

传统金华火腿加工过程中肌内脂肪的变化*

闫文杰¹, 李兴民², 安媛³, 刘毅², 杜燕²

1(北京联合大学师范学院, 北京, 100011) 2(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京, 100083)

3(国家发改委公众营养与发展中心, 北京, 100038)

摘要 分别提取 0、32、60、160、240d 的金华火腿中的肌内脂肪, 分析其甘油酯、磷脂、游离脂肪酸的含量和脂肪酸组成。结果表明: 磷脂的含量从 23.3% 减少到 11.2%, 游离脂肪酸的含量从 1.6% 增加到 11.5%, 甘油酯的含量没有发生显著性变化; 甘油酯和磷脂中的饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)、多不饱和脂肪酸(PUFA)都无显著性变化; 游离脂肪酸中, PUFA 的含量显著减少, MUFA 的含量减少, 但其变化不显著, SFA 的含量显著增加。

关键词 肌内脂肪, 甘油酯, 磷脂, 游离脂肪酸

风味一直是肉制品研究的热点问题之一, 而肉制品的风味与脂肪有密切的关系。肉制品中的脂肪主要由甘油酯、磷脂和游离脂肪酸 3 部分组成, 生鲜肉中的脂肪主要是甘油酯和磷脂, 游离脂肪酸的含量很少, 其中甘油酯主要以三酯酰甘油的形成存在。在肉制品从原料到成熟的整个加工过程中, 在酶的作用下, 甘油酯和磷脂不断降解产生脂肪酸, 不饱和脂肪酸氧化产生挥发性物质^[1], 形成肉制品特有的风味。

肉制品的品种不同, 其脂肪酸组成和含量就不同, 产生的挥发性物质就不同。研究表明, 肉制品的风味主要来自于磷脂^[2, 3], 而肌内脂肪里磷脂的含量较高^[4], 因此, 肌内脂肪的变化跟肉制品的风味有很密切的关系。金华火腿有其独特的风味, 研究金华火腿从原料到成熟整个加工过程中脂肪的变化, 对金华火腿的风味分析和金华火腿的产业化有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试剂

CM 液: $V(\text{三氯甲烷}) : V(\text{甲醇}) = 2 : 1$

甲酯化试剂: $V(\text{质量浓度为 } 140\text{g/L 的 } \text{BF}_3\text{-CH}_3\text{OH}) : V(\text{苯}) : V(\text{甲醇}) = 1 : 1 : 1$

1.1.2 样品

浙江金华火腿, 取其股二头肌作为实验材料。

1.2 方法

1.2.1 含量的测定

脂肪总含量用脂肪测定仪测定; 磷脂含量的确定

由磷的含量和磷脂转换系数换算得到, 而磷的含量测定参照 GB12393—1990; 游离脂肪酸的含量用气相色谱测定, 甘油酯含量的确定由总脂、磷脂和游离脂肪酸换算得到。

1.2.2 脂肪的提取

取搅碎的火腿 10 g 于三角瓶中, 加入 140 mL CM 液, 振摇抽提 3 h 后过滤, 往滤液中加适量 NaCl 溶液, 静止分层后, 下层的三氯甲烷层即为脂肪提取液, 用无水 Na_2SO_4 干燥后, 在 40℃ 水浴中用旋转蒸发器浓缩, 得到脂肪^[5]。

1.2.3 脂肪的分离

1.2.3.1 柱层析法分离

称取硅胶(G-100 目)40 g, 在 110~120℃ 烘箱内活化 1~2 h, 冷却后加入三氯甲烷制成悬浮液, 装入层析柱($\phi 21\text{ mm} \times 300\text{ mm}$), 将 1g 左右总脂的少量三氯甲烷溶液上柱, 然后依次用三氯甲烷、甲醇洗脱, 将收集到的含甘油酯+游离脂肪酸的三氯甲烷液和含磷脂的甲醇液在 40℃ 水浴中旋转蒸发浓缩, 分别得到甘油酯+游离脂肪酸和磷脂^[6]。

1.2.3.2 Amberlyst-26(A-26)阴离子交换树脂分离

称取 50~100 mg(甘油酯+游离脂肪酸)于三角瓶中, 加入 15 mL 丙酮-甲醇溶液, 然后加入 100~200 mg 树脂, 振摇 30 min 后将树脂和溶剂分开, 游离脂肪酸吸附在树脂上^[7]。

1.2.4 脂肪酸组成分析

色谱柱: 填充柱; 柱温: 200℃; 注射温度: 260℃; 载气: N_2 , 流速 28 mL/min。

用脂肪酸标准品的保留时间定性, 用面积归一化法分析。

第一作者: 硕士, 助教(李兴民为通讯作者)。

*“十五”国家科技重大专项《中国传统肉制品现代加工技术、设备与产业化示范》(No. 2001BA501A24)

收稿日期: 2007-01-30, 改回日期: 2007-04-06

2 结果与分析

2.1 加工过程中各组分含量的变化

图 1 是金华火腿加工过程中肌内脂肪各组分含量的变化。从图 1 中可以看出,在整个加工过程中,甘油酯的含量没有发生显著性变化 ($P > 0.05$),磷脂和游离脂肪酸的含量发生显著性变化,磷脂的含量从 23.3% 减少到 11.2%,游离脂肪酸的含量从 1.6% 增加到 11.5%。这说明在金华火腿加工过程中,磷脂和游离脂肪酸的变化占主要,在酶的作用下,甘油酯和磷脂不断降解成游离脂肪酸。生成的游离脂肪酸中,一部分不饱和脂肪酸氧化产生挥发性物质,形成金华火腿独特的风味。

2.2 加工过程中甘油酯的脂肪酸组成变化

表 1 详细分析了 0、32、60、160、240d 股二头肌中甘油酯的脂肪酸组成变化。从表 1 中可以看出,在

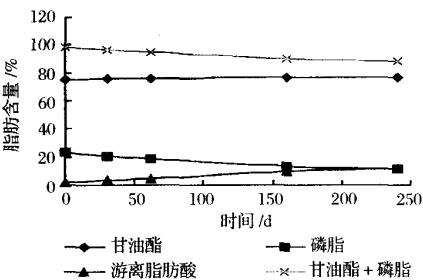


图 1 加工过程中各脂肪组分的变化

整个加工过程中,SFA、MUFA 和 PUFA 都无显著性变化。具体到各种脂肪酸的变化, $C_{18:0}$ 、 $C_{16:1}$ 和 $C_{18:1}$ 发生显著性变化。

在甘油酯中,SFA 的含量占 38% 左右,其中 $C_{16:0}$ 的含量最高, $C_{18:0}$ 次之;MUFA 的含量最高,占 47% 左右,其中以 $C_{18:1}$ 为主;PUFA 的含量最低,只占 13% 左右,以 $C_{18:2}$ 和 $C_{20:4}$ 为主。

表 1 加工过程中甘油酯的脂肪酸组成变化

| 脂肪酸组成 | 加工时间/d | | | | |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0 | 32 | 60 | 160 | 240 |
| | 脂肪酸含量/% | | | | |
| $C_{12:0}$ | 0.91 ± 0.06 | 0.82 ± 0.10 | 1.13 ± 0.13 | 0.92 ± 0.07 | 1.17 ± 0.09 |
| $C_{14:0}$ | 2.89 ± 0.11 | 2.68 ± 0.60 | 2.79 ± 1.02 | 2.53 ± 0.67 | 2.48 ± 0.79 |
| $C_{16:0}$ | 23.68 ± 0.02 | 23.09 ± 0.04 | 23.54 ± 0.12 | 22.10 ± 1.32 | 21.59 ± 1.17 |
| $C_{18:0}$ | $11.22 \pm 0.03a$ | $11.09 \pm 0.05b$ | $10.56 \pm 0.02c$ | $11.80 \pm 0.07d$ | $10.87 \pm 0.05e$ |
| 其他 | 1.10 ± 0.01 | 1.02 ± 0.02 | 1.10 ± 0.02 | 1.01 ± 0.02 | 1.00 ± 0.03 |
| SFA | 39.80 ± 1.23 | 38.70 ± 1.67 | 39.12 ± 1.43 | 38.36 ± 1.59 | 37.11 ± 2.03 |
| $C_{16:1}$ | $6.13 \pm 0.11a$ | $6.91 \pm 0.07b$ | $6.23 \pm 0.03b$ | $6.08 \pm 0.12b$ | $6.37 \pm 0.11b$ |
| $C_{18:1}$ | $38.86 \pm 0.13a$ | $39.32 \pm 0.11b$ | $40.06 \pm 0.07c$ | $39.40 \pm 0.10c$ | $40.76 \pm 0.11d$ |
| $C_{20:1}$ | 1.16 ± 0.22 | 1.68 ± 0.17 | 1.60 ± 0.14 | 1.29 ± 0.13 | 1.84 ± 0.17 |
| MUFA | 46.15 ± 2.62 | 47.91 ± 1.78 | 47.89 ± 2.12 | 46.77 ± 1.53 | 48.97 ± 1.09 |
| $C_{18:2}$ | 9.02 ± 0.09 | 9.17 ± 0.12 | 9.01 ± 0.07 | 9.80 ± 0.06 | 9.62 ± 0.09 |
| $C_{18:3}$ | 0.88 ± 0.02 | 0.72 ± 0.04 | 0.58 ± 0.09 | 0.77 ± 0.10 | 0.60 ± 0.07 |
| $C_{20:4}$ | 2.65 ± 0.13 | 2.60 ± 0.09 | 2.46 ± 0.17 | 2.96 ± 0.23 | 2.69 ± 0.38 |
| $C_{22:5}$ | 0.53 ± 0.12 | 0.31 ± 0.21 | 0.12 ± 0.08 | 0.34 ± 0.11 | 0.10 ± 0.06 |
| 其他 | $0.87 \pm 0.02a$ | $0.69 \pm 0.02b$ | $0.83 \pm 0.03b$ | $1.00 \pm 0.03b$ | $0.81 \pm 0.02c$ |
| PUFA | 13.95 ± 2.12 | 13.49 ± 2.38 | 13.00 ± 2.54 | 14.87 ± 2.23 | 13.82 ± 1.78 |

注:表 1 中数值为平均值±标准误差,同一行中,字母不同代表存在显著性差异(表 2、表 3 同)。

2.3 加工过程中磷脂的脂肪酸组成变化

表 2 详细分析了 0、32、60、160、240d 股二头肌中磷脂的脂肪酸组成变化。从表 2 中可以看出,在整个成熟过程中,SFA、MUFA 和 PUFA 都无显著性变化。若结合磷脂的含量变化分析,磷脂的含量从 23.3% 减少到 11.2%,这说明磷脂不断降解产生脂肪酸,但磷脂的降解在脂肪酸链的不饱和度方面没有选择性。具体到各种脂肪酸的变化,除 $C_{14:0}$ 、 $C_{20:1}$ 和

$C_{18:2}$ 外,其他脂肪酸发生显著性变化。

在磷脂中,SFA 的含量占 29% 左右,比甘油酯中 SFA 的含量低大约 10%,其中 $C_{16:0}$ 的含量最高, $C_{18:0}$ 次之,其他 SFA 的含量很少;和甘油酯中的 MUFA 的含量(47% 左右)相比,磷脂中 MUFA 的含量(20% 左右)明显偏低,其脂肪酸以 $C_{18:1}$ 为主;PUFA 的含量最高,占 50% 左右,以 $C_{18:2}$ 和 $C_{20:4}$ 为主。

表 2 加工过程中磷脂的脂肪酸组成变化

| 脂肪酸组成 | 加工时间/d | | | | |
|-------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | 0 | 32 | 60 | 160 | 240 |
| | 脂肪酸含量/% | | | | |
| C _{12:0} | 1.12±0.03a | 1.40±1.00a | 1.31±0.07a | 1.54±0.05ab | 1.60±0.03b |
| C _{14:0} | 0.85±0.05 | 1.10±0.05 | 1.29±0.11 | 1.23±0.13 | 1.19±0.07 |
| C _{16:0} | 20.65±0.02a | 20.41±0.19ab | 19.52±0.21ab | 19.88±0.21b | 21.21±0.38b |
| C _{18:0} | 4.58±0.10a | 4.58±0.07ab | 5.00±0.05ab | 4.72±0.07b | 4.88±0.03b |
| 其他 | 1.02±0.02a | 1.01±0.02ab | 1.09±0.02ab | 1.10±0.03b | 1.22±0.05b |
| SFA | 28.22±1.78 | 28.50±1.97 | 28.21±2.01 | 28.47±2.00 | 30.10±1.57 |
| C _{16:1} | 2.90±0.05a | 3.08±0.02a | 3.14±0.07ab | 2.67±0.05bc | 2.50±0.12c |
| C _{18:1} | 17.07±0.10a | 17.29±0.25ab | 17.57±0.12ab | 18.20±0.19b | 17.61±0.08b |
| C _{20:1} | 0.50±0.11 | 0.30±0.10 | 0.23±0.02 | 0.21±0.04 | 0.20±0.02 |
| MUFA | 20.47±2.13 | 20.67±1.72 | 20.94±2.25 | 21.08±0.19 | 20.31±2.13 |
| C _{18:2} | 33.21±1.21 | 33.01±1.37 | 31.97±0.08 | 32.01±0.25 | 33.38±0.95 |
| C _{18:3} | 1.43±0.09a | 1.42±0.10a | 1.20±0.11ab | 1.00±0.06ab | 0.91±0.04b |
| C _{20:4} | 12.87±0.12a | 12.10±0.18a | 12.27±0.12a | 12.28±0.24ab | 11.02±0.29b |
| C _{22:5} | 2.71±0.05a | 2.86±0.05a | 2.86±0.07a | 2.96±0.04b | 2.38±0.03b |
| 其他 | 1.19±0.02a | 1.34±0.02b | 2.64±0.02c | 2.10±0.03d | 1.80±0.02e |
| PUFA | 51.41±2.52 | 50.73±2.21 | 50.94±2.29 | 50.35±1.54 | 49.49±2.01 |

2.4 加工过程中游离脂肪酸的脂肪酸组成变化

表 3 是金华火腿加工过程中游离脂肪酸的脂肪酸组成变化,从表 3 中可以看出,PUFA 发生显著性变化,从 47.11%降到 28.97%,MUFA 的含量减少,但其变化不显著,SFA 的含量显著增加。这说明,在

酶的作用下,甘油酯和磷脂不断降解产生游离脂肪酸,不饱和脂肪酸氧化产生挥发性物质,结果使得 SFA 的相对含量增加,同时,由于 PUFA 比 MUFA 更易受到自由基的攻击,因此,PUFA 更容易氧化,其含量显著减少。

表 3 加工过程中游离脂肪酸的脂肪酸组成变化

| 脂肪酸组成 | 加工时间/d | | | | |
|-------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | 0 | 32 | 60 | 160 | 240 |
| | 脂肪酸含量/% | | | | |
| C _{12:0} | 1.01±0.06a | 1.30±0.11ab | 1.51±0.13ab | 1.55±0.04bc | 1.90±0.05c |
| C _{14:0} | 1.00±0.07 | 1.29±0.45 | 1.44±0.53 | 1.61±0.26 | 1.72±0.53 |
| C _{16:0} | 19.47±0.13a | 25.07±0.37b | 28.75±0.32c | 31.21±0.51d | 35.06±0.43e |
| C _{18:0} | 4.18±0.56a | 5.38±0.27a | 6.05±0.37ab | 7.72±0.28ab | 7.53±0.64b |
| 其他 | 2.59±0.07a | 3.34±0.09b | 3.81±0.10c | 4.19±0.11d | 4.66±0.13e |
| SFA | 28.25±1.28a | 36.38±2.17ab | 41.56±2.34bc | 46.28±1.69c | 50.87±1.55d |
| C _{16:1} | 1.68±0.23 | 1.10±0.27 | 1.34±0.11 | 1.21±0.09 | 1.08±0.21 |
| C _{18:1} | 21.87±0.22a | 20.31±0.29ab | 21.07±0.12bc | 19.85±0.19c | 18.16±0.25d |
| C _{20:1} | 1.03±0.07 | 1.00±0.02 | 1.11±0.06 | 1.01±0.17 | 0.92±0.21 |
| MUFA | 24.58±2.11 | 22.41±2.19 | 23.52±1.52 | 22.07±1.21 | 20.16±2.23 |
| C _{18:2} | 23.32±1.20a | 22.40±1.01ab | 19.67±1.34bc | 17.08±0.06cd | 15.76±0.18d |
| C _{18:3} | 2.99±0.37 | 2.72±0.32 | 2.23±0.21 | 2.09±0.23 | 1.98±0.34 |
| C _{20:4} | 13.50±1.23a | 9.79±1.56b | 8.82±0.73b | 8.42±0.21b | 7.32±0.34b |
| C _{22:5} | 4.19±0.12a | 3.71±0.34a | 1.80±0.22b | 1.67±0.17b | 1.61±0.17b |
| 其他 | 3.11±0.07a | 2.60±0.06b | 2.39±0.03b | 2.39±0.05b | 2.30±0.08b |
| PUFA | 47.11±1.22a | 41.22±1.34b | 34.91±0.98c | 31.65±0.79cd | 28.97±1.01d |

在游离脂肪酸中,每个 SFA 的含量都增加,其中 C_{16:0} 含量最高;每个 MUFA 的含量都减小,其中 C_{18:1} 含量最高;每个 PUFA 的含量都显著降低,其中以 C_{18:2} 和 C_{20:4} 为主。

3 结 论

在传统金华火腿加工过程中,磷脂和游离脂肪酸的含量发生显著性变化,磷脂的含量从 23.3%减少

到 11.2%, 游离脂肪酸的含量从 1.6% 增加到 11.5%, 甘油酯的含量没有发生显著性变化。

在对甘油酯、磷脂和游离脂肪酸的脂肪酸组成分析时,发现甘油酯和磷脂的 SFA、MUFA 和 PUFA 都无显著性变化,磷脂的降解在脂肪酸链的不饱和度方面没有选择性;游离脂肪酸中,PUFA 发生显著性变化,从 47.11% 降到 28.97%,MUFA 的含量减少,但其变化不显著,SFA 的含量显著增加。

参 考 文 献

- 1 Mottram D S. Flavour formation in meat and meat products: a review[J]. Food Chemistry, 1998, 62(4): 415~424
- 2 Larick D K, Turner B E. Flavour characteristics of Forage- and Grain-fed beef as influenced by phospholipids and fatty acid compositional difference[J]. Journal of Food Science, 1990, 55(2): 312~317
- 3 Mottram D S, Edwards R A. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef [J]. J Sci Food Agric, 1983, 34: 517~522
- 4 丁耐克. 食品风味化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996
- 5 Petron M J, Muriel E, Timon M I. Fatty acids and triacylglycerols profiles different types of Iberian dry-cured hams [J]. Meat Science, 2004, 68: 71~77
- 6 杨文鸽. 马面鲀卵巢中磷脂成分与脂肪酸的分析[J]. 宁波大学学报(理工版)2000, 13(1): 53~56
- 7 Solange Buscailhon, Gandemer G. Time-related changes in intramuscular lipids of French Dry-Cured Ham [J]. Meat Science, 1994, 37: 245~255

The Intramuscular Lipids Change during the Processing of Traditional Jinhua Ham

Yan Wenjie¹, Li Xingmin², An Yuan³, Liu Yi², Du Yan²

1(Teachers' college of Beijing Union University, Beijing 100011, China)

2(Food Science and Nutritional Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

3(Center for Public Nutrition and Development of China, Beijing 100038, China)

ABSTRACT Intramuscular lipids was extracted at the day 0, 32, 60, 160, 240 of Jinhua ham, then the content and composition of glyceride, phospholipids and free fatty acid were analyzed. Results showed that the content of phospholipids decreased from 23.3% to 11.2%, the content of free fatty acid increased from 1.6% to 11.5%, the content of glyceride had no significant change; SFA, MUFA and PUFA of glyceride and phospholipids had no significant change; in the free fatty acid, the content of PUFA significantly decreased, the content of MUFA were also decreased, but had no significant change, the content of SFA increased significantly.

Key words intramuscular lipid, glyceride, phospholipids, free fatty acid

市场动态

韩国流行健康大米饮料

当人们对碳酸饮料、果汁饮料的健康问题提出置疑时,韩国、日本等国开始推广起大米饮料——米露,因其富含人体所需微量元素、不饱和脂肪酸,受到人们的广泛青睐。

米露是由大米、糙米、麦麸等材料加工而成的一种饮料,俗称米浆。这种饮料采用米胚芽作为原料,米胚芽富含人体必需的不饱和脂肪酸,不含胆固醇,而且富含天然 V_B 族和 V_E 等生理活性物质及多种微量元素,这都是果汁饮料和碳酸饮料里很少见的,具有独到的抗衰老、保青春的养生功效。

目前市场上的米露为了提高口感,都加入了一些奶精和白砂糖,奶精里含有对人体有害的反式脂肪酸。而日常喝的米粥与米露相比,多了大量的植物粗纤维和淀粉,米粥里几乎不会加奶精,所以米粥吃起来更健康。

此外,大米里几乎不含 V_C,米露里一般会加入适量 V_C,而 V_C 只有在酸性溶液中才能稳定存在,所以米露中的 V_C 很难被人体吸收。而吃完米粥后,再吃适量水果, V_C 的补充也会得到保证。