

羊肉香肠的发酵工艺优化 及不同种类脂肪对其品质的影响

石仕敏, 汤 明, 刘海英*

(江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

摘要: 本文研究添加不同动物油脂对发酵香肠的品质, 尤其是对风味的影响。羊肉发酵香肠最优工艺为: 接种量 0.02%, 温度 26 ℃, 相对湿度 95%, 发酵 20 h。在羊肉发酵香肠的工艺优化的基础上, 分别添加猪脂、羊脂和牛脂。结果表明, 发酵时添加不同动物脂肪, 对羊肉发酵香肠的外观及风味有一定影响。添加猪脂的发酵香肠的色泽、口感及风味与添加羊脂的发酵香肠差异不明显, 而牛脂香肠的硬度要显著高于猪脂和羊脂香肠。添加脂肪的种类对羊肉香肠的气味影响非常明显。添加羊脂的发酵香肠有一定羊膻味, 而添加牛脂的香肠羊膻弱, 添加猪脂的羊膻味最轻。添加牛脂的发酵香肠硬度明显高于羊脂和猪脂香肠。综合考虑, 猪脂和牛脂均可以替代羊脂添加于发酵香肠, 都可以有效减少羊膻味。

关键词: 羊肉, 发酵香肠, 油脂, 风味

Process optimization and effects of different fats on quality of fermented sausage with mutton

SHI Shi-min, TANG Ming, LIU Hai-ying*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Basic characters and sensory of mutton fermented sausages with different fats were analyzed in this paper. The optimal process of mutton fermented sausage were obtained as follows: inoculation 0.02%, relative humidity 95%, fermentation at 26 ℃ for 20 h. On the basis of process optimization, different fats, such as pig fat, mutton fat and tallow were added into fermented sausages. The results showed that there were some differences in appearance and flavor among the three fermented sausages, and there was no significant differences of color, and taste between mutton fermented sausage with pig fat and mutton fat. However, the hardness of fermented sausage with tallow was the highest in those three samples. Kinds of fats had. The a huge impact on the odour of mutton fermented sausage. The mutton odour of fermented sausage with mutton fat was most the strongest of those three samples, and the fermented sausage with pig fat indicated the weakest mutton odour. Considering the above results, tallow and pig fat can be used as substitutions of mutton fat.

Key words: mutton; fermented sausage; fat; flavor

中图分类号: TS251.6⁺5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2016)05-0072-07

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.05.006

羊肉作为一种优良的畜肉, 属于高蛋白、低胆固醇类的营养食品^[1]。近年来大量国外羊肉进入中国市场, 对我国本土养殖和加工企业产生巨大冲击。加大羊肉的深加工技术研究, 如开发羊肉发酵香肠, 能提高其附加值, 产生较好的经济效益。羊肉发酵香肠是指将绞碎的羊肉、动物脂肪、盐、发酵剂和香辛料等混合后灌进肠衣, 在自然或人工控制条件下, 经过微生物发酵产生酸或醇, 使肉的 pH 降低, 并经过成熟干燥(或不经成熟干燥)使水分活度下降而

制成的具有较好保藏性能和典型发酵风味特性的肉制品^[2]。在发酵过程中, 微生物将香肠中肉类的部分蛋白质和脂肪分解, 产生大量挥发性和非挥发性风味物质, 并使其 pH 略有降低, 产生柔和的酸味。发酵香肠通常口味和香气丰富, 容易消化吸收, 是欧美国家长盛不衰的发酵肉类食品^[3]。

由于羊肉本身具有独特的气味, 导致其深加工产品少, 销售受众局限性比较大^[4]。羊肉脂肪是羊膻味主要的来源, 所以考虑其他优质替换羊脂是一种

收稿日期: 2015-06-08

作者简介: 石仕敏(1994-), 男, 本科, 研究方向: 农产品加工, E-mail: 3136949879@qq.com。

* 通讯作者: 刘海英(1973-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 胶原蛋白、农产品加工、水产品加工及贮藏工程, E-mail: liuhaiying@jiangnan.edu.cn。

基金项目: 苏北科技专项资金(BN2014054)。

表1 羊肉发酵香肠的基本配方
Table 1 The basic formula of fermented sausage with mutton

原料	羊肉	羊肥膘	食盐	亚硝酸钠	三聚磷酸钠	磷酸氢二钠	焦磷酸钠	葡萄糖	蔗糖	可溶性淀粉	糊精	发酵剂	味精	白酒	胡椒粉	孜然粉	大蒜粉 (或者等量鲜蒜捣碎)
质量(g)	600	150	22.5	0.09	1.05	0.525	0.525	3.75	7.5	7.5	15	0.15	1.5	7.5	1	1.5	1.5

可行办法。然而,由于不同脂肪具有不同的风味和结构性能,会对羊肉发酵香肠的色泽、香气、质构产生影响。已经有很多对羊肉香肠的研究,但是研究方向多集中于发酵剂的优选^[1,5-6],或者是研究发酵工艺的改进方法,如利用外加酶加速风味物质释放^[7]。虽然也有关于羊肉香肠风味研究的报道,但是是关于羊肉香肠脂肪水解和氨基酸释放的研究^[1,8],还没有解决羊肉发酵香肠羊膻味的问题。

本研究优化羊肉发酵香肠的加工工艺,并以质构、风味等为主要指标,比较其中添加脂肪的品种对产品品质的影响,以提高羊肉发酵香肠在我国居民中的可接受度。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

羊肉 内蒙古小尾羊食品有限公司提供;肠衣 如皋市永兴(正大)肠衣有限公司;调味料 江苏无锡华润万家超市;发酵剂 为乳酸杆菌、金黄色葡萄球菌、酵母菌的混合物 自制;化学试剂 分析纯,中国医药集团上海化学试剂公司。

DHG-9423A 型恒温恒湿箱 上海精宏实验设备有限公司;DELTA 320S 型 pH 计 梅特勒-托利多仪器公司;KOK-B233 型多功能手动绞肉机 常州欧克厨具销售有限公司;TA.XTPlus 型物性测试仪 英国 Stable Micro System 公司;WSC-S 型测色色差仪 上海物理光学仪器厂;Finigan Trace 气相色谱质谱联用仪 美国 Finigan 公司;Waters 600 型高效液相色谱仪 美国 Waters 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 羊肉发酵香肠的制备工艺 羊肉发酵香肠的工艺流程如下:

羊肉→解冻→绞碎→腌制→接种→灌肠→发酵→烘烤

(1)根据发酵香肠基本配方^[9]略作修改,如表 1 所示。主要操作要点如下:原料肉的处理:去除筋腱

和脂肪,将瘦肉切成 2~3 cm 的小肉块,依次通过通过 9.3 mm 孔板的绞肉机绞碎。羊肥膘、牛肥膘、猪肥膘分别切成大米粒大小的碎块,4℃ 保藏。

(2)原料肉的腌制:向绞碎的瘦肉中加入食盐、亚硝酸钠、复合磷酸盐充分混合,置于 4℃ 腌制 24 h。

(3)绞肉、接种:腌制后瘦肉加入调味料、香辛料、发酵剂、肥膘丁等辅料进行混合。

(4)灌肠:接种后的肉料,充填于胶原蛋白肠衣中。

(5)发酵:灌肠后的湿香肠,悬挂于恒温恒湿培养箱中发酵,直到 pH 下降到 5.1。

(6)烘烤:发酵结束后,肠体移入烘烤室内进行烘烤,温度控制在 68℃,加热 1.5 h。

1.2.2 发酵工艺优化 经过前期实验,发现一般发酵香肠工艺主要参数为发酵相对湿度(% RH,一般在 85%~95%)、发酵温度(℃)和接种量(w/w%)。经过预实验,确定发酵温度范围为 22~30℃,接种量为总质量的 0.01%~0.15%。故以发酵时间(pH 下降到 5.1)为指标,直接采用正交实验优化发酵工艺。

表2 发酵工艺正交实验因素水平表
Table 2 The factors and levels graph of fermentation process

水平	因素		
	A 发酵相对湿度 (RH%)	B 温度 (℃)	C 接种量 (w/w%)
1	85	22	0.010
2	90	26	0.015
3	95	30	0.020

1.2.3 检测方法

1.2.3.1 发酵香肠的感官评价 组织 10 人评分小组,按照以下评分标准^[1],略作修改,对加入不同脂肪的羊肉发酵香肠打分。香肠预先从冰箱取出,温度升至室温后切片。

表3 发酵香肠感官评价标准
Table 3 Sensory evaluation standards of fermented sausage with mutton

指标	评分标准(分)			
	0~1	2~3	3~4	4~5
结构	松散或过硬,脂肪粒不成形	切片时易碎,脂肪粒不成形	有弹性,切片时不碎,脂肪粒边缘清晰	略硬,切片形态平滑,脂肪粒边缘清晰
色泽	非肉颜色	红色暗淡,脂肪边缘不清楚	颜色粉红,脂肪黄白色	肉色鲜红,脂肪白色
酸度	无酸味	酸味淡或者过酸	酸味适中,但不柔和	酸味适中,表达柔和
膻味	膻味大	膻味较大	膻味较小	基本无膻味
香气	无香气或有异味	略有香气,但是较淡	有发酵肉的香气	香气浓郁

1.2.3.2 香肠 pH 的测定 参考 GB9695.5-88^[10]的方法,精确称取肉样 10 g,磨碎后置于烧杯中,再加入 90 mL 蒸馏水,搅拌均匀后静置 20 min,用滤纸滤取上清液,用 pH 计测定肉样的 pH。

样品的水分活度通过水分活度仪测定。取 2 g 左右粉碎肉样在水分活度测试盒内铺平压实,按照水分活度仪测试标准方法测定。

1.2.3.3 全质构分析 质构仪的使用原理是在压缩实验的基础上模拟人咀嚼食品时牙齿的这种咀嚼动作。参考方法^[5]略作修改,将样品切成 2 cm 厚的圆柱体,选用 P/0.5 探头,设定测试前速度为 2.0 mm/s,下行速度为 1.0 mm/s,测试速度为 1.0 mm/s,形变量为 40%,下压时间间隔 5 s,室温检测。记录硬度、弹性等指标。硬度(Hardness):指第一次压缩样品时的压力最大值(g)。弹性(Springiness):指样品经过第一次压缩过程以后能够再恢复的程度,是在第二次压缩时测量的,两次压缩动作的间隙时间必须保证产品已弹回到最大限度。粘结性(Cohesiveness):指样品经过第一次压缩变形后表现出来的对第二次压缩的相对抵抗能力。在曲线上表现为两次压缩所做正功之比,即第二次压缩的用功面积除以第一次压缩的用功面积的商值。咀嚼性(Chewiness):咀嚼性=硬度×弹性×粘结性(g),只用于描述固态的测试样品。

1.2.3.4 色差分析 采用 WSC-S 测色色差仪分析发酵香肠样品截面的色差值。所示参数 L^* 表示亮度, a^* 表示红至绿的范围, b^* 表示黄至蓝的范围。

1.2.3.5 游离氨基酸分析 准确称取 2.50 g 样品,加 15 mL 5% 三氯乙酸溶液匀浆,定容至 25 mL,于 4 ℃ 下放置 24 h。用定性滤纸过滤,吸取 0.1 mL 在 10000 r/min 下离心 10 min,于 4 ℃ 下保存,上液相色谱柱分析^[11]。色谱条件:色谱柱为 Agilent Zorbax Elipse AAA, 75 mm×4.6 mm。流动相 A:40 mmol/L $\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$;流动相 B:乙腈/甲醇/水=45/45/10 (v/v/v);流速:2 mL/min,梯度洗脱;柱温:40 ℃。

1.2.3.6 挥发风味物质分析 样品前处理:取 10 g 放入组织捣碎机中,加入 40 mL 去离子水组织捣碎。取 10 mL 样品放入 15 mL 样品瓶中,盖盖子,用 75 μm CAR/PDMS 萃取头插入到萃取瓶中,推出萃取头,于 60 ℃ 水浴吸附 35 min。然后将萃取头插入气相色谱仪于 250 ℃ 解吸 5 min,推出纤维头后拔出萃取头,同时启动仪器采集数据。

色谱条件:DB-WAX 石英毛细管柱,萃取头热解析温度为 250 ℃,时间为 3 min,不分流模式。进样口温度 250 ℃;起始温度 40 ℃,保持 4 min,然后以 3 ℃/min 的升温速度升温到 50 ℃,再以 6 ℃/min 的升温速度升温到 120 ℃,最后以 8 ℃/min 的速度升温到 220 ℃,保持 7 min。载气为 He,流量 0.8 mL/min^[12]。

质谱条件:全扫描模式,扫描质量范围为 33~450 m/z。电离方式为 EI+,电子能量 70 eV,灯丝发射电流为 350 μA ,检测器电压 350 V,离子源温度 220 ℃,接口温度为 250 ℃。

1.2.4 数据处理与统计分析 每个处理重复三次,

数据由 Microsoft Excel 2013 软件处理,数值以均值±标准差表示。Microsoft Excel 2013 软件作图,并比较数据差异性。

2 结果与分析

2.1 工艺条件优化

实验中,选择接种量、发酵温度和相对湿度这三个主要工艺参数,设置三个水平,进行正交实验以确定最佳工艺条件,每组的实验条件则是根据一些参考文献以及已有的一些经验确定,结果见表 4。

表 4 羊肉香肠发酵工艺正交实验结果

Table 4 Result of the orthogonal test

实验号	A 相对湿度 (%)	B 温度 (℃)	C 接种量 (%)	发酵终点 pH	到达发酵终点的时间(h)
1	1	1	1	4.85	82
2	1	2	2	4.86	24
3	1	3	2	4.92	39
4	2	2	1	4.87	25
5	2	3	2	4.88	41
6	2	1	3	4.88	42
7	3	3	1	4.83	34
8	3	1	2	4.91	45
9	3	2	3	4.91	26
K ₁	145	169	141		
K ₂	108	75	110		
K ₃	105	114	107		
k ₁	48.3	56.3	47		
k ₂	36	25	36.7		
k ₃	35	38	35.7		
R	13.3	31.3	11.3		

为考察快速达到发酵终点所需时间,由极差分析可知,各因素对发酵产酸影响大小顺序为发酵温度>相对湿度>接种量,而且相对湿度和接种量对发酵的影响比较接近。根据结果与分析,以发酵时间为指标,当最佳发酵工艺为 A₃B₂C₃,即接种量 0.02%,温度 26 ℃,相对湿度 95% 时,工艺所用的发酵时间最短。温度、接种量、相对湿度并不都是越高越好。若温度过高,可能会在发酵过程中导致发酵菌种死亡。若接种量过大,会造成成本过高。若相对湿度过高,可能会导致发酵过程中香肠的表面生长霉菌。

关于发酵时间,根据我国消费者所能接受的口感,结合发酵香肠的基本要求,发酵香肠的 pH 应在 5.0 以下。在 26 ℃ 发酵 20~24 h 可达到此要求,且产品处于十分安全状态,因此最终发酵时间确定为 20 h。故最终发酵工艺确定为接种量 0.02%,温度 26 ℃,相对湿度 95%,发酵 20 h。

2.2 发酵香肠的感官评价

得到羊肉香肠的发酵工艺后,分别添加羊脂、牛脂和猪脂,按照统一的最优工艺制备三种香肠。经过感官评价,三种香肠的感官评价结果如图 1 所示。

根据图 1 所示的,结合表 5 中香肠的色差和硬度

表5 加不同油脂发酵香肠的色差与 pH
Table 5 Color parematers and pH of mutton fermented sausages with different fats

所加油脂	香肠截面色差分析			pH
	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	
猪脂膘	58.74 ± 0.69 ^A	5.36 ± 0.09 ^A	8.42 ± 0.06 ^A	4.83 ± 0.21
牛脂膘	57.51 ± 0.85 ^A	8.22 ± 0.06 ^B	9.00 ± 0.06 ^B	4.92 ± 0.19
羊脂膘	61.96 ± 0.37 ^B	5.66 ± 0.08 ^A	7.52 ± 0.07 ^A	4.98 ± 0.15

注:表中误差为标准差,每组实验平行做 5 次。表中同列数据中不同字母标识表示在 $\alpha=0.05$ 水平上有显著差异,表 6 同。

表6 加不同油脂发酵香肠的质构特征
Table 6 Texture profile of mutton fermented sausages with different fats

所加油脂	硬度(g)	弹性	粘结性	咀嚼性(g)
猪脂膘	1019.2 ± 28.5 ^a	0.79 ± 0.01	0.57 ± 0.11	458.61 ± 36.19
牛脂膘	1228.5 ± 17.3 ^b	0.78 ± 0.01	0.56 ± 0.08	532.77 ± 63.86
羊脂膘	1074.0 ± 30.9 ^a	0.79 ± 0.02	0.58 ± 0.03	487.57 ± 29.56

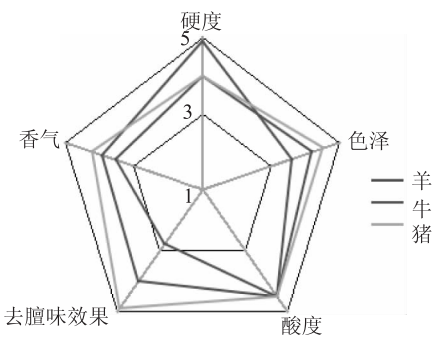


图1 添加不同脂肪的羊肉香肠的感官评价
Fig.1 Sensory quality of mutton fermented sausages with different fats

数据所示,添加羊脂和猪脂的羊肉发酵香肠在外观上相似,其色泽、硬度等差别不明显。但是在嗅觉上,添加羊脂的香肠带有明显的羊膻气,而猪脂香肠羊膻气很弱,但是这种较弱的羊膻气反而带来一种羊肉的特质香味。添加牛脂的羊肉香肠的膻气强弱介于羊脂和猪脂香肠之间,但是膻气也较小。但是,牛脂香肠的色度偏暗分。另外,牛脂香肠入口更硬一些。综合感官评价,猪脂羊肉香肠品质最佳。但如考虑宗教信仰问题,牛脂羊肉发酵香肠的品质是可以接受的。

2.3 不同油脂香肠的基本指标分析

以仪器检测羊肉发酵香肠的品质,以验证感官评价的可靠性。具体结果见下表:

羊脂香肠的截面亮度最大,给人以鲜亮感,而猪脂和牛脂香肠亮度近似。由于截面中牛脂颜色暗淡,而猪脂和羊脂色泽白亮,所以牛脂肠总体 a^* 和 b^* 相对较高。乳酸菌代谢碳水化合物,产生以乳酸为主的有机酸,可降低发酵香肠的 pH^[13]。由于采用了完全相同的发酵工艺和配方,所以添加不同油脂对发酵过程的影响可以体现在产品的酸度上。结果显示,在相同发酵条件下,猪脂肠发酵终点 pH 最低,而牛脂和羊脂肠的 pH 依次增高,但在统计学意义上,三者的 pH 差异并不显著。

如表 6 所示,添加不同油脂的香肠,其质构存在

一些差异。质构检测结果显示,作为快速发酵的半干肠,羊肉发酵香肠的硬度不高。添加猪脂和羊脂香肠的硬度差异不显著,但是牛脂香肠的硬度明显高于以上二者。但是,其他几项质构指标,如弹性,粘着性和咀嚼性差异并不显著。结果显示,添加猪脂肪的羊肉发酵香肠和添加羊脂肪的发酵香肠,在给人的物理口感上没有明显差异,但是添加牛脂肪的香肠会硬一些。

2.4 不同油脂发酵香肠的游离氨基酸含量

添加不同油脂对羊肉香肠的发酵过程产生了影响。因为发酵剂中有乳酸菌,也有能够分泌蛋白酶的菌类,这就使发酵后羊肉香肠中的游离氨基酸的量不同。而游离氨基酸是肉类主要的非挥发性风味物质之一^[14]。三种添加不同脂肪的羊肉发酵香肠游离氨基酸分析见表 7。

表7 三种香肠中游离氨基酸含量(mg/g)

Table 7 Contents of free amino acids in mutton fermented sausages with different fats(mg/g)			
氨基酸名称	猪脂香肠	牛脂香肠	羊脂香肠
天冬氨酸(Asp)	0.11	0.057	0.05
谷氨酸(Glu)	1.55	1.74	1.88
丝氨酸(Ser)	0.017	0.008	0.016
组氨酸(His)	0.077	0.063	0.082
甘氨酸(Gly)	0.17	0.15	0.14
苏氨酸(Thr)	0.23	0.16	0.19
精氨酸(Arg)	0.41	0.035	0.067
丙氨酸(Ala)	0.59	0.66	0.70
酪氨酸(Tyr)	0.10	0.12	0.085
胱氨酸(Cys-s)	0.009	0.017	0.022
缬氨酸(Val)	0.19	0.21	0.23
蛋氨酸(Met)	0.13	0.12	0.15
苯丙氨酸(Phe)	0.21	0.22	0.29
异亮氨酸(Ile)	0.14	0.14	0.17
亮氨酸(Leu)	0.39	0.37	0.45
赖氨酸(Lys)	0.22	0.18	0.22

谷氨酸、丙氨酸、苏氨酸等是动物蛋白中最重要

的鲜味氨基酸^[15-16]。由表 6 可知,三种香肠中含量最高的游离氨基酸分别是谷氨酸、丙氨酸、苏氨酸,即羊肉香肠经发酵后产生大量的鲜味氨基酸,这可能是发酵香肠味道鲜美的主要原因之一。相比较而言,羊脂香肠含有的谷氨酸较多(1.88 mg/g),高于牛脂香肠(1.74 mg/100 g)和羊脂香肠(1.55 mg/100 g)。同时,羊脂香肠的游离丙氨酸最多,牛脂和猪脂香肠次之。但是,猪脂香肠的游离苏氨酸含量相对较多,而牛脂香肠最少。

2.5 不同油脂发酵香肠的挥发性成分分析

肉类在发酵时会有很多反应发生。微生物会代谢碳水化合物,使之降解和转化为酸、醇、酮;脂肪会氧化,产生醛、酮、酸等挥发性风味物质;蛋白质会大量降解,形成丰富的游离氨基酸。添加不同脂肪发酵羊肉香肠挥发性物质组成及相对含量见表 8。

表 8 添加不同脂肪发酵羊肉香肠
挥发性物质组成及相对含量

Table 8 Contents and composition of volatile flavor compounds
in mutton fermented sausages with different fats

保留时间 (min)	挥发性物质	相对含量(%)		
		羊脂肠	牛脂肠	猪脂肠
	醇	4.72	5.5	0.22
4.152	乙醇		3.33	
7.78	2-甲基十一烷硫醇		0.48	
7.839	2-甲基 1-丙醇	0.53		
10.976	3-甲基-1-丁醇		0.82	
12.143	正戊醇		0.44	
14.875	正己醇	0.71		
16.551	辛烯醇	1.26		
16.808	橙花醇	0.5		
18.022	芫荽醇	0.25	0.27	
18.026	芳樟醇			0.22
20.087	4-三甲基-3-环己烯-1-甲醇		0.16	
24.606	对-聚伞花醇	1.47		
	酮	5.31	15.23	12.27
8.984	2-羟基环壬酮	0.24		
12.849	3-羟基-2-丁酮	3.77	13.69	11.8
13.909	2,3-辛二酮	1.3	1.29	1.2
20.139	二羟基二甲基己烯二酮		0.25	0.27
	烷	11.83	12.65	5.47
6.632	2,6-二甲基十七烷	0.49		0.21
6.653	2-甲基癸烷		0.4	
7.416	3-乙酰氧基十二烷		0.17	
7.523	十一烷	6.87	3.48	3.74
7.886	2-甲基丁基环己烷		0.77	
8.02	薄荷烷	0.57		
8.428	2-甲基丁基环己烷	0.64		
8.723	3-甲基亚丁基环戊烷		0.31	
8.825	23-二甲基癸烷		0.04	
8.91	萘烷	0.18	0.04	
8.92	2-甲基十一烷		0.16	
9.131	十一烷	0.05		

续表				
保留时间 (min)	挥发性物质	相对含量(%)		
		羊脂肠	牛脂肠	猪脂肠
9.222	正十四碳烷	0.27		
9.53	戊基环乙烷		0.27	
9.711	十甲基环五硅氧烷	0.06		
10.47	十二烷	2.69	1.15	1.26
10.69	2-甲基萘烷		0.22	
12.25	P-伞花炔		5.64	
17.289	十六烷			0.26
	烯	14.05	24.71	23.97
5.663	二氢月桂烯	9.29	10.49	16.99
7.586	α-蒎烯		2.4	
8.607	3-蒎烯	0.22	0.55	
9.185	月桂烯	0.21	0.44	
10.287	L-柠檬烯	0.49	1.86	1.91
10.924	1,11-十二碳二烯	0.72		
11.739	萜品烯	1.85	4.35	2.15
11.917	苯并环丁烯		0.32	
16.069	辛烯	0.59		0.24
17.184	胡椒烯	0.68	0.38	0.42
18.784	反石竹烯		3.39	2.26
20.421	β-甜没药烯		0.53	
	醛	36.15	23.33	31.71
7.199	正己醛	10.7	1.46	3.94
10.022	庚醛	4.74	1.81	9.07
12.98	辛醛	1.99		1.97
13.847	庚烯醛	0.78		0.44
15.408	壬醛	3.26		2.36
17.613	苯甲醛			0.26
17.839	壬烯醛	1.81		2.84
19.368	癸烯醛	0.38		0.18
20.732	2-癸烯醛	0.17		
21.113	2-甲基-3-苯基丙醛		16.59	
21.114	4-异丙基苯甲醛	10.16		9.12
21.271	2-蒎烯醛	2.16	2.68	1.53
24.61	4-甲基苯甲醛		0.49	
24.766	十六醛		0.3	
	酸	11.4	10.08	14.63
16.421	乙酸	2.02	5.44	5.76
17.692	5,9,13-三甲基-4,8,12-十四碳三烯酸	0.62	0.23	1.48
17.827	2-辛基-环丙烷十四碳酸		0.21	
18.282	2-甲基丙酸		0.12	
19.101	丁酸	0.63	0.66	0.4
19.368	癸烯醛	0.38		0.18
19.652	异戊酸		1.08	1.45
19.653	3-甲基丁酸	0.73		
20.494	戊酸		0.14	
21.734	己酸	6.02	1.2	4.47
23.978	辛酸	0.45	0.27	0.36
25.011	十八(碳)烯酸		0.09	
25.988	癸酸	0.55	0.28	0.53

续表

保留时间 (min)	挥发性物质	相对含量(%)		
		羊脂肪	牛脂肪	猪脂肪
30.506	十四酸		0.36	
	酯	5.01	3.15	3.83
6.903	3-甲基丁酸乙酯		0.38	
7.001	2-庚烯酸乙酯		0.29	
9.542	三甲基乙酸乙烯酯	0.24		
11.506	乙酸乙酯	3.22	0.78	2.87
14.375	2-羟基丙酸乙酯	0.5	0.91	
16.203	辛酸乙酯	0.46	0.44	0.38
19.285	癸酸乙酯	0.59	0.35	0.58
	杂环	5.29	0.31	3.46
8.343	呋己蚁胺		0.12	
8.519	邻二甲苯		0.19	
12.402	甲基异丙基苯	5.29		3.46

在三种羊肉香肠中共发现 86 种挥发性风味成分,其中大部分来自于香辛料,如石竹烯和 3-萜烯等^[17]都是来自于胡椒的挥发性成分, β -甜没药烯是来自于姜的挥发性成分^[18]。部分酮类物质也是碳水化合物代谢的产物。在三种发酵香肠的挥发性酮类物质中,牛脂肪中 3-羟基-2-丁酮的含量最高,达到 13.69%。有报道称鹿肉熏制时,其内部会产生大量的 3-羟基-2-丁酮^[19]。醇类物质的嗅觉阈值较高,其挥发性成分对总体风味影响不大。样品中检测到多种脂类,如癸酸乙酯、乙酸乙酯等,而且均为乙酯。有报道表明,乙酯类化合物是我国腊肠主要的风味物质之一^[20]。醛类物质在三种香肠中含量最高,分别为羊脂肪 36.15%,牛脂肪 23.33%,猪脂肪 31.71%。同时,醛类的嗅觉阈值很低,说明其对羊肉发酵香肠的风味贡献很大。壬醛、苯甲醛等是香肠和烤肉的主要风味物质^[21],但只有猪脂肪内发现了苯甲醛。正己醛和庚醛都具有天然果香,这两者含量也很高。只在牛脂肪中发现高含量的 2-甲基-3-苯基丙醛(16.59%),具有花香味。相反,只在羊脂肪和猪脂肪中发现了大量 4-异丙基苯甲醛,含量分别为 10.16% 和 9.12%,同样具有花香、山楂的气味。很多醇类物质来源于添加的香辛料,而且其嗅觉阈值高,则低含量的醇类对发酵香肠的风味影响较小。乙酸、乳酸、丙酸、丁酸、3-甲基丁酸等都是发酵香肠中广泛存在的有机酸类,对香肠的风味影响很大。由上表可以发现,乙酸是羊肉发酵香肠中最主要的挥发性酸类物质,作为酸类其含量很高,羊脂、牛脂和猪脂香肠的乙酸含挥发性物质的 2.02%、5.44% 和 5.76%。己酸带有羊的气味,主要存在于动物脂肪中,其最有可能来自于羊脂。辛酸又叫羊脂酸,带有羊脂的膻气。而己酸和辛酸在牛脂肪里含量相对较少,而羊脂肪里最多。这从挥发性成分角度说明了相对其他两种发酵香肠,羊脂发酵肠膻气会略重一些。

3 结论

本文首先确定了羊肉发酵香肠的发酵工艺,然后在统一的工艺和配方模式下,仅改变添加油脂的

种类,即分别添加羊脂、牛脂和猪脂,试图分析添加不同脂肪对发酵香肠风味的影响,从而找出可以替代或减少羊脂使用的方法,以减少羊肉发酵香肠的膻味。研究结果表明,从香肠的表现评估看,猪脂发酵香肠的色泽、口感、风味均优于添加羊脂和牛脂的香肠。而添加牛脂的香肠,其硬度要明显高于羊脂和猪脂香肠,这利于使香肠切片更规整。综合来看,猪脂和牛脂均可以替代羊脂添加于发酵香肠,都可以有效减少羊膻味,但是猪脂最佳,牛脂次之。

参考文献

- [1]段艳.乳酸菌的筛选及其对羊肉干发酵香肠品质特性的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.
- [2]王雪青.发酵香肠及微生物发酵剂(一)[J].食品与发酵工业,1998,24:62-67.
- [3]刘海涛.发酵肉制品的市场前景与展望[J].肉类工业,2007,5:1-2.
- [4]张未风.羊肉发酵香肠蛋白质和脂肪水解产物与挥发性风味物质分析[D].郑州:河南农业大学,2012.
- [5]杜智慧.不同发酵剂对发酵香肠品质影响的研究[D].太谷:山西农业大学,2014.
- [6]王德宝,靳辉,苏日娜,等.不同发酵剂对羊肉发酵香肠中生物胺的影响[J].食品科技,2014,39(12):138-141.
- [7]杨华,张琳,马丽珍,等.外源酶缩短羊肉发酵香肠成熟期的效果研究[J].食品科学,2010,31(15):81-86.
- [8]王柏辉,靳志敏,刘夏炜,等.羊肉半干发酵香肠在贮藏过程中游离脂肪酸变化研究[J].食品工业,2015,36(3):138-142.
- [9]彭增起.肉制品配方原理与技术[M].北京:化学工业出版社,2007:281-302.
- [10]GB9695.5-2008 肉与肉制品 pH 测定[S].
- [11]朱健,王建新,龔永生,等.几种鲤鱼肌肉的一般营养成分及蛋白质氨基酸组成的比较[J].湛江海洋大学学报,2000,20(4):9-12.
- [12]吴海燕,解万翠,杨锡洪,等.固相微萃取-气相色谱-质谱联用法测定腌制金丝鱼挥发性成分[J].食品科学,2009,30(18):278-281.
- [13]黄娟.羊肉发酵香肠的工艺学研究[D].保定:河北农业大学,2004.
- [14]赵丽华.羊肉发酵干香肠品质特性及挥发性风味变化及其形成机理研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.
- [15]陈涛,赵鑫,黄凯.江黄颡鱼肌肉氨基酸组成及营养分析[J].湖北农业科学,2011,50(21):4448-4450.
- [16]朱成科,黄辉,向泉,等.泉水鱼肌肉营养成分分析及营养学评价[J].食品科学,2013,34(11):246-249.
- [17]李祖光,高云芳,刘文涵.黑胡椒风味成分的研究[J].食品科学,2003(10):28-131.
- [18]袁观富,韦杰,郑二丽,等.干姜和鲜姜水溶性风味物质的 GC-MS 研究[J].安徽农业科学,2014,42(34):12304-12306.
- [19]Hierro E, Hoz L, Ordóñez J A. Headspace volatile compounds from salted and occasionally smoked dried meats (cecinas) as affected by animal species[J]. Food chemistry, 2004,(85):649-657.

淀粉对高温杀菌鱼糜凝胶特性的影响

孔文俊, 韦依依⁺, 张 涛, 薛 勇^{*}, 薛长湖

(中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东青岛 266003)

摘 要:为提高杀菌鱼糜制品的品质, 本文研究了添加不同浓度的木薯原淀粉和四种变性淀粉(羟丙基化二淀粉磷酸酯, 乙酰化二淀粉己二酸酯, 磷酸交联淀粉, 羟丙基化淀粉)对 120 ℃ 高温杀菌鱼糜凝胶特性的影响。通过测定分别添加 5%、10% 和 20% 淀粉后复合鱼糜凝胶的破断力, 破断距离, 凝胶强度, 白度, 持水率, 曲折实验和扫描电镜等指标, 研究不同淀粉对杀菌鱼糜凝胶质构性, 色泽和持水能力的影响。结果表明各种淀粉适宜的添加量均为 10%。在各种淀粉添加剂中, 木薯羟丙基化二淀粉磷酸酯和木薯乙酰化二淀粉己二酸酯对高温杀菌后鱼糜凝胶的破断力, 凹陷距离的改善效果最好, 能显著增强鱼糜的凝胶强度($p < 0.05$)。添加淀粉均会改善鱼糜凝胶的白度, 使白度增加。添加木薯原淀粉, 木薯乙酰化二淀粉己二酸酯和木薯羟丙基化二淀粉磷酸酯可不同程度提高鱼糜的持水力。

关键词: 鱼糜, 淀粉, 凝胶特性, 高温

Effects of starches on gelling properties of high-temperature sterilization surimi

KONG Wen-jun, WEI Yi-nong⁺, ZHANG Tao, XUE Yong^{*}, XUE Chang-hu

(College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: The effects of native cassava starch hydroxypropylated starch, starch phosphate, cross-linked hydroxypropylated starch and cross-linked acetylated starch with different concentration (5%, 10% and 20%) on gelling properties of surimi after being sterilization at 120 ℃ were investigated so as to improve the quality of surimi. Breaking force, deformation, gel strength, whiteness, water holding capacity (WHC), bending experiment and scanning electron microscopy were used as the quality indexes for evaluating the textural properties, color and water-holding capacity of surimi. The results showed that the optimized amount of starches was about 10% for all starch-contained samples. Adding cross-linked hydroxypropylated cassava starch and cross-linked acetylated cassava starch could raise the level of breaking force, deformation and gel strength of surimi significantly ($p < 0.05$). All starches could improve the whiteness of surimi and native cassava, cross-linked hydroxypropylated cassava starch, cross-linked acetylated cassava starch could improve the WHC of surimi at different extents.

Key words: surimi; starch; gel properties; high temperature

中图分类号: TS254.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2016)05-0078-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.05.007

鱼糜制品是一种新型的海洋加工食品。其主要结构是肌原纤维蛋白在高温诱导下形成的蛋白网络凝胶。其不但味道鲜美, 且营养价值丰富。随着人们对低脂肪, 高蛋白健康食品需求量的不断增加, 其消费量在发达国家和发展中国家均呈日益增长的发展态势^[1]。目前市售的鱼糜制品主要冷藏保存, 这样不但保存时间相对较短, 且消费者购买后还需再次加热才可食用, 极大限制了鱼糜制品食用的方便性。

如将鱼糜制品经 120 ℃ 高温杀菌处理后进行真空保存, 不但能延长其货架期, 也可实现常温流通, 开袋即食, 增强其食用的方便性^[2]。但当鱼糜经过 100~120 ℃ 的高温处理后, 蛋白质三、四级结构会遭受较大破坏, 蛋白质由于共价结合而发生聚集, 水和蛋白质间的相互作用发生改变, 从而会显著破坏其凝胶特性, 导致凝胶强度显著下降^[3]。鱼糜的凝胶特性是鱼糜制品的重要指标, 这对鱼糜制品的品质有重要

收稿日期: 2015-06-25 + 并列第一作者

作者简介: 孔文俊(1990-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 水产品加工与贮藏, E-mail: kongjun1010@126.com。

韦依依(1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 水产品加工与贮藏, E-mail: weiyinong12@163.com。

* 通讯作者: 薛勇(1976-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 水产品加工与贮藏, E-mail: xueyong@ouc.edu.cn。

基金项目: 海洋公益性行业科研专项(201305013); 国家自然科学基金(31371791)。

[20] 龙卓珊. 广式腊肠风味形成机理及贮藏期变化研究[D].

武汉: 华中农业大学, 2010.

[21] 要萍, 乔发东, 闫红, 等. 宣威火腿挥发性风味成分的分离与鉴定[J]. 食品科学, 2004, 25(2): 146-150.