

减盐处理后猪肘肉的贮藏特性

牛培阳,张立彦*,赵 琴

(华南理工大学轻工与食品学院,广东广州 510640)

摘要:以新鲜猪肘肉为研究对象,将复合替代盐用于其腌制过程中,主要探讨了贮藏过程中猪肉样品的 pH、脂肪氧化程度及微生物对蛋白质的降解情况、微生物数量、质构特性及感官品质的变化,以考察减盐替代后猪肉的贮藏特性。结果表明:贮藏过程中,肉样的 pH 变化不明显($p > 0.05$),减盐处理样的 pH 始终小于对照样;减盐处理样的硫代巴比妥酸(TBA)值始终高于对照样的,贮藏 6 周后显著升高($p < 0.05$),但未超过限定值;而减盐处理样的挥发性盐基氮(TVB-N)值始终低于对照样,贮藏 6 周后显著增大($p < 0.05$);在贮藏过程中,肉样质构的各项指标值稍有降低,减盐组样品的硬度、弹性及咀嚼性、剪切力值显著高于对照样($p < 0.05$);贮藏过程中减盐处理样感官品质明显降低,与对照样相比滋味和口感评分差异显著($p < 0.05$)。因此,猪肉复合替代盐处理会影响其贮藏品质,尤其是 TBA 值、质构及口感特性。

关键词:猪肘肉,减盐处理,贮藏特性

Storage characteristics of pork shoulder with salt reduction treatment

NIU Pei-yang, ZHANG Li-yan*, ZHAO Qin

(College of Light Industry and Food Science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The changes in pH, fat oxidation and protein hydrolysis by microorganisms, microorganisms amount, textural properties and sensory quality of pork sample were investigated by using fresh pork shoulder salted by compound substitutional salts as research material. Results showed that: pH of samples changed insignificantly ($p > 0.05$) and the pH of samples salted by substitutional salts was lower than that of control sample during storage; thiobarbituric acid (TBA) value of samples salted by substitutional salts was higher than that of control sample and increased obviously after 6 weeks storage ($p < 0.05$), but it was still in the limitation; volatile base nitrogen (TVB-N) value of samples salted by substitutional salts was lower than that of control sample and increased obviously after 6 weeks storage ($p < 0.05$); the textural parameters of samples were decreased a little during storage and the hardness, springiness, chewiness and shear force value of samples salted by substitutional salts were significantly higher than that of control sample ($p < 0.05$); the sensory quality of samples salted by substitutional salts declined gradually, and the taste and mouthfeeling marks were obviously lower than that of control sample ($p < 0.05$). In conclusion, salt reduction treatment has an impact on the storage qualities of pork, especially TBA value, textural parameters and sensory quality.

Key words: pork shoulder; compound substitutional salts treatment; storage characteristics

中图分类号: TS251.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2016)05-0338-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.05.060

高盐膳食会增加高血压发病率、肥胖率及超重率,选择低盐膳食有利于预防这些疾病的发生^[1]。世界上许多国家如英国、芬兰、日本等都开始在加工过程中推广减盐操作,其主要措施包括控制加工食品的含盐量及建议使用低钠代用盐^[2]。目前已有许多研究将低钠复合盐应用于肉制品,还探究了复合盐的使用对于产品品质的影响。何静^[3]采用添加了乳酸钾和乳酸钙的复合盐制备荷叶香肠,结果表明低钠复合盐能增强香肠的贮藏保鲜性能;黄梅香^[4]采用

添加了氯化钾和氯化钙的复合盐制备低钠盐火腿肠,低温放置一个月,无致病菌检出;Pietrasik 等^[5]用两种减盐后的商业盐(Ocean's Flavor-OF45 和 OF60)替代 40% 的氯化钠,结果表明替代样在水分结合能力和质构特性上与空白样无显著差异($p > 0.05$),同时在冰箱冷藏 60 d 后,两者间也无差异。

本课题组首次研究将抗坏血酸钙用于猪肉的减盐处理中,并与氯化钾、乳酸钙和食盐复合使用,得到最优的添加配比,但经过上述减盐复合盐处理后

收稿日期: 2015-06-29

作者简介: 牛培阳(1990-),女,硕士研究生,研究方向:食品加工与保藏,E-mail:18819455617@163.com。

* 通讯作者: 张立彦(1974-),女,博士,副教授,研究方向:食品加工与保藏,E-mail: yonzh@scut.edu.cn。

基金项目: 广东省农业领域科技攻关计划项目资助(2013B020312003)。

猪肉的贮藏特性还未有研究报道。鉴于此,本研究将已优化的复配替代盐(替代比分别为氯化钾 23%、乳酸钙 8%、抗坏血酸钙 13%、食盐 56%)用于猪肘肉中,研究减盐替代后猪肘肉熟制品贮藏过程中的 pH、质构、菌落总数、感官品质等方面变化,以期为低钠肉制品的制备提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜猪肘肉、食盐、白砂糖 广东省广州市华润万家连锁超市;氯化钾、乳酸钙、抗坏血酸钙,均为食品级 河南豫中生物科技有限公司;L-苹果酸、谷氨酸钠、I+G,均为食品级 广州东巨化学试剂有限公司;葡萄糖、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠、焦磷酸钠、异抗坏血酸钠、亚硝酸钠均为分析纯。

TA-Xt2i 型质构仪 英国 Stable Micro Systems 公司;MZ2C 真空泵 德国 Vacuubrand 公司;PHS-25 型 pH 计 上海雷磁仪器厂;BS/BT 型电子天平 德国赛多利斯股份有限公司;Center309 型热电偶 台湾群特科技股份有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 猪肘肉制品的制备 将猪肘肉洗净,切成 $6 \times 4 \text{ cm}$ 或 $3 \times 5 \text{ cm}$ 大小重 60~100 g 大的肉块,放入配制好的腌制液中,在 0.09 MPa 的压力下真空腌制 5 h 后,在煮制液中(肉块和煮制液质量比为 1:2,含复合盐、风味掩盖剂、香辛料等)煮制 30 min,晾凉后真空包装,在 90 °C 的水浴中巴氏杀菌 30 min,流水冷却后放于 4 °C 冰箱冷藏。同时制备对照样(腌制液中添加 8% 的食盐,不含替代盐)。样品贮藏 8 周时间,每隔 2 周取样测定相应指标(预实验研究结果表明:由于经过巴氏杀菌及 4 °C 冷藏,肉样中微生物及 pH、TBA 值和 TVB-N 值各项指标在贮藏过程中变化较缓慢,因此设定取样间隔为 2 周)。

1.2.2 指标测定 pH 的测定参考《GB/T 9695.5-2008 肉与肉制品的 pH 的测定》^[6]。剪切力及质构测定:将冷却至室温后的肉切成长、宽、高都 1 cm 的正方体备用。剪切力参数设定如下:测前速度为 2.0 mm/s,测中速度为 2.0 mm/s,测后速度为 2.0 mm/s,压缩距离为 40 mm,测试时间为 10 s,测试模式取 Compression,探头为 HDP/BSW。重复测定三次,取平均值。质构参数设定如下:测前速度为 2.0 mm/s,测中速度为 0.5 mm/s,测后速度为 5.0 mm/s,压缩比为 30%,两次下压间隔时间为 5.0 s,负载类型为 Auto-10 g,探头为 P/6,指标包括硬度、咀嚼性、恢复性、弹性及内聚性。重复测定三次,取平均值^[7]。

菌落总数的测定:参照《GB-4789.2-2010 菌落总数测定》中的菌落总数的测定方法进行测定^[8]。

硫代巴比妥酸(TBA)值:参照瞿执谦^[9]的改进方法进行测定,以 mg/kg MDA 表示。

挥发性盐基氮(TVB-N)值:参照《GB/T 5009.44-2005 肉与肉制品卫生标准的分析方法》中的半微量定氮法进行测定^[10]。

1.2.3 猪肘肉的感官评定 贮藏当天感官评定参照赵琴等^[7]的六点评分法:邀请 12 位食品专业且经过

专业培训的研究生组成感官评定小组,对样品进行三位随机数字编码,每次评定由每个评定成员单独进行,相互不接触交流,样品评定之间用清水漱口。评定指标包括色泽(1 = 粉白色,6 = 暗红色)、硬度(1 = 非常软,6 = 非常硬)、多汁性(1 = 很干,6 = 非常多汁)、咸味(1 = 无咸味,6 = 非常咸)、异味(1 = 无异味,6 = 异味非常重)、总体质构(1 = 很差,6 = 非常好)、总体可接受度(1 = 不能接受,6 = 完全能被接受)。

在贮藏过程中评定标准按照表 1 所示进行评定。

表 1 贮藏期间感官评定标准

Table 1 Sensory evaluation standard during storage

项目	评定标准	评分(分)
气味	味道清香,香味浓郁,无异味	4~5
	香味较清香,香味较淡,无异味	3~4
	香味较浑浊,稍有异味	2~3
	香味浑浊,异味重,有腥味或酸败味	1~2
滋味	味道协调,无异味,无哈败味,可接受度高	4~5
	味道较协调,无异味,无哈败味,可接受度较高	3~4
	味道稍不协调,稍有异味或哈败味,可接受度较差	2~3
	味道严重不协调,有明显异味或哈败味,可接受度差	1~2
口感	肉质柔软且嫩,弹性好,质地柔韧	4~5
	肉质稍软,弹性较好,质地柔韧	3~4
	肉质比较软,弹性较差	2~3
	肉质软烂,弹性差	1~2

1.3 数据处理与统计分析

每个处理点重复三次,采用 SPSS19.0 软件(SPSS 公司)的单因素方差分析(one-way ANOVA)方法对数据进行显著性分析,Microsoft Excel 2007 软件对数据进行平均值、标准差处理,并作图。

2 结果与讨论

2.1 贮藏过程中猪肉 pH 的变化

由图 1 可知,减盐处理样的 pH 一直小于对照样,这可能是由于替代盐中的乳酸钙以及风味掩盖剂中的苹果酸等使减盐处理样的 pH 较对照样的低。图 1 显示,贮藏过程中,所有样品的 pH 变化不显著($p > 0.05$)。

2.2 贮藏过程中猪肉 TBA 值的变化

新鲜猪肉发生酸败的 TBA 临界值为 0.50 mg/kg MDA;而熟肉制品发生酸败的 TBA 临界值为 1.00 mg/kg MDA^[11]。由图 2 可知,对照样 TBA 值在贮藏初期处于较低水平,到第 4 周时有显著增大($p < 0.05$),在贮藏到第 8 周时,达到最大值。减盐处理样的 TBA 值在贮藏过程中缓慢增大,在贮藏到第 8 周时,显著增大($p < 0.05$)。减盐处理样的 TBA 值高于对照样,但仍远低于新鲜猪肉和熟肉制品发生

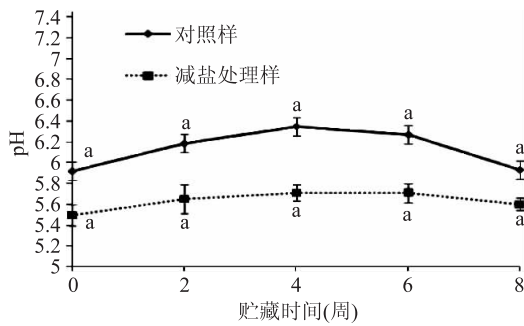


图1 贮藏过程样品 pH 的变化

Fig.1 Changes in pH value of pork shoulder during storage

酸败的 TBA 临界值。Ripollés 等^[12]对腌制火腿作减盐处理,在贮藏的前 100 d 内,也发现减盐处理的火腿的 TBA 值一直呈增大的趋势,与本实验结果相似。Zanardi 等^[11]用 KCl、MgCl₂、CaCl₂ 混合物替代 40% NaCl,制作低盐意大利香肠,发现其脂肪氧化程度显著增加,达到 0.56 mg/kg MDA,远高于本实验的 TBA 值。分析认为,加入抗坏血酸盐等可能会有助于控制产品的脂肪氧化程度。

2.3 贮藏过程中猪肉 TVB-N 值的变化

挥发性盐基氮是肉中蛋白质腐败分解情况的反应,其中挥发性盐基氮值越大,说明肉制品越不新鲜。由图 3 可知,对照样和减盐处理样 TVB-N 值随着贮藏时间的增加都呈现逐渐增大的趋势,且对照样的 TVB-N 一直高于减盐处理样,说明替代盐在一定程度上能抑制猪肘肉的腐败。这可能是由于替代盐中含有乳酸钙、苹果酸等酸性物质,能有效抑制微生物生长,因此抑制蛋白质的分解。而 Wu 等^[13]则是分别测定了氨基酸态氮、肽氮以及总氮、非蛋白氮等蛋白水解指标值,发现在 15 d 贮藏期内,低钠干腌咸肉(60% NaCl,40% KCl;30% NaCl,70% KCl)与对照组(100% NaCl)蛋白水解情况无显著差异,与

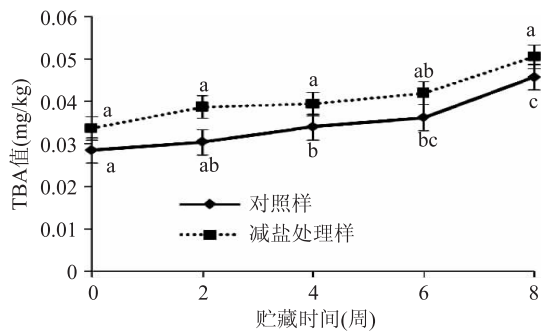


图2 贮藏过程中样品 TBA 值的变化

Fig.2 Changes in TBA value of pork shoulder during storage

本实验结果不同,可能是替代盐种类、比例以及贮藏时间不同造成的。

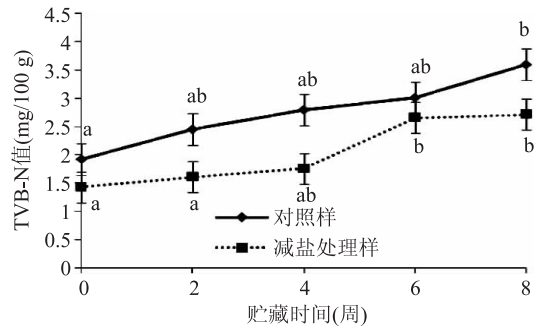


图3 贮藏过程中 TVB-N 值的变化

Fig.3 Changes in TVB-N value of pork shoulder during storage

2.4 贮藏过程中猪肉质构的变化

由表 2 和表 3 可知,在贮藏过程中,对照样与减盐处理样的硬度、咀嚼性、恢复性、弹性等均逐渐降低,这可能由于在贮藏过程中样品逐渐变软,从而使这些指标逐渐减小,这与感官评定结果一致。但替代盐组硬度、弹性及咀嚼性均比对照样大,可能是由

表2 对照样贮藏过程中质构的变化

Table 2 Changes in texture of control sample during storage

贮藏时间(周)	硬度(g)	弹性	内聚性	咀嚼性(g)	恢复性
0	1075.31 ± 142.84 ^b	0.68 ± 0.03 ^b	0.85 ± 0.06 ^b	631.24 ± 155.46 ^c	0.33 ± 0.03 ^c
2	729.15 ± 233.80 ^a	0.64 ± 0.08 ^b	0.80 ± 0.02 ^{ab}	362.84 ± 74.42 ^b	0.29 ± 0.07 ^{bc}
4	718.10 ± 100.06 ^a	0.61 ± 0.01 ^{ab}	0.72 ± 0.02 ^b	316.71 ± 57.01 ^{ab}	0.24 ± 0.01 ^b
6	633.74 ± 209.25 ^a	0.62 ± 0.06 ^{ab}	0.76 ± 0.10 ^{ab}	287.06 ± 57.64 ^{ab}	0.28 ± 0.04 ^{ab}
8	436.05 ± 89.58 ^a	0.52 ± 0.08 ^a	0.83 ± 0.01 ^{ab}	184.67 ± 8.36 ^a	0.20 ± 0.05 ^a

注:同一列中不同字母表示差异显著($p < 0.05$),表 4、表 5 同。

表3 减盐处理样贮藏过程中质构的变化

Table 3 Changes in texture of samples cured by reduced salt during storage

贮藏时间(周)	硬度(g)	弹性	内聚性	咀嚼性(g)	恢复性
0	1289.39 ± 129.43 ^b	0.84 ± 0.04 ^c	0.66 ± 0.08 ^a	693.53 ± 116.01 ^b	0.29 ± 0.05 ^a
2	1088.51 ± 396.79 ^{ab}	0.85 ± 0.05 ^c	0.62 ± 0.05 ^a	565.73 ± 191.72 ^{ab}	0.25 ± 0.07 ^a
4	937.57 ± 193.67 ^{ab}	0.77 ± 0.04 ^a	0.59 ± 0.03 ^a	500.79 ± 117.85 ^{ab}	0.26 ± 0.02 ^a
6	908.216 ± 179.7 ^a	0.83 ± 0.01 ^{bc}	0.64 ± 0.04 ^a	435.24 ± 115.32 ^a	0.29 ± 0.02 ^a
8	891.25 ± 126.57 ^a	0.78 ± 0.03 ^{ab}	0.58 ± 0.03 ^a	401.08 ± 60.65 ^a	0.25 ± 0.03 ^a

表5 贮藏当天感官评分
Table 5 Sensory value on beginning of storage

样品	色泽	硬度	多汁性	咸味	异味	总体质构	总体可接受度
对照样	3.67 ± 1.53 ^a	3.33 ± 0.58 ^a	4.50 ± 0.50 ^a	3.43 ± 0.51 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	4.60 ± 0.28 ^a	4.60 ± 0.14 ^a
减盐处理样	3.80 ± 0.01 ^a	3.50 ± 0.50 ^a	4.07 ± 0.12 ^a	3.40 ± 0.53 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	4.25 ± 0.25 ^a	4.31 ± 0.16 ^a

于减盐处理样中抗坏血酸钙、乳酸钙中的钙离子使其硬度增大,从而使其弹性和咀嚼性增大。Choi等^[14]在法兰克福香肠中用乳酸钾和抗坏血酸钙替代部分氯化钠后,也发现在弹性和咀嚼性上替代组与对照组相比显著增大($p < 0.05$)。

由图4可知,在贮藏过程中减盐处理样的剪切力值始终大于对照样,且两者都呈现逐渐降低的规律。减盐处理样降低趋势较缓慢,而对照样剪切力值快速降低,这与质构结果一致,说明替代盐在一定程度上能抑制猪肘肉的软烂。

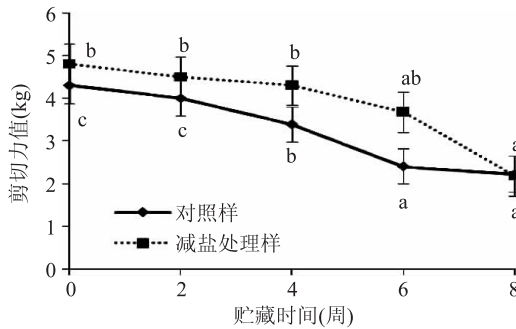


图4 贮藏过程中剪切力值的变化
Fig.4 Changes in shear force value of pork shoulder during storage

2.5 贮藏过程猪肉中菌落总数的变化

有研究表明肉制品的加工生产可以适度降低22%~25%的食盐含量而不会对产品质量有显著影响,例如热狗和腌制火腿盐含量分别从2.2%下降到1.7%,2.3%下降到1.8%,发现并没有影响产品的感官品质、货架期、安全性等。但进一步减少盐含量(43%~50%),就会显著影响到产品质量,需要用其它功能性成分替代食盐^[15]。由表4可知,在贮藏的8周时间内,减盐处理样的菌落总数一直为0,对照样到第八周时出现菌落,但未超过安全标准。Lorenzo等^[16]以50% KCl-50% NaCl对干腌猪前腿肉做减盐处理,发现其菌落总数较多。同时也有研究显示^[17],对干腌里脊肉用氯化钾、氯化镁等替代氯化钠后并不会对其微生物稳定性造成影响。这些结论都与本实验结果不同,这可能是由于本研究的替代盐中还有乳酸钙、苹果酸等酸性物质,抑制了微生物的生长。

表4 贮藏过程中菌落总数(CFU/g)的变化
Table 4 Changes in microorganism amount in pork shoulder during storage

样品	0周	2周	4周	6周	8周
对照样	0	0	0	0	<30
减盐处理样	0	0	0	0	0

2.6 贮藏当天猪肉感官评分

由表5可知,在贮藏开始当天,减盐处理样的各项感官指标均与对照样无显著差别($p > 0.05$)。

2.7 贮藏过程中肉样感官品质的变化

由图5(a)可知,在贮藏初期时,对照样和减盐处理样气味得分相同,说明两者都具有猪肘肉特有的特征香味;在贮藏过程中,两者都随着贮藏时间的延长逐渐失去香味,而减盐处理样特征气味损失更严重,得分也更低。由图5(b)可知,对照样和减盐处理样在贮藏过程中滋味逐渐降低,而减盐处理样损失更严重。由图5(c)可知,随着贮藏时间的延长,对照样和减盐处理样的口感评分逐渐降低,且减盐处理样口感得分降低更严重。说明随着贮藏时间的延长,减盐处理样在贮藏过程中感官性能明显降低。Pietrasik等^[5]也发现减盐处理过的蒸煮火腿的整体

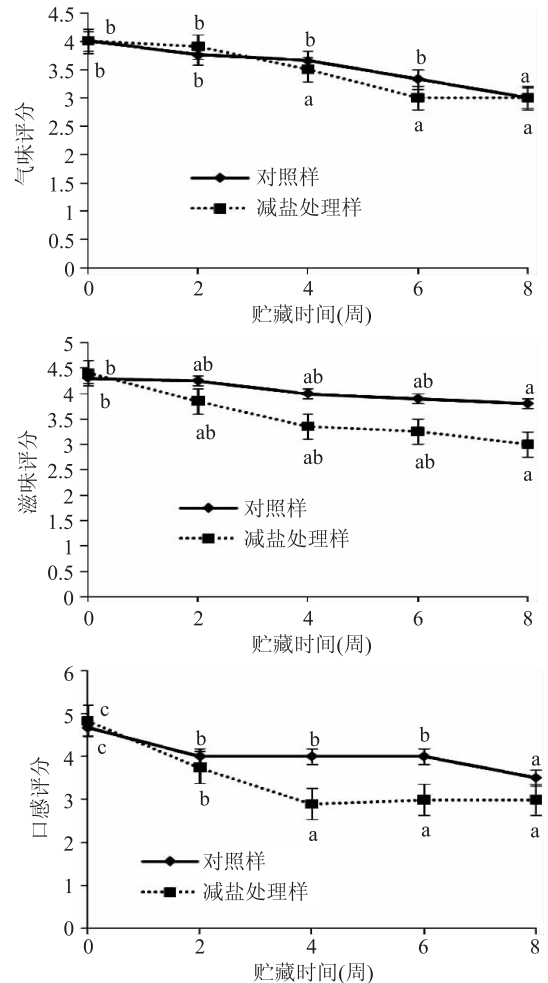


图5 贮藏过程中样品感官品质的变化
Fig.5 Changes in sensory quality of samples during storage

风味与余味明显不如对照组,与本实验结果相似。而 Armenteros 等^[18]发现用 50% NaCl-50% KCl 减盐处理过的干腌火腿除了由于 K⁺ 产生了苦味外,在香味、硬度、多汁性等方面的感官评分与对照组无差异。推测本实验减盐处理样具有较低感官评价得分的原因可能是替代盐不能很好的维持滋味,需要进一步优化替代盐比例;也有可能是风味掩盖剂在贮藏过程中逐渐丧失作用。

3 结论

在长达 8 周的贮藏期内,减盐处理样与对照样相比:减盐处理样具有较高的 TBA 值,表明脂肪氧化程度更强些,但是仍然始终保持在限定值内;减盐处理样具有较低的 TVB-N 值,表明微生物分解造成的蛋白质降解较少;质构测定结果表明减盐处理组在硬度、弹性、咀嚼性等方面优于对照组;微生物检测结果也表明减盐处理能更有效抑制微生物生长繁殖,利于延长保藏期;但随着贮藏时间的增长,减盐处理样的综合感官性能较对照样明显下降。综合上述,减盐处理样在一定程度上可以取代全盐(NaCl)处理样,但仍需改善减盐处理制品的贮藏品质。

参考文献

- [1] 李巧先,姜化安,李冰,等.食盐摄入量对体质指数及血压的影响[J].中国慢性病预防与控制,2013,21:196-197.
- [2] 马冠生.国际减盐措施与经验[A].中国营养学会、中国疾病预防控制中心营养与食品安全所.
- [3] 何静.复合盐对荷叶香肠品质及贮藏特性的影响[D].合肥:合肥工业大学,2013.
- [4] 黄梅香.低钠盐火腿肠的研制及其贮藏特性研究[D].武汉:武汉工业学院,2011.
- [5] Pietrasik Z, Gaudette N J. The impact of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of restructured cooked hams[J]. Meat Science, 2014, 96(3): 1165-1170.
- [6] GB/T9695.5-2008《肉与肉制品的 pH 的测定》[S].
- [7] 赵芬,张立彦.抗坏血酸钙部分替代氯化钠对猪肉品质的影响[J].食品工业科技,2015,36:281-284.
- [8] GB-4789.2-2010《菌落总数测定》[S].

(上接第 337 页)

- Aenzymatic view[J]. Meat SCI, 2010, 84: 248-256.
- [23] 莎丽娜,靳焯,苏席其乐木格.苏尼特羊肉食用品质的研究[J].内蒙古农业大学学报.2008,29(1):106-109.
- [24] 王志琴,孙磊,彭斌,等.不同气调包装牛肉贮藏过程中肉质变化规律研究[J].动物医学进展.2011,32(8):49-52.
- [25] 韩晓雷,杨增.测定牛肉 pH 对其新鲜度判定应用研究[J].黑龙江畜牧科技,1998,4(3):1-2.
- [26] LI Chunbao, CHEN Yinji, XU Xinglian, et al. Effects of low-voltage electrical stimulation and rapid chilling on meat quality characteristics of Chinese yellow crossbred bulls[J]. Meat Science, 2006, 72(1): 9-17.
- [27] Hur S J, Park G B, Joo S T. Effect of storage temperature on meat quality of muscle with different fiber type composition from

- [9] 瞿执谦.用改进的 α -硫代巴比妥酸(TBA)值法来测定肉类食品中脂肪的氧化[J].肉类工业,1995(4):24-25.
- [10] GB/T 5009.44-2005《肉与肉制品卫生标准的分析方法》[S].
- [11] Zanardi E, Ghidini S, Conter M, et al. Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico-chemical and sensory parameters[J]. Meat Science, 2010, 86(3): 742-747.
- [12] Susana R, Paulo C B C, Mónica A. Influence of partial replacement of NaCl with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ on lipolysis and lipid oxidation in dry-cured ham[J]. Meat Science, 2011(89): 58-64.
- [13] Wu H, Zhang Y, Long M, et al. Proteolysis and sensory properties of dry-cured bacon as affected by the partial substitution of sodium chloride with potassium chloride[J]. Meat Science, 2014, 96(3): 1325-1331.
- [14] Choi Y M, Jung K C, Jo H M, et al. Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage[J]. Meat Science, 2014, 96(1): 21-25.
- [15] Aaslyng M D, Vestergaard C, Koch A G. The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami[J]. Meat Science, 2014, 96(1): 47-55.
- [16] Lorenzo J M, Bermúdez R, Domínguez R, et al. Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacón salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride[J]. Food Control, 2015, 50(0): 763-769.
- [17] Aliño M, Grau R, Toldrà F, et al. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium[J]. Meat Science, 2010, 85(3): 580-588.
- [18] Armenteros M, Aristoy M, Barat J M, et al. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts[J]. Meat Science, 2012, 90(2): 361-367.

- Korean native cattle (Hanwoo) [J]. Food Qual, 2009, 32: 315-333.
- [28] 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): 31-32.
- [29] 万红玲,雒林通,吴建平,等.牦牛肉品质特性研究进展[J].畜牧兽医杂志 2012,31(1):36-37.
- [30] 田甲春,韩玲,刘昕,等.牦牛肉宰后成熟机理与肉用品质研究[J].农业机械学报,2012,43(12):147-150.
- [31] 林清华,杨清平,李常建,等.致肠炎常见菌对牛至浸膏的敏感性实验[J].氨基酸和生物资源,1999,21(2):30-32.
- [32] 曹建国,潘正伟,陈正华.牛至油在仔猪饲料中的抗菌促生长效果[J].上海畜牧兽医通讯,2004,(01):24-25.