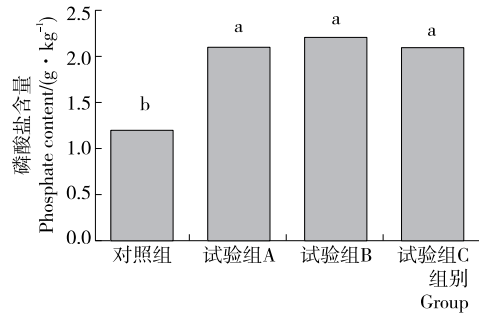
由图 5 可知:试验组磷酸盐的含量显著高于对照组(P<0.05),3组试验组间无显著差异(P>0.05)。由于水

表 2 复合磷酸盐处理对延边黄牛肉贮藏期间滴水损失的影响[†]

Table 2 Effect of compound phosphate treatment on water loss during storage of Yanbian yellow beef

组别	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 14 天
对照组	4.33±0.01 ^a	7.61±0.05 ^a	11.18±0.01 ^a	10.76±0.01 ^a
试验组 A	4.31±0.02 ^b	7.15±0.03 ^b	10.85±0.02 ^b	10.30±0.05 ^b
试验组 B	4.26±0.04 ^c	6.97±0.06 ^c	10.33±0.06 ^d	10.20±0.09 ^c
试验组 C	4.29±0.02 ^b	7.11±0.05 ^b	10.47±0.04 ^c	10.23±0.04 ^c

[†] 同列字母不同表示差异显著(P<0.05)。



字母不同表示差异显著(P<0.05)

图 5 复合磷酸盐处理对延边黄牛肉磷酸盐含量的影响
Figure 5 Effect of compound phosphate treatment on phosphate content of Yanbian yellow beef

中添加复合磷酸盐会产生金属性涩味,当浓度过大时牛饮水量会减少,所以 C 组的磷酸盐含量低于 B 组;A 组和 B 组可能涩味无明显差异,但 B 组磷酸盐浓度高,导致该组的磷酸盐含量高。试验组 B 的磷酸盐含量为 2.12 g/kg,含量最高但未超过 GB 2760—2014《食品添加剂使用标准》中规定的磷酸盐最大使用量(5.0 g/kg)。说明试验中延边黄牛宰前饮用水中复合磷酸盐添加量在适宜范围内,为生肉后续加工过程中添加磷酸盐留有一定的余地。如在肉制品中过量添加磷酸盐,会导致肉制品的表面或切面出现透明或者半透明的晶体,主要原因是复合磷酸盐中的焦磷酸盐和三聚磷酸盐水解可以转化为正磷酸盐,正磷酸盐会导致“雪花”和“晶化”的现象^[24]。试验中,各组均未出现“雪花”和“晶化”现象。

3 结论

试验研究了复合磷酸盐处理对延边黄牛肉贮藏期间品质的影响,宰前饮用浓度为 0.05%~0.15% 的复合磷酸盐水可提高贮藏期间延边黄牛肉的色泽和保水性,并降低牛肉中水分损失,提高了肉嫩度,其中宰前饮用 0.10% 的复合磷酸盐水在改善牛肉品质上效果最佳。试验仅研究磷酸盐对牛肉贮藏期品质的影响,并未对其作用机理以及牛肉加工后风味进行深入研究,这将是下一步研究的方向。

参考文献

[1] 侯婷婷, 南京熙, 林墨, 等. 延边黄牛肉挥发性风味物质[J]. 食品与机械, 2018, 34(8): 45-47, 114.
 [2] 申佳洁. 富硒锗酵母对延边黄牛肉风味影响研究[D]. 延吉: 延边大学, 2017: 5-7.
 [3] 于伽. 亚麻籽对延边黄牛体组织脂代谢关键酶、调节因子及相关调控激素基因表达的影响[D]. 延吉: 延边大学, 2017: 6.
 [4] 王慧明. 硫磺负离子复合制剂对延边黄牛生长性能及牛肉品质的影响[D]. 延吉: 延边大学, 2014: 33.
 [5] 程春梅. 磷酸盐在肉类加工中的应用[J]. 肉类工业, 2007 (11): 33-34.

(下转第 178 页)

试验仅探究了料液比、提取时间和提取温度 3 个基础因素对绿豆清蛋白提取及亚基组成的影响,后续研究将进一步探讨辅助提取因素对提取率及清蛋白结构的影响。

参考文献

- [1] 柴岩, 冯佰利. 中国小杂粮产业发展现状及对策[J]. 干旱地区农业研究, 2003(3): 145-151.
- [2] 韩昕儒, 宋莉莉. 我国绿豆、小豆生产特征及产业发展趋势[J/OL]. 中国农业科技导报. (2019-07-19)[2019-07-25]. <https://doi.org/10.13304/j.nykjdb.2018.717>.
- [3] 曾志红, 王强, 林伟静, 等. 绿豆蛋白营养及功能特性分析[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(6): 51-55.
- [4] 林丽婷, 许秀颖, 林楠, 等. 绿豆粉营养成分测定及加工特性研究[J]. 食品工业, 2017, 38(3): 272-275.
- [5] 迟治平, 李朝阳, 刁静静, 等. 不同酸碱体系中绿豆蛋白功能及构象[J]. 中国食品添加剂, 2018(7): 78-83.
- [6] 梁丽琴, 袁道强. 绿豆分离蛋白功能特性研究[J]. 郑州轻工业学院学报, 2005(1): 50-55.
- [7] 聂丽洁. 杂豆粉及杂豆蛋白的功能性质研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2013: 23-30.
- [8] 王金水, 张长付, 郭录峰, 等. 绿豆分离蛋白功能特性研究[J]. 中国粮油学报, 1998(2): 38-41.
- [9] THOMPSON L U. Preparation evaluation mungbean protein isolates[J]. Journal of Food Science, 2014(42): 202-206.
- [10] 赵天瑶, 张亚宏, 常暖迎, 等. 绿豆萌发过程中绿豆蛋白的功能特性及其抗氧化性[J]. 食品工业科技, 2018, 39(5): 69-75.
- [11] 张舒, 王长远, 盛亚男, 等. 不同加工方式对绿豆蛋白亚基和功能性质的影响[J/OL]. 食品科学. (2019-05-20)[2019-07-25]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20190517.1612.038.html>.
- [12] 乔宁, 张坤生, 任云霞. 绿豆中四种蛋白质的分级提取与功能性质研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(17): 83-87.
- [13] 李永武. 绿豆清蛋白的提取及其功能特性和理化性质研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2014.
- [14] 贺建华, 邵纯君, 鹿麟, 等. 福林酚法测定甘露聚糖肽口服溶液中蛋白质的含量[J]. 中国药物评价, 2017, 34(2): 92-94.
- [15] 吕宗友, 赵国琦, 苏衍菁, 等. 白三叶叶蛋白提取及纯化工艺[J]. 草业科学, 2011, 28(11): 2 052-2 056.
- [16] 田旭静. 藜麦糠清蛋白的提取及多肽抗氧化性研究[D]. 太原: 山西大学, 2018: 12-13.
- [17] 全越, 王长远. Osborne 分级法提取燕麦麸球蛋白的响应面分析[J]. 粮食加工, 2015, 40(5): 34-38.
- [18] 肖卫华, 韩鲁佳, 杨增玲, 等. 响应面法优化黄芪黄酮提取工艺的研究[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(5): 52-56.
- [19] 李秋杰, 李军生, 董文秀, 等. 大豆球蛋白和清蛋白水法提取工艺研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(7): 31-37.
- [20] 陈晓萌. 红芸豆清蛋白的提取及功能性研究[D]. 太原: 山西大学, 2015: 12.
- [21] 菅艳, 王常青, 陈晓萌, 等. 白芸豆清蛋白提取工艺及分子组成研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(15): 121-123, 129.
- [22] 赵天瑶, 张亚宏, 金涛, 等. 绿豆萌发过程中蛋白组分及亚基变化[J]. 中国农业科学, 2018, 51(9): 1 783-1 794.
- [23] 曾志红, 王强, 林伟静, 等. 绿豆蛋白营养及功能特性分析[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(6): 51-55.
- [6] 臧明伍, 王守伟, 乔晓玲, 等. 肉制品磷酸盐含量调查与限量研究[J]. 肉类研究, 2012(7): 16-20.
- [7] 南庆贤. 肉类工业手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 201-203.
- [8] 殷锟. 提高冷却肉保水性的工艺优化研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012: 3.
- [9] 杜燕. 宰前因素对牛肉品质影响的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009: 14.
- [10] 金海莉, 王海丽, 梁成云, 等. 葡萄柚籽提取物对延边黄牛肉保鲜效果的影响[J]. 肉类研究, 2013, 27(6): 29-32.
- [11] NEATH K E, DEL BARRIO A N, LAPITAN R M, et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging[J]. Meat Science, 2007, 75(3): 499-505.
- [12] 赵婉竹, 高毅刚, 王增凯, 等. 富硒酵母对延边黄牛贮藏品质影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(9): 136-140.
- [13] 袁璐. 高氧气调包装对冷却肉贮藏期间保水性的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2011: 24.
- [14] 余小领, 李学斌, 陈会. 猪肉色泽和保水性的相关性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(23): 44-46.
- [15] 刘宗敏, 江红波, 王鹏, 等. 磷酸盐在肉制品中应用研究现状及发展趋势[J]. 肉类研究, 2010(6): 50-52.
- [16] 赵改名, 王艳玲, 田玮. 影响牛肉嫩度的因素及其机制[J]. 国外畜牧科技, 2000(2): 35-40.
- [17] 王晓华, 曹恺, 甘泉, 等. 肉品的嫩化机制、方法及其影响因素[J]. 中国农学通报, 2008(9): 94-98.
- [18] FERGUSON D M, BRUCE H L, THOMPSON J M, et al. Factors affecting Beef palatability-farmgate to chilled carcass[J]. Journal of Experimental Agriculture, 2001, 41: 879-891.
- [19] 黄明. 牛肉成熟机制及食用品质研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2003: 79.
- [20] FONSECA B, KURI V, ZUMALACARREGUI J M, et al. Effect of the use of a commercial phosphate mixture on selected quality characteristics of 2 Spanish-style dry-ripened sausages[J]. Journal of Food Science, 2011, 76(5): 300-305.
- [21] 甄少波. 待宰对猪应激及冷却肉品质影响机理研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2013: 5.
- [22] 吴菊清, 李春保, 周光宏, 等. 宰后成熟过程中冷却牛肉、肉色泽和嫩度的变化[J]. 食品科学, 2008(10): 136-139.
- [23] 侯旭. 吊挂方式和成熟时间对牛肉品质的影响及机理[D]. 泰安: 山东农业大学, 2014: 31.
- [24] 乔晓玲, 张迎阳. 肉类工业面临的磷酸盐问题[J]. 肉类研究, 2004(4): 36-38.

(上接第 96 页)