

# 加工过程中粉蒸肉脂肪酸变化的研究

谢碧秀, 孙智达\*, 谢笔钧

(华中农业大学食品科技学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 采用气相色谱法对不同加工阶段的粉蒸肉及其析出的油中脂肪酸的组成和含量进行分析, 结果表明, 其主要的脂肪酸是十六碳和十八碳的。蒸煮 60min 时的粉蒸肉中 C<sub>14:0</sub> 和 C<sub>18:2,9c,12c</sub> 的质量百分比分别为蒸煮 0min 时的 1.088 倍、1.110 倍, C<sub>16:0</sub> 和 C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:0</sub> 和 C<sub>18:1,9c</sub>、C<sub>18:1,11c</sub> 则降低为原来的 99.6%、98.6%、99.5%。但从腌制到蒸煮结束的整个加工过程中, 各脂肪酸的相对含量变化不显著( $p > 0.05$ )。蒸煮时粉蒸肉析出的油中饱和脂肪酸的含量由蒸煮 20 min 时的 67.58% 降为蒸煮 60 min 时的 62.66%, 不饱和脂肪酸则由 27.79% 增为 32.62%, 说明不饱和脂肪酸比饱和脂肪酸更容易解离。在整个蒸煮过程中, C<sub>12:0</sub>、C<sub>14:0</sub>、C<sub>16:0</sub>、C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>、C<sub>18:2,9c,12c</sub> 的脂肪酸相对含量变化不显著, 而 C<sub>18:0</sub>、C<sub>18:1,9c</sub> 变化显著( $p < 0.05$ )。

**关键词:** 粉蒸肉; 脂肪酸变化

## Changes of Fatty Acids in Steamed Pork with Rice Flour during Processing

XIE Bi-xiu, SUN Zhi-da\*, XIE Bi-jun

(College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** Composition and contents of fatty acids in steamed pork with rice powder and its precipitated oil were analyzed by gas chromatography at different processing stages. The results showed that the fatty acids in steamed pork and its oil were mainly C<sub>16</sub> and C<sub>18</sub>. Steaming for 60 min resulted in 1.088-fold and 1.110-fold increases in the mass percentage of C<sub>14:0</sub> and C<sub>18:2,9c,12c</sub>, respectively while C<sub>16:0</sub> and C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:0</sub> and C<sub>18:1,9c</sub>, and C<sub>18:1,11c</sub> reduced to 99.6%, 98.6%, and 99.5%, respectively. However, no pronounced changes were found in the relative contents of fatty acids. The percentage of saturated fatty acids in precipitated oil decreased to 62.66% at the steaming time of 60 min compared to 67.58% when steaming for 20 mins while a significant rise in the content of unsaturated fatty acids was noticed from 27.79% to 32.62%. There were no significant changes in C<sub>12:0</sub>, C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub>, C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1,11c</sub>, and C<sub>18:2,9c,12c</sub>, while C<sub>18:0</sub> and C<sub>18:1,9c</sub> varies significantly during the whole steaming ( $p < 0.05$ ).

**Key words:** steamed pork bacon with rice powder; fatty acids changes

中图分类号: TS251.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)11-0062-04

湖北省的传统名菜——粉蒸肉, 是著名的“沔阳三蒸”之一, 其以猪五花肉和大米为主料, 成菜肥瘦相间, 嫩而不糜, 米粉油润, 五香味浓郁, 是名扬全国的乡土风味佳肴<sup>[1-2]</sup>。研究表明, 肉制品的风味与动物脂肪中脂肪酸的组成、氧化的难易及加热时氧化的深浅程度密切相关<sup>[3-7]</sup>。鉴于此, 本实验对粉蒸肉在加工过程中脂肪酸的变化进行初步探讨, 以期对粉蒸肉风味的研究和产品品质控制提供参考。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

五花猪肉、酱油、黄酒、白糖、大米、胡椒粉、桂皮、八角、丁香、姜、盐、味精、红曲色素 市售。

脂肪酸甲酯标品: C<sub>12:0</sub>、C<sub>14:0</sub>、C<sub>16:0</sub>、C<sub>18:0</sub>、C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:1,9c</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>、C<sub>18:2,9c,12c</sub> 美国 Nu-Chek 公司; 苯(AR) 上海试剂一厂; 石油醚(AR) 天津市永大化学试剂研发中心; 氧化钾(AR) 天津市风帆化学试剂科技有限公司; 甲醇(AR) 上海振兴化工一厂。

萃取液配制: 萃取与石油醚按 1:1 体积比混合; 衍生-催化液配制: 2.24g 氧化钾溶于 100ml 甲醇溶液制成 0.4mol/L 的氧化钾-甲醇溶液。

### 1.2 仪器与设备

收稿日期: 2008-08-21

基金项目: 湖北省农业创新岗位农产品加工项目

作者简介: 谢碧秀(1982-), 女, 硕士研究生, 研究方向为天然产物化学及食品化学。E-mail: bixiu1020@yahoo.com.cn

\* 通讯作者: 孙智达(1963-), 男, 教授, 博士, 研究方向为天然产物化学及食品化学。E-mail: sunzhida@mail.hzau.edu.cn

AL204型电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; GC-9A型气相色谱仪(配氢火焰离子化检测器(FID)) 日本岛津公司; N3(XX)色谱工作站 浙江大学智能信息工程研究所。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 粉蒸肉加工工艺流程

新鲜五花肉 → 清洗 → 沥水 → 切片 → 添加辅料 → 腌制 → 蒸煮 → 成品

#### 1.3.2 样品的制备

根据邹月利<sup>[8]</sup>及吴妹英等<sup>[9]</sup>的方法做适当改进制备样品。在粉蒸肉腌制0、30、60min, 蒸煮20、40、60min时, 称取经粉碎机打成均匀体的3g肉、在蒸煮期间析出的油1g分别置于25ml具塞试管中, 加入6ml苯与石油醚(体积比为1:1)混合物, 浸提一昼夜, 再加入6ml 0.4mol/L的KOH-甲醇溶液进行甲酯化, 摇匀后静置15min, 加蒸馏水至20ml, 静置至澄清(约1h), 取上清液1μl上机测定。

#### 1.3.3 色谱条件

色谱柱: Suplco填充柱(30m × 0.32mm, 0.25μm); 进样口温度250℃, 检测器温度250℃; 升温程序: 初始温度120℃, 以5℃/min升至220℃, 保持10min; 载气(N<sub>2</sub>)流速35ml/min, H<sub>2</sub>流速40ml/min, 压力0.5kPa, 进样量1μl; 分流比16:1。

#### 1.3.4 脂肪酸的定性与定量

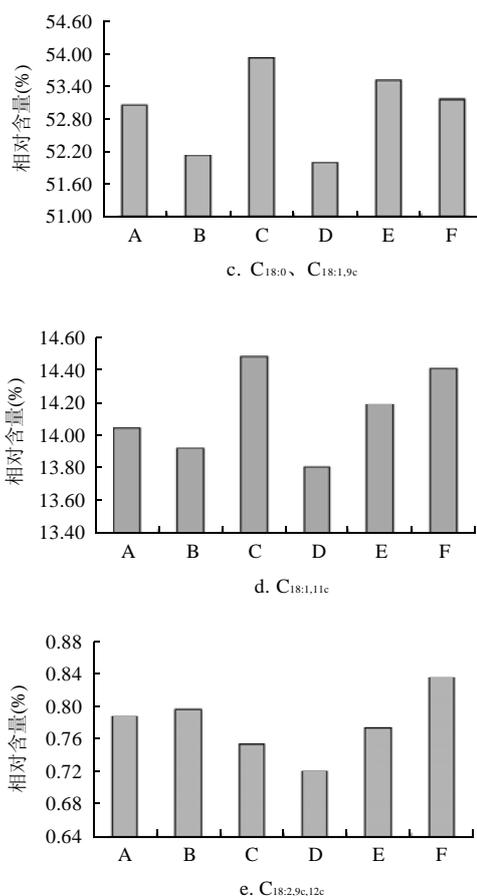
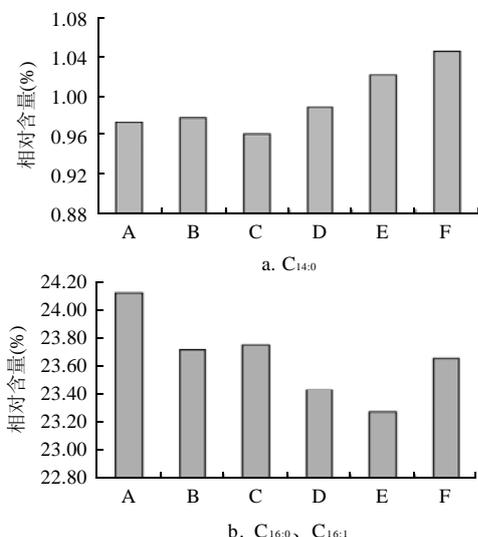
通过与脂肪酸甲酯标准品对照其保留时间进行定性, 采用峰面积归一化法计算各脂肪酸的相对含量。

### 1.4 数据处理

采用SAS9.0和Excel软件对数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 加工过程中粉蒸肉脂肪酸的变化



A. 腌制0min; B. 腌制30min; C. 腌制60min(蒸煮0min); D. 蒸煮20min; E. 蒸煮40min; F. 蒸煮60min。

图1 加工过程中粉蒸肉脂肪酸的变化

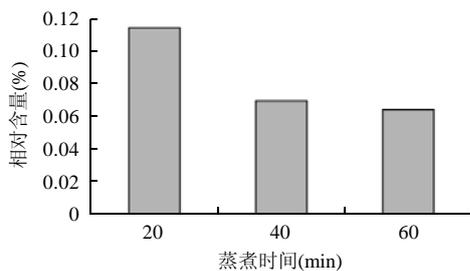
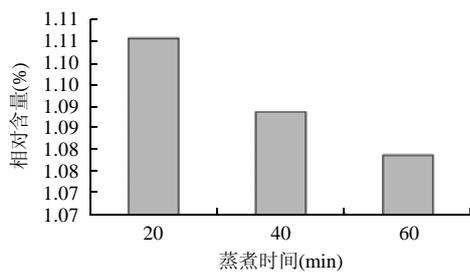
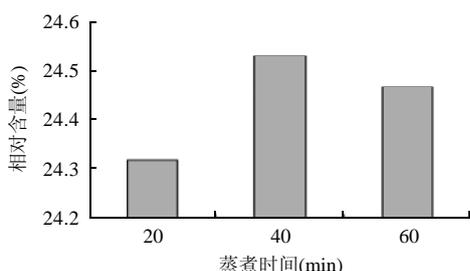
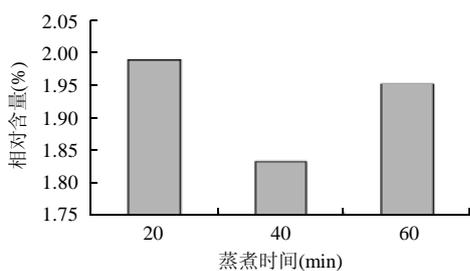
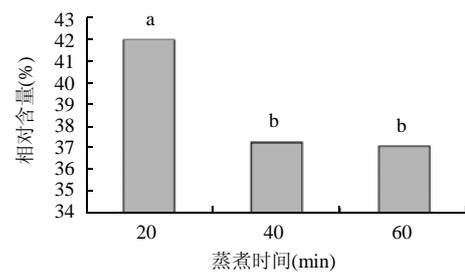
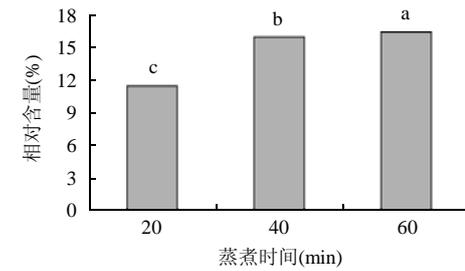
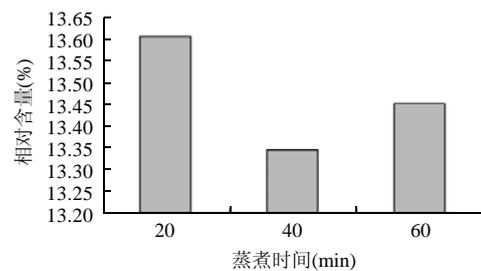
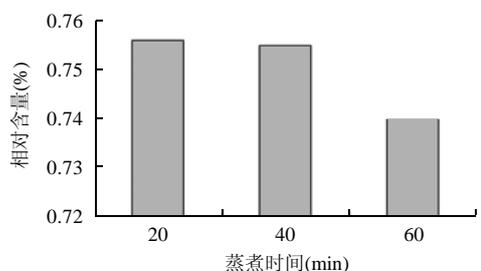
Fig.1 Changes of fatty acids in steamed pork with rice powder at different stages of curing and steaming

不同腌制和蒸煮时间的粉蒸肉中各脂肪酸的相对含量如图1所示。根据对气相色谱图的分析, 粉蒸肉中主要的脂肪酸是肉豆蔻酸(C<sub>14:0</sub>)、棕榈酸(C<sub>16:0</sub>)、棕榈油酸(C<sub>16:1</sub>)、硬脂酸(C<sub>18:0</sub>)、油酸(C<sub>18:1</sub>)和亚油酸(C<sub>18:2</sub>), 占全部原料中脂肪酸的91%以上。从图1可知, 从腌制到蒸煮60min结束的整个过程中, C<sub>14:0</sub>和C<sub>18:2,9c,12c</sub>的含量都是随着腌制时间的延长先增加, 在腌制30min时达到一个极大值, 而后又降低; 当腌制结束后, C<sub>14:0</sub>的含量随着蒸煮时间的延长而增加。在腌制过程中C<sub>16:0</sub>和C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:0</sub>和C<sub>18:1,9c</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>的含量是先降低后升高, 在腌制30min时达到最小值。在蒸煮过程中, C<sub>16:0</sub>和C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>、C<sub>18:2,9c,12c</sub>的在蒸煮过程中先降低后上升, 分别在蒸煮40、20、20min时达到最小。C<sub>18:0</sub>和C<sub>18:1,9c</sub>的含量在蒸煮20min时达到最小值后上升, 在60min时又有所下降。对比在蒸煮0和60min时各脂肪酸的含量可知, 蒸煮结束时C<sub>14:0</sub>和C<sub>18:2,9c,12c</sub>的质量百分比分别为未蒸煮时的1.088、1.110倍; C<sub>16:0</sub>和C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:0</sub>和C<sub>18:1,9c</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>

则降解为原来的 99.6%、98.6%、99.5%。但在整个加工过程中,各脂肪酸的相对含量变化不显著。

## 2.2 蒸煮过程中粉蒸肉析出的油中脂肪酸的变化

已有研究结果表明,猪脂肪中只含有微量的  $C_{12:0}$  组分<sup>[9-14]</sup>,而蔡华珍等通过研究广式香肠烘烤过程中游离脂肪酸的变化,发现香肠中含有较高含量的  $C_{12:0}$ ,认为香肠中的该组分可能来自于加入的辅料<sup>[15]</sup>。本实验与蔡华珍等的研究结果不同的是虽然粉蒸肉中加入了十多种辅料,但测得的  $C_{12:0}$  含量却很低。

a.  $C_{12:0}$ b.  $C_{14:0}$ c.  $C_{16:0}$ d.  $C_{16:1}$ e.  $C_{18:0}$ f.  $C_{18:1,11c}$ g.  $C_{18:1,11c}$ h.  $C_{18:2,9c,12c}$ 

标有不同字母表示差异显著( $p < 0.05$ )。

图2 蒸煮过程中粉蒸肉析出的油中脂肪酸的变化

Fig.2 Changes of fatty acids in oil precipitated from steamed pork with rice powder during cooking

由图2可知:蒸煮粉蒸肉析出油中  $C_{12:0}$ 、 $C_{14:0}$ 、 $C_{18:0}$ 、 $C_{18:2,9c,12c}$  的质量百分比随着蒸煮时间的延长而降低;  $C_{16:1}$  和  $C_{18:1,11c}$  的含量在蒸煮 40min 时达到最低值,而  $C_{16:0}$  此时达到最大值;  $C_{18:1,9c}$  的含量随蒸煮时间的增加而增加。对比各脂肪酸的变化可知,蒸煮 60min 时  $C_{12:0}$ 、 $C_{14:0}$ 、 $C_{18:0}$ 、 $C_{16:1}$ 、 $C_{18:1,11c}$ 、 $C_{18:2,9c,12c}$  的含量分别为蒸煮 20min 时的 56.14%、97.56%、88.14%、98.14%、98.86%、97.88%,蒸煮 60min 时的  $C_{16:0}$ 、 $C_{18:1,9c}$  则为蒸煮 20min 时的 1.006

倍、1.441倍。同时饱和脂肪酸的含量由蒸煮20 min时的67.58%降为蒸煮60 min时的62.66%，不饱和脂肪酸则由27.79%上升为32.62%。上述结果表明，粉蒸肉蒸煮时析出的油中，不饱和脂肪酸比饱和脂肪酸更容易解离，不饱和脂肪酸中C<sub>18:1,9c</sub>的解离速率最大，而除了C<sub>12:0</sub>以外的饱和脂肪酸中C<sub>18:0</sub>的解离速率最小。在整个蒸煮过程中，C<sub>12:0</sub>、C<sub>14:0</sub>、C<sub>16:0</sub>、C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>、C<sub>18:2,9c,12c</sub>的变化不显著，而C<sub>18:0</sub>、C<sub>18:1,9c</sub>变化显著( $p < 0.05$ )。

### 3 结论

粉蒸肉中的脂肪酸主要是十六碳和十八碳的。蒸煮60min时粉蒸肉中C<sub>14:0</sub>和C<sub>18:2,9c,12c</sub>的质量分数分别为未蒸煮时的1.088、1.110倍；C<sub>16:0</sub>和C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:0</sub>和C<sub>18:1,9c</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>则降为原来的99.6%、98.6%、99.5%。但从腌制到蒸煮结束的整个加工过程中，各脂肪酸的相对含量变化不显著。

蒸煮时粉蒸肉析出的油中饱和脂肪酸的含量由蒸煮20 min时的67.58%降为蒸煮60 min时的62.66%，不饱和脂肪酸则由27.79%上升为32.62%，说明不饱和脂肪酸比饱和脂肪酸更容易解离。在整个蒸煮过程中，C<sub>12:0</sub>、C<sub>14:0</sub>、C<sub>16:0</sub>、C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:1,11c</sub>、C<sub>18:2,9c,12c</sub>的变化不显著，而C<sub>18:0</sub>、C<sub>18:1,9c</sub>变化显著( $p < 0.05$ )。

### 参考文献:

- [1] 湖北饮食服务公司. 中国名菜谱: 湖北风味[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 1994: 23-24.
- [2] 王荣兰, 纪有华. 对粉蒸肉的剖析[J]. 扬州大学烹饪学报, 2005(3):

46-49.

- [3] 王璋, 许时婴, 汤坚. 食品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999: 322.
- [4] GANDEMER G. Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products[J]. Meat Science, 2002, 62: 309-321.
- [5] TOLDRA F, FLORES M, SANZ Y. Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence[J]. Food Chemistry, 1997, 59(4): 523-530.
- [6] 王梦如, 李昌模. 鸡脂肪热氧化与风味的关系[J]. 中国油脂, 2006, 31(10): 64-66.
- [7] 延军, 周光宏, 徐幸莲. 脂类物质在火腿风味形成中的作用[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 186-190.
- [8] 邹月利, 赵李霞. 毛细管气相色谱外标法同时测定肉鸡肌肉中8种脂肪酸[J]. 生命科学仪器, 2006, 4(4): 42-43.
- [9] 吴妹英, 肖天放, 张力. 莆田黑猪及其杂种肌肉脂肪酸组成与含量的研究[J]. 福建畜牧兽医, 2007(增刊): 16-18.
- [10] 霍晓娜, 李兴民, 李海芹, 等. 不同部位冷却猪肉中脂肪酸组成与脂肪氧化的变化[J]. 食品科技, 2005(12): 16-20.
- [11] 霍晓娜, 李兴民, 刘毅, 等. 猪腿肉脂肪酸组成及脂肪氧化的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(1): 101-104.
- [12] ESTÉVEZ M, MORCUENDE D, CAVA R. Extensively reared Iberian pigs versus intensively reared white pigs for the manufacture of frankfurters [J]. Meat Science, 2006, 72: 356-364.
- [13] CAVA R, RUIZ J, L'PEZ-BOTE C, et al. Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the iberian pig[J]. Meat Science, 1997, 45(2): 263-270.
- [14] VENTANAS S, VENTANAS J, TOVAR J, et al. Extensive feeding versus oleic acid and tocopherol enriched mixed diets for the production of Iberian dry-cured hams: Effect on chemical composition, oxidative status and sensory traits[J]. Meat Science, 2007, 77: 246-256.
- [15] 蔡华珍, 马长伟, 闫红, 等. 广式香肠烘烤过程中游离脂肪酸的变化研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(6): 25-29.