

复合生物保鲜剂 对金线鱼鱼肉肠的保鲜作用

仪淑敏¹,张诗雯¹,叶贝贝¹,杨 领¹,李学鹏¹,郁晓君²,丁浩宸²,黄建联²,谢 晶³,励建荣^{1,*}

(1.渤海大学食品科学与工程学院,国家鱼糜及鱼糜制品加工技术研发分中心,
辽宁省高等学校生鲜食品产业技术研究院,辽宁锦州 121013;
2.辽宁安井食品有限公司,辽宁鞍山 114100;
3.上海海洋大学食品学院,上海 201306)

摘 要:为探究复合生物保鲜剂对金线鱼鱼肉肠的保鲜作用,采用空白对照、0.09% 壳聚糖+0.07% 柠檬酸+0.025% ϵ -聚赖氨酸+0.09% 竹醋液复合生物保鲜剂、0.1% 山梨酸钾对照处理金线鱼鱼肉肠,贮藏于4℃条件下,以菌落总数、pH、白度、持水性、质地为评价指标。结果表明:在4℃贮藏条件下,随着贮藏时间的延长,菌落总数升高,pH和质地总体呈现升高趋势,白度先升高后下降,持水性下降。复配组的菌落总数和pH显著($p<0.05$)低于空白组,白度显著($p<0.05$)高于空白组。

关键词:复合生物保鲜剂,金线鱼鱼肉肠,保鲜,贮藏期,品质变化

Effect of Composite Biological Preservative on the Quality of *Nemipterus virgatus* Sausages

YI Shu-min¹,ZHANG Shi-wen¹,YE Bei-bei¹,YANG Ling¹,LI Xue-peng¹,
YU Xiao-jun²,DING Hao-chen²,HUANG Jian-lian²,XIE Jing³,LI Jian-rong^{1,*}

(1.The Fresh Food Industry Research Institute of Liaoning Provincial Universities,National
R&D Branch Center of Surimi and Surimi Products Processing,College of
Food Science and Engineering,Bohai University,Jinzhou 121013,China;
2.Liaoning Anjoy Food Co.,Ltd.,Anshan 114100,China;
3.College of Food Science and Technology,Shanghai Ocean University,Shanghai 201306,China)

Abstract:In order to evaluate the preservation effect of composite biological preservative on the quality of *Nemipterus virgatus* sausages,the *Nemipterus virgatus* sausages from the control group,0.09% chitosan +0.07% citric acid +0.025% ϵ -polylysine +0.009% bamboo vinegar group and 0.1% potassium sorbate group were stored at 4℃.The total colony number,pH,whiteness,water holding capacity and texture were measured during storage.The results demonstrated that the total colony number,pH and texture increased generally,whiteness increased and then decreased,water holding capacity decreased with the extension of storage time at 4℃.The total colony number and pH in the compound group were significantly($p<0.05$) lower than those in the control group,and the whiteness was significantly($p<0.05$) higher than that in the control group.

Key words:composite biological preservative;*Nemipterus virgatus* sausages;preservation;storage period;quality changes

中图分类号:TS202.3

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2019)04-0226-06

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2019.04.037

引文格式:仪淑敏,张诗雯,叶贝贝,等.复合生物保鲜剂对金线鱼鱼肉肠的保鲜作用[J].食品工业科技,2019,40(4):226-231.

金线鱼(*Nemipterus virgatus*)属于鲈形目、金线鱼科,是一种海产经济鱼类,具有分布广泛、价格低廉、肉质细嫩等特点,是常见冷冻鱼糜及鱼糜制品的原

料^[1]。2016年,金线鱼的捕捞量超过44万吨,比2015年增长10.01%,为水产品加工提供了充足稳定的原料^[2]。

收稿日期:2018-06-08

作者简介:仪淑敏(1980-),女,博士,教授,主要从事水产品贮藏加工及质量安全控制方面的研究,E-mail:yishumin@163.com。

*通讯作者:励建荣(1964-),男,博士,教授,主要从事水产品贮藏加工及安全控制方面的研究,E-mail:lijr6491@163.com。

基金项目:国家自然科学基金(31571868,31771999,31701631,31701629);辽宁省重点研发计划指导计划项目(2017205004);泰山学者蓝色产业领军人才团队支撑计划项目(鲁政办字(2015)19号);辽宁省教育厅高水平创新团队(境)外培养项目(辽教函(2018)225号)。

生物保鲜剂是利用自然或人工控制微生物的抗菌化合物,可安全、有效地延长食品的保质期^[3]。在抑菌效果方面,两种或两种以上生物保鲜剂复合使用不仅能减少单一保鲜剂的使用量,而且抑菌更广泛,可强化抑菌效果^[4]。壳聚糖(Chitosan)是几丁质经脱乙酰作用得到的一种生物活性物质,易溶于弱酸性溶剂,具有良好抑菌性,在水产品保鲜中应用广泛^[5]。柠檬酸(Citric Acid)是人体正常代谢过程中三羧酸循环中间产物,是一种降低食品 pH 来抑制微生物生长繁殖的安全食品添加剂,可按生产所需适量添加^[6-7]。 ϵ -聚赖氨酸(ϵ -polylysine)是由白色链霉菌发酵产生的一种安全营养型抑菌剂,具有广泛的抑菌性,在食品保鲜中应用普遍,在熟肉制品中的添加量为 0.025%^[7-8]。竹醋液(Bamboo Vinegar)是竹材高温分解后再经冷却得到的一种具有广谱抑菌性的安全无毒的复杂液体混合物,主要成分为有机酸、酚类、醇类、酯类及酮类等,在食品领域有所应用^[9]。

生物保鲜剂在水产品中的应用多在于鱼和虾的保鲜贮藏。Wu 等将壳聚糖与 nisin 结合处理鲳鱼片,得到较好保鲜效果^[10]。熊青等得到在 8 g/L 茶多酚、5 g/L 柠檬酸、2 g/L L-半胱氨酸复配条件下对冷藏南美白对虾的保鲜效果最好^[11]。李敬等得到在 0.4% ϵ -聚赖氨酸、1.5% 壳聚糖和 0.05% 乳酸链球菌素复配条件下对冷藏半滑舌鳎保鲜效果最佳^[12]。孙涛等将竹醋液与茶多酚结合处理南美白对虾,延长了贮藏期^[13]。目前对于生物保鲜剂应用于易腐败变质的鱼糜制品的研究较少,且应用的生物保鲜剂种类单一^[14]。山梨酸钾是化学保鲜方法中常用的一种保鲜剂,虽然保鲜效果好但存在安全问题,所以需要在鱼糜制品保鲜方面探索新型安全的复合生物保鲜剂,为鱼糜制品保鲜提供更多理论基础,因此本文将不同比例的壳聚糖、柠檬酸、 ϵ -聚赖氨酸、竹醋液四种生物保鲜剂复配,加入到金线鱼鱼肉肠,观察复合生物保鲜剂对金线鱼鱼肉肠在 4℃ 贮藏过程中品质变化的影响,旨在为金线鱼鱼肉肠的贮藏、保鲜提供研究依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

金线鱼糜 青岛新锦国际贸易有限公司;土豆淀粉和盐 购于锦州兴隆超市;壳聚糖(脱乙酰度 96.5%) 河南斯利达食品添加剂有限公司;柠檬酸 西安惠邦生物工程有限公司; ϵ -聚赖氨酸 郑州市伟丰生物科技有限公司;竹醋液 江阴中炬生物科技有限公司;山梨酸钾 常州洋森生物科技有限公司,以上材料均为食品级;平板计数琼脂(PCA) 青岛高科园海博生物技术有限公司;氯化钠 分析纯,天津市风船化学试剂科技有限公司。

UMC5 真空斩拌机 德国 Stephan 公司;YSN 立式灌肠机 广州优连食品加工机械有限公司;HH-4 数显恒温水浴锅 常州国华电器有限公司;MIR-554 低温恒温培养箱 日本三洋电机株式会社;CR-400 色彩色差计 杭州祥盛科技有限公司;FJ200-SH 数

显高速分散均质机 上海标本模型厂;FE28K pH 计 METTLER TOLEDO 公司;全能台式高速冷冻离心机 Thermo Fisher Scientific 公司;MLS-3030CH 立式高压灭菌锅 广州三洋电机有限公司;Bag Mixer 拍击式均质器 法国 Interscience 公司;SW-CJ-2FD 超净工作台 苏景集团苏州安泰技术有限公司;LRH 系列生化培养箱 上海一恒科技有限公司;TA-XT-Plus 质构仪 英国 Stable Micro Systems 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 保鲜液的制备 各保鲜液浓度均以物料总量为基准,复配组比例由前期预实验结果确定,复配时将 0.07% 柠檬酸、0.025% ϵ -聚赖氨酸、0.09% 竹醋液、0.09% 壳聚糖依次加入水中溶解,分别以空白组和 0.1% 山梨酸钾组作对照。

1.2.2 鱼肠的制备 在实验前对实验室、实验仪器及实验人员进行消毒,降低样品初始微生物数值。将-20℃ 冰箱中的金线鱼糜在静水中解冻,切成小块后放入真空斩拌机斩拌 1 min,随后加盐斩拌 2 min,再加土豆淀粉和含有保鲜剂的水(保鲜液),真空斩拌 7 min,取出物料灌肠。在斩拌过程中物料温度低于 10℃,各物料的比例分别为金线鱼糜 54%,食盐 2.5%、土豆淀粉 6%、水 37.5%。

将鱼肠在 45℃ 恒温水浴锅中加热 20 min,成型凝胶化,然后在 95℃ 恒温水浴锅中加热 5 min,进行熟化。将鱼肠在冰水混合物中冷却至 0℃,放入 4℃ 冰箱贮藏备用,分别在第 1、7、13、19、25 d 取样测定各指标。

1.2.3 菌落总数测定 参考 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》的测定方法^[15]进行稀释平板计数法测定。每个样品浓度 3 组平行。

1.2.4 pH 测定 参考 GB 5009.237-2016《食品安全国家标准食品 pH 的测定》的测定方法^[16]稍作修改,取 5 g 样品,加入 50 mL 蒸馏水,均质后静置 30 min,过滤取上清液,用 pH 计测定样品的 pH,每组 3 个平行。

1.2.5 白度测定 参考 Marchetti 等^[17]方法,将鱼肠横切成 2 cm 高的圆柱体,使用色差计测定其亮度值 L^* 、红绿值 a^* 及黄蓝值 b^* ,通过如下白度公式计算出白度值,每组 3 个平行。

$$\text{白度} = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

1.2.6 持水性测定 将鱼肠样品横切成 5 mm 薄片,准确称取质量为 G_1 ,将薄片放入三层滤纸中,包好后放入 50 mL 离心管中离心,离心参数为 4℃、5000 g、15 min。离心后立即取出,准确称量样品质量为 G_2 ,根据如下公式计算出持水性,每组 3 个平行^[18]。

$$\text{持水性}(\%) = \frac{G_2}{G_1} \times 100$$

1.2.7 质地分析 参考 Priyadarshini 等^[19]方法稍作修改,将鱼肠样品在室温下放置 30 min,横切成高度为 2.5 cm 的圆柱体,圆柱体的底面直径为 2.5 cm。采用 TA-XT-Plus 质构仪对样品进行质地分析。测定参数为:探头型号 P/50;测前速度、测试速度、测后

速度均为 1 mm/s;压缩比为 40%;触发力 5 g。每组 6 个平行。

1.3 数据处理

采用 SPSS 软件进行显著性分析,显著性水平为 $p < 0.05$;采用 Origin 8.5 软件作图。

2 结果与分析

2.1 鱼肠 4 °C 贮藏过程中菌落总数的变化

菌落总数是判断水产品腐败程度的重要指标之一,可有效反映出产品被微生物污染的情况^[20]。在 GB10136-2015《动物性水产制品》中规定,鱼糜制品的菌落总数限量为 5 lg cfu/g^[21]。由图 1 可知,随着贮藏时间的延长,空白组、复配组和山梨酸钾组的菌落总数均有显著性变化($p < 0.05$),这说明贮藏时间对样品的菌落总数有显著影响。三组的菌落总数均呈现上升的变化趋势,在第 19 d 菌落总数均未超标,在第 25 d 空白组超标,复配组菌落总数为 5.04lg cfu/g,达到限量标准,山梨酸钾组菌落总数为 4.98lg cfu/g,接近限量标准,但复配组和山梨酸钾组的菌落总数无显著性差异,均显著低于空白组($p < 0.05$),并且除第 1 d,复配组和山梨酸钾组菌落总数始终低于空白组,说明保鲜剂可抑制微生物的生长繁殖,适当延长贮藏期,在贮藏前 19 d 山梨酸钾组的菌落总数显著低于复配组($p < 0.05$),在 19~25 d 菌落总数无差异。这是由于鱼糜制品在 4 °C 贮藏 25 d,初期的优势腐败菌是乳酸菌,末期大肠杆菌也成为优势腐败菌,山梨酸钾对乳酸菌有较强抑制作用,对大肠杆菌无抑制作用,且随贮藏时间的延长山梨酸钾的抑菌效果减弱,不能显著抑制微生物^[22-23]。复配组因由多种不同来源的保鲜剂组成,具有广泛的抑菌性,所以菌落总数曲线的曲线匀速上升。因此,在贮藏前 19 d,山梨酸钾的保鲜效果显著优于复配组($p < 0.05$),19~25 d 山梨酸钾与复配组保鲜效果相同,且均刚达到菌落限量,说明复合生物保鲜剂与山梨酸钾的抑菌效果相同。

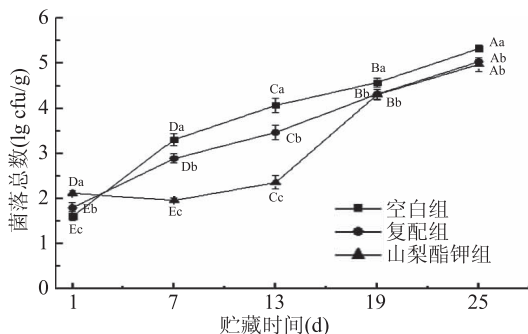


图1 鱼肠 4 °C 贮藏过程中菌落总数变化趋势

Fig.1 Changes in total colony number in fish sausage during storage at 4 °C

注:同列字母 A~E 表示空白组、复配组和山梨酸钾组分别随贮藏时间变化的差异显著性($p < 0.05$);同列字母 a~c 表示相同贮藏时间下空白组、复配组和山梨酸钾组之间的差异显著性($p < 0.05$);图 2、图 3 同。

2.2 鱼肠 4 °C 贮藏过程中 pH 的变化

pH 是反映食品新鲜程度重要指标之一,随着贮

藏时间的延长,食品的腐败程度加剧,品质降低,pH 会呈现上升趋势^[24]。由图 2 可知,随着贮藏时间的延长,空白组、复配组和山梨酸钾组的 pH 变化相对平稳,呈现先升高后下降再升高的趋势。pH 呈现升高趋势是由于微生物生长繁殖时分解样品中的蛋白质产生含氮的碱性化合物。空白组第 13 d 的 pH 显著降低($p < 0.05$),是由于在贮藏初期乳酸菌成为优势菌,分解有机物,发酵产酸。山梨酸钾对乳酸菌有较好的抑制作用,所以 pH 没有显著下降^[22-23]。复配组第 1 d 的 pH 最低,且在贮藏期间复配组的 pH 均低于空白组和山梨酸钾组,是由于复配生物保鲜剂呈弱酸性,延缓微生物的繁殖代谢,从而达到保鲜的目的。pH 的升高或降低以及变化幅度主要在于微生物分解蛋白质和代谢产酸的速度。

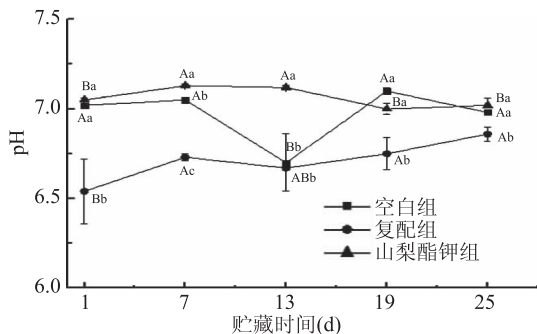


图2 鱼肠 4 °C 贮藏过程中 pH 变化趋势

Fig.2 Changes in pH of fish sausage during storage at 4 °C

2.3 鱼肠 4 °C 贮藏过程中白度的变化

食品的颜色及品质与消费者对其印象、评价有着密不可分的关系,所以对食品进行颜色测定,客观评价食品表面或内部的色泽变化是必不可少的^[25-26]。由表 1 可知,在 4 °C 贮藏条件下,随着贮藏时间的延长,空白组、复配组和山梨酸钾组的 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值和白度值均有显著性差异($p < 0.05$),整体呈现先增大后减小的趋势,但变化幅度较小,基本保持稳定,这与庞彩霞等研究结果相同^[24]。由表 1 可知,复配组的 L^* 值和白度值显著高于山梨酸钾组和空白组($p < 0.05$),说明复配组通过提高鱼肠的亮度从而提高白度,这可能与复配组中含有壳聚糖有关,已有研究表明壳聚糖可提高样品白度^[27]。

2.4 鱼肠 4 °C 贮藏过程中持水性的变化

持水性是反映鱼糜制品凝胶结构的一个重要指标,持水性越高说明鱼糜制品的凝胶三维网络结构越致密,束缚水的能力更强^[28-29]。由图 3 可知,空白组、复配组和山梨酸钾组的持水性随着贮藏时间的延长均有显著差异($p < 0.05$),说明贮藏时间对鱼肠的持水性有很大影响。三组样品的持水性总体呈现出下降趋势,是由于微生物生长繁殖时分解了蛋白质,破坏了凝胶网络结构,导致持水性下降。空白组第 19 d 和复配组在第 13 d 持水性有上升趋势,而山梨酸钾组并未有上升,可能是因为在贮藏初期产生较多乳酸菌^[22]。乳酸菌在利用碳水化合物产生乳酸时也会代谢产生乳酸菌素,有抑制其他微生物生长的作用,减少了对蛋白结构的破坏,所以持水性上

表1 鱼肠4℃贮藏过程中L*值、a*值、b*值和白度的变化

Table 1 Changes in L* value, a* value, b* value and whiteness of fish sausage during storage at 4℃

贮藏时间(d)	组别	L*	a*	b*	白度
1	空白组	79.18 ± 0.16 ^{Ab}	-5.78 ± 0.01 ^{Aa}	12.44 ± 0.05 ^{Aa}	75.07 ± 0.12 ^{Bb}
	复配组	81.73 ± 0.23 ^{Ba}	-5.87 ± 0.01 ^{Ab}	12.46 ± 0.10 ^{Aa}	77.12 ± 0.18 ^{Ba}
	山梨酸钾组	79.43 ± 0.78 ^{ABb}	-6.02 ± 0.01 ^{Ac}	12.54 ± 0.27 ^{ABa}	75.17 ± 0.52 ^{BCb}
7	空白组	78.27 ± 0.26 ^{Bc}	-6.11 ± 0.07 ^{Ba}	11.92 ± 0.13 ^{Bb}	74.47 ± 0.17 ^{Db}
	复配组	81.41 ± 0.16 ^{Ca}	-6.22 ± 0.01 ^{Cb}	11.89 ± 0.06 ^{BCb}	77.07 ± 0.16 ^{Ba}
	山梨酸钾组	78.67 ± 0.15 ^{Bb}	-6.11 ± 0.03 ^{Ba}	12.10 ± 0.06 ^{Ba}	74.73 ± 0.11 ^{Cb}
13	空白组	79.37 ± 0.10 ^{Ab}	-5.81 ± 0.06 ^{Aa}	12.02 ± 0.08 ^{Bb}	75.43 ± 0.06 ^{Ab}
	复配组	82.44 ± 0.01 ^{Aa}	-6.18 ± 0.04 ^{BCb}	12.05 ± 0.22 ^{Bb}	77.82 ± 0.12 ^{Aa}
	山梨酸钾组	79.69 ± 0.48 ^{Ab}	-6.24 ± 0.03 ^{Cb}	12.73 ± 0.42 ^{Aa}	75.23 ± 0.20 ^{Bb}
19	空白组	78.51 ± 0.11 ^{Bc}	-6.03 ± 0.03 ^{Ba}	11.74 ± 0.02 ^{Ca}	74.78 ± 0.08 ^{Cc}
	复配组	81.60 ± 0.08 ^{BCa}	-6.16 ± 0.03 ^{Bb}	11.70 ± 0.17 ^{Ca}	77.35 ± 0.15 ^{Ba}
	山梨酸钾组	79.55 ± 0.14 ^{Ab}	-6.21 ± 0.03 ^{Cb}	11.36 ± 0.10 ^{Cb}	75.80 ± 0.06 ^{Ab}
25	空白组	78.48 ± 0.15 ^{Bc}	-6.07 ± 0.07 ^{Ba}	11.76 ± 0.02 ^{Ca}	74.74 ± 0.12 ^{Cc}
	复配组	81.59 ± 0.06 ^{BCa}	-6.19 ± 0.04 ^{BCb}	11.74 ± 0.16 ^{Ca}	77.31 ± 0.14 ^{Ba}
	山梨酸钾组	79.56 ± 0.18 ^{Ab}	-6.21 ± 0.05 ^{Cb}	11.50 ± 0.25 ^{Ca}	75.73 ± 0.06 ^{Ab}

注:同列字母 A~D 表示空白组、复配组和山梨酸钾组分别随贮藏时间变化的差异显著性($p < 0.05$);同列字母 a~c 表示相同贮藏时间下空白组、复配组和山梨酸钾组之间的差异显著性($p < 0.05$);表 2 同。

升^[30-32]。由于复配组与乳酸菌素均有抑菌作用所以同时作用效果更加显著,持水性比空白组提前 6 d 呈现上升趋势,且复配组中的壳聚糖具有一定的保水性,所以持水性上升的幅度较大^[33]。山梨酸钾对乳酸菌有较强抑制作用,所以持水性没有上升,呈现持续下降趋势。在贮藏初期山梨酸钾组的持水性优于空白组和复配组,是因为山梨酸钾具有保水性,而复配组中的壳聚糖水溶性差,在溶解过程中容易不均匀,相对于空白组对持水性略有影响^[24]。

2.5 鱼肠 4℃贮藏过程中质地的变化

质地分析是评价鱼糜制品品质的重要因素,同时它会影响消费者对产品的喜好程度^[34]。由表 2 可知,随着贮藏时间的延长,空白组、复配组和山梨酸

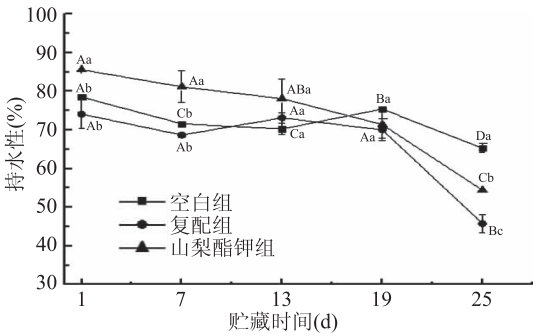


图3 鱼肠4℃贮藏过程中持水性变化趋势
Fig.3 Changes in water holding capacity of fish sausage during storage at 4℃

表2 鱼肠4℃贮藏过程中质地变化

Table 2 Change in texture of fish sausage during storage at 4℃

贮藏时间(d)	组别	弹性	硬度(g)	胶着度	咀嚼度(g)
1	空白组	0.904 ± 0.001 ^{Ca}	1345.680 ± 36.763 ^{Dc}	1017.904 ± 28.579 ^{Dc}	919.792 ± 27.188 ^{Dc}
	复配组	0.884 ± 0.060 ^{Ba}	1633.914 ± 22.706 ^{Db}	1278.045 ± 24.793 ^{Cb}	1130.998 ± 97.752 ^{Db}
	山梨酸钾组	0.944 ± 0.012 ^{ABa}	1926.665 ± 25.410 ^{Ca}	1497.799 ± 74.973 ^{Ba}	1414.008 ± 77.895 ^{Aa}
7	空白组	0.903 ± 0.010 ^{Ca}	1683.321 ± 25.410 ^{Cb}	1282.920 ± 11.890 ^{Cb}	1158.521 ± 24.027 ^{Cc}
	复配组	0.917 ± 0.012 ^{ABa}	1780.241 ± 95.045 ^{Cb}	1372.859 ± 72.965 ^{Bb}	1259.022 ± 78.819 ^{Cb}
	山梨酸钾组	0.916 ± 0.009 ^{ABCa}	1995.176 ± 45.158 ^{Aa}	1532.857 ± 26.656 ^{ABa}	1403.694 ± 27.489 ^{Aa}
13	空白组	0.900 ± 0.002 ^{Ca}	2249.038 ± 57.916 ^{Ba}	1662.079 ± 58.062 ^{Ba}	1495.305 ± 54.939 ^{Ba}
	复配组	0.922 ± 0.011 ^{ABa}	1956.428 ± 40.080 ^{Bb}	1496.686 ± 33.912 ^{Ab}	1379.534 ± 45.571 ^{ABa}
	山梨酸钾组	0.897 ± 0.044 ^{Ca}	1452.579 ± 101.996 ^{Bc}	1097.197 ± 75.064 ^{Cc}	984.750 ± 45.571 ^{ABa}
19	空白组	0.916 ± 0.001 ^{Ba}	1751.322 ± 54.033 ^{Cb}	1313.512 ± 17.337 ^{Cc}	1202.781 ± 15.487 ^{Cc}
	复配组	0.917 ± 0.010 ^{ABa}	2062.689 ± 39.669 ^{Aa}	1531.029 ± 33.426 ^{Ab}	1403.816 ± 24.686 ^{Ab}
	山梨酸钾组	0.910 ± 0.008 ^{BCa}	2034.924 ± 28.189 ^{Aa}	1604.561 ± 17.229 ^{Aa}	1460.070 ± 3.820 ^{Aa}
25	空白组	0.936 ± 0.004 ^{Ac}	2475.641 ± 48.131 ^{Aa}	1943.681 ± 43.763 ^{Aa}	1818.505 ± 36.779 ^{Aa}
	复配组	0.965 ± 0.002 ^{Aa}	1462.883 ± 27.086 ^{Ec}	1322.602 ± 27.238 ^{BCc}	1276.670 ± 23.864 ^{BCc}
	山梨酸钾组	0.954 ± 0.005 ^{Ab}	2048.848 ± 79.272 ^{Ab}	1553.260 ± 41.515 ^{ABb}	1524.639 ± 87.943 ^{Ab}

钾组的弹性、硬度、胶着度及咀嚼度均整体呈现增大趋势,且硬度、胶着度及咀嚼度变化相同,说明贮藏时间对样品的质地有影响。空白组的硬度在前 13 d 显著增大($p < 0.05$),这是由于鱼肠在低温贮藏初期内部结构会聚凝收缩,在 19 d 硬度减小是由于微生物及脂肪氧化对蛋白结构的破坏,在 25 d 硬度增大可能是由于水分有所损失导致内部结构间的距离减小,质地更加紧实;复配组硬度在第 19 d 才达到最大值,随后减小,是由于复配组的壳聚糖能与蛋白质络合,使其结构更加稳定,不易被降解破坏,且复配组具有抑菌性和抗氧化性,所以延缓了硬度的减小^[27];山梨酸钾组的硬度在第 7 d 增大但在第 13 d 减小可能是由于山梨酸钾在贮藏前期的抑菌效果显著,脂肪氧化成为影响硬度的主要因素,所以导致山梨酸钾组的硬度变化趋势提前。空白组和山梨酸钾组的弹性呈现先减小后增大的趋势,可能是由于贮藏初期硬度增大,减小了凝胶结构的间隙,使弹性减小,在贮藏后期由于网络结构破坏严重,水分流失,导致弹性随硬度的增大而增大。而复配组具有提高弹性的效果所以弹性持续增大^[27]。在贮藏期间,样品的水分、脂肪、蛋白质、微生物等均会影响样品的质地,所以质地的变化主要在于多种影响因素之间的平衡及侧重,很难明确每个变化趋势的准确原因^[35]。

3 结论

本文研究四种生物保鲜剂复配对金钱鱼鱼肉肠保鲜效果的影响。研究表明,在 4℃ 贮藏条件下,随着贮藏时间的延长,菌落总数升高,pH 和质地总体呈现升高趋势,白度先升高后下降,持水性下降。复配组的菌落总数和 pH 显著($p < 0.05$) 低于空白组,白度显著($p < 0.05$) 高于空白组。

参考文献

- [1] 王金路,王雪琦,仪淑敏,等.金钱鱼鱼丸冷藏过程中品质变化规律研究[J].水产科学,2015,34(1):14-19.
- [2] 农业部渔业渔政管理局.中国渔业统计年鉴 2017[M].北京:中国农业出版社,2017.
- [3] Ghanbari M, Jami M, Domig K J, et al. Seafood biopreservation by lactic acid bacteria—A review[J]. LWT—Food Science and Technology, 2013, 54(2):315-324.
- [4] 刘金昉,刘红英,齐凤生,等.复合生物保鲜剂结合冰温贮藏对南美白对虾的保鲜效果[J].食品科学,2014,35(20):286-290.
- [5] 刘淑敏,邵兴锋.复合生物保鲜剂在水产品保鲜中的应用[J].生物技术进展,2013(6):408-411.
- [6] 熊青.复合生物保鲜剂对冷藏南美白对虾品质的影响[D].上海:上海海洋大学,2014:6.
- [7] 中国卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.GB2760-2014 中华人民共和国国家标准食品安全国家标准食品添加剂使用标准[S].北京:中国标准出版社.
- [8] 杨云霞,裘曦.ε-聚赖氨酸复配制剂防腐效果研究[J].现代食品,2016,3(5):37-39.
- [9] 刘华巍.基于竹醋液的天然复合抗氧化剂和复合保鲜剂

的开发[D].上海:上海海洋大学,2013:1-2.

- [10] Wu C, Hu Y, Chen S, et al. Formation mechanism of nano-scale antibiotic and its preservation performance for silvery pomfret[J]. Food Control, 2016, 69:331-338.
- [11] 熊青,谢晶,钱韵芳,等.茶多酚复合保鲜剂对冷藏南美白对虾品质的影响[J].食品科学,2014,35(2):287-291.
- [12] 李敬,韩冬娇,刘红英.复合生物保鲜剂对半滑舌鳎保鲜效果的研究[J].河北农业大学学报,2016,39(1):84-88.
- [13] 孙涛,刘华巍,陈麒名,等.竹醋液与茶多酚对南美白对虾的复合保鲜研究[J].天然产物研究与开发,2012,24(12):1828-1832.
- [14] 毕海丹,崔旭海,王占一,等.茶多酚和乳清蛋白对冷藏鱼糜保鲜效果的影响[J].食品科学,2016,37(10):272-277.
- [15] 中国卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.GB4789.2-2016 中华人民共和国国家标准食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定[S].北京:中国标准出版社,2016:1-4.
- [16] 中国卫生和计划生育委员会.GB5009.237-2016 中华人民共和国国家标准食品安全国家标准食品 pH 的测定[S].北京:中国标准出版社,2016:2-4.
- [17] Marchetti L, Muzzio B, Cerrutti P, et al. Bacterial nanocellulose as novel additive in low-lipid low-sodium meat sausages. Effect on quality and stability[J]. Food Structure, 2017, 14:52-59.
- [18] Sánchez-González I, Carmona P, Moreno P, et al. Protein and water structural changes in fish surimi during gelation as revealed by isotopic H/D exchange and Raman spectroscopy[J]. Food Chemistry, 2008, 106(1):56-64.
- [19] Priyadarshini B, Xaviera K A M, Nayak B B, et al. Instrumental quality attributes of single washed surimi gels of tilapia: Effect of different washing media[J]. LWT—Food Science and Technology, 2017, 86:385-392.
- [20] 李刚.益生菌芽孢乳酸菌对养殖大黄鱼贮藏过程中品质的影响研究[D].杭州:浙江工商大学,2013.
- [21] 中国卫生和计划生育委员会.GB 10136-2015 中华人民共和国国家标准食品安全国家标准动物性水产制品[S].北京:中国标准出版社,2016:1-3.
- [22] 仪淑敏,王雪琦,励建荣,等.市售鱼糜制品微生物菌相的初步分析[J].食品工业科技,2013,34(9):183-185.
- [23] 张杰.海洋溶菌酶复合保鲜剂抑菌效果的研究[J].河北渔业,2014(8):5-7.
- [24] 庞彩霞,王利民.银杏叶提取物对冷藏金钱鱼鱼丸的保鲜效果研究[J].食品研究与开发,2017,38(13):194-198.
- [25] 董志俭,李欢,励建荣,等.微胶囊化姜黄油对冷藏鲢鱼鱼丸的保鲜效果[J].食品工业科技,2015,36(18):341-344.
- [26] 张智勇,孙辉,王春,等.利用色彩色差仪评价面条色泽的研究[J].粮油食品科技,2013,21(2):16-18.
- [27] 王庆丽,励建荣,朱军莉,等.壳聚糖和植酸复合生物保鲜剂对冷藏鱼丸品质的影响[J].食品与生物技术学报,2012,31(12):1239-1244.
- [28] Kong W, Zhang T, Feng D, et al. Effects of modified starches on the gel properties of Alaska Pollock surimi subjected to different temperature treatments[J]. Food Hydrocolloids, 2016, 56

(1):20-28.

[29] Yong-Ming Y U, Xing-Sheng M A, Shu-Min Y I, et al. Effect of bean starches on the gel properties of silver carp surimi [J]. Modern Food Science & Technology, 2016, 32(1):129-135.

[30] 隋馨瑶, 王莹, 张卫兵, 等. 低温乳酸菌的研究与应用现状[J]. 食品与发酵科技, 2017, 53(4):83-87.

[31] 张晓宁, 尚一娜, 陈境, 等. 乳酸菌细菌素的作用机制及在肉制品中的应用[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(11):192-199.

[32] 杨亚晋, 张日俊, 赵丽, 等. 两种高效抑菌乳酸菌素 BSN4

和 BCN4 的特性研究[J]. 微生物学杂志, 2017, 37(5):65-70.

[33] 关志强, 马超锋, 李敏, 等. 基于低场核磁共振优化的罗非鱼片无磷保水剂及其配方研究[J]. 渔业现代化, 2018, 45(2):64-72.

[34] 张屹环, 夏文水. 大宗淡水鱼糜凝胶性质比较研究[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(6):654-660.

[35] 殷燕, 张万刚, 周光宏, 等. 迷迭香提取物对真空包装熟猪肉饼抗氧化和抑菌效果的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(6):236-241.

(上接第 225 页)

ABTS 自由基的清除率分别达到 52.41%、83.47%、59.10%, 总还原力达到 0.455, 且其抗氧化能力与浓度成正向线性关系。本课题的研究结果为桂七青芒果皮中多糖的提取及百色芒果的综合开发利用提供了一定的数据支持。

参考文献

[1] Lowe J B, Marth J D. A genetic approach to mammalian glycan function[J]. Annual Review of Biochemistry, 2003, 72(1):643-691.

[2] Wu Q, Liu L, Miron A, et al. The antioxidant, immunomodulatory and anti-inflammatory activities of Spirulina: An overview [J]. Archives of Toxicology, 2016, 90(8):1817-1840.

[3] 郑永飞. 活性多糖的保健功能及其应用[J]. 粮油与食品科技, 2009, 16(4):22-25.

[4] 尚庆辉, 解玉怀, 张桂国, 等. 植物多糖的免疫调节作用及其机制研究进展[J]. 动物营养学报, 2015, 27(1):49-58.

[5] 杨丽华, 林楚慧, 黄佳鑫, 等. 天然活性多糖提取及分离纯化技术研究进展[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(23):5624-5627.

[6] 刘松董, 晓芳, 佟建明. 多糖提取和抗氧化活性评价方法的研究现状和进展[J]. 动物营养学报, 2016, 28(11):3391-3399.

[7] 徐丛玥, 林款, 梁征, 等. 不同提取方法对米邦塔仙人掌粗多糖体外抗氧化性的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(3):56-60.

[8] 郭华, 刁全平, 张博, 等. 杨树口蘑多糖的超声波辅助提取

工艺及其抗氧化活性[J]. 食品工业科技, 2018, 39(5):180-184.

[9] 郭香琴, 蔡娜, 杨善彬, 等. 超声波辅助提取银杏落叶中多糖的工艺初探[J]. 生物质化学工程, 2017, 51(6):43-47.

[10] 赵淑杰, 贾亚龙, 郑丽宁, 等. 鹿药多糖的超声提取工艺及含量测定[J]. 南方农业大学学报, 2017, 39(2):238-242.

[11] 廖国会, 龙家寰, 秦立新, 等. 松乳菇多糖提取工艺优化及抗氧化活性评价[J]. 食品工业科技, 2018, 39(4):123-130.

[12] 程旺开, 许月明, 张冬冬. 响应面优化黄秋葵叶多糖的提取工艺及其抗氧化活性考察[J]. 中国试验方剂学杂志, 2017, 23(4):38-42.

[13] 刘佳妮, 王硕, 白米雪, 等. 响应面法优化丹参药渣多糖提取工艺及其抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(2):454-457.

[14] 韦坤华, 蔡锦源, 董青松, 等. 鸡骨草多糖的微波预处理提取工艺及其羟基自由基清除作用研究[J]. 河南工业大学学报:自然科学版, 2017, 38(1):66-71.

[15] 胡月芳. 淮山多糖超声辅助提取及清除超氧阴离子自由基的作用[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(4):144-146.

[16] 张乃琦, 尹红力, 赵鑫, 等. 红松多酚与真菌多糖联合清除 ABTS 自由基活性比较[J]. 北京林业大学学报, 2016, 38(10):104-111.

[17] Dou J, Meng Y H, Liu L, et al. Purification, characterization and antioxidant activities of polysaccharides from thinned-young apple [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2015, 72:31-40.

因本刊已被《中国知网》
(包括“中国知网”优先数字出版库)
独家全文收录, 所以所付稿酬中
已包含该网站及光盘应付的稿酬。