

酵母抽提物对广式腊肠质量品质的影响研究

黎彩平^{1,2}, 冯铭琴^{1,2}, 苏国万¹, 孙为正¹

(1. 华南理工大学食品科学与工程学院, 广东广州 510640) (2. 中山市技师学院食品化工系, 广东中山 528429)

摘要: 本研究基于酵母抽提物天然营养提味呈鲜的作用, 在广式腊肠中分别添加 0.5%、1.0%、1.5% 的 3 种不同型号的酵母抽提物, 探讨其对水分活度、色泽、挥发性风味物质成分及感官品质的影响。结果表明, 酵母抽提物的添加对广式腊肠水分活度没有显著性影响 ($p>0.05$); 酵母抽提物可显著增加广式腊肠的红度值和黄度值 ($p<0.05$), 尤其是 LB804 型酵母抽提物, 其在 1.5% 添加量时, 红度值和黄度值可到达 3.50 和 1.55, 但酵母抽提物对亮度值没有显著性影响。酵母抽提物的添加能显著提升广式腊肠的感官品质, 其最佳添加量分别是 FA905 型/1.0% > LA904 型/0.5% > LB804 型/1.0%。挥发性风味化合物分析结果表明, 广式腊肠风味化合物主要以醇类化合物和醛类化合物为主, 其百分比分别为 27.85~6.83% 和 17.66%~48.71%; 添加酵母抽提物可增加醇类物质的百分比, 降低醛类物质的百分比; 并新鉴定出 11 种化合物, 尤其是 2 种吡嗪类化合物。酵母抽提物可丰富和提升广式腊肠的风味品质。

关键词: 广式腊肠; 酵母抽提物; 风味物质; 水分活度; 色泽

文章编号: 1673-9078(2019)09-219-226

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.9.028

Effects of Yeast Extract on the Qualities of Cantonese Sausage

LI Cai-ping^{1,2}, FENG Ming-qin^{1,2}, SU Guo-wan¹, SUN Wei-zheng¹

(1. School of Food Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. Department of Food and Chemical Engineering, Zhongshan Technician College, Zhongshan 528429, China)

Abstract: This study was based on the function of the yeast extract as a naturally nutritious taste enhancer. Three kinds of yeast extracts were added at three different concentrations (0.5%, 1.0% and 1.5%, respectively) to the Cantonese sausage, to explore the effect of such additions on the water activity, color, volatile flavor components and sensory quality of the Cantonese sausage. The results showed that the addition of yeast extract had no significant effect on the water activity of Cantonese sausage ($p>0.05$). Yeast extract addition could significantly increase the redness (a^*) and yellowness (b^*) of Cantonese sausage ($p<0.05$). In particular, the addition of LB804 yeast extract at 1.5% increased the a^* and b^* values to 3.50 and 1.55, respectively, while exerting insignificant effect on the brightness. The addition of yeast extract could significantly improve the sensory quality of Cantonese sausage, with the quality ranking for the yeast extracts at their respective optimal doses as FA905/1.0% > LA904/0.5% > LB804/1.0%. The analysis of volatile flavor composition revealed that alcohols and aldehydes were the major constituents in the Cantonese sausage samples, accounting for 27.85~46.83% and 17.66%~48.71% of the total volatile content, respectively. Adding yeast extract could increase the percentage of alcohols while decreasing the percentage of aldehydes, and generate 11 new compounds (especially two pyrazine compounds). Yeast extract could enrich the flavor and improve the quality of Cantonese sausage.

Key words: Cantonese sausage; yeast extract; flavor compounds; water activity; color

广式腊肠是以鲜(冻)猪肉为原料, 瘦肉经粗绞、肥膘经切丁后, 加入白砂糖、食用盐、高浓度腊味酒、酱油(不添加五香粉、豆蔻、桂皮、花椒、八角等植物类香料及人工或化学合成的香精), 经腌制、灌入天然生晒猪肠衣, 再经晾晒或烘烤等工序加工而成, 具

收稿日期: 2018-12-23

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目(2016YFD0401504); 广州市科技计划项目对外科技合作计划项目(201807010102)

作者简介: 黎彩平(1984-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 肉制品研究与开发

通讯作者: 孙为正(1983-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品蛋白质化学与营养

有咸中带甜、酒香浓郁等特色风味的生干制品, 是广东省传统特色食品之一, 黄圃腊肠更是其中典型代表, 是广东省地理标志产品^[1]。因广式腊肠外形美观、红白分明、肠体油润、腊香独特、咸甜适口、醇香回甜、营养丰富等特点, 广受珠江三角洲消费者的喜爱和欢迎, 是粤菜烹调的特色食材之一^[2,3]。

酵母抽提物(YE, yeast extract)又称酵母浸膏、酵母味素、俗称酵母精, 是以食用酵母(面包酵母、啤酒酵母、假丝酵母、乳酸酵母等)为原料, 利用现代生物技术将酵母菌体内的蛋白质和核苷酸类物质进行降解、分离、脱色、浓缩等工艺精制而成的粉状、膏状或液体状的产品^[4]。1997年国际水解蛋白委员会

(International Hydrolyzed Protein Council) 规定: 自溶酵母抽提物可用做天然调味料的食品配料。此外, 酵母抽提物含有丰富的蛋白质, 具有完整的氨基酸群, 含有 8 种人体必需氨基酸, 内含氨基酸比例接近联合国粮农组织 (FAO) 推荐的理想氨基酸组成值, 且富含 B 族维生素和矿物质元素, 故其营养价值高, 因其健康、营养并具有强烈的肉质鲜味和肉香酱香混合味, 酵母抽提物是继味精、水解蛋白和呈味核苷酸之后的第 4 代调味料^[5]。

广式腊肠因其独特的腊香风味深受广大消费者的喜欢, 但其风味的形成与原材、工艺和贮存条件有很大的关系, 如何提升和保持广式腊肠的腊香风味是近年来研究的重点。本文基于酵母抽提物天然营养提味呈鲜的作用, 将不同型号不同浓度的酵母抽提物添加到广式腊肠中, 研究酵母抽提物对广式腊肠水分活度、色泽、挥发性风味物质及感官的影响, 综合评价酵母抽提物对广式腊肠增味提鲜的作用, 探索提升广式腊肠腊香风味的有效方法。

1 材料与方法

1.1 原料与产品制备

广式腊肠加工原料及配方如下: 猪瘦肉、背部脂肪 (肥肉)、糖、盐、酒、亚硝酸钠, 均来自于中山市黄圃镇某肉制品厂, 其中猪瘦肉与肥肉是经冷冻贮藏。酵母抽提物 (LB804 型、LA904 型、FA905 型), 广州市肽汇生物科技有限公司; 食用动物肠衣、草绳、麻绳; 实验中所用试剂均为国产分析纯。

瘦肉用 6 mm 孔径挡板绞碎, 肥肉切成 0.6×0.6×0.6 cm 方丁, 按照 8:2 比例混合, 每 100 kg 肉中加入白砂糖 13.0 kg、食盐 2.7 kg、酒 2.5 kg、亚硝酸钠 0.02 kg、水 20 kg。酵母抽提物添加: LB804 型 (A1~0.5%、A2~1.0%、A3~1.5%)、LA904 型 (B1~0.5%、B2~1.0%、B3~1.5%)、FA905 型 (C1~0.5%、C2~1.0%、C3~1.5%)。

选料修正→切膘丁→漂洗→绞肉→拌料→灌肠→扎孔→扎草、束绳→烘焙→成品整理→包装

1.2 主要仪器与设备

SY-8A 型绞肉机, 广州善友机械设备有限公司; SY-A 型切肉丁机, 广州善友机械设备有限公司; CH-20 型搅拌机, 长沙市中诚机械厂; SV-5 型灌肠机, 广州凯圣机械设备有限公司; GHRH-15 热泵干燥机, 广州农机研究院; SY-48 真空包装机, 温州市华侨包装机械厂; Aqualab 4TE 温控型水分活度仪, 美国

Aqualab 型; CR-400 型色差仪, 日本 Konica Minolta Sensing Inc 公司; AL204 电子天平, 瑞士梅特勒-托利多公司; Thermo Finnigan Trace DSQ II 气相质谱仪, 美国 Thermo 公司; Trisplus 自动进样器; 75 μm CAR/PDMS 固相微萃取头, 美国 Supelco 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 广式腊肠水分活度的测定

Aqualab 4TE 温控型水分活度仪, 将广式腊肠置于粉碎机中粉碎, 粉碎后平铺于测量皿内, 样品完全覆盖测量皿底部, 送进仪器内测量, 待数值显示稳定后记录数据, 每个样品平行测定三次。

1.3.2 色泽测定

采用 CR-400 型色差仪, 在同一批腊肠的不同部位取四个样品, 将腊肠切成 1 cm 厚的柱体, 放入色差仪样品盒中, 将样品压平, 填满样品盒底部, 测定 CIE L* (亮度), CIE a* (红度), CIE b* (黄度)。

1.3.3 感官评定

将广式腊肠进行蒸汽加热 15 min, 冷至室温, 切成薄片 (厚度 0.3 cm), 随机分发给十人组成的感官检验小组进行评定, 成员均来自广式腊味加工企业技术人员, 评价人员对广式腊肠各项感官指标进行 1~10 分 (差~佳) 的评价。外观色泽: 光线充足的情况下用肉眼判断; 气味: 在无异味的空间, 借用嗅觉判断; 弹性: 用手指轻压样品看其恢复情况; 硬度: 拇指和食指挤压样品; 黏聚性: 感受撕裂时样品的抑制力; 咀嚼性: 感受吞咽前样品的破碎度; 味道: 感受腊香味的显著性。

1.3.4 广式腊肠风味物质成分的分析

风味物质成分的提取: 广式腊肠风味物质的提取采用顶空固相微萃取的方法。称取经粉碎的样品 3 g, 置于 20 mL 的密封顶空瓶中, 加入 0.600 g NaCl, 用涡旋混合器混匀, 30 °C 平衡 1 h, 随后用 75 μm CAR/PDMS 固相微萃取头 (经老化脱去挥发性物质) 于 60 °C 在顶空瓶中吸附挥发性风味物质 30 min 后进行检测。

风味物质成分的分析: 色谱条件: 在仪器进样品口处, 风味物质成分在 250 °C 下脱附 3 min 后, 分流 (分流比: 10:1) 进样, 随后用 DB-1 分离柱 (30 m×0.25 mm i.d.) 进行分离, 载气为氦气, 液膜厚度为 1 μm, 流速为 1 mL/min。气相色谱炉温控制条件: 50 °C 保持 3 min→5 °C/min 的升温速率升 120 °C 保持 2 min→10 °C/min 的升温速率升至 220 °C 保持 10 min。接口处的温度保持在 230 °C。质谱条件 (电子轰击模式): 电子能量为 70 eV, 放大电压为 350 V, 数据收

集时的扫描范围 35~395 u。

风味物质成分的鉴定：定性分析：与 NIST 数据库中的数据对比，相似度高于 80% 的挥发性物质被定性。定量分析：采用面积归一法，得出各挥发性成分在广式腊肠风味物质总量中的相对百分含量。

1.4 数据分析与处理

采用 Excel 和 SAS 软件对数据进行统计分析。风味物质组分的质谱分析：根据面积归一法求得各挥发性成分在腊肠风味物质中的相对百分含量。

2 结果与讨论

2.1 酵母抽提物对广式腊肠水分活度的影响

水分活度是衡量食品稳定性的重要指标之一，也是食品质量控制中的重要监测指标之一。由表 1 可知，酵母抽提物的添加对广式腊肠最终产品的水分活度没有显著性影响 ($p>0.05$)，其值均在 0.78 左右，具有较好的保藏性能。水分活度小于 0.9 时可有效抑制肉制品中细菌的生长繁殖^[6]。

表 1 酵母抽提物对广式腊肠水分活度的影响

Table 1 Effects of yeast extract on the water activity of

Cantonese sausage	
酵母抽提物/添加量	水分活度 A_w
对照	0.7703±0.0047 ^a
LB804/0.5%	0.7765±0.0041 ^a
LB804/1.0%	0.7680±0.0043 ^a
LB804/1.5%	0.7668±0.0046 ^a
LA904/0.5%	0.7706±0.0055 ^a
LA904/1.0%	0.7682±0.0041 ^a
LA904/1.5%	0.7711±0.0032 ^a
FA905/0.5%	0.7721±0.0081 ^a
FA905/1.0%	0.7768±0.0077 ^a
FA905/1.5%	0.7736±0.0063 ^a

注：所标字母不同表示存在显著性差异 ($p<0.05$)。

2.2 酵母抽提物对广式腊肠色差的影响

由表 2 可知，添加酵母抽提物后，广式腊肠的红度值 (a^*) 和黄度值 (b^*) 均显著升高 ($p<0.05$)。对于同一型号的酵母抽提物，广式腊肠的红度值和黄度值随着酵母抽提物添加量的增加而逐渐升高 ($p<0.05$)。不同型号的酵母抽提物对红度值和黄度值的影响作用一致，其影响顺序，如下：FA905 型 (粉状) < LA904 型 (膏状) < LB804 型 (膏状)。对于亮度值 (L^*)，除 LA904 酵母抽提物在添加量 0.5% 时略

有增加外，添加酵母抽提物使其亮度值略有降低，但均没有显著性差异 ($p>0.05$)。

酵母抽提物的添加使广式腊肠色泽偏向红棕色，而粉状酵母抽提物比膏状酵母抽提物对广式腊肠红度值和黄度值影响相对较小，原因可能与酵母抽提物自身颜色有关，粉状酵母抽提物颜色呈浅黄色，膏状酵母抽提物颜色呈黄褐色，且同一型号的酵母抽提物，随着添加量的增加，广式腊肠色泽逐渐加深。

表 2 酵母抽提物对广式腊肠色差的影响

Table 2 Effects of yeast extract on the color aberration of

Cantonese sausage			
酵母抽提物/添加量	红度 a^*	黄度 b^*	亮度 L^*
对照	2.96±0.07 ^c	0.88±0.04 ^d	47.18±2.43 ^a
LB804/0.5%	3.18±0.09 ^d	1.14±0.03 ^c	46.72±1.88 ^a
LB804/1.0%	3.38±0.04 ^b	1.33±0.04 ^b	45.70±0.81 ^a
LB804/1.5%	3.50±0.05 ^a	1.55±0.08 ^a	46.62±1.35 ^a
LA904/0.5%	3.28±0.05 ^c	1.19±0.06 ^c	47.68±1.70 ^a
LA904/1.0%	3.39±0.05 ^b	1.32±0.06 ^b	45.44±0.73 ^a
LA904/1.5%	3.45±0.10 ^{ab}	1.59±0.05 ^a	45.62±1.16 ^a
FA905/0.5%	3.11±0.06 ^c	1.10±0.02 ^c	45.57±1.34 ^a
FA905/1.0%	3.29±0.09 ^b	1.28±0.08 ^b	47.14±0.56 ^a
FA905/1.5%	3.38±0.10 ^{ab}	1.45±0.06 ^a	45.51±1.26 ^a

注：不同字母表示样品之间存在显著性差异 ($p<0.05$)。

2.3 酵母抽提物对广式腊肠感官品质的影响

由图 1 可知，酵母抽提物的添加能显著提升广式腊肠的感官品质，主要体现在气味和滋味上，实验组的气味和滋味 (腊香风味) 两项目指标均高于空白对照组，感官评定表明，酵母抽提物能有效地提升广式腊肠的腊香风味。由于酵母抽提物本身的黄褐色特点，致使产品外观和色泽均稍差于空白对照组。在质构 (弹性、硬度、黏聚性和咀嚼性) 方面，实验组和空白对照组没有显著性差异。

由图 1a-c 可知，广式腊肠中同一型号酵母抽提物，分别在添加量为 LB804 型 1.0%、LA904 型 0.5% 和 FA905 型 1.0% 风味增效效果最佳。由图 1d 可知，三种型号酵母抽提物分别加入到广式腊肠中，风味增效效果由强至弱分别是：FA905 型 / 1.0% > LA904 型 / 0.5% > LB804 型 / 1.0%。感官评定结果表明，在广式腊肠中添加原料肉 1.0% 的 FA905 型酵母抽提物，能够获得最佳的腊香风味增效效果。

酵母抽提物对广式腊肠风味增强效果主要是由于酵母抽提物的添加增加了呈味氨基酸和核苷酸含量，使腊香风味更加明显；酵母抽提物对异味还具有掩盖作用，突显鲜甜的肉香味；蛋白质和氨基酸的增加，

在烘烤过程中促进了美拉德反应的产生,增加了风味物质的生成;酵母抽提物内含有的维生素类物质,在烘烤过程中与含硫多肽反应产生类似禽肉风味物质。

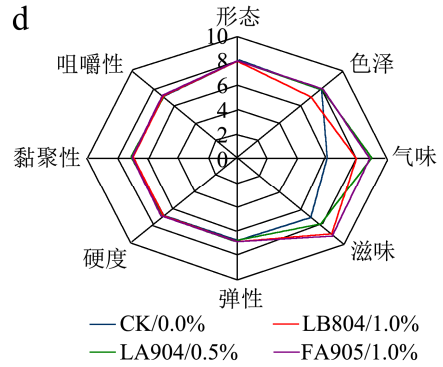
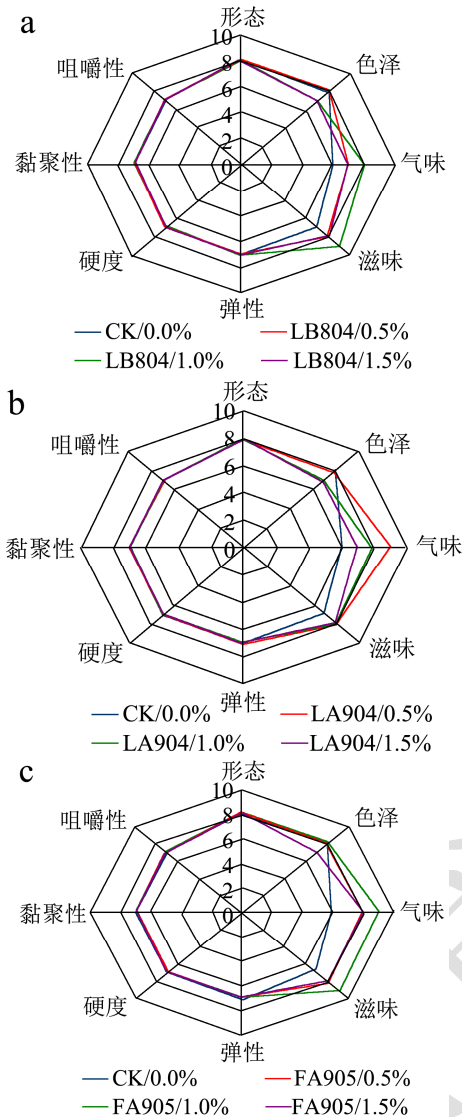


图1 酵母抽提物对广式腊肠感官品质的影响

Fig.1 Effect of yeast extract on sensory quality of Cantonese sausage

注: a: LB804 型不同添加量; b: LA904 型不同添加量; c: FA905 型不同添加量; d: 不同型号最优添加量。

2.4 酵母抽提物对广式腊肠挥发性风味物质的影响

由表3可知,广式腊肠挥发性化合物主要以醇类化合物和醛类化合物为主,其中对照组醇类化合物和醛类化合物分别占29.06%和48.71%,其种类也是最多,分别有15种和18种;其次是酯类化合物和酸类化合物。酵母抽提物的加入对广式腊肠的挥发性风味物质有显著性的影响。添加酵母抽提物后挥发性风味化合物的种类有所增加,尤其是FA905型酵母抽提物,挥发性化合物数量增加8种;添加酵母抽提物显著影响了各风味化合物所占的比例,添加组化合物仍以醇类化合物和醛类化合物为主,但与对照组比较,醇类化合物增加,而醛类化合物较少,两类化合物占比超过60%。

表3 广式腊肠的挥发性风味化合物的种类统计表

Table 3 The types of volatile flavor compounds in Cantonese sausage

化合物类别	项目	CK/0.0%	LB804/1.0%	LA904/0.5%	FA905/1.0%
醇类化合物	百分比含量	29.06%	46.83%	31.97%	27.85%
	化合物种类	15	17	17	17
醛类化合物	百分比含量	48.71%	17.66%	33.19%	35.95%
	化合物种类	18	18	18	18
酮类化合物	百分比含量	2.52%	16.49%	11.87%	9.44%
	化合物种类	5	4	4	4
酯类化合物	百分比含量	10.16%	2.78%	6.45%	6.85%
	化合物种类	9	8	7	9
酸类化合物	百分比含量	8.48%	14.64%	13.96%	17.36%
	化合物种类	3	4	6	6

转下页

接上页

烷烯烃类化合物	百分比含量	0.05%	0.31%	0.37%	0.43%
	化合物种类	1	2	2	3
含氮及杂环化合物	百分比含量	1.02%	1.30%	2.20%	2.12%
	化合物种类	4	6	6	6
化合物种类总计		55	59	60	63

表4 添加酵母抽提物对广式腊肠的挥发性风味化合物的影响

Table 4 Effect of yeast extract on volatile flavor compounds of Cantonese sausage

风味化合物	RT/min	CAS	CK/0.0%	LB804/1.0%	LA904/0.5%	FA905/1.0%	
醇类化合物	乙醇	4.35	64-17-5	19.76%	15.29%	10.84%	12.33%
	1,3-丙二醇	4.62	504-63-2	0.06%	0.37%	0.18%	0.15%
	1-戊烯-3-醇	7.93	616-25-1	0.16%	0.55%	0.20%	0.18%
	异戊醇	9.76	123-51-3	0.85%	0.32%	0.69%	0.69%
	2-甲基-1-丁醇	9.92	1565-80-6	0.14%	0.09%	0.19%	0.21%
	正戊醇	11.05	71-41-0	1.11%	0.84%	1.33%	2.10%
	2,3-丁二醇	11.57	19132-06-0	3.93%	25.57%	15.80%	8.74%
	正己醇	15.51	111-27-3	0.55%	0.32%	0.45%	0.64%
	二异丁基甲醇	19.05	108-82-7	0.00%	0.07%	0.09%	0.07%
	正庚醇	19.97	111-70-6	0.07%	0.06%	0.12%	0.15%
	1-烯-3-辛醇	20.38	3391-86-4	1.77%	1.82%	1.27%	1.80%
	苯乙醇	22.79	100-51-6	0.10%	0.28%	0.24%	0.07%
	2-甲基-4-己烯-3-醇	25.12	96346-76-8	0.00%	0.16%	0.09%	0.19%
	1-壬烯-4-醇	25.22	35192-73-5	0.17%	0.26%	0.09%	0.14%
	β-苯乙醇	26.11	60-12-8	0.28%	0.82%	0.32%	0.29%
	3,7-二甲基-6-辛烯-1-醇	30.57	40607-48-5	0.11%	0.02%	0.07%	0.09%
	醛类化合物	乙醛	4.12	75-07-0	1.10%	0.84%	0.68%
异戊醛		7.12	590-86-3	0.82%	0.31%	0.75%	0.50%
2-甲基丁醛		7.4	96-17-3	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%
戊醛		8.36	110-62-3	1.87%	1.45%	1.33%	1.59%
乙缩醛		9.62	105-57-7	0.60%	0.25%	0.28%	0.12%
2-甲基-2-丁烯醛		10.1	1115-11-3	0.30%	0.08%	0.17%	0.24%
2-戊烯醛		10.57	1576-87-0	0.05%	0.10%	0.11%	0.09%
正己醛		12.37	66-25-1	27.77%	10.30%	23.74%	25.97%
2,4-辛二烯醛		16.53	30361-28-5	0.00%	0.03%	0.08%	0.12%
庚醛		16.93	111-71-7	1.30%	0.39%	1.13%	1.22%
2-庚烯醛		19.39	57266-86-1	6.83%	0.56%	0.96%	1.16%
苯甲醛		19.65	100-52-7	2.36%	0.57%	1.01%	1.31%
正辛醛		21.38	124-13-0	0.34%	0.11%	0.28%	0.37%
4-乙基-2-己醛		22.71	71932-97-3	0.08%	0.25%	0.14%	0.12%
苯乙醛		23.2	122-78-1	3.47%	0.94%	1.55%	1.22%
2-辛醛		23.7	2548-87-0	0.26%	0.14%	0.30%	0.45%
壬醛		25.56	124-19-6	0.53%	1.28%	0.43%	0.52%
2-壬烯醛	27.99	18829-56-6	0.07%	0.03%	0.09%	0.10%	
2-苯基-2-丁烯醛	32.22	4411-89-6	0.72%	0.03%	0.16%	0.19%	

转下页

接上页							
酮类化合物	3-羟基-2-丁酮	8.74	513-86-0	1.63%	15.98%	11.47%	8.85%
	2-庚酮	16.46	110-43-0	0.20%	0.20%	0.13%	0.20%
	2,3-辛二酮	20.54	585-25-1	0.43%	0.00%	0.00%	0.00%
	3-辛烯-2-酮	22.9	1669-44-9	0.14%	0.27%	0.14%	0.21%
	3,5-辛二烯-2-酮	24.22	30086-02-3	0.11%	0.04%	0.13%	0.18%
酯类化合物	乙酸乙酯	6.19	141-78-6	3.89%	0.53%	3.39%	2.47%
	异丁酸乙酯	10.72	97-62-1	0.39%	0.39%	0.13%	0.15%
	乳酸乙酯	13.05	97-64-3	0.40%	0.34%	0.22%	0.34%
	2-甲基丁酸乙酯	14.65	7452-79-1	0.76%	0.33%	0.00%	0.49%
	异戊酸乙酯	14.79	108-64-5	3.12%	0.47%	1.53%	1.47%
	乙酸异戊酯	15.84	123-92-2	0.14%	0.08%	0.18%	0.11%
	正己酸乙酯	21.2	123-66-0	1.26%	0.33%	0.71%	1.14%
	正己酸乙酯	23.79	3050-69-9	0.12%	0.31%	0.28%	0.59%
酸类化合物	辛酸乙酯	29.39	106-32-1	0.08%	0.00%	0.00%	0.09%
	乙酸	5.95	64-19-7	6.73%	11.90%	10.31%	14.88%
	异丁酸	10.87	79-31-2	0.00%	0.00%	0.17%	0.17%
	丁酸	11.92	107-92-6	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%
	异戊酸	14.46	503-74-2	1.51%	1.52%	1.75%	1.05%
	2-甲基丁酸	15.28	116-53-0	0.00%	0.50%	0.67%	0.58%
	戊酸	16.37	109-54-2	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%
	己酸	20.44	142-62-1	0.00%	0.71%	1.01%	0.59%
烷烯烃类化合物	乙酰丙酸	20.54	123-76-2	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%
	丁烷	7.38	106-97-8	0.00%	0.28%	0.28%	0.29%
	D-柠檬烯	22.6	5989-27-5	0.05%	0.02%	0.09%	0.10%
	2,2,4,4-四甲基辛烷	22.51	62183-79-3	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%
含氮及杂环化合物	肌氨酸	3.91	107-97-1	0.11%	0.37%	0.11%	0.09%
	2,6-二甲基吡嗪	17.51	108-50-9	0.40%	0.12%	0.57%	0.42%
	2-正戊基咪喃	20.93	3777-69-3	0.37%	0.30%	0.50%	0.56%
	2,3,5-三甲基吡嗪	21.46	14667-55-1	0.00%	0.18%	0.36%	0.34%
	2,3,5,6-四甲基吡嗪	24.95	1124-11-4	0.00%	0.14%	0.27%	0.38%
2-己基-4,5-二甲基噁唑	29.99	20662-87-7	0.15%	0.18%	0.38%	0.34%	

2.4.1 广式腊肠中醇类物质含量分析

广式腊肠醇类物质中乙醇含量最高,其原因主要是由于广式腊肠加工的独特性,曲酒是其重要的辅料, Du 和 Aln^[7]认为酒是广式腊肠风味的主要来源之一。从表 3 可知,除 FA905 型酵母抽提物外,实验组醇类物质含量高于对照组(29.06%)。由表 4 可知,添加酵母抽提物后 2,3-丁二醇含量显著升高,且随型号的不同而不同。添加酵母抽提物后,新鉴定出二异丁基甲醇、2-甲基-4-己烯-3-醇 2 种化合物。糖类和脂类是产生醇类代谢产物的前体物质,酵母抽提物能增加糖类和脂质物质的降解作用。醇类物质沸点低,挥发性好,有脂肪香、木香和清香等香气特征^[8]。结果表明,酵母抽提物的添加,可增加醇类化合物的含量和种类,

改变了各醇类物质所占的比例,赋予了广式腊肠更浓郁更丰富的醇香风味。

2.4.2 广式腊肠中醛类物质含量分析

醛类是广式腊肠风味的主要组成部分之一,其中戊醛具有果香和面包味,正己醛具有青草香和叶香,庚醛具有甜杏和坚果香气,2-庚烯醛具有脂肪香和青香,壬醛具有脂肪香和花香^[9]。由表 3 可知,实验组与对照组均鉴定出 18 种醛类物质,添加酵母抽提物后,醛类物质百分占比有所降低,且不同酵母抽提物的影响作用有所差别。由表 4 可以看出,醛类物质中正己醛含量最高,添加酵母抽提物后正己醛百分含量有所降低,正己醛是脂质氧化的特征性物质,正己醛含量的降低可能与酵母抽提物添加后影响了产品脂质

氧化有一定关系。添加酵母抽提物后, 2-甲基丁醛消失, 新鉴定出 2,4-辛二烯醛。Berdagué 等^[10]研究表明 4~10 个碳原子的直链醛对食品风味有重要贡献。糖类、氨基酸和脂类是产生醛类代谢产物的前体物质, 酵母抽提物含有丰富的氨基酸, 可能影响了广式腊肠中醛类的含量及比例。

2.4.3 广式腊肠中酯类物质含量分析

酯类物质具有较低的阈值, 且具有典型的水果香气, 是广式腊肠不同于其他肉制品风味的重要风味物质之一, 其中乙酯类物质是广式腊肠特征风味物质的主要来源^[11]。从表 3 可知, 空白对照组酯类物质含量 (10.16%) 稍高于实验组, 且 LB804 型和 LA905 型酵母抽提物中酯类物质数量有所降低。由表 7 可以看出, 酯类物质中乙酯类含量最高, 种类有 7 种, 这主要是由于辅料曲酒的添加, 产品中乙醇含量较高导致。广式腊肠中的酯类物质主要来自于微生物的酯化作用和烘烤成熟过程中脂肪水解、氨基酸氧化和糖发酵作用产生的醇与酸之间发生酯化反应^[12]。结果表明, 酵母抽提物对酯化反应没有促进作用。

2.4.4 广式腊肠中酮类物质含量分析

由表 3 可知, 添加酵母抽提物后, 虽然酮类物质数量减少 1 种 (2,3-辛二酮), 但其含量显著升高。从表 4 可知, 酮类物质中 3-羟基-2-丁酮含量最高, 实验组丁酮含量 (平均值 12.10%) 明显高于空白对照组 (1.63%), 且不同酵母抽提物含量变化也较大。脂类和糖类是产生酮类代谢产物的前体物质, 结果表明, 除酵母抽提物自身风味物质外, 酵母抽提物可能影响脂类的降解作用。

2.4.5 广式腊肠中酸类物质含量分析

从表 3 可知, 实验组酸类物质含量明显高于空白对照组, 且酸类物质种类也有所增加。从表 4 可知, 酸类物质中乙酸含量最高, 实验组乙酸含量 (超过 10%) 明显高于空白对照组 (6.73%), 不同酵母抽提物间乙酸含量变化较大。广式腊肠中酸类物质的产生有以下途径: 碳水化合物发酵产生有机酸 (乙酸、丙酸) 和醇类物质 (乙醇)、丙氨酸降解、脂质氧化产生^[11]。产生酸类代谢产物的前体物质是糖类、氨基酸和脂类, 结果表明, 酵母抽提物能够影响上述物质的降解代谢。新鉴定出 2-甲基丁酸, 这可能是来源于 2-甲基丁醛氧化 (在醛类物质中没有鉴定出 2-甲基丁醛)^[11]。结果表明, 酵母抽提物可能具有影响脂质氧化途径的作用, 酵母抽提物含有丰富的蛋白质、多肽等物质, 可能影响脂质降解相关酶的活力^[13]。

2.4.6 广式腊肠中其它风味物质含量分析

由表 3 可知, 广式腊肠风味物质组成, 除了醇类、

醛类、酯类、酮类和酸类外, 还有烷烯炔类及杂环化合物等, 这些风味物质在总风味物质含量中所占比例比较少, 但杂环化合物, 如吡嗪、呋喃等对风味形成具有重要作用。由表 4 可知, 添加酵母抽提物后, 新鉴定出两种吡嗪类化合物 (2,3,5-三甲基吡嗪、2,3,5,6-四甲基吡嗪), 且呋喃的含量也有所增加。糖类、脂类和维生素是产生呋喃类、吡嗪类代谢产物的前体物质, 美拉德反应是其主要的生成途径, 以上物质可丰富和提升广式腊肠的腊香风味^[14]。

3 结论

3.1 添加酵母抽提物对广式腊肠水分活度没有显著性影响。

3.2 添加酵母抽提物对广式腊肠的色差有一定影响, 红度和黄色值增加, 成品颜色有所加深, 偏红褐色。添加酵母抽提物后广式腊肠在气味和滋味(腊香风味)两项目指标均高于对照组, 风味增效效果由强至弱分别是: FA905 型/1.0% > LA904 型/0.5% > LB804 型/1.0%。

3.3 添加酵母抽提物影响广式腊肠的挥发性风味物质的数量和百分比, 使其风味成分更加复杂和丰富, 腊香风味更加浓郁突出。添加酵母抽提物后醇类化合物和酸类化合物百分比增加, 醛类和酯类化合物百分比有所下降。添加酵母抽提物可增加挥发性风味化合物种类, 尤其是吡嗪类化合物。

参考文献

- [1] DB44/567-2008, 地理标志产品 黄圃腊味[S]. 广东省地方标准: 广东省质量技术监督局, 2008
DB44/567-2008, Huangpu Cured Food of Geographical Indication [S]. Guangdong Provincial Standard: Guangdong Bureau of Quality and Technical Supervision, 2008
- [2] Sun W, Zhao M, Zhao H, et al. Effect of manufacturing level on the biochemical characteristics of Cantonese sausage during processing [J]. Journal of Food Biochemistry, 2011, 35(4): 1015-1033
- [3] 朱定和, 朱凌, 肖仔君, 等. 广式腊肠的营养成分分析[J]. 现代食品科技, 2014, 30(1): 160-164
ZHU Ding-he, ZHU Ling, XIAO Zi-jun, et al. Analysis of nutrition compositions of Cantonese sausage [J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(1): 160-164
- [4] 刘通讯, 何婷, 赵谋明, 等. 酵母抽提物和大豆呈味肽在酱油中的应用[J]. 中国调味品, 2018, 2: 23-27, 37
LIU Tong-xun, HE Ting, ZHAO Mou-ming, et al. Application of yeast extract and soybean flavor peptide in soy sauce [J]. China Condiment, 2018, 2: 23-27, 37

- [5] 李沛,王昌禄,刘政芳,等.酵母抽提物及其在食品调味品行业中的应用[J].中国调味品,2005,7:10-12
LI Pei, WANG Chang-lu, LIU Zheng-fang, et al. Yeast extract and application in food and seasoning industry [J]. Chinese Condiment, 2005, 7: 10-12
- [6] 曹玉兰.水分活性对控制食品安全和质量的稳定作用[J].食品研究与开发,2006,27(4):165-166
CAO Yu-lan. Water activity's function on food safety and quality [J]. Food Research & Development, 2006, 27(4): 165-166
- [7] Du M, Ahn Du. Volatile substances of Chinese traditional Jinhua ham and Cantonese sausage [J]. Journal of Food Science, 2010, 66(6): 827-831
- [8] Forss D A. Odor and flavor compounds from lipids [J]. Progress in the Chemistry of Fats & Other Lipids, 1972, 13(4): 177-258
- [9] 孙宝国,陈海涛.食用调香术[M].北京:化学工业出版社, 2015
SUN Bao-guo, CHEN Hai-tao. The Technology of Food Flavoring [M]. Beijing, Chemical Industry Press, 2015
- [10] Berdagué J L, Monteil P, Montel M C, et al. Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage [J]. Meat Science, 2014, 35(3): 275-287
- [11] Sun W, Zhao Q, Zhao H, et al. Volatile compounds of Cantonese sausage released at different stages of processing and storage [J]. Food Chemistry, 2010, 121(2): 319-325
- [12] 钱敏,颜东梅,白卫东,等.GC-MS 法分析七种市售广式腊肠的香气成分[J].香精香料化妆品,2015(1):5-8
QIAN Min, YAN Dong-mei, BAI Wei-dong, et al. Analysis of the flavor components in seven kinds of commercial Cantonese sausage by GC-MS [J]. Flavour Fragrance Cosmetics, 2015(1): 5-8
- [13] 刘瑜彬,葛亚中,孙为正.糖添加量对广式腊肠脂质氧化稳定性及感官品质的影响研究[J].现代食品科技,2018, 34(4):215-220
LIU Yu-bin, GE Ya-zhong, SUN Wei-zheng. Effect of sugar levels on lipolytic enzyme activities and lipid oxidative stability of Cantonese sausage [J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(4): 215-220
- [14] Sun W, Zhao M, Cui C, et al. Effect of Maillard reaction products derived from the hydrolysate of mechanically deboned chicken residue on the antioxidant, textural and sensory properties of Cantonese sausages [J]. Meat science, 2010, 86(2): 276-282

(上接第 276 页)

- [18] Fast screening for presence of muddy/earthy odorants in wine and in wine must using a hyphenated gas chromatography-differential ion mobility spectrometry (GC/DMS) [J]. International Journal for Ion Mobility Spectrometry, 2011, 14(1): 39-47
- [19] 陈轲,刘零怡,徐翔,等.基于离子迁移谱法对橄榄油与油茶籽油区分鉴别的研究[J].中国粮油学报,2016,31(11):130-134
CHEN Ke, LIU Wei-yi, XU Xiang, et al. Distinguishing between olive oil and camellia seed oil based on ion mobility spectrometry [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2016, 31(11): 130-134
- [20] Leonhardt J W. A new ppb-gas analyzer by means of GC-ion mobility spectrometry (GC-IMS) [J]. Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry, 2003, 257(1): 133-139
- [21] 陈通,陆道礼,陈斌.GC-IMS 技术结合化学计量学方法在食用植物油分类中的应用[J].分析测试学报,2017,36(10): 1235-1239
CHEN Tong, LU Dao-li, CHEN Bin. Application of GC-IMS technology combined with chemometrics method in classification of edible vegetable oils [J]. Journal of Instrumental Analysis, 2017, 36(10): 1235-1239
- [22] 林若川,邓榕,许丽蓉.基于 GC-IMS 技术的绿茶风味鉴别方法可行性的研究[J].广东化工,2017,44(23):19-21
LIN Ruo-chuan, DENG Wei, XU Li-rong. Study on The feasibility of green tea flavor identification method based on GC-IMS technology [J]. Guangdong Chemical Industry, 2017, 44(23): 19-21
- [23] 兰玉倩,薛洁,江伟,等.黄酒陈酿过程中主要成分变化的研究[J].中国酿造,2011,5:165-170
LAN Yu-qian, XUE Jie, JIANG Wei, et al. Study on the changes of main components in the process of rice wine aging [J]. China Brewing, 2011, 5: 165-170