

# 酸肉发酵中脂肪的变化及对小鼠血脂的影响

孙文静, 卫 飞, 袁 军, 范代超, 周才琼\*

(西南大学食品科学学院, 重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400716)

**摘 要:**目的: 研究酸肉发酵过程中脂肪的变化及其对小鼠血脂的影响。方法: 50只小鼠随机分成5组, 即空白对照组(普通饲料)、新鲜猪肉组、发酵20d酸肉组、发酵40d酸肉组及发酵60d酸肉组, 每组10只。小鼠喂养28d后, 测定小鼠体质量、肝质量、血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量, 并分析酸肉在不同发酵时段的脂质变化情况。结果: 酸肉发酵过程中其脂肪、胆固醇及磷脂含量均随发酵时间延长而下降, 游离脂肪酸含量增加; 发酵酸肉可抑制小鼠体质量、肝质量及肝脏指数的增长; 发酵60d组小鼠血清TC、TG和LDL-C含量显著低于新鲜猪肉组( $P < 0.05$ ), 与空白对照组相当; 新鲜猪肉组和不同发酵时段酸肉组雌性小鼠血清脂质及粥样动脉硬化指数(AI)均高于雄性小鼠。结论: 酸肉具有预防动脉硬化及降血脂作用, 可降低小鼠血清中的血脂含量; 雄性小鼠脂质升高风险低于雌性小鼠。

**关键词:** 新鲜猪肉; 酸肉; 脂类变化; 血清脂质

## Changes of Lipids in Sour Meat during Fermentation and Its Influence on Animal Blood Lipids

SUN Wen-jing, WEI Fei, YUAN Jun, FAN Dai-chao, ZHOU Cai-qiong\*

(Chongqing Special Food Programme and Technology Research Center, College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** Objective: To study the changes of lipids during the fermentation of sour meat and the influence of sour meat on animal blood lipids. Methods: Fifty Kunming mice were randomly divided into five groups with 10 mice in each, which were designated as control group (normal feed), fresh pork group, and 20, 40 d and 60 d fermentation groups which were fed pork fermented for 20, 40 d and 60 d, respectively. After 28 d of feeding, the body weight, liver weight, and serum total cholesterol (TC), triglyceride (TG) and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) of all the mice were determined. Lipids in sour meat were also analyzed at different stages of fermentation. Results: During fermentation, the content of fat, cholesterol and phospholipid in pork gradually decreased while free fatty acids gradually increased with increasing fermentation time. Fermented sour meat restrained the increase of body weight, liver weight and hepatosomatic index of mice. Serum TC, TG and LDL-C of mice fed sour meat fermented for 60 d were significantly lower than that of mice fed fresh pork ( $P < 0.05$ ), but close to that of control mice. The serum lipid and AI of female mice were higher than that of male mice. Conclusion: Fermented sour meat may prevent arteriosclerosis through reducing blood lipid. The risk of elevated blood fat in female mice is higher than in male mice.

**Key words:** fresh meat; sour meat; lipid changes; serum lipid

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)11-0263-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201311057

猪肉是我国民众普遍食用的肉类之一, 但猪肉脂肪含量高, 尤其是猪肥肉, 其中脂肪和胆固醇含量更高, 是诱发高脂血症的重要诱因。酸肉是西南地区少数民族和苗汉杂居少数民族喜食的猪肉发酵加工制品<sup>[1]</sup>。李宗军<sup>[2]</sup>、余冰<sup>[3]</sup>、周才琼<sup>[4-6]</sup>等先后对湘西地区发酵酸肉和渝黔苗汉杂居地区发酵酸肉进行了报道, 酸肉发酵中有大量微生物特别是乳酸菌

生长繁殖, 蛋白质及脂肪降解, 乳酸、游离氨基酸和游离脂肪酸增加, 形成了酸肉特有的风味。考虑酸肉发酵微生物特点及脂肪降解等可能导致的有关发酵酸肉功能化学的变化, 本实验拟对不同发酵时段酸肉脂质的变化及对实验动物血脂的影响进行研究, 为传统食品的开发提供有关营养及功能化学的基础研究数据。

收稿日期: 2012-12-09

基金项目: 重庆市教委基础研究项目(070203)

作者简介: 孙文静(1987—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品化学与营养。E-mail: junzaiwenjing@163.com

\*通信作者: 周才琼(1964—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品营养化学。E-mail: zhoucaiqiong@swu.edu.cn

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

将新鲜猪肉洗净沥干水分后切片,以鲜肉质量为标准加4.5%食盐和8%米粉揉制装坛,水密封,15℃条件下发酵。测试样品和饲喂动物样品(蒸15min)均为肥瘦各半。

氯化钠、氯化钾、无水乙醇、硫酸铝钾、异丙醇、冰醋酸、氯化钙等均为分析纯;血清总胆固醇(TC)、血清甘油三酯(TG)、血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)测定试剂盒 上海北海生物技术工程公司。

### 1.2 仪器与设备

AU400型全自动生化分析仪 日本奥林巴斯公司;H20SOR型台式高速冷冻离心机 长沙湘仪离心机仪器有限公司;WH-2型微型涡旋混合仪 上海沪西分析仪器有限公司;SHB-III型循环水式多用真空泵 郑州长城科工贸有限公司。

### 1.3 动物

SPF级昆明种小鼠,动物合格证号:SCXK(渝)2007-0001,清洁级,雌雄各半,体质量(20±2)g,由重庆滕鑫生物公司提供。小鼠分笼饲养,每笼5只,室温25~28℃,湿度70%左右,每天定时通风,定时饲喂,每周称量1次体质量并记录进食量,实验期28d,期间小鼠自由饮水。

基础饲料配方组成:玉米24.5%、小麦23%、麦麸10%、脱脂乳粉5%、鱼粉10%、豆饼(大豆)12%、玉米蛋白粉3%、啤酒酵母2%、大豆油2.5%、食盐0.5%、磷酸二氢钙1.25%、碳酸钙0.5%、预混料0.25%,由重庆滕鑫生物公司提供。

### 1.4 方法

#### 1.4.1 剂量选择

将按1.1节制成的不同发酵时段酸肉剪碎,参考中国居民膳食宝塔对畜禽肉类食物每日推荐量,以成年人体质量60kg计,实验小鼠基础体质量以每只20g计,计算出实验小鼠初始饲喂肉量20mg,并按每只小鼠质量差异调整摄食量(每周),连续饲喂28d。

#### 1.4.2 动物分组

小鼠适应性观察喂养3~4d后,剔除不合格小鼠,称体质量编号,50只小鼠随机数字法分为空白对照组(基础饲料)、新鲜猪肉组及发酵20、40d和60d酸肉组。

正式实验起,各组定量给予基础饲料,新鲜猪肉组及发酵20、40、60d的酸肉4个组每日摄食相应发酵天数酸肉(20mg/只),每日下午3点饲喂1次,连续28d。期间,每周称量1次体质量,并根据小鼠体质量增加量调整酸肉饲喂量。记录实验开始和结束时小鼠体质量。

#### 1.4.3 指标测定

实验动物饲喂28d后停止喂食,12h后断头取血,血液存于采血管中,静置10min,以转速3000r/min,4℃离心10min,取分离出的血清液分装在1.5mL离心管中,编号并贮存在-20℃冰箱。按试剂盒要求,上全自动生化分析仪进行分析。

CHOD-PAP法测TC;GPO-PAP法测TG;PAT-Mg<sup>2+</sup>法测HDL-C;PVS沉淀法测LDL-C。

$$\text{肝脏指数}/\% = \frac{\text{肝脏湿质量}/\text{g}}{\text{体质量}/\text{g}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{动脉粥样硬化指数: } AI_1 = \frac{C_{TC} - C_{HDL-C}}{C_{HDL-C}} \quad (2)$$

$$AI_2 = \frac{C_{LDL-C}}{C_{HDL-C}} \quad (3)$$

#### 1.4.4 化学分析

脂肪按GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品总脂肪含量测定》进行测定;游离脂肪酸(以油酸计)参照参考文献[7]进行测定;胆固醇参照参考文献[8]以皂化法进行测定;磷脂参照参考文献[9]以磷钼兰比色法进行测定。

### 1.5 数据分析

采用Excel和SPSS 17.0软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同发酵时间酸肉对实验小鼠体质量和肝质量的影响

表1 不同发酵天数酸肉对小鼠体质量和肝质量的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Influence of sour meat on mouse body and liver weight ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	动物数	体质量增加量/g	肝质量/g	肝脏指数/%
空白对照组	10	3.30±0.82 <sup>c</sup>	0.92±0.09 <sup>a</sup>	3.95±0.65 <sup>a</sup>
新鲜猪肉组	8	5.20±0.89 <sup>e</sup>	1.27±0.17 <sup>b</sup>	5.04±0.62 <sup>cd</sup>
发酵20d酸肉组	8	3.93±0.42 <sup>d</sup>	1.21±0.10 <sup>b</sup>	4.95±0.49 <sup>d</sup>
发酵40d酸肉组	9	2.51±0.43 <sup>b</sup>	1.10±0.08 <sup>ab</sup>	4.45±0.37 <sup>ab</sup>
发酵60d酸肉组	9	1.79±0.32 <sup>a</sup>	1.01±0.15 <sup>a</sup>	4.68±0.36 <sup>bc</sup>

注:同列组间字母不同表示存在显著性差异( $P < 0.05$ )。下同。

由表1可知,实验结束时,体质量增加最多的为新鲜猪肉组,其次是发酵20d酸肉组、空白对照组、发酵40d和60d酸肉组。新鲜猪肉组和空白对照组差异显著( $P < 0.05$ ),发酵酸肉各组之间差异显著( $P < 0.05$ ),且均与新鲜猪肉组差异显著( $P < 0.05$ )。说明饲喂新鲜猪肉可导致小鼠体质量明显增加,而经发酵后的酸肉可有效抑制小鼠体质量增加,并以发酵60d的酸肉饲喂小鼠的体质量增加最少。

新鲜猪肉组小鼠肝质量及肝脏指数均最高,明显高于空白对照组( $P < 0.05$ );随发酵时间延长,肝质量及肝脏指数有所下降,不同发酵时段酸肉组肝质量和肝脏指数均显著低于新鲜猪肉组( $P < 0.05$ )。说明饲喂不同发酵时间酸肉可减缓小鼠肝质量和肝脏指数的升高。

经对不同性别小鼠体质量增加量、肝质量及肝脏指数分析(图1), 雌雄小鼠均以新鲜猪肉组增加最多, 高于空白对照组和发酵酸肉组, 并随发酵时间延长, 小鼠体质量增加越少, 表明猪肉发酵成酸肉后饲喂雌雄小鼠均可减缓其体质量的增加, 其中发酵40、60d的酸肉组雌性小鼠体质量增加明显低于雄性小鼠。

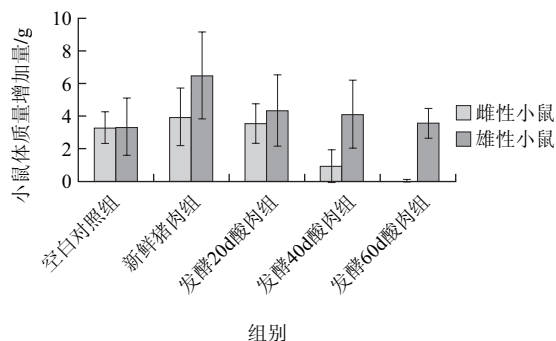


图1 不同发酵阶段的酸肉对小鼠体质量的影响  
Fig.1 Effect of sour meat on mouse body weight

不同发酵时段酸肉对不同性别小鼠肝质量及肝脏指数的影响见图2。雌雄小鼠肝质量和肝脏指数均以新鲜猪肉组最高, 均显著高于空白对照组( $P<0.05$ )和发酵酸肉各组。其中, 雌性小鼠新鲜猪肉组和各发酵酸肉组肝质量均略低于同组别雄性小鼠。

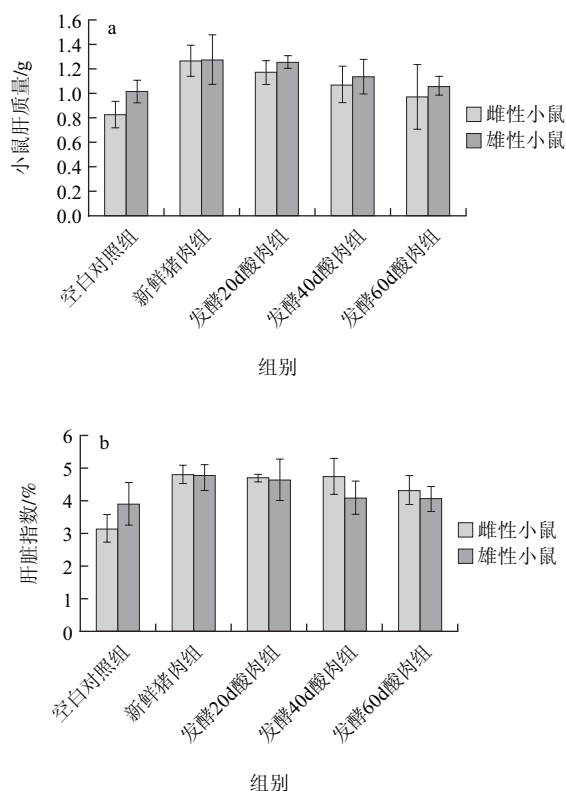


图2 不同发酵阶段的酸肉对小鼠肝脏的影响  
Fig.2 Effect of sour meat on mouse liver weight and liver index

## 2.2 不同发酵时段酸肉对实验小鼠血清脂质的影响

表2 不同发酵天数酸肉对小鼠血清脂质的影响( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2 Effect of sour meat on mouse serum lipid ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	动物数	TC含量/(mmol/L)	TG含量/(mmol/L)	HDL-C含量/(mmol/L)	LDL-C含量/(mmol/L)
空白对照组	10	1.44±0.43 <sup>a</sup>	0.65±0.13 <sup>a</sup>	1.19±0.13 <sup>b</sup>	2.86±0.43 <sup>a</sup>
新鲜猪肉组	8	2.80±0.17 <sup>d</sup>	0.97±0.15 <sup>b</sup>	0.83±0.17 <sup>a</sup>	4.35±0.77 <sup>c</sup>
发酵20d酸肉组	8	2.59±0.34 <sup>cd</sup>	0.79±0.09 <sup>ab</sup>	0.85±0.24 <sup>a</sup>	4.22±0.46 <sup>c</sup>
发酵40d酸肉组	9	2.35±0.23 <sup>c</sup>	0.76±0.12 <sup>a</sup>	1.00±0.26 <sup>ab</sup>	3.75±0.44 <sup>b</sup>
发酵60d酸肉组	9	1.89±0.26 <sup>b</sup>	0.70±0.06 <sup>a</sup>	1.06±0.27 <sup>ab</sup>	3.26±0.56 <sup>a</sup>

由表2可知, 实验结束时, 小鼠血清TC、TG、LDL-C含量以新鲜猪肉组最高, 空白对照组最低; HDL-C含量以新鲜猪肉组最低, 空白对照组最高。新鲜猪肉组小鼠血清TC、TG和LDL-C含量均明显高于空白对照组和发酵40d以上酸肉组( $P<0.05$ )。表明饲喂不同发酵天数的酸肉对小鼠血清TC、TG和LDL-C升高均有不同程度的抑制作用, 以发酵60d效果最好。新鲜猪肉组血清HDL-C含量明显低于空白对照组和发酵40d以上酸肉组( $P<0.05$ )。表明发酵酸肉对抑制小鼠HDL-C下降有一定作用, 以发酵60d的酸肉饲喂小鼠的HDL-C含量最高。

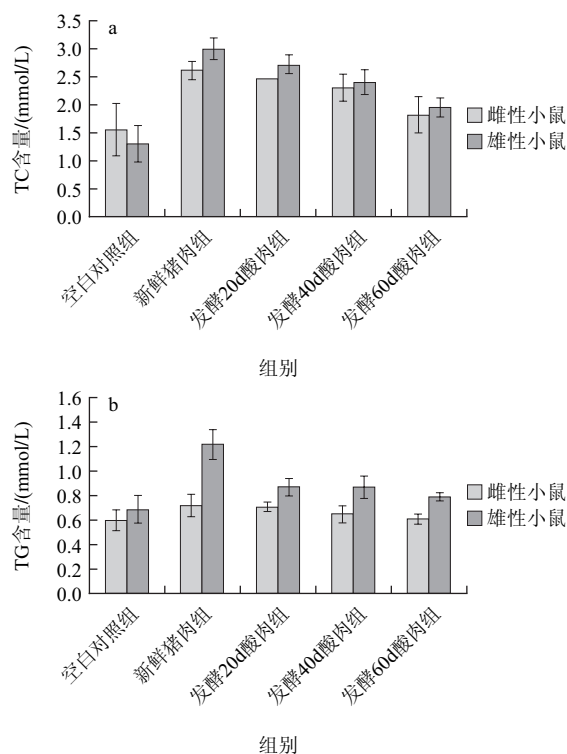


图3 不同发酵天数酸肉对小鼠体内TC和TG的影响  
Fig.3 Effect of sour meat on mouse serum TG and TC

不同发酵天数酸肉对不同性别小鼠血清脂质的影响如图3、4所示, 雌雄小鼠血清TC、TG、LDL-C含量均以新鲜猪肉组最高, 空白对照组最低; 血清HDL-C则相反。表明猪肉经发酵成酸肉后可降低其对实验动物血清脂质的负面影响, 以发酵60d酸肉最好。其中新鲜猪肉组

雌性小鼠血清TC、TG、LDL-C含量均显著高于空白对照组和发酵60d酸肉组( $P<0.05$ ), 而雄性小鼠只有血清TC显著高于空白对照组和发酵60d酸肉组( $P<0.05$ ), 表明在相同饲喂量时, 雌性小鼠更易发生TC、TG和LDL-C升高的风险。

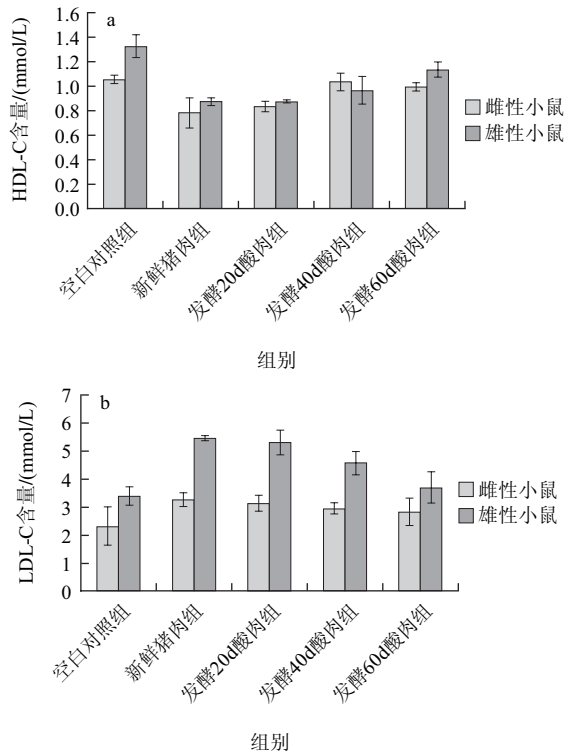


图4 不同发酵天数酸肉对小鼠HDL-C和LDL-C的影响

Fig.4 Effect of sour meat on mouse serum HDL-C and LDL-C

2.3 不同发酵时段酸肉对实验小鼠AI的影响

表3 发酵酸肉对小鼠动脉硬化指数影响( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Effect of sour meat on atherogenic index of mice (Male and female mice were mixed) ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	动物数	AI <sub>1</sub>	AI <sub>2</sub>
空白对照组	10	0.53±0.13 <sup>a</sup>	2.39±0.24 <sup>a</sup>
新鲜猪肉组	8	2.49±0.18 <sup>d</sup>	5.22±0.43 <sup>d</sup>
发酵20d酸肉组	8	2.04±0.22 <sup>c</sup>	4.93±0.46 <sup>d</sup>
发酵40d酸肉组	9	1.37±0.30 <sup>b</sup>	3.80±0.26 <sup>c</sup>
发酵60d酸肉组	9	0.78±0.14 <sup>a</sup>	3.07±0.37 <sup>b</sup>

高TC、TG、LDL-C和低HDL-C是诱发动脉粥样硬化的重要指标。在医学上, AI常用来表示发生动脉粥样硬化的危险性。经计算发酵酸肉对小鼠AI的影响结果见表3。饲喂不同发酵天数酸肉可有效降低小鼠AI值。新鲜猪肉组明显高于空白对照组和发酵40d以上酸肉组( $P<0.05$ )。与新鲜猪肉相比, 发酵一定时间的酸肉更有利于实验动物脂质代谢, 有降低罹患动脉粥样硬化的风险。

由表4可知, 无论是AI<sub>1</sub>还是AI<sub>2</sub>, 雌雄小鼠均以新鲜猪肉组最高, 空白对照组最低, 新鲜猪肉组均显著高于

空白对照组和发酵酸肉各组( $P<0.05$ ), 发酵40、60d两组均显著低于发酵20d组( $P<0.05$ )。无论是AI<sub>1</sub>还是AI<sub>2</sub>, 雌性小鼠均高于雄性小鼠。经对发酵酸肉对雌雄小鼠AI的影响进行对比分析, 新鲜猪肉组、空白对照组和发酵酸肉组, 无论是AI<sub>1</sub>还是AI<sub>2</sub>, 雌性小鼠均高于相同组别雄性小鼠, 表明饲喂猪肉对雌性小鼠的危害高于雄性小鼠, 但经过发酵后可大大降低实验小鼠罹患动脉粥样硬化的可能性, 以发酵40d以上的酸肉效果较好。

表4 发酵酸肉对小鼠动脉硬化指数的影响( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=10$ )

Table 4 Effect of sour meat on atherogenic index of mice (Male and female mice were separated) ( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=10$ )

组别	AI <sub>1</sub>		AI <sub>2</sub>	
	雌性小鼠	雄性小鼠	雌性小鼠	雄性小鼠
空白对照组	0.57±0.16 <sup>a</sup>	0.49±0.12 <sup>a</sup>	2.56±0.33 <sup>a</sup>	2.21±0.25 <sup>a</sup>
新鲜猪肉组	2.43±0.23 <sup>d</sup>	2.35±0.18 <sup>c</sup>	6.25±0.46 <sup>d</sup>	4.18±0.32 <sup>d</sup>
发酵20d酸肉组	2.12±0.30 <sup>c</sup>	1.96±0.32 <sup>d</sup>	6.09±0.38 <sup>d</sup>	3.77±0.25 <sup>c</sup>
发酵40d酸肉组	1.50±0.21 <sup>b</sup>	1.23±0.27 <sup>c</sup>	4.74±0.15 <sup>c</sup>	2.86±0.37 <sup>b</sup>
发酵60d酸肉组	0.72±0.28 <sup>a</sup>	0.84±0.30 <sup>b</sup>	3.27±0.29 <sup>b</sup>	2.86±0.24 <sup>b</sup>

2.4 发酵酸肉脂肪及类脂的变化与实验动物血清脂质变化的关联分析

2.4.1 酸肉发酵过程中脂肪及游离脂肪酸的变化(湿质量)

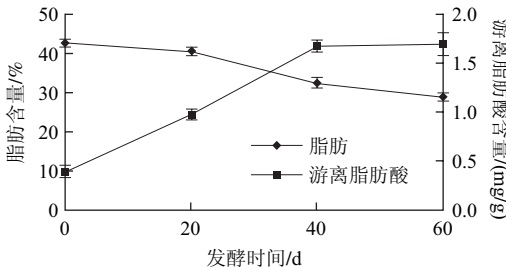


图5 酸肉发酵过程中脂肪和游离脂肪酸含量的变化

Fig.5 Change in fat and FAA in sour meat during fermentation

如图5所示, 酸肉在发酵过程中脂肪含量总体呈下降趋势, 游离脂肪酸则呈直线上升。其中, 脂肪在发酵前期降低较慢, 中期降解略快, 后期渐趋平稳, 由鲜肉的42.48%下降到发酵60d时的28.77%; 游离脂肪酸直线上升, 发酵40d后趋于平缓, 由鲜肉的0.39mg/g增至发酵60d时的1.69mg/g, 上升极显著( $P<0.01$ )。

2.4.2 酸肉发酵过程中胆固醇及磷脂的变化

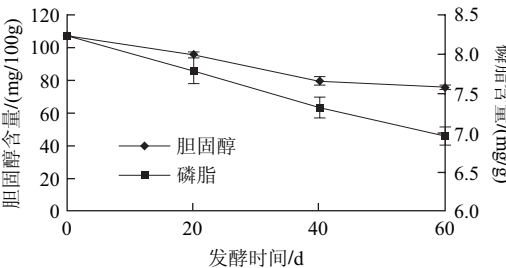


图6 酸肉发酵过程中胆固醇含量的变化

Fig.6 Change in cholesterol and PL in sour meat during fermentation



如图6所示,随着发酵时间延长,胆固醇含量逐渐降低,从新鲜猪肉的107.4mg/100g降低到发酵60d时的75.7mg/100g,表明发酵可降低猪肉胆固醇水平,可降低猪肥肉胆固醇过高所带来的健康风险。同时,随发酵时间延长,磷脂含量也逐渐降低,从新鲜猪肉的8.24mg/g降到发酵60d时的6.96mg/g。

表5 酸肉总脂肪酸和游离脂肪酸含量变化与实验动物血脂变化相关分析  
Table 5 Correlation between lipid changes of sour meat and serum lipid changes of mice fed sour meat

指标	总脂肪	游离脂肪酸	胆固醇	磷脂
TC	0.956*	-0.875	0.921	0.967*
TG	0.840	-0.932	0.919	0.939
LDL-C	0.983*	-0.887	0.936	0.964*
HDL-C	-0.999**	0.931	-0.967*	-0.964*

注:\*,显著相关( $0.01 < P \leq 0.05$ );\*\*,极显著相关( $P < 0.01$ )。

由表5可知,发酵酸肉总脂肪、胆固醇和磷脂含量变化与实验小鼠血清TC、TG和LDL-C含量呈正相关,与HDL-C含量呈负相关;游离脂肪酸含量变化则与实验小鼠血清TC、TG和LDL-C含量负相关,与HDL-C含量正相关。其中酸肉总脂肪和胆固醇含量与实验小鼠血清HDL-C含量显著负相关( $P < 0.05$ ),不同发酵时段酸肉总脂肪与实验小鼠血清TC、LDL-C含量显著正相关,表明猪肉中总脂肪和胆固醇是影响实验小鼠血清脂质的重要因素。

磷脂有助于脂质代谢,但在本实验中不同发酵时段酸肉磷脂含量变化与实验小鼠TC、TG和LDL-C含量呈正相关,而与HDL-C含量呈负相关,即酸肉发酵中磷脂的下降对实验小鼠脂质代谢的影响较小,磷脂的变化不是影响实验动物血脂变化的原因。

### 3 讨论与结论

猪肉为高脂肪高胆固醇肉类,100g猪肉平均含脂肪37g、胆固醇80mg,猪肥肉则分别高达88.6g和109mg<sup>[10]</sup>,高脂肪、高胆固醇饮食可引起血清TC、TG、LDL-C含量升高及HDL-C含量的降低,是诱发心血管疾病的重要诱因。

目前有关酸腌肉的研究报道主要是湖南湘西地区侗族传统酸肉制品和贵州苗汉杂居地区酸肉制品,包括酸腌肉生产工艺、发酵条件、微生物区系、营养特性及风味形成等<sup>[1-5]</sup>,本实验小组发现渝黔苗汉杂居地区传统酸肉微生物区系包括乳酸菌、酵母菌、葡萄球菌和微球菌<sup>[7]</sup>,实验结果显示,酸肉在发酵过程中总脂肪、胆固醇和磷脂等各类脂质含量均有所下降,同时游离脂肪酸增加。其中,总脂肪和胆固醇的下降与实验动物脂质谱变化显著相关,即随着脂肪和胆固醇含量下降,实验动物血清TC、TG和LDL-C含量降低,HDL-C含量升高。磷脂有利

于脂质代谢,但本实验中磷脂下降对实验小鼠脂质代谢的影响较小,表明发酵酸肉磷脂的变化不是影响实验动物血脂变化的原因,脂肪及胆固醇的降低是影响实验动物脂质的重要原因。脂肪及胆固醇的下降可能与酸肉发酵中乳酸菌、酵母菌、葡萄球菌和微球菌可分泌胞外酶<sup>[11-16]</sup>,导致蛋白质、脂肪和胆固醇的降解有关<sup>[17-20]</sup>。经对不同性别小鼠脂质水平变化的比较分析,显示雌性小鼠TC、TG、LDL-C和HDL-C含量均高于同组别雄性小鼠,推测雌性小鼠对于肉类食物摄入所导致的脂质代谢变化敏感性可能高于雄性小鼠。

与新鲜猪肉相比,发酵酸肉可有效抑制小鼠体质量的增加,可减缓其肝质量的增加量和肝脏指数的升高,有减缓小鼠血脂升高的作用,以发酵40d以上效果较好;发酵60d的酸肉对实验动物血脂影响达最低,接近或略高于空白对照组。

### 参考文献:

- [1] 李宗军,江汉湖,李红琼.中国传统酸肉生产工艺探讨[J].湖南农业大学学报,2001(4): 31-34.
- [2] 李宗军,江汉湖.响应曲面法评价环境因子对肉品发酵过程中微生物的影响[J].食品科学,2004,25(1): 39-44.
- [3] 余冰,周红丽,李宗军.固相微萃取分析发酵肉制品中的挥发性风味组分[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2007,33(2): 232-234.
- [4] 周才琼,李艳芳,杜木英.渝黔地区传统酸肉发酵过程中微生物区系研究[J].食品工业科技,2010,31(4): 171-175.
- [5] 周才琼,陈东华,杜木英.酸肉发酵中蛋白质降解及影响因素的研究[J].食品科学,2009,30(7): 127-130.
- [6] 周才琼,李艳芳,杜木英.酸肉发酵过程中脂肪降解及影响因素的研究[J].食品工业科技,2009,30(4): 171-173; 177.
- [7] 杨慧芬,王叔淳,戴股.食品理化卫生检验标准手册[M].北京:中国标准出版社,2003.
- [8] 彭科怀,廖应萍,赵年华.直接皂化测定猪肝中胆固醇含量[J].预防医学情报杂志,2008,24(8): 663-664.
- [9] 李卓,全建刚,张均娟,等.乳粉中卵磷脂含量的测定[J].食品研究与开发,2011,32(5): 137-139.
- [10] 杨月欣,王光亚,潘兴昌.中国食物成分表[M].北京:北京大学医学出版社,2002.
- [11] BROGDEN K A. Antimicrobial peptides: pore formers or metabolic inhibitors in bacteria[J]. Nature Reviews Microbiology, 2005, 3: 238-250.
- [12] KMSZEWSKA D, SAHL H G, BIEBAUM G, et al. Mersacidin eradicates methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a mouse rhinitis model[J]. J Anti & Chem, 2004, 54(3): 648-653.
- [13] 李海星,江英英,曹郁生.产 $\gamma$ -氨基丁酸乳酸菌的筛选及初步鉴定[J].天然产物研究与开发,2007,19(3): 455-457; 510.
- [14] 蒋冬花,后加衡,黄大年,等.酸菜中高产 $\gamma$ -氨基丁酸乳酸菌的筛选[J].微生物学杂志,2007,27(1): 35-39.
- [15] 穆琳,阮晖,唐彦捷,等.产 $\gamma$ -氨基丁酸乳酸菌的分离筛选及其主要性能[J].中国食品学报,2009,9(3): 20-25.
- [16] 朱晓立,邓毛程.产 $\gamma$ -氨基丁酸乳酸菌的分离筛选与微波诱变育种[J].中国酿造,2009(9): 41-44.
- [17] 陈超,高学军,刘营,等.产蛋白酶乳酸菌的筛选及蛋白酶的纯化[J].乳业科学与技术,2008(4): 160-162.
- [18] 池振明,龚方,李静,等.海洋酵母菌胞外酶及其基因的最新研究进展[J].中国海洋大学学报,2008,38(5): 766-774.
- [19] 蒋云升,于海,杨海荣,等.表皮葡萄球菌产蛋白酶工艺的优化研究[J].安徽农业科学,2009,37(29): 14354-14356.
- [20] 江洁,吴耘红,蒋继丰,等.豆豉中微球菌的分离及其产蛋白酶特性研究[J].中国调味品,2004(5): 22-26.