

# 脂肪氧化控制技术在广式腊肠中应用的研究进展

曾晓房<sup>1</sup>, 鲁长海<sup>1</sup>, 陈耀<sup>2</sup>, 白卫东<sup>1</sup>

(1. 仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225) (2. 广州皇上皇集团有限公司, 广东广州 510170)

**摘要:** 脂肪氧化在广式腊肠生产中具有重要作用, 适当氧化是广式腊肠特征风味形成的主要途径, 而过度氧化则是广式腊肠变质的重要因素。本论文首先阐述了广式腊肠中脂肪的氧化机理, 再从生产过程控制、抗氧化剂的添加、包装技术等方面介绍了脂肪氧化控制技术在提高广式腊肠脂肪抗氧化性能的应用研究进展, 最后对脂肪氧化控制技术在广式腊肠应用中的研究重点进行了展望。

**关键词:** 广式腊肠; 脂肪氧化; 控制技术

文章编号: 1673-9078(2012)8-1094-1097

## Reviews of Application of Fat Oxidation Control Technology in the Cantonese Sausage Production

ZENG Xiao-fang<sup>1</sup>, LU Chang-hai<sup>1</sup>, CHEN Yao<sup>2</sup>, BAI Wei-dong<sup>1</sup>

(1. College of Light Industry and Food, Zhongkai University of Agricultural and Engineering, Guangzhou 510225, China)

(2. Group of Huang shanghuang, Guangzhou 510170, China)

**Abstract:** Fat oxidation plays an important role in production in the cantonese sausage. Appropriate oxidation is the main way which the formation of characteristic flavors. But excessive oxidation is the important factor of metamorphism. This paper firstly discussed the mechanism of the sausage oxidation rancidity. Then fat antioxidation control technology was reviewed to improve the performance of the sausage antioxidation considering the production process control, antioxidant addition and packaging technology. The directions of fat oxidation control technology in Cantonese Style Sausage were also prospected.

**Key words:** cantonese style sausage; fat oxidation; control technology

广式腊肠是我国著名的传统风味肉制品之一, 也是广东省特色肉制品加工中的重要产业, 具有醇香芬厚, 色泽亮丽, 外形美观, 风味独特的特点, 深受消费者的喜爱<sup>[1,2]</sup>。广式腊肠中脂肪含量较高, 约占30%~50%<sup>[3]</sup>, 其对产品品质和风味形成有着重要的贡献, 也是广式腊肠特征风味形成的主要途径<sup>[4]</sup>。但是脂肪的过度氧化会产生低分子的脂肪酸、醛和酮等成分, 是广式腊肠变质的重要因素, 特别在《GB 2730-2005 腌腊肉制品卫生标准》实施后, 如何控制广式腊肠中脂肪的过度氧化已成为行业可持续发展所亟待解决的关键技术问题。

针对广式腊肠脂肪过度氧化的问题, 近年来国内外食品科研工作人员作了大量的研究工作, 如在加工过程中通过原辅料的调整、添加抗氧化剂以及采用不同的包装方式等来控制广式腊肠中脂肪的氧化程度,

收稿日期: 2012-04-09

基金项目: 广州市重大民生攻关项目(项目编号: 2011YZ-00016)

作者简介: 曾晓房(1979-), 男, 副教授, 主要从事农产品加工及食品添加剂研发

通讯作者: 白卫东(1967-), 男, 教授, 主要从事食品化学方面研究

取得了较好的控制效果。本文就从广式腊肠中脂肪的氧化机理、加工过程控制、抗氧化剂的添加和包装技术等方面进行总结和分析, 以期广式腊肠行业的健康发展提供参考。

### 1 广式腊肠中脂肪的氧化机理

广式腊肠的氧化主要包括脂肪的水解和氧化, 分为酶促和非酶促两种。脂肪的酶促反应为: 脂肪酶等水解酶作用于脂肪产生游离脂肪酸, 其中产生的不饱和脂肪酸在脂肪氧化酶的作用下氧化生成过氧化物<sup>[5]</sup>, 过氧化物进一步分解为小分子的醛、酮、酸等物质, 这些物质沸点比较低, 它们是腊肠风味物质和酸败气味的来源。脂肪的非酶促酸败主要是在空气、光照、温度和水分等环境条件下发生的自动氧化。脂肪过度氧化导致的酸败不仅给腊肠带来令人厌恶的哈喇味, 而且会产生一些有害人们身体健康的物质。

#### 1.1 脂肪水解

脂肪首先在微生物脂肪水解酶的作用下, 将甘油三酯裂解为次级甘油酯、甘油和脂肪酸<sup>[5]</sup>。一般情况下, 若无脂肪水解酶的作用, 甘油三酯只降解一个脂

肪酸侧链<sup>[6]</sup>。脂肪的水解一般不会造成油脂营养价值的降低,但当所产生的游离脂肪酸含量 $\geq 0.75\%$ 时,很容易促使其他脂肪分子的水解,且当游离脂肪酸含量 $\geq 2\%$ 时,便会出现浓烈的不良气口味<sup>[7]</sup>。由于广式腊肠是非熟肉制品,所以在加工过程中不能使酶失活,就无法避免游离脂肪酸的产生。脂肪中游离脂肪酸含量的多少影响脂肪酸败的速度,含量多则加速酸败。脂肪分解的速度与水分、微生物污染程度有关,水分多,微生物污染严重,特别是霉菌和分枝杆菌繁殖时,产生大量的解脂酶,在较高的温度下会使脂肪加速水解<sup>[8]</sup>。

## 1.2 脂肪氧化

脂肪的氧化主要是在光、热、氧、酶、微生物等的作用下发生复杂化学反应的综合表现。由于腊肠水分含量很低,一般为 $15\% \sim 20\%$ ,且水分活度也较低,约 $0.6 \sim 0.9$ ,因此腊肠的过度氧化多是脂肪的自动氧化引起的,而且热氧化和光促氧化是导致腊肠脂肪氧化的重要途径<sup>[9]</sup>。

## 2 生产过程调控对广式腊肠脂肪氧化的影响

### 2.1 原料控制

在原料肉中选择冷鲜肉具有控制脂肪氧化的效果。董镔等<sup>[10]</sup>将冷鲜肉应用于广式腊肠生产,该方法与传统的冷冻肉加工腊肠相比,不但使产品的风味、口感和色泽得到了改善,还降低了产品的酸价,冷鲜肉为原料加工的腊肠比冷冻肉为原料加工出来的腊肠酸价平均低 $0.2 \sim 0.4 \text{ mg/g}$ ,提高了产品的质量安全性。

另外,在原料肉中选择合适的肥瘦比也对脂肪的氧化具有一定效果。许文清等<sup>[11]</sup>人研究发现适度的提高肥瘦比可以提高香肠的氧化稳定性。这是因为瘦肉中含有较高的水分和乳酸,比肥肉更容易导致脂肪的酸促水解,从而在加工过程中更容易导致产品氧化,因此在腊肠制作过程中,可以适当调整瘦肉比例提高脂肪的氧化稳定性。

### 2.2 真空干燥技术

真空干燥有快速脱水作用,将其应用于腊肠制品的热风干燥过程,能大大缩短腊肠干燥时间,从而降低产品中脂肪的氧化程度。通过真空干燥技术的应用,广式腊肠的酸价和过氧化价等指标明显低于传统热风干燥方法生产的广式腊肠,该技术已经在如广州皇上皇,广州酒家等广式腊肠生产厂家应用,都取得了较好的效果。

### 2.3 真空滚揉技术

真空滚揉是近几年在肉制品加工中应用较多的滚揉技术,能排除原料肉及滚揉期间所产生的空气,避

免空气在长达十几小时的滚揉中使肉氧化,从而提高肉制品的氧化稳定性<sup>[12]</sup>。陈泽刚<sup>[13]</sup>等人研究了真空滚揉、静腌对平遥牛肉品质的影响,结果发现,经过真空滚揉处理后,不仅提高了抗氧化性,而且牛肉在色泽,组织形态,风味上都优于其他处理方式。

### 2.4 灭酶技术

脂肪水解酶会导致腊肠脂肪水解氧化,在保证腊肠质量的前提下,通过一定方法来进行灭酶处理,对抑制脂肪酸败有重要作用。研究发现,在腊肠热风干燥工艺的后期适当提高烘烤温度,使温度达到 $60^\circ\text{C}$ 保持 $2 \sim 3 \text{ h}$ ,使部分酶失活,对于控制由脂肪酶引起的脂肪水解具有较好的效果<sup>[14]</sup>。

### 2.5 其他

通过广式腊肠加工工艺的革新也可以有效控制广式腊肠的过度氧化。孙为正等<sup>[15]</sup>研究了广式腊肠的加工工艺、配方和贮存条件等因素对酸价的影响,发现贮藏温度、加工过程中瘦肉绞碎程度、热处理和糖用量对腊肠的酸价有较大影响,绞碎程度越高,磷脂细胞的破坏程度越大,磷脂与磷脂酶的接触机率就越大,水解反应将越充分,从而导致更多游离脂肪酸的释放,致使酸价升高速率增快。

曾晓房等人<sup>[16]</sup>研究发现,热风干燥工艺的变化对广式腊肠脂肪过氧化值、TBA值以及羰基值的变化具有明显影响,其中提高温度或者延长干燥时间能显著增加( $P < 0.05$ )广式腊肠的过氧化值和羰基值。同时,升温阶段的不同也对广式腊肠脂肪过氧化值、TBA值以及羰基值的变化具有明显的影响,不同热风干燥工艺条件下的广式腊肠脂肪过氧化值、TBA值以及羰基值有比较明显的差异。

## 3 应用抗氧化剂对广式腊肠脂肪氧化的影响

### 3.1 合成抗氧化剂的应用

常用的合成抗氧化剂如叔丁基羟基茴香醚(BHA)、二叔丁基对甲酚(BHT)、叔丁基对苯二酚(TBHQ)和没食子酸丙酯(PG)等能有效控制油脂的氧化<sup>[17]</sup>,它们在广式腊肠中也具有较好的应用效果。研究表明,添加 $0.02\%$ 的TBHQ能有效延长腊肠的货架期<sup>[18]</sup>。另外TBHQ、BHA、BHT、异抗坏血酸、异抗坏血酸及复配抗氧化剂对广式腊肠的过氧化值都有不同程度的抑制作用,其中复配抗氧化剂的酸价抑制效果最佳,可有效延长广式腊肠的保质期<sup>[19]</sup>。

### 3.2 天然抗氧化剂的应用

近几年,天然抗氧化剂如香辛料、中草药、壳聚糖、动物提取物等在脂肪氧化控制的应用逐渐增多。

张慧芸<sup>[20]</sup>等人研究了迷迭香、肉桂、丁香提取物

对生肉糜的抗氧化效果, 结果发现香辛料提取物能显著抑制肉糜中脂肪的氧化, 其效果与 0.02% 浓度的 BHA 相当。另外, 肉桂精油具有清除自由基和抗油脂氧化的效果。吴雪辉等<sup>[21]</sup>研究发现, 肉桂精油对二苯代苦味肼基 (DPPH·)、超氧阴离子自由基 ( $O_2^{\cdot-}$ ) 及羟基自由基 ( $OH\cdot$ ) 均有一定的清除作用, 其抗油脂氧化能力甚至要强于 Vc。大蒜提取物也对脂肪氧化具有较好的效果。研究发现, 2% 浓度的大蒜提取物对冷却肉具有一定的抗氧化能力<sup>[22]</sup>。

兰凤英等<sup>[23]</sup>研究表明, 添加 0.4% 的壳聚糖即可明显的抑制中式香肠贮存过程中脂肪的氧化, 而且这种抑制效果随着壳聚糖的浓度增加而增强。赵谋明等<sup>[24]</sup>研究表明, 猪肉酶解液对广式腊肠脂肪的氧化具有一定效果, 其抗氧化能力与抗坏血酸棕榈酸酯相当。

V<sub>E</sub> 具有较好的抗氧化性能, 能有效抑制广式腊肠过氧化值的升高, 与 Vc 共同使用则能进一步提高其抗氧化能力。徐勇等<sup>[25]</sup>研究 Vc 和 V<sub>E</sub> 对广式腊肠过氧化值以及色泽的影响, 发现同时使用 Vc 和 V<sub>E</sub> 能有效抑制广式腊肠过氧化值的升高, 并对腊肠的色泽具有较好的保护作用。

茶多酚对脂肪氧化也具有较好的应用效果。柳艳霞等<sup>[26]</sup>研究了不同时期添加茶多酚对金华火腿的抗氧化效果, 发现成熟结束时 0.05% 浓度的茶多酚的抗氧化效果最好, 而后熟结束时 0.03% 茶多酚处理效果最好。唐玲<sup>[1]</sup>研究表明, 0.03% 浓度的儿茶素、茯砖茶、茶黄素三种茶类抗氧化剂对广式腊肠的脂肪氧化酸败都有抑制作用, 其作用效果为茯砖茶>茶黄素>儿茶素。谭毅等<sup>[27]</sup>将水皂角提取物、儿茶素按不同比例添加到广式腊肠中, 发现添加了水皂角、儿茶素的腊肠其过氧化值和 TBA 值明显低于对照组, 可有效延长广式腊肠的保质期。

詹磊<sup>[28]</sup>将蜂胶加入到广式腊肠中研究其氧化安全性, 研究表明蜂胶能显著抑制脂肪水解, 通过添加脂肪酶进行放大实验后, 还具有一定的抑制脂肪酶的作用。

活性肽具有螯合金属离子、清除自由基的作用, 可广泛抑制由金属离子、酶、单线态氧所诱发的氧化反应。Sun 等<sup>[29]</sup>研究了蛋白水解肽在广东腊肠中的抗氧化效果, 发现其对广式腊肠的过度氧化具有良好的抑制效果。另外, 玉米蛋白水解肽对于香肠的抗氧化也具有较好的效果。石雨梅<sup>[30]</sup>研究发现 2% 浓度的玉米水解肽抗氧化效果显著高 0.01% BHA, 而玉米肽与其它抗氧化剂进行复合, 其对香肠抗氧化稳定性效果更好。

## 4 包装技术对广式腊肠脂肪氧化的影响

### 4.1 真空包装

真空包装是用透气性不高的复合塑料袋包装食品, 并对包装袋进行抽真空处理。研究发现, 采用真空包装可大大延长食品的保质期, 对腊肠的抗氧化效果可以保持 6 个月以上<sup>[31]</sup>。还有研究表明, 采用真空包装后, 常温保藏 180 d 的脂肪过氧化值可以稳定在 0.3% (g/g, 以脂肪计) 左右<sup>[31]</sup>。

### 4.2 生物活性包装

生物活性包装技术是将添加剂加入到包装材料中, 通过蒸发平衡或迁移过程作用于产品, 从而达到延长货架期的目的。目前生物活性包装技术有四种应用方式, 即将生物活性试剂小袋与产品一起包装的方式, 将生物活性物质直接混合到包装材料的方式, 将生物活性物质涂或喷到包装材料的表面的方式, 以及具有成膜特性的生物活性可食性膜的使用<sup>[32]</sup>。由此可见, 将具有抗氧化效果的精油、香辛料提取物以及其他天然抗氧化活性成分制备成可食性膜, 然后应用到广式腊肠等肉制品的包装中, 不仅可以有效控制脂肪氧化, 而且产品符合消费者的要求, 其应用前景看好。

## 5 展望

广式腊肠的发展, 为传递岭南特色文化、打造广东特色品牌, 塑造“珠江水”、“广东粮”提供了强有力的支持, 对丰富肉类产品以及提高农民养殖户的收入和畜禽产品的附加值, 具有重要的经济和社会意义。目前国内许多抗氧化性能好、安全性高的天然抗氧化剂的开发和使用也取得了较大的进展。与国外相比, 国内对抗氧化发酵剂的开发的研究还比较少, 所以是今后的研究热点。另外, 高糖高脂高热量的腊肠, 给部分血压高、血脂高的人群也带来了困扰, 开发“三低”腊肠成为今后的发展方向, 比如采用海藻类或胶体, 植物蛋白代替脂肪, 选择木糖醇和聚葡萄糖作为蔗糖的部分代替物。结合工业生产需要采用新型包装与天然抗氧化剂相结合技术对提高广式腊肠抗氧化性能, 效果会更加明显。

## 参考文献

- [1] 唐玲. 广式腊肠储藏期间脂质水解氧化与风味成分相关性研究[D]. 广州: 暨南大学硕士学位论文, 2011
- [2] Du M, Ahn D U. Volatile substances of Chinese traditional Jinhua ham and Cantonese sausage [J]. Food Chemistry and Toxicology, 2001, 66(6): 827-831

- [3] 吴燕涛.广式腊肠加工过程中葡萄球菌变化及作用研究[D].广州:华南理工大学博士学位论文,2008
- [4] 曾晓房,白卫东,陈海光,等.三级和四级广式腊肠风味特性研究[J].食品与发酵工业,2009,35(11):178-183
- [5] Gambotti C C, Gandemer G. Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry-cured ham processing. *Food Chemistry*, 1999, 64 (1): 95-101
- [6] 李彦军,孟少华,李红伟,等.腌腊制品的酸败与预防措施[J].肉品卫生,2005,9:27-28
- [7] Vestergaard C S, Schivazappa C, Virgili R. Lipolysis in dry-cured ham maturation[J]. *Meat Science*, 2000, 55(1): 1-5
- [8] Fernández M, de la Hoz L, Díaz O, Cambero M I, et al. Effect of the addition of pancreatic lipase on the ripening of dry-fermented sausages - Part 2. Free fatty acids, short-chain fatty acids, carbonyls and sensory quality [J]. *Meat Science*, 1995, 40(3): 351-362
- [9] 许鹏丽.广式腊肠的品质控制及其特征风味的研究[D].广州:华南理工大学硕士学位论文,2010
- [10] 董镔,周明光,郭少添,等.冷鲜肉在广式腊肠生产中的应用[J].肉类工业,2006,2:8-9
- [11] 许文清,徐目聪,曹锦轩,等.不同肥瘦比对储存期间香肠油脂氧化程度的影响研究[J].江西农业学报,2007,10:98-101
- [12] 秦春君,李想,邓锋,等.发酵肉制品抗氧化研究进展[J].食品与发酵工业,2010,36(7):122-126
- [13] 陈泽刚,李述瑞.真空滚揉、静腌对平遥牛肉品质的影响[J].肉类工业,2011,5:6-8
- [14] 谭毅.广式腊肠脂肪水解影响因素及其控制技术研究[D].广州:暨南大学硕士学位论文,2008
- [15] 孙为正,崔春,赵谋明,等.广式腊肠贮存过程中酸价影响因素研究[J].食品科技,2007,12:198-201
- [16] 曾晓房,白卫东,于立梅,等.热风干燥工艺对广式腊肠主要成分变化的影响[J].广东农业科学,2010,37,7:138-141
- [17] 郭祀远.油脂抗氧化剂TBHQ的使用效果和范围[J].广州食品工业科技,1999,3:72
- [18] 郭祀远,蔡妙颜,李琳,等.油脂抗氧化剂 TBHQ 的应用研究[J].中国油脂,1995,20(3):50-52
- [19] 白福玉,陈永恒,蒋爱民,等.复配抗氧化剂在广式腊肠中的应用[J].肉类工业,2009,9:38-39
- [20] 张慧芸,孔保华,孙旭.香辛料提取物对生肉糜的抗氧化作用[J].食品工业科技,2008,4:131-136
- [21] 吴雪辉,黄永芳,高强,等.肉桂精油的抗氧化作用研究[J].食品科技,2007,32(4):85-88
- [22] 陈洪生,孔保华,刁静静,等.大蒜提取物对冷却肉保鲜及抗氧化性的研究[J].食品工业科技,2008,8:117-120
- [23] 兰凤英,靳焯,李育峰,等.壳聚糖对中式香肠贮藏性能的影响[J].食品科技,2006,31(10):273-275
- [24] 赵谋明,孙为正,吴燕涛,等.广式腊肠脂质降解与氧化的控制研究[J].食品与发酵工业,2007,8:10-13
- [25] 徐勇,梁丽敏,李春荣,等.维生素 C 和维生素 E 在广式腊肠中的应用研究[J].食品工业科技,2007,11:191-192
- [26] 柳艳霞,赵改名,李苗云,等.抗氧化剂对金华火腿抗氧化效果的研究[J].食品与发酵工业,2009,35(12):66-70
- [27] 谭毅,唐淑泽,詹磊,等.水皂角提取物对广式腊肠酸价抑制和抗氧化作用的研究[J].食品科技,2008,9:196-199
- [28] 詹磊.蜂胶对广式腊肠氧化安全性的影响[D].广州:暨南大学硕士学位论文,2010
- [29] Sun W Z, Zhao H F, Zhao Q Z, et al. Structural characteristics of peptides extracted from Cantonese sausage during drying and their antioxidant activities [J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2009, (10): 558-563
- [30] 石丽梅.玉米蛋白水解物对于中式香肠的氧化稳定性的影响研究[D].无锡:江南大学硕士学位论文,2008
- [31] 张坤生.肉制品脂肪氧化抑制的研究[J].食品科学,1998,3:25-28
- [32] 张向前,徐宝才,李海松,等.生物活性包装技术在肉制品保鲜中的应用[J].肉类工业,2008,8:23-27