

烤翅加工过程中亚硝酸盐对其品质的影响

李汴生¹, 林俊虹¹, 顾苗青¹, 阮征¹, 郭伟波², 林光明², 杨焕彬²

(1. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640) (2. 广东无穷食品有限公司, 广东饶平 515726)

摘要: 研究了不同亚硝酸盐添加量 (0、50、100 和 150 mg/kg) 对肉鸡翅根腌制和烘烤过程中及杀菌后成品色泽、TBA 值、菌落总数及感官特性的影响。烤翅加工过程中鸡翅根内外表面色泽变化, 亚硝酸盐添加量越大, 鸡翅根内外表面的 L*值和 a*值越大, 但添加量对 b*值影响不显著 ($p>0.05$); 亚硝酸盐能够抑制烤翅加工过程中的脂肪氧化, 在腌制和烘烤过程中随着亚硝酸盐添加量增大, 样品 TBA 值逐渐减小 ($p<0.05$), 杀菌后添加亚硝酸盐的样品 TBA 值 (0.961~0.990 mg/kg) 显著 ($p<0.05$) 低于对照样 (1.223 mg/kg), 但不同添加量之间差异不显著 ($p>0.05$); 不添加亚硝酸盐的烤翅色泽黯淡、表面发黄, 感官色泽评分和总体可接受度低 ($p<0.05$); 添加亚硝酸盐的样品具有更加明亮的红色, 但不同添加量之间的辨识度较低, 在口感、滋味和风味方面的感官评分差异不显著; 亚硝酸盐对烤翅加工过程中菌落总数无影响。

关键词: 亚硝酸盐; 烤翅; 品质

文章编号: 1673-9078(2016)07-157-163

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.7.025

Effect of Nitrite on the Quality of Roasted Chicken Wings during Processing

LI Bian-sheng¹, LIN Jun-hong¹, GU Miao-qing¹, RUAN Zheng¹, GUO Wei-bo², LIN Guang-ming², YANG Huan-bin²

(1. College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. Guangdong WuQiong Food company Limited, Raoping 515726, China)

Abstract: The effects of different amounts of nitrite (0, 50, 100, and 150 mg/kg) on color attributes, thiobarbituric acid value (TBA) value, total number of colonies, and organoleptic properties of chicken wing drumettes during curing, drying, roasting, and sterilization were investigated. The results showed that the outside and inside surface color of chicken wing drumettes changed dramatically during processing. Increasing the amount of added nitrite resulted in increased L* and a* values, but the amount of added nitrite did not significantly affect the b* value ($P > 0.05$). Nitrite can inhibit lipid oxidation during the processing of chicken wing drumettes; during curing, drying, and roasting, higher nitrite levels led to lower TBA values. The sterilized product with added nitrite had lower TBA values (0.961–0.990 mg/kg) than the control sample (1.223 mg/kg) ($P < 0.05$), but no significant differences were found among the samples to which various amounts of nitrite were added (50, 100, and 150 mg/kg). Nitrite-free roasted chicken wing drumettes had dark and yellow surfaces, lower scores in color and sensory evaluation, and overall acceptability ($P < 0.05$). The samples with added nitrite had a cured red color, but no significant differences were observed in the sensory scores in terms of mouthfeel, taste, and flavor among samples with various amounts of added nitrite ($P < 0.05$). Nitrite had no effect on the total number of colonies on the roasted chicken wings during processing.

Key words: nitrite; roasted chicken wings; quality

烤翅类产品, 是指原料经修剪、腌制、烘烤、包装、杀菌等工艺制成的肉制品。鸡肉是优质蛋白质来源, 在烤制过程中, 由于蛋白质的热致变化、高温条件下的美拉德反应、脂肪氧化、酯化反应和硫胺素降解作用等, 形成了烤翅光亮的色泽、浓郁的烤香风味及具有嚼劲的口感, 且因其食用方便性深受消费者喜爱。

收稿日期: 2015-08-02

基金项目: 国家港澳台科技合作专项项目 (2013DFH30070); 广东省教育部科技部产学研结合项目 (2012B090600003)

作者简介: 李汴生 (1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事食品加工和保藏研究

亚硝酸盐是一种广泛应用于肉制品加工中的食品添加剂, 它的作用包括: (1) 能够抑制肉毒梭状芽孢杆菌、李斯特氏菌等多种致病菌的生长^[1]; (2) 赋予肉制品诱人的色泽, 即发色作用^[2]; (3) 形成特定的腌制风味^[3]; (4) 抑制脂肪氧化, 避免肉制品在热处理过程中“过热风味”的产生^[4]。然而亚硝酸盐本身具有毒性, 在一定工艺条件下, 能够产生具有致癌、致畸性的 N-亚硝基化合物^[5]。许多研究致力于寻找肉制品中亚硝酸盐的替代产物, 但至今没有一种物质能够完全替代亚硝酸盐, 尤其是在发色及抑菌作用方面, 亚硝酸盐含量一直都是食品安全性的焦点之一。

Hayes 等^[6]研究了不同亚硝酸盐添加量对猪肉卷

储藏 2、7、14 d 后的理化、质构和感官特性的影响,结果表明,随着亚硝酸盐添加量的增大,样品的 pH 值、亚硝基肌红蛋白含量、TBA 值增大, a^* 值、 b^* 值减小,同时亚硝酸盐添加量还会影响产品的色泽和感官指标; Yetim 等^[7]研究了亚硝酸盐对传统 Kavrma 肉制品加工保藏过程中肉毒梭状芽孢杆菌的残留和增殖以及脂肪氧化的影响,结果表明亚硝酸盐对于梭状芽孢杆菌具有轻微的抑制作用,同时能够显著降低产品的 TBA 值、过氧化值和游离脂肪酸含量; Cheng 等^[8]研究表明,150 mg/kg 的亚硝酸盐添加量能够显著降低烤牛肉的 TBA 值,抑制过热风味的产生和微生物的生长;董庆利等^[9]研究表明蒸煮香肠添加亚硝酸盐后色泽、风味、质构特性和口感均优于未添加的对照组,添加亚硝酸盐后香肠的抗氧化能力增强,且风味物质种类增多。

本试验研究了不同亚硝酸盐添加量(0、50、100 和 150 mg/kg)对鸡翅根腌制、烘烤过程及杀菌后成品色泽、TBA 值、菌落总数及感官特性的影响,以期在实际生产中亚硝酸盐的使用提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

鸡翅根、食盐、白砂糖、亚硝酸盐等,均取自无穷食品有限公司。

恒温振荡器, THZ-103B, 上海一恒科学仪器有限公司; 恒温电热培养箱, DHP-9162, 上海一恒科学仪器有限公司; 真空包装机, DZ5002D, 广州市日富包装机械有限公司; 喷淋式反压杀菌锅, LH4A29A, 宁波锐托杀菌设备有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程

将鸡翅根冻品解冻,经过真空滚揉、低温静腌、烘制、烤制,真空包装后进行反压杀菌可得烤翅产品。其中滚揉真空度为 0.08 MPa,转速为 5.0 rpm,时间为 1h;滚揉后的样品于 0 °C 下低温静腌 48 h,每隔 8 h 取样,测定样品的亚硝酸盐残留量、色泽、TBA 值及菌落总数;烘制在干燥箱中进行,温度 70 °C,烘制后样品的含水率(湿基)控制在 45±1%,每 2~3 h 取样测定;烤制在电烤箱中进行,温度为 175 °C,烤制后样品的含水率(湿基)控制在 30±1%,每隔 5~10 min 取样测定;反压杀菌的条件为 121 °C 5 min,反压 2.1 bar,升温 and 降温时间均为 6 min,测定终产品理化及微生物指标,并对其进行感官评定。

1.2.2 指标测定

1.2.2.1 水分含量测定

按照 GB 5009.3-2010 采用直接干燥法进行测定,分别测定肉、骨的湿基含水量。

1.2.2.2 亚硝酸盐测定

按照 GB 5009.33-2010 采用分光光度法进行测定。

1.2.2.3 色泽测定

采用便携式色差仪测定,记录 CIELAB 色度空间的 L^* 、 a^* 、 b^* 三个指标。分别测定样品外表面和内表面的 L^* 、 a^* 和 b^* 值。

1.2.2.4 TBA 值测定

参考姜秀杰等^[23]的方法并进行一定优化。

1.2.2.5 菌落总数测定

按照 GB 4789.2-2010 进行测定。

1.2.2.6 感官评定

应用平衡 1~10 (从 1-非常不喜欢,到 10-非常喜欢) 分制对样品的色泽、气味、滋味和口感进行打分,产品的总体接受性 = (色泽×10%) + (气味×10%) + (滋味×30%) + (口感×50%)

1.2.3 数据处理与方法

采用 Excel 2010、SPSS 20.0、Origin 8.0 软件进行作图及数据分析,其中 R^2 和 P 值作为模型拟合度评价指标, R^2 约接近 1, P 值越小,说明模型拟合度越高;采用新复极差分析法 *Duncan* 进行显著性分析,置信区间取 95%;采用皮尔逊 *Pearson* 法进行相关性分析, $P<0.05$ 为显著相关, $P<0.01$ 为极显著相关。

2 结果与讨论

2.1 低温静腌过程中亚硝酸盐对鸡翅根品质

的影响

2.1.1 低温静腌过程中鸡翅根亚硝酸盐含量的变化

低温静腌过程中添加量对鸡翅根中亚硝酸盐含量(以湿基计)的影响如图 1 所示。由图 1 可知,鸡翅根中亚硝酸盐的本底值较低,未添加亚硝酸盐的样品在低温静腌过程中亚硝酸盐含量变化不显著。对于添加亚硝酸盐的样品,随着静腌时间的延长,鸡翅根中的亚硝酸盐含量逐渐降低;在同一时刻下,亚硝酸盐添加量越大,残留量越大;添加量和时间对样品中亚硝酸盐的含量影响显著($p<0.05$)。腌制 48 h 后,亚硝酸盐添加量 50、100、150 mg/kg 水平下,鸡翅根中的亚硝酸盐含量和损失率分别为 16.52、45.84 和

69.57 mg/kg 及 56.59%、45.13%和 42.16%。

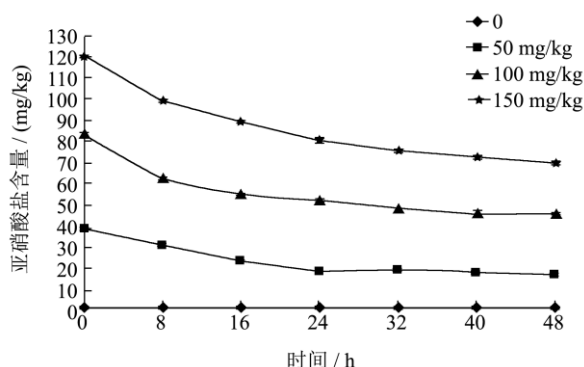


图1 添加量对鸡翅根低温静腌过程中亚硝酸盐含量的影响

Fig.1 Effect of amount of added nitrite on nitrite content (valued on wet basis) of chicken wing drumettes that were left standing at low temperature

2.1.2 低温静腌过程中鸡翅根色泽的变化

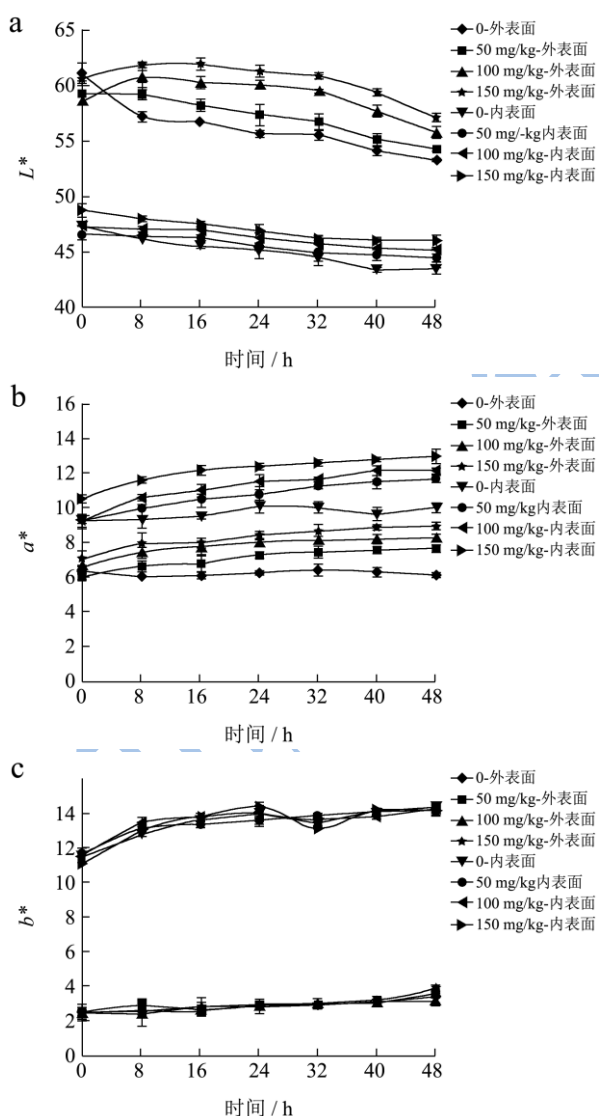


图2 亚硝酸盐添加量对鸡翅根低温静腌过程中色泽的影响

Fig.2 Effect of amount of added nitrite on the color of chicken wing drumettes that were left standing at low temperature

注: a. L^* 值, b. a^* 值, c. b^* 值。

亚硝酸盐化学性质活泼,添加至肉类中迅速分解为 NO,与肌红蛋白结合生成亚硝基肌红蛋白,呈亮红色,使鸡翅根的红度增大。亚硝酸盐添加量对鸡翅根低温静腌过程中色泽的影响如图 2 所示。由图 2a 可知,鸡翅根外表面因附着一层白色的表皮而导致其 L^* 值明显高于内表面。随着低温静腌时间的延长,鸡翅根内外表面的 L^* 均呈现降低的趋势,腌制 48 h 后,亚硝酸盐添加量为 0、50、100 和 150 mg/kg 条件下,鸡翅根外表面的 L^* 分别减少了 7.88、5.02、2.98 和 3.53,内表面 L^* 分别减少了 3.91、2.18、2.12 和 2.78。随着亚硝酸盐添加量的增大, L^* 值越大,亚硝酸盐添加量对外表面 L^* 值的影响显著 ($p < 0.05$),而对内表面 L^* 的影响不显著 ($p > 0.05$)。由图 2b 可知,鸡翅根内表面的 a^* 值大于外表面,随着低温静腌时间的延长,内外表面的 a^* 值均呈现增大的趋势,而未添加亚硝酸盐的样品外表面 a^* 值变化不大,与腌制初期比略有降低。腌制使得鸡翅根外表面的 a^* 值增大了 1.72~2.05,使内表面的 a^* 值增大了 2.37~2.93。鸡翅根的 a^* 值随亚硝酸盐添加量的增大而增大,添加量对 a^* 值的影响显著 ($p < 0.05$)。由图 2c 可知,鸡翅根外表面的 b^* 值明显大于内表面,腌制过程中鸡翅根内外表面的 b^* 均略有增大,且外表面的增幅较大,亚硝酸盐添加量对鸡翅根 b^* 值的影响不显著 ($p > 0.05$)。夏杨毅^[9]和翁航萍^[10]对荣昌猪肉腌制过程中亚硝酸盐含量对其色泽变化影响的研究也显示了类似的规律,Moawad 等^[11]研究则表明 100 和 125 mg/kg 的亚硝酸盐能够同时提高香肠生腌过程中的 L^* 、 a^* 和 b^* 值。

2.1.3 低温静腌过程中鸡翅根 TBA 值的变化

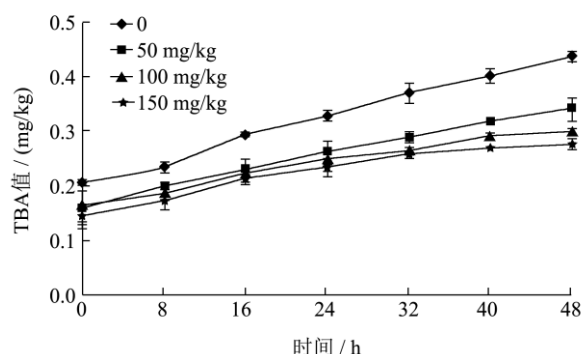


图3 亚硝酸盐添加量对鸡翅根低温静腌过程中 TBA 值的影响

Fig.3 Effect of amount of added nitrite on the TBA value of chicken wing drumettes that were left standing at low temperature

亚硝酸盐添加量对鸡翅根低温静腌过程中 TBA 值的影响如图 3 所示。由此可知,随着静腌时间的延长,鸡翅根的 TBA 值呈现增大的趋势;添加亚硝酸盐的样品 TBA 值明显低于对照组,随着亚硝酸盐添

加量的增大, 样品的 TBA 值显著降低, 添加量对鸡翅根 TBA 值的影响显著 ($p < 0.05$), 尤其是在腌制后期 (40~48 h), 当亚硝酸盐添加量为 0、50、100 和 150 mg/kg 条件下, 腌制 48 h 后的鸡翅根 TBA 值分别增大了 0.23、0.18、0.14 和 0.13 mg/kg。Moawad^[12]等的研究也表明 100 和 125 mg/kg 的亚硝酸盐能够抑制香肠生腌过程中的脂肪氧化, 但二者的抑制作用差异不显著。

2.1.4 低温静腌过程中鸡翅根菌落总数的变化

亚硝酸盐添加量对鸡翅根低温静腌过程中菌落总数的影响如图 4 所示。由此可知, 随着低温静腌时间的延长, 鸡翅根中菌落总数逐渐增大, 腌制 48 h 后较腌制初期增大了 0.77~0.93 个数量级, 但不同亚硝酸盐添加量对菌落总数的影响不显著 ($p > 0.05$)。Hayes 等^[6]研究同样表明 50 和 150 mg/kg 的亚硝酸盐对猪肉卷菌落总数的影响不显著, 而 Cheng 等却表明 150 mg/kg 的亚硝酸盐对微生物生长具有明显的抑制作用。

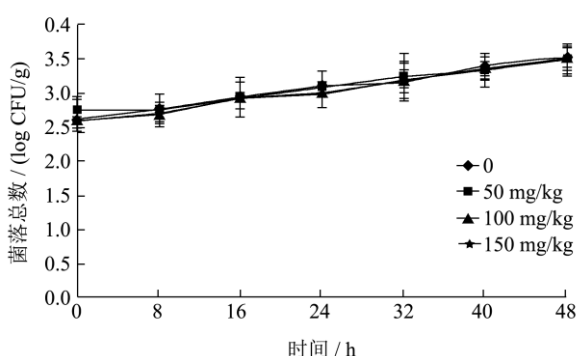


图 4 亚硝酸盐添加量对鸡翅根静腌过程中菌落总数的影响
Fig.4 Effect of amount of added nitrite on the total number of colonies of chicken wing drumettes that were left standing at low temperature

一般而言, 亚硝酸盐能够有效抑制厌氧菌的生长, 尤其是梭状芽孢杆菌, 对单核细胞增多性李斯特氏菌也有一定的抑制作用。亚硝酸盐的抑菌机制因菌种不同而异, 其抑菌能力与 pH、氯化钠含量、还原性介质、离子含量等因素有关^[16], 由本试验看来, 亚硝酸盐对于鸡翅根腌制过程中的菌落总数无影响。

2.2 烘烤过程中亚硝酸盐对鸡翅根品质的影响

2.2.1 烘烤过程中鸡翅根亚硝酸盐含量的变化

添加量对鸡翅根烘烤 (70 °C) 和烤制 (175 °C) 过程中亚硝酸盐含量的影响如图 5 所示。

由图 5 可知, 热处理加速了亚硝酸盐在肉中的各

类化学反应, 导致其含量的大幅降低, 随着添加量的增大, 鸡翅根中亚硝酸盐残留量越大, 但在烤制终点时各处理组的亚硝酸盐残留量差异不显著, 且均处于较低水平 (2.32~3.78 mg/kg), 远低于 GB 2760-2011 的限量标准 (≤ 30 mg/kg)。由于烘制时间较长, 亚硝酸盐的降低大幅度发生在烘制阶段, 而高温烤制也导致了其含量的下降。

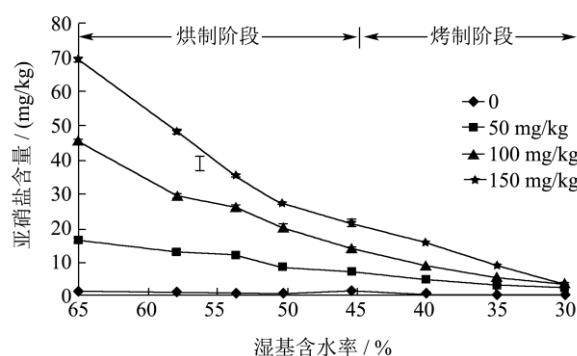


图 5 添加量对鸡翅根烘烤过程中亚硝酸盐含量的影响

Fig.5 Effect of amount of added nitrite on the nitrite content of chicken wing drumettes during drying and roasting

2.2.2 烘烤过程中鸡翅根色泽的变化

亚硝酸盐添加量对鸡翅烘烤 (70 °C) 和烤制 (175 °C) 过程中色泽的影响如图 6 所示。

由图 6a 可知, 腌制后鸡翅根外表面的 L^* 值较内表面高, 烘烤过程中, 随着时间的延长、鸡翅根含水率 (湿基) 的降低, 样品外表面的 L^* 值总体呈现降低的趋势, 在含水率 (湿基) 为 35% 时达到最低, 随后略有增大, 与腌制后相比外表面的 L^* 值降低了 13.41~14.65; 样品内表面的 L^* 值呈现先增大后减小的趋势, 在含水率 (湿基) 为 58% 时达到最大, 烤制终点时内表面 L^* 值略高于腌制前 (2.03~5.46), 且大于外表面的 L^* 值 (6.75~8.26)。亚硝酸盐添加量越大, 内外表面的 L^* 值越大, 差异显著 ($p < 0.05$)。

由图 6b 可知, 不添加亚硝酸盐的鸡翅根内表面 a^* 值大于外表面, 随着含水率 (湿基) 的降低, 内外表面 a^* 值均呈现逐渐降低的趋势, 与腌制后相比内外表面 a^* 值分别降低了 2.55 和 0.89; 添加了亚硝酸盐的样品 a^* 值随含水率 (湿基) 的降低先增大后减小, 内外表面均于含水率 (湿基) 为 50% 时达到最大, 烤制结束时外表面的 a^* 值较腌制后略有增大 (1.62~2.33), 而内表面的 a^* 值则有所减小 (1.63~2.55), 添加亚硝酸盐的鸡翅根经烘烤后内外表面的 a^* 值差异不显著 ($p > 0.05$); 亚硝酸盐添加量越大, 内外表面的 a^* 值越大, 差异显著 ($p < 0.05$)。

由图 6c 可知, 腌制后鸡翅根外表面的 b^* 值远小于内表面, 但是随着烘烤过程的进行, 外表面的 b^* 值

大幅升高,在样品含水率(湿基)为54%时达到最大,此后随着含水率(湿基)的降低而降低,在烤制终点时略有增大,与腌制后相比,鸡翅根外表面 b^* 值增大了3.93~5.96;不添加亚硝酸盐的鸡翅根内表面 b^* 值在烘烤过程中变幅较小,略有增大($p > 0.05$),添加了亚硝酸盐的鸡翅根随含水率(湿基)的减小而减小,烤制后内表面的 b^* 值降低了4.36~5.81,依然大于外表面。添加亚硝酸盐后样品的 b^* 值显著低于对照组,但添加量(50、100和150 mg/kg)对 b^* 值影响不显著($p > 0.05$)。

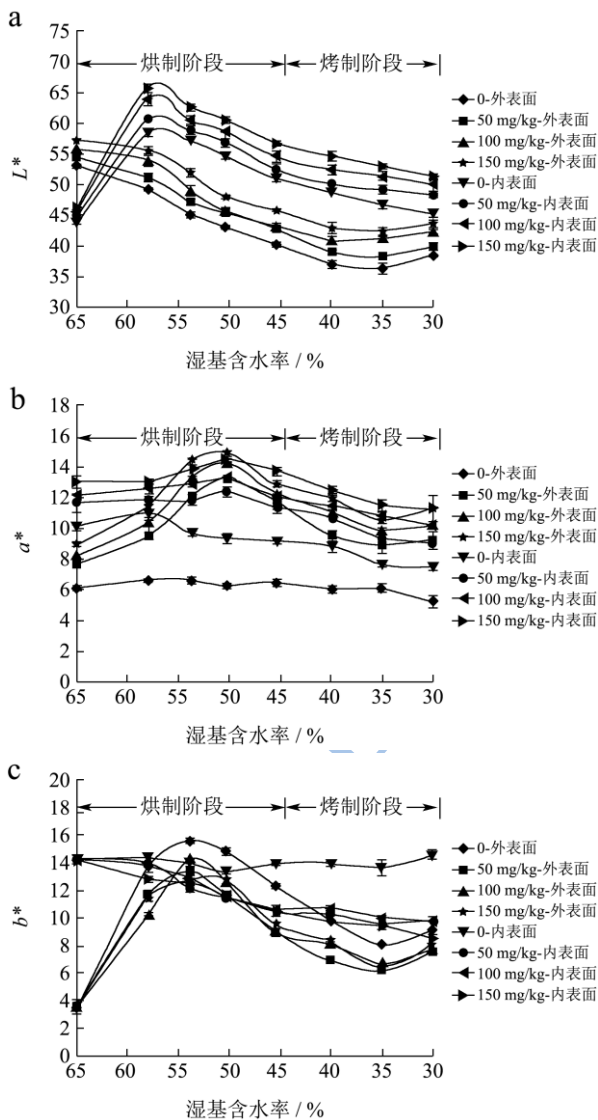


图6 亚硝酸盐添加量对肉鸡翅根烘烤过程中色泽的影响
Fig.6 Effect of amount of added nitrite on color of chicken wing drumettes during drying and roasting

注: (a) L^* 值, (b) a^* 值, (c) b^* 值。

总体而言,烘烤过程导致了鸡翅根外表面 L^* 值减小、 a^* 值和 b^* 值增大,而内表面的 L^* 值增大、 a^* 值和 b^* 值降低,烤制后鸡翅根内表面的 L^* 值和 b^* 值均大于外表面,添加亚硝酸盐的样品内外表面 a^* 值差异不显

著($p > 0.05$);亚硝酸盐添加量越大,鸡翅根内外表面的 L^* 值和 a^* 值越大,但添加量对 b^* 值影响不显著($p > 0.05$)。烘烤过程中鸡翅根色泽的变化受多种因素的影响:一方面,随着干燥过程的进行,肉中含水率(湿基)和温度的变化导致蛋白质的热变性,尤其是肌球蛋白的变性导致肉的不透明性发生变化^[17],而且在高温过程中油脂的析出均会影响鸡翅根表明对光的反射强度,造成亮度的增大;第二,亚硝酸盐在肉中很快分解为NO,与肌红蛋白结合生成亚硝基肌红蛋白,经加热后珠蛋白变性生成稳定的亚硝基血色原,呈现亮眼的红色,且不易离解,使鸡翅根的 L^* 值和 a^* 值增大;而对于不添加亚硝酸盐样品,其肌红蛋白中的珠蛋白变性后,失去了保护血红素不被氧化的作用,极易被氧化为灰褐色的高铁血色原^[18],导致 a^* 值的降低和 b^* 值的增大;第三,腌制过程中外加的白砂糖等物质会参与热处理过程中美拉德反应等,导致表观色泽的褐变。此外,内外表面所处的氧气环境及基本成分、肌红蛋白不同存在形式比例的不同,也造成了内外色泽的差异。

2.2.3 烘烤过程中鸡翅根 TBA 值的变化

亚硝酸盐对鸡翅根烘制(70 °C)和烤制(175 °C)过程中 TBA 值的影响如图7所示。

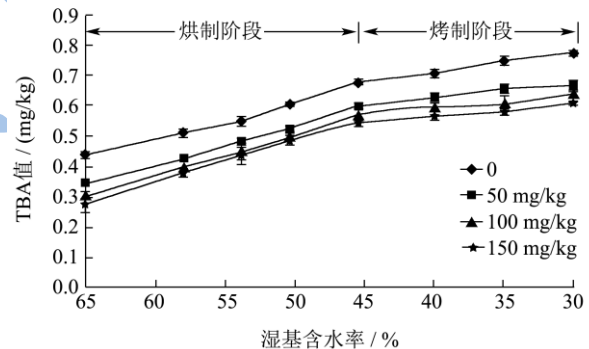


图7 亚硝酸盐添加量对鸡翅根烘烤过程中 TBA 值的影响

Fig.7 Effect of amount of added nitrite on the TBA value of chicken wing drumettes during drying and roasting

由图7可知,随着烘烤的进行,鸡翅根的TBA值逐渐增大,由于烘制过程时间长,TBA值的大幅增长发生在烘制阶段(含水率(湿基)由65%减少至45%),烤制阶段曲线相对平缓;添加亚硝酸盐的样品TBA值明显低于对照组,随着亚硝酸盐添加量的增大,样品的TBA值显著降低($p < 0.05$),在亚硝酸盐添加量为0、50、100和150 mg/kg条件下,烤制终点鸡翅根的TBA值分别为0.773、0.66、0.639和0.605 mg/kg,较腌制后分别增大了0.336、0.328、0.338和0.332 mg/kg。Yetim等^[7]研究表明,100 mg/kg的亚硝酸盐能够使得TBA值降低78%,Deda^[19]则发现150

mg/kg的亚硝酸盐能够使法兰克福香肠的TBA值降低43%。

2.2.4 烘烤过程中鸡翅根的菌落总数变化

亚硝酸盐对鸡翅根烘制(70℃)和烤制(175℃)过程中菌落总数的影响如图8所示。由图8可知,随着烤制过程的进行,高温导致鸡翅根的菌落总数降低了2.03~2.35个数量级,但与腌制过程相似,不同处理之间菌落总数的差异不显著($p>0.05$)。综合而言,亚硝酸盐对烤翅根类产品加工过程中的菌落总数无影响。

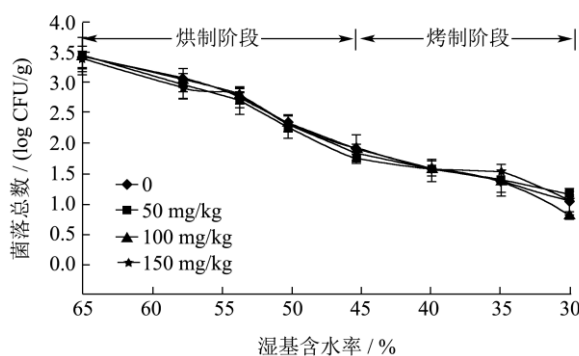


图8 亚硝酸盐添加量对鸡翅根烘烤过程中菌落总数的影响

Fig.8 Effect of amount of added nitrite on total number of colonies of chicken wing drumettes during drying and roasting

2.3 亚硝酸盐对烤翅杀菌后成品的影响

表1 亚硝酸盐添加量对烤翅根杀菌后成品品质的影响

Table 1 Effect of amount of added nitrite on the quality of roasted chicken wing drumettes after sterilization

指标	亚硝酸盐添加量/mg/kg				
	0	50	100	150	
亚硝酸盐残留量/(mg/kg)	1.18±0.10	1.38±0.50	1.15±0.26	1.29±0.19	
L^*	外部	35.05±0.17 ^a	38.91±0.19 ^b	40.55±0.17 ^c	41.12±0.22 ^d
	内部	42.23±0.15 ^a	45.39±0.20 ^b	47.63±0.15 ^c	48.33±0.13 ^d
a^*	外部	4.67±0.16 ^a	8.53±0.19 ^b	9.74±0.19 ^c	10.44±0.17 ^d
	内部	6.05±0.15 ^a	8.13±0.16 ^b	9.77±0.18 ^c	10.69±0.19 ^d
b^*	外部	11.34±0.25 ^a	9.76±0.20 ^b	9.62±0.15 ^{bc}	9.32±0.18 ^c
	内部	15.20±0.16 ^a	10.77±0.12 ^b	10.80±0.19 ^b	10.86±0.16 ^b
TBA值/(mg/kg)	1.223±0.042 ^a	0.990±0.007 ^b	0.961±0.016 ^b	0.971±0.007 ^b	
菌落总数/(cfu/g)	<10	<10	<10	<10	

注: 数值表示为均值±标准偏差, 同行具有相同字母上标表明差异不显著($p>0.05$); 不同字母表明差异性显著($p<0.05$)

表2 不同亚硝酸盐添加量的烤翅杀菌后成品的感官评价

Table 2 Sensory evaluation of roasted chicken wing drumettes after sterilization with different amounts of added nitrite

亚硝酸盐添加量/mg/kg	色泽	气味	滋味	口感	总分
0	5.70±0.27 ^a	7.39±0.23 ^{ab}	7.38±0.11 ^a	7.84±0.55 ^{ab}	7.44±0.23 ^a
50	7.40±0.26 ^{bc}	7.75±0.28 ^b	7.39±0.40 ^a	8.14±0.71 ^{ab}	7.80±0.19 ^b
100	7.13±0.31 ^b	7.23±0.07 ^a	8.20±0.21 ^b	8.67±0.33 ^a	8.23±0.08 ^c
150	7.67±0.18 ^c	7.59±0.25 ^{ab}	7.82±0.19 ^{ab}	8.48±0.29 ^b	8.11±0.11 ^c

2.3.1 烤翅杀菌后成品的品质指标及安全性指标

亚硝酸盐添加量对烤翅杀菌后成品品质的影响如表1所示。由此可知, 杀菌后样品的亚硝酸盐残留量为1.15~1.38 mg/kg, 远低于GB 2760-2011的限量标准, 不同添加量之间差异不显著($p>0.05$)。杀菌使烤翅的 L^* 值和 a^* 值减小、 b^* 值增大, 样品内表面 L^* 值高于外表面($p<0.05$), 亚硝酸盐添加量越大, L^* 值越大($p<0.05$); 亚硝酸盐对于烤翅成品的 a^* 值影响显著($p<0.05$), 亚硝酸盐添加量为100和150 mg/kg时, 内外表面的 a^* 值差异不显著($p>0.05$); 烤翅成品内表面 b^* 值高于外表面($p<0.05$), 添加亚硝酸盐的样品 b^* 值高于对照组($p<0.05$), 但不同添加量(50、100和150 mg/kg)对烤翅内外表面的 b^* 值影响不显著($p>0.05$)。与烤制后样品相比, 杀菌促进了烤翅的脂肪氧化程度, 添加了亚硝酸盐的产品TBA值显著小于对照样($p<0.05$), 但不同添加量之间无显著差异($p>0.05$)。Greene^[20]等研究表明, 当肉制品的TBA值大于2 mg/kg后则会呈现不良的氧化风味, 但在本试验中烤翅的TBA值远小于此临界值。此外, 121℃反压杀菌能够杀灭烤翅中的绝大多数耗氧细菌, 菌落总数均小于10 cfu/g。

注: 数值表示为均值±标准偏差, 同行具有相同字母上标表明差异不显著 ($p>0.05$); 不同字母表明差异性显著 ($p<0.05$)。

2.3.2 烤翅杀菌后成品的感官评价

未添加亚硝酸盐的样品表面色泽黯淡、发黄, 可接受程度较低; 虽然杀菌对烤翅根产品的色泽带来了不利影响, 通过对比仍可以发现添加亚硝酸盐的样品具有更加明亮的红色, 但不同添加量 (50、100 和 150 mg/kg) 之间的辨识度较低。亚硝酸盐添加量对烤翅杀菌后成品感官特性的影响如表 2 所示, 添加亚硝酸盐的产品色泽评分显著高于对对照, 但不同添加量之间的差异不显著。虽然亚硝酸盐能够在一定程度上改变肉类的挥发性风味物质的成分及含量, 但感官无法识别这些微量的变化对气味和滋味的影响, 可能是因为烤肉制品的香气成分比较复杂, 掩盖了由亚硝酸盐所带来的腌肉风味。就总体可接受性而言, 未添加亚硝酸盐的样品总体评分最低, 添加量为 100 mg/kg 和 150 mg/kg 的样品间差异显著 ($p<0.05$)。

3 结论

3.1 本试验以肉鸡翅根为原料, 研究了不同亚硝酸盐添加量 (0、50、100 和 150 mg/kg) 对其腌制、热风烘制、高温烤制过程中及杀菌后成品亚硝酸盐、色泽、TBA 值、菌落总数及感官特性的影响, 结果如下。

3.2 腌制和烘烤过程中鸡翅根中亚硝酸盐含量不断下降; 添加量越大, 鸡翅根中亚硝酸盐残留量越大, 但经烤制和杀菌后, 不同添加量间的差异不显著 ($p>0.05$)。

3.3 随着腌制时间的延长, 鸡翅根内外表面的 L^* 值减小, a^* 值和 b^* 值略有增大, 腌制结束时外表面的 L^* 值高于内表面, 而 a^* 值和 b^* 值小于内表面; 烘烤过程导致了鸡翅根外表面 L^* 值减小、 a^* 值和 b^* 值增大, 而内表面的 L^* 值增大、 a^* 值和 b^* 值降低, 烤制后鸡翅根内表面的 L^* 值和 b^* 值均大于外表面; 添加亚硝酸盐的样品内外表面 a^* 值差异不显著 ($p>0.05$); 亚硝酸盐添加量越大, 鸡翅根内外表面的 L^* 值和 a^* 值越大, 但添加量对 b^* 值影响不显著 ($p>0.05$)。

3.4 腌制和烘烤过程中鸡翅根的 TBA 值逐渐增大, 随着亚硝酸盐添加量的增大, 样品 TBA 值逐渐减小, 差异显著 ($p<0.05$); 杀菌后添加亚硝酸盐的样品 TBA 值显著低于对对照 ($p<0.05$), 但不同添加量 (0、50、100 和 150 mg/kg) 之间差异不显著 ($p>0.05$);

3.5 腌制过程中鸡翅根的菌落总数升高了 0.77~0.93 个数量级, 热处理使样品中菌落总数降低了 2.03~2.35 个数量级, 杀菌后成品菌落总数均小于 10, 在烤翅根加工过程中, 亚硝酸盐添加量对菌落总数无影响 ($p>0.05$);

3.6 不添加亚硝酸盐的烤翅色泽黯淡、表面发黄, 表现为感官色泽评分和总体可接受度低 ($p<0.05$); 添加亚硝酸盐的样品具有更加明亮的红色, 但不同添加量 (50、100 和 150 mg/kg) 之间的辨识度较低; 感官评价无法识别亚硝酸盐带来的挥发性成分的微量变化对气味和滋味的影响。

参考文献

- [1] Duffy L L, Vanderlinde P B, Grau F H. Growth of *Listeria monocytogenes* on vacuum-packed cooked meats: effects of pH, a w, nitrite and ascorbate [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 1994, 23(3): 377-390
- [2] Honikel K O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products [J]. *Meat Science*, 2008, 78(1): 68-76
- [3] Guillard A S, Goubet I, Salles C, et al. Role of sodium nitrite on phospholipid composition of cooked cured ham. Relation to its flavor [J]. *Developments in Food Science*, 1998, 22(40): 245-253
- [4] Gatellier P, Lessire M, Hermier D, et al. Influence of nitrite and vitamin E percentage on myoglobin and lipid oxidation in packaged cooked cured-hams [J]. *British Poultry Science*, 2003, 44(5): 786-787
- [5] Juncher D, Vestergaard C S, Sørensen J, et al. Effects of chemical hurdles on microbiological and oxidative stability of a cooked cured emulsion type meat product [J]. *Meat science*, 2000, 55(4): 483-491
- [6] Hayes J E, Canonico I, Allen P. Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll [J]. *Meat Science*, 2013, 95(3): 755-762
- [7] Yetim H, Kayacier A, Kesmen Z, et al. The effects of nitrite on the survival of *Clostridium sporogenes* and the autoxidation properties of the Kavurma [J]. *Meat Science*, 2006, 72(2): 206-210
- [8] Cheng J H, Ockerman H W. Effects of anka rice, nitrite, and phosphate on warmed-over flavor and palatability characteristics in roast beef [J]. *Meat Science*, 1998, 49(1): 65-78
- [9] 夏杨毅, 荣昌烤乳猪加工过程品质特性变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012
- [10] XA Yang-xuan. Study on the Quality and Characteristics of Rongchang Roasted Suckling Pig during the Processing [D]. Chongqing: Southwest University, 2012

- [10] 翁航萍. 荣昌烤乳猪工艺优化及其颜色变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009
- WENG Hang-ping. Study on the improving technology of roast pig and the color changes. Chongqing: Southwest University, 2009.
- [11] Moawad R, Abozeid W M, Nadir A S. Effect of nitrite level and tea catechins on residual nitrite and quality indices of raw-cured sausages [J]. *Journal of Applied Sciences Research*, 2012, 8(2): 815-822
- [12] Morrissey P A, Tichivangana J Z. The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats [J]. *Meat Science*, 1985, 14(3): 175-190
- [13] Freybler L A, Gray J I, Asghar A, et al. Nitrite stabilization of lipids in cured pork [J]. *Meat Science*, 1993, 33(1): 85-96
- [14] Arneht W, Munch S. Contents of cholesteroloxides in heated meat products-2. Possibility of technological influence [J]. *Fleischwirtschaft*, 2002, 82(7): 87-91
- [15] André S, Jira W, Schwind K H, et al. Chemical safety of meat and meat products [J]. *Meat Science*, 2010, 86(1): 38-48
- [16] Christiansen L N, Tompkin R B, Shaparis A B, et al. Effect of sodium nitrite on toxin production by *Clostridium botulinum* in bacon [J]. *Applied Microbiology*, 1974, 27(4): 733-737
- [17] Pakula C, Stamminger R. Measuring changes in internal meat colour, colour lightness and colour opacity as predictors of cooking time [J]. *Meat Science*, 2012, 90(3): 721-727
- [18] Zhang L, Wang S. Effects of cooking on thermal-induced changes of Qingyuan partridge chicken breast [J]. *Food Science and Biotechnology*, 2012, 21(6): 1525-1531
- [19] Deda M S, Bloukas J G, Fista G A. Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters [J]. *Meat Science*, 2007, 76(3): 501-508
- [20] Greene B E, Cumuze T H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef [J]. *Journal of Food Science*, 1982, 47(1): 52-54