

槲皮素对大马哈鱼复合香肠贮藏品质的影响

赵钜阳,袁惠萍,孙昕萌,徐一玮

(哈尔滨商业大学 旅游烹饪学院,哈尔滨 150030)

摘要:为开发大马哈鱼产品,延长其保质期,添加外源成分抑制加工过程中食品腐败变质是当前的研究热点。以大马哈鱼作为香肠主要原料,制作大马哈鱼猪肉复合香肠,以色泽、菌落总数、硫代巴比妥酸(TBARS)值、过氧化值(POV)、挥发性盐基氮(TVB-N)值、pH值为指标,对室温条件下贮藏0,1,3,5,7 d的大马哈鱼猪肉复合香肠进行测定,研究槲皮素对其保鲜抗菌的效果。结果表明,槲皮素添加量为250 mg/kg时保鲜效果最显著($P < 0.05$)。槲皮素能有效抑制微生物繁殖和pH下降,保持香肠色泽稳定,延缓香肠腐败,减少脂质氧化,延长香肠的保质期。

关键词:大马哈鱼;大马哈鱼香肠;加工工艺;槲皮素;贮藏品质

中图分类号:TS251.8

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2022.10.010

文章编号:1000-9973(2022)10-0052-05

Effect of Quercetin on Storage Quality of Salmon Compound Sausage

ZHAO Ju-yang, YUAN Hui-ping, SUN Xin-meng, XU Yi-wei

(College of Tourism and Cuisine, Harbin University of Commerce, Harbin 150030, China)

Abstract: In order to develop salmon products and prolong their shelf life, adding exogenous ingredients to inhibit food spoilage during processing is a current research hotspot. With salmon as the main raw material, salmon compound sausage is made. Taking the color, total number of bacterial colonies, TBARS value, POV, TVB-N value and pH value as the indexes, salmon-pork compound sausage stored at room temperature for 0, 1, 3, 5, 7 days is determined to study the effect of quercetin on its freshness preservation and antibacterial activity. The results show that the preservation effect is the most significant when the additive amount of quercetin is 250 mg/kg ($P < 0.05$). Quercetin can effectively inhibit microbial reproduction and pH decreasing, keep the color stable, delay the spoilage, reduce lipid oxidation and prolong the shelf life of sausage.

Key words: salmon; salmon sausage; processing technology; quercetin; storage quality

大马哈鱼以肉质鲜美、营养丰富而闻名,是黑龙江省特产的珍贵淡水鱼。其不仅含有多种矿物质和维生素,而且含有氨基酸和不饱和脂肪酸,可预防心血管疾病,深受广大消费者的喜爱^[1-2]。为提高大马哈鱼的利用价值,丰富大马哈鱼糜制品风味,以大马哈鱼与猪肉为原料,添加辅料后进行风干烘烤煮制,制成大马哈鱼猪肉复合香肠,其肉质富有弹性,口感脆软鲜嫩,并且较好地保留了大马哈鱼原有的风味和营养,具有浓郁的鱼肉风味与细嫩的肉质口感,色泽呈玫瑰红色,令人食欲大增。但香肠制品容易滋生微生物和发生脂肪氧化而丧失食用和营养价值,必须添加防腐剂或抗氧化剂。目前食品中常用的抗氧化剂(如丁基羟基甲苯甲

醚、丁基羟基甲苯和叔丁基对苯二酚)对人体有一定危害,因此开发天然抗氧化剂具有重要意义^[3-4]。目前将槲皮素用于大马哈鱼香肠制作的研究几乎为空白,仅有利用洋葱槲皮素与生姜提取物的协同作用将二者复配作为哈尔滨风干肠保鲜剂的研究^[5],因此研究大马哈鱼香肠产品的制作与保鲜具有十分重要的意义,并且可以拓宽槲皮素的应用范围。

本文以大马哈鱼为研究对象,用猪瘦肉与猪肥肉作配料制作出肉糜灌肠,研究不同槲皮素添加量的香肠的贮藏品质变化情况,为开发新型大马哈鱼香肠制品、促进大马哈鱼精深加工提供了理论基础,推动了我国大马哈鱼制品的发展,同时为其他水产加工品的高

收稿日期:2022-03-28

基金项目:黑龙江省普通本科高等学校青年创新人才培养计划(UNPYSCT-2020213);哈尔滨商业大学“青年创新人才”支持计划项目(2019CX23);哈尔滨商业大学博士科研启动项目(2019DS60);烹饪科学四川省高等学校重点实验室资助项目(PRKX201901)

作者简介:赵钜阳(1987—),女,讲师,博士,研究方向:大豆蛋白加工、烹饪科学。

引文格式:赵钜阳,袁惠萍,孙昕萌,等.槲皮素对大马哈鱼复合香肠贮藏品质的影响[J].中国调味品,2022,47(10):52-56.

值化利用提供了参考意见和帮助。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

大马哈鱼:哈尔滨龙德食品有限公司;猪后腿肉、猪背膘:哈尔滨福润食品有限公司;调味料(糖、食盐、料酒、调馅料粉、味精):佛山市海天调味食品股份有限公司;添加剂(复合磷酸盐、红曲粉、 β -环糊精):河北吉捷生物科技有限公司;木薯淀粉:河南宣丰生物科技有限公司;大豆分离蛋白:成都万象宏润生物科技有限公司;胶原蛋白肠衣:顺平县溢发肠衣有限公司;蒸馏水:哈尔滨市文景蒸馏水经销部。

槲皮素(纯度 $\geq 98\%$):合肥博美生物科技有限公司;甲醇(分析纯):天津市富宇精细化工有限公司;氯化钠、硫氰酸铵、氢氧化钠、盐酸(均为分析纯):天津市风船化学试剂科技有限公司;氯化钡(分析纯):天津市天力化学试剂科技有限公司;硫酸亚铁、三氯乙酸(均为分析纯):天津市巴斯夫化工有限公司;TBA(分析纯):阿拉丁试剂;氯仿(分析纯):哈尔滨市南岗区百大实验室器具经销部;琼脂、葡萄糖、酵母浸膏、蛋白胨(均为分析纯):北京双旋微生物培养基制品厂。

1.2 仪器与设备

T18DS25 均质机、VORTEX3 旋涡振荡仪 德国 IKA 公司;L535-1 立式低速离心机 湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;PHS-3C 实验室用 pH 计 上海虹益仪器仪表有限公司;DGG-9140A 电热恒温鼓风干燥箱 上海永仪科学仪器股份有限公司;TMS-Touch 250N 质构仪 美国 Food Technology Corporation (FTC);JD200-3 分析天平 沈阳天平仪器有限公司;CM-600d 色差仪 日本 Konlca Minolta 有限公司;LD2X-30KA 高压蒸汽灭菌器 上海申安医疗器械厂;UV-800 紫外分光光度计 上海元析仪器有限公司;DK-9S-II 电热恒温水浴锅 天津市泰斯特仪器有限公司;DZ-600/2S 真空包装机 山东省诸城市技工机械厂;MJ-160B-II 恒温培养箱 上海精宏实验设备有限公司;WK2102 电磁炉 美的集团;5~50 μ L, 100~1000 μ L 移液枪 大龙兴创实验仪器(北京)有限公司;KJELTEC 2300 全自动定氮仪 瑞典福斯特卡托公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

原材料选择 \rightarrow 清洗 \rightarrow 腌制斩拌 \rightarrow 配料 \rightarrow 灌肠 \rightarrow 风干 \rightarrow 烘烤 \rightarrow 煮制 \rightarrow 冷却。

参考刘浩等^[6]的方法并稍作修改:选择新鲜的大麻哈鱼和猪肉,按 1:1 的比例将猪背膘与猪瘦肉混合,用斩拌机绞成肉糜状,绞制过程中将温度控制在 2~4 $^{\circ}\text{C}$,减少杂菌增殖,按表 1 的含量比例添加腌制剂(食盐、复合磷酸盐、红曲粉),混合均匀后用保鲜膜

包好储存于温度 2~4 $^{\circ}\text{C}$ 的冰箱中,腌制 24 h。腌制好后,加入表 1 中的大豆分离蛋白、淀粉、不同含量的槲皮素,斩拌 3 min,将剩余调味料加水调匀,加入斩拌机中混合搅拌均匀,温度控制在 2~4 $^{\circ}\text{C}$,灌装于 26 mm 的肠衣中,长度控制在每节 10~12 cm,直径 2~3 cm,灌装均匀。将灌好的肠于室温下自然风干 1 d,在 80 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱内烘干 45 min,取出时肠体较干燥,肠肉呈现深红色。在 80 $^{\circ}\text{C}$ 下煮制 30 min,肠衣出现气泡时用针扎破,待香肠熟后捞出,迅速用冰水冷却,晾干后贮藏于室温下。

表 1 每节香肠的含量表

Table 1 Content of each section of sausage

名称	含量	名称	含量
淀粉	4	红曲粉	0.15
大马哈鱼肉	50	复合磷酸盐	0.1
猪肉(猪背膘与猪瘦肉合重)	35	大豆分离蛋白	4
糖	2	调馅料	0.2
食盐	2	β -环糊精	0.3
料酒	2	冰水	4
味精	0.1	总计	103.85

1.3.2 色泽测定^[7]

使用分光测色计测定大马哈鱼复合香肠的颜色,分别为大马哈鱼复合香肠表面的亮度值(L^*)、红度值(a^*)、黄度值(b^*),测定前对色差仪进行校准,在样品表面随机取 3 个点,测得数据取其平均值。

1.3.3 pH 测定^[8]

取 1 g 香肠肉切碎加入 10 倍质量的去离子水中,均质后用 pH 计测定,平行测 3 次。

1.3.4 菌落总数测定^[9]

按照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》规定的方法测定,结果以对数值表示。

1.3.5 TVB-N 值测定

参考陈伟玲等^[10]的方法测定香肠的 TVB-N 值。

1.3.6 TBARS 值测定

参照彭晶^[11]的方法,称取 0.5 g 样品,加入 3 mL 硫代巴比妥酸溶液和 17 mL 三氯乙酸-盐酸溶液,混合后于恒温混合水浴锅中沸水浴 30 min,取出,冷却后取 5 mL 样品,再加入等体积的氯仿,混匀后在 4 $^{\circ}\text{C}$ 、3000 r/min 的条件下离心 10 min。离心后取其上层清液在 532 nm 处测其吸光值,每组测吸光值前用等量蒸馏水代替样品进行标准样比对,分别测其储藏第 0,1,3,5,7 天的吸光值,根据下式计算其硫代巴比妥酸值,每个样品测 3 次取其平均值。

$$\text{TBARS}(\text{mg}/\text{kg}) = \frac{A_{532}}{w \times 9.48}$$

式中: A_{532} 为溶液在 532 nm 处的吸光值; w 为样品的质量,g;9.48 为常数。

1.3.7 POV 测定^[12]

称取 2 g 样品,加入 15 mL 氯仿-甲醇溶液,11000 r/min 高速均质 30 s,然后加入 3 mL 浓度为 0.5% 的氯化钠溶液,在 4 ℃、4000 g 的条件下离心 5 min,离心后样品分两相,取下层清液 5 mL,再加入 5 mL 氯仿-甲醇溶液,旋涡 30 s,再加入 25 μL Fe²⁺ 溶液和 25 μL 硫氰酸铵溶液,旋涡 30 s,静置 5 min 后取清液,在 500 nm 处测其吸光值,用等量蒸馏水代替样品进行标准样比对,分别测其储藏第 0,1,3,5,7 天的吸光值。使用还原铁粉制作标准曲线,将测得的吸光值代入标准曲线得到吸光值对应铁的质量,根据下式计算其过氧化值,每个样品测 3 次取其平均值。

$$X = \frac{c - c_0}{m \times 55.84 \times 2 \times \frac{v_2}{v_1}}$$

式中: X 为过氧化值, meq/kg; c 为标准曲线查得的铁的质量; c₀ 为标准曲线查得的零管铁的质量; v₁ 为样品稀释总体积, mL; v₂ 为取样体积, mL; m 为样品质量, g; 55.84 为 Fe 原子量; 2 为换算因子。

1.3.8 数据分析

所有实验平行 3 次,数据用平均值±标准差表示。标准差用 Excel 计算,折线图由 SigmaPlot 11.0 完成,显著性差异由 Statistix 8 完成,字母 a, b, c 不同表示差异显著(P<0.05)。

2 结果与分析

2.1 不同槲皮素添加量对大马哈鱼香肠色泽的影响

表 2 不同槲皮素添加量对贮藏期间香肠色泽的影响

Table 2 Effect of different quercetin additive amount on sausage color during storage

槲皮素添加量/ (mg/kg)	色差	贮藏时间/d				
		0	1	3	5	7
0	L*	59.89±0.07 ^a	59.75±0.27 ^a	60.27±0.29 ^a	61.65±0.47 ^b	62.84±0.14 ^a
	a*	17.19±0.25 ^a	17.20±0.11 ^a	17.03±0.63 ^a	16.85±0.31 ^b	16.67±0.26 ^c
	b*	14.78±0.76 ^b	14.93±0.13 ^b	15.07±0.51 ^b	15.46±0.12 ^a	15.73±0.09 ^a
150	L*	56.54±0.29 ^a	56.56±0.35 ^a	57.16±0.31 ^a	57.53±0.56 ^a	57.77±1.17 ^a
	a*	17.43±0.04 ^a	17.39±0.16 ^a	17.11±0.11 ^{ab}	16.87±0.11 ^b	16.72±0.10 ^b
	b*	13.85±0.53 ^a	13.89±1.14 ^a	14.08±0.29 ^a	14.16±1.13 ^a	14.21±0.58 ^a
200	L*	56.26±0.13 ^a	56.23±0.24 ^a	56.84±0.36 ^b	57.05±0.27 ^b	57.51±0.19 ^b
	a*	18.82±0.26 ^a	18.73±0.35 ^a	18.42±0.17 ^{ab}	18.11±0.07 ^b	18.02±0.13 ^b
	b*	13.13±0.15 ^a	13.24±0.52 ^a	13.61±0.17 ^a	13.76±0.24 ^a	13.87±0.11 ^a
250	L*	56.16±0.42 ^a	56.28±0.22 ^a	56.48±0.51 ^a	56.96±0.67 ^a	57.15±0.54 ^a
	a*	18.74±0.24 ^a	18.82±0.65 ^a	18.61±0.53 ^a	18.45±0.31 ^a	18.27±0.28 ^a
	b*	13.11±0.88 ^a	13.13±0.56 ^a	13.26±0.21 ^a	13.41±0.12 ^a	13.54±0.15 ^a
300	L*	56.33±0.11 ^b	56.45±0.15 ^b	56.72±0.27 ^b	57.09±0.41 ^{ab}	57.61±0.15 ^a
	a*	17.10±0.21 ^a	17.04±0.14 ^a	16.68±0.09 ^{ab}	16.43±0.20 ^b	16.28±0.16 ^b
	b*	15.28±0.23 ^a	15.37±0.07 ^a	15.81±1.07 ^a	15.83±0.71 ^a	16.04±0.31 ^b

注: a, b, c 代表显著性差异, 同行字母不同表示差异显著(P<0.05)。

由表 2 可知,在贮藏期间,所有实验组的亮度值都小于对照组。贮藏前期,L* 值略有增长(P>0.05),槲皮素添加量为 0 mg/kg 和 200 mg/kg 的香肠样品的 L* 值在前期甚至略微下降,可能是由于测定时间间隔过短造成了误差。随着贮藏时间的延长,各槲皮素添加量香肠的 L* 值都呈上升趋势,可能是由于腌制剂发色效果随贮藏时间的延长逐渐减退或是产品出油、出水导致香肠肉组织变亮。其次,对照组与槲皮素添加量为 150,300 mg/kg 的实验组的 a* 值在贮藏 3 d 后都显著下降(P<0.05),可能是由于在贮藏期间,香肠肌红蛋白形态发生改变,造成红度值下降^[13]。而槲皮素添加量为 250 mg/kg 和 300 mg/kg 的实验组的红度值没有明显变化(P>0.05),说明槲皮素添加量为 250 mg/kg 和 300 mg/kg 时对红度降低具有较好的抑制效果。对照组的 b* 值在贮藏 3 d 后上升趋势显著(P<0.05),而各实验组添加槲皮素后 b* 值的增加趋势变得不再显著(P>0.05),说明槲皮素对抑制香肠黄度值增加具有一定效果,可保护香肠色泽。曾亮等^[14]研究发现随着贮藏时间的延长,儿茶素能明显改变鸭胸肉的亮度、红度和黄度。

2.2 不同槲皮素添加量对大马哈鱼香肠 pH 的影响

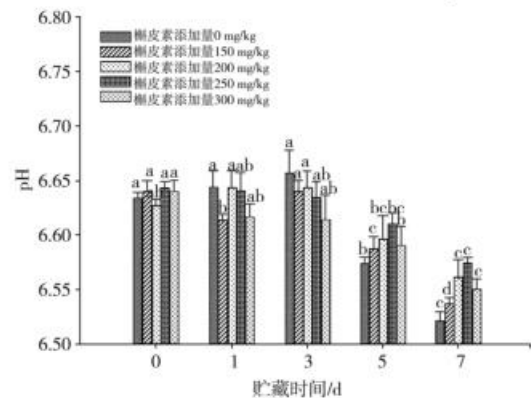


图 1 不同槲皮素添加量对香肠 pH 的影响

Fig. 1 Effect of different quercetin additive amount on pH of sausage

注:不同字母表示差异显著(P<0.05),下同。

pH 表示香肠中游离氢离子浓度的负对数,表示香肠样品有效酸度,对香肠的色泽、风味和贮藏稳定性有影响。由图 1 可知,在贮藏期的前 3 d 内,对照组和实验组的 pH 无明显变化,因为此时香肠中的微生物未进入对数生长期,繁殖速度较慢。另外,前 3 d pH 有略微上升的波动趋势,可能是肉组织中某些酶类分解蛋白质生成胺类物质使 pH 上升,同时也发生脂肪氧化分解产生游离脂肪酸的反应,导致 pH 变化出现波动,总体变化范围小。随着贮藏时间增加,槲皮素添加量为 0,150,300 mg/kg 的样品的 pH 值均明显下降(P<0.05),但添加量为 200 mg/kg 和 250 mg/kg 的

实验组的 pH 值并无明显下降趋势,可推测槲皮素添加量为 200 mg/kg 和 250 mg/kg 有助于维持 pH 的稳定。贮藏期间 pH 下降的原因是微生物在香肠中繁殖,将蛋白质分解为氨基酸,分解淀粉等碳水化合物发酵生成乳酸、醋酸等有机酸产物^[15]。

2.3 不同槲皮素添加量对大马哈鱼香肠菌落总数的影响

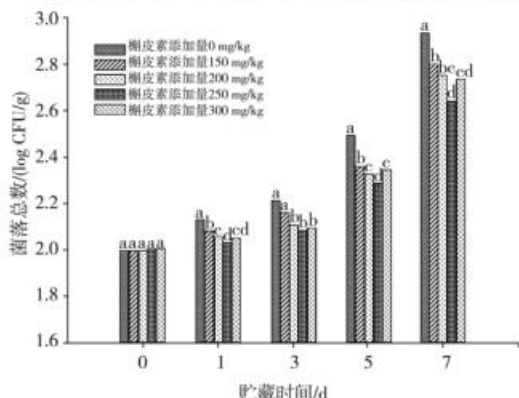


图 2 不同槲皮素添加量对香肠贮藏期间菌落总数的影响

Fig. 2 Effect of different quercetin additive amount on the total number of bacterial colonies of sausage during storage

由图 2 可知,随着贮藏时间的延长,对照组菌落总数先缓慢上升,这是因为香肠的制作并没有达到完全无菌状态,那些能够适应真空和室温环境的微生物利用香肠中的蛋白质和碳水化合物等营养物质进行生长繁殖,菌落总数上升速度变快,从而曲线变得陡峭。槲皮素添加量在 0~250 mg/kg 范围内时,槲皮素添加量越多抑菌效果越好,而槲皮素添加量为 250 mg/kg 与 300 mg/kg 的抑菌效果差别不大,此结果与励建荣等^[16]的研究结果相似。陈媚依等^[17]研究发现菌落总数均随着贮藏时间的延长而增大,添加鹧鸪茶多酚提取物后能有效地抑制鱼糜制品中的细菌生长。

2.4 不同槲皮素添加量对大马哈鱼香肠 TVB-N 值的影响

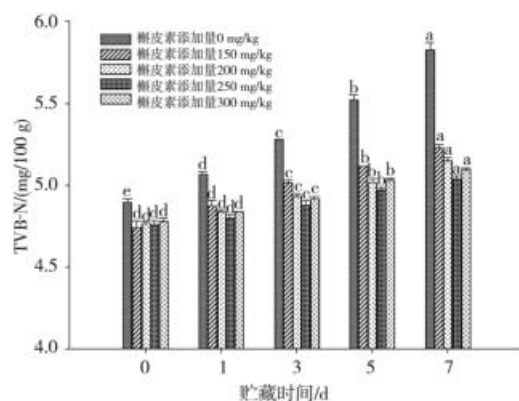


图 3 不同槲皮素添加量对香肠贮藏期间 TVB-N 值的影响

Fig. 3 Effect of different quercetin additive amount on TVB-N value of sausage during storage

TVB-N 值反映的是产品中蛋白质在酶、细菌、霉菌、酵母菌等微生物的作用下分解产生氨和胺类化合物等碱性含氮物质,含量越高证明产品腐败越严重。由图 3 可知,所有组的 TVB-N 值都呈现逐渐上升的趋势,因为香肠中残存的微生物开始利用蛋白质生长繁殖,蛋白质的分解产物碱性含氮物质越来越多,所以 TVB-N 值持续上升。与对照组相比,添加槲皮素的实验组的 TVB-N 值上升的速度缓慢,说明槲皮素可以显著抑制由微生物分解蛋白质引起的 TVB-N 值增加。槲皮素添加量为 250 mg/kg 与 300 mg/kg 的样品的 TVB-N 值相差不多,说明一定量的槲皮素可以抑制香肠 TVB-N 值升高,从而达到保鲜的目的。林娇芬等^[18]研究发现随着贮藏时间的延长,虾肉的 TVB-N 值逐渐增加,并且 0.2% 红毛藻多酚提取物能显著降低 TVB-N 值。

2.5 不同槲皮素添加量对大马哈鱼香肠 TBARS 值的影响

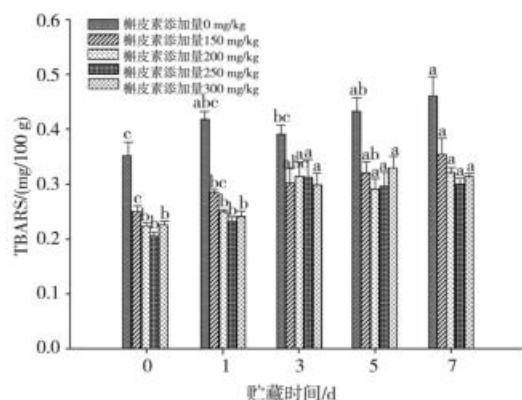


图 4 不同槲皮素添加量对香肠贮藏期间 TBARS 值的影响

Fig. 4 Effect of different quercetin additive amount on TBARS value of sausage during storage

TBARS 涵盖了大部分由氧化产生的醛、酮类物质,其中最具有代表性的产物是丙二醛,这些物质都由不饱和脂肪酸发生氧化反应而产生,能与 TBA 发生颜色反应生成红色物质,因此 TBARS 值常被用作衡量肉制品中脂质氧化产物含量的指标。由图 4 可知,对照组 TBARS 值的变化范围在 0.35~0.42 mg/100 g,变化幅度不大,并且明显有波动性,原因是香肠肉中的可溶性蛋白和外部添加的大豆分离蛋白能包裹住脂肪微粒,从而使脂肪不容易被氧化或是被微生物利用^[19],也有学者认为是脂肪氧化产生丙二醛的同时,丙二醛也在与蛋白质反应,变成结合态丙二醛^[20]。但对照组的 TBARS 值在整个贮藏期间都显著高于实验组($P < 0.05$),实验组的 TBARS 值变化趋势与槲皮素添加量之间没有显著差异,表明槲皮素可以起到良好的抗氧化作用。Fan 等^[21]研究发现,所有组别香肠的

TBARS 值在整个贮藏期间都有所增加。

2.6 不同槲皮素添加量对大马哈鱼香肠 POV 的影响

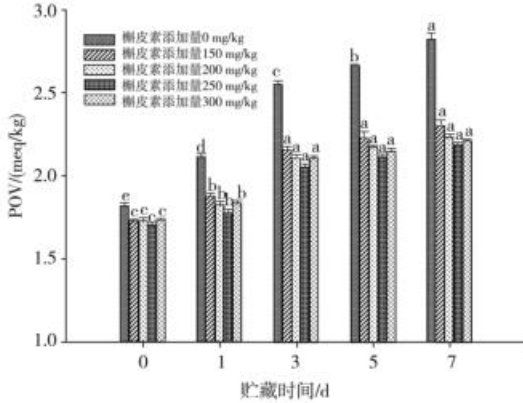


图 5 不同槲皮素添加量对香肠贮藏期间 POV 的影响

Fig. 5 Effect of different quercetin additive amount on POV of sausage during storage

POV 是油脂初始氧化产物的含量指标。由图 5 可知,所有组的 POV 在前 3 d 均呈现明显上升趋势($P < 0.05$),超过 3 d 后,上升趋势不再明显,原因是氢过氧化物不稳定,裂解成了小分子醛、酮类物质,使过氧化物量减少。由此可知,槲皮素能显著降低香肠产品的过氧化值,添加量为 250 mg/kg 时防腐效果最佳。袁晨阳等^[22]研究发现壳聚糖涂膜处理在贮藏后期能有效抑制羊肉香肠 POV 的增加。

3 结论

添加槲皮素的香肠比对照组具有更好的色泽,菌落总数、TBARS 值、POV、TVB-N 值都低于对照组,并且 pH 下降的趋势也明显比对照组平缓,证明槲皮素具有明显的抑菌作用和较强的抗氧化作用,能延缓香肠的腐败变质。香肠中槲皮素添加量为 250 mg/kg 时抑菌和抗氧化作用较佳。未来还可研究添加不同发酵剂对大马哈鱼发酵香肠品质的影响,探究发酵工艺参数,探索更有效或更适合大马哈鱼香肠的抗菌剂等。

参考文献:

[1] KRISTJÁNSSON Ó H, GJERDE B, ØDEGÅRD J, et al. Quantitative genetics of growth rate and filet quality traits in atlantic salmon inferred from a longitudinal bayesian model for the left-censored gaussian trait growth rate[J]. *Frontiers in Genetics*, 2020, 11: 3364-3372.

[2] KENTARO H, KOTARO S, KOMATSU S J, et al. Sea-entry conditions of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* that improve post-sea-entry survival: a case study of the 2012 brood-year stock released from the Kushiro River, eastern Hokkaido, Japan[J]. *Fisheries Science*, 2020, 86(5): 783-792.

[3] BENSID A, NARIMAN E A, HOUICHER A, et al. Antioxidant and antimicrobial preservatives: properties, mechanism of action and applications in food—a review[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020(1): 11-17.

[4] NASEER B, SANAULLAH I, NAMRAH W, et al. Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of rutin in combination with butylated hydroxytoluene in cheddar cheese[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2020, 45(1): 15046.

[5] 刘俊新. 生姜提取物和洋葱槲皮素结合对哈尔滨风干肠抑菌保鲜作用的研究[J]. *中国食品添加剂*, 2018(9): 178-182.

[6] 刘浩, 吴叶, 张建萍, 等. 混合菌辅助发酵羊肉香肠研制及产品质量分析[J]. *中国调味品*, 2021, 46(9): 69-73.

[7] 郑云, 韩齐, 李艳青. 燕麦麸添加量和烘干时间对猪肉脯品质的影响[J]. *中国调味品*, 2021, 46(9): 28-32.

[8] 李韬, 邹伟, 赵兴秀, 等. 食用菌添加对自贡冷吃牛肉品质与风味影响研究[J]. *中国调味品*, 2021, 46(8): 24-28.

[9] 侯智勇, 杨静, 卢雪松, 等. 温度对四川醉虾品质的影响研究[J]. *中国调味品*, 2021, 46(9): 37-41.

[10] 陈伟玲, 周乐丹, 龙姣丽, 等. 4 °C 贮藏下黄田扣肉品质变化及贮藏期的研究[J]. *食品研究与开发*, 2020, 41(20): 78-83.

[11] 彭晶. 菜籽蛋白的制备及其对白鲢鱼糜凝胶特性的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.

[12] 张皖君, 蓝蔚青, 胡旭敏, 等. 竹叶提取物流化冰与迷迭香提取物流化冰处理对鲈鱼贮藏期间抗氧化活性及微生物作用影响[J]. *中国食品学报*, 2020, 20(7): 151-159.

[13] 白婷, 周星辰, 何丹, 等. 天然植物提取物对四川腊肉产品特性的影响研究[J]. *中国调味品*, 2021, 46(6): 77-82.

[14] 曾亮, 黄建安, 唐书泽, 等. 儿茶素对鸭肉色泽和鲜度的影响[J]. *食品与机械*, 2008(1): 55-59.

[15] 汤敏, 黄俊逸, 李聪, 等. 冷藏过程中不同包装德州扒鸡的微生物及理化特性[J]. *食品科技*, 2020, 45(6): 122-129.

[16] 励建荣, 林毅, 朱军莉, 等. 茶多酚对梅鱼鱼丸保鲜效果的研究[J]. *中国食品学报*, 2009, 9(6): 128-132.

[17] 陈媚依, 杨宏. 鹧鸪茶提取物对鲢鱼鱼糜制品保鲜作用的研究[J]. *食品科技*, 2020, 45(11): 131-137.

[18] 林娇芬, 叶丽珠, 苏秋芳, 等. 红毛藻多酚提取物对冷藏中国对虾品质的影响[J]. *包装与食品机械*, 2020, 38(3): 28-33.

[19] 孟少华, 傅琳秋, 王令建, 等. 低温熏煮香肠的贮藏特性研究[J]. *现代食品科技*, 2010, 26(3): 244-246.

[20] CARDENIA V, RODRIGUEZ M T, CUMELL F, et al. Oxidative stability of pork meat lipids as related to high-oleic sunflower oil and vitamin E diet supplementation and storage conditions[J]. *Meat Science*, 2011, 88(2): 271-279.

[21] FAN W J, ZHANG Y K, CHEN Y C, et al. TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures[J]. *Meat Science*, 2014, 96(1): 1-4.

[22] 袁晨阳, 曹阳东, 高惠, 等. 壳聚糖涂膜处理对低温羊肉香肠贮藏品质的影响[J]. *肉类研究*, 2019, 33(6): 44-48.