

亚硝酸钠添加量对萨拉米色泽及主要栅栏因子的影响

杨君娜, 李家鹏, 周 彤, 李金春, 陈 曦, 许随根, 曲 超
(中国肉类食品综合研究中心, 肉类加工技术北京市重点实验室, 北京 100068)

摘 要: 针对不同的亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中色泽(亮度 L^* 值、红度 a^* 值、黄度 b^* 值)、栅栏因子(pH值、水分活度)以及大肠菌群数、丙二醛含量(malondialdehyde, MDA)的影响进行研究。结果表明: 添加亚硝酸钠可明显改善萨拉米的色泽, 不同亚硝酸钠添加量萨拉米之间色泽差异为稍有差异或感觉到差异。随着亚硝酸钠添加量增多, 萨拉米的pH值、水分活度差异不显著, MDA含量差异显著。亚硝酸钠添加量越大, 大肠菌群越早到达检出限量(<10 CFU/g)。因此, 适量的添加亚硝酸钠, 可以显著改善萨拉米色泽, 提高品质和安全性。
关键词: 萨拉米; 亚硝酸钠; 色泽; pH值; 水分活度; 大肠菌群; 丙二醛含量

Effect of Sodium Nitrite Addition on Color and Crucial Hurdle Factors for Salami

YANG Junna, LI Jiapeng, ZHOU Tong, LI Jinchun, CHEN Xi, XU Suigen, QU Chao
(Beijing Key Laboratory of Meat Processing Technology, China Meat Research Center, Beijing 100068, China)

Abstract: The effect of sodium nitrite addition on salami color (brightness value L^* , redness value a^* , and yellowness value b^*) and crucial hurdle factors (pH value and water activity) for its production as well as coliform group count and malondialdehyde (MDA) content were investigated. The results showed that sodium nitrite obviously improved the color of salami, and a slight or noticeable difference among different concentration groups was observed. With an increase in the amount of sodium nitrite added, the pH value and water activity of salami had no significant difference, but there were significant differences in MDA level among four groups. The fermentation time to reach the minimum detectable limit (10 CFU/g) of coliform group was shortened by adding higher amounts of sodium nitrite. Therefore the quality and safety of salami can be significantly improved by sodium nitrite addition.

Key words: salami; sodium nitrite; color; pH value; water activity; coliform group; malondialdehyde (MDA) content

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2014) 12-0024-04

萨拉米是西方发酵肉制品中重要的一种, 起源于欧洲南部, 主要原料为猪肉, 调味料较多, 未经烟熏或煮制^[1]。萨拉米具有色香浓郁、风味独特等特点, 深受消费者喜爱, 近些年国内市场也在逐步扩大, 逐渐培育起了自己的消费群体^[2]。亚硝酸钠是包括萨拉米在内的许多肉制品生产过程中常用的一种添加剂, 它不仅可使肉制品呈现鲜艳的红色, 而且可以抑制肉制品中的腐败菌及致病菌, 尤其是肉毒梭状芽孢杆菌的生长^[3], 此外还具有抗氧化及增强肉制品风味等作用^[4]。本实验针对不同亚硝酸钠添加量对萨拉米的色泽、pH值和水分活度2个重要栅栏因子、大肠菌群数、丙二醛含量(malondialdehyde, MDA)进行了研究, 这对提高萨拉米品质的稳定性和安全性至关重要, 同时为萨拉米发酵香肠工艺配方智能化系统设计提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

猪肉(4号肉)、牛肉(小黄瓜条)、猪背脂、纤维素肠衣、食盐、黑胡椒粉、白胡椒粉、葡萄糖、姜粉、鲜蒜、异抗坏血酸钠、亚硝酸钠、三聚磷酸盐、张裕干红葡萄酒 市售; 发酵剂Lyocarni PRO-MIX 5, 其中菌种包括沙克乳酸杆菌(*Lactobacillus sakei*)、木糖葡萄球菌(*Staphylococcus xylosum*)、植物乳杆菌(*Lactobacillus paraplantarum*) 意大利萨科公司。

结晶紫中性红胆盐琼脂培养基(violet red bile agar, VRBA) 北京陆桥技术有限责任公司; MDA测试盒 南京建成生物工程研究所。

收稿日期: 2014-08-26

基金项目: 北京市科技计划项目(D141100004614003)

作者简介: 杨君娜(1979—), 女, 工程师, 硕士, 研究方向为畜产品加工与贮藏。E-mail: yuzhu_530@163.com

1.2 仪器与设备

BSA822-CW电子秤 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司; K20Rasv斩拌机 德国Seydelmann公司; OSCAR20灌肠机 德国Frey公司; S-100涡旋振荡器 大洋科学工业株式会社; HWS-150恒温恒湿试验箱 上海森信实验仪器有限公司; F1-45 Toyo恒温培养箱 东洋化学产业有限公司; CR-400色彩色差计 日本柯尼卡美能达; FSP-625匀浆机 日本Nihonseiki Kaisha公司; SG8 pH测量仪 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; Labmaster水分活度仪 瑞士Novasina公司; GI54DWS全自动高压灭菌器 美国致微(厦门)仪器有限公司; ESCO二级生物安全柜 上海金鹏分析仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 亚硝酸钠添加量的确定

根据GB2760—2010《食品添加剂使用标准》中发酵肉制品亚硝酸钠最大使用量要求^[5], 确定实验萨拉米的亚硝酸钠添加量分别为0、0.05、0.10、0.15 g/kg。

1.3.2 萨拉米制作工艺流程

原料(猪肉、牛肉、猪背脂)预处理→斩拌→接种→灌肠→发酵(温度30℃、湿度95%、发酵2 d)→干燥(温度15℃、湿度80%、发酵18 d)→包装→成品

1.3.3 萨拉米色泽测定

CIELab表色系统属于1976年制定的均匀色立体表示系统^[6-7]。颜色的表示方法为亮度值(L^* 值)、红度值(a^* 值)、黄度值(b^* 值)^[8-10]。CIELab表色系统除了能准确的表示色调, 在研究或测定近似色泽的差别程度或食品的变色程度时, 色空间上两点间的距离 ΔE_{ab}^* 可以表示两对相应色泽的差。

$$\Delta E_{ab}^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

式中: ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 分别为两点间三坐标值的差; ΔE_{ab}^* 为实际的色空间两点距离; 它与观察感觉的关系见表1。

表1 ΔE_{ab}^* 与观察感觉^[6]

Table 1 Relationship of ΔE_{ab}^* value and human perception^[6]

ΔE_{ab}^*	感觉到的色差程度
0~0.5	极小差异
0.5~1.5	稍有差异
1.5~3.0	感觉到有差异
3.0~6.0	较明显差异
6.0~12.0	很明显差异
12.0以上	不同颜色

实验将亚硝酸钠添加量为0、0.05、0.10、0.15 g/kg的萨拉米分别记为组1、组2、组3和组4, 再计算各组之间的 ΔE_{ab}^* 。

1.3.4 pH值测定

用pH测量仪测定萨拉米的pH值。

1.3.5 水分活度测定

将萨拉米绞碎成1~1.5 mm的小细粒, 用水分活度仪测定萨拉米的水分活度。

1.3.6 大肠菌群总数测定^[11]

采用GB 4789.3—2010《食品微生物学检验 大肠菌群计数》测定萨拉米的大肠菌群数。

1.3.7 萨拉米MDA含量测定

用MDA测试盒测定萨拉米的MDA含量。

1.4 数据分析

每个实验做3个平行, 并重复2次。数据表示为 $\bar{x} \pm s$ 形式。数据采用SPSS 18.0软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中色泽的影响

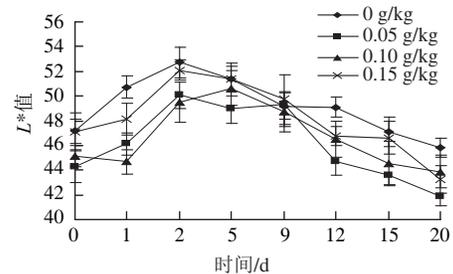


图1 亚硝酸钠添加量对萨拉米 L^* 值的影响

Fig.1 Effect of sodium nitrite addition on L^* value of salami

由图1可知, 不同亚硝酸钠添加量萨拉米的 L^* 值在生产过程中均出现先上升后下降的总体趋势, 在发酵阶段呈现快速上升($P < 0.05$); 在干燥阶段, 总体呈现下降的趋势($P < 0.05$)。

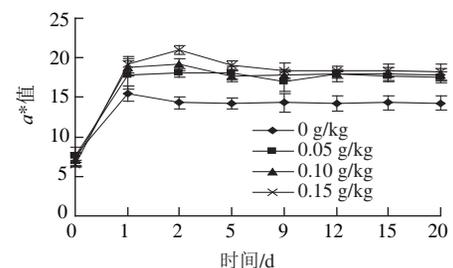


图2 亚硝酸钠添加量对萨拉米 a^* 值的影响

Fig.2 Effect of sodium nitrite addition on a^* value of salami

由图2可知, 不同亚硝酸钠添加量萨拉米的 a^* 值在生产过程中均出现先上升后下降的总体趋势, 在发酵初期快速上升($P < 0.05$), 且添加亚硝酸钠可显著提升萨拉米的 a^* 值($P < 0.05$), 这主要是由于亚硝酸钠与肉中的乳酸反应形成亚硝酸, 亚硝酸不稳定会继续分解成亚

硝基，亚硝基与肉中的肌红蛋白、血红蛋白结合生成粉红色的亚硝基肌红蛋白、亚硝基血红蛋白^[12]；在干燥阶段，总体呈现下降的趋势，但下降的幅度较小。

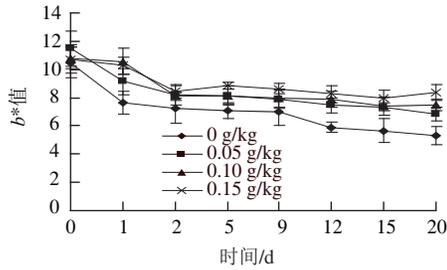


图3 亚硝酸钠添加量对萨拉米b*值的影响

Fig.3 Effect of sodium nitrite addition on b* value of salami

由图3可知，不同亚硝酸钠添加量萨拉米的b*值在生产过程中均出现降低的总体趋势，在发酵阶段呈现快速下降；在干燥阶段，总体呈现缓慢下降的趋势。添加亚硝酸钠对萨拉米b*值的影响差异显著 ($P < 0.05$)。

表2 亚硝酸钠添加量对各组萨拉米的色差 ΔE_{ab}^* 的影响

Table 2 Effect of sodium nitrite addition on ΔE_{ab}^* value of salami

组别	1	2	3	4
1	0			
2	3.94	0		
3	4.93	1.27	0	
4	5.39	1.77	1.09	0

由表2可知，组1与组2、组3、组4之间均有较显著差异 (ΔE_{ab}^* 值在3~6之间)，组2与组3、组3与组4之间为稍有差异 (ΔE_{ab}^* 值在0.5~1.5之间)，组2与组4之间为感觉到有差异 (ΔE_{ab}^* 值在1.5~3.0之间)。因此，添加亚硝酸钠可明显改变萨拉米的色泽；亚硝酸钠添加量越大，萨拉米的色泽越深；但不同添加量之间的色泽观察感觉差异不明显，说明大幅提高亚硝酸钠添加量并不能明显改变萨拉米色泽，反而可能会产生因亚硝酸钠残留危害人体健康，如致癌等作用^[13]。

2.2 亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中pH值的影响

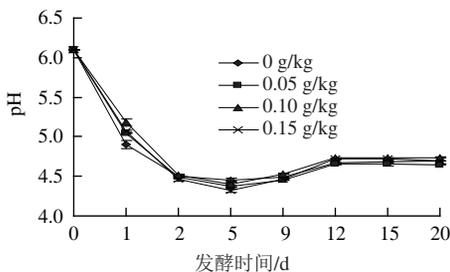


图4 亚硝酸钠添加量对萨拉米pH值的影响

Fig.4 Effect of sodium nitrite addition on pH value of salami

由图4可知，不同亚硝酸钠添加量的萨拉米的pH值在生产过程中均出现先快速降低后缓慢回升的总体趋势，

发酵阶段的温度、湿度条件适合发酵剂中沙克乳酸杆菌、木糖葡萄球菌、植物乳杆菌的生长繁殖，快速进入指数生长周期，发酵剂中的有益菌，尤其是乳酸菌大量生长繁殖，萨拉米的pH值快速由6.1下降至4.5左右；进入干燥阶段随着环境温度的下降，乳酸菌的生长繁殖速度变缓，在干燥阶段后期萨拉米的pH值略有回升，在一定程度上消除了萨拉米的酸感，这是因为发酵剂分解蛋白质产生了氨基酸^[14]。亚硝酸钠添加量对产品pH值的影响差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中水分活度的影响

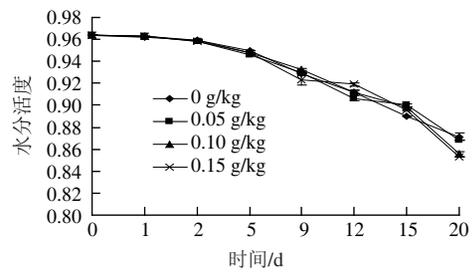


图5 亚硝酸钠添加量对萨拉米水分活度的影响

Fig.5 Effect of sodium nitrite addition on water activity of salami

由图5可知，不同亚硝酸钠添加量的萨拉米的水分活度在生产过程中均出现整体降低的总体趋势，发酵阶段的环境条件湿度较大，水分活度降低速度相对较缓；干燥阶段环境条件湿度降低，使水分活度降低的速度加快，从而可促进萨拉米成熟。亚硝酸钠添加量对产品水分活度的影响差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.4 亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中大肠菌群数的影响

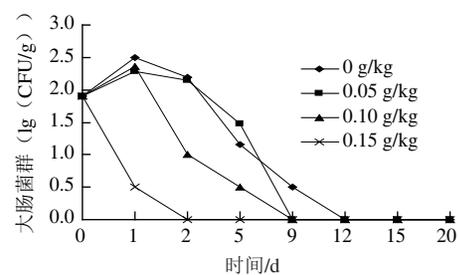


图6 亚硝酸钠添加量对萨拉米大肠菌群的影响

Fig.6 Effect of sodium nitrite addition on coliform group count of salami

由图6可知，当亚硝酸钠添加量小于0.10 g/kg时，在发酵1 d内大肠菌群数显著增加，这是由于发酵初期的温湿度条件适合大肠菌群的生长，发酵剂中的乳酸菌等有益菌还没形成优势菌群，随乳酸菌进入指数期快速生长以及由此导致的萨拉米pH值快速下降，在发酵1 d后大肠菌群数开始下降；当亚硝酸钠添加量达到GB2760—2010

限量最大值0.15 g/kg时, 大肠菌群从发酵初期就开始下降, 这是由于添加亚硝酸钠有抑制微生物的作用^[15], 可有效抑制腐败菌和食品致病菌的生长^[16]。进入干燥期后, 低温、低pH值、低水分活度的环境导致大肠菌群不断衰亡直至到达检出限量 (<10 CFU/g)。亚硝酸钠添加量越大, 大肠菌群到达检出限量的时间越早, 当亚硝酸钠添加量为0.15 g/kg时, 在发酵期2 d结束即到达检出限量, 而亚硝酸钠添加量为0 g/kg时, 干燥12 d未检出大肠菌群, 这主要是由于未添加亚硝酸钠的萨拉米主要靠pH值和水分活度的逐渐降低, 使得环境不适合大肠菌群的生长逐渐进入衰亡期, 而添加了亚硝酸钠的萨拉米除了pH值和水分活度的因素外, 还有亚硝酸钠的抑菌作用, 可以有效的抑制大肠菌群等有害微生物的生长, 更有效地保证萨拉米的安全性。

2.5 亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中MDA含量的影响

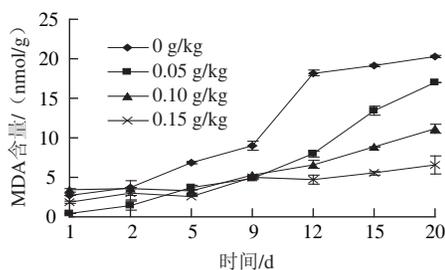


图7 亚硝酸钠添加量对萨拉米MDA含量的影响

Fig.7 Effect of sodium nitrite addition on MDA value of salami

由图7可知, 不同亚硝酸钠添加量萨拉米的MDA含量在生产过程中均出现逐渐升高的总体趋势, 随着亚硝酸钠添加量的增加, MDA含量增加的幅度减小, 说明在发酵和干燥过程中脂肪氧化的程度越小。亚硝酸钠添加量对萨拉米MDA含量的影响差异显著 ($P < 0.05$), 这是因为亚硝酸盐能够抑制脂肪的氧化, 并且减少因脂肪氧化产生的不良风味、有毒物质和过热味^[17], 从而保证产品的风味品质。

2.6 亚硝酸钠添加量对萨拉米亚硝酸钠残留量的影响

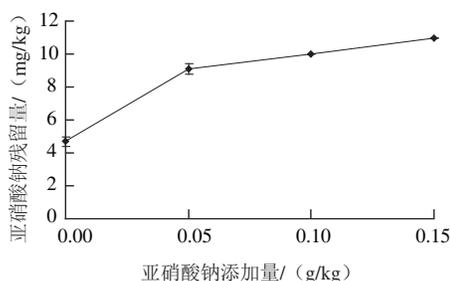


图8 亚硝酸钠添加量对萨拉米亚硝酸钠残留量的影响

Fig.8 Effect of sodium nitrite addition on sodium nitrite residue of salami

由图8可知, 随着亚硝酸钠添加量的增加, 其残留量呈上升趋势, 添加亚硝酸钠与不添加亚硝酸钠差异显著 ($P < 0.05$), 添加量0.05、0.10、0.15 g/kg差异不显著 ($P > 0.05$), 4种亚硝酸钠添加量的萨拉米均符合GB2760—2010对发酵肉制品亚硝酸钠最大残留量 (≤ 30 mg/kg)的要求。

3 结论

本实验针对不同亚硝酸钠添加量对萨拉米生产过程中色泽、pH值、水分活度、大肠菌群数、MDA含量的影响进行了研究。结果表明, 添加亚硝酸钠可明显改善萨拉米的色泽, 不同亚硝酸钠添加量萨拉米之间色泽差异为稍有差异或感觉到差异。随着亚硝酸钠添加量增加, 萨拉米的pH值、水分活度差异不显著, MDA含量差异显著。亚硝酸钠添加量越大, 大肠菌群越早到达小于规定检出限量。因此, 在生产萨拉米的过程中, 适量的添加亚硝酸钠, 可以改善产品色泽, 提高品质, 保证萨拉米等发酵肉制品的安全性。

参考文献:

- [1] 王仲礼, 赵晓红. 关于发酵肉制品的研究[J]. 肉类工业, 2006(4): 21-24.
- [2] 王中帅, 赵改名, 张春晖, 等. 响应面法优化低硝萨拉米加工工艺的研究[J]. 食品科技, 2011, 36(9): 144-148.
- [3] FAUSTMAN C, CASSENS R G. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review[J]. Journal Muscle Foods, 1990, 1(3): 217-234.
- [4] 王敏. 肉制品中亚硝酸盐的作用、安全性及代替物的讨论[J]. 肉品卫生, 2001(9): 24-25.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GB 2760—2011 食品添加剂使用限量[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [6] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 239-241.
- [7] O'SULLIVAN M G, BYRNE D V, STAGSTED J, et al. Sensory colour assessment of fresh meat from pigs supplemented with iron and vitamin E[J]. Meat Science, 2002, 60(3): 253-265.
- [8] 杨艳军, 陈有亮. 颜色的仪器测定法及其在肉色测定中的应用[J]. 肉类工业, 2004(1): 43-45.
- [9] BOCCARD R, BUCHTER L, CASTEELS E, et al. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities (CEC) beef production research programme[J]. Livestock Production Science, 1981, 8: 385-397.
- [10] 戚彪, 曲超, 郭爱菊, 等. 气体射流冲击北京烤鸭皮的色泽和酥脆性[J]. 肉类研究, 2013, 27(12): 5-7.
- [11] 中华人民共和国卫生部. GB 4789.3—2010 食品微生物学检验: 大肠菌群计数[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [12] 杜鹃, 王清华, 刘利强. 亚硝酸盐在肉制品中应用的危害分析及其替代物的研究[J]. 食品科技, 2007(8): 165-168.
- [13] 王琦, 李悦鹏, 楼峰阁. 亚硝酸盐的危害及其替代物的研究进展[J]. 中国食品卫生与健康, 2005, 3(2): 36-37.
- [14] KALTSCNMITT K. The key points of technology on salami produced in China[J]. 肉类研究, 2002, 16(4): 16-19.
- [15] 李雪鸥. 浅谈食品添加剂: 亚硝酸钠[J]. 食品工程, 2011(3): 6-7.
- [16] 刘战丽, 罗欣. 发酵肠生产中的栅栏因子和安全生产[J]. 肉类工业, 2002(12): 10-12.
- [17] 李铁欣, 王玉田, 查恩辉. 亚硝酸盐在肉制品加工中的作用及其替代物研究进展[J]. 肉类工业, 2009(5): 51-53.