

# 水油乳化剂替代猪背脂法兰克福香肠 的品质及感官研究

Pork back fat substituted by oil-in-water emulsifier as ingredient  
influencing quality and sensory of low-fat frankfurters

於慧利<sup>1,2</sup> 徐宝才<sup>2,3</sup> 李景军<sup>2,3</sup> 刘元法<sup>1</sup> 蒋 将<sup>1</sup>

YU Hui-li<sup>1,2</sup> XU Bao-cai<sup>2,3</sup> LI Jing-jun<sup>2,3</sup> LIU Yuan-fa<sup>1</sup> JIANG Jiang<sup>1</sup>

(1. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 肉品加工与质量控制国家重点实验室,  
江苏 无锡 214122; 3. 江苏雨润肉类产业集团有限公司, 江苏 南京 210041)

(1. Jiangnan University, Food College, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. State Key Laboratory of Meat Processing & Quality Control, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

3. Jiangsu Yurun Meat Industry Co., Ltd, Nanjing, Jiangsu 210041, China)

**摘要:**将橄榄油、葵花籽油和芥花油混合,用不同的非肉蛋白体系(酪蛋白酸钠、大豆分离蛋白和微生物转谷氨酰胺酶)乳化后,将该水油乳化剂替代猪背脂改良法兰克福香肠的品质。以脂肪酸组成、色泽、质构和感官评定为评价指标,研究其与含猪背脂的法兰克福香肠的脂肪酸组成和品质。结果表明:改良后的法兰克福香肠,饱和脂肪酸含量降低(19.3%),单不饱和脂肪酸变化很小,而多不饱和脂肪酸含量增加较显著( $P < 0.05$ ),香肠的硬度、弹性和咀嚼性得到增加,产品的感官评定值达到了 5.6,在消费者可接受范围内。可见添加健康植物油及蛋白体系可以提高香肠的质构、抗氧化性以及营养价值。

**关键词:**低脂;法兰克福香肠;橄榄油;葵花籽油;芥花油;水油乳化剂;脂肪酸组成

**Abstract:** This study investigated the changes of color, texture and sensory of the low-fat Frankfurters, in terms of fatty acid composition and different kinds of non meat ingredient. A healthy mixture of vegetable oil (olive oil, sunflower oil and canola oil) were emulsified by a variety of non-meat protein (sodium caseinate, soy protein isolate, and microbial transglutaminase) to substitute pork back fat. As expected, frankfurters with plant oil combinations had lower levels of saturated fatty acids (SFA, 19.3%), similar levels of MUFA and higher content of PUFA than control frankfurters (all pork fat), higher ( $P < 0.05$ ) hardness, springiness and chewiness values, and all products were judged as acceptable. Overall, vegetable oil and non-meat protein in Frankfurt as a fat replacer could facilitate textural

and antioxidant properties, as well as the nutrient value.

**Keywords:** low-fat; Frankfurters; olive oil; sunflower oil; canola oil; water oil emulsifier; fatty acid composition

法兰克福香肠是较典型的低温肉制品,因风味独特,价廉物美,受到消费者欢迎。但法兰克福香肠中的脂肪含量高以及饱和脂肪酸偏高。

针对这种现象,很多学者展开了对香肠进行改良的研究。金牧等<sup>[1]</sup>采用酶水解和酶交联的方法对大豆分离蛋白(SPI)进行改性,制备能够提高法兰克福香肠的持水性和贮存稳定性的功能性食品用蛋白配料,发现 SPI 可提高香肠的品质。张立栋等<sup>[2]</sup>用预乳化的橄榄油作为发酵香肠中猪肥膘的替代物,研究替代组中发酵香肠的化学组成、脂肪酸组成和质构,发现替代后的香肠胆固醇含量减少,蛋白质增加,品质可接受。王颖等<sup>[3]</sup>就酪蛋白酸钠(SC)作为改质剂在乳化肠调制中的改质效果进行了研究,测定其硬度、持油性和感官评定,发现添加少量的 SC(0.2%)能起到与 SPI 相同的品质改良效果。尚永彪<sup>[4]</sup>探讨转谷氨酰胺酶(TG)对 PSE 猪肉香肠质构特性的影响,测定在不同 TG 质量分数、处理时间和加热方式的条件下 PSE 肉的凝胶强度和色度指标,发现 TG 处理可促进猪肉蛋白质的交联,改善 PSE 猪肉西式香肠的质构品质。Pappa 等<sup>[5]</sup>用橄榄油替代低脂法兰克福香肠中的猪脂肪,从而优化盐、橄榄油和果胶的比例,发现用橄榄油代替猪背脂对汁液损失率无影响,可以很好的优化品质。Lopez-Lopez 等<sup>[6]</sup>向低脂法兰克福香肠中添加富含 n-3 多不饱和脂肪酸的可食用海藻并用橄榄油代替 50% 的猪脂,考察橄榄油以及贮藏时间对香肠的理化特性、感官和微生物

作者简介:於慧利(1987—),女,江南大学在读硕士研究生。

E-mail: ysyhl9@163.com

通讯作者:李景军

收稿日期:2012-09-07

特性的影响,发现水和脂肪的结合性增强,而亮度和红度降低,硬度和咀嚼性增加,并且香肠富含了 n-3 多不饱和脂肪酸。

本试验针对消费者口感和健康的需求,采用富含多不饱和脂肪酸的几种植物油(橄榄油、葵花籽油和芥花油),并结合酪蛋白酸钠、大豆分离蛋白和转谷氨酰胺酶等非肉蛋白体系,来改良低脂肪含量的法兰克福香肠,从而在维持产品品质的同时,降低某些疾病(心血管疾病、哮喘、糖尿病等)的风险概率,最大的适合市场的需求。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器设备

#### 1.1.1 原料

猪后腿肉、猪背膘及盐、糖等辅料:江苏雨润肉类产业集团有限公司;

制作乳化稳定剂的油:橄榄油(欧丽薇兰),上海嘉里食品工业有限公司;

葵花籽油(金龙鱼):益海嘉里食品营销有限公司;

芥花油(多力):上海佳格食品有限公司。

酪蛋白酸钠(SC):含 86.4%的蛋白,江苏雨润肉类产业集团有限公司;

大豆分离蛋白(SPI):含 92.1%蛋白,江苏雨润肉类产业集团有限公司;

微生物型转谷氨酰胺酶(MTG):一鸣生物制品有限公司。

#### 1.1.2 主要试剂

过氧化氢、氯仿、甲醇、石油醚、无水硫酸钠、硅藻土、硫酸铜、硫酸钾、硼酸、氢氧化钠、乙醇、正己烷、硫代硫酸钠、三氯乙酸、三氟化硼等:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

#### 1.1.3 主要仪器与设备

色差仪:NC-0802,诺苏电子有限公司;

质构仪:TMS-2000,北京科尔德公司;

分光光度计:UV-2100,尤尼柯(上海)仪器有限公司;

马福炉: SX2-12-12,上海沪粤明科学仪器有限公司;

自动消化炉:KDN-08,河南兄弟仪器公司;

半自动凯式定氮仪:BW17-KDN-08C,北京百万电子科技中心;

绞肉机:A 100-1,济南金普源炊事机械有限公司;

烟熏炉:BYX-50,杭州艾博机械有限公司;

斩拌机:ZB-20,河北省大厂县华映食品机械有限公司;

灌肠机:HS30-A,沈阳市第三量具厂;

真空包装机:DZQ-400/2S,章丘市炊具机械总厂包装机械厂;

气相色谱仪:GC5890,山东瑞普分析仪器有限公司。

### 1.2 方 法

1.2.1 水油乳化剂的制备 根据 Delgado-Pando 等方法<sup>[7]</sup>制作 3 种水油乳化剂,具体配方见表 1。3 种乳化剂均含有油的混合物,包括橄榄油、葵花籽油和芥花油(O 为 3 种植

油的混合物),含量分别为 17.74%,37.87%,44.30%。具体制作方法<sup>[8]</sup>:O/SC:1 份 SC,8 份水在 5℃水浴中高速搅拌 2 min,再加入 10 份油混合物乳化 3 min;O/SPI:在 65℃水浴中混合乳化,其余与 O/SC 方法一致;O/SPI+SC+MTG:额外加入 1 份 SC,1 份 MTG,其余与 O/SPI 方法一致。制备后的水油乳化剂贮存于 4℃下 24 h 以备法兰克福香肠的制作使用。

表 1 不同水油乳化剂的配方

Table 1 Formulation of different oil-in-water emulsions /g

样品	油混合物	水	SPI	MTG	SC
O/SC	789.47	631.58	—	—	78.95
O/SPI	789.47	631.58	78.95	—	—
O/SPI+SC+MTG	789.47	631.58	78.95	5.37	14.21

1.2.2 健康法兰克福香肠的设计与制作 制作 4 种法兰克福香肠,1 种全猪脂的控制组,3 种由表 1 中水油乳化剂改性的法兰克福香肠,具体配方见表 2。法兰克福香肠的加工工艺流程:

辅料

↓

原料肉→绞肉→斩拌→灌肠→烟熏→包装→杀菌

表 2 猪背膘和油混合物制作法兰克福香肠的配方<sup>†</sup>

Table 2 Formulation of frankfurters made with pork backfat and the different oil-in-water emulsions /g

样品	瘦肉	猪背膘	水油乳化剂			冰
			O/SC	O/SPI	O/SPI+SC+MTG	
控制组	2 400	477.4	—	—	—	840.6
F/SC	2 400	—	805.1	—	—	513.0
F/SPI	2 400	—	—	805.1	—	513.0
F/SPI+SC+MTG	2 400	—	—	—	805.1	513.0

<sup>†</sup> F 为法兰克福香肠。控制组,加猪背膘得到的法兰克福香肠;F/SC,F/SPI 和 F/SPI+SC+MTG,加入水油乳化剂(分别为 O/SC,O/SPI 和 O/SPI+SC+MTG)作为猪背膘替代物。所有样品中均需加入:2.0 g/100 g 盐,0.30 g/100 g 磷酸盐,3.0/100 g 淀粉,0.012 g/100 g 亚硝酸,0.50 g/100 g 香料。

#### 1.2.3 常规分析及脂肪酸组成

(1) 水分:按 GB/T 9695.15—2008 执行。

(2) 灰分:按 GB/T 9695.18—2008 执行。

(3) 脂肪含量:参照文献<sup>[9]</sup>。

(4) 蛋白含量:按国际标准 AOAC 肉类中粗蛋白含量的测定——2005 执行。

(5) 法兰克福香肠的脂肪酸组成分析:参照文献<sup>[10]</sup>、<sup>[11]</sup>。

- 1.2.4 加工损失和汁液损失 参考文献[12]。  
 1.2.5 pH 参考文献[13]。  
 1.2.6 TBARS 值 参考文献[13]。  
 1.2.7 色泽 参考文献[14]。  
 1.2.8 质构 参考文献[15]。  
 1.2.9 感官评定 选择 15 名代表进行测试。成员选择是事先有经过两次以上产品和术语培训的人员。将香肠样品切成 2.5 cm 长,微波处理 15 s,立即以随机的顺序给小组成员品尝。评定指标为多汁性、硬度、风味和总体可接受性(非产业规模和固定条件下的)。每个评判点都转换成数字:多汁性(0 为非常干燥,9 为非常湿润);硬度(0 为软,9 为硬);不良气味(0 为与典型风味无区别,9 为无典型风味);质构、风味和总体可接受性(0 为极其不相似,9 为极其相似)。  
 1.2.10 统计分析 采用 SPSS 11.5 统计软件。

## 2 结果与讨论

### 2.1 常规分析

不同配方法法兰克福香肠的常规分析见表 3。由表 3 可知,水分含量的变化范围较小(60.88%~62.73%),控制组和 F/SPI 样品之间的差异性较显著( $P < 0.05$ )。蛋白含量的变化范围为 18.09%~19.15%,控制组含有的蛋白主要来自于瘦肉,少量是猪肉背膘中的;而在改性的香肠中,猪背膘完全用水油乳化剂替代了,香肠不仅含有肉蛋白(瘦肉中的),还含有非肉蛋白。灰分的差异也很小,其中相对显著性较高的是 F/SC。

表 3 不同配方的法兰克福香肠的常规分析

Table 3 Proximate analysis and energy content of frankfurters formulated with pork backfat and different oil-in-water emulsions /%

样品	水分	脂肪含量	蛋白含量	灰分
控制组	62.73±0.18	10.649±0.16	18.31±0.52	2.36±0.01
F/SC	61.36±0.07	10.99±0.28	18.09±0.23	2.90±0.01
F/SPI	60.88±0.41	10.09±0.16	18.82±0.59	2.37±0.03
F/SPI+SC+	61.20±0.44	8.85±0.40	19.15±0.23	2.83±0.00
MTG				

低脂法兰克福香肠的脂肪含量差异不显著( $P > 0.05$ ),脂肪含量约为 10%。控制组香肠仅含有猪脂肪,而改性香肠中大部分脂肪是植物油。从香肠成分和配方来看,改性香肠中 80% 的脂肪含量来自于水油乳化剂,其中分别包括 4.3, 3.6, 1.6 g/100 g 芥花油、葵花籽油和橄榄油。当油脂混合物加入低脂法兰克福香肠中时,须事先用酪蛋白酸钠乳化<sup>[15]</sup>或以液态形式<sup>[6,10]</sup>,本试验中所用的健康油的组合比例较高。

### 2.2 脂肪酸组成

由表 4 可知,控制组和改性组的法兰克福香肠中单不饱和脂肪酸的变化很微小,同时油酸的含量也很相似( $P >$

0.05),约为 42%,与“猪油和水油乳化剂中油酸含量(43%)和单不饱和脂肪酸的比例相同”这一发现一致<sup>[7]</sup>。饮食中添加单不饱和脂肪酸有助于血脂的调控,降低胆固醇含量<sup>[16]</sup>。同时由表 4 可知水油乳化剂的加入明显改变了多不饱和脂肪酸的含量,改性组香肠含有更多的亚油酸、亚麻酸、二十二碳五烯酸、EPA 和 DHA,且总的多不饱和脂肪酸的水平远远高于控制组。

多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例(PUFA/SFA)是最近用来评估食品脂质部分营养质量的一个主要参数,营养的指针建议要超过 0.4。据报道<sup>[17]</sup>,增加膳食中多不饱和脂

表 4 脂肪酸组成以及法兰克福香肠的营养性比例<sup>†</sup>

Table 4 Fatty acid profile and nutritional significant ratios of frankfurters /%

脂肪酸	法兰克福香肠	
	控制组	改性组
肉豆蔻酸 C14:0	1.14±0.05	1.10±0.04
棕榈酸 C16:0	23.51±0.32	11.24±0.14
硬脂酸 C18:0	13.87±0.78	5.60±0.05
花生酸 C20:0	0.23±0.01	0.30±0.01
其它饱和脂肪酸	0.87±0.50	1.02±0.53
棕榈油酸 C16:1	1.94±0.06	1.68±0.03
油酸 C18:1n9	42.57±0.90	42.62±0.37
异油酸 C18:1n7c	3.42±0.18	2.30±0.02
二十烯酸 C20:1n9c	1.15±0.04	0.39±0.01
其它单不饱和脂肪酸	0.43±0.19	—
亚麻油酸 C18:2n6	8.60±0.27	10.87±0.12
亚麻酸 C18:3n3	0.62±0.06	17.72±0.21
二十碳二烯酸 C20:2n6	0.55±0.02	—
花生四烯酸 C20:4n6	0.34±0.06	—
二十碳五烯酸 C20:5n3	—	2.57±0.05
二十二碳五烯酸 C22:5n3	—	0.36±0.01
二十二碳六烯酸 C22:6n3	—	1.73±0.03
其它多不饱和脂肪酸	0.46±0.05	0.49±0.02
总饱和脂肪酸	39.62±1.18	19.26±0.52
总单不饱和脂肪酸	49.51±0.95	46.99±0.43
总多不饱和脂肪酸	10.57±0.48	33.74±0.30
多不饱和/饱和脂肪酸	0.27±0.02	1.75±0.06
Σn-3	1.22±0.10	22.47±0.28
Σn-6	9.21±0.35	11.27±0.10
n-6/n-3	7.55±0.56	0.50±0.01
AI	0.46±0.03	0.21±0.00
TI	1.17±0.05	0.19±0.00

<sup>†</sup> 控制组,全猪脂法兰克福香肠;改性组,用水油乳化剂替代猪脂的法兰克福香肠。由于 3 组改性样(F/SC, F/SPI, F/MTG)是用同样的材料和配方,所以表 4 中数据是 3 组法兰克福香肠的平均值。

肪酸/饱和脂肪酸的比例会减少血浆中的胆固醇,因此有很多研究关于提高肉中这个比例的文章。表4中,控制组的多不饱和/饱和脂肪酸的比例在0.3左右,n-6/n-3比例为9.2,而改性香肠则分别为1.75和0.5,这与文献[18]和[19]的结论一致。此外,改性香肠的AI和TI值比控制组要显著降低( $P < 0.05$ ),类似的试验<sup>[18]</sup>也研究了全猪脂的法兰克福香肠,发现用核桃替代猪脂可以降低该数值。由此可见,改性组的香肠可以明显的降低多种疾病的诱发因素。

2.3 加工损失、汁液损失率和 pH、TBARS

贮藏期间 pH 值的变化不显著( $P > 0.05$ ),法兰克福香肠的正常 pH 值范围为 6.2~6.5。由表 5 可知,控制组的法兰克福香肠有最低的 pH 值,加入水油乳化剂的香肠值略高,但相关性不显著( $P > 0.05$ )。这种增加可能与蛋白质的成分和水油乳化剂中脂质的材料有关<sup>[19]</sup>。各样品的硫代巴

比妥酸值(TBARS)差异不显著( $P > 0.05$ ),F/SC 具有略高的值。各样品的加工损失由 17.4%到 20.4%,F/SC 香肠具有最高的加工损失,说明酪蛋白乳滴在肉的凝胶体系中仅仅起到填充的作用,并没有或者很少有与肌原纤维蛋白发生相互作用,但是它与其它样品相关性不显著( $P > 0.05$ )。目前已有学者<sup>[5]</sup>研究低脂肪含量的法兰克福香肠加工损失的范围在 10%~20%。贮藏过程中,产品表面的汁液损失对产品的外观和微生物的诱发有很大的影响,表 5 中贮藏期间汁液损失率(1.0%~1.7%)相当低,表明脂肪和水结合后有很好的稳定性,该稳定性均不依赖于脂质的类型(猪背脂和水油乳化剂)和用来稳定的蛋白体系。Lopez-Lope 等<sup>[6]</sup>发现用橄榄油代替猪背脂对汁液损失率无影响。由此可看出,配方与贮藏温度对汁液损失率影响很小,相关性较不显著( $P > 0.05$ )。

表 5 猪脂和水油乳化剂制备的法兰克福香肠的 pH、TBARS、加工损失和贮藏损失  
Table 5 TBARS, Processing loss, purge loss and pH of frankfurters formulated with pork backfat and different oil-in-water emulsions

样品	pH	TBARS	加工损失	汁液损失率/d				
				1	13	27	33	41
控制组	6.16±0.01	0.23±0.04	17.35±0.56	1.58±0.35	1.45±0.15	1.52±0.16	1.64±0.21	1.75±0.43
F/SC	6.35±0.00	0.32±0.19	20.39±0.83	1.08±0.23	1.37±0.13	1.30±0.10	1.31±0.25	1.34±0.08
F/SPI	6.34±0.01	0.29±0.11	17.81±0.65	1.04±0.21	1.59±0.23	1.46±0.18	1.54±0.13	1.67±0.12
F/SC+SPI+MTG	6.33±0.01	0.24±0.16	18.03±0.89	1.18±0.12	1.36±0.19	1.43±0.06	1.41±0.20	1.39±0.14

2.4 色泽

由图 1~3 可知,香肠的色泽受配方和贮存时间的影响。改性法兰克福香肠比控制组香肠具有较高的亮度,红度和黄度( $P < 0.05$ ),这与水油乳化剂中蛋白体系的稳定性有关。添加不同的蛋白体系的香肠的色泽参数不同,可能是由蛋白质和脂质的差异所引起的。

此外,在贮藏期间,所有的法兰克福香肠的色泽参数均呈下降趋势( $P < 0.05$ ),样品中亮度的降低程度和速度很接

近,红度的变化较一致,而改性香肠的黄度值降低得多一些。

2.5 质构

由图 4~7 可知,贮藏期间,添加水油乳化剂的改性香肠的全质构参数与控制组的相关性较显著( $P < 0.05$ )。添加水油乳化剂的香肠有较高的硬度,弹性和咀嚼性( $P < 0.05$ ),但凝聚力相关性不明显( $P > 0.05$ )。植物油比猪脂肪油更好的分散性,因此可以使香肠更坚实,与蛋白结合更紧密;有报道<sup>[11]</sup>称加入橄榄油和 SC 结合代替低脂法兰克福香肠中的猪背脂发现可能产生更硬的产品或者没有影响。

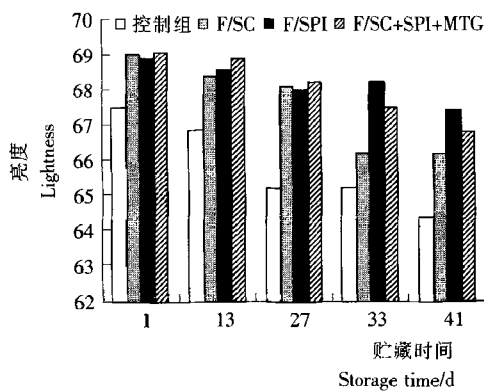


图 1 控制组和改性组法兰克福香肠的亮度  
Figure 1 Lightness of control and the modified Frankfurters

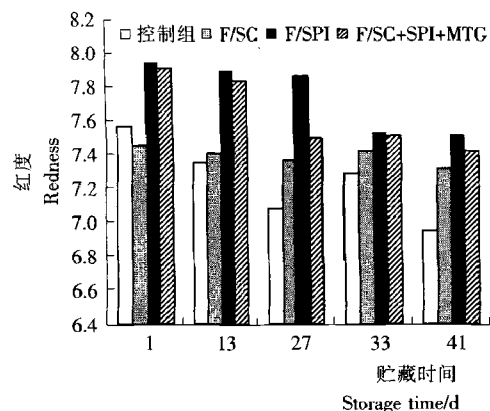


图 2 控制组和改性组法兰克福香肠的红度  
Figure 2 Redness of control and the modified Frankfurters

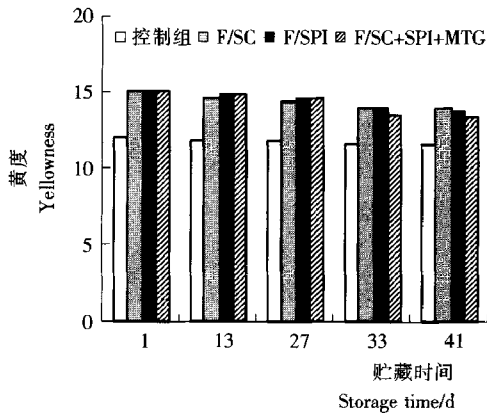


图 3 控制组和改性组法兰克福香肠的黄色度  
Figure 3 Yellowness of control and the modified Frankfurters

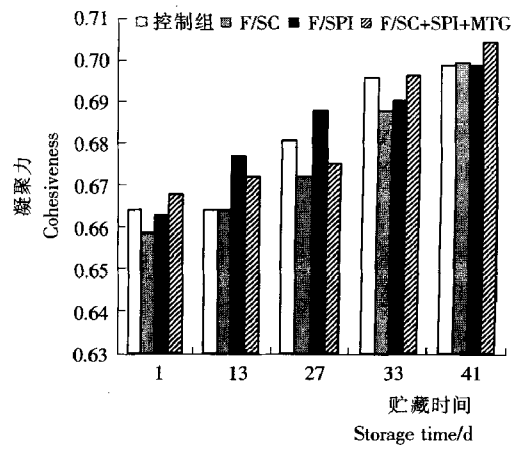


图 6 控制组和改性组法兰克福香肠的凝聚力  
Figure 6 Cohesiveness of control and the modified Frankfurters

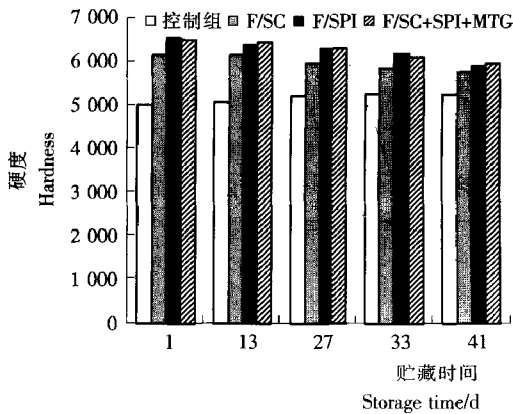


图 4 控制组和改性组法兰克福香肠的硬度  
Figure 4 Hardness of control and the modified Frankfurters

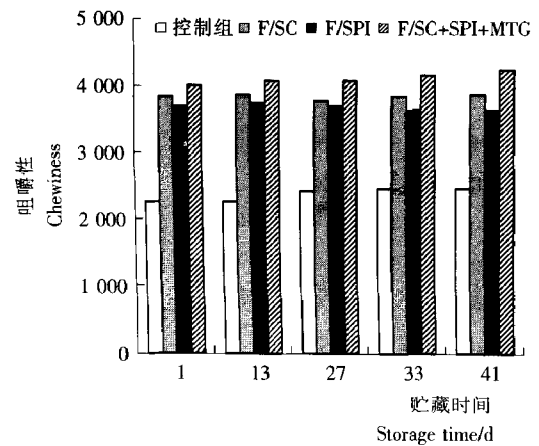


图 7 控制组和改性组法兰克福香肠的咀嚼性  
Figure 7 Chewiness of control and modified Frankfurters

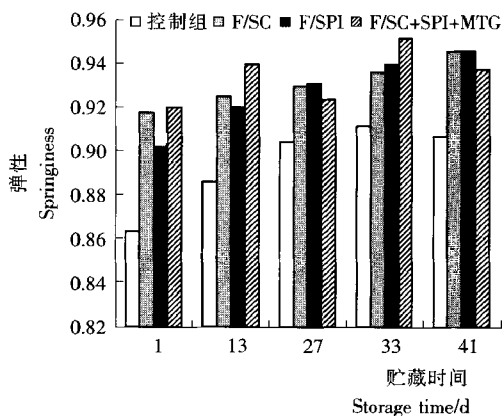


图 5 控制组和改性组法兰克福香肠的弹性  
Figure 5 Springiness of control and the modified Frankfurters

图 4~7 中改性香肠的 TPA 改变与蛋白质的组成有密不可分的关系。由于所有组样中油的成分一致,而不同蛋白质对油的乳化效果不同。添加 SC 的乳化剂具有较好的凝胶性;凝胶性差的香肠添加 SPI 效果较显著,而添加 MTG 则可

以形成更粘的质构<sup>[7]</sup>,而这些特性都可以替代猪背脂影响法兰克福香肠。而图 4~7 可看出在一定的条件下法兰克福香肠的质构得到了改善,但相关性不显著( $P>0.05$ )。

随着贮藏时间的延长,香肠的 TPA 参数变化较不显著( $P>0.05$ ),而改性香肠硬度降低,控制组、F/SC 和 F/SPI 的香肠弹性和凝聚力增加。Kao 等<sup>[20]</sup>报道随着贮藏时间增加,低脂法兰克福香肠的剪切力增加,类似的则硬度也增加了。但是用植物油替代猪脂的改性香肠的质构随贮藏时间的影响是甚微的。

### 2.6 感官评定

由表 6 可知,香肠的硬度明显增加( $P<0.05$ ),而质地的接受性明显降低。而不同乳化剂之间的变化很小,与图 4~7 中硬度和咀嚼性增加的结论一致。虽然用健康油脂改性后的香肠的多汁性降低了,但变化不大。控制组的香肠具有较高的风味接受性,较低的异味,因而具有最高的接受性( $P<0.05$ ),可能是由于改性后的香肠缺少猪背脂,进而影响了制品的香味。

表6 猪背脂和水油乳化剂的法兰克福香肠的感官评定

Table 6 Sensory evaluation of frankfurters formulated with pork backfat and different oil-in-water emulsions

样品	多汁性	硬度	异味	质地	风味	总接受性
控制组	5.3±2.1	3.3±1.6	3.6±1.9	6.5±1.9	6.6±0.8	7.1±1.3
F/SC	3.1±1.9	6.2±2.1	4.1±2.2	3.2±1.7	5.6±1.5	5.6±1.4
F/SPI	4.0±2.3	6.4±1.5	5.0±2.1	3.5±1.8	5.3±1.8	4.6±2.1
F/SC+SPI+MTG	3.7±1.8	6.5±2.4	4.9±2.3	3.5±2.5	5.0±1.7	4.7±2.0

### 3 结论

低脂法兰克福香肠,通过用比较健康的油脂和不同的非肉蛋白体系结合,从而形成较健康的脂质组成。该香肠的饱和脂肪酸含量低,多不饱和脂肪酸含量高(包括长链 n-3 多不饱和脂肪酸)是一种健康的营养性产品。

#### 参考文献

- 1 金牧,何志勇,熊幼翎,等. 改性大豆分离蛋白对法兰克福香肠品质的影响[J]. 食品与机械,2010,26(1):1~4.
- 2 张立栋,张坤生,任云霞. 橄榄油作为脂肪替代物在发酵香肠中的应用[J]. 食品研究与开发,2009,30(3):102~105.
- 3 王颖,余树孝,车永强,等. 酪蛋白酸钠对乳化香肠品质改良效果的研究[J]. 食品工业科技,2001(增刊):121~127.
- 4 尚永彪. 转谷氨酰胺酶改善 PSE 猪肉西式香肠质构特性的研究[J]. 食品科学,2010,31(3):44~48.
- 5 Pappa I C, Bloukas J G, Arvanitoyannis I S. Optimization of salt, olive oil and pectin level for low-fat frankfurters produced by replacing pork back fat with olive oil[J]. Meat Sci., 2000(56):81~88.
- 6 López-López I, Cofrades S, Jimenez-Colmenero F. Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics[J]. Meat Sci., 2009(83):148~154.
- 7 Delgado-Pando G, Cofrades S, Ruiz-Capillas. Characteristics of oil (healthier lipid combination)-in-water emulsions prepared with various protein systems. [J]. Lipid Sci. Technol., 2009(2):218~234.
- 8 Gonzalo Delgado-Pando, Susana Cofrades, Claudia Ruiz-Capillas. Healthier lipid combination oil-in-water emulsions prepared with various protein systems[J]. Lipid Sci. Technol., 2010(112):791~801.
- 9 Md Yeakub Ali, Richard B Cole. SFE-plus-C<sub>18</sub> lipid clean up and selective extraction method for GC/MS quantitation of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001,49(9):4192~4198.
- 10 López-López I, Cofrades S, Ruiz-Capillas C. Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content[J]. Meat

Sci., 2009(83):255~262.

- 11 刘安军,贾琰,王稳航,等. 猪肉干干香肠发酵成熟过程中脂肪酸变化研究[J]. 食品科技,2009,34(6):113~117.
- 12 Gonzalo Delgado-Pando, Susana Cofrades, Claudia Ruiz-Capillas. Healthier lipid combination as functional ingredient influencing sensory and technological properties of low-fat frankfurters[J]. Lipid Sci. Technol., 2010(112):859~870.
- 13 Park S Y, Yoo S S. Evaluation of lipid oxidation and oxidative products as affected by pork meat cut, packaging method, and storage time during frozen storage (-10 °C)[J]. Journal of Food Science, 2007,72(2):114~119.
- 14 Soyer A, Hamdi A. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks)[J]. Meat Science, 2005(69):135~141.
- 15 Paneras E D, Bloukas J G, Filis D G. Production of low-fat frankfurters with vegetable oils following the dietary guidelines for fatty acids[J]. Muscle Food, 1998(9):111~126.
- 16 Jimenez-Colmenero F. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. [J]. Trends Food Sci. Technol., 2007(18):567~578.
- 17 McAfee A J, McSorley E M, Cuskelly G J, et al. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits[J]. Meat Sci., 2010(84):1~13.
- 18 Ayo J, Carballo J, Serrano J, et al. Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters[J]. Meat Sci., 2007(77):173~181.
- 19 Caceres E, Garcia M L, Selgas M D. Effect of pre-emulsified fish oil as source of PUFA n-3 on microstructured sensory properties of mortadella, a Spanish bologna-type sausage[J]. Meat Sci., 2008(80):183~193.
- 20 Kao W T, Lin K W. Quality of reduced-fat frankfurter modified by konjac-starch mixed gels[J]. Food Sci., 2006(71):326~332.